

# RAZVOJ PROIZVODNJE I UPOTREBE GOLOZRNOG JEČMA U LJUDSKOJ PREHRANI, STOČARSTVU I SLADARSTVU

Autori:

Alojzije Lalić

Gordana Šimić

Ivan Abičić

Daniela Horvat

Krešimir Dvojković

Luka Andrić



Poljoprivredni institut Osijek



Ministarstvo poljoprivrede  
Vijeće za istraživanja u poljoprivredi

---

**Priručnik VIP projekta:**

Razvoj proizvodnje i upotrebe golozrnog ječma u ljudskoj prehrani, stočarstvu i sladarstvu

Izdavač:

Poljoprivredni institut Osijek  
HR – 31 000 Osijek, Južno predgrađe 17

Glavni i odgovorni urednik:

Dr. sc. Tatjana Ledenčan, ZSV – trajno zvanje

Autori:

Dr. sc. Alojzije Lalić, ZSV – trajno zvanje, doc.  
Dr. sc. Gordana Šimić, ZSV  
Dr. sc. Ivan Abičić, ZS  
Dr. sc. Daniela Horvat, ZSV  
Dr. sc. Krešimir Dvojković, ZSV – trajno zvanje  
Dr. sc. Luka Andrić, ZSV

Lektura:

Dr. sc. Ana Mikić Čolić, doc.

Naklada: 500 primjeraka

Tisak: Grafika d. o. o.

CIP zapis dostupan je u računalnom katalogu Gradske i sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 140823020.

ISBN 978-953-7843-06-9

UDK: 633.16; 663.4; 664.6/7

Naziv projekta: Razvoj proizvodnje i upotrebe golozrnog ječma u ljudskoj prehrani, stočarstvu i sladarstvu

Projekt je financiralo

Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske,

Vijeće za istraživanja u poljoprivredi

Broj ugovora: 2015-13/39

Datum početka projekta: 5. studenoga 2015.

Voditelj projekta: Dr. sc. Alojzije Lalić, ZSV – trajno zvanje, doc.

Izvršitelj projekta: Poljoprivredni institut Osijek



Poljoprivredni institut Osijek



Ministarstvo poljoprivrede  
Vijeće za istraživanja u poljoprivredi

# RAZVOJ PROIZVODNJE I UPOTREBE GOLOZRNOG JEČMA U LJUDSKOJ PREHRANI, STOČARSTVU I SLADARSTVU

**Autori:**

**Alojzije Lalić**

**Gordana Šimić**

**Ivan Abičić**

**Daniela Horvat**

**Krešimir Dvojković**

**Luka Andrić**

Projekt je financiralo  
Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske,  
Vijeće za istraživanja u poljoprivredi

**Osijek, 2018.**

---

## SADRŽAJ

1. Sažetak .....	5
2. Pregled proizvodnje i upotrebe ječma s naglaskom na ječam golozrne forme .....	6
3. Pregled rada na oplemenjivanju, sjemenarstvu i proizvodnji ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek s naglaskom na ječam golozrne forme .....	13
4. Rezultati istraživanja u mikropokusima .....	20
4.1. Urod i kvaliteta zrna ječma	
4.2. Fizikalno-kemijske analize	
4.3. Rezultati analize slada	
5. Rezultati istraživanja upotrebe ječma .....	34
5.1. Ječmeno brašno	
5.2. Kruh i tijesto od ječmenog brašna	
5.3. Ekstrudirano brašno od golozrnog ječma	
6. Tehnološki činitelji uspješne proizvodnje .....	44
6.1. Tehnologija proizvodnje ječma uz osvrt na posebnosti uzgoja golozrnog ječma	
6.2. Izbor proizvodne površine i tipa tla	
6.3. Plodored za ječam	
6.4. Priprema tla za sjetvu, sjetva, sjetvena norma i količina sjemena	
6.5. Gnojidba	
6.6. Zaštita od korova, bolesti i štetnika	
6.7. Izbor sorte ječma	
7. Završni komentari za uzgoj golozrnog ječma prema VIP projektu 2015-13/39 ....	52
8. Literatura .....	53

## 1. SAŽETAK

U Republici Hrvatskoj nema tradicije uzgoja golozrnog ječma te nije prepoznata i iskorištena mogućnost veće namjenske upotrebe ječma u prehrambenoj industriji. Golozrni ječam može se koristiti bez dodatne obrade (brušenja) nakon žetve i ima mogućnost veće primjene, naročito u prehrani ljudi. Provedeni su mikropokusi na lokacijama Požega i Osijek te proizvodni pokusi kod proizvođača na OPG-ovima sa sortama i linijama golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek.

Vrednovanje sorti golozrnog ječma u projektu provedeno je na temelju kriterija visine i stabilnosti uroda zrna te parametara prehrambene kvalitete ječma prema fizikalnim kvalitativnim pokazateljima zrna (prisutnost/odsutnost pljevica, boja aleurona, masa zrna, hektolitarska masa zrna, tvrdoća, učešće zrna po pojedinim frakcijama, hranidbena vrijednost...) i prema kemijskom sastavu zrna (škrob, neškrobni polisaharidi, vlakna (NDF, ADF, ADL), proteini, masti, pepeo.

U projektu je provedeno i istraživanje slada, kakvoće brašna, mješavina brašna žitarica, reološka istraživanja i kolorimetrijsko ispitivanje kruhova. U projektu je proizvedeno i testirano nekoliko različitih frakcija brašna dobivenih od golozrnog ječma pomoću opreme rabljene u standardnim mlinovima (Mali mlin, Koška) te laboratorijskom Brabender mlinu, s ciljem procjene reoloških svojstava i performansi kruhova od različitih frakcija brašna. Istraživana su četiri tipa brašna (T-550, T-850, T-1100 i integralno).

Tijesto i kruhovi pravljeni su od ječmenog brašna u različitim omjerima (20, 30, 40 i 50 %) spram pšeničnog brašna. Rezultati testnog pečenja kruha pokazali su da se sukcesivnim povećanjem udjela ječmenog brašna smanjuje volumen vekne kao i visina kruha. Boja kruha mijenjala se ovisno o udjelu dodanog ječmenog brašna, pa je tako kruh s 50 % ječmenog brašna najtamniji od ispitivanih uzoraka. Dodatkom većih udjela ječmenog brašna u kruh povećavao se udio  $\beta$ -glukana, što znači da takav kruh sadrži veći udio prehrambenih vlakana i da je nutritivno vrjedniji. U okviru projekta istraživala se mogućnost primjene golozrnog ječma u proizvodnji ekspanziranih „snack“ proizvoda. Navedena istraživanja provodila su se s ciljem razvoja funkcionalnih ekstrudiranih proizvoda s dodatkom golozrnog ječma.

Izvršeno je mikroslađenje genotipova golozrnog ozimog ječma, te su provedene i analize kakvoće brašna i slada. U tome pogledu analizirani su genotipovi (sorte i linije) golozrnog ječma na ukupne karakteristike zrna, udio  $\beta$ -glukana, količinu ukupnih fenola i

antioksidativnu aktivnost. Uzorci zrna ječma su i mikroslađeni da bi se utvrdio utjecaj procesa slađenja na ukupne fenole.

Na projektu je provedena proizvodnja te analiza sjemenske proizvodnje sorti i linija golozrnog ječma, klijavosti, energije klijanja i održanja genetske čistoće sorti golozrnog ječma u proizvodnji.

## 2. PREGLED PROIZVODNJE I UPOTREBE JEČMA S NAGLASKOM NA JEČAM GOLOZRNE FORME

Ječam je u počecima bio rabljen kao hrana za ljude, ali se posljedično počeo sve više koristiti kao hrana za stoku i u postupku slađenja u pivarskoj industriji i to upravo zbog jače prominentnosti pšenice i riže tijekom povijesti ljudske prehrane.

Ječam je vrlo rano prepoznat kao visokoenergetska i krepka hrana. Dokaz su tome i rimski gladijatori koji su bili poznati kao „hordeariji“ ili „ljudi od ječma“ koji su konzumirali ječam zbog njegove dobrobiti za razvoj fizičke snage i izdržljivosti (Percival, 1921.).

U posljednje se vrijeme, otprilike dvije trećine uzgojenog ječma u zrnu koristi kao hrana za stoku, oko jedna trećina za slađenje, a svega oko dva posto kao hrana u izravnoj primjeni.

Međutim, u nekim je svjetskim područjima i kulturama ječam o(p)stao kao glavni izvor hrane i to u Aziji i na sjeveru Afrike (Newman i Newman, 2006.).

Usporedimo li ga s drugim žitaricama, ječam posjeduje izuzetnu sposobnost prilagodbe s mogućnošću uzgoja na većim nadmorskim visinama i geografskim širinama, pa čak i u pustinjskim uvjetima. Stoga ječam predstavlja primarni izvor hrane upravo na područjima gdje vladaju ekstremni klimatski uvjeti i to primjerice u državama oko Himalajskog gorja, Etiopiji, Maroku itd.

Ono što danas o ječmu znamo po pitanju glavnih prednosti uključivanja ječma u prehranu ljudi i prehrambenu industriju uopće, proizlazi iz činjenice o postojanju mnogih dobrobiti za zdravlje konzumenta.

Američka Agencija za hranu i lijekove (FDA) potvrdila je i u potpunosti prihvatila pozitivan učinak topljivih  $\beta$ -glukana iz ječma na snižavanje kolesterola u krvi, uz opasku da bi on mogao afirmativno utjecati na razvoj novih prehrambenih proizvoda i jačanje interesa za upotrebom kod ljudi.

Učinak  $\beta$ -glukana u prehrambenim proizvodima od ječma već je istraživani i to s fokusom na snižavanje kolesterola u krvi (Behall i sur., 2004., Fadel i sur., 1987. i Newman i sur., 1989.) i glikemijskog indeksa (Braaten i sur., 1991., Cavallero i sur., 2002. i Wood i sur., 1990.), što je potvrđeno i prihvaćeno sveobuhvatnom analizom Pinsa i Kaura, 2006.

Usporedbom s drugim žitaricama, tipični kultivari/sorte ječma posjeduju karakteristiku slijeplosti pljevica sa zrnom u stadiju pune zrelosti, što nazivamo pljevičastom formom zrna.



**Slika 1.** Zrno ječma pljevičaste forme



**Slika 2.** Zrno ječma golozrne forme

Međutim, manji broj kultivara pripada drugoj skupini, kod koje postoji mogućnost lakog odvajanja spomenutih pljevica koje čak i same otpadaju pri žetvi, a takav ječam nazivamo golozrnim. Svojstvo koje utječe na to hoće li ječam biti golozrne (Slika 2.) i/ili pljevičaste (Slika 1.) forme zrna kontrolirano je jednim lokusom (*nud*) recesivnog tipa smještenim na dužem kraku kromosoma 7H (Franckowiack i Konishi, 1997.).

Vjeruje se da je širenje golozrnog ječma započelo davno u prošlosti, počevši od Turske, zapadne i sjeverne Europe, Skandinavije, zatim područja Azije i Etiopije. Iako je danas rasprostranjenost golozrnog ječma globalna, ipak je najviše zastupljen u istočnoj Aziji, posebno u regijama oko Nepala i Tibeta.

Nijedan od drugih pripadnika porodice trava (*Poaceae*) nema takvu dualnu konfiguraciju zrna. Ipak, oba tipa/forme posjeduju određenu agronomsku vrijednost s obzirom na svrhu i način upotrebe.

Pljevičasto zrno ječma u pravilu je pogodno kao hrana za stoku i slađenje. Pljevica u tom slučaju služi kao dodatni zaštitni sloj zrna i embrija, koji ih štiti od oštećenja tijekom mehaničkog postupka žetve, ali također služi i kao filtracijski medij kod postupka odvajanja fermentabilnog ekstrakta tijekom postupka slađenja.



**Slika 3. Oljušteni ječam**



**Slika 4. Golozrni ječam**

Za ljudsku prehranu zrno ječma priprema se struganjem zrna pomoću brusnih diskova (Slika 3.). Nakon nekoliko brušenja dobivamo ječmeno zrno kojemu su uklonjeni ljuska i posije, a s dva do tri dodatna brušenja dobivamo ječmenu kašu. Tako dobivena kaša ima umanjene nutritivne vrijednosti, ali taj nedostatak nadoknađuje svojom mekanošću i kraćim kuhanjem.



**Slika 5. Ječmena krupica**



**Slika 6. Ječmene pahuljice**

Krupice (Slika 5.) se usitnjuju na željenu veličinu mljevenjem na užlijebljenim valjcima i valjcima s hrapavom površinom. Brašno se proizvodi mljevenjem na valjcima s glatkom površinom. Međuproizvodi usitnjivanja i mljevenja razvrstavaju se na sitima i miješaju prema veličini čestica i čistoći (količina pepela) te se pakiraju. Ječmene pahuljice (Slika 6.) prave se od zrna ječma koja su prešana pod parom i osušena.

S druge strane, golozrni ječam primarno je pogodan za ljudsku ishranu jer nije potrebno mehanički odvajati pljevicu od zrna (Slika 7.) koja je u načelu teško probavljiva. U strukturi klasa kod istraživanih sorti i linija golozrnog ječma masa pljevica u odnosu na masu zrna s pljevicama iznosi 9,57 % (Tablica 1., Slika 9.).



Budući da su otkrivene i dokazane mnoge zdravstvene koristi konzumiranja proizvoda od ječma (bogat topljivim vlaknima), očekuje se i porast zanimanja za njihovu upotrebu što posljedično može poboljšati status ječma kao poljoprivredne kulture.

U Republici Hrvatskoj nema tradicije uzgoja golozrnog ječma, te nije prepoznata i iskorištena mogućnost veće namjenske upotrebe ječma u prehrambenoj industriji. Golozrni ječam može se koristiti bez dodatne obrade (ljuštenja) nakon žetve i ima mogućnost veće primjene, naročito u prehrani ljudi. Cilj je ovim projektom ukazati na te mogućnosti.



**Slika 7. Prikaz naturalnog i pročišćenog zrna ječma**

Ječam je bogat mineralima: kalijem, fosforom, magnezijem, željezom, manganom, cinkom, selenom i dr. Kao i većina ostalih žitarica, sadrži velike količine vitamina B skupine i manje količine ostalih vitamina (A, E i K). Od vitamina posebno se ističe djelovanje pantotenske kiseline koja je prijeko potrebna za metabolizam ugljikohidrata, masti i bjelančevina. Taj vitamin ulazi u strukturu koenzima A, koji je zadužen za oslobađanje energije iz ugljikohidrata te ima važnu ulogu u metabolizmu masti, zbog čega ječam i ima poznati učinak „zagrijavanja“.

Golozrni ječam ima visoku nutritivnu vrijednost i koristan je u preradi i proizvodnji hrane za ljudsku prehranu. Pozitivan učinak pojedinih sastojaka ječma na ljudsko zdravlje, poput rastvorivih biljnih vlakana  $\beta$ -glukana, ječmu osigurava status zdravstveno korisne biljke i mjesto u proizvodnji tzv. funkcionalne hrane.

Vrednovanje kultivara i proizvodnje golozrnog ječma provodilo se na projektu kroz analizu sadržaja  $\beta$ -glukana.  $\beta$ -glukan je osnovna komponenta topljivih vlakana povezana sa stanjima (imunostimulirajuće djelovanje) kao što su hipokolesterolemija, hipoglikemija, a utječe i na smanjenu pojavu raka debelog crijeva.

Stabilnost i visina uroda zrna, te odgovarajuća namjenska kvaliteta temeljni su ciljevi programa oplemenjivanja. U programu oplemenjivanja ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek radilo (radi) se na povećanju otpornosti na polijeganje sniženjem visine stabljike, jer polijeganje može često umanjiti urod zrna za 30 – 40 % (Pinthus, 1973., Stapper i Fischer, 1990.), povećanju broja zrna po jedinici površine, povećanju biomase i žetvenog indeksa, optimizaciji datuma klasanja i ranozrelosti (uvažavajući vrijeme cvatnje kao vrlo važnog pokazatelja prilagođenosti sorte uvjetima određenog područja), te namjenske kakvoće ječma.

Ciljana proizvodnja i oplemenjivanje ječma, te razvoj novog sortimenta golozrnog stočnog ječma i ječma namijenjenog za ljudsku prehranu (priznate sorte Osvit i Mandatar) zahtijeva selekciju i proizvodnju prema određenim parametrima i pokazateljima kvalitete.

Prosječan kemijski sastav ječma sličan je kemijskom sastavu ostalih žitarica, što na 100 g svježje namirnice iznosi: voda oko 9,4 g, proteini oko 12 do 13 g, masti oko 2,3 g, ugljikohidrati 73 g i vlakna oko 17 g. U oljuštenom zrnu ječma te su vrijednosti nešto promijenjene, odnosno postotak proteina i masti se smanjuje, a povećava se postotak ugljikohidrata. Energetska vrijednost ječma iznosi oko 350 kcal na 100 g svježje namirnice.

Henry i Cowe (1990.) objavili su pozitivnu korelaciju između proteina u zrnu, sadržaja  $\beta$ -glukana s tvrdoćom zrna kao fizikalnim svojstvom.

