

# Agrotehnika i uzgoj ječma (Hordeum vulgare L.)

---

**Antunović, Ante**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:173269>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STOSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ante Antunović

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer ratarstvo

**AGROTEHNIKA I UZGOJ JEČMA**

*(Hordeum vulgare L.)*

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STOSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ante Antunović

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer ratarstvo

**AGROTEHNIKA I UZGOJ JEČMA**  
*(Hordeum vulgare L.)*

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STOSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ante Antunović

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer ratarstvo

**AGROTEHNIKA I UZGOJ JEČMA**

*(Hordeum vulgare L.)*

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Miro Stošić, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Ranko Gantner, član
3. doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, član

Osijek, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet Agrobiotehničkih Znanosti u Osijeku  
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo smjer Ratarstvo

Završni rad

Ante Antunović  
Agrotehnika i uzgoj ječma (*Hordeum vulgare* L.)

### Sažetak:

Ječam se uglavnom koristi za ishranu stoke jer sadrži visoku hranidbenu vrijednost, no značajan dio ječma koristi se u pivarskoj industriji kao i prehrani ljudi. Ječam se na području Republike Hrvatske nedovoljno proizvodi, a razlozi vjerojatno leže u nižim prinosisima u odnosu na pšenicu. Ječam je karakterističan za uzgoj zbog svojega kraćeg svjetlosnog stadija u odnosu na druge žitarice i kao takav brže prolazi prve etape organogeneze. U odnosu na pšenicu, ječam ima skromnije zahtjeve prema vlazi i toplini. Ječam je jedna od najvažnijih kultura u ljudskoj ishrani, prema tome treba voditi velikog računa o njezinoj kvalitetnoj i efikasnoj proizvodnji.

**Ključne riječi:** agrotehnika, ishrana, ječam, kultura, uzgoj

**Broj stranica:** 25; **Broj tablica:** 1; **Broj slika:** 5; **Broj literaturnih navoda:** 21

**Završni rad je pohranjen u** Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih Znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Agrobiotehničkih Znanosti u Osijeku.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek  
Professional study Plant production

Final work

Ante Antunović  
Agricultural technology and barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivation

### Summary:

Barley is mainly used for cattle feeding because it has a high nutritional value, but a significant part of barley is used in the brewing industry as well as in the diet of people. The barley on the territory of the Republic of Croatia is insufficiently produced, and the reasons probably lie in lower yields compared to wheat. Barley is characteristic for breeding because of its shorter light stage compared to other cereals and as soon as the first stage of organogenesis passes. Compared to wheat, barley has modest demands on moisture and heat. Barley is one of the most important cultures in human nutrition, so it is important to take great care of its quality and efficient production.

**Key words:** agriculture, nutrition, barley, culture, breeding

**Number of pages:** 25; **Number of tables:** 1; **Number of figures:** 5; **Number of references:** 21

**Final work is archived in** Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	5
<b>2. DEFINIRANJE AGROTEHNIKE UZGOJA JEČMA</b> .....	6
2.1. Pojam i vrste ječma.....	6
2.2. Svojstva kvalitete ječma.....	8
2.3. Oplemenjivanje ječma u Republici Hrvatskoj.....	10
2.4. Karakteristike agrotehnike uzgoja ječma .....	12
2.4.1. Obrada tla i priprema za sjetvu .....	12
2.4.2. Gnojidba .....	13
2.4.3. Izbor sorte ječma.....	14
2.4.4. Sjetva ječma .....	15
2.5. Primjena molekularnih markera kod uzgoja ječma .....	18
<b>3. ZAKLJUČAK</b> .....	21
<b>4. POPIS LITERATURE</b> .....	22
<b>5. PRILOG</b> .....	24

# 1. UVOD

Cilj i svrha pisanja ovog završnog rada je kroz poglavlja definirati i objasniti karakteristike agrotehnike uzgoja ječma.

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

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

Glavni ciljevi u oplemenjivanju ječma su povećanje prinosa i stabilnosti prinosa, nizak sadržaj proteina kod pivskog (ispod 11.5 % sm) i visok sadržaj kod stočnog ječma (iznad 13 %), visok sadržaj finog ekstrakta (iznad 80 % sm), povećanje ukupne nadzemne biomase uz zadržavanje postignutog žetvenog indeksa (0,45-0,50), povećanje intenziteta nalijeivanja uz postojeću dužinu trajanja nalijeivanja zrna, otpornost prema dominantnim bolestima i stresnim uvjetima, posebno suši.

