

# Agronomska i gospodarska svojstva pivarskog ječma u ozimom i jaram roku sjetve

---

**Kadoić, Borna**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:016320>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**AGRONOMSKA I GOSPODARSKA SVOJSTVA  
PIVARSKOG JEČMA U OZIMOM I JAROM ROKU  
SJETVE**

**DIPLOMSKI RAD**

Borna Kadoić, univ. bacc. ing. agr.

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Biljne znanosti

**AGRONOMSKA I GOSPODARSKA SVOJSTVA  
PIVARSKOG JEČMA U OZIMOM I JAROM ROKU  
SJETVE**

DIPLOMSKI RAD

Borna Kadoić, univ. bacc. ing. agr.

Mentor:

prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Borna Kadoić**, JMBAG 0178113944, rođen 23.01.1999. u Vinkovcima, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**AGRONOMSKA I GOSPODARSKA SVOJSTVA PIVARSKOG JEČMA U OZIMOM I JAROM  
ROKU SJETVE**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Borne Kadoića**, JMBAG 0178113944, naslova

**AGRONOMSKA I GOSPODARSKA SVOJSTVA PIVARSKOG JEČMA U OZIMOM I JAROM**

**ROKU SJETVE**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak mentor

\_\_\_\_\_

2. izv. prof. dr. sc. Darko Uher član

\_\_\_\_\_

3. prof. dr. sc. Željko Jukić član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

*Zahvaljujem se svom mentoru, prof. dr. sc. Zlatku Svečnjaku, na uloženom trudu, vremenu i pomoći u izradi i pisanju diplomskog rada te na svom prenesenom znanju.*

*Hvala kolegama i prijateljima koji su bili uz mene i uljepšali moje studiranje, a posebno hvala mom prijatelju i velikom čovjeku Alenu.*

*Od srca zahvaljujem mojoj obitelji i djevojci Aniti na velikoj podršci, razumijevanju i povjerenju tijekom studiranja.*

*Ovaj rad posvećujem svom djedu, pok. Mirku Kadoiću, uz kojeg sam još u djetinjstvu zavolio agronomiju.*

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod.....   | 3  |
| 1.1. Cilj istraživanja .....   | 5  |
| 2. Pregled literature .....  | 6  |
| 2.1. Specifičnosti proizvodnje pivarskog ječma.....                      | 6  |
| 2.2. Kvaliteta zrna pivarskog ječma.....                                 | 9  |
| 2.3. Utjecaj roka sjetve na agronomska i gospodarska svojstva ječma..... | 11 |
| 3. Materijali i metode .....   | 15 |
| 3.1. Tretmani i lokacije istraživanja.....                               | 15 |
| 3.2. Agrotehničke mjere u poljskom pokusu.....                           | 16 |
| 3.3. Opažanja mjerenja i analize.....                                    | 23 |
| 4. Rezultati i rasprava .....  | 28 |
| 4.1. Gustoća sklopa u nicanju i žetvi .....                              | 28 |
| 4.2. Biološki prirod i žetveni indeks .....                              | 31 |
| 4.3. Prinos zrna.....  | 33 |
| 4.4. Kvaliteta zrna .....  | 36 |
| 5. Zaključci.....  | 39 |
| 6. Popis literature .....  | 40 |
| 7. Prilog .....  | 43 |
| Životopis.....   | 44 |

## Sažetak

Diplomskog rada studenta **Borne Kadoića**, naslova

### **AGRONOMSKA I GOSPODARSKA SVOJSTVA PIVARSKOG JEČMA U OZIMOM I JAROM ROKU SJETVE**

U proizvodnji pivarskog ječma preporuča se kasna sjetva u jesen za ozime sorte i što ranija sjetva u proljeće za jare sorte kako bi se ostvarila optimalna kvaliteta zrna. Stoga je glavni cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj rokova sjetve u jesen i proljeće na najvažnija agronomska i gospodarska svojstva pivarskog ječma. Tretmani istraživanja bili su rokovi sjetve i to rani ozimi, kasni ozimi i jari rok. Poljska istraživanja provedena su tijekom jedne vegetacijske sezone uzgajajući sortu Planet u preporučenoj gustoći sjetve. Usjevi posijani u kasnom ozimom i jarom roku sjetve imali su značajno manji broj klasova u žetvi u usporedbi s usjevom iz ranog ozimog roka sjetve. Najviši biološki prirod i prinos zrna utvrđen za usjev iz ranog ozimog roka sjetve, ali nije udovoljio kriterijima kvalitete zbog preniskog udjela zrna veličine preko 2,5 mm. Pivarski ječam proizveden u kasnom ozimom roku sjetve imao je neznatno viši sadržaj proteina (11,6 %) i manji udio zrna prve klase (83,9 %) od zahtjeva otkupljivača. Kriterije kvalitete pivarskog ječma obzirom na sadržaj proteina i veličinu zrna preko 2,5 mm ostvario je samo usjev ječma uzgojen u jarom roku sjetve, ali sa 22 % nižim prinosom zrna u usporedbi s usjevom iz ranog ozimog roka sjetve. Za razliku od biološkog priroda, prinosa i kvalitete zrna, nije utvrđen značajan utjecaj roka sjetve na žetveni indeks.

**Ključne riječi:** biološki prirod, kvaliteta zrna, pivarski ječam, prinos zrna, rok sjetve



## Summary

Of the master's thesis - student **Borna Kadoić**, entitled

### **AGRONOMIC AND ECONOMIC TRAITS OF MALTING BARLEY PLANTED IN AUTUMN AND SPRING**

The late autumn planting for winter varieties and early spring planting for spring varieties is a recommended agronomic practice in the production of malting barley to achieve optimal grain quality. Therefore, the main aim of this research was to determine the influence of planting dates in autumn and spring on the most important agronomic and economic traits of malting barley. The early autumn, late autumn and spring planting dates were investigated. Field experiments were conducted during one growing season with malting variety Planet planted at the recommended seeding rate. Crops planted in the late autumn and spring produced a significantly lower number of ears at harvest compared to the crop from the early autumn planting date. As a result, the crop planted in early autumn had the highest biological and grain yield, but failed to meet the malting quality due to the small proportion of grains larger than 2.5 mm. The crop produced in late autumn had a slightly higher protein content (11.6%) and a lower proportion of grains larger than 2.5 mm (83.9%) than the buyer's grain quality requirements. Malting barley quality with regard to protein content and grain size was obtained only by the crop planted in spring, but with a 22% smaller grain yield compared to the crop from the early autumn planting date. In contrast to the findings for the biological yield, grain yield and grain quality, planting date showed no effect on the harvest index.

**Keywords:** biological yield, grain quality, malting barley, grain yield, planting date

## 1. Uvod

Značaj ječma (*Hordeum vulgare* L.) proizlazi iz njegove raznovrsne upotrebe (Kovačević i Rastija, 2014.). Prema upotrebi razlikuju se stočni i pivarski ječam. Stočni su višeredni ozimi ječmovi koji se koriste za hranidbu stoke većinom kao zrno te u obliku silaže, zelene mase i slame. Pivarski ječam koristi se za proizvodnju slada, odnosno piva i alkoholnih pića, i to su dvoredni, većinom jari ječmovi.

U Hrvatskoj od 1971. godine, kada je puštena u rad sladara „Saturn“ u Novoj Gradiški, proizvodnja ječma za potrebe sladarstva ima veliku važnost. Godine 1997. hrvatska tvornica slada „Saturn“ mijenja vlasnika i ulazi u sastav belgijske Boortmalt grupe, koja je izgradila novu tvornicu slada kapaciteta od 50 000 tona slada na godinu. Za tu proizvodnju slada potrebno je oko 65 000 tona pivarskog ječma (Lalić i sur., 2007.). Alasić (2012.) navodi da godišnje potrebe tvornice slada „Slavonija slad,“ u Novoj Gradiški iznose oko 60 000 do 70 000 tona kvalitetnog pivarskog ječma. Za podmirenje tih potreba na hrvatskim oranicama bilo bi potrebno posijati oko 15 000 ha. No, još se uvijek godišnje ugovara proizvodnja oko 10 000 ha.

Stočni ječam je obično rodniji od pivarskog ječma. U ljudskoj ishrani ječam se manje koristi, pretežno u obliku ječmene kaše, griza i pahuljica, te kao surogat za kavu (Kovačević i Rastija, 2014.). Kvaliteta zrna ječma ovisi prvenstveno o namjeni i razlikuje se kod stočnog i pivarskog ječma. Pivarski ječam predstavljen je uglavnom jarim sortama dvorednog ječma, a koriste se i ozimi dvoredni ječmovi jer daju veće prinose. U okviru standarda koje treba zadovoljiti, zrno pivarskog ječma ima više od 30 svojstava (kemijski sastav zrna, fizikalna i biološka svojstva). Za proizvodnju piva kao glavna sirovina koristi se slad, a to je proklijalo zrno ječma, kojemu se nakon sušenja odstranjuju klice.

U važnija fizikalna svojstva zrna ubrajaju se: masa 1000 zrna, hektolitarska masa, oblik i krupnoća zrna, pljevičavost, primjese i miris zrna, brašnavost i dr. Masa 1000 zrna ječma kreće se u rasponu od 40 g do 48 g (za pivarstvo ne smije biti manja od 35 g i veća od 50 g), a hektolitarska masa od 67 kg do 70 kg (za pivarstvo ne manja od 65 kg). Zrna bi trebala biti ujednačena, pravilnog ovalnog oblika, jedra, s uskom brazdicom, a 85 – 90 % zrna treba biti širine od 2,5 mm do 2,8 mm. Nadalje, poželjne su što tanje, nježne i sitno naborane pljevice sjajne i svijetložute boje (Kovačević i Rastija, 2014.).

Od kemijskih svojstava zrna najvažniji za pivarski ječam je sadržaj proteina, koji je obično u rasponu od 8 % do 12 %, a najbolje da je od 9 % do 11 %. Previše proteina u zrnu pivarskog ječma nije poželjno, a tolerira se do 11,5 % (Kovačević i Rastija, 2014.). Previsok udjel proteina u zrnu ima brojne štetne posljedice na postupak slađenja (slabija razgradnja zrna) kao i na proces vrenja (Peltonen i sur., 1994).

Proteini služe za ishranu pivskih kvasaca, stvaraju pjenušavost i punoću piva, te su neophodni za stvaranje ugljične kiseline u pivu (Gaćeša i sur. 1992.). Ako ima previše proteina, pivski kvasac se prebrzo razvija, a takvo pivo ima više alkohola, a manje ekstrakta, gubi snagu, konzistenciju i okus.

Za pivarsku industriju bolji je ječam mekanog i brašnastog zrna nego ječam staklastog zrna. U slučaju prisilne zriobe ječma uzrokovane sušom, ječam poprima staklasti poprečni presjek zrna, sa većim sadržajem proteina. Sadržaj škroba ne bi trebao biti manji od 60 %, a poželjan je raspon od 63 % do 66 %. Vlažnost zrna trebala bi biti ispod 13 % (Kovačević i Rastija, 2014.). Za kakvoću zrna stočnog ječma poželjan je što veći sadržaj proteina (iznad 12,5 %), te njihova dobra probavljivost i sadržaj pojedinih esencijalnih aminokiselina.

Biološka svojstva, kao što su sortna čistoća, klijavost i energija klijanja, definiraju kvalitetu pivarskog ječma. Mješavina sorata nije pogodna za proizvodnju piva. Klijavost bi trebala biti između 95 % i 96 %, uz energiju klijanja od najmanje 90 % nakon tri do četiri dana.

Za kakvoću zrna krmnog ječma poželjna je što veća količina proteina (iznad 12,5 %), te njihova dobra probavljivost i sadržaj pojedinih esencijalnih aminokiselina (Kovačević i Rastija, 2014.). Udio pljevica mora biti što manji, a stupanj ispunjenosti zrna što veći. Zrno mora imati izgled, boju, oblik, miris i okus karakterističan za ječam, vlažnost najviše 14 %, hektolitarsku masu najmanje 65 kg.

U Republici Hrvatskoj 2019. godine požnjevena površina ječma iznosila je 53 662 ha, a prinos je iznosio 5,1 t/ha. Prosječna proizvodnja zrna u razdoblju od 2015. do 2019. godine iznosila je 243 992 t (tablica 1.1.) (Državni zavod za statistiku). Nažalost, nisam uspio doći do vjerodostojnih podataka o proizvodnji pivarskog ječma u našoj državi za to isto razdoblje. Kontaktirao sam Državni zavod za statistiku i zamolio za podatke o površinama, prinosima i ukupnoj proizvodnji pivarskog ječma, ali sam dobio odgovor da ova ustanova ne prati tražene podatke (prilog 1). Nakon negativnog odgovora Državnog zavoda za statistiku kontaktirao sam Agenciju za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju i Ministarstvo poljoprivrede od kojih sam dobio odgovor da ne prate tražene podatke (prilog 2). Zatražio sam podatke i od tvrtke Axereal Croatia, ali ih također nisam mogao dobiti zbog toga što su povjerljivi.