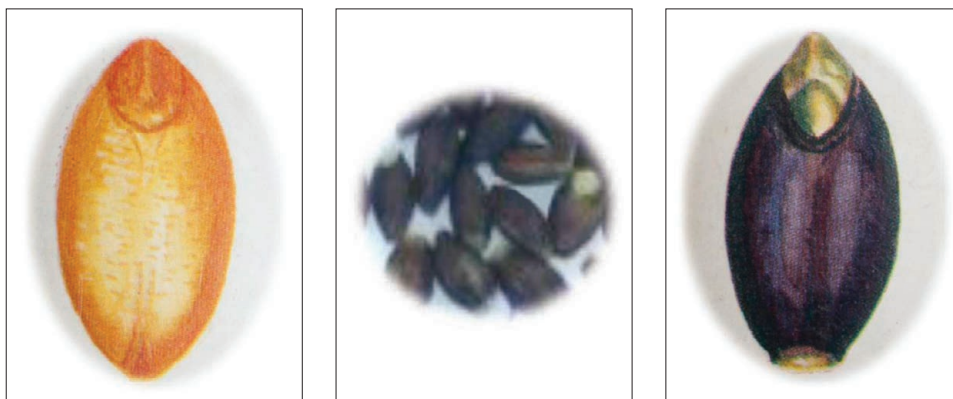
Nadalje, jasno je da su spoznaje o tvrdoći zrna ječma i faktorima koji ju čine poprilično ograničene, što ne iznenađuje jer za tu vrstu spoznaje do danas nije bilo posebnog zanimanja, pogotovo u mlinsko-pekarskoj industriji. Buđenjem zanimanja za upotrebu ječma u prehrambenoj industriji, što posljedično pretpostavlja složeniju obradu ječma kao sirovine, vrlo je bitno proizvesti dovoljne količine ječma optimalne tvrdoće zrna.

Razvoj upravo takovih sorti zahtijeva odgovore na nekoliko ključnih pitanja: koji su to genotipski i okolišni faktori koji utječu na tvrdoću zrna ječma; kako poveznice između

stanica endosperma i staničnih stijenki utječu na tvrdoću zrna ječma; koji je značaj kompozicije zrna, uključujući sadržaj škroba, proteina i  $\beta$ -glukana na spomenutu tvrdoću?

Intenzivno obojeni tipovi ječma također plijene pozornost istraživača zbog njihove primjene u industriji funkcionalne hrane, odnosno zato što posjeduju antioksidativna svojstva (Nam i sur., 2006.; Philpott i sur., 2006. i Satue-Gracia i sur., 1997.).

Boja zrna ječma (Slika 8.) uzrokovana je nakupljanjem različitih pigmenata u perikarpu i aleuronskom sloju. Obojana zrna ječma sadrže mnoge vrste hranjivih sastojaka, kao što su prirodni pigmenti, esencijalne aminokiseline, vitamini i mineralni elementi, uključujući kalcij, selen i sl., koji imaju važnu fiziološku ulogu u ljudskom zdravlju. Obojeno zrno ječma može se koristiti kao sirovina za proizvodnju nutraceutikala, hrane za prehrambenu industriju, a mogu se koristiti i za proizvodnju krema za sunčanje i bojanje kose, te kao sredstva u kozmetičkoj industriji. Boje sjemena ječma uglavnom su plave, ljubičaste i crne zbog raznih komponenti i sadržaja antocijana.



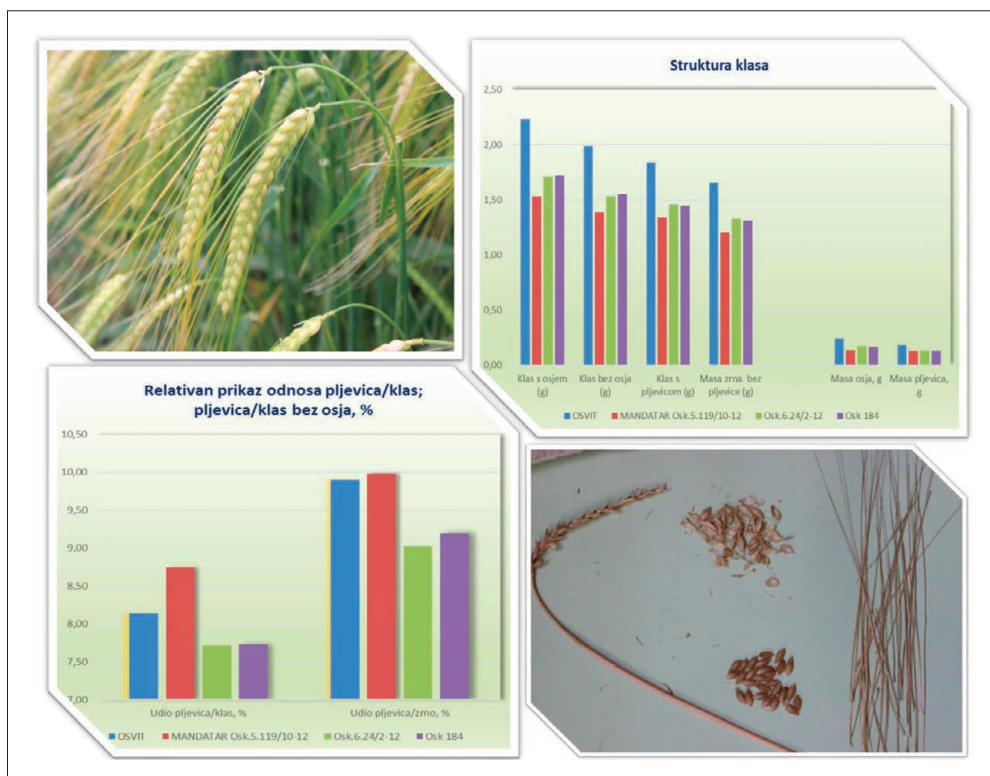
**Slika 8. Obojenost zrna ječma**

Crno obojeni ječam kontrolira dominantni gen BLP smješten na kromosomu 1HL; ljubičasta boja ječma pod kontrolom je dva komplementarna dominantna gena, Pre1 i Pre2, oba se nalaze na kromosomu 2HL. Plavo obojeni ječam kontroliran je s pet komplementarnih dominantnih gena, Blx1, Blx2, Blx3, Blx4 i Blx5. Blx1, Blx3 i Blx4 smješteni su na kromosomu 4HL, a geni Blx2 i Blx5 nalaze se na kromosomu 7HL (Franckowiak, 2016.).

Ipak, većina proizvedenog ječma u svijetu su oni tipovi koji su svijetlih tonova, svjetložute boje zrna i to prvenstveno zbog industrije piva i slada koja takve tipove preferira. Uopćeno se može reći da sama obojenost zrna ječma nema veliku ulogu po pitanju ishrane stoke, ali može utjecati na boju masnih stanica kod životinja, kao i na boju žumanjka jajeta.

**Tablica 1. Struktura klasa sorti i linija golozrnog ječma**

Genotip	Klas s osjem (g)	Klas bez osja (g)	Klas s pljevicom (g)	Klas bez pljevice (g)	Masa osja (g)	Masa pljevica (g)	Masa pljevica/ (Masa osja+zrno+pljevice) (%)	Masa pljevica/ Masa zrna s pljevicama (%)
OSVIT	2,24	1,99	1,84	1,64	0,24	0,19	8,28	10,07
Osk184	1,72	1,55	1,45	1,31	0,17	0,13	7,73	9,19
MANDATAR	1,53	1,40	1,34	1,21	0,14	0,13	8,75	9,99
Osk.6.24/2-12	1,71	1,54	1,46	1,33	0,18	0,13	7,71	9,03
Prosjeck	1,80	1,62	1,52	1,37	0,18	0,15	8,12	9,57



**Slika 9. Prikaz strukture klasa kod sorti golozrnog ječma**

### 3. PREGLED RADA NA OPLEMENJIVANJU, SJEMENARSTVU I PROIZVODNJI JEČMA NA POLJOPRIVREDNOM INSTITUTU OSIJEK S NAGLASKOM NA JEČAM GOLOZRNE FORME

Oplemenjivanje ječma u Republici Hrvatskoj ima tradiciju od početka 20. stoljeća, a otvaranjem sladare sedamdesetih godina 20. stoljeća, naročito su intenzivirani rad na oplemenjivanju pivarskog ječma te istraživanja vezana za proizvodnju pivarskog ječma.

Ciljana proizvodnja i oplemenjivanje ječma te razvoj novog sortimenta golozrnog stočnog ječma i ječma namijenjenog za ljudsku prehranu (priznate sorte Osvit i Mandatar), zahtijeva selekciju i proizvodnju prema određenim parametrima i pokazateljima kvalitete.

Vrednovanje kultivara golozrnog ječma u projektu provedeno je na temelju kriterija visine i stabilnosti uroda zrna, te parametara prehrambene kvalitete ječma prema fizičkim kvalitativnim pokazateljima zrna (prisutnost/odsutnost pljevica, boja aleurona, masa zrna, hektolitarska masa zrna, tvrdoća, učešće zrna po pojedinim frakcijama, hranidbena vrijednost...) i prema kemijskom sastavu zrna (škrob, neškrobni polisaharidi, vlakna (NDF, ADF, ADL), proteini, masti, pepeo).

Ciljevi oplemenjivanja pojedinih kultura rukovode se zahtjevima tržišta, ali vodi se računa i o tome da se stvaranjem raznovrsnih genotipova (sorti), drukčijih zahtjeva prema agrotehnici, proizvodnji i namjeni potiču, razvijaju i mijenjaju navike potrošača, te da se poticajno utječe na tržište i proizvodnju.

Temeljem koncepta križanja, na spoznajama proizašlima iz provedenih istraživanja, zasnovan je na Poljoprivrednom institutu Osijek selekcijski materijal (oko 500 populacija križanaca s genotipovima golozrnog ječma) s ciljem dobivanja novih sorti golozrnog ječma poboljšanih gospodarskih odlika, naročito za posebnu namjenu. U tome pogledu zasnovane su populacije porijeklom iz križanja *waxy*-ječma i golozrnog ječma (u  $F_2$  i  $F_3$  generaciji). (Slika 10., 11. i 12.)

Cilj nam je dobiti genotipove ječma golozrne forme, niskog sadržaja amiloze (ispod 5 %) i visokog sadržaja  $\beta$ -glukana, odnosno poboljšane nutritivne vrijednosti genotipa. U ispitivanja kod Sortne komisije RH prijavili smo 2015. godine, temeljem analize uroda zrna i kvalitete, liniju Osk.5.119/10-12 (Mandatar) koja je u rujnu 2017. godine i priznata.





**Slika 10. Seleksijski materijal ozimog ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek,  $F_1 - F_9$  generacije**

Oplemenjivanje ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek za posebne namjene usmjereno je prema poboljšanju agronomskih odlika te parametara kvalitete zrna za ljudsku prehranu kod ječma „standardno“ obuvenog zrna te kod ječma golozrne forme. U tom pogledu provedena su nova križanja (50 kombinacija križanja) s ciljem dobivanja sorti goloznog ječma poboljšanih agronomskih i gospodarskih odlika, odnosno poboljšane namjenske kvalitete za ljudsku prehranu.



**Slika 11. Prikaz razdvajanja u  $F_2$  generaciji potomstva križanja osječkih linija goloznog ječma Osk. 4.86/1-04\*GZ 186**



Slika 12. Prikaz postupka križanja ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek



Slika 13. Mikropokusi (VIP projekt) sa sortama i linijama golozrnog ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek u šest ponavljanja, 2017. godine



Tijekom projekta proveden je kontinuirani postupak oplemenjivanja i selekcije te je iz selekcijskog materijala Poljoprivrednog instituta Osijek od F4 do F7 generacije u 2016. i 2017. godini izdvojeno 10 novostvorenih linija golozrnog ječma za ispitivanja u sortnom pokusu u ponavljanjima dok je 30 novostvorenih linija izdvojeno za preliminarna istraživanja u mikropokuse bez ponavljanja na Poljoprivrednom institutu Osijek.

U istraživanja u mikropokusima VIP projekta na lokacijama Požega i Osijek bilo je uključeno 10 sorti i linija golozrnog ječma 2015./2016. godine te 12 sorti i linija golozrnog ječma 2016./2017. godine (Slika 13. i 14.). Unutar selekcijskog materijala na Poljoprivrednom institutu Osijek nalazi se veći broj populacija (oko 1000) križanaca zasnovanih da bi se dobile nove sorte golozrnog ječma poboljšanih gospodarskih odlika, naročito za posebnu namjenu.



**Slika 14. Mikropokusi sa sortama i linijama golozrnog ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek i u Poljoprivredno-prehrambenoj školi u Požegi, u različitim fazama razvoja usjeva, 2016. i 2017. godine**

Na Poljoprivrednom institutu Osijek provedeno je i umnažanje sjemena sorte Osvit i novostvorenih linija Osk.5.119/10-12 (2017. godine novopriznata sorta Mandatar), Osk.6.24/2-12, Osk.184GZ-10 golozrnog ječma proizvodnjom kategorije sjemena *Izvornog sjemena oplemenjivača* (100 – 150 kg po sorti/liniji), *predosnovnog* i *osnovnog sjemena* (POS i OS). Proizvedeno je za sortu Osvit, priznatu 2014. godine, oko



35 000 kg sjemena (u godinama 2016. i 2017.), te za linije Osk.5.119/10-12 (Mandar), Osk.6.24/2-12 i Osk.184GZ-10 u ukupnom iznosu oko 20 000 kg kao *Izorno sjeme oplemenjivača* i *Eksperimentalno sjeme* kojima se koristimo za proizvodne pokuse i na OPG-ovima Mandić, Kovačić, Senkić i Domazetović (Slika 18.). Sorta Osvit uz proizvodnju *Predosnovnog sjemena* (POS) uključena je i u proizvodnju sjemena kategorije OS i C1. Na projektu je provedena proizvodnja te analiza sjemenske proizvodnje sorti i linija golozrnog ječma, klijavosti, energije klijanja i održanja genetske čistoće sorti golozrnog ječma u proizvodnji.



**Slika 15. Stranooplodnja na sjemenskoj proizvodnji sorte Osvit (nekontrolirano križanje sa sortom višerednog ječma u prethodnoj godini proizvodnje)**

Pri analizi sjemenske proizvodnje sorti i linija golozrnog ječma, održanja genetske čistoće sorti, uočili smo i teškoće koje treba posebno elaborirati kod sjemenske proizvodnje golozrnog ječma. Sorte i linije golozrnog ječma imaju pojačani postotak stranooplodnje (otvoreni cvatnja) u odnosu na druge forme ječma (naročito kod nepovoljnih uvjeta, npr. kasnog mraza u vrijeme klasanja, rezidua herbicida) te treba obratiti pozornost u sjemenarstvu na očuvanje genetske čistoće sjemena. U tome pogledu preporučujemo izdvojenu sjetvu, koja može biti vremenska i prostorna (Slika 16.). Na Slici 15. prikazana je stranooplodnja sorte Osvit sa sortom višerednog ječma koja nije vidljiva u godini proizvodnje sjemena, nego tek iduće godine pri reprodukciji sjemena sljedeće kategorije. Ukazujemo da smo uočili veću dormantnost zrna kod pojedinih novostvorenih sorti i linija golozrnog ječma. Neke linije golozrnog ječma imaju sporije upijanje vode pri naklijavanju zrna.

Također, valja obratiti pozornost na očuvanje klijavosti pri vršidbi golozrnog ječma. Komparativna prednost pljevica kod pljevičaste forme zrna ječma jest što pljevica

služi kao dodatni zaštitni sloj zrna i embrija, te štiti zrno od oštećenja tijekom postupka žetve.



Slika 16. Prikaz sjemenske proizvodnje najviših kategorija sjemena golozrnog ječma sorte Osvit na Poljoprivrednom institutu Osijek



Slika 17. Sorte golozrnog ječma Osvit i Mandatar u demonstracijskom pokusu za Dane polja ječma u Novoj Gradiški 2017. godine



**Slika 18. Proizvodni pokusi sa sortama i linijama golozrnog ječma na OPG-ovima Domazetović, Kovačić, Mandić i Senkić, 2016. i 2017. godine**

Sorte i linije Osvit, Mandatar, Osk.184GZ-10 i Osk.6.24/2-12 na temelju rezultata mikropokusa, parametara kvalitete i gospodarskih odlika odabrane su za daljnja ispitivanja kod poljoprivrednih proizvođača te za prijave kod sortnih komisija za priznavanje u RH i inozemstvu. Za elitne sorte umnožene su dovoljne količine sjemena kategorije Izvorno sjeme oplemenjivača i eksperimentalno sjeme za daljnja ispitivanja kod poljoprivrednih proizvođača prema projektu VIP-a.