Uzgoj ječma poznat je još od prije 7 tisuća godina u Egiptu, a u nekim drugim zemljama (Kina, Indija) uspijevaao je prije oko 5000 godina. U svijetu se ječam proizvodi na oko 80 milijuna hektara, s prosječnim prinosom od oko 2,3 tone po hektaru. Površine zasijane ječmom u svijetu su u porastu. U Hrvatskoj se prije dvadesetak godina sijalo više ječma nego zadnjih desetak godina

Analiza sadržaja u cilju spoznaja sadržaja pisanih izvora kroz kvalitativno-kuantitativnu analizu postojećih tekstova u kojima se mogu naći posredne i neposredne informacije o definiranju agrotehnike uzgoja ječma. Pored ove metode za prikupljanje podataka, korištene su logičke metode analize i sinteze te indukcije i dedukcije u obradi podataka, izvođenju zaključaka i pisanju samog rada.

## 2. DEFINIRANJE AGROTEHNIKE UZGOJA JEČMA

### 2.1. Pojam i vrste ječma

Ječam (*Hordeum sativum*) je široko uzgajana žitarica u prehrani ljudi i životinja, te vrlo zastupljena u prehrambenoj industriji. Zrno ječma koristi se za proizvodnju škroba dok se od ječmenih klica proizvodi ulje. Ječam je biljna vrsta koja se još prije 10.000 godina koristila za ishranu ljudi i stoke, proizvodnju raznih napitaka sličnih pivu, a kasnije i proizvodnju viskija. Predstavlja izuzetno pogodan objekt za genetička i fiziološka proučavanja zbog kratkog životnog ciklusa, diploidnog genoma i malog broja kromosoma, autogamnog načina razmnožavanja i mogućnosti multiplog testiranja, široke fiziološke i morfološke divergentnosti i dobro definirane i proučene genetičke mape (Pržulj i Momčilović, 1995.).

Po ukupnim zasijanim površinama u svijetu zauzima četvrto mjesto - iza riže, pšenice i kukuruza. Glavna proizvodna područja ječma su Europa, zemlje Sjeverne Afrike, Etiopija, zemlje bivšeg SSSR, Kina, Indija, Kanada, SAD, Južna Amerika i Australija. U svjetskom marketingu poljoprivrednih proizvoda ječam ima vrlo važnu ulogu, s prometom od oko 17 milijuna tona zrna godišnje (Faostat, 2019.). To predstavlja, uz rastuće potrebe za pivskim i stočnim ječmom, siguran indikator ekonomski opravdanih ulaganja u znanstveni rad i veću proizvodnju ove biljne vrste (Foster i sur., 2000.).

Općepoznata je činjenica da ne postoji sorta ječma koja posjeduje sve poželjne agronomske i tehnološke osobine, a posebno sorta koja će ispunjavati tražene osobine u različitim agroekološkim uvjetima uzgoja. To se posebno odnosi na parametre tehnološke kvalitete, koji su pod značajnim utjecajem uvjeta proizvodnje.

Iz tih razloga poželjno je za svako specifično proizvodno područje predložiti sortu s određenim osobinama, koja će u tim uvjetima ostvariti najbolji ekonomski efekt (Faostat, 2019.).

Jedan od prvih modela ječma publiciran je u SAD-u, dok je za agroekološke uvjete Balkana model pivskog ječma definiran kasnije. Prilikom definiranja modela sorte neophodno je poznavati genetičku osnovu koju sorta treba imati, željene vrijednosti glavnih komponenti prinosa i parametara kvalitete, kao i zahtjeve predloženog modela prema uvjetima sredine (Foster i sur., 2000.).



Ječam (*Hordeum vulgare*) se dijeli na 5 konvarijeteta: (Šimić, 2009.).

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

Prema namijeni, razlikujemo dvije vrste ječma: (Marić, 2000.).

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

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

## 2.2. Svojstva kvalitete 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 (Pinthus, 1973.).

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 (imuno stimulirajuće 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 radi se na povećanju otpornosti na polijeganje sniženjem visine stabljike, jer polijeganje može često umanjiti urod zrna za 30 – 40 %, povećanju broja zrna po jedinici površine, povećanju biomase i žetvenog indeksa, optimizaciji datuma klasanja i rano zrelosti (uvažavajući vrijeme cvatnje kao vrlo važnog pokazatelja prilagođenosti sorte uvjetima određenog područja), te namjenske kakvoće ječma (Lalić i sur., 2009.).