Tablica 1.1. Proizvodnja ječma u Republici Hrvatskoj.

| <b>Godina</b>  | <b>Površina<br/>(ha)</b> | <b>Prinos zrna<br/>(t/ha)</b> | <b>Proizvodnja zrna<br/>(t)</b> |
|----------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2015.          | 43 700                   | 4,4                           | 193 451                         |
| 2016.          | 56 483                   | 4,7                           | 263 165                         |
| 2017.          | 53 950                   | 4,8                           | 260 426                         |
| 2018.          | 50 988                   | 4,5                           | 227 520                         |
| 2019.          | 53 662                   | 5,1                           | 275 397                         |
| <b>Prosjek</b> | <b>51 757</b>            | <b>4,7</b>                    | <b>243 992</b>                  |

Izvor: Državni zavod za statistiku (01.08.2022.)

Ječam se u svijetu uzgaja na 49,3 milijuna hektara, a prosječan prinos iznosi svega 3 t/ha (tablica 1.2.) (Faostat 2022.). Prema FAOSTAT-u (2022.) najveći proizvođači ove žitarice su Ruska Federacija, Njemačka, Kanada i Francuska.

Tablica 1.2. Proizvodnja ječma u svijetu.

| <b>Godina</b> | <b>Površina<br/>(ha)</b> | <b>Prinos zrna<br/>(t/ha)</b> | <b>Proizvodnja zrna<br/>(t)</b> |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2016.         | 48 365 743               | 3,0                           | 146 384 288                     |
| 2017.         | 47 875 933               | 3,1                           | 148 481 847                     |
| 2018.         | 47 818 049               | 2,9                           | 139 832 047                     |
| 2019.         | 51 018 550               | 3,1                           | 158 462 601                     |
| 2020.         | 51 601 372               | 3,0                           | 157 030 764                     |
| Prosjek       | <b>49 335 929</b>        | <b>3,0</b>                    | <b>150 038 309</b>              |

Izvor: FAOSTAT (01.08.2022.)

### **1.1. Cilj istraživanja**

U proizvodnji pivarskog ječma preporuča se kasna sjetva u jesen za ozime sorte i što ranija sjetva u proljeće za jare sorte kako bi se ostvarila optimalna kvaliteta zrna za namjensku proizvodnju. Stoga je glavni cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj rokova sjetve u jesen i proljeće na najvažnija agronomska i gospodarska svojstva pivarskog ječma.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Specifičnosti proizvodnje pivarskog ječma

Agrotehnika ječma je dosta slična suvremenoj proizvodnji pšenice. Principi obrade tla i zaštite usjeva od korova, bolesti i štetočina, te žetva gotovo su jednaki kao i za pšenicu. Optimalni rok sjetve ozimog ječma je od 01. do 20. listopada uz normu sjetve oko 350 klijavih zrna/m<sup>2</sup> za ozimi višeredni i 400 – 450 klijavih zrna/m<sup>2</sup> za ozimi dvoredni ječam (Kovačević i Rastija, 2014.). Sjetvu jarog ječma treba obaviti krajem veljače i početkom ožujka, uz preporučeni sklop 400 – 500 klijavih zrna/m<sup>2</sup>. Sjetva ne treba biti niti prerana, naročito u uvjetima toplih jeseni jer prebujan može ući u zimu, niti prekasna jer tada neće dovoljno razvijen ući u zimu. Po preporuci stručnjaka PPK Nova Gradiška, za sjetvu jarog ječma u ozimom roku sjetve optimalan je rok od 25. listopada do 25. studenog (Alasić, 2012.).

U odnosu na ostale žitarice, ječam ima slabije razvijen korijenov sustav te ima slabu apsorpcijsku moć pa za njegovu proizvodnju treba osigurati plodnija tla. Obzirom da je ječam osjetljiv na kiselost tla, obično dobro reagira na kalcizaciju, a zbog slabije razvijenog korijena, često bolje od pšenice reagira na gnojidbu (Kovačević i Rastija, 2014.). Ječmu odgovaraju tla neutralne reakcije. S obzirom da ne podnosi kisele reakcije tla, ako je pH manji od 5, postiže se niži prinos i lošija kvaliteta. Kod izbora proizvodne površine treba izbjegavati površine koje pate od viška oborinskih i poplavnih voda gdje ječam redovito strada i ostvaruje niži prinos (Alasić, 2012.). Najbolje pretkulture su krumpir, industrijske kulture (suncokret, uljana repica, šećerna repa) i zrnate mahunarke. Iza djetelinsko-travnih smjesa i kultura intenzivnije gnojivih dušičnim gnojivima treba izbjegavati sjetvu pivarskog ječma. Važno je znati koji su herbicidi korišteni kod pretkultura kako ne bi došlo do određene fitotoksičnosti (Hrgović, 2006.).

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. 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 (Lalić i sur., 2018.). Od mnoštva bolesti busa, lista i klasa trenutno najznačajnije bolesti predstavljaju: mrežasta pjegavost ječma (*Pyrenophora teres* Drechsler) i siva pjegavost lišća ječma i raži (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis). Prije 15-ak godina (Hrgović, 2006.) najznačajnije bolesti su bile mrežasta pjegavost ječma (*Pyrenophora teres* Drechsler) i siva pjegavost lišća ječma i raži (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis). Međutim, posljednjih nekoliko godina najznačajnija bolest ječma je ramularijska pjegavost lista ječma (*Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller).

Prvi puta je utvrđena i opisana u Italiji 1893. godine, te od tada do 80-ih godina prošloga stoljeća nije bilo nikakvih izvješća o ovoj bolesti. Danas ova bolest uzrokuje velike probleme u proizvodnji pivarskog ječma iz razloga što negativno utječe na kvalitetu zrna pivarskog ječma za proizvodnju slada. Povoljni uvjeti za infekciju mladog lišća su topla jesen i rosni dani, a simptome zaraze na ozimom ječmu možemo vidjeti u proljeće u fazi busanja te na jarom ječmu u fazi vlatanja (Korić i sur., 2009.). U Hrvatskoj je utvrđena 2005. godine na lokaciji Nove Gradiške, a kasnije i drugdje. Jurković i sur. (2016.) naglašavaju da o štetama koje bolest nanosi ječmu skoro da i nema podataka te da su prema malobrojnim istraživanjima posljedice napada lošija kakvoća zrna, manja masa 1000 zrna, te niži prinosi kod osjetljivih sorata 1 t/ha, a kod otpornih 0,1 – 0,2 t/ha. Gljiva luči fitotoksine (rubelin A-E) i zaraženo lišće odumire unutar 12 dana i uzrokuje smanjenje prinosa zrna za 25 % i lošiju kvalitetu zrna. Djelotvorni fungicidi u suzbijanju ramularijske pjegavosti lista ječma su kombinacije aktivnih tvari tebukonazol + protiokonazol i epoksikonazol + krezaksim-metil (Korić i sur., 2009.). Prema vlastitom iskustvu smatram da je vrlo važno pridržavati se plodoređa, pravovremeno obaviti prašenje strništa zbog naknadnog ponika ječma kako bi spriječili infekciju, te sijati certificirano sjeme otpornijih sorata koje je tretirano fungicidom.

Gnojidba ječma prvenstveno ovisi o namjeni proizvodnje, tj. uzgaja li se stočni ili pivarski ječam (Kovačević i Rastija, 2014.). Kao i kod svake kulture, pa tako i kod ječma, gnojidbu i količinu gnojiva planiramo prinosom. Za takvu gnojidbu potrebno je imati analizu tla jer to je jedini put za sigurnu, točnu i racionalnu gnojidbu. Kada se općenito radi o gnojidbi, bitna je i pretkultura, njezin intenzitet gnojidbe kao i ostaci koji se vraćaju u tlo (Hrgović, 2006.). Općenito, ječam se gnoji s manje dušika nego pšenica, ali se te razlike smanjuju kod visokorodnih sorata. Zbog nježnije građe stabljike ječam ne podnosi veće količine dušika. U slučaju prekomjerne gnojidbe dušikom velika je vjerojatnost polijeganja ječma. Kemijska industrija ovom problemu pokušava odgovoriti uvođenjem određenih regulatora fiziološkog rasta, čija je svrha smanjiti dužinu internodija stabljike. Na taj način stabljika se skraćuje, rast se prenosi u širinu i stabljika postaje nešto čvršća.

Kod gnojidbe treba voditi računa i o tome da ječam ima slabije razvijen korijenov sustav i da je kraće vegetacije u odnosu na pšenicu, odnosno da brže prolazi određene fenološke faze (Kovačević i Rastija, 2014.). Pivarski ječam se gnoji s manje dušika, a više fosfora i kalija, dok se za stočni ječam preporučuje naglašena gnojidba dušikom (različiti kriteriji kvalitete pivarskog i stočnog ječma glede sadržaja dušika, odnosno proteina u zrnu).

Na sortnoj listi Republike Hrvatske iz 2022. godine imamo ukupno 74 sorte ječma (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu) od toga su 53 sorte dvorednog ječma od kojih su 36 ozime, a 17 jare forme. Također, postoji 21 sorta višerednog ječma i sve su ozime forme. U Hrvatskoj imamo značajan oplemenjivački program na ječmu u Poljoprivrednom institutu Osijek. Na sortnoj listi Republike Hrvatske ukupno su 34 sorte ječma (27 dvorednih i 7 višerednih) kreirane u Poljoprivrednom institutu Osijek.

U proizvodnji svih vrsta piva najvažnija je sirovina slad, koji treba biti proizveden od pivarskih sorti ječma, kako bi se u proizvodnji slada ostvarili najbolji rezultati (Čović i sur., 2003.). Za proizvodnju kvalitetnog slada potrebno je pravilno odabrati sjemenski materijal od priznatih sjemenskih kuća. U promotivnim katalogima sjemenskih kuća poljoprivredni proizvođači mogu pronaći sorte pivarskog ječma prilagođene domaćem uzgojnom području koje imaju visok potencijal prinosa, krupno zrno, visoku hektolitarsku masu i visok udio prve klase. Vrlo su važne sladarske osobine sorte kao na primjer: sadržaj proteina u sladu, sadržaj ekstrakta te kalibracija. Neovisno o tome radi li se o ozimom ili jarom, dvorednom ili višerednom ječmu pažnju treba obratiti na otpornost na biljne bolesti i tolerantnost na polijeganje. Za svaku sortu je određena sjetvena norma i optimalan rok sjetve.

## 2.2. Kvaliteta zrna pivarskog ječma

U okviru standarda koje treba zadovoljiti, zrno pivarskog ječma ima više od 30 svojstava (kemijski sastav zrna, fizikalna i biološka svojstva).

U važnija fizikalna svojstva zrna ubrajaju se: masa 1000 zrna, hektolitarska masa, oblik i krupnoća zrna, pljevičavost, primjese i miris zrna, brašnavost i dr. (Kovačević i Rastija, 2014.).

- a) Masa 1000 zrna pivarskog ječma ne smije biti manja od 35 g i veća od 50 g.
- b) Hektolitarska masa pivarskog ječma ne smije biti manja od 65 kg.
- c) Zrna ječma trebaju biti ujednačena, pravilnog ovalnog oblika, jedra, s uskom brazdicom.
- d) Udio prve klase zrna širine od 2,5 mm do 2,8 mm treba biti od 85 % do 95 %.
- e) Poželjne su što tanje, nježne i sitno naborane pljevice s udjelom 7 – 10 % u ukupnoj masi zrna. Njihova boja treba biti sjajna i svijetložuta.
- f) Zrna moraju biti čista, bez prašine i drugih primjesa te moraju imati prirodan miris, a trebaju biti potpuno brašnasta i rastresite strukture.

Od kemijskih svojstava zrna najvažnija za pivarski ječam su:

- a) Sadržaj proteina, koji se kreće u rasponu od 8 % do 12 %, a najbolje da je od 9 % do 11 %. Tolerira se do 11,5 %.
- b) Sadržaj škroba ne bi trebao biti manji od 60 %. Poželjno je od 63 % do 66 %.
- c) Vlažnost zrna trebala bi biti ispod 13 %.

Biološka svojstva pivarskog ječma:

- a) Sortna čistoća.
- b) Klijavost bi trebala biti između 95 % i 96 %.
- c) Energija klijanja: od najmanje 90 % nakon tri do četiri dana.
- d) Mješavina sorata nije pogodna za proizvodnju piva.



Na kvalitativna svojstva zrna, u proizvodnji pivarskog ječma moguće je značajno utjecati određenim agrotehničkim zahvatima kao što su zaštita od biljnih bolesti, gnojidba dušikom, te rok sjetve.

Nije jednostavno zadržati sadržaj proteina ispod gornje granice (11,5 %) jer je sinteza proteina varijabilna ovisno o okolišnim uvjetima (Smith, 1990.). Općenito, veća količina dostupnog dušika u tlu (Varvel i Severson, 1987.; Weston i sur., 1993.; Eagles i sur., 1995.) i abiotički stresovi uključujući sušu (Morgan i Riggs, 1981.; Coles i sur., 1991.; Grant i sur., 1991.; Birch i Long, 1990.) ili visoke temperature, posebno u kombinaciji s nedostatkom vode (Macnicol i sur., 1993.; Savin i Nicolas, 1996.) mogu povećati sadržaj proteina u zrnu.