Na Danima polja Poljoprivrednog instituta u Osijeku te drugim skupovima (Danima polja izvan PIO (Slika 17.), organiziranim predavanjima i okupljanjima poljoprivrednih proizvođača u organizaciji sjemenskih kuća, savjetodavnih službi te izravnim obilaskom usjeva proizvođača) poljoprivrednih proizvođača, sudionici su upoznati s programom oplemenjivanja golozrnog ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek, te sortama i linijama golozrnog ječma prezentacijom i demonstracijskim pokusom. Ukazivali smo na gospodarske odlike i agrotehničke mjere proizvodnje golozrnog ječma, ali i na pojedine specifičnosti u proizvodnji golozrnog ječma.



## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA U MIKROPOKUSIMA

### 4. 1. UROD I KVALITETA ZRNA JEČMA

Oplemenjivanje ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek za posebne namjene usmjereno je prema poboljšanju agronomskih odlika te parametara kvalitete zrna za ljudsku prehranu kod ječma „normalno“ obuvenog zrna te kod ječma golozrne forme.

U dvogodišnjim ispitivanjima u mikropokusima na pokušalištu Instituta (45°33'27"N, 18°40'47"E) te Poljoprivredne škole u Požegi (45°19'59"N, 17°40'25"E) ispitivane su linije (10/12) ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek i standardne sorte (3) pljevičaste forme zrna. Ispitivanja su provedena na sorti i linijama PIO ozimog golozrnog ječma (10/12) koje se nalaze u ispitivanjima na Poljoprivrednom institutu Osijek, mikropokusima na lokacijama, proizvodnim pokusima kod poljoprivrednih proizvođača, te u postupku priznavanja u RH i inozemstvu (3 linije).

U poljskim pokusima uzgojne sezone 2015./2016. godine na lokalitetima u Požegi i Osijeku ispitivano je 13 genotipova ozimog ječma porijeklom s Poljoprivrednog instituta Osijek, od čega su tri standardne priznate sorte pljevičaste forme zrna (Barun, Maxim, Bravo), devet linija golozrnog ozimog ječma (Osk.6.24/2-12, Osk.6.24/4-12, Osk.5.119/10-12, Osk.5.119/12-12, Osk.8.26/3-14, GZ-184, GZ-2426, GZ-119510 i GZ-189) i priznata sorta Osvit golozrne forme.

Pokus je postavljen u četiri ponavljanja i s normom sjetve od 450 zrna/m<sup>2</sup>. Veličina osnovne parcele iznosila je 7,56 m<sup>2</sup>, a sam pokus koncipiran je prema RCB (engl. *Randomized Complete Block*) dizajnu. U radu su proučavana svojstva urod zrna (t/ha), hektolitarska masa zrna (kg/hl), udio zrna 1. klase (%), sadržaj proteina i škroba (% na ST), a kao mjerilo povoljnosti uvjeta proizvodnje rabljene su prosječne vrijednosti promatranih svojstava svih članova pokusa. Istraživan je i interakcijski učinak genotip\*okolina provedbom procedure balansirane ANOVA-e softverskim paketom CropStat 7.2 (IRRI, Manila, Filipini; 2008.). Također, provedena je analiza osnovnih komponenti (PCA) pomoću PAST 3.0 (Hammer i sur., 2001.) računalnog programa.

Analizom varijance (ANOVA) procijenjeni su značajni ( $F = 0,0001$ ;  $F = 0,001$  i  $F = 0,01$ ) učinci okoline i genotipa za sva agronomska svojstva, osim svojstva udjela zrna 1. klase (Tablica 2.) (Abičić i sur., 2017.). Interakcija genotip\*okolina bila je na nižim razina-

ma statističke značajnosti spram drugih dvaju svojstava: hektolitarske mase zrna i sadržaja proteina u zrnu ječma. Normom sjetve od 450 zrna/m<sup>2</sup> ostvaren je prosječan urod zrna od 6,241 t/ha, a najviši urod zrna u provedenim istraživanjima imala je sorta Bravo (8,090 t/ha), dok su visinom uroda zrna slične razine izdvojene sorte Maxim (7,035 t/ha) i Barun (6,602 t/ha) (Grafikon 1.) (Lalić i sur., 2016.; Abičić i sur., 2017.). Prethodni sortiment izrazito je povoljne reakcije na uvjete proizvodnje u RH, što je zaključak prijašnjih istraživanja i kao takav potvrđen je u smislu ekspresije svojstva uroda zrna (Lalić i sur., 2013.). Ovdje je primjetno odvajanje i grupiranje prema urodu zrna standardnih sorata pljevičaste forme, dok su najbolje prosječne vrijednosti uroda zrna kod golozrnih ječmova ostvarile linije GZ-119510 (6,538 t/ha), GZ-2426 (6,101 t/ha) i Osk.5.119/10-12 (6,089 t/ha) (Grafikon 1.). Prema vrijednosti svojstva hektolitarske mase (Grafikon 2.) izdvojile su se linije: GZ-119510 (80,25 kg), Osk.5.119/10-12 (79,74 kg) i Osk.6.24/4-12 (78,94 kg). Prema prethodnim istraživanjima Lalića i sur. (2014.) golozrni ječam ima potencijal ostvariti urod zrna na razini standardnih sorti pljevičaste forme, ali i višu hektolitarsku masu zrna što je i ovim rezultatima potvrđeno.

Prema udjelu zrna 1. klase (Grafikon 5.) izdvojile su se linije golozrnog ječma: Osk.8.26/3-14 (85,38 %) i Osk.5.119/10-12 (82,79 %). Svojstvo sadržaja proteina (Grafikon 3.) rezultatski su najbolje pokazale linije: GZ-2426 (14,98 %), Osk.8.26/3-14 (14,78 %) i GZ-189 (14,78 %). Konačno, sadržaj škroba (Grafikon 4.) u zrnu također preferira golozrnu formu ječma i to redom linije: Osk.5.119/10-12 (58,69 %), Osvit (58,58 %) i Osk.5.119/12-12 (58,46 %).

U poljskim pokusima uzgojne sezone 2016./2017. godine na lokalitetima u Požegi i Osijeku ispitivano je 15 genotipova ozimog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek, od čega su tri standardne priznate sorte pljevičaste forme zrna (Barun, Maxim, Bravo) i 11 linija golozrnog ozimog ječma (Osk.6.24/2-12, Osk.6.24/4-12, Osk.5.119/10-12, Osk.5.119/12-12, Osk.8.26/3-14, GZ-184, Osk.5.120/5-12, Osk.7.25/1-13, Osk.8.26/1-14, Osk.8.26/6-14 i GZ-186) te priznata sorta Osvit golozrne forme.

Pokus je postavljen u šest ponavljanja i s normom sjetve od 250 i 450 zrna/m<sup>2</sup>. Veličina osnovne parcele iznosila je 7,56 m<sup>2</sup>, a sam pokus koncipiran je prema RCB (engl. *Randomized Complete Block*) dizajnu. U radu su proučavana svojstva uroda zrna (t/ha), hektolitarske mase (kg), udio zrna 1. klase (%), sadržaj proteina i škroba (% na ST), a kao mjerilo povoljnosti uvjeta proizvodnje rabljene su prosječne vrijednosti promatranih svojstava svih članova pokusa.

Analizom varijance (ANOVA) procijenjeni su značajni ( $F = 0,01$ ) učinci okoline i genotipa za urod zrna, hektolitarsku masu zrna, sadržaj proteina i sadržaj škroba. Za svojstva urod zrna, hektolitarska masa zrna i sadržaj proteina procijenjeni su i značajni učinci interakcije genotip\*okolina (Tablica 3.).

Ostvaren je značajno viši urod zrna na lokaciji Osijek (8,863 t/ha) u odnosu na lokalitet Požega (5,254 t/ha). Najviši urod zrna na lokalitetu Osijek imala je sorta pljevičaste forme zrna Bravo (11,041 t/ha), te sorte Maxim (9,906 t/ha) i Barun (9,993 t/ha) pljevičaste forme zrna (Grafikon 6.). Najviši urod zrna na lokalitetu Osijek od golozrnog ječma imale su linije Osk.5.119/12-12 (8,774 t/ha), Osk.8.26/6-14 (8,734 t/ha) i GZ-184 (8,804 t/ha). Na lokalitetu Požega najviši urod zrna ostvarila je sorta Maxim (6,852 t/ha) pljevičaste forme zrna, a od golozrnog ječma sorte Osvit (5,500 t/ha) i Mandatar (linija Osk.5.119/10-12) (5,341 t/ha) te linija Osk.5.119/12-12 (5,421 t/ha) (Grafikon 6.).

Vrijednosti svojstva hektolitarske mase zrna bile su u pokusima 2016./2017. godine vrlo visoke (Grafikon 7.). Linije i sorte golozrnog ječma (84,02 kg/hl) imale su značajno višu hektolitarsku masu zrna u odnosu na sorte pljevičaste forme zrna (73,08 kg/hl). Visokom hektolitarskom masom zrna izdvojile su se linije golozrnog ječma Osk.8.26/6-14 (85,58 kg/hl), Osk.5.119/10-12 (84,70 kg/hl) i Osk.8.26/3-14 (85,37 kg/hl). Slični rezultati ostvareni su i na lokaciji Požega gdje su linije i sorte golozrnog ječma ostvarile hektolitarsku masu zrna od 81,72 kg/hl, a sorte pljevičaste forme zrna od 73,44 kg/hl. Na lokalitetu Požega visokom hektolitarskom masom zrna izdvojile su se linije Osk.6.24/2-12 (84,05 kg/hl) i Osk.6.24/4-12 (83,68 kg/hl).

Prosječne vrijednosti svojstva sadržaja proteina u zrnu ječma u pokusima 2016./2017. godine slične su razine u Požegi (13,26 %) i Osijeku (13,22 %) (Grafikon 8.). Linije i sorte golozrnog ječma (13,68 %) imale su značajno viši sadržaj proteina u zrnu u odnosu na sorte pljevičaste forme zrna (11,48 %). Visokim sadržajem proteina u zrnu ističu se linije golozrnog ječma Osk.8.26/6-14 (14,30 %), Osk.7.25/1-13 (14,25 %), Osk.8.26/3-14 (14,47 %) i Osk.6.24/4-12 (14,25 %).

Prosječne vrijednosti svojstva sadržaja škroba u zrnu ječma u pokusima 2016./2017. godine slične su razine u Požegi (58,44 %) i Osijeku (58,51 %) (Grafikon 9.). Linije i sorte golozrnog ječma (58,28 %) imale su viši sadržaj škroba u zrnu u odnosu na sorte pljevičaste forme zrna (58,22 %). Visokim sadržajem škroba u zrnu ističu se linije golozrnog ječma Osk.5.120/5-12 (59,68 %) i Osk.186 (59,15 %) te sorta Osvit (59,30 %).

Odnos kemijskog sastava golozrnih linija jasno nameće njihov primat po pitanju sadržaja proteina i škroba u odnosu na pljevičaste genotipove (Daalkhaijav i Yu, 2012.), pri čemu se može izvesti zaključak i o većoj neto produkciji proteina po jedinici površine. Takav međuodnos uzgojenih proteinskih jedinica svakako bi išao u prilog stočarskoj proizvodnji, gdje čak i nešto niži prosječni urod zrna kod golozrnih genotipova garantira podjednaku količinu proizvedenih proteinskih jedinica u usporedbi s pljevičastim ozimim ječmom (Abičić i sur., 2017.).

Provedena istraživanja ukazuju da su sorta i novostvorene linije (Osvit, Osk.5.119/10, Osk.184GZ-10, Osk.6.24/2-12) golozrnog ječma u provedenim istraživanjima ostvarivale urod zrna od 8,9 do 28,6 % niži u odnosu na sorte Barun i Maxim, uz vrlo visoku

hektolitarsku masu zrna (76 – 82 kg/hl), udio zrna I. klase iznad 80 %, masu 1000 zrna od 42 do 47 g te viši sadržaj proteina (iznad 13 %) i sadržaj  $\beta$ -glukana u odnosu na sorte ječma „normalno“ obuvenog zrna.

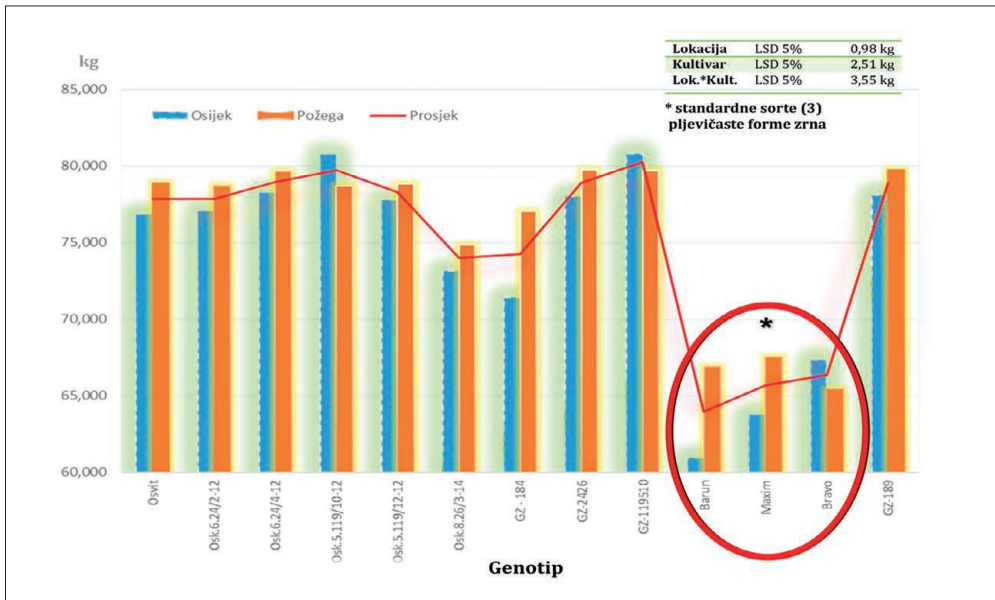
**Tablica 2. Vrijednosti ANOVA-e izračunate za ozimi ječam (n = 13) i dvije lokacije prema promatranim agronomskim svojstvima (2015./2016. godina)**

Svojstvo	Broj opažanja	Prosječna vrijednost	Okolina (O)	Genotip (G)	G*O
Urod zrna (t/ha)	104	6,241	***	***	ns
Hektolitarska masa (kg)	104	74,99	**	***	*
Udio zrna 1. klase (%)	104	79,19	ns	ns	ns
Sadržaj proteina (% na S. T.)	104	13,86	***	***	*
Sadržaj škroba (% na S. T.)	104	57,92	***	***	ns

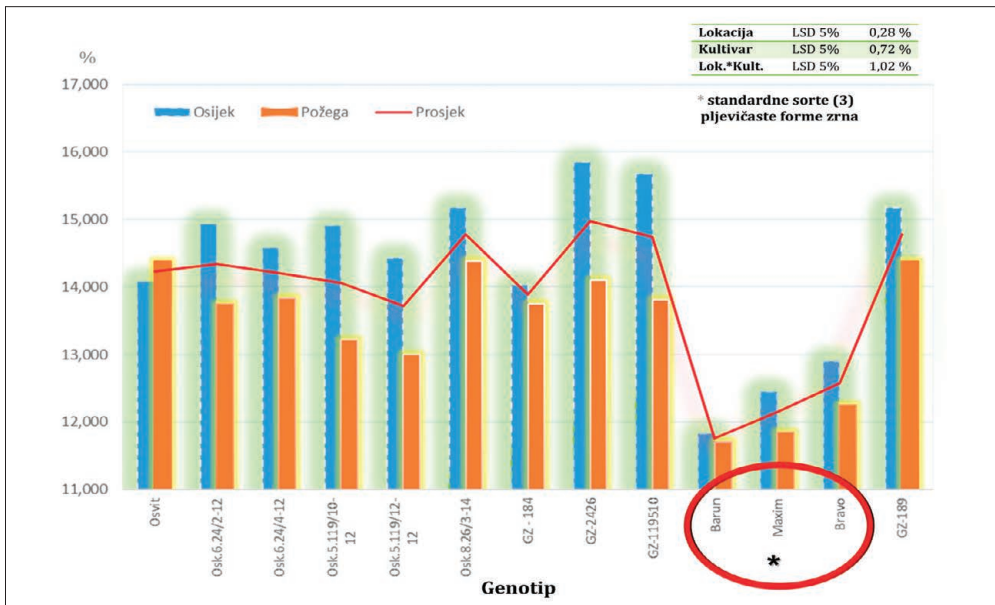


**Grafikon 1. Rezultati istraživanja uroda zrna genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (10) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2015./2016. godine**