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 svježe 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 (Lalić i sur., 2009.).

U oljuštenom zrnju 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 svježih namirnica (Stapper i Fischer, 1990).

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 (Slika 1.).



Slika 1 Obojenost zrna ječma

(Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj\\_proizvodnje\\_jecma\\_KB\\_internet.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj_proizvodnje_jecma_KB_internet.pdf) )

Intenzivno obojeni tipovi ječma također plijene pozornost istraživača zbog njihove primjene u industriji funkcionalne hrane, odnosno zato što posjeduju antioksidativna svojstva. Boja zrna ječma uzrokovana je nakupljanjem različitih pigmenata u perikarpu i aleuronskom sloju. Obojana zrna ječma sadrže mnoge vrste hranjivih sastojaka.

### 2.3. Oplemenjivanje ječma u Republici Hrvatskoj

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.

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.

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 pustinjским 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. (Percival, 1921.).

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 (Lalić i sur., 2009.).

Vrednovanje kultivara 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,

itd. i prema kemijskom sastavu zrna (škrob, neškrobni polisaharidi, vlakna (NDF, ADF, ADL), proteini, masti, pepeo) (Slika 2.).



Slika 2 Seleksijski materijal ozimog ječma na Poljoprivrednom Institutu u Osijeku

(Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj\\_proizvodnje\\_jecma\\_KB\\_internet.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj_proizvodnje_jecma_KB_internet.pdf))

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.

## 2.4. Karakteristike agrotehnike uzgoja ječma

### 2.4.1. Obrada tla i priprema za sjetvu

Obvezno ga treba uzgajati u plodoredu jer uzgoj u monokulturi donosi niske prinose i vrlo lako obolijeva. Za ječam su dobre pretkulture zrnate mahunarke, uljana repica, suncokret, ranije sorte (hibridi) kukuruza, djetelinsko-travne smjese i druge kulture. O plodosmjerni osobito treba voditi računa ako se sije pivarski ječam. Najbolji rezultati postižu se ako se sije nakon: krumpira, industrijskih kultura (suncokret, uljana repica, šećerna repa) i zrnatih mahunarki (grah, grašak, soja) (FAOSTAT, 2019.).

Osnovnu obradu tla, oranje za ozimi ječam obaviti 2-3 tjedna prije sjetve (ovisno o vremenu i pretkulturi) na dubinu oko 15 cm (ako je tlo teško i na njemu leži voda podrivati ga). (Slika 3.). O pretkulturi (ranija ili kasnija), ovisit će i osnovna obrada. Nakon ranih pretkultura obično se obavljaju dva oranja, pliće nakon žetve pretkulture i dublje, osnovno, 2-3 tjedna prije sjetve (do 25 cm) uz zaoravanje mineralnih gnojiva predviđenih za osnovnu gnojidbu. Dopunskom pripremom tla (tanjurača, drljača, sjetvospremač rotodrljača) treba stvoriti usitnjeni površinski sjetveni sloj mrvičaste strukture do dubine sjetve (Gagro, 1997.).



Slika 3 Priprema tla za sjetvu ječma

(Izvor: <https://www.agroklub.com/ratarstvo/jesenska-sjetva-proljetnog-jecma-odlican-urod/23164/> )

Najbolji predusjev za sjetvu ozimog ječma je uljana repica i suncokret, a za jari ječam uljana repica, suncokret, kukuruz, soja, jer ima dovoljno vremena za dobru obradu tla. Poslije uljane repice moramo prvo izvesti prašenje tla da bi zadržali vlagu u tlu. Potkraj 9. mjeseca ide se u duboku obradu tla (oranje) koja se obavlja plugom, u novije vrijeme su to većinom okretači i zatim u sjetvu koju je najbolje obaviti do polovice 10. mjeseca. Važno je da se ječam ne sije u vlažno tlo zbog težeg nicanja i propadanja sjemena (Mihalić, 1976.).

Tijekom zimskog razdoblja treba pripaziti da na pooranoj površini ne leži voda. Svu stagnirajuću vodu treba ispustiti, jer se tako omogućuje izmrzavanje tla i povoljna struktura, osim toga omogućuje se bolje prosušivanje tla i ranija sjetva (Mihalić, 1976.). Najbolje vrijeme sjetve jarog ječma je potkraj veljače i početkom ožujka, ako nam to dozvole vremenski uvjeti.