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 biotički i abiotički stresovi uzrokovani su bolestima, kiselim tlama, 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 (Lalić i sur., 2007.).

U novije vrijeme se na tržištu pojavilo dosta novih ozimih dvonamjenskih sorti (pivarsko-stočne sorte). Neke od njih pokazale su se dobre u smislu njihove prihvatljivosti sa pivarskog stajališta, poput udjela  $\beta$ -glukana, proteina, friabilnosti, udjela staklastih zrna i dr. Zbog toga su prihvaćene kao pivarsko-stočne sorte (Krstanović i sur., 2020.). Ove sorte dvonamjenskog, dvorednog, ozimog ječma imaju visok prinos (+30 %), u usporedbi sa jarim dvorednim sortama, te su tako atraktivnije uzgajivačima, a karakterizira ih visok ekstrakt i niža boja slada, ali i niži enzimski potencijal u odnosu na šestoredne (višeredne) sorte (Gupta i sur., 2010.).

Nakon ulaska u Europsku Uniju Hrvatska nije raspolagala domaćim striktno pivarskim sortama, a tržište se otvorilo za slobodan uvoz namjenskih, pivarskih sorti ječma. Zbog toga je nadležno tijelo za priznavanje sorti u Republici Hrvatskoj dopustilo registraciju pojedinih sorti kao višenamjenskih (npr. pivarsko-stočnih sorti). Dvonamjenske sorte ječma (pivarsko-stočne) su po pokazateljima kvalitete općenito sličnije stočnim sortama (*feed varieties*) nego pravim pivskim sortama, iako su one zbog drugih agrotehničkih i ekonomskih prednosti vrlo zanimljive proizvođačima, pa tako i selekcionarima ječma (Krstanović i sur., 2020.).

Hrvatska se nalazi u klimatskom području gdje je pred kraj vegetacijskog perioda ječma vrlo čest fenomen prisilnog sazrijevanja („*forced maturation*“, „*accelerated aging*“), koji ima nepovoljan učinak na brojne pokazatelje kvalitete zrna gotovo svih žitarica, pa tako i ječma. Niska masa 1000 zrna može ukazivati na stres tijekom vegetacijskog perioda poznatog kao fenomen prisilnog sazrijevanja zrna koje dovodi do slabijeg nalijevanja zrna i nepovoljne strukture i udjela dušika. Ovo je uzrokovano činjenicom da se tu radi o anaboličkim biokemijskim procesima čija regulacija ne trpi temperaturne stresove, te u tom slučaju dušik iz prihrane ima nepovoljan učinak na kvalitetu zrna (Krstanović i sur., 2020.).

## 2.3. Utjecaj roka sjetve na agronomska i gospodarska svojstva ječma

**Alasić (2012.)** navodi da rani jesenski rok sjetve prate veliki rizici i problemi. Prvi problem svakako je osjetljivost ječma na izmrzavanje koji je najveći u fazi koleoptile i nakon vlatanja. Drugi je problem osjetljivost na bolest *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis pa je u slučaju zaraze potrebno izvršiti tretiranje. U jesen 2011. godine bilo je primjera da se jari ječam sijao u prvoj dekadi prosinca poslije žetve kukuruza. U tom razdoblju koje je bilo bez oborina usjev je nejednolično niknuo tako da je ta nejednoličnost usjeva bila problem tijekom čitave vegetacije, a što se u konačnici odrazilo ne samo na prinos, nego i na kvalitetu istoga.

**Qi i sur. (2005.)** istraživali su utjecaj roka sjetve na sadržaj proteina u zrnu, sadržaj hordeinske frakcije proteina i kvalitetu slada dvorednog jarog ječma. Istraživanje je obuhvaćalo deset komercijalnih kultivara s različitim udjelom proteina u zrnu, a analizirani su odnosi između prethodno navedenih svojstava. Pokus je proveden na pokušalištu Sveučilišta u Shihezi, Xinjiang, Kina, tijekom jedne (2004.) vegetacijske sezone. Pokus se sastojao od tri roka sjetve i to: 26. ožujka (D1), 10. travnja (D2) i 25. travnja (D3). Utvrđene su značajne razlike u sadržaju proteina u zrnu i B hordeina među rokovima sjetve, iako nije bilo razlike u sadržaju C hordeina i D hordeina. U prosjeku za deset sorata, varijante D3 i D1 imali su najviši, odnosno najniži sadržaj proteina u zrnu i B hordeina, što ukazuje da su pomaknuti rokovi sjetve doveli do povećanja sadržaja proteina u zrnu i B hordeina. Kultivar je, u odnosu na rok sjetve imao veći utjecaj na sadržaj proteina u zrnu i B hordeina. Aktivnost  $\beta$ -amilaze i dijestatička snaga povećali su se odgađanjem roka sjetve. Dakle, varijante D1 i D3 imali su najnižu, odnosno najveću aktivnost beta-amilaze i dijestatičku snagu. Negativna korelacija između B hordeina i ekstrakta slada može se objasniti činjenicom da je B hordein glavni čimbenik koji utječe na sadržaj proteina u zrnu.

**O'Donovan i sur. (2012.)** proveli su istraživanje tijekom tri vegetacijske sezone (2006., 2007. i 2008.) na osam lokacija u zapadnoj Kanadi. Lokacije su bile Fort Vermilion, Beaverlodge, Lacombe i Lethbridge AB, Canora, Scott i Indian Head, SK i Brandon MB. Ispitan je utjecaj dva jara roka sjetve (rani i kasni) na prinos i kvalitetu pivarskog ječma. Rezultati istraživanja sugeriraju da kasna sjetva u proljeće povećava rizik da ječam ne bude prihvatljiv za proizvodnju slada zbog povećanog sadržaja proteina.

Također, zaključili su sljedeće:

- a) Rok sjetve je utjecao na vrijeme zriobe i sadržaj proteina.
- b) U prosjeku, kasna sjetva je ubrzala zriobu za 5 dana odnosno skratila duljinu vegetacije i povećala sadržaj proteina za prosječno 0,5 %.
- c) Veća je vjerojatnost da će kasna sjetva smanjiti krupnoću zrna.
- d) Rana sjetva nije značajno utjecala na prinos zrna ječma.

Isti autor također navodi da postoje brojna istraživanja (Ciha, 1983.; Lauer i Partridge, 1990.; Weston i sur. 1993.; Juskiw i Helm, 2003.; McKenzie i sur. 2005.) provedena u Sjevernoj Americi koja ističu da relativno rana sjetva pivarskog ječma u proljeće često rezultira povećanim prinosom poboljšane kvalitete slada, te nižim sadržajem proteina u zrnu.

**McKenzie i sur. (2005.)** su u južnoj Alberti od 2001. do 2003. godine istraživali utjecaj roka sjetve i gustoće sklopa na prinos i kvalitetu sedam različitih kultivara pivarskog ječma (četiri dvoredna i tri šestoredna kultivara). U pokusu su provedena tri roka sjetve u intervalima od 10 dana. Ovisno o vremenskim uvjetima i stanju tla prvi rok je proveden između 26. travnja i 16. svibnja. U gnojidbi dušikom aplicirana je urea (46 % N) u količini 0, 40, 80, 120 i 160 kg N/ha. Autori su zaključili sljedeće:

- e) Odgađanje sjetve za približno 20 dana je rezultiralo smanjenjem prinosa u prosjeku za 20 % i to uslijed suše.
- f) Kasna sjetva nije značajno utjecala ili je neznatno povećala sadržaj proteina u zrnu.
- g) Dvoredni kultivari su imali veći udio krupnijih zrna od šestorednih kultivara. Najveći utjecaj dušičnih gnojiva zabilježen je 2003. godine kada je krupnoća zrna smanjena za 38 %.
- h) Rok sjetve i gustoća sklopa su imali značajan utjecaj na veličinu zrna dok interakcija navedenih svojstava nije imala značajan utjecaj. U prvoj godini pokusa kasnija sjetva je rezultirala krupnijim sjemenom, a u druge dvije godine krupnoća je bila smanjena ili nepromijenjena.
- i) Sušni uvjeti tijekom 2001. i 2003. godine su povećali sadržaj proteina u zrnu.
- j) Kasna sjetva 2001. i 2003. godine je rezultirala povećanim sadržajem proteina u zrnu.
- k) Najznačajnije agrotehničke mjere za proizvodnju pivarskog ječma u južnoj Alberti bile su: rana sjetva i gnojidba dušikom prilagođena očekivanim oborinama i raspoloživom dušiku u tlu.

**Xihuan i sur. (2008.)** su proučavali utjecaj roka sjetve i norme sjetve dvaju kultivara pivarskog ječma introduciranih iz Francuske. Rezultati su pokazali da su broj klasova, masa 1000 zrna i prinos zrna smanjeni s odgođenom, odnosno kasnijom sjetvom u jesen. Navode da je optimalan rok sjetve bio početak listopada (03. listopada).

**Potterton i McCabe (2018.)** napominju da su genetika odnosno kultivar, tip tla i okolišni uvjeti glavni čimbenici koji utječu na proizvodnju pivarskog ječma s niskim sadržajem proteina. U pokusu je sorta dvorednog jarog pivarskog ječma sijana u dva roka sjetve (ožujak i travanj) te su primijenjene 4 različite količine dušika u gnojdbi (90, 110, 130 i 150 kg N/ha). Pokus je proveden tijekom tri vegetacijske sezone (2014., 2015. i 2016.). Raniji rok sjetve rezultirao je višim prosječnim prinosom zrna ječma (7,98 t/ha) u usporedbi s prinosom kasnijeg roka sjetve (7 t/ha). Raniji rok sjetve je značajno utjecao na poboljšanje sljedećih parametara kvalitete slada: topljivi ekstrakt, fermentacijski ekstrakt, predviđen prinos alkohola i fermentabilnost. Kasniji rok sjetve je povećao dijastatičku snagu i sadržaj topivog dušika. Autori navode da je vjerojatnost proizvodnje jarog pivarskog ječma s nižim sadržajem proteina i boljom kvalitetom slada veća u ranijem roku sjetve. U ranijem roku sjetve je olakšana iskoristivost većih količina dušičnih gnojiva, što je rezultiralo većim prinosom zrna uz zadovoljavajući sadržaj proteina za proizvodnju slada.

U Urugvaju, **Baethgen i sur. (1995.)** proveli su 11 poljskih pokusa s jarim pivarskim ječmom tijekom dvogodišnjeg razdoblja. Autori izvješćuju da je gnojidba dušikom relativno malo utjecala na masu 1000 zrna. Međutim, u određenom broju pokusa utvrdili su smanjenje mase 1000 zrna u slučajevima kada je gustoća klasova iznosila više od 800/m<sup>2</sup>. Posljedično, temeljem njihovih rezultata dobivena je negativna korelacija ( $r = -0,47$ ,  $P < 0,01$ ) između broja klasova i mase 1000 zrna.

**Magliano i sur. (2014.)** proveli su četiri poljska pokusa s pivarskim ječmom (kultivar Scarlett) u regiji Pampean, na sjeveru provincije Buenos Aires, Argentina, između 2005. i 2008. godine. Pokusi su uspostavljeni na poljoprivrednim poljima u sustavu bez obrade tla (no-till), a agrotehničke mjere su provedene kako farmeri rade svake godine u proizvodnji pivarskog ječma na svome gospodarstvu. Pokusi su sijani početkom srpnja (sjetva na međuredni razmak od 17,5 cm), a žetva je obavljena krajem studenog. Pretkultura je bila soja u svakoj varijanti pokusa. Tretmani su bili tri razine dostupnosti dušika u sjetvi (primjena ureje u sjetvi):

- 1) N0: bez dodavanja dušika
- 2) N1: dodana je količina dušika da se postigne 100 kg N/ha (uzimajući u obzir N u tlu do 60 cm dubine i N iz gnojiva)
- 3) N2: dodana je količina dušika da se postigne 160 kg N/ha (uzimajući u obzir N u tlu do 60 cm dubine i N iz gnojiva)

Svaki uzorak zrna razdvojen je u četiri frakcije veličine zrna: > 2,8 mm (frakcija 1), 2,8 – 2,5 mm (frakcija 2), 2,5 – 2,2 mm (frakcija 3) i < 2,2 mm (frakcija 4).

Prinos zrna kretao se od 1,5 do 6,5 Mg (t) ha<sup>-1</sup>, a sadržaj proteina u zrnu od 6,8 do 13,4 %. Lokacije na kojima je zabilježena veća količina oborina tijekom vegetacije (i u razdoblju od 30 dana prije cvatnje do zrelosti) imala su veći prinos zrna i manji sadržaj proteina. Najmanja veličina zrna (63 %) zabilježena je na lokalitetu gdje je bilo i najmanje oborina (ukupno i u razdoblju nakon cvatnje). Na lokalitetu s najvećom količinom oborina i prinosom zrna utvrđeno je sitnije zrno, a što autori povezuju sa manjom veličinom zrna formiranih na sekundarnim izbojima („*secondary tillers*“). Dostupnost dušika utjecala je na prinos zrna, bez značajne interakcije između lokacije i razine dušika. U prosjeku za sva pokusna mjesta, prinos zrna u tretmanu N2 bio je veći za 8,2 % od tretmana N0, dok nije bilo razlike između tretmana N0 i N1. Dodavanje dušika povećalo je sadržaj proteina u zrnu na tri od četiri pokusna mjesta. Sadržaj proteina u zrnu bio je negativno povezan s veličinom zrna ( $r = -0,58$ ) i prinosom zrna ( $r = -0,48$ ). Razlika u sadržaju proteina u zrnu između sitnijih i krupnijih zrna u uzorcima sa sadržajem proteina > 11 % iznosila je 1,15 %, što je malo u usporedbi s učinkom okoline, budući da se sadržaj proteina u cijelom uzorku kretao od 6,8 do 13,4 %.