4. Rezultati istraživanja u mikropokusima

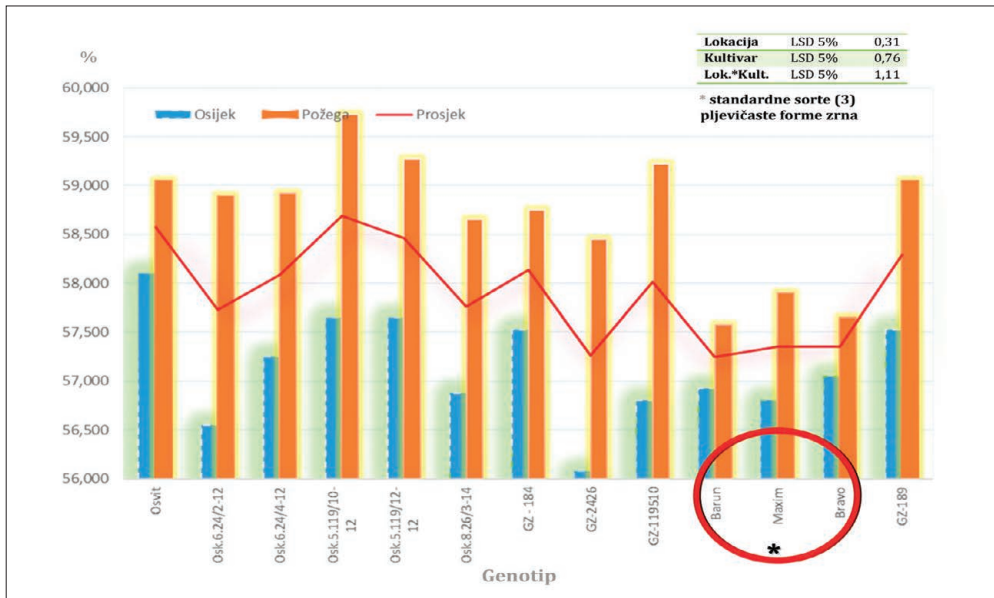


Grafikon 2. Rezultati istraživanja hektolitarske mase zrna genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (10) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2015./2016. godine

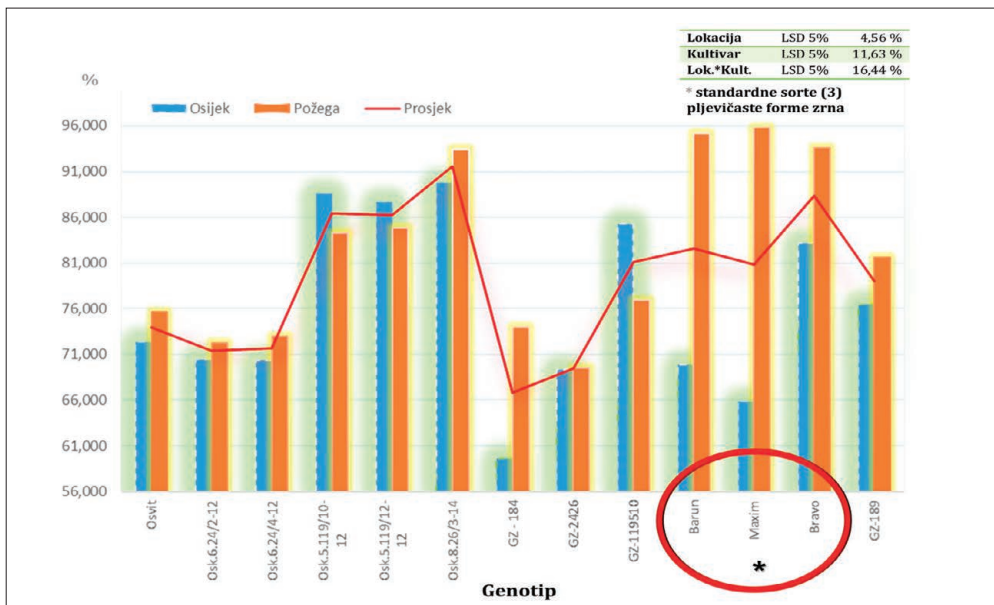


Grafikon 3. Rezultati istraživanja sadržaja proteina genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (10) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2015./2016. godine





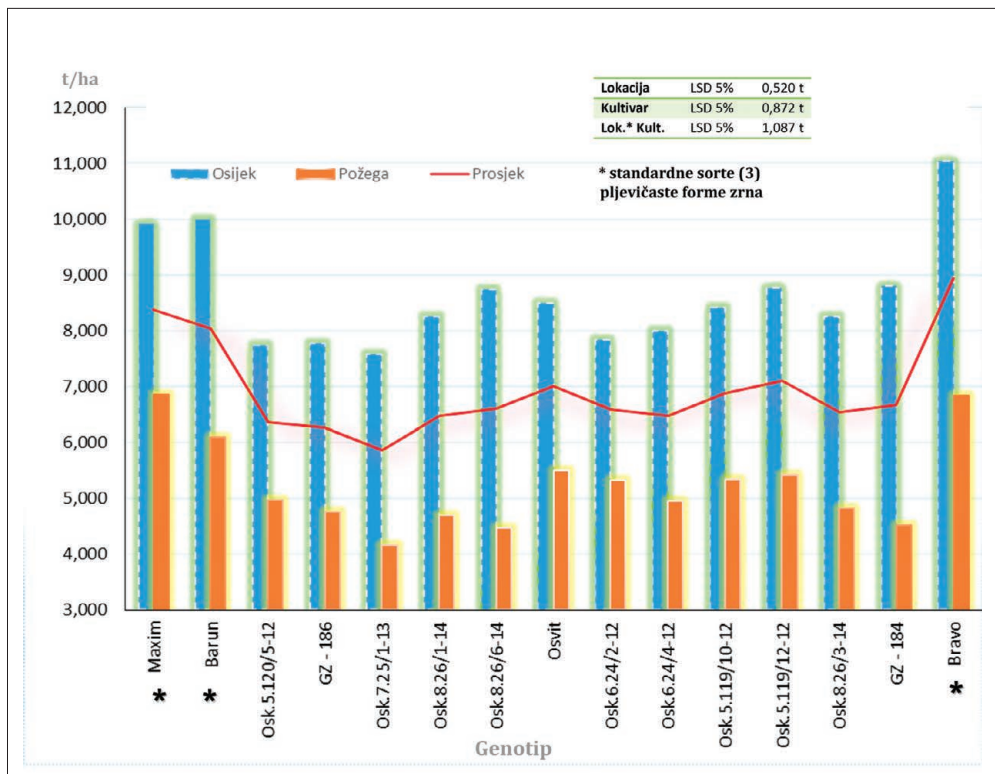
Grafikon 4. Rezultati istraživanja sadržaja škroba genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (10) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2015./2016. godine



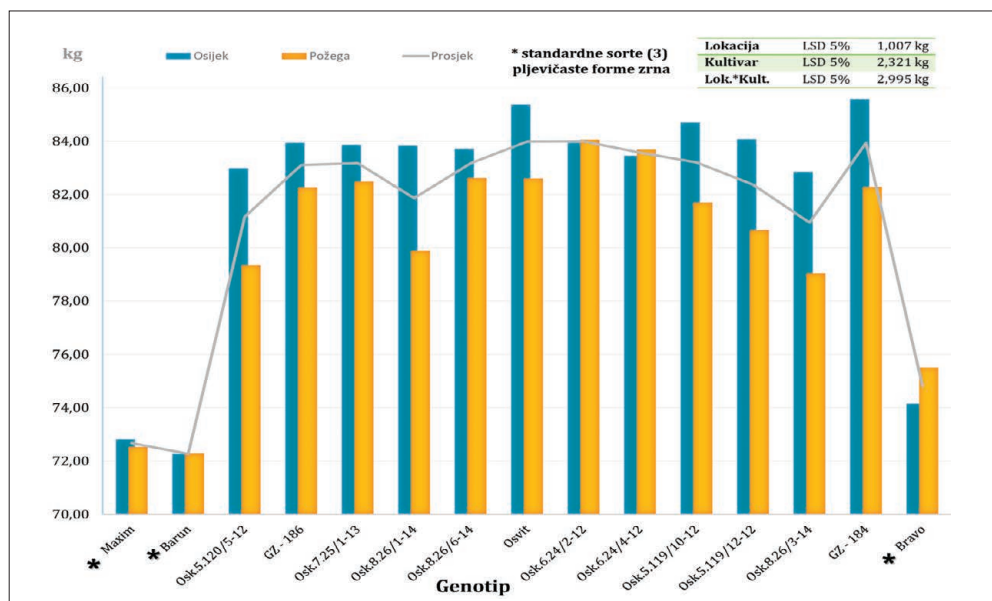
Grafikon 5. Rezultati istraživanja udjela zrna I. klase genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (10) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2015./2016. godine

Tablica 3. Vrijednosti ANOVA-e izračunate za ozimi ječam (n = 15) i dvije lokacije prema promatranim agronomskim svojstvima (2016./2017. godina)

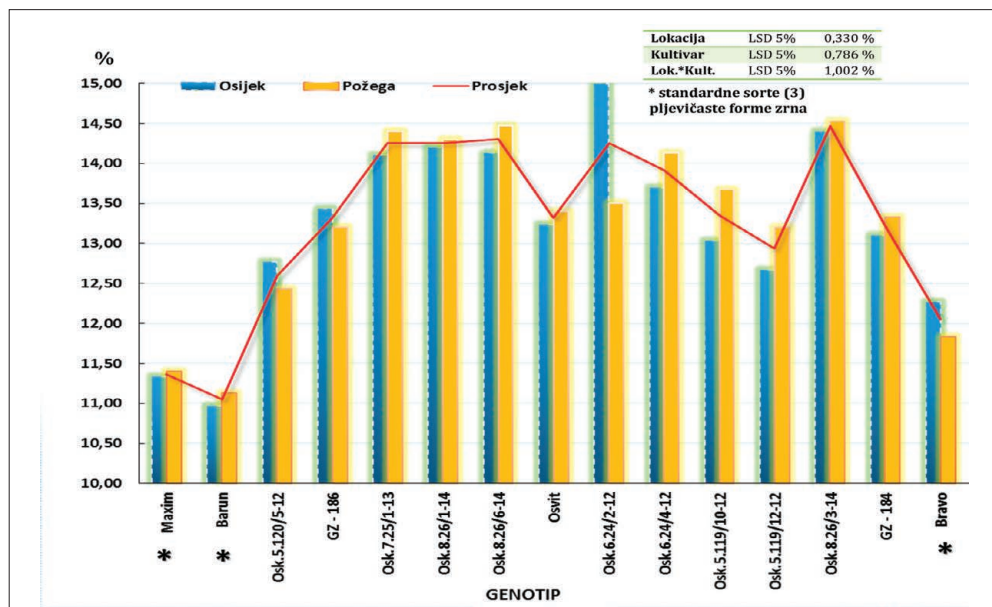
Svojstvo	Broj opažanja	Prosječna vrijednost	Okolina (O)	Genotip (G)	G*O
Urod zrna (t/ha)	120	6,94	***	**	ns
Hektolitarska masa (kg)	120	80,95	***	**	*
Udio zrna 1. klase (%)	120	77,42	ns	ns	ns
Sadržaj proteina (% na S. T.)	120	13,99	**	**	*
Sadržaj škroba (% na S. T.)	120	58,33	**	**	ns



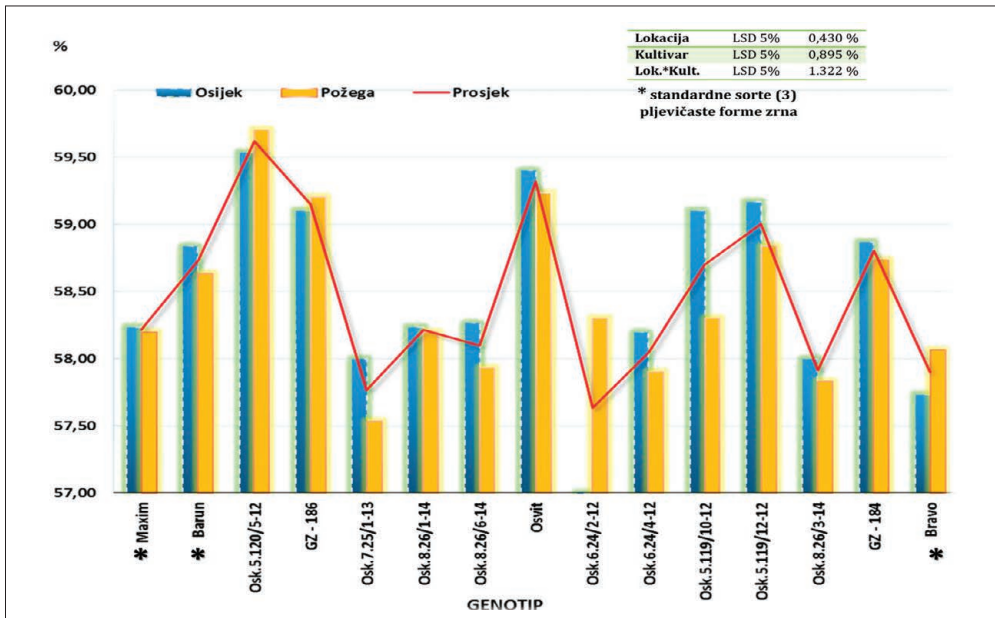
Grafikon 6. Rezultati istraživanja uroda zrna genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (12) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2016./2017. godine



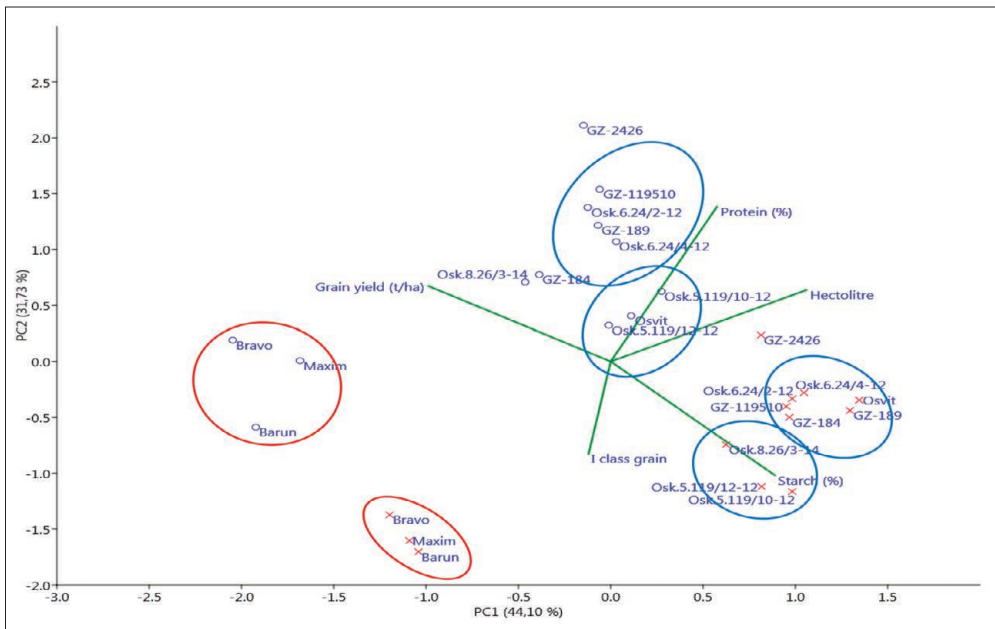
Grafikon 7. Rezultati istraživanja hektolitarske mase zrna genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (12) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2016./2017. godine



Grafikon 8. Rezultati istraživanja sadržaja proteina genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (12) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2016./2017. godine



Grafikon 9. Rezultati istraživanja sadržaja škroba genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek (12) i standardnih sorti (3) pljevičaste forme zrna na lokalitetima Osijek i Požega, 2016./2017. godine



Grafikon 10. 2DPCA grafički prikaz sorata i linija ozimog ječma (n = 13) za dvije lokacije: Osijek (plavi kružići) i Požegu (crveni križići);

Na Grafikonu 10. plavim ovalima označene su grupe sorti i linija golozrnog ječma koji pokazuju sličan omjer vrijednosti svojstava, a crvenim ovalima označene su grupe sorti pljevičaste forme zrna.

Pregledom 2DPCA grafičkog prikaza (Grafikon 10.) utvrđene su grupe ozimih ječmova koje su analogne odnosima prosječnih vrijednosti promatranih agronomskih svojstava (Abičić i sur., 2017.). Ukupna varijabilnost koju grafički prikaz opisuje prema primarnim komponentama iznosi 75,83 %. Prvo se uočavaju grupe pljevičaste forme zrna (crveni oval) koje su u potpunosti razdvojene od golozrnih ječmova, ali i spram lokacija.

Plavim ovalom također su označene prethodno spomenute linije na lokaciji Požega, gdje je razvidna različitost reakcije na drukčije pedoklimatske uvjete uzgoja. Izdvajanje linije GZ-2426 na obje lokacije pripisuje se potencijalno boljoj adaptabilnosti tog genotipa spram ostalih. Ovakvim prikazom i vizualno se relativno lako može utvrditi područje od interesa spram opisanih vektora i naznačenih svojstava, što može olakšati oplemenjivaču odabir kandidata za daljnji tijek selekcije (Abičić i sur., 2017.).

## 4.2. FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE

U provedenim istraživanjima značajno niži udio lignina (ADL) i ADF-a imaju golozrne forme ječma u odnosu na ječam pljevičaste forme zrna (Tablica 4. i 5.). Lignin je jedna od kemijski najaktivnijih komponenti staničnog zida, koji je odgovoran za interakciju s drugim dijetetskim komponentama i ima ulogu snižavanja biološke dostupnosti nutrijenata (Prosky, 2000.).