#### 2.4.2. Gnojidba

Gnojidba ječma može se obaviti gnojivima organskog podrijetla kao što su stajska gnojiva, razni komposti, gnojnica i drugim gnojivima organskog podrijetla. Prvu prihranu ječma najbolje je obaviti odmah nakon zime, kad je usjev u početnoj fazi busanja, i to gnojnicom ili gnojovkom. Drugu prihranu obaviti samo ako je nužno. Količina krutoga gnojiva po hektaru treba iznositi 10-15 tona. Količina gnojnice za jednu prihranu po hektaru treba biti oko 12 tona. Gnojnica mora biti obvezno razrijeđena s vodom u omjeru 1 dio gnojnice prema 3 dijela vode. Gnojidbu treba obavljati za oblačnog vremena ili rano ujutro te noću kako ne bi došlo do ishlapljivanja hranjiva. Za prinos od 5 t/ha potrebno je osigurati 110-120 kg dušika, 70-80 kg fosfora i 100-120 kg kalija (Lončarić, 2015.).

U planiranju gnojidbe trebaju nam poslužiti kemijske analize tla i biljnog materijala, planiran prinos, cilj uzgoja, a razlikuje se također gnojidba ozimog i jarog ječma. Suvremeni sortiment ima niži i čvršću stabljiku otporniju na polijeganje, sije se u gušćem sklopu, ima znatno veći potencijal rodnosti, pa gnojidbom moramo osigurati dovoljnu količinu hranjiva za punu ishranu biljke. Zbog straha od polijeganja često se ječam pothranjuje (Vukadinović i Lončarić 1997.).

Ozimi ječam daje veće prinos, ima znatno dulju vegetaciju od jarog, pa mu treba osigurati više hranjiva. Naša tla slabo su opskrbljena fiziološki aktivnim hranivima, a često se ječam

namjerno sije na slabije plodnim tlima. Za visok prinos po hektaru, ječam treba pravilno i potpuno ishraniti.

Predsjetvena gnojidba uključuje gnojidbu startnim gnojivom s izbalansiranim sadržajem svih hraniva (NPK 15:15:15, 18:18:18, itd.), a prihrana se obavlja isključivo dušičnim gnojivima (KAN, UREA, itd.). Prva prihrana u samom početku kretanja proljetne vegetacije 40-50 kg N/ha, a druga prihrana početkom vlatanja (maks. 20 - 30 kg N/ha). (Tablica 1.).

Tabela 1 Primjer gnojidbe jarog dvorednog ječma

Vrsta gnojiva	Osnovna	Predsjetvena	Prihrana
NPK 7:20:30	200 kg/ha		
NPK 15:15:15		300 kg/ha	
KAN			
Urea			

(Izvor: [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/gnojidba-jecma](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/gnojidba-jecma))

#### 2.4.3. Izbor sorte ječma

Zadnjih desetak godina u proizvodnji je uveden veći broj novih sorti ječma. Neke su uvezene iz drugih zemalja, a naše selekcijske kuće dale su visoko produktivan sortiment ozimog i jarog ječma. Taj sortiment treba postepeno ispitivati i u proizvodnji uvoditi onaj koji se najbolje prilagođuje određenim agrotehničkim uvjetima.

Pri izboru sorte ječma moramo znati njegovu namjenu, koja može biti za hranidbu stoke, industrijsku preradu i dr. Primjerice, ako ječam proizvodimo za proizvodnju piva, tada ćemo odabrati neki od dvorednih ječmova koji mogu biti jari i ozimi (dvoredni zato što su mu ujednačenija zrna). Za hranidbu stoke odabire se četveroredac ili šestoredac. Za sjetvu



obvezatno treba koristiti deklarirano sjeme, po mogućnosti što krupnije frakcije (Molnar, 1999.).

Sortiment ječma jarog dvorednog: (Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, 2018.).

- BC Alarik, BC kalnik,
- Erih, Henrike,
- Ikar, Jaran,
- Matej, Prestige, Springer, Stribor.

Sortiment ječma ozimog dvorednog: (Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, 2018.)

- Barun,
- Bingo,
- Bravo,
- Gazda, Lukas,
- Maxim,Rex, Zlatko, Premium,
- Amazon.

Sortiment ječma ozimog višerednog: (Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, 2018.).