### 3. Materijali i metode

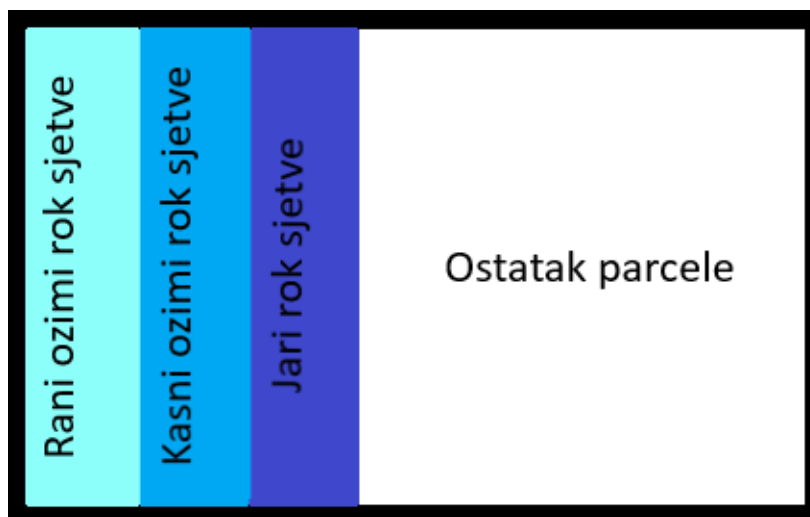
#### 3.1. Tretmani i lokacije istraživanja

Istraživanje je provedeno tijekom vegetacijske sezone 2021./2022. godine na dva lokaliteta, u dvije županije. Pokus je postavljen na pokušalištu „Maksimir“ koje se nalazi u sklopu Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i u Vukovarsko-srijemskoj županiji na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Kadoić Borna u Jarmini, na parceli površine 10,42 hektara, arkod ID parcele: 1966935.

Poljski pokus na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu se ne iznosi u rezultatima jer su tijekom razdoblja od sjetve do početka busanja utvrđene velike štete od ptica, odnosno vrana (*Corvus corone*) na osnovnu komponentu prinosa (broj biljaka po jedinici površine). Smanjenje broja izniklih biljaka uslijed šteta od vrana iznosilo je 83 % u ranom ozimom roku sjetve do 54 % u jarom roku sjetve.

Na lokalitetu Jarmina provedene su tri varijante pokusa (Slika 3.1.1.) koje obuhvaćaju dva ozima roka sjetve i jedan jari, odnosno proljetni rok sjetve. Prvu varijantu predstavlja preporučeni rok sjetve za ozimi višeredni (stočni) ječam od 01. do 10. listopada, a druga varijanta je preporučeni rok sjetve za sortu pivarskog ječma Planet od 20. listopada do 10. studenog. Preporučeni rok sjetve za treću varijantu, odnosno jari rok sjetve, je kraj veljače i početak ožujka. Veličina osnovne parcele iznosila je 1 800 m<sup>2</sup> (dužina 300 m, širina 6 m).

Slika 3.1.1. Shematski prikaz pokusa na lokalitetu Jarmina



### 3.2. Agrotehničke mjere u poljskom pokusu

Za postizanje visokih i stabilnih prinosa pivarskog ječma potrebno je obradom tla formirati supstrat povoljnih fizikalnih osobina kako bi se obavila kvalitetna sjetva i postiglo brzo i ujednačeno klijanje i nicanje. Također, važno je prilagoditi provođenje agrotehničkih mjera vremenskim uvjetima, svojstvima i stanju tla, te zahtjevima i potrebama biljke tijekom cijelog proizvodnog procesa.

Pretkultura je bio kukuruz namijenjen za siliranje cijele biljke. U predsjetvenoj gnojidbi pretkulture aplicirano je 300 kg NPK 15-15-15/ha i 300 kg UREE/ha, te u prihrani 150 kg KAN/ha i 100 kg UREE/ha. Žetva pretkulture, odnosno siliranje kukuruza obavljeno je 20. kolovoza 2021. godine.

Poznato je da obrada tla ovisi o žetvi pretkulture te se nakon žetve ranijih predusjeva preporučuju dva oranja, pliće nakon žetve pretkulture i osnovno oranje dva do tri tjedna prije sjetve. Zbog sušnog ljetnog razdoblja osnovna obrada nije bila izvediva sve do akumuliranja 70 mm oborina između 09. i 12. listopada. Osnovna obrada tla za rani ozimi rok sjetve provedena je 15. listopada 2021. godine trobraznom plugom okretačem marke Lemken, model Opal 110 na dubinu 25 cm (slika 3.2.1.). Istim oruđem je 10. studenog obavljena osnovna obrada tla za kasni ozimi i jari rok sjetve.



Slika 3.2.1. Osnovna obrada tla.



Ubrzo nakon osnovne obrade da bi stvorili rastresit površinski sloj uslijedila je predsjetvena priprema tla sjetvospremačem. Predsjetvena priprema tla za jari rok sjetve obavljena je kada se ratilima moglo ući u tlo uz minimalno zbijanje tla (11.02.2022.) (slika 3.2.2.).



Slika 3.2.2. Predsjetvena priprema tla za jari rok sjetve.

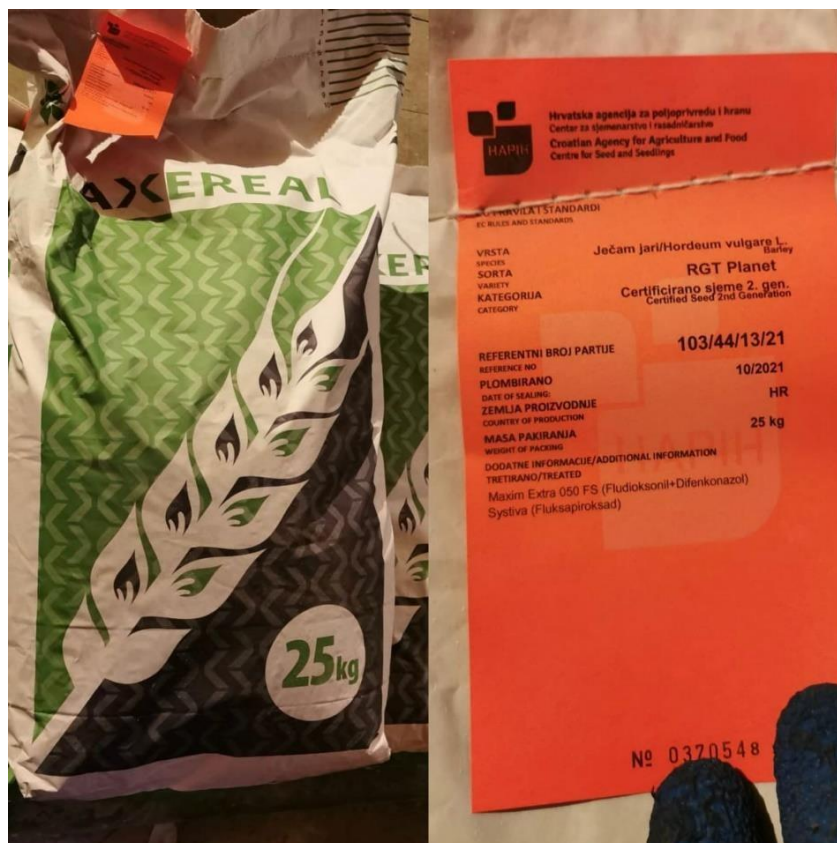


U osnovnoj gnojidbi aplicirano je 250 kg Physio mescala G18/ha proizvođača Timac agro koji sadrži 18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 % CaO, 5 % MgO i 6 % SO<sub>3</sub>. Osnovna gnojidba bila je ista u sve tri varijante pokusa. Provedena je rasipačem umjetnog gnojiva marke Amazone, model ZA-X 903 (slika 3.2.3.).



Slika 3.2.3. Rasipač umjetnog gnojiva.

U pokusu je bila zasijana srednje rana sorta ječma Planet (slika 3.2.4.), tvrtke Axereal Croatia. Sorta Planet je fakultativni pivarski ječam izvanrednih sladarskih osobina (slad odlične kvalitete, dobra kalibracija i nizak sadržaj proteina) te ima visok potencijal prinosa. Biljka je srednjeg rasta odlične tolerancije na biljne bolesti i tolerantna na polijeganje (Axereal.hr).



Slika 3.2.4. Pakiranje (lijevo) i deklaracija (desno) sjemena sorte Planet.

Prihrana svake varijante pokusa je obavljena dušičnim gnojivom KAN (kalcijev amonijev nitrat, 27 % N) proizvođača Genesis. U tablici 3.2.1. prikazana je količina apliciranog gnojiva te vrijeme provedbe svake prihrane i varijante pokusa. Tijekom vegetacijske sezone 2021./2022. godine u zimskom periodu zabilježen je nedostatak oborina. Prva prihrana je obavljena nakon što je temperatura par dana bila oko 5 °C i neposredno prije najavljenih oborina. Na lokalitetu Jarmina tijekom ožujka nije bilo oborina i zbog toga je druga prihrana obavljena krajem istog mjeseca.

Tablica 3.2.1. Količina i vrijeme primjene dušičnih gnojiva.

| Varijanta              |                | Količina (kg/ha) | Datum       |
|------------------------|----------------|------------------|-------------|
| Rani ozimi rok sjetve  | Prva prihrana  | 100              | 25.02.2022. |
|                        | Druga prihrana | 130              | 30.03.2022. |
| Kasni ozimi rok sjetve | Prva prihrana  | 100              | 25.02.2022. |
|                        | Druga prihrana | 130              | 30.03.2022. |
| Jari rok sjetve        | Prva prihrana  | 100              | 30.03.2022. |
|                        | Druga prihrana | 100              | 16.05.2022. |

Sjetva je obavljena traktorom marke Zetor, model 4340 i sijačicom Amazone D7 Special. Za postizanje norme sjetve od 400 klijavih zrna/m<sup>2</sup> potrebno je imati podatke o klijavosti sjemena (slika 3.2.5.) i masi 1000 sjemenki. Klijavost sjemena za rani ozimi i jari rok sjetve iznosila je 96 %, a masa 1000 sjemenki iznosila je 45,6 g. Klijavost sjemena za kasni ozimi rok iznosila je 86 %, a masa 1000 sjemenki bila je 55 g. U tablici 3.2.2. prikazana je norma i vrijeme sjetve svake varijante pokusa.



Slika 3.2.5. Test klijavosti sjemena pivarskog ječma, sorta Planet.

Tablica 3.2.2. Norma i vrijeme sjetve.

| <b>Varijanta</b>       | <b>Norma sjetve (kg/ha)</b> | <b>Vrijeme sjetve</b> |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Rani ozimi rok sjetve  | 210                         | 17.10.2021.           |
| Kasni ozimi rok sjetve | 250                         | 13.11.2021.           |
| Jari rok sjetve        | 210                         | 11.02.2022.           |

Dominantni korovi na lokalitetu Jarmina (slika 3.2.6.) bili su obična mišjakinja (*Stellaria media* (L.) Vill), prava kamilica (*Matricaria chamomilla* L.), slakoperka (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.), crvena mrtva kopriva (*Lamium purpureum* L.) i ljepljiva broćika (*Galium aparine* L.). Znajući korovnu floru odabrana su tri herbicida. Lancelot 450 WG je primijenjen u zaštiti ranog ozimog roka sjetve, a Starane forte i Axial 50 EC u zaštiti kasnog ozimog i jarog roka sjetve (Tablica 3.2.3.).





Slika 3.2.6. Korovi u usjevu pivarskog ječma.

Tablica 3.2.3. Doza i vrijeme primjene herbicida.

| Varijanta              | Naziv sredstva  | Doza     | Vrijeme primjene |
|------------------------|-----------------|----------|------------------|
| Rani ozimi rok sjetve  | Lancelot 450 WG | 33 g/ha  | 26.02.2022.      |
| Kasni ozimi rok sjetve | Starane forte   | 0,6 L/ha | 23.04.2022.      |
|                        | Axial 50 EC     | 0,7 L/ha | 25.04.2022.      |
| Jari rok sjetve        | Starane forte   | 0,6 L/ha | 26.04.2022.      |
|                        | Axial 50 EC     | 0,7 L/ha | 28.04.2022.      |

Zaštita od biljnih bolesti svih varijanata u pokusu obavljena je u fazi zastavice fungicidom Elatus era u količini od 0,7 L/ha te je u istoj fazi primijenjen insekticid Cythrin max u dozi od 0,05 L/ha. Prskanje je obavljeno traktorom marke Zetor, model 4340 i prskalicom Biardzki uz utrošak 200 L vode/ha.