Ilić i sur. (2011.) izvijestili su da je probava suhe tvari zrna u negativnoj korelaciji prema sadržaju lignina ( $r = -0.53$ ) i pozitivnoj korelaciji prema sadržaju hemiceluloze i NDF-u (redom,  $r = 0.80$  i  $0.71$ ). To navodi na zaključak da su golozrne forme ječma i zobi posebno važne za ljudsku i animalnu ishranu. Ostala su istraživanja pokazala da visok udio biljnih vlakana umanjuje količinu unosa krme i nutrijenata kod svinja (Noblet i Le-Goff, 2001.).

Zaključno, golozrni ječam smanjenog udjela biljnih vlakana u suhoj tvari mogao bi biti rabljen u većim količinama za ishranu i to posebno svinja mlađe uzgojne dobi – prasaca.

**Tablica 4. Analitičko izvješće fizikalno-kemijske analize genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek**

Genotip	Suha tvar, %	Proteini/ST, %	Pepeo/ST, %	Masti/ST, %	Sirova vlakna, %	NDF/ST, %	ADF/ST, %	ADL/ST, %	NET	ORGANSKA TVAR, %
Osk.5.119/10-12	88,23	12,68	1,99	1,50	1,71	38,53	1,99	0,71	82,11	98,01
Osk.6.24/2-12	88,39	13,97	2,00	2,42	1,45	39,64	1,69	0,46	80,16	98,00
Osk.6.24/4-12	88,49	13,65	2,07	1,99	1,73	40,44	2,37	0,90	80,56	97,93
Osk.5.119/12-12	88,25	15,50	2,10	2,29	1,39	44,13	2,14	0,46	78,72	97,90
GZ-184	88,25	13,63	2,17	2,45	1,60	44,61	2,14	0,46	80,15	97,83
GZ-186	88,31	12,31	2,16	2,62	1,69	33,90	2,47	0,69	81,23	97,84
Osk.5.120/5-12	88,12	11,40	2,07	2,47	2,04	32,13	2,12	0,47	82,02	97,93
GZ-189(Osvit)	88,25	13,68	1,94	2,27	1,56	41,72	2,16	0,32	80,55	98,06
Osk.7.25/1-13	87,89	13,72	2,20	2,62	2,31	23,50	3,90	0,55	79,16	97,80
Prosjek golozrni ječam-ozimi	88,24	13,39	2,08	2,29	1,72	37,62	2,33	0,56	80,52	97,92

**Tablica 5. Usporedna analiza fizikalno-kemijske analize genotipova ozimog golozrnog ječma Poljoprivrednog instituta Osijek i genotipova ječma pljevičaste forme zrna**

Forma ječma	Suha tvar, %	Proteini/ST, %	Pepeo/ST, %	Masti/ST, %	Sirova vlakna, %	NDF/ST, %	ADF/ST, %	ADL/ST, %	NET	ORGANSKA TVAR, %
Prosjek golozrni ječam	88,24	13,39	2,08	2,29	1,72	37,62	2,33	0,56	80,52	97,92
Prosjek pljevičasti ječam-ozimi	88,10	10,31	2,68	2,36	4,81	39,95	6,00	1,19	79,84	97,32
Prosjek pljevičasti ječam-jari	88,28	12,47	2,38	2,28	4,55	37,32	5,46	1,11	78,33	97,62

### 4.3. REZULTATI ANALIZE SLADA

Tijekom projekta izvršeno je mikroslađenje genotipova golozrnog ozimog ječma, te su provedene i analize kakvoće brašna i slada (Tablica 7.). U tome pogledu analizirani su genotipovi (linije) golozrnog ječma na ukupne karakteristike zrna, udio  $\beta$ -glukana, količinu ukupnih fenola i antioksidativnu aktivnost. Uzorci su zrna ječma mikroslađeni da bi se utvrdio utjecaj procesa slađenja na ukupne fenole (Tablica 8.). Najviše vrijednosti ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti utvrđene su kod linija golozrnog ječma GZ-191 i GZ-186. Dobiveni rezultati također su pokazali da su u uzorcima oslađenog zrna utvrđene više vrijednosti ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti, odnosno da je postupak slađenja utjecao na povećanje tih vrijednosti (Šimić i sur., 2017.). Osim toga, studija je pokazala da zrno golozrnog ječma sadrži više proteina, škroba i  $\beta$ -glukana u odnosu na pljevičasti ječam (Tablica 6.).

**Tablica 6. Sadržaj proteina, škroba i  $\beta$ -glukana u zrnu ječma (g/100g suhe tvari)**

Genotip/	Protein	Škrob	$\beta$ -glukan
Barun	11,02	62,50	3,70
Bingo	11,67	62,43	4,24
Vanessa	11,50	62,51	2,63
Maxim	11,08	62,37	3,41
Prosjek *	11,35	62,44	3,59
CV (%) <sup>a</sup>	2.02	0.28	16.08
GZ-179	12,65	63,04	4,12
GZ-184	13,85	63,10	4,29
GZ-186	13,45	63,38	5,27
Osvit	13,70	63,15	5,42
GZ-190	12,45	62,10	4,65
GZ-191	12,43	64,83	4,97
Prosjek**	13,09	63,27	4,79
CV (%) <sup>a</sup>	4.97	1.40	10.97

CV = Koeficijent varijacije

Prosjek\* – Prosjek sorti ječma pljevičaste forme zrna (10 sorti)

Prosjek\*\* – Prosjek genotipova ječma golozrne forme

Uzorci ječma golozrne forme imaju visok sadržaj proteina (12,45 – 13,85 %). Vrijednosti ekstrakta iz proizvedenih uzoraka slada bile su od 83,4 % do 86,3 %, razlika ekstrakta fine grube meljave od 4,22 % do 6,86 %, Kolbachov indeks od 34,13 % do 38,66 %,

viskoznost slada od 1,649 mPas do 1,990 mPas, friabilnost slada od 38,38 % 58.32 % (Tablica 7.).

U radu „Production and quality analysis of malt produced from two different hullless barley lines GZ-186 and GZ-189“ prikazanom posterom na 9<sup>th</sup> International Congress Flour-Bread '17; 11<sup>th</sup> Croatian Congress of Cereal Technologists Brašno – Kruh '17 Šimić i sur. 2017. god. analizirani su parametri kakvoće ječma i slada, kao i koncentracije ukupnih fenolnih spojeva, ukupnih flavonoida i proteina u ekstraktima ječma i slada.

Pokazano je da su ispitani genotipovi golozrnog ječma bogat izvor fenolnih spojeva (364,19 mg GAE/mL i 316,99 mg GAE/mL; GZ-186 i GZ-189) i siromašniji izvor ukupnih flavonoida (GZ-186: 1,69 mgCE/mL i GZ-189: 1,25 mgCE/mL). Prema tome, uzorci slada karakterizirani su većom fenolnom koncentracijom (GZ-186: 408,95 mg GAE/mL i GZ-189: 375,540 mg GAE/mL) i nižom koncentracijom flavonoida (GZ-186: 1,22 mg CE/mL i GZ-189: 1,24 mg CE/mL (Šimić i sur., 2017.).

**Tablica 7. Parametri kvalitete slada**

Genotip/ Sorta	Sadržaj ekstrakta (g kg <sup>-1</sup> )	Kolbachov indeks (%)	Viskoznost slada (mPas)	Razlika ekstrakta fine/grube meljave (%)	Friabilnost slada (%)
Barun	80,6	42.57	1,595	3.71	58.90
Bingo	80,4	36.73	1.791	5.68	46.56
Vanessa	81,2	39.02	1.498	2.29	72.94
Lukas	81,5	40,12	1,573	3,12	58,90
Maxim	80,8	39.61	1.805	5.06	45.80
Prosjeck*	80,9	39,61	1,652	3,972	56,62
CV (%) <sup>a</sup>	0.82	4.28	7.69	29.68	17.43
GZ-179	86,3	38.66	1.657	4.22	58.32
GZ-184	84,9	34.13	1.822	6.15	45.80
GZ-186	84,5	35.43	1.731	5.11	54.34
Osvit	83,6	35.16	1.863	6.63	38.38
GZ-190	83,4	37.26	1.649	4.63	56.92
GZ-191	85,7	37.72	1.990	6.86	52.14
Prosjeck**	84, 8	36.39	1.785	5.60	50.98
CV (%) <sup>a</sup>	1.35	4.79	7.40	19.62	14.87

CV = Koeficijent varijacije

Prosjeck\* – Prosjeck sorti ječma pljevičaste forme zrna (5 sorti)

Prosjeck\*\* – Prosjeck genotipova ječma golozrne forme



**Tablica 8. Ukupan sadržaj fenola (TPC) i antioksidativna aktivnost analizirana DPPH metodom u genotipova ječma golozrne forme**

Variety	TPC (g GAE/kg dw)	DPPH (% inhibition)
<b>GZ-179</b>	1.62 ± 0.07 <sup>b</sup>	66.92 ± 1.92 <sup>bc</sup>
<b>GZ-184</b>	1.39 ± 0.11 <sup>d</sup>	62.09 ± 0.81 <sup>d</sup>
<b>GZ-186</b>	1.75 ± 0.05 <sup>a</sup>	73.98 ± 1.36 <sup>a</sup>
<b>Osvit</b>	1.47 ± 0.09 <sup>cd</sup>	64.37 ± 0.65 <sup>cd</sup>
<b>GZ-190</b>	1.53 ± 0.05 <sup>bc</sup>	68.03 ± 2.23 <sup>b</sup>
<b>GZ-191</b>	1.78 ± 0.04 <sup>a</sup>	75.61 ± 1.03 <sup>a</sup>
<b>Prosjek</b>	1.59 ± 0.07	68.50 ± 1.33

SD –  $p < 0.05$ .

Fenolni spojevi i flavonoidi pripadaju skupini sekundarnih metabolita biljaka koji uključuju nekoliko strukturno različitih grupa prirodnih spojeva, a u kojima imaju višestruku ulogu. Biljkama daju boju, aromu ili okus te utječu na otpornost biljke prema bolestima i mikroorganizmima. Neki polifenoli neizravno utječu na rast biljke te štite osjetljive stanične strukture od štetnih vanjskih utjecaja. Velik broj aromatskog i začinskog bilja, uključujući i žitarice, sadrži fenolne spojeve koji imaju izraženu antioksidacijsku aktivnost vežući slobodne radikale. Interes za istraživanjem široke skupine polifenola, kojima pripadaju i fenolne kiseline i flavonoidi, sve je veći zbog njihove uloge u prehrani ljudi i zaštiti zdravlja. Brojne zdravstvene prednosti uključuju antiupalna, antioksidativna i antikancerogena svojstva, sposobnost vezanja slobodnih radikala i prevencije imunodefijencije.

Konzumiranje hrane koja sadrži fenolne spojeve ima pozitivan učinak u prevenciji koronarnih bolesti srca, razvoja karcinoma, ateroskleroze te usporavanju procesa starenja.

Provedena je i usporedba citolitičke razgrađenosti pivarskih, stočnih i višenamjenskih sorti na temelju rezultata friabilnosti, količine ekstrakta, razlike ekstrakta, viskoznosti i udjela  $\beta$ -glukana. Cilj je bio utvrditi postoji li razlika između različitih sortnih skupina ječma prema ispitivanim parametrima (Magdić i sur., 2017.). Grupa golozrnog ječma (Osvit i Mandatar), uz najviše parametre sadržaja proteina i  $\beta$ -glukana imala je najviši sadržaj ekstrakta, ali i niže parametre modifikacije zrna ječma: friabilnost, razliku ekstrakta i viskoznost. Navedeno ukazuje na iskoristivost ove grupe vezano uz povećani udio  $\beta$ -glukana u sladu te upotrebu slada od golozrnog ječma za specijalne namjene (brašno od slada). Linija golozrnog ječma Osk.6.24/2-12 prikazala je najviši udio  $\beta$ -glukana, dok je najniži udio primijećen kod ozime dvoredne pljevičaste sorte Vanessa. S obzirom na sadržaj amiloze, među uzorcima nisu primijećene značajne razlike.

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA UPOTREBE JEČMA

### 5. 1. JEČMENO BRAŠNO

Brašnom u užem smislu smatramo proizvode dobivene mljevenjem žitarica: pšenice, raži, ječma, zobi, kukuruza, riže, prosa, heljde, pira i pšenoraži.

Najčešće upotrebljavano brašno u domaćinstvu je pšenično brašno dobiveno mljevenjem prethodno očišćene i pripremljene pšenice *Triticum aestivum*.

Kvaliteta brašna, a prema tome i njegova namjena, ovise o tehnološkoj kvaliteti sirovine koja se prerađuje te o tehnološkom postupku vođenja meljave. Ovisno o stupnju izmeljavanja na hrvatskom tržištu nalazi se bijelo pšenično brašno (tip 400 i tip 550), polubijelo pšenično brašno (tip 700 i tip 850), crno pšenično brašno (tip 1100 i tip 1600) i brašno cijelog zrna pšenice. Na temelju tih spoznaja odredili smo se i od zrna goloznog ječma raditi izmeljavanje brašna sličnih tipova kao i kod pšenice, koristeći se istim mlinovima.

Poznato je da oznaka tipa brašna ukazuje na količinu pepela u brašnu te što je tip brašna veći, brašno sadrži veću količinu pepela i tamnije je boje.

Meljavu zrna goloznog ječma proveli smo u manjem proizvodnom mlinu (Mali mlin, Koška) te na laboratorijskom Brabender mlinu.

U meljavi u manjem proizvodnom mlinu (Mali mlin, Koška) pravili smo četiri tipa brašna T-550, T-850, T-1100 i integralno (Slika 19. i 20.).

Proveli smo reološka ispitivanja ječmenog brašna sorti goloznog ječma na farinografu i ekstenzografu (Tablica 9., 10. i 11.) kao i mješavine pšeničnog i ječmenog brašna, uz probno pečenje kruha.

Tablica 9. Rezultati meljave golozrnog ječma na laboratorijskom Brabender mlinu

Genotip	Vlaga (%)	Masa uzorka (g)	Dodana voda (ml)	Brašno (g)	Fine mekinje (g)	Grube mekinje (g)	Izbraš-njavanje (%)	Primjedba
Osk.6.24/2-12	14,1	4500	0	233	125	616	24	974
Osk.5.119/10-12	14,1	4500	0	209	139	630	24	978
Osk.5.119/12-12	13,5	4500	9	238	132	586	25	956
Osk.6.24/4-12	13,6	4500	7	206	132	654	21	992
Osk.184	13,7	4500	5	255	161	717	22	1133
Osvit	14,1	4500	0	217	166	631	21	1014
Osvit	13,4	4500	11	314	327	338	32	979
GZ-186	11,9	4500	37	250	239	478	25	967
Osk.5.119/10-12	13,8	1500	4	263	364	389	26	1016
Osk.5.119/12-12	13,8	1500	4	291	309	376	30	976



Slika 19. Meljava zrna golozrnog ječma u manjem proizvodnom mlinu (Mali mlin, Koška)



Slika 20. Brašno od golozrnog ječma dobiveno meljavom zrna golozrnog ječma sorte Mandatar

Tablica 10. Farinografski parametri kvalitete ječmenog brašna

Genotip	Upijanje vode (%)	Razvoj (min.)	Stabilnost (min.)	Otpor (min.)	Stupanj omeškavanja (FJ)	Farinografski broj kvalitete (FBK)	Skupina kvalitete
Osk. 6.24/2-12	61	0,8	0,3	1,1	109	18	CI
Osk.S.119/10-12	58,8	1,1	0,2	1,3	117	19	CI
Osk.5.119/12-12	58,6	0,8	0,5	1,3	136	16	CI
Osk. 6.24/4-12	59,5	1,1	0,3	1,4	97	19	B2
Osk.184	60,1	1	0,3	1,2	120	17	CI
Osvit	64,3	1,2	0,3	1,5	109	21	CI

Tablica 11. Ekstenzografski parametri kvalitete ječmenog brašna

Genotip	Otpor (EJ)	Rastezljivost (mm)	Maksimalni otpor (EJ)	Otpor/Rastezljivost	Maksimalni otpor/Rastezljivost	Izbrašnjanje (%)
Osk. 6.24/2-12	222	43	416	5,2	9,7	24
Osk. 5.119/10-12	79	50	426	1,6	8,5	21
Osk. 5.119/12-12	366	64	436	5,7	6,8	25

## 5.2. KRUH I TIJESTO OD JEČMENOG BRAŠNA

Kruh je jedna od osnovnih namirnica u ljudskoj prehrani. U pekarskoj industriji danas se najčešće proizvodi kruh od bijelog pšeničnog brašna, što doprinosi u ljudskoj prehrani smanjenju unosa vlakana celuloze i hemiceluloze pekarskim proizvodima (Jurišić i sur., 2010.). U svakodnevnoj prehrani najviše su zastupljeni pekarski i tjesteničarski proizvodi dobiveni od bijelog pšeničnog brašna i krupice smanjenog udjela biološki važnih tvari, kao što su prehrambena vlakna, vitamini, mineralne tvari i određene aminokiseline. U svrhu promjene prehrambenih navika potrošača sve se više pojavljuju proizvodi dobiveni miješanjem pšeničnog brašna i brašna drugih žitarica. Iako ječmeno brašno ima visoku prehrambenu vrijednost, proizvodi dobiveni upotrebom ječmenog brašna u pekarstvu nisu značajnije zastupljeni. Stoga je cilj na projektu bio proizvesti kruh dodatkom ječmenog brašna koje ima visoki udio prehrambenih vlakana.