- Favorit, Lord,
- Oliver, Titan,
- Amigo, Arturio.

#### *2.4.4. Sjetva ječma*

Sjetva pripada među najvažnije agrotehničke mjere u biljnoj proizvodnji. Greške koje se naprave u sjetvi su nenadoknadive i kasnije se ne mogu ispraviti. Optimalni rok sjetve je od 1. listopada do 10. listopada, iako zadnje godine sijanja ječma pokazuju da što kasniji rokovi

sjetve daju veće i bolje prinose zbog sve slabijih (toplijih) i kraćih zima. Sije se sijačicom u redove na razmak 8–10 cm. Gustoća sklopa iznosi 300-500 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup>, a sije se na dubinu 3-5 cm. (Slika 4.).



Slika 4 Sjetva ječma

(Izvor: <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/18292> )

Nije dobro sijati ječam prije ovih rokova, jer zbog ranije sjetve ječam prebujan ulazi u zimu, što smanjuje otpornost na niske temperature, na koje je ječam i inače osjetljiv. Tad su češće moguće izmjene niskih i visokih temperatura na što je ječam i inače osjetljiv pa stagnira i dobiva žućkastu nijansu lista.

Sjetva nakon polovice listopada isto nije dobra jer ječam treba izbusati u jesen i dobro se pripremiti za zimu, a to pri kasnoj sjetvi nije moguće. Sjetva jarog ječma još je osjetljivija jer loši vremenski uvjeti i vlažno tlo mogu onemogućiti pravodobnu sjetvu. Pri određivanju roka sjetve treba voditi računa o svojstvima i zahtjevima pojedinog kultivara.

Najbolje rezultati postižu se ranom sjetvom već krajem siječnja i u veljači ako to vremenski uvjeti dozvole. Tad ječam ima dovoljno vremena za vegetaciju i može najbolje iskoristiti zimsku vlagu, nižu temperaturu i slabiji intenzitet bolesti i štetnika.

U kasnijoj sjetvi sve će to izostati. Ako nismo uspjeli ječam zasijati najkasnije do polovice ožujka nemojmo ga više ni sijati jer ćemo dobiti vrlo nizak prinos (Zimmer i sur., 2009.).

#### 2.4.5. Žetva ječma

Ječam dozrijeva ranije od pšenice pa se za njegovu žetvu treba ranije pripremiti. Specifičnost je ječma, posebno u nekim godinama, da nejednoliko dozrijeva jer u primarnih vlati ranije završava zrioba nego u sekundarnih. To je osobito izraženo u proizvodnji jarog ječma. Isto tako, ako se aplikacija obavlja traktorom a nismo ostavili stalne prohode, gažene biljke znatno će kasnije dozrijeti.

Ovo valja znati da ne bismo pogrešno procijenili vlagu zrna, što može povećati ukupnu vlagu i kvarenje zrna. Žetvu ječma treba obaviti što prije jer ćemo dobiti veći prinos i osloboditi površinu za sjetvu postrnih kultura.



Slika 5 Žetva ječma

(Izvor: [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/zetva-jecma](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/zetva-jecma))

Žetvu treba obaviti u punoj zriobi. Ukoliko je neravnomjerno sazrijevanje, što često bude slučaj kod jarog ječma zbog različitih razloga, bolje je pričekati nekoliko dana pa da otpuste vlagu i zaostale biljke nego kombajnirati i ići u rizik. Ukoliko se žanje sa povećanom

vlagom, zrno mora ići na sušenje što stvara dodatne probleme kod prijema, skladištenja, čuvanja tehnološke kvalitete, a povećava i troškove za proizvođača (Pospišil, 2010.).

Kako bi se izbjeglo sušenje, žanje se kad vlaga zrna bude manja od 14 % osobito je to važno za pivarski ječam. Žetva ozimog ječma dolazi oko 8 dana prije žetve pšenice. Realno očekivani prinosi ozimog ječma uz provođenje svih agrotehničkih mjera iznose 5 i više t/ha. Prinosi jarog ječma su niži od prinosa ozimog ječma, a kreću se u okvirima 3 do 4 t/ha, ali uz vrlo ranu sjetvu i intenzivne agrotehničke mjere i tehnologiju prinos proizvodnje može se približiti razini prinosa ozimog ječma (Zimmer i sur., 2009.).