Žetva svake varijante pokusa obavljena je komabajnom DEUTZ-FAHR model 6060 HTS (slika 3.2.7.) radnog zahvata adaptera od 5,4 m. U tablici 3.2.4. prikazano je vrijeme žetve usjeva.

Tablica 3.2.4. Vrijeme žetve usjeva.

| <b>Varijanta</b>       | <b>Datum žetve</b> |
|------------------------|--------------------|
| Rani ozimi rok sjetve  | 15.06.2022.        |
| Kasni ozimi rok sjetve | 20.06.2022.        |
| Jari rok sjetve        | 28.06.2022.        |



Slika 3.2.7. Žetva pivarskog ječma.

### 3.3. Opažanja, mjerenja i analize

Tijekom poljskih pokusa provedene su različite analize i mjerenja predviđena planom istraživanja. Nakon sjetve prvo je opažano nicanje i to početak (niknulo 10 % biljaka) i puno (niknulo > 50 % biljaka) nicanje usjeva. Za rani ozimi rok sjetve početak nicanja opažen je krajem listopada, a puno nicanje 03. studenoga 2021. godine (slika 3.3.1.). Za kasni ozimi rok sjetve početak nicanja opažen je tek početkom prosinca, a zbog niskih temperatura zraka nicanje je bilo produženo tako da je puno nicanje usjeva utvrđeno 27. prosinca 2021. godine. Za jari rok sjetve početak nicanja opažen je krajem veljače, dok je puno nicanje utvrđeno 17. ožujka 2022. godine (slika 3.3.2.).



Slika 3.3.1. Nicanje ječma u ranom (lijevo) i kasnom (desno) ozimom roku.





Slika 3.3.2. Puno nicanje pivarskog ječma posijanog u jaram roku.

Broj izniklih biljaka utvrđen je brojanjem svih biljaka u dva susjedna reda na dužini od 1 metar i to na četiri različita mjesta u parceli. Nakon nicanja praćena je pojava korova, bolesti i štetnika i to sve do žetve. Nakon klasanja započelo je i opažanje polijeganja usjeva. Neposredno pred žetvu uzeti su uzorci biljne mase za određivanje komponenti prinosa i gospodarskih svojstava. Na tri mjesta u svakoj parceli odrezane su sve vlati u razini tla na površini od 1 četvornog metra. Odrezane vlati ostavljene su na ceradi (slika 3.3.3.) minimalno četiri dana kako bi se biljna masa osušila do zrakosuhe mase.



Slika 3.3.3. Sušenje odrezanih vlati usjeva jarog roka sjetve.

Osušeni uzorci dostavljeni su na Agronomski fakultet u Zagrebu gdje je prvo utvrđen broj klasova (produktivnih vlati) u uzorku. Nakon toga utvrđena je ukupna masa uzorka u svrhu određivanja biološkog priroda (ukupna nadzemna masa usjeva). Zatim su uzorci, odnosno produktivne vlati (klasovi) ovršeni na stacionarnoj vršalici Wintersteiger LD 350 (slika 3.3.4.). Nakon vršidbe odvagana je masa zrna kako bi se utvrdio prinos ječma iz uzorka. Vrijednosti biološkog priroda i prinosa korištene su za izračun žetvenog indeksa. Iz ovršenog zrna utvrđene su važna fizikalna, odnosno gospodarska svojstva zrna, i to hektolitarska masa i masa 1000 zrna. Masa 1000 zrna određena je brojanjem dva puta po 100 zrna. Hektolitarska masa utvrđena je klasičnom metodom (Schopperovom vagom).





Slika 3.3.4. Stacionirana vršalica Wintersteiger LD 350 korištena za vršidbu uzoraka pivarskog ječma.

Izvor: VirtualExpo Group

<https://www.agriexpo.online/prod/wintersteiger-ag/product-175745-20775.html> - pristup 12.09.2022.

Žetva pokusa na OPG-u Kadoić Borna obavljena je u tri različita roka (tablica 3.2.4.). Uzimajući u obzir širinu radnog zahvata kombajna i dužinu parcele izračunat je prinos zrna po jedinici površine. Ovršena masa zrna je izvagana na odgovarajućoj podnoj vagi. Odmah nakon žetve uzet je uzorak od oko 2 kg i odnijet na otkupnu stanicu Axereal Croatia u mjestu Ada. Na otkupnom mjestu utvrđen je sadržaj vode u zrnu na uređaju Infratec TM 1214 Grain Analyzer (slika 3.3.5.). Nakon toga uzorci zrna dostavljeni su na Agronomski fakultet gdje je utvrđena hektolitarska masa i masa 1000 zrna. Na kraju su na uzorcima zrna određeni i parametri pivarske kvalitete i to: veličinu zrna, mehaničku čistoću i primjese drugih vrsta. Za određivanje veličine zrna korištena su sita tvrtke Pfeuffer (izrađena prema ISO standardu 5223) i to veličine (promjera) 2,2 mm, 2,5 mm i 2,8 mm. Za svaku od frakcija zrna utvrđena je i masa 1000 zrna.



Slika 3.3.5. Infratec TM 1214 Grain Analyzer.

Izvor: VirtualExpo Group

<https://www.agriexpo.online/prod/foss/product-171680-14507.html> - pristup 12.09.2022.

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Gustoća sklopa u nicanju, fenofaze usjeva i broj klasova u žetvi

Najveći broj izniklih biljaka utvrđen je za rani ozimi rok sjetve i iznosio je 400 na četvorni metar. Preporučena gustoća sjetve za uzgajanu sortu iznosila je 400 klijavih zrna na četvori metar. Uspoređujući ova dva podatka može se zaključiti da je praktički svaka posijana sjemenka iznikla. Ti rezultati ukazuju na kvalitetno obavljenu sjetvu, te da su bili vrlo povoljni vremenski uvjeti od sjetve do nicanja. U Kanadi, O'Donovan i sur. (2011.) potiču proizvođače na sjetvu većih količina sjemena (400 sjemenki/m<sup>2</sup>) jer to rezultira u nižem sadržaju proteina i većom ujednačenošću zrna pivarskog ječma u usporedbi sa sjetvom 200 sjemenki/m<sup>2</sup>. Puno nicanje usjeva iz ranog ozimog roka u mom pokusu opaženo je već 17 dana nakon sjetve, što se smatra povoljnim. U kasnom ozimom roku sjetve utvrđeno je osjetno manje izniklih biljaka (330 na četvorni metar), odnosno za oko 20-ak % manja vrijednost u usporedbi s ranijim ozimim rokom. Slabije nicanje u kasnom ozimom roku posljedica je relativno nepovoljnih vremenskih uvjeta jer je nakon sjetve nastupio duži period niskih temperatura. Zbog toga je puno nicanje opaženo tek 44 dana nakon sjetve. Produženi period nicanja u slučaju kasnije sjetve u jesen utvrdili su i drugi autori (Alasić, 2012.; Đurić i sur. 2009.; Kirby i sur. 1982.). Dobro je poznato da se pri zakašnjelim i kasnim rokovima sjetve u jesen treba povećati gustoća sjetve, odnosno količina sjemena za sjetvu. No, u provedenim istraživanjima protokolom je predviđena identična, odnosno preporučena norma sjetve od tvrtke Axereal Croatia i to kako u jesenskim (ozimim) tako i u jarom roku sjetve.

U jarom roku sjetve izbrojano je 375 biljaka/m<sup>2</sup>, što je niže od ranog ozimog roka, ali više od kasnog roka sjetve. Veći broj biljaka u jarom roku sjetve u odnosu na kasni ozimi rok sjetve ukazuje na relativno povoljne uvjete u periodu od sjetve do nicanja. Na povoljne uvjete u jarom roku indirektno upućuje i podatak o broju dana od sjetve do punog nicanja, a koji je iznosio 34.

Usjev iz ranog ozimog roka sjetve prešao je iz busanja u vlatanje početkom travnja (tablica 4.1.1.) što je bilo 10-ak dana ranije od usjeva iz kasnog ozimog roka, te dva tjedna ranije od usjeva posijanog u jarom roku sjetve. Vlatanje je fenofaza usjeva tijekom koje dolazi do jako velikog povećanja nadzemne mase usjeva i lisne površine usjeva. Ukoliko tijekom vlatanja dođe do nedostatka vode ili dušika to će u pravilu skratiti visinu stabljike u klasanju. U mom pokusu fenofaza klasanja nastupila je 26. travnja 2022. godine za usjev iz ranog ozimog roka sjetve (tablica 4.1.1.). Kao što je i očekivano, najkasniji prelazak iz vlatanja u klasanje opažen je za jari usjev pivarskog ječma (slika 4.1.2.), a što je utvrđeno 23. svibnja 2022. godine, odnosno skoro mjesec dana nakon usjeva iz ranog ozimog roka sjetve. Ovi rezultati jasno ukazuju da su se fenofaze usjeva, važne za formiranje prinosa (od vlatanja do klasanja i završetka nalijevanja zrna), odvijale u različitim vremenskim razdobljima tijekom vegetacijske sezone.

Tablica 4.1.1. Određivanje glavnih fenofaza usjeva (nicanje, vlatanje i klasanje).

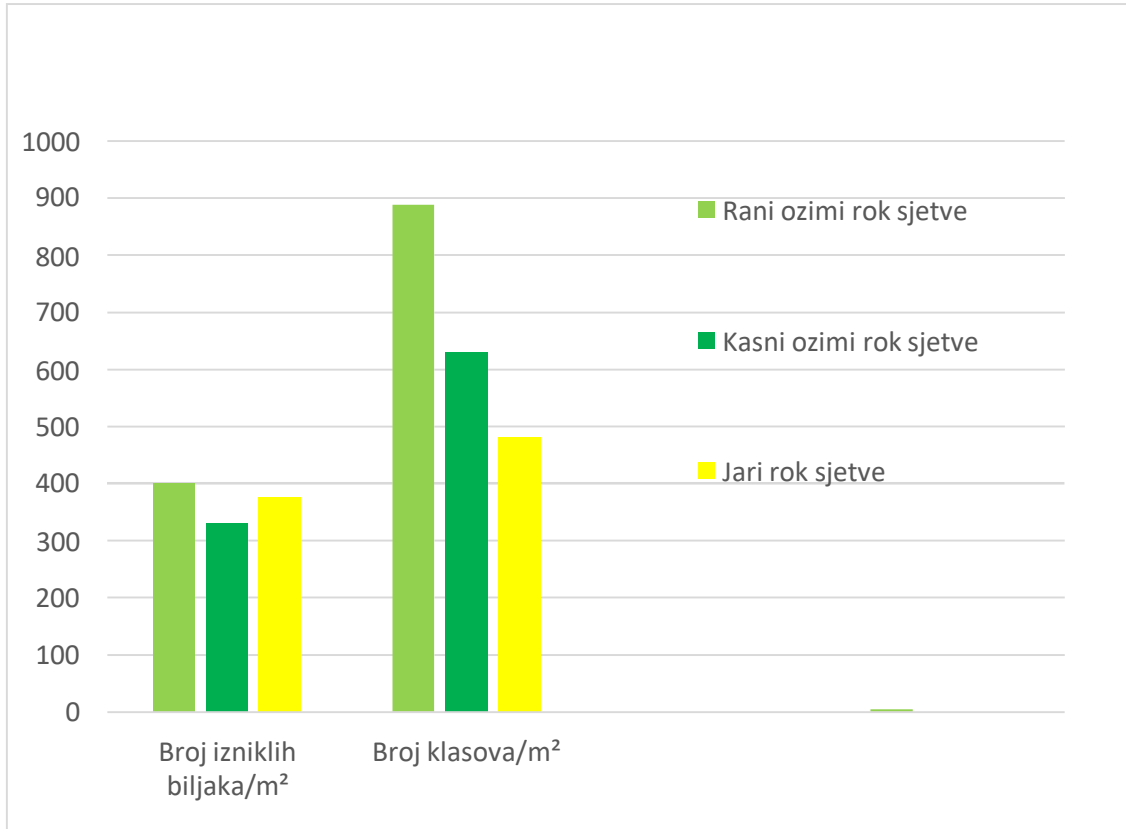
| Varijanta pokusa       | Datum        |              |             |
|------------------------|--------------|--------------|-------------|
|                        | Puno nicanje | Vlatanje     | Klasanje    |
| Rani ozimi rok sjetve  | 03.11.2021.  | 01. 04.2022. | 26.04.2022. |
| Kasni ozimi rok sjetve | 27.12.2021.  | 10.04.2022.  | 08.05.2022. |
| Jari rok sjetve        | 17.03.2022.  | 15.04.2022.  | 23.05.2022. |



Slika 4.1.2. Pivarski ječam proizveden u različitom roku sjetve u fenofazi vlatanja.