U meljavi u manjem proizvodnom mlinu (Mali mlin, Koška) pravili smo četiri tipa ječmenog brašna: T-550, T-850, T-1100 i integralno.

Tijesto i kruhovi rađeni su upotrebom ječmenog brašna u omjerima 20, 30, 40 i 50 % i s tipovima brašna T-550, T-850, T-1100 i integralnim spram pšeničnog brašna. Rabljeno je pšenično brašno dobiveno od sorte Kraljica (potvrđene kvalitete), koje je poslužilo u mješavini ječmenog i pšeničnog brašna kod pečenja kruha te kao kontrola.

Ječmeno brašno dodavano je u udjelima 30, 40 i 50 % u odnosu na ukupnu količinu brašna kod ječmenog brašna tipa: T-550, T-850, T-1100, dok je kod ječmenog brašna tipa integralno, ječmeno brašno dodavano u udjelima 20, 30, 40 i 50 % u odnosu na ukupnu količinu brašna. Na uzorcima je provedeno ispitivanje kvalitete kruha koje je obuhvaćalo reološka, senzorska, teksturalna ispitivanja, određivanje boje i udjela  $\beta$ -glukana (Slika 21. – 25.)(Tablica 12. – 16.).

Rezultati reoloških ispitivanja pokazali su da dodatak ječmenog brašna ne mijenja statistički značajno reološke parametre kruha. Dodatkom ječmenog brašna povećala se čvrstoća i otpor žvakanju kruha, ali smanjila se elastičnost i kohezivnost kruha, što je utvrđeno i istraživanjima Jurišić i sur. (2010.). Isti autori iznose da se uslijed smanjene količine i kvalitete glutena u tijestu dobivenog miješanjem pšeničnog i ječmenog brašna smanjuje kvaliteta tijesta te se može preporučiti da se pri upotrebi ječmenog brašna u pekarstvu iznad količine od 20 % prilagode procesni parametri proizvodnje (upotreba jačih pšeničnih brašna ili dodatak različitih aditiva poput glutena i hidrokoloida) u svrhu dobivanja proizvoda zadovoljavajuće kvalitete. Stoga je u projektu rabljeno pšenično brašno dobiveno od sorte Kraljica koje je potvrđene kvalitete i u pekarskoj industriji prepoznato je kao brašno izvrsne krušne kvalitete.

Senzorskim ocjenjivanjem, od kruhova uz dodatak ječmenog brašna, najbolje je ocijenjen kruh koji sadrži 30 % ječmenog brašna. Boja kruha mijenjala se ovisno o udjelu



dodanog ječmenog brašna, pa je tako kruh s 50 % ječmenog brašna najtamniji od ispitivanih uzoraka.

Povećanjem udjela ječmenog brašna u kruhu povećavao se udio  $\beta$ -glukana, što znači da takav kruh sadrži veći udio prehrambenih vlakana i da je nutritivno vrjedniji.



Slika 21. Kruh ispečen od različitih tipova (T-550, T-850, T-1100 i integralno) brašna dobivenih mljevenjem zrna golozrnog ječma sorte Mandatar

Tablica 12. Parametri fizikalnih karakteristika kruha dobivenog od različitih tipova (T-550, T-850, T-1100 i integralno) brašna dobivenih mljevenjem zrna golozrnog ječma sorte Mandatar

UZORAK: Tip brašna	Volumen vekne (cm <sup>3</sup> )	h-visina presje- ka vekne (cm)	d-širina pres- jeka vekne (cm)	h/d	Masa vekne (g)	Specifični volumen (cm <sup>3</sup> /g)
T-550	550	4,55	7,65	0,59	395,30	1,39
T-850	440	4,55	7,1	0,64	398,43	1,10
T-1100	460	4,35	7,15	0,61	397,93	1,16
INTEGRALNO	410	4,95	7,9	0,63	399,36	1,03



Slika 22. Kruh ispečen od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-550 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

Tablica 13. Parametri fizikalnih karakteristika kruha dobivenog od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-550 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

UZORAK: Tip brašna	Volumen vekne (cm <sup>3</sup> )	h-visina presje- ka vekne (cm)	d-širina pres- jeka vekne (cm)	h/d	Masa vekne (g)	Specifični volumen (cm <sup>3</sup> /g)
30% T-550	1010	5,9	8,95	0,66	393,24	2,57
40% T-550	780	5,3	9,15	0,58	394,89	1,98
50% T-550	730	4,85	8,75	0,55	391,73	1,86

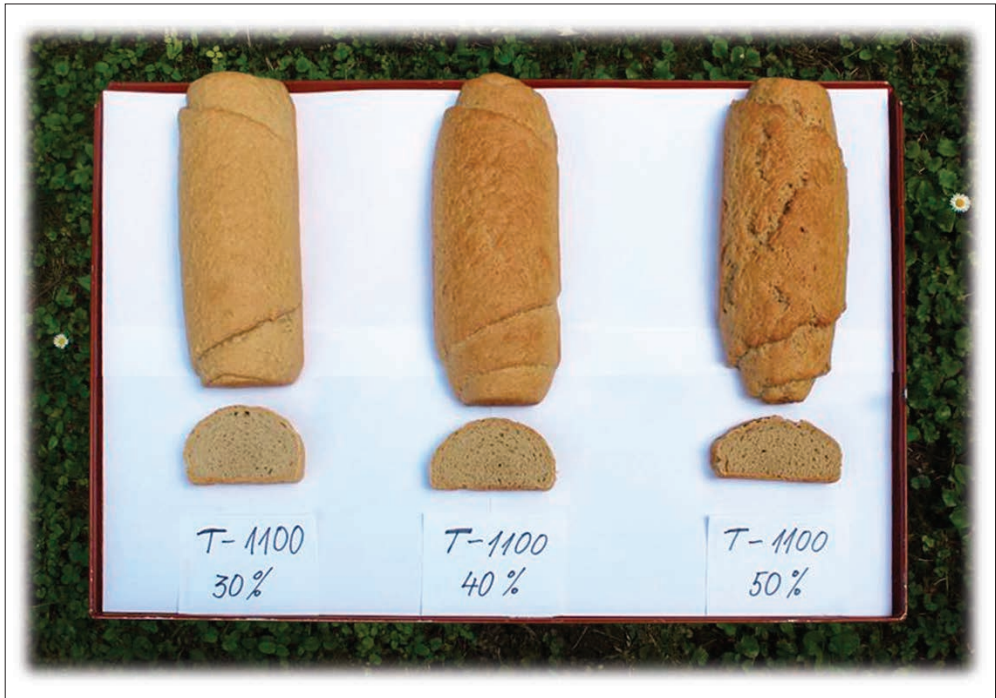


Slika 23. Kruh ispečen od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-850 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

Tablica 14. Parametri fizikalnih karakteristika kruha dobivenog od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-850 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

UZORAK: Tip brašna	Volumen vekne (cm <sup>3</sup> )	h-visina presje- ka vekne (cm)	d-širina pres- jeka vekne (cm)	h/d	Masa vekne (g)	Specifični volumen (cm <sup>3</sup> /g)
30% T-850	940	6,15	8,95	0,69	383,63	2,45
40% T-850	820	5,65	9,3	0,61	387,68	2,12
50% T-850	720	5,05	9,05	0,56	393,54	1,83





Slika 24. Kruh ispečen od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-1100 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

Tablica 15. Parametri fizikalnih karakteristika kruha dobivenog od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i brašna T-1100 dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

UZORAK: Tip brašna	Volumen vekne (cm <sup>3</sup> )	h-visina presje- ka vekne (cm)	d-širina pres- jeka vekne (cm)	h/d	Masa vekne (g)	Specifični volumen (cm <sup>3</sup> /g)
30% T-1100	740	5,5	8,9	0,62	396,77	1,87
40% T-1100	640	4,9	9,15	0,54	392,45	1,63
50% T-1100	570	4,5	9,25	0,49	392,75	1,45



Slika 25. Kruh ispečen od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i integralnog brašna dobivenog mljevenjem cijelog zrna golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

Tablica 16. Parametri fizikalnih karakteristika kruha dobivenog od mješavine bijelog pšeničnog brašna sorte Kraljica i integralnog brašna dobivenog mljevenjem golozrnog ječma sorte Mandatar dodanog u različitim omjerima

UZORAK: Tip brašna	Volumen vekne (cm <sup>3</sup> )	h-visina presje- ka vekne (cm)	d-širina pres- jeka vekne (cm)	h/d	Masa vekne (g)	Specifični volumen (cm <sup>3</sup> /g)
20% INT.	1240	7,1	9,3	0,76	395,5	3,14
30% INT.	970	5,85	9,35	0,63	398,6	2,43
40% INT.	780	5,3	9,25	0,57	389,79	2,00
50% INT.	710	5,35	8,85	0,60	395,95	1,79

### 5.3. EKSTRUDIRANO BRAŠNO OD GOLOZRNOG JEČMA

Postupak ekstruzije golozrnog ječma proveden je s ciljem utvrđivanja utjecaja samog postupka na fizikalna i reološka svojstva brašna i potencijala njegove primjene kao modificiranog brašna u prehrambenoj industriji.

Dobiveni ekstrudati ostavljeni su preko noći, osušeni i nakon toga samljeveni na laboratorijskom mlinu i zapakirani u vrećice sa zatvaračem do određivanja fizikalnih i reoloških svojstava. Dobiveni rezultati uspoređeni su s neekstrudiranim uzorcima.

Proces ekstruzije rezultirao je smanjenjem vrha viskoznosti ječmenog brašna, što se može povezati s povećanom degradacijom i želatinizacijom škroba koja se događa tijekom procesa ekstruzije.

Ekstruzija je utjecala i na značajno smanjenje broja padanja i sedimentacijske vrijednosti, ali i na značajno povećanje vrijednosti upijanja vode kod uzoraka ekstrudiranih brašna.

Farinološka ispitivanja ekstrudiranih brašna pokazala su više vrijednosti razvoja tijesta i otpora, ali i niže vrijednosti za stabilnost tijesta, što se može povezati s „razrjeđenjem“ glutena, odnosno njegovom razgrađenošću.

Dobivene farinografske vrijednosti svrstavaju ekstrudirana brašna u kvalitativnu grupu brašna koja se mogu koristiti kao brašna s dodanom vrijednosti.



Slika 26. Slike s revizije projekta

## 6. TEHNOLOŠKI ČINITELJI USPJEŠNE PROIZVODNJE

### 6.1. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE JEČMA UZ OSVRT NA POSEBNOSTI UZGOJA GOLOZRNOG JEČMA

Proizvodnja ječma, u proizvodnom području Republike Hrvatske izložena je nizu stresnih činitelja koji značajno utječu na urod i kakvoću zrna ječma. U našim uvjetima najčešći biotski i abiotski stresovi uzrokovani su bolestima, kiselim zemljištem, hladnoćom, sušom, čestim neuobičajenim temperaturama i količinama oborina u vrijeme nicanja, rasta i nalijevanja zrna, visokim temperaturama tijekom svibnja i lipnja koje utječu na intenzitet i trajanje nalijevanja zrna, te mogu izazvati prisilnu zriobu.

Visoke urode zrna ječma i odgovarajuću namjensku kakvoću ječma moguće je ostvariti uz odgovarajući sortiment, ali i uz odgovarajuće uvjete uzgoja i tehnologiju proizvodnje. Urod zrna i kakvoća zrna, kao složena svojstva, ovisna su o genetskim odlikama kulture, ali i o agrotehničkim mjerama kao i okolišnim uvjetima uzgoja (klimatski uvjeti, plodnost tla i dr.). Pravovremena i učinkovita provedba agrotehničkih mjera od sjetve do žetve može povoljno utjecati na učinkovitije iskorištenje genetskog potencijala sorte i ostvarenje većeg uroda zrna bolje namjenske kakvoće.

Proizvođači se već u početku moraju odrediti za proizvodnju pivarskog ječma, stočnog ječma, a naročito ako je proizvodnja usmjerena za ljudsku prehranu. Razlozi tomu leže u činjenici što izborom sortimenta, organiziranom i nadziranom proizvodnjom mogu ostvariti značajno bolju kakvoću ječma za pojedinu namjenu. Sigurno je da je u namjenskoj proizvodnji za ljudsku prehranu izbor sortimenta značajan, a svoje mjesto u tome ima i sortiment golozrnog ječma.

### 6.2. IZBOR PROIZVODNE POVRŠINE I TIPA TLA

Ječam preferira rastresitija zemljišta, osrednje plodnosti s dovoljno humusa, koja se lako obrađuju. Ječam nije sklon tlu s visokom podzemnom vodom, ali ni tlima koja imaju nedostatak vlage, kao ni bilo koja druga strna žitarica. Međutim, tla slabije plodnosti, lošijih fizikalnih svojstava i nepovoljnog pH, upitnog vodo-zračnog odnosa i stanja vode u tlu, bivaju mu najčešće namijenjena. Na kiselim i zaslanjenim tlima ostvaruje niže urode zrna, ali i kvalitetu zrna koja je upitna naročito s obzirom na zahtjeve industrije piva i slada. Za proizvodnju ječma najbolja su tla neutralne reakcije s pH vrijednosti 6,8 – 7,2. Međutim, tipovi takovih zemljišta rijetko su dostupna.

Republika Hrvatska, iako pripada grupi zemalja koje su površinom male posjeduje tla vrlo različite plodnosti. Janeković (1971.) ukazuje na lošija fizikalna svojstva tla u zapad-

nim područjima Slavonije u odnosu na ona u istočnim područjima Slavonije i Baranje. Ta nepovoljna svojstva tla u zapadnoj Slavoniji značajno utječu na smanjenje uroda zrna i kakvoću ječma.

Izborom proizvodne površine i agrotehničkim mjerama, s obzirom na dužinu vegetacije ječma, razvijenost korijenova sustava i habitus možemo značajno utjecati na smanjenje učinka stresnih uvjeta u proizvodnji u našem proizvodnom području.

U proizvodnji golozrnog ječma ukazujemo na važnost očuvanja čistoće sorte u polju i skladištima, klijavosti i energije klijanja zrna (sjemena), na proizvodnju zdravog i čistog ječma (zdrav usjev i zrno) bez loma, pazeći pri tome na karencu upotrijebljenih pesticida.

### **6.3. PLODORED ZA JEČAM**

Ječam treba uzgajati u plodoredu. Uzgojem u monokulturi ili ponovljenom uzgoju dolazi do jačeg napada biljnih bolesti, pogotovo onih koje se prenose zaraženim biljnim ostacima i tlom, zatim do diferencijacije korova, pogotovo ako se primjenjuju isti herbicidi, a sve to rezultira manjim prinosom i lošijom kvalitetom.

Slični su zahtjevi prema plodoredu stočnog, pivarskog i ječma za ljudsku prehranu. U proizvodnji ječma o plodoredu treba voditi računa, a sjetvu ječma trebalo bi izbjegavati nakon strnih žitarica. Ječam, kao i većina ratarskih kultura, ne podnosi uzgoj u monokulturi ili suženom plodoredu, zbog bolesti i štetnika, te korova.

Dobre predkulture su one koje rano napuštaju tlo i ostavljaju dovoljno vremena za osnovnu obradu, a to su uljarice (uljana repica i suncokret) te šećerna repa. Najčešće su predkulture ječmu suncokret, uljana repica, soja, kukuruz... Pri izboru predkulture (suncokret, uljana repica, soja, kukuruz...) ječma moramo voditi računa o gnojidbi predkulture i iznošenju hranjiva predkulturom, ali i u pogledu rezidua herbicida, naročito kod kukuruza sijanog u monokulturi (herbicid Atrazin), te suncokreta (herbicid Racer). Rezidue herbicida štetno utječu na rast i razvoj usjeva ječma, naročito jarog ječma, na urod zrna, te na kakvoću ječma.

### **6.4. PRIPREMA TLA ZA SJETVU, SJETVA, SJETVENA NORMA I KOLIČINA SJEMENA**

Cilj je obrade tla stvoriti supstrat povoljnih fizikalnih osobina da bi se obavila kvalitetna sjetva te klijanje i nicanje ječma vodeći pri tome računa o: predkulturi, klimatskim uvjetima, osobinama tla. Optimalna dubina sjetve sjemena ječma iznosi od 3 do 5 cm. Pripremom tla treba stvoriti usitnjeni sjetveni sloj graškasto-mrvičaste strukture dubine 3 – 5 cm, a ispod toga sloja nešto krupniju i zbijeniju strukturu. Takva priprema tla omogućuje brže i ujednačenije nicanje ječma. Priprema tla ovisi o predkulturi, a osnov-



na obrada uvjetovana je vremenom žetve predkulture. Uobičajeno je oranje (do 25 cm dubine) uz zaoravanje mineralnih gnojiva za osnovnu gnojidbu.

