

# Ocjena kvalitete ječma za proizvodnju pivarskog slada

---

**Mataija, Aneta**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Pozega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:277:138781>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



*Repository / Repozitorij:*

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Pozega](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**



**Aneta Mataija, 0253053667**

**OCJENA KVALITETE JEČMA ZA PROIZVODNJU  
PIVARSKOG SLADA**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2023. Godine

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**

**PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA**

**OCJENA KVALITETE JEČMA ZA PROIZVODNJU  
PIVARSKOG SLADA**

***ZAVRŠNI RAD***

**TEHNOLOGIJA AUTOHTONIH PREHRAMBENIH PROIZVODA**

**MENTOR: Ana Mrgan**

**STUDENT: Aneta Mataija**

**JMBAG studenta: 0253053667**

**Požega, 2023. Godine**

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je analiza kvalitete ječma u kontekstu njegove primjene u proizvodnji pivarskog slada. Istraživanje obuhvaća detaljan pregled botaničkih i morfoloških karakteristika ječma, s posebnim naglaskom na sorte koje se koriste za industrijske svrhe, odnosno za proizvodnju piva.

Prvenstveno se pridaje važnost pravilnog izbora sorti ječma, kao i utjecaj uvjeta uzgoja na kvalitetu krajnjeg proizvoda - slada, koji je ključan sastojak u pivarskoj industriji.

U radu su analizirane specifične sorte ječma pogodne za proizvodnju slada, zahtjevi tla i klimatski uvjeti potrebni za optimalan rast te prinos visokokvalitetnog ječma. Također, obrađene su tehnike uzgoja i procesi kontrole kvalitete kako bi se osigurao stabilan i učinkovit proizvodni proces. Kvaliteta slada odnosno ječma bitno određuje okus, teksturu i aromu piva, te je stoga ključno usmjeriti pažnju na sve faze proizvodnje ječma.

Ključne riječi: sorte ječma, kvaliteta ječma, uzgoj, pivski slad

## SUMMARY

The topic of this thesis is the analysis of barley quality in the context of its application in the production of brewing malt. The research includes a detailed review of the botanical and morphological characteristics of barley, with a particular emphasis on the varieties used for industrial purposes, specifically for beer production.

The primary focus is on the proper selection of barley varieties, as well as the impact of growing conditions on the quality of the final product—malt, which is a crucial ingredient in the brewing industry.

The thesis analyzes specific barley varieties suitable for malt production, the soil requirements, and the climatic conditions necessary for the optimal growth and yield of high-quality barley. Additionally, it covers cultivation techniques and quality control processes to ensure a stable and efficient production process. The quality of malt, or barley, significantly determines the flavor, texture, and aroma of beer, making it essential to pay attention to all stages of barley production.

Keywords: barley varieties, barley quality, cultivation, brewing malt

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Ječam .....	2
2.2. Građa stabljike i ploda ječma.....	4
2.2.1. Stabljika ječma.....	4
2.2.2. Plod ječma.....	4
2.3. Vrste i sorte ječma s obzirom na vrijeme sadnje i namjenu .....	5
2.3.1. Vrste ječma s obzirom na vrijeme sadnje .....	5
2.3.2. Sorte ječma s obzirom na uporabu.....	6
2.3.2.1. Prehrambeni ječam .....	6
2.3.2.2. Stočni ječam.....	6
2.3.2.3. Industrijski ječam za proizvodnju piva.....	6
2.3.2.4. Sjemenski ječam .....	6
2.4. Pivarski ječam.....	7
2.4.1. Uvjeti uzgoja pivarskog ječma .....	7
2.4.2. Sorte pivarskog ječma i njihove karakteristike.....	9
3. MATERIJALI I METODE.....	12
3.1. Zadatak.....	12
3.2. Materijali.....	12
3.3. Metode .....	12
3.3.1. Određivanje vlage i proteina u ječmu .....	12
3.3.2. Određivanje udio primjese u zrnoj masi .....	13
3.3.3. Klijavost zrna .....	13
3.3.4. Kalibracija ječma .....	13
3.3.5. Određivanje hektolitarske mase.....	14
3.3.6. Određivanje DON-a u ječma .....	15
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
5. ZAKLJUČAK.....	22
6. LITERATURA .....	23
7. POPIS TABLICA SLIKA, KRATICA, JEDNADŽBI I FORMULA .....	25

## 1. UVOD

Ječam je jedna od najstarijih uzgajanih žitarica, čija povijest korištenja seže tisućama godina unazad. Ova kultura odigrala je ključnu ulogu u prehrani ljudi i stoke, ali je također neizostavan sastojak u jednoj od najstarijih industrijskih proizvodnji - proizvodnji piva. Danas je ječam posebno značajan zbog svoje uloge u proizvodnji pivarskog slada, gdje kvaliteta ove žitarice izravno utječe na karakteristike konačnog proizvoda, uključujući okus, aromu i teksturu piva.