Slično kao za broj izniklih biljaka (graf 4.1.1), najveća gustoća sklopa odnosno broj klasova neposredno pred žetvu utvrđen je za rani ozimi rok (888 klasova/m<sup>2</sup>). Osjetno niži broj klasova (629 klasova/m<sup>2</sup>) izbrojan je za kasni ozimi rok. Iako je jari rok imao veći broj izniklih biljaka od kasnog ozimog, u prvom je utvrđena najniža gustoća sklopa od sva tri istraživana roka i iznosila je svega 480 klasova/m<sup>2</sup>. Glavni razlog smanjenog broja klasova po jedinici površine u jarnom roku sjetve je kraće razdoblje vegetacije od nicanja do busanja, odnosno vlatanja, u usporedbi sa sjetvom usjeva u jesenskim rokovima.

U ovom istraživanju gustoća sklopa za jari rok sjetve bila je za 45 % niža u odnosu na rani ozimi rok. Smanjenje gustoće sklopa pred žetvu, odnosno broja formiranih klasova može se povezati sa smanjenim potencijalom nabusavanja u slučaju kasnije sjetve u jesen, te kod sjetve u proljeće u usporedbi sa sjetvom u jesen.



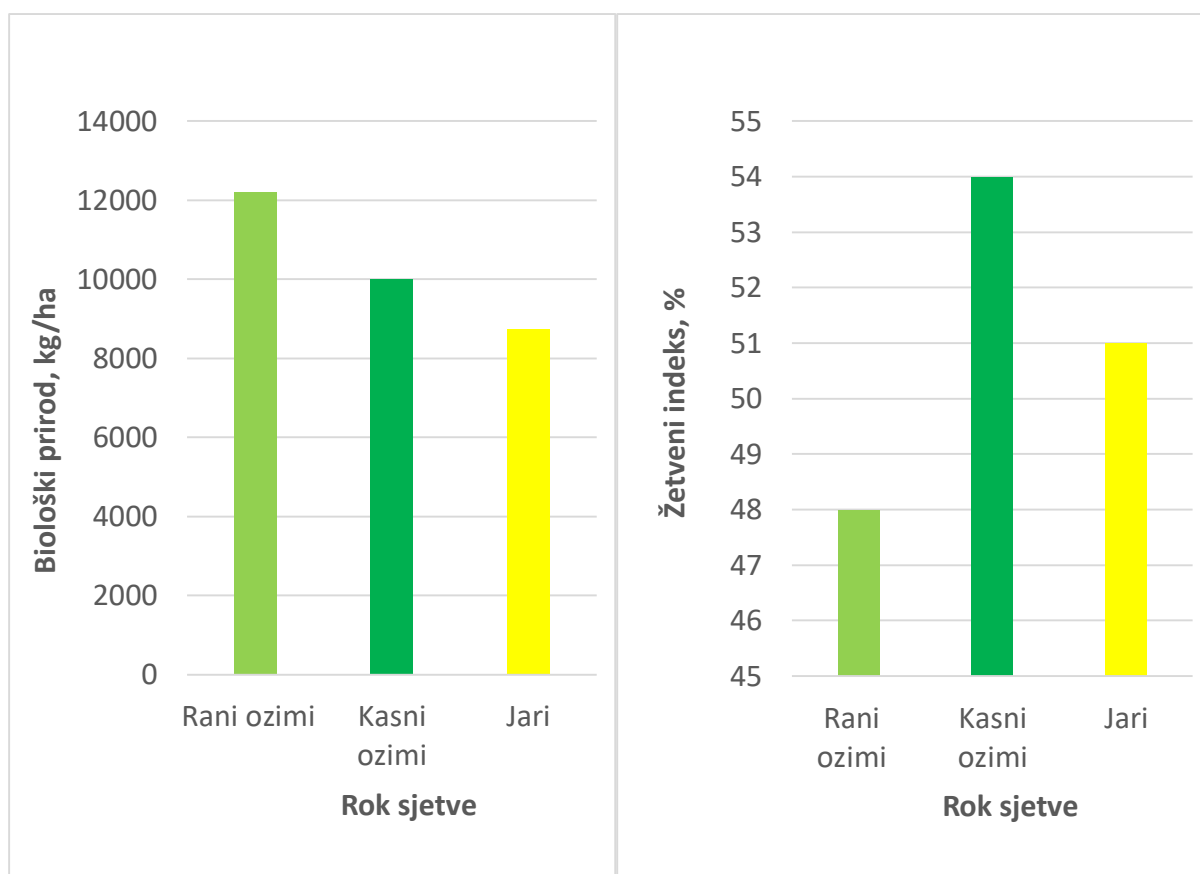
Graf 4.1.1. Gustoća sklopa u nicanju i žetvi.

LSD (0,05) za broj izniklih biljaka = 32 biljaka/m<sup>2</sup>

LSD (0,05) za broj klasova u žetvi = 149 klasova/m<sup>2</sup>

## 4.2. Biološki prirod i žetveni indeks

Najveći biološki prirod utvrđen je u ranom ozimom roku sjetve i iznosio je 12 190 kg/ha. Osjetno niži biološki prirod (10 000 kg/ha) utvrđen je u kasnom ozimom roku sjetve. Statistički najmanji biološki prirod od svega 8 740 kg/ha utvrđen je za jari rok sjetve (graf 4.2.1.). Ovi rezultati ukazuju da je došlo do značajnog pada vrijednosti ukupno proizvedene nadzemne mase usjeva u slučaju kasne sjetve u jesen te pri sjetvi u rano proljeće. Smanjenje biološkog priroda iznosilo je relativno velikih 28 % (3 450 kg/ha). Za razliku od biološkog priroda, žetveni indeks je imao praktički obrnutu reakciju. Statistički najniža vrijednost od 47,9 % utvrđena je za rani ozimi rok sjetve. Najveći žetveni indeks (53,8 %) imao je usjev pivarskog ječma posijan u kasnom ozimom roku. Za jari rok sjetve žetveni indeks iznosio je 50,8 %. Dobivene vrijednosti žetvenog indeksa (od 47,9 do 53,8 %) u suglasju su s rezultatima drugih autora (Boukerrou i Rasmusson, 1990.; Peltonen Sainio i sur. 2008.; Kemanian i sur. 2007.).



Graf 4.2.1. Biološki prirod i žetveni indeks pivarskog ječma u različitim rokovima sjetve.

LSD (0,05) za biološki prirod = 1480 kg/ha

LSD (0,05) za žetveni indeks = 6,8 %

Podatci ovog istraživanja upućuju da je udio prinosa u biološkom prirodu relativno stabilno svojstvo i da iznosi oko 50-ak %. Drugim riječima u usjevu kod kojeg je biološki prirod 10 000 kg/ha (kao što je to bio slučaj za kasni ozimi rok) prinos zrna je oko 5 000 kg. Prema rezultatima vidljivo je da je žetveni indeks relativno stabilno svojstvo uzgajanog kultivara (sorte) i da posljedično malo varira ovisno o ekološkim čimbenicima, pa tako i o roku sjetve.



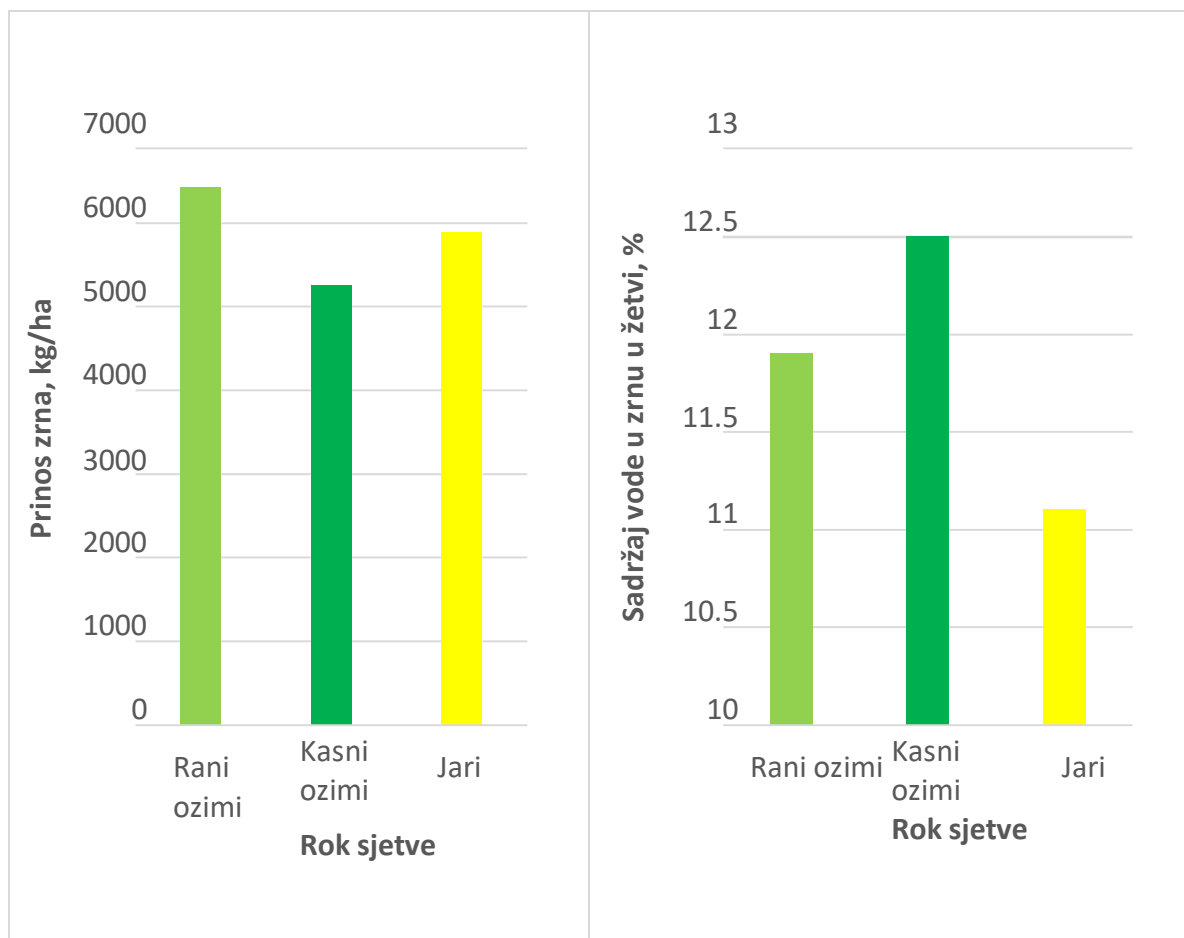
### 4.3. Prinos zrna

Dobro je poznato da je ječam najranija strna žitarica, pa tako u Hrvatskoj žetva usjeva ječma najčešće počinje oko 10 i više dana prije žetve pšenice. U provedenom pokusu žetva ranog ozimog roka obavljena je već 15. lipnja 2022. godine. Požeti usjev je već tada bio u punoj tehnološkoj zrelosti (slika 4.3.1.) na što ukazuju podatci za sadržaj vode u zrnu u žetvi (11,9 %) (Graf 4.3.1.). Žetva kasnog ozimog roka obavljena je pet dana kasnije, također u punoj tehnološkoj zrelosti. Najkasniji rok žetve bio je za jari rok (28.06.2022.), a tog je dana započeta i žetva pšenice na OPG-u Kadoić Borna.



Slika 4.3.1. Klas pivarskog ječma proizvedenog u različitom roku sjetve.





Graf 4.3.1 Prinos zrna i sadržaj vode u zrnu u žetvi pivarskog ječma.

Prinos zrna po jedinici površine najvažnije je gospodarsko svojstvo kod praktički svih ratarskih kultura. Najveći prinos zrna sa standardnim sadržajem vode u zrnu (13 %) utvrđen je za rani ozimi rok i iznosio je 6 429 kg/ha (graf 4.3.1.). Taj najviši prinos može se povezati s gustoćom sklopa, odnosno brojem produktivnih vlati po jedinici površine. U prethodnim poglavljima vidljivo je da je rani ozimi rok imao najveći broj klasova po jedinici površine i posljedično najveći prinos zrna u provedenom pokusu. Ovaj najviši prinos ostvaren je unatoč tome što je usjev iz ranog ozimog roka imao najsitnije zrno (masa 1000 zrna iznosila je svega 30,7 g). Prema podacima Statističkog ljetopisa (Državni zavod za statistiku, 2022.) prosječni prinosi ječma u Hrvatskoj u razdoblju od 2015. do 2019. godine iznose 4,7 t/ha. Prinosi ostvareni u pokusu viši su od nacionalnog prosjeka, ali još uvijek relativno niski za suvremenu tehnologiju proizvodnje pivarskog ječma. U katalogu tvrtke Axereal Croatia nema podataka o genetskom potencijalu prinosa sorte Planet uzgajane u ovom pokusu. Navedeno je da sortu Calypso karakterizira visoka rodnost od 9 t/ha u intenzivnoj proizvodnji. Nadalje, u katalogu Poljoprivrednog instituta Osijek vidljivo je da većina sorata pivarskog ječma ima proizvodni potencijal od 11 i više tona zrna na hektar.