## 2.5. Primjena molekularnih markera kod uzgoja ječma

U zadnje vrijeme se najviše koriste segmenti DNA kao molekularni markeri. Želja kod ovakvih markera je da preko njih ustanovimo prisustvo određenog gena u organizmu bazira se na vezanosti markera i željenog gena na kromosomu. Moguće je da i sam marker bude željeni gen.

Marker nije pod utjecajem okolinskih čimbenika, ima genetske zakonitosti nasljeđivanja i stoga je pouzdan za praćenje određene genetske osnove

Kod segmenata DNA postoje u osnovi 2 pristupa: (Denčić, 2004.).

1. da radimo sa dijelom kromosoma bez njegovog zadebljanja (RFLP)
2. da radimo sa dijelom kromosoma koji je zadebljan (amplificiran) (PCR)

Molekularni markeri su fragmenti DNK molekula, koji mogu biti dio gena ili nekodirajućih dijelova genoma.

Osnovna karakteristika ovih markera je visok stupanj polimorfizma (varijacija u određenoj DNK sekvenci prisutnih u populaciji). Većina ovih varijacija prisutna je u ne kodirajućim dijelovima genoma, imaju veoma mali ili nikakav efekt na fenotip i funkcije organizma, a mogu se lako detektirati na nivou (Kobiljski, 2002.).

Molekularni markeri su u širokoj upotrebi u istraživanjima na biljkama. Njihova primjena danas predstavlja nezamjenjivi dio selekcije i oplemenjivanja. Korištenje molekularnih

markera omogućava određivanje stupnja genetičkog diverziteta između različitih usjeva, unutar populacija, između srodnih vrsta, itd. (Denčić, 2004.).

Dobiveni podaci mogu se koristiti za "otisak" genotipova (engl. fingerprinting), u cilju njihove identifikacije i zaštite, razumijevanja veza između jedinki koje se ispituju, efikasnog upravljanja genetičkim resursima, olakšavanja unošenja hromozomskih segmenata iz različitih vrsta, čak i u cilju obilježavanja specifičnih gena (Denčić, 2004.).

Koriste se i za utvrđivanje filogenetskih i evolutivnih odnosa populacija i vrsta. Molekularni markeri se koriste i za mapiranje gena koji kontroliraju ekspresiju različitih ekonomski značajnih agronomskih svojstava. Kada su vrlo blisko vezani za gen od interesa, mogu se koristiti za indirektnu selekciju svojstva od interesa, i ovaj postupak predstavlja najjednostavniji vid selekcije pomoću molekularnih markera - Marker Assisted Selection (MAS).

Zahvaljujući njima, poligena svojstva mogu biti razložena na pojedinačne komponente, tzv. lokuse za kvantitativna svojstva (engl. *Quantitative Trait Loci* - *QTL*), što doprinosi boljem razumijevanju nasljeđivanja ovih svojstava i omogućava korištenje MAS-a zajedno sa metodama klasične selekcije.

U klasičnim (tradicionalnim, konvencionalnim) oplemenjivačkim programima se za identifikaciju važnih agronomskih svojstava uglavnom koriste morfološki i/ili fenotipski markeri. Oplemenjivači i naučnici stalno pokušavaju razvijati nove tehnike, koje se mogu koristiti za brže i točnije unošenje poželjnih svojstava u biljke (Denčić, 2004.).

U posljednjih nekoliko godina, učinjen je značajan napredak u primjeni molekularnih markera u oplemenjivačkim programima na različitim biljnim vrstama. Do danas, utvrđeni polimorfizam i količina informacija dobivena različitim metodama molekularnih markera korištena u MAS (Marker Asistirana Selekcija - Marker Assisted Selection) istraživanjima (RFLP, AFLP i dr.) ili nisu opravdale njihovo korištenje sa aspekta informativnosti, ili su bile veoma skupe i opasne po zdravlje.

Na sreću oplemenjivača ječma (ali svih drugih biljnih vrsta), molekularni markeri – mikro sateliti, su potvrdili da su najmoćnije sredstvo za MAS. Ali, uslijed nedovoljnog znanja, iskustva, nedostatka validnih informacija pa čak i tradicije i navika, mnogi oplemenjivači imaju negativan i odbojan stav prema uvođenju MAS u oplemenjivačke programe (Denčić, 2004.).