Moguća je primjena reducirane obrade. Uspjeh reducirane ili minimalne obrade tla ovisi o stanju tla nakon predkulture, količini oborina tijekom vegetacije i tipu tla. U takvom sustavu obrade potrebno je koristiti se podrivačima. Svakako treba izbjegavati ulazak ratilima u vlažno tlo.

Sjetva je važan činitelj i preduvjet dobre proizvodnje. Osnovno je sijati deklarirano sjeme, ispitane klijavosti i energije klijanja. Navedeno je naročito značajno kod golozrnog ječma jer doprinosi očuvanju klijavosti pri žetvi i vršidbi. Pljevica kod pljevičaste forme zrna ječma služi i kao dodatni zaštitni sloj zrna i embrija, koji ih štiti od oštećenja tijekom mehaničkog postupka žetve. Također, uočena je veća dormantnost zrna kod novostvorenih sorti golozrnog ječma (Mandatar).

Sjetvu je važno obaviti u optimalnom roku, koji je na području RH za ozimi ječam od 1. do 20. listopada. U slučaju ranije sjetve preporučuje se upotreba sjemena tretiranog insekticidom. U slučaju jačeg napada lisnih ušiju, ako sjeme nije tretirano insekticidom, naročito kod ranih rokova sjetve, preporučuje se tretiranje poniklih usjeva sistemskim insekticidom.

Sjetvena norma, odnosno količina sjemena za sjetvu po jedinici površine mora se prilagoditi sorti i roku sjetve, namjeni, ali i uvjetima uzgoja.

Količina sjemena ovisi o svojstvima sjemena (upotrebnoj vrijednosti sjemena), sjetvenoj normi pojedine sorte (200 – 500 klijavih zrna/m<sup>2</sup>), masi 1000 zrna, roku sjetve, kvaliteti sjetvene pripreme itd. Količina sjemena mora se izračunati za svaku sortu i partiju sjemena, a ona najčešće iznosi 150 – 250 kg/ha.

## 6.5. GNOJIDBA

Poznate su dobre i pozitivne reakcije ječma na gnojidbu, a da bi ju proveli pravilno potrebno je znati:

- koliko ječam iznosi hranjiva za određeni urod zrna,
- koliko se hranjiva nalazi u tlu u fiziološki aktivnom obliku,
- koja je dinamika usvajanja hranjiva,
- reakciju sorte na polijeganje.

Za svakih 100 kg uroda zrna ječam iznosi iz tla:

- N 2,2 – 3 kg,
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,1 – 1,2 kg i
- K<sub>2</sub>O 2 – 2,9 kg.

*Najčešće se navodi da:*

*za urod zrna od 5 t/ha iznosi N 110 – 120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha i K<sub>2</sub>O 110 – 120 kg/ha.*

Ječam troši hranjiva tijekom čitave vegetacije. U ranim fazama razvoja usjeva, od faze nicanja do kraja busanja, troši  $1/2 P_2O_5$  i  $2/3 K_2O$ , a tek u busanju i početkom vlatanja počinje intenzivnije trošiti N.

Sama gnojidba N (dušikom) ovisi o namjeni proizvodnje ječma, a kod proizvodnje pivarskog, stočnog ječma i ječma za ljudsku prehranu treba znati sljedeće:

1. Na tlu slabe opskrbljenosti dušikom (N), pravovremenom gnojidbom N znatno ćemo povećati urod zrna;
2. Dušik (N) značajno utječe na formiranje biomase i samog uroda zrna, a njegova će upotreba imati učinak na povećanje sadržaja proteina u zrnu. Količina proteina u zrnu znatno ovisi o opskrbljenosti biljke N u busanju i vlatanju.

Ako u ovoj fazi razvoja usjev nije pravilno ishranjen dušikom (N), biljke ostaju slabe, bez dovoljno lisne mase, a to se nepovoljno odražava na urod i kvalitetu zrna. Kod sorata slabije čvrstoće stabljike višak dušika može izazvati jače polijeganje, a kod poleglim ječmova zrno je lošije formirano, razvoj bolesti veći, rod i kakvoća zrna lošiji.

N treba rabiti u pravilnom odnosu s P i K čime se umanjuje utjecaj na produženje vegetacije. Niz autora tvrdi da pivarske sorte ječma imaju nešto veće potrebe za P zbog njegova pozitivnog utjecaja na nakupljanje škroba, a time i na povećanje ekstraktivnosti ječma. Gnojidba K dovodi do skraćenja vegetacije sekundarnih vlata i ujednačenijeg sazrijevanja.

Navedeno ukazuje da bi ukupnu količinu P i K gnojiva trebali dati u jesen u osnovnoj ili predsjetvenoj obradi s manjom količinom N i to u vidu N:P:K kompleksnih gnojiva. Upotreba UREE preporučuje se u proizvodnji ječma za stočarstvo i ljudsku prehranu. Koju od formulacija primijeniti ovisi o analizi tla, a u tu svrhu mogu se koristiti N-P-K 7-20-30, 8-26-26, 5-20-30. Ostatak N treba dati u proljeće u prihrani i pritom naglasak staviti na:

Prvu prihranu N trebalo bi dati (krajem zime, rano u proljeće) odmah po kretanju vegetacije u fazi busanja (tijekom veljače, početkom ožujka – što je ranije moguće).

Drugu prihranu N treba *obaviti po potrebi*, ovisno o stanju usjeva i stanju N u tlu, i to do formiranja 1. koljenca (vremenski u ožujku).

Za prihranu su pogodne sve formulacije N, a pogodne su UAN i KAN.

*Gnojidbu bazirati na stanju hranjiva u tlu i preporukama laboratorija nakon analiza tla.*

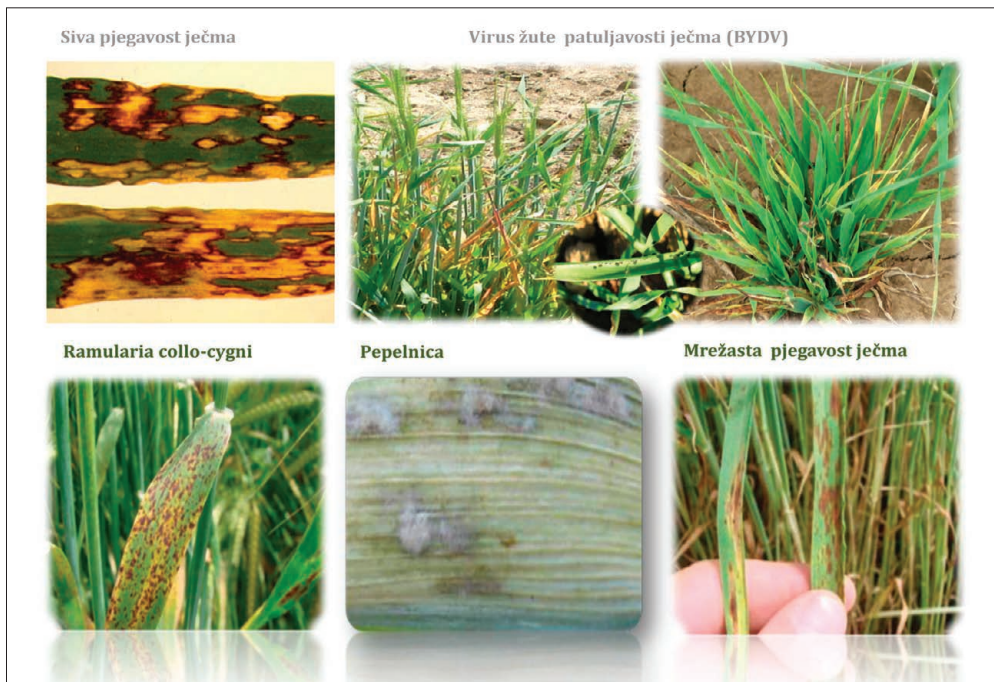
## 6.6. ZAŠTITA OD KOROVA, BOLESTI I ŠTETNIKA

Zaštita od korova, bolesti i štetnika važna je mjera u tehnologiji proizvodnje o kojoj ovisi količina i kvaliteta uroda. Unatoč sustavima obrade tla koji smanjuju populaciju korova, zaštita od korova herbicidima je neizostavna. Treba je obaviti na vrijeme i s odgovarajućim pripravcima da bi korov bio što manje limitirajući faktor količine i kvalitete uroda.

Na tržištu postoji širok izbor herbicida. Bitno je da se, kad se već odlučimo za određeni herbicid, strogo držimo uputa proizvođača, količine po hektaru, vremena primjene s obzirom na razvoj usjeva, stadij razvoja korova, temperature zraka kod primjene, općeg stanja i kondicija usjeva, te voditi računa o tome jesu li prisutni samo širokolisni korovi ili su prisutni i uskolisni korovi.

Najčešći uočeni agrotehnički činitelji u proizvodnji koji utječu na smanjeni urod i namjensku kakvoću ječma (slad, ljudska prehrana, stočarstvo) jesu neprilagođena gnojidba i zaštita od bolesti koju pojedini proizvođači ne provode na vrijeme ili ju uopće ne provode.

Treba uvažiti činjenicu da uslijed vremenskih prilika (klimatskih promjena) usjevi ozimog ječma mogu vrlo rano u proljeće, pa čak i u jesen, biti zaraženi pojedinim bolestima ječma. Bolesti na ječmu smanjuju urod zrna ječma, ali negativno djeluju i na kakvoću zrna, te naročito smanjuju krupnoću i ujednačenost zrna pogotovo u godinama povišenih temperatura i prekomjernih količina oborina. Bolesti koje u RH čine najveće štete na usjevima ječma jesu: *Pyrenophora teres* (mrežasta pjegavost ječma), *Rhynchosporium secalis* (siva pjegavost ječma) i *Blumeria graminis* (pepelnica). Moguća pojava u pojedinim godinama: *Puccinia* spp. (hrđa), *Fusarium* spp., *Ramularia collo-cygni*, BYDV... (Slika 27.). U proizvodnji s ciljem učinkovite zaštite usjeva od bolesti treba iskorištavati pozitivnu povezanost fungicidne zaštite, agrotehničkih mjera i vrijednosti genotipa.



Slika 27. Najraširenije bolesti ječma u Republici Hrvatskoj

Pojava mikotoksina uzrokovanih *Fusarium sp.* ima velik utjecaj na procjenu kakvoće pivarskog ječma, ali i ječma namijenjenog stočarstvu i ljudskoj prehrani (zdravlje životinja i ljudi).

Već u jesen veliku pozornost treba posvetiti prisutnosti lisnih ušiju na tek poniklom ječmu jer su glavni prenosioci virusa žute patuljivosti ječma (BYDV), koji urod zrna može značajno smanjiti. U slučaju ranije sjetve preporučuje se upotreba sjemena tretiranog insekticidom. U slučaju jačeg napada lisnih uši, ako sjeme nije tretirano insekticidom, naročito kod ranih rokova sjetve, preporučuje se tretiranje poniklih usjeva sistemičnim insekticidom.

Da bi ječam ostao zdrav tijekom čitave vegetacije potrebno je pratiti razvoj i prisutnost bolesti te izvršiti 1 do 2 tretiranja fungicidima čiji izbor ovisi o spektru djelovanja. Prvi put zaštitu treba obaviti čim se pojave znakovi bolesti, ponekad već u fazi prvog i drugog koljenca, a ako bolesti nema, bolje nešto kasnije.

Drugi put optimalno je kod ječma zaštitu provesti u fazi pojave lista zastavičara.

Ako je usjev zdrav, prvu primjenu fungicida možemo izostaviti, ali druga je primjena u fazi pojave lista zastavičara prije samog klasanja neizostavna.

Štetnici mogu napraviti veliku štetu, a pogotovo miševi i voluharice koje treba suzbijati rodenticidima.

Zaštitu od leme treba obaviti kad se na zastavici u prosjeku nađe 1 – 1,5 ličinka te kad ih je bar 15 % izišlo iz jaja. U tu svrhu možemo se koristiti čitavim nizom preparata.

## 6.7. IZBOR SORTE JEČMA

Proizvođači ječma već se na samom početku moraju odlučiti hoće li sijati ječam za ljudsku prehranu, stočarstvo ili pivarstvo. Tehnologijom proizvodnje i izborom sorte, mogu se ostvariti značajno viši urodi zrna i kvaliteta zrna kod stočnog ječma i ječma za ljudsku prehranu, te bolja kvaliteta slada pivarskog ječma.

Uz sorte pljevičaste forme zrna u proizvodnji ječma za stočarstvo i ljudsku prehranu, te slada za posebne namjene, preporučuju se i sorte ječma golozrne forme priznate na temelju ispitivanja kod Sortne komisije Republike Hrvatske, obavljenog tijekom dvije godine, u Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo Osijek, a uvrštene su na nacionalnu Sortnu listu RH i na Zajedničku sortnu listu Europske unije.

**Osvit** je sorta ozimog dvorednog golozrnog ječma priznata od strane Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske 2014. godine. Sorta je namijenjena potrebama ljudske prehrane i stočarstva. Priznata je na temelju ispitivanja kod sortne komisije Republike Hrvatske obavljenog tijekom dvije godine (2013. – 2014. god.). DUS ispitivanje provedeno je u Republici Hrvatskoj, u Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo, a rezultati potvrđuju da je sorta različita, ujednačena i postojana. VCU

ispitivanjem utvrđeno je da sorta ima posebnu gospodarsku vrijednost, te da je u dvogodišnjim ispitivanjima imala urod zrna na razini oba standarda (Barun i Favorit).

**Mandatar** je novopriznata sorta ozimog dvorednog golozrnog ječma. Priznata je od strane Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske 15. 9. 2017. godine. Sorta je namijenjena potrebama ljudske prehrane i stočarstva. Priznata je na temelju ispitivanja kod sortne komisije Republike Hrvatske obavljenog tijekom dvije godine (2015. – 2017. god.). DUS ispitivanje provedeno je u Republici Hrvatskoj, u Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo, a rezultati potvrđuju da je sorta različita, ujednačena i postojana. VCU ispitivanjem utvrđeno je da sorta ima posebnu gospodarsku vrijednost i namjenu.

#### UZ NAVEDENE TEHNOLOŠKE ČINITELJE KORISNO JE ZNATI U PROIZVODNJI JEČMA:

- Kritično razdoblje ječma za vodom je razdoblje sjetve i nicanja
- Klijanje zrna zadržava se i skoro prekida kada je količina vode u tlu ispod 30 % od punog vodnog kapaciteta
- Od 14 do 20 °C nicanje je za 5 – 7 dana; od 7 do 8 °C nicanje je za 17 – 20 dana; a pri još nižim temperaturama klijanje je i nicanje još sporije
- Biljka ječma u fazi 2 – 3 lista, ako je dobro ukorijenjena i ishranjena, može podnijeti do -15 i -16 °C, a prekrivenost snježnim pokrivačem daje dodatnu otpornost na još niže temperature
- Stadijalno razvijeniji usjevi pred zimu (ovisnost o sorti i roku sjetve) imaju smanjenu otpornost na niske temperature
- Nedostatak vlage u tlu na kraju busanja, kada se završava formiranje klasića, odrazit će se u manjoj duljini klasa i broju plodnih klasića
- Nedostatak vlage u prvih deset dana poslije početka vlatanja, rezultirat će normalnom dužinom klasa, normalnim brojem klasića, ali smanjit će se broj oplodjenih cvjetova, a time i broj zrna po klasu – rezultat je smanjenje uroda zrna
- Maksimalno smanjenje prinosa zabilježeno je u slučaju suhog tla u fazi vlatanja i intenzivnog porasta, a ponešto manje u fazi klasanja
- Nedostatak vlage u tlu u vremenu klasanja i cvatnje uvećava broj neplodnih klasića
- Dostatna količina oborina u razdoblju od klasanja do zriobe povoljno utječe na poboljšanje hektolitarske mase i mase 1000 zrna, njihovu krupnoću te na opći izgled zrna
- Nedostatak vlage poslije oplodnje dovodi do manje mase zrna, što utječe na prinos zrna
- U fazi mliječne zriobe biljke lakše podnose sušu nego u fazi klasanja