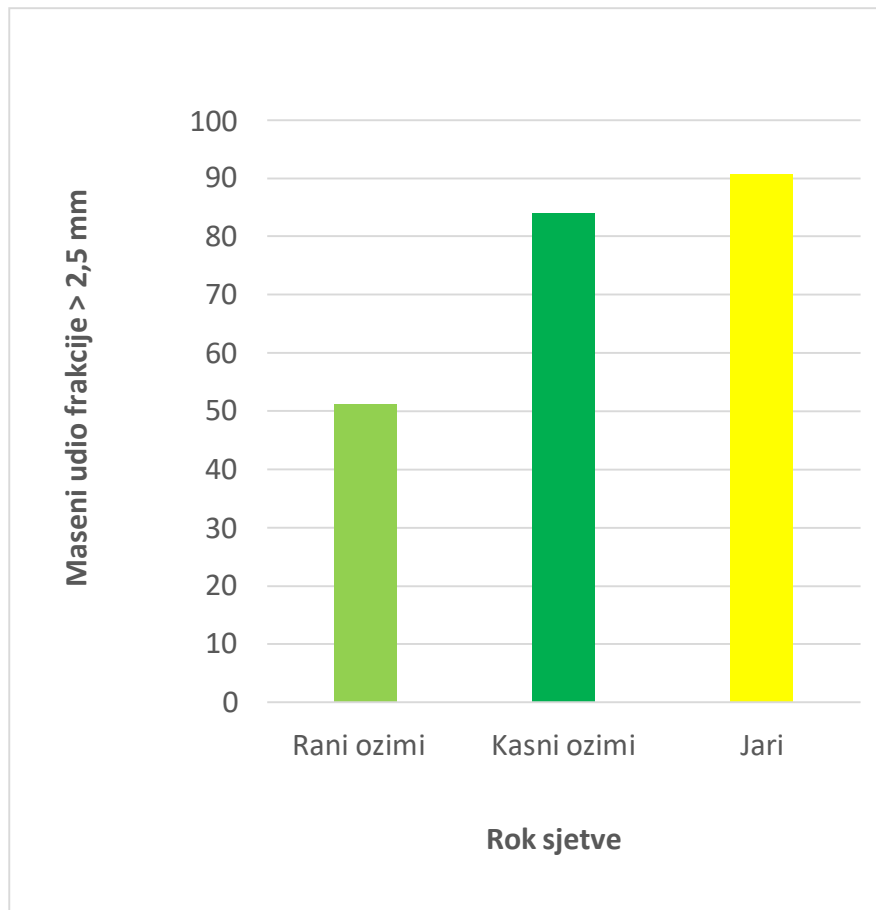
Najviši ostvareni prinos u ovom pokusu od 6 429 kg/ha je posljedično relativno nizak za suvremenu proizvodnju, a može se povezati s relativno nepovoljnim zemljišno-vremenskim čimbenicima tijekom vegetacije. Pokus je proveden na parceli, odnosno zemljištu gdje je pH iznosio 4,5, što ukazuje na kiselost tla (Alasić, 2012.). Dobro je poznato da ječam traži najbolje parcele s pH vrijednosti između 6 i 7. S obzirom na vremenske uvjete tijekom vegetacije, važno je istaknuti relativno dugotrajan sušni period u proljeće koji je u određenoj mjeri ograničio učinkovitost proljetnih prihrana dušikom. Nadalje nakon klasanja, odnosno tijekom sazrijevanja zrna nastupile su visoke temperature zraka (30 i više °C) što se nepovoljno odrazilo na formiranje ploda, odnosno prinosa. Na nepovoljne vremenske prilike, u određenoj mjeri i „prisilnu zriobu“ indirektno ukazuju i podatci o datumu žetve, koja je nastupila već 15. lipnja, što se smatra ranim rokom žetve čak i za ječam. Uobičajeno je da žetva u Hrvatskoj započinje od 20. lipnja. Za usporedbu žetva pivarskog ječma na OPG-u Kadoić Borna u prethodnoj vegetacijskoj sezoni (2020./2021.) započela je 22. lipnja 2021. godine. I rezultati stranih autora (Vahamidis i sur., 2017.) ukazuju da visoke temperature, odnosno nedostatak vode smanjuju prinos zrna pivarskog ječma. U pokusima provedenima u Grčkoj prinos zrna pivarskog ječma u uvjetima bez navodnjavanja iznosio je svega 3 220 kg/ha. U uvjetima navodnjavanja prinos zrna je porastao za 20,5 %, a što je najvećim dijelom bio rezultat veće mase 1000 zrna.

S obzirom na povezanost prinosa i gustoće sklopa u žetvi, brojni autori (Baethgen i sur. 1995.; Bekele i sur. 2020.) ukazali su da je broj klasova po jedinici površine najvažnija komponenta prinosa, odnosno da se prinos zrna smanjuje u nižim gustoćama sklopa i obrnuto. Na to upućuju i rezultati iz provedenog istraživanja jer su u nižim gustoćama sklopa ostvareni niži prinosi. Tako je primjerice kasni ozimi rok formirao prinos od svega 5 256 kg/ha, što je za oko 18 % niži prinos u usporedbi s ranim ozimim rokom. Taj niži prinos za 18 % rezultat je 29 % manjeg broja produktivnih vlati po jedinici površine. U jaram roku sjetve izvagano je prinos zrna od 5 892 kg/ha što je bilo neznatno više od kasnog ozimog roka. Interesantno je da je jari rok ostvario nešto veće prinose u usporedbi sa kasnim ozimim rokom, a unatoč činjenici da je usjev iz jarog roka imao najmanji broj klasova po jedinici površine u žetvi.

#### 4.4. Kvaliteta zrna

Pivarski ječam pri isporuci, odnosno otkupu mora zadovoljavati određene kriterije kvalitete. Od tih parametara kvalitete vjerojatno najvažniji je sadržaj proteina u zrnu, te zahtjevi otkupljivača navode da ukupan sadržaj proteina u zrnu može iznositi od 9 % do 11,5 % na suhu tvar. U ovom pokusu sadržaj proteina mjeren uređajem Infratec TM 1214 Grain Analyzer bio je unutar dozvoljenih vrijednosti za rani ozimi rok (11,3 %) i za jari (11,4 %) rok sjetve. Nešto viša vrijednost (11,6 %) izmjerena je za zrno pivarskog ječma proizvedenog u kasnom ozimom roku sjetve. Dobiveni rezultati za sadržaj proteina ukazuju na optimalnu tehnologiju proizvodnje i to naročito na gnojidbu dušikom. U svim rokovima sjetve primijenjene su dvije standardne proljetne prihrane dušikom (rana proljetne i polukasna). Ukupna gnojidba dušikom za ozime rokove sjetve iznosila je 62 kg čistog dušika na hektar, a ta cjelokupna doza dodana je putem dviju proljetnih prihrana. U proizvodnji pivarskog ječma mogu se primjenjivati i značajno veće količine dušičnih gnojiva i to čak do 202 kg N/ha (Lauer i Partridge, 1990.). Velike količine dušičnih gnojiva primijenili su i drugi autori i to od 120 kg N/ha (O'Donovan i sur. 2011.) do 160 kg N/ha (McKenzie i sur. 2005.). No, dobro je poznato da povećane količine dušičnih gnojiva mogu dovesti do povećanog, odnosno previsokog sadržaja proteina u zrnu (> 11,5 %). Pri prethodnoj navedenoj gnojidbi utvrđeni sadržaji proteina u zrnu iznosili su 15,8 % (Lauer i Partridge, 1990.), 12,9 % (McKenzie i sur., 2005.) i 12,5 %, (O'Donovan i sur., 2011.). Jedan od razloga nešto nižih količina dušičnih gnojiva u provedenom pokusu povezana je s predusjevom, a to je bio kukuruz namijenjen za silažu cijele biljke. U proizvodnji predusjeva (kukuruz) primijenjene su relativno visoke doze makrohraniva uključujući i dušik, pa je zbog potencijalnog rezidualnog djelovanja smanjena gnojidba dušikom u proizvodnji pivarskog ječma.

Nakon sadržaja proteina drugi najčešći limitirajući čimbenik kvalitete pivarskog ječma je veličina zrna. Sukladno zahtjevima domaćeg otkupljivača ječma (Axereal Croatia) pivarski ječam mora sadržavati minimalno 90 % zrna veličine preko 2,5 mm (frakcija prve klase). U provedenom pokusu ovaj parametar kvalitete zrna zadovoljio je samo usjev pivarskog ječma proizveden u jarom roku sjetve. Maseni udio frakcije prve klase (> 2,5 mm) iznosio je 90,7 % i sukladno tome može se zaključiti da je pivarski ječam iz jarog roka sjetve zadovoljio dva najvažnija kriterija kvalitete (sadržaj proteina i veličinu zrna prve klase). Relativno visoki udio frakcije prve klase imao je i pivarski ječam proizveden u kasnom ozimom roku sjetve (83,9 %). U ovakvim slučajevima kupac pivarskog ječma najčešće prihvaća robu, ali će na trošak prodavatelja zaračunati kalibraciju zrna. Međutim, pivarski ječam proizveden u ranom ozimom roku imao je jako nizak udio frakcije prve klase i to svega 51,1 % (graf 4.4.1.). Posljedično ovaj ječam ne bi bio otkupljen kao pivarski ječam unatoč tome što mu je sadržaj proteina niži od 11,5 %.



Graf 4.4.1. Utjecaj roka sjetve na maseni udio zrna pivarskog ječma veličine > 2,5 mm. LSD (0,05) = 6,3 %

Otkupljivač pivarskog ječma najčešće zahtijeva da je minimalni udio zrna prve klase (> 2,5 mm) minimalno 70 %. U masi zrna usjeva iz ranog ozimog roka utvrđeno je čak 18 % zrna veličine manje od 2,2 mm, dok je to kod drugih usjeva bilo manje od 4 % (tablica 4.4.1.). Posljedično usjev iz ranog ozimog roka imao je jako malo zrna veličine preko 2,8 mm (5,6 %), dok su usjevi iz kasnog ozimog i jarog roka imali 45,5 % i 69,8 % te frakcije u masi zrna, tim slijedom.

Interesantno je da je najveći maseni udio zrna veličine 2,5 – 2,8 mm utvrđen za rani ozimi rok sjetve (45,6 %). Međutim, taj usjev je imao najmanji udio frakcije > 2,8 mm (svega 5,6 %), pa posljedično nije zadovoljio kriterije kvalitete pivarskog ječma. Najveći udio zrna veličine > 2,8 mm utvrđen je za jari usjev i iznosio je visokih 69,8 %. Na važnost veličine, odnosno frakcije zrna ukazuju podatci za masu 1000 zrna. Tako primjerice zrno veličine < 2,2 mm ima masu 1000 zrna od oko 20-ak g (tablica 4.4.1.). Nasuprot tome, zrna veličine veće od 2,8 mm karakterizira masa 1000 zrna od oko 50 g.

Tablica 4.4.1. Masa 1000 zrna i maseni udio različitih frakcija zrna pivarskog ječma uzgojenog u različitim rokovima sjetve.

| Svojstvo zrna                           | Rok sjetve |             |       |
|---|------------|-------------|-------|
|   | Rani ozimi | Kasni ozimi | Jari  |
| Masa 1000 zrna u naturalnom prinosu, g  | 30,7       | 40,8        | 39,3  |
| Maseni udio frakcije < 2,2 mm, %        | 18,0       | 3,6         | 2,5   |
| Maseni udio frakcije 2,2-2,5 mm, %      | 30,9       | 12,4        | 6,8   |
| Maseni udio frakcije 2,5-2,8 mm, %      | 45,6       | 38,4        | 20,9  |
| Maseni udio frakcije > 2,8 mm, %        | 5,57       | 45,5        | 69,84 |
|   |            |             |       |
| Masa 1000 zrna u frakciji < 2,2 mm, g   | 22,7       | 22,2        | 20,0  |
| Masa 1000 zrna u frakciji 2,2-2,5 mm, g | 30,8       | 30,8        | 27,6  |
| Masa 1000 zrna u frakciji 2,5-2,8 mm, g | 39,3       | 40,4        | 36,7  |
| Masa 1000 zrna u frakciji > 2,8 mm, g   | 51,4       | 52,6        | 49,0  |
|   |            |             |       |

## 5. Zaključci

Na temelju provedenih jednogodišnjih poljskih pokusa zaključeno je:

- 1.) U usjevu posijanom u kasnom ozimom i jarom roku sjetve utvrđena je značajno niža gustoća sklopa (broj klasova) u žetvi u usporedbi s usjevom iz ranog ozimog roka sjetve. Usjev iz jarog roka sjetve imao je svega 480 klasova na četvorni metar, što je za 45 % niža gustoća sklopa u usporedbi s usjevom iz ranog ozimog roka sjetve.
- 2.) Najviši biološki prirod (12 190 kg/ha) i prinos zrna (6 429 kg/ha) ostvario je usjev uzgojen iz ranog ozimog roka sjetve. Međutim, usjev „pivarskog ječma“ proizveden u tom ranom ozimom roku sjetve nije udovoljio kriterijima kvalitete zbog preniskog sadržaja zrna veličine preko 2,5 mm, dok je sadržaj proteina bio zadovoljavajući, odnosno niži od 11,5 %. Nizak udio zrna prve klase može se povezati s najnižom masom 1000 zrna (30,7 g), a što je vjerojatno posljedica prevelikog broja klasova po jedinici površine u žetvi.
- 3.) Pivarski ječam proizveden u kasnom ozimom roku sjetve imao je neznatno viši sadržaj proteina (11,6 %), te manji udio frakcija prve klase (83,9 %) od zahtjeva otkuplivača.
- 4.) Kriterije kvalitete pivarskog ječma s obzirom na sadržaj proteina i veličinu zrna preko 2,5 mm ostvario je samo usjev ječma uzgojen u jarom roku sjetve, ali sa 22 % nižim prinosom zrna u usporedbi s usjevom iz ranog ozimog roka sjetve.
- 5.) Za razliku od biološkog priroda, prinosa i kvalitete zrna, u istraživanju nije utvrđen značajan utjecaj roka sjetve na vrijednost žetvenog indeksa.