Molekularni markeri predstavljaju tzv. “novu genetiku” koja snažno i brzo prožima sve oblasti moderne biologije, sistematike, ekologije, fiziologije, biologije rasta i razvitka, transgenih organizama, a naročito oplemenjivanja organizama. Najteži zadatak svakog oplemenjivača je - kako da na brz, efikasan i siguran način u nove genotipove inkorporira što više poželjnih gena.

Teškoće su različite: dugotrajan proces selekcije, većina najvažnijih svojstava je predodređen većim brojem gena i pod značajnim je utjecajem sredina (GxE interakcija), nemogućnost selekcije na važna svojstva koja se “ne vide” ili se ne mogu kvantificirati, itd. Metode tzv. “moderne biotehnologije” omogućavaju da se veći broj ovih ograničavajućih faktora uspješno pređe (Kobiljski, 2002.).

Mikro sateliti su u oplemenjivačkom radu na pšenici izuzetno važni i u jednom novom svijetlu –oplemenjivanju “za” i “u” uvjetima globalne promjene klime. Od svih metoda moderne biotehnologije, molekularni markeri u selekciji strnina na tolerantnost na sušu najviše obećavaju.

Za oplemenjivače je izuzetno interesantno da oplemenjivanje za stresne uvjete (suša, toplotni udari, topli vjetrovi...), uspješno vrše na svojstva koja se fenotipski ne mogu zapaziti (osobine korijena, regulacija, fiziološki parametri...), a upravo u ovoj oblasti su molekularni markeri – mikro sateliti najinformativniji i najkorisniji.

Danas su konačno i najveći skeptici uvjereni da MAS ima svoju budućnost. To potvrđuju i ne zvanični podaci da oko 60 % oplemenjivačkih institucija u svijetu koristi MAS (razvijene zemlje), oko 25 % trenutno radi na uvođenju MAS u oplemenjivačke programe a oko 15 % ne koristi MAS u oplemenjivanju.

Ove podatke potvrđuju činjenice o broju istraživačkih i aplikativnih projekata koji se trenutno rade u svjetskim razmjerima (naročito u EU i SAD), a novi rezultati i informacije se publiciraju svakodnevno.

Zato je sada je pravi trenutak da se naša znanost i struka okrenu korištenju MAS, i da na taj način, i uz pomoć novih tehnika i metoda smanjimo troškove i značajno povećamo efikasnost oplemenjivačkih programa, i na taj način postanemo (ostanemo) još cjenjeniji i uspješniji na svjetskom tržištu znanja i kapitala.

### 3. ZAKLJUČAK

U samome zaključku ovog seminarskog rada na odabranu temu, može se reći da je visok i stabilan prinos ječma glavni cilj većine oplemenjivača, pogotovu u ustanovama koje ne osiguravaju adekvatno testiranje kvalitete odabranog materijala. Povećanje prinosa rezultat je genetičkog poboljšanja germplazme i poboljšanja u tehnologiji proizvodnje (primjene gnojiva, herbicida, insekticida), što podrazumijeva i primjenu suvremenijih strojeva u proizvodnji. Kako ne bi došlo do genetske erozije trebalo bi uvijek tražiti i stremiti ka novim izvorima genetske varijabilnosti svim raspoloživim tehnologijama koje nam omogućava vrijeme u kojem se nalazimo.

Prije uvođenja metoda molekularnih markera u ispitivanja vezana za oplemenjivanje bilja i istraživanje divergentnosti rodova, vrsta i hibrida bilja, kao glavni kriterij za ispitivanje divergentnosti korištena su morfološka svojstva i pedigrei ispitivanih biljaka. Očekuje se da će nove sorte zahvaljujući svojim dobrim svojstvima, prije svega, visokom urodu zrna, vrlo dobroj kakvoći i stabilnosti, potvrditi kontinuitet uspješnog oplemenjivačkog programa ječma Poljoprivrednog Instituta Osijek u Republici Hrvatskoj.

Krenuvši od tla, ječam voli plodnija, strukturna i dublja tla, ne jako vlažna. Pri proizvodnji ječma vrlo su bitne sve agrotehničke mjere plodored, gnojidba koja je izrazito važna u proizvodnji ječma, ovisno za koju svrhu proizvodimo ječam, zatim obrada, sjetva, selekcija, zaštita od korova, bolesti i štetnika, njega usjeva, skladištenje itd. Klimatski i vremenski uvjeti su isto jedan od bitnih čimbenika u proizvodnji ječma. Sve je više ekstremnih godina (izrazito sušnih, izrazito vlažnih) pa se i zbog toga potrebno potruditi oko pravilne agrotehnike kojom je moguće donekle ublažiti nepovoljne vremensko klimatske uvjete.