## OSVIT

OZIMI DVOREDNI GOLOZRNI JEČAM  
Sorta dobrih agronomskih odlika

MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE:	
Dužina vegetacije	<i>Srednje rana sorta</i>
Tip busanja	<i>Intermedium</i>
Dlačice na rukavcu donjeg lista	<i>Odsutne</i>
Obojenost aurikula lista zastavičara	<i>Odsutna</i>
Forma klasa	<i>Dvoredni/nutans</i>
Zbijenost/Povijenost klasa	<i>Rijedak do srednje gust/povijen</i>
Obojenost vrha osja antocijanom	<i>Odsutna</i>
Visina stabljike, cm	<i>Oko 88 cm</i>
RAZINA OTPORNOSTI / TOLERANTNOSTI	
Otpornost na niske temperature	<i>Dobra</i>
Otpornost na sušu	<i>Dobra</i>
Otpornost na polijeganje	<i>Vrlo dobra</i>
Otpornost na bolesti	<i>Tolerantan</i>
PROIZVODNI POTENCIJAL URODA/PARAMETRI KVALITETE	
Potencijal za urod zrna	<i>Srednji</i>
Masa 1000 zrna, g	<i>Osrednja, oko 43 g</i>
Hektolitarska masa zrna, kg	<i>Viša (oko 76 kg)</i>
Udjel zrna I klase, %	<i>Osrednji (oko 70 %)</i>
Sadržaj proteina, %	<i>Viši (12-15 %)</i>
PREPORUKE ZA UZGOJ	
Namjena	<i>Stočarstvo i ljudska prehrana</i>
Optimalni rok sjetve	<i>1. do 20. listopada</i>
Preporučena sjetvena norma	<i>450-500 kljavih zrna po m<sup>2</sup></i>

*Osvit se odlikuje dobrim koeficijentom produktivnog busanja, a što mu omogućuje postizanje optimalnog proizvodnog sklopa od oko 900 klasova/m<sup>2</sup>, sjetva od 450-500 kljavih zrna/m<sup>2</sup>, na dubinu 4-5 cm, u optimalnom roku sjetve od 1. do 20. listopada. Za ovu sortu preporuča se primjena agrotehničkih mjera, naročito gnojidbe i zaštite, kao i za OS sorte ječma pljevičaste forme zrna. Ova sorta golozrnog ječma prvenstveno je namijenjena potrebama ljudske prehrane i stočarske proizvodnje, a odlikuje se povećanim udjelom β-glucana u zrnu te srednjim do višim udjelom proteina u zrnu (12-15 %).*



## MANDATAR

OZIMI DVOREDNI GOLOZRNI JEČAM  
Sorta dobrog produktivnog busanja

MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE:	
Dužina vegetacije	<i>Srednje rana sorta</i>
Tip busanja	<i>Intermedium do semi-prostratum</i>
Dlačice na rukavcu donjeg lista	<i>Odsutne</i>
Obojenost aurikula lista zastavičara	<i>Odsutna</i>
Forma klasa	<i>Dvoredni/nutans</i>
Zbijenost/Povijenost klasa	<i>Rijedak do srednje gust/povijen</i>
Obojenost vrha osja antocijanom	<i>Odsutna</i>
Visina stabljike, cm	<i>Oko 90 cm</i>
RAZINA OTPORNOSTI / TOLERANTNOSTI	
Otpornost na niske temperature	<i>Vrlo dobra</i>
Otpornost na sušu	<i>Dobra</i>
Otpornost na polijeganje	<i>Dobra</i>
Otpornost na bolesti	<i>Tolerantan</i>
PROIZVODNI POTENCIJAL URODA/PARAMETRI KVALITETE	
Potencijal za urod zrna	<i>Srednji do viši</i>
Masa 1000 zrna, g	<i>Osrednja, oko 45 g</i>
Hektolitarska masa zrna, kg	<i>Visoka (oko 80 kg)</i>
Udjel zrna I klase, %	<i>Visok (iznad 80%)</i>
Sadržaj proteina, %	<i>Viši (oko 13-16%)</i>
PREPORUKE ZA UZGOJ	
Namjena	<i>Stočarstvo i ljudska prehrana</i>
Optimalni rok sjetve	<i>1. do 20. listopada</i>
Preporučena sjetvena norma	<i>400-425 kljavih zrna po m<sup>2</sup></i>

*Mandatar se odlikuje dobrim koeficijentom produktivnog busanja, a što mu omogućuje postizanje optimalnog proizvodnog sklopa od oko 900 klasova/m<sup>2</sup>, sjetva od 400-425 kljavih zrna/m<sup>2</sup>, na dubinu 4-5 cm, u optimalnom roku sjetve od 1. do 20. listopada. Za ovu sortu preporuča se primjena agrotehničkih mjera, naročito gnojidbe i zaštite, kao i za OS sorte ječma pljevičaste forme zrna. Ova sorta golozrnog ječma prvenstveno je namijenjena potrebama ljudske prehrane i stočarske proizvodnje, a odlikuje se povećanim udjelom β-glucana u zrnu te srednjim do višim udjelom proteina u zrnu (13-16%). Ima izraženu dormantnost sjemena. Pljevica mu se lako odvaja od zrna u vrijeme žetve.*



## 7. ZAVRŠNI KOMENTARI ZA UZGOJ GOLOZRNOG JEČMA PREMA VIP PROJEKTU 2015-13/39

**Mogućnosti razvoja uzgoja golozrnog ječma uglavnom su usmjerene prema upotrebi u prehrani ljudi, a tome posebno doprinose sljedeći činitelji:**

Golozrni ječam posjeduje relativno veliku prednost u odnosu na pljevičasti ječam u područjima transporta, obrade i pohrane. Nedostatak pljevice zapravo doprinosi boljoj efektivnosti sadržaja, jer se pljevica smatra opterećenjem u tom smislu, a može iznositi i do 10 % neproduktivne/neiskoristive težine (volumen omjera težine po efektivnoj jedinici – zrno), što u konačnici smanjuje ukupan trošak.

Postoji mogućnost ekoproizvodnje. Ječam u današnje vrijeme nije podvrgnut genetskim modifikacijama, tako da ga se može koristiti u širokoj paleti proizvoda bez brige o trgovinskim ograničenjima i/ili povjerenju kupaca koji su osjetljivi na pitanje o GMO proizvodima.

Zahvalna je namirnica koja bi se sve više mogla u budućnosti propagirati u pravcu funkcionalne hrane, ali i popularizirati preko aktualnih sredstava komunikacije i prijenosa informacija do krajnjih korisnika.

Postoji potencijal suradnje s prehrambenom industrijom, gdje bi se mogle pokretati inicijative u smjeru inovacija proizvoda od golozrnog ječma, što bi s vremenom preraslo u paletu proizvoda koja je baza za uspostavljanje tržišne niše.

**Okolnosti koje treba razvijati:**

Valja raditi na razvoju novoga sortimenta i to posebno usmjerenog povećanju uroda zrna, adaptabilnosti i stabilnosti uroda zrna uz istovremeno poboljšanje nutritivnih vrijednosti zrna ječma. Razvojem novih proizvoda posredno će se potaknuti proizvođače na uzgoj ove kulture preko povećane isplativosti. Moguće je istu proizvodnju poticati izravnim plaćanjem od strane fondova, ministarstava ili suradnje velikih privatnih subjekata koji bi bili zainteresirani za golozrni ječam kao sirovinu (kooperacija).

Jedan od najvećih problema predstavlja i određena razina anonimnosti golozrnog ječma kao potencijalne sirovinke baze u prehrambenoj industriji. Povoljan bi strateški moment stoga bio sadržan u privlačenju pozornosti velikog gospodarskog subjekta (ne nužno domaćeg) koji bi ciljano tražio golozrni ječam određenih specifikacija za proizvodnju palete proizvoda (npr. tjestenina). Takvo stvaranje niše osiguralo bi uspostavljanje lanca opskrbe i posljedično opstojnost na tržištu i proizvođača sirovine i proizvođača robe s dodanom vrijednošću.

## 8. LITERATURA

- Abičić, I., Lalić, A., Šimić, G., Dvojković, K.; Andrić, L., (2017.), Agronomske karakteristike OS-genotipova golozrnog ječma // *Zbornik radova/Proceedings, 52nd Croatian & 12th International Symposium on Agriculture/Vila, Sonja*; Antunović, Zvonko (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, 2017. 199–202.
- Cavallero, A., Empilli, S., Brighenti, F., Stanco, A. M., (2002.), High (1 / 3, 1 / 4)-b-glucan barley fractions in bread making and their effects on human glucemic response. *Journal of Cereal Science* 36, 59–66.
- Behall, K. M., Scholfield, D. J., Hallfrisch, J., (2004.), Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 80, 1185–1193.
- Bhatty, R. S., (1999.), The potential of hull-less barley. *Cereal Chemistry* 76 (5): 589–599. DOI:10.1094/CCHEM.1999.76.5.
- Bhatty, R. S. (2011.),  $\beta$ -glucan and flour yield of hull-less barley. *Cereal Chemistry* 76 (2): 314–315. DOI:10.1094/CCHEM.1999.76.2.
- Bleidere, M., and Gaile, Z. (2012),. Grain quality traits important in feed barley. Volume 66, Issue 1-2: 1-9, ISSN 1407009X, DOI: 10.2478/v10046-011-0039-8
- Braaten, J. T., Wood, P. J., Scott, F. W., Riedel, K. D., Poste, L. M., Collins, M. W., (1991.), Oat gum lowers glucose and insulin after an oral glucose dose. *American Journal of Clinical Nutrition* 53, 1425–1430.
- Daalkhajav, D., and Peiqiang, Y., (2012), Metabolic characteristics in ruminants of the proteins in newly developed hull-less barley varieties with altered starch traits. *Journal of Cereal Science* 2012, Volume 55, Number 3: 351–360.
- Edmeades, G., Bänziger, M., Campos, H., Schussler J., (2006.), Improving tolerance to abiotic stresses in staple crops: A random or planned process? *Plant breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium* (Lamkey K. R. and Lee M. eds.), Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, USA, 2006.: 293–310.
- Fadel, J. G., Newman, R. K., Newman, C. W., Barnes, A. E., (1987.), Hypocholesterolemic effects of b glucans in different barley diets fed to broiler chicks. *Nutrition Reports International* 35, 1049–1058.
- Franckowiak, J. D.; Konishi, T., (1997.), Naked caryopsis. *Barley Genet Newsletter*. 26: 51–52.
- Franckowiak, J. D., (2016.), *Barley Genet. Newsl.* 46: 53–54.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D., (2001.), PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01).
- Henry, R. J., Cowe, I., (1990.), Factors influencing the hardness (milling energy) and malting quality of barley. *Journal of the Institute of Brewing* 96, 135–136.
- International Rice Research Institute (2008.), *CropStat for Windows*, version 7.2. Philippines, e-mail: GMcLaren@cgiar.org.
- Janeković, Đ., (1971.), Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje. Zbornik Radova Prvog znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, 17. – 19. svibnja 1970.
- Jurišić, B., (2010.), Završni rad: Kvalitativna svojstva kruha s dodatkom brašna ječma sorte „Bingo“ uroda 2008./2009. godine /diplomski/integralni studij. Osijek : Prehrambeno-tehnološki fakultet, 1. 10. 2010., 65 str. Voditelj: Koceva Kormlenić, Daliborka.
- Jha, R., Rossnagel B., Pieper R., Van Kessel A., Leterme P., (2010.), Barley and oat cultivars with diverse carbohydrate composition alter ileal and total tract nutrient digestibility and fermentation metabolites in weaned piglets, Volume 4, Number 05:724.
- Krstanović, V.; Lalić, A.; Kosović, I.; Velić, N.; Mastanjević, K.; Mastanjević, K., (2016.), A survey of total  $\beta$ -glucan content in Croatian barley varieties. // *Cereal research communications*. 44., 4; 650–657.
- Lalić, A., Šimić, G., Kovačević, J., Novoselović, D., Abičić, I., Duvnjak, V., Lenart, L., (2009.), Sadržaj bjelančevina i urod zrna kod ozimog ječma s obzirom na sinergiju genotipa i okoliša u Republici Hrvatskoj. *Poljoprivreda* 15(1): 11–17.
- Lalić, A., Abičić I., Šimić, G., Drezner, G., Dvojković, K., Horvat D., Krstanović, V., Jukić, M., Tišma, M., Radan, Z., Kovačević, J., (2013.), Rezultati oplemenjivanja golozrnog ječma na Poljoprivrednom institutu Osijek, Zbornik sažetaka 6. Međunarodnog kongresa: Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo; Matotan, Z.; Haramija, J. (ur.). Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo: 32–33.
- Lalić A., Abičić I., Šimić G., Horvat D., Krstanović V., Jukić M., Tišma M., Radan Z., Ibraković V., Kovačević J., (2014.), Urod zrna i parametri kvalitete OS-genotipova golozrnog ječma, Zbornik sažetaka 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma; Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera. u Osijeku, 70– 71.
- Lalić, A., Abičić, I., Šimić, G., Dvojković, K., Horvat, D., Krstanović, V., Jukić, M., Babić, J., Andrić, L., ( 2016.), Agronomske i gospodarske odlike os-genotipova golozrnog ječma // *Zbornik sažetaka 9. međunarodni kongres Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo* / Matotan, Z. (ur.).Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo, 2016. 61–62. Sveti Martin, 9. – 11. studenoga 2016.

- Mastanjević, K., Krstanović, V., Šimić, G., Lalić, A.; Mastanjević, K., Lenart, L., (2017.), The investigation of some malting quality indicators of multipurpose barley cultivars of Agricultural Institute Osijek // *Proceedings of the 52nd Croatian & 12th International Symposium on Agriculture / Vila, Sonja ; Antunović, Zvonko (ur.)*, Osijek : Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, 2017. 237–241.
- Magdić, M., (2017.), Diplomski rad: Citolitička razgradnja zrna tijekom slađenja različitih sorti skupina ječma, Marko Magdić, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 26. rujna 2017.; Mentor: doc. dr. sc. Kristina Mastanjević; Komentor: dr. sc. Gordana Šimić, znan. savjetnik.
- Nam, S. H., Choi, S. P., Kang, M. Y., Koh, H. J., Kozukue, N., Friedman, M., (2006.), Anti-oxidative activities of bran from twenty one pigmented rice cultivars. *Food Chemistry* 94, 613–620.
- Newman, R. K., Lewis, S. E., Newman, C. W., Boik, R. J., Ramage, R. T., (1989.), Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutrition Reports International* 39, 749–760.
- Newman, C. W., Newman, R. K., (2006.), A brief history of barley foods. *Cereal Foods World* 51, 4–7.
- Percival, J., (1921.), *The Wheat Plant*. Duckworth Publishers, London.
- Ryan, P. D., (2001.), PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01). International Rice Research Institute (2008). *Crop-Stat for Windows*, version 7.2.
- Philpott, M., Could, K. S., Lim, C., Ferguson, L. R., (2006.), In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 54, 1710–1715.
- Pins, J. J., Kaur, H., (2006.), A review of the effects of barley b-glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Foods World* 51, 8–11.
- Pinthus, M. J. (1973.), Lodging in wheat, barley and oats. The phenomenon, its causes, and preventive measures. *Adv. Agronomy*, 25, 209.
- Satue-Gracia, M., Heinonen, I. M., Frankel, E. N., (1997.), Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 3362–3367.
- Stapper M., Fischer R. A., (1990.), Genotype, sowing and plant spacing influence on high yielding irrigated wheat in Southern New South Wales, *Australian Journal of Agricultural Research*, 41, 1021–1041.
- Šimić, G., Lalić, A., Abičić, I., Horvat, D., Viljevac Vuletić, M., (2016.), Total phenolic content and antioxidant activity of different barley varieties and their malts // *Book*



- of Abstracts of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture /* Pospišil, Milan; Vnućec, Ivan (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 2016. 65–66.
- Šimić, G.; Lalić, A.; Abičić, I.; Horvat, D.; Viljevac Vuletić, M., (2016.), „Rezultati usporednog slađenja različitih sorti ječma“: Međunarodni znanstveno-stručni skup 16. Ružičkine dani „Danas znanost – sutra industrija“, 21. – 23. rujna 2016., Vukovar, Hrvatska.
- Šimić, G.; Lalić, A.; Abičić, I.; Horvat, D.; Dvojković, K.; Babić, J.; Ačkar, Đ.; Šubarić, D., (2017.), Grain characteristics and chemical composition of hull-less and hulled barley varieties created at Agricultural Institute Osijek // *Proceedings of the 52nd Croatian & 12th International Symposium on Agriculture /* Vila, Sonja; Antunović, Zvonko (ur.) Osijek: Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, 2017. 257–261.
- Šimić, G.; Horvat, D.; Dvojković, K.; Abičić, I.; Viljevac Vuletić, M.; Tucak, M.; Lalić, A., (2017.), Evaluation of total phenolic content and antioxidant activity of malting and hulless barley grain and malt extracts. // *Czech journal of food sciences*. 35 (2017), 1; 73–78 (članak, znanstveni).
- Šimić, G.; Horvat, D.; Dvojković, K.; Abičić, I.; Viljevac Vuletić, M.; Lalić, A., (2017.), Evaluation of  $\beta$ -glucans and amylose content in different barley varieties, (rad za 10. međunarodni znanstveno-stručni skup Hranom do zdravlja, Osijek, 12. do 13. listopada 2017.).
- Šimić, G.; Horvat, D.; Dvojković, K.; Zdunić, Z.; Lutrov, K.; Abičić, I.; Lalić, A., (2017.), Rheological and bread making properties of hull-less barley different milling fractions, referat na kongresu *9th International Congress FLOUR-BREAD 2017 and 11th Croatian Congress of Cereal Technologists BRAŠNO-KRUH 2017*, 25. – 27. 10. 2017.
- Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, F. W., Riedel, D., Poste, L. M., (1990.), Comparisons of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38, 753–757.