## 6. Popis literature

1. Alasić, V., 2012. Sjetva jarog pivarskog ječma u jesenskom roku. *Glasnik Zaštite Bilja*, 35(5), pp.76-81.
2. Axereal Croatia, <<http://www.axereal.hr>> - pristup 09.08.2022.
3. Baethgen, W.E., Christianson, C.B. and Lamothe, A.G., 1995. Nitrogen fertilizer effectson growth, grain yield, and yield components of malting barley. *Field Crops Research*, 43(2-3), pp.87-99.
4. Bekele, S., Yoseph, T. and Ayalew, T., 2020. Growth, protein content, yield and yield components of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in response to seeding rate at Sinana District, Southeast Ethiopia. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(4), pp.61-71.
5. Birch, C.J. and Long, K.E., 1990. Effect of nitrogen on the growth, yield and grain protein content of barley (*Hordeum vulgare*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30(2), pp.237-242.
6. Boukerrou, L. and Rasmusson, D.D., 1990. Breeding for high biomass yield in spring barley. *Crop Science*, 30(1), pp.31-35.
7. Ciha, A.J., 1983. Seeding Rate and Seeding Date Effects on Spring Seeded Small Grain Cultivars 1. *Agronomy Journal*, 75(5), pp.795-799.
8. Coles, G.D., Jamieson, P.D. and Haslemore, R.M., 1991. Effect of moisture stress on malting quality in Triumph barley. *Journal of Cereal Science*, 14(2), pp.161-177.
9. Čović, M. and Švarc, M., 2003. Problemi koji se javljaju kod pivarskog ječma i slada u pivarskoj industriji. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi/PTEP*, 7(3-4), pp.92-92.
10. Državni zavod za statistiku (2022.). <http://www.dzs.gov.hr> - pristup 01.08.2022.
11. Đurić, N., Trkulja, V. and Prodanović, S., 2009. Oplemenjivanje i proizvodnja pivskog ječma stvorenog u Institutu PKB Agroekonomik. *Zbornik naučnih radova Instituta PKBAgroekonomik*, 15(1-2), pp.21-26.
12. Eagles, H.A., Bedggood, A.G., Panozzo, J.F. and Martin, P.J., 1995. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46(5), pp.831-844.
13. FAOSTAT (2022.). FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org> - pristup 01.08.2022.
14. Gaćeša, S., Starčević, Lj., Lazić, V., (1992.): Pivski ječam i slad. DP 20. oktobar Sladara, Bačka Palanka
15. Grant, C.A., Gauer, L.E., Bailey, L.D. and Gehl, D.T., 1991. Protein production and nitrogen utilization by barley cultivars in response to nitrogen fertilizer under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(4), pp.997-1009.
16. Gupta, M., Abu-Ghannam, N. and Gallagher, E. (2010): Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (3), 318–328.
17. Hrgović, S., 2006. Osnove agrotehnike proizvodnje ječma, zobi i raži. *Glasnik zaštite bilja*, 29(1), pp.15-32.

18. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, <https://www.hapih.hr/en/csr/sortne-liste/> - pristup 09.08.2022.
19. Jurković, D., Čosić, J., Vrandečić, K. (2016.): Pseudogljive i gljive ratarskih kultura, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
20. Juskiw, P.E. and Helm, J.H., 2003. Barley response to seeding date in central Alberta. *Canadian journal of plant science*, 83(2), pp.275-281.
21. Kemanian, A.R., Stöckle, C.O., Huggins, D.R. and Viega, L.M., 2007. A simple method to estimate harvest index in grain crops. *Field Crops Research*, 103(3), pp.208-216.
22. Kirby, E.J.M., Appleyard, M. and Fellowes, G., 1982. Effect of sowing date on the temperature response of leaf emergence and leaf size in barley. *Plant, Cell & Environment*, 5(6), pp.477-484.
23. Korić, B., Tomić, Ž., Šimala, M. and Milek, T.M., 2009. Ramularia leaf spot on barley in the Republic of Croatia. *Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega Posvetovanja o Varstvu Rastlin, Nova Gorica, Slovenije, 4-5 marec 2009*, pp.273-279.
24. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultetu Osijeku, Osijek.
25. Krstanović, V., Havlik, I., Mastanjević, K., Lalić, A. and Habschied, K., 2020. Razvoj enzimskog potencijala različitih namjenskih sorti ječma tijekom slađenja. *Glasnik Zaštite Bilja*, 43(6.), pp.22-31.
26. Lalić, A., Kovačević, J., Šimić, G. and Novoselović, D., 2007. Analiza uroda zrna i pivarske kakvoće ječma u Republici Hrvatskoj. *Sjemenarstvo*, 24(3-4), pp.177-185.
27. Lalić, A., Šimić, G., Abičić, I., Horvat, D., Dvojković, K., Andrić, L. (2018.): Razvoj proizvodnje i upotrebe golozrnog ječma u ljudskoj prehrani, stočarstvu i sladarstvu, Osijek.
28. Lauer, J.G. and Partridge, J.R., 1990. Planting date and nitrogen rate effects on spring malting barley. *Agronomy Journal*, 82(6), pp.1083-1088.
29. Macnicol, P.K., Jacobsen, J.V., Keys, M.M. and Stuart, I.M., 1993. Effects of heat and water stress on malt quality and grain parameters of Schooner barley grown in cabinets. *Journal of Cereal Science*, 18(1), pp.61-68.
30. Magliano, P.N., Prystupa, P. and Gutiérrez-Boem, F.H., 2014. Protein content of grains of different size fractions in malting barley. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), pp.347-352.
31. McKenzie, R.H., Middleton, A.B., Bremer, E., 2005. Fertilization, seeding date, and seeding rate for malting barley yield and quality in southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*. 85(3): 603-614.
32. Morgan, A.G. and Riggs, T.J., 1981. Effects of drought on yield and on grain and malt characters in spring barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32(4), pp.339-346.
33. O'Donovan, J.T., Turkington, T.K., Edney, M.J., Clayton, G.W., McKenzie, R.H., Juskiw, P.E., Lafond, G.P., Grant, C.A., Brandt, S., Harker, K.N. and Johnson, E.N., 2011. Seeding rate, nitrogen rate, and cultivar effects on malting barley production. *Agronomy Journal*, 103(3), pp.709-716.
34. O'Donovan, J.T., Turkington, T.K., Edney, M.J., Juskiw, P.E., McKenzie, R.H., Harker, K.N., Clayton, G.W., Lafond, G.P., Grant, C.A., Brandt, S. and Johnson,



- E.N., 2012. Effect of seeding date and seeding rate on malting barley production in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(2), pp.321-330.
35. Peltonen, J., Rita, H., Aikasalo, R. and Home, S., 1994. Hordein and malting quality in northern barleys. *Hereditas*, 120(3), pp.231-239.
  36. Peltonen-Sainio, P., Muurinen, S., Rajala, A. and Jauhiainen, L., 2008. Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern growing conditions. *The Journal of Agricultural Science*, 146(1), pp.35-47.
  37. Potterton, E.M. and McCabe, T., 2018. The effect of sowing date and nitrogen rate on the grain yield, grain quality and malt analyses of spring malting barley for distilling in Ireland. *The Journal of Agricultural Science*, 156(4), pp.515-527.
  38. Qi, J.C., Chen, J.X., Wang, J.M., Wu, F.B., Cao, L.P., Zhang, G.P., 2005. Protein and hordein fraction content in barley seeds as affected by sowing date and their relations to malting quality. *J Zhejiang Univ Sci B*. 1069-75.
  39. Savin, R. and Nicolas, M.E., 1996. Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Functional Plant Biology*, 23(2), pp.201-210.
  40. Smith, D.B., 1990. Barley seed protein and its effects on malting and brewing quality. *Plant Varieties & Seeds*, 3(2), pp.63-80.
  41. Vahamidis, P., Stefopoulou, A., Kotoulas, V., Lyra, D., Dercas, N. and Economou, G., 2017. Yield, grain size, protein content and water use efficiency of null-LOX malt barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem. *Field Crops Research*, 206, pp.115-127.
  42. Varvel, G.E. and Severson, R.K., 1987. Evaluation of cultivar and nitrogen management options for malting barley 1. *Agronomy journal*, 79(3), pp.459-463.
  43. Weston, D.T., Horsley, R.D., Schwarz, P.B. and Goos, R.J., 1993. Nitrogen and planting date effects on low-protein spring barley. *Agronomy Journal*, 85(6), pp.1170-1174.
  44. Xihuan, L., Wensuo, C. i Caiying, Z., 2008. Relations between sowing date, seeding density and grain yield of two introduced malting barley varieties. *Journal of Agricultural University of Hebei*.

## 7. Prilog

### Prilog 1.



**Borna Kadoić** <kadoicb@gmail.com>  
prima stat.info

čet, 11. kol 11:42 ☆ ↶ ⋮

Poštovani,

potrebni su mi određeni podatci za izradu Diplomskog rada. Na Vašoj stranici sam pronašao samo podatke o ukupnoj proizvodnji stočnog ječma, a potrebni su mi podatci o ukupnoj proizvodnji, zasijane površine i prosječan prinos za pivarski i stočni ječam unazad pet godina, stoga Vas molim da mi pošaljete navedene podatke ukoliko ih imate ili u slučaju da nemate, molilo bih Vas da me uputite gdje bih ih mogao pronaći.

Unaprijed hvala na odgovoru,  
Borna Kadoić



**Kraševac Janko** <krasevacj@dzs.hr>  
prima stat.info-novi, ja

pet, 12. kol 09:40 ☆ ↶ ⋮

Poštovani,

Državni zavod za statistiku ne prati tražene podatke. Nažalost, nemamo informaciju tko bi raspolagao traženim podacima.

Zahvaljujemo na upućenom zahtjevu. U slučaju dodatnih pitanja molimo da se javite. Informacije o pristupu statističkim podacima o Europskoj uniji DZS daje u suradnji s Eurostatom (ESDS).  
Thank you for your request. If you have any further questions, please feel free to contact us again. The information on the access to EU statistical data is provided by the Croatian Bureau of Statistics in co-operation with the Eurostat (ESDS).

Srdačan pozdrav/ Best regards

**Janko Kraševac**

Viši stručni savjetnik / Senior Advisor

Sektor za statističke metodologije, kvalitete i odnose s korisnicima / Statistical Methodologies, Quality and Customer Relations Directorate  
Služba za odnose s korisnicima i zaštitu podataka/ Customer Relations and Data Protection Department

Aktivirajte sustav Windows

### Prilog 2.



**Borna Kadoić** <kadoicb@gmail.com>  
prima info

sri, 31. kol 13:32 ☆ ↶ ⋮

Poštovani,

potrebni su mi određeni podatci za izradu Diplomskog rada. Naime, Državni zavod za statistiku ne prati posebno proizvodnju (prinos, površine, ukupna proizvodnja) pivarskog i stočnog ječma pa me zanima mogu li od Vas dobiti podatke o proizvodnji (površine) pivarskog ječma u Republici Hrvatskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji.

Unaprijed hvala na odgovoru,  
Borna Kadoić

Nema virusa [www.avast.com](http://www.avast.com)



**Info APPRRR**  
prima ja

sri, 31. kol 14:13 ☆ ↶ ⋮

Poštovani,

Provjerom je ustanovljeno da Agencija za plaćanja nažalost ne vodi podatke koje Vi trebate za potrebe izrade diplomskog rada.

Probajte se obratiti još nekoj od institucija koje su vezane uz poljoprivredu.

S poštovanjem,



Aktivirajte sustav Windows  
Idite u postavke da biste aktivirali Windows.

## Životopis

Borna Kadoić rođen je 23. siječnja 1999. godine u Vinkovcima. Osnovnu školu pohađao je i završio 2013. godine u Jarmini. Srednjoškolsko obrazovanje nastavio je u Poljoprivredno šumarskoj školi Vinkovci, te je maturirao 2017. godine obranom završnog rada na temu „Tehnologija proizvodnje silažnog kukuruza“. Iste godine osvojio je prvo mjesto na Državnom natjecanju srednjih strukovnih škola u natjecateljskoj disciplini Agro, te ostvaruje izravan upis na Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, preddiplomski studij Biljnih znanosti. Završni rad obranio je 2020. godine i stekao akademski naziv sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) biljnih znanosti. Iste godine upisuje diplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.