U Hrvatskoj se ječam sije na oko 50 000 hektara s prosječnim prinos od 3-4 tone po hektaru. Mislim da bi se ta proizvodnja mogla povećati jer ječam može biti profitabilna kultura. Ječam se danas koristi u mnogim industrijama, a najvažnije su industrija stočne hrane gdje ječam ima važnu ulogu i pivarska industrija koja je nezamisliva bez ječma.



#### 4. POPIS LITERATURE

1. Denčić, S., (2004.) Primjena molekularnih markera u oplemenjivanju ječma, Zagreb.
2. Gagro, M. (1997.): Žitarice i zrnate mahunarke, Prosvjeta d.d. Bjelovar.
3. Gračan, I., Todorić V. (1983.): Specijalno ratarstvo, Školska knjiga Zagreb.
4. Kobiljski, B., (2002.) Molekularni markeri i oplemenjivanje ječma. Teorijski aspekti. Zbor. rad. Inst. za rat. i pov., Novi Sad.
5. Kuperman F., M. (1966.): Biološka kontrola u biljnoj proizvodnji: (Metodika određivanja, slike i kratak opis etapa organogeneze pedeset biljnih vrsta). Centar za unapređivanje poljoprivrede SRS. str. 311
6. Kovačević, V., Rastija, M. (2009.): Osnove proizvodnje žitarica (interna skripta), Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. 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. <https://hrcak.srce.hr/39405> (22.6.2019.)
8. Marić V.: (2000.) Proizvodnja ječmenog slada. U Biotehnologija i Sirovine. V. Marić (ur.), Stručna i poslovna knjiga d.o.o., Zagreb.
9. Mihalić, V. (1985.): Opća proizvodnja bilja. Zagreb: Školska knjiga.
10. Mihajlović, B. (1966.): Ječam, raž i ovas. Zadržna knjiga, Beograd.
11. Penzar, I., Penzar, B. (1985.): Agroklimatologija. Školska knjiga, Zagreb.
12. Pinthus, M. J. (1973.), Lodging in wheat, barley and oats. The phenomenon, its causes, and preventive measures. Adv. Agronomy. vol.1. str. 176.-198.
13. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo I dio, Zrinski d.d. Čakovec.
14. Pržulj, N., Momčilović, V. (1995): Oplemenjivanje pivskog ječma. Pivarstvo, Zagreb.



15. 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. vol 1. str. 253.-425.
16. Šimić G.: (2009.) Utjecaj genotipa i okolišnih uvjeta na parametre sladarske kakvoće ozimog ječma (*Hordeum vulgare* L.). Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
17. Todorić, V., Gračan, I. (1979.): Specijalno ratarstvo, Školska knjiga, Zagreb.
18. Vukadinović, V., Lončarić,Z., (1998.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
19. Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Sortna lista Republike Hrvatske (2015.): <http://www.hcphs.hr/> (20.6.2019.)
20. Zimmer, R., Košutić, S., Zimmer, D. (2009.): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu,Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
21. Zimmer, R., Banaj, B., Brkić, D., Košutić, S. (1997.): Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Internetske stranice:

1. [https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj\\_proizvodnje\\_jecma\\_KB\\_internet.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/921120.Razvoj_proizvodnje_jecma_KB_internet.pdf) (8.5.2019.)
2. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/jesenska-sjetva-proljetnog-jecma-odlican-urod/23164/> (19.5.2019.)
3. [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/gnojidba-jecma](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/gnojidba-jecma) (20.5.2019.)
4. <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/18292> (21.5.2019.)
5. [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/zetva-jecma](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/jecam/zetva-jecma) (22.5.2019.)
6. <http://www.fao.org/home/en/> (21.6.2019.)

## 5. PRILOG

<b>Popis slika</b>	<b>Naziv slika</b>	
1.	Obojenost zrna ječma.....	8
2.	Selekcijski materijal ozimog ječma na Poljoprivrednom Institutu u Osijeku..	10
3.	Priprema tla za sjetvu ječma.....	11
4.	Sjetva ječma.....	15
5.	Žetva ječma.....	16

<b>Popis tablica</b>	<b>Naziv tablice</b>	
1.	Primjer gnojidbe jarog dvorednog ječma.....	8