Proizvodnja pivarskog slada složen je proces koji počinje odabirom odgovarajuće sorte ječma. Kvaliteta ječma ovisi o brojnim čimbenicima, kao što su genetičke karakteristike, uvjeti uzgoja, sastav tla i klimatski uvjeti. Optimalna kombinacija tih čimbenika rezultira sirovinom koja zadovoljava stroge standarde industrije piva. Međutim, postizanje vrhunske kvalitete ječma zahtijeva pomno planiranje i razumijevanje bioloških i tehnoloških aspekata uzgoja ove biljke.

U radu su se analizirali najvažniji čimbenici koji utječu na kvalitetu ječma namijenjenog proizvodnji pivarskog slada, s posebnim naglaskom na morfološke i tehnološke karakteristike ječma. Također se istraživalo procese uzgoja i obrade ječma te njihova uloga u proizvodnji visokokvalitetnog slada, koji je ključni sastojak za proizvodnju piva.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Ječam

Ječam (lat. *Hordeum vulgare*) je žitarica koja spada u porodicu trava (*Poaceae*). Podrijetlom je iz Euroazije, a neke vrste vuku porijeklo iz Afrike i Amerike. Po zastupljenosti u uzgoju u Hrvatskoj je na trećem mjestu iza kukuruza i pšenice.

Njegova velika zastupljenost u uzgoju određena je korištenjem u prehrani životinja, za ljudsku ishranu, a posebne sorte ječma koriste se za proizvodnju piva. Ječam ima najveći areal rasprostranjenosti među žitaricama, što je omogućeno kratkim vegetacijskim periodom, velikim polimorfizmom te postojanjem jarih i ozimih formi. Ječam u svijetu uzgaja se na otprilike 50 milijuna hektara, a u Hrvatskoj uzgaja se na površinama od oko 50.000 ha s prosječnim prinosom između 3-4 t/ha te po tim podacima HR spada u iznadprosječne proizvođače u svijetu. Neke od najpoznatijih vrsta su stoklasica ili lukovičasti ječam (*Hordeum bulbosum* lat.), ječam dvoredac (*Hordeum distichon* lat.), muški ječam (*Hordeum jubatum* lat.) te primorski ječam (*Hordeum marinum* Huds.) (Snape, Powell i Waugh, (2013).

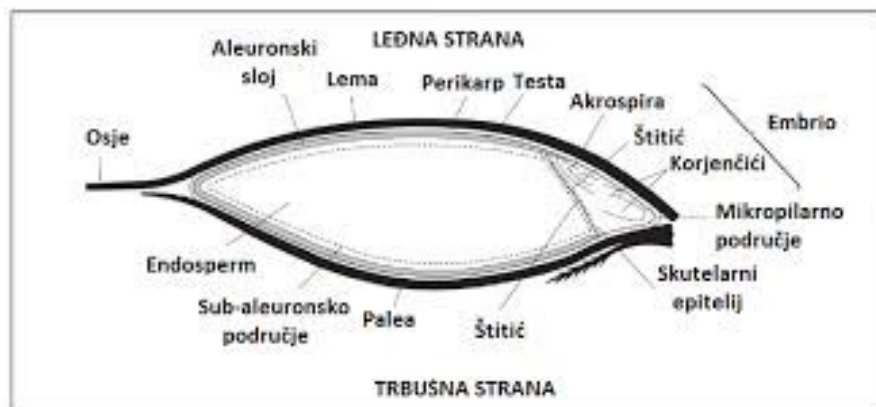
Ječam ima bitna morfološka obilježja u koje spada korijen koji je žiličast te se sastoji od primarnog korijena i sekundarnog korijena. Primarni korijen se sastoji od 4 do 8 korjenčića. Sekundarni korijenov sustav male je upojne snage te je slabo razvijen. Ječmov korijen je najslabije razvijen od korijena svih žitarica i ima najmanju upojnu moć, zbog toga je za proizvodnju ječma potrebno osigurati bolje površine za proizvodnju, odnosno dostatnu hranidbu (Gagro, 1997).

Stabljika ječma sastoji se od 5 do 7 koljenaca i međukoljenaca. Stabljika je šuplja, sastavljena od manje građevnih elemenata te je zbog nježnije građe sklonija polijeganju. Može narasti do 1,5 m u visinu. U punoj zrelosti stabljika poprima slamnato žutu boju, iako kod nekih sortimenata antocijan prelazi u ružičastu boju (Pospišil, 2010).

List također pripada morfološkim obilježjima. Građen je kao i u ostalih žitarica. Sastavni dijelovi su mu lisni rukavac i plojka. Prvi listovi su nešto širi u odnosu na listove ostalih pravih žitarica, položeni su prema tlu i sivozelene su boje od voštanog sloja, iako mogu biti i malo ljubičasto obojeni. Ječmovi klas također je bitno obilježje. Specifične je građe, za razliku od pšenice i raži, ječam na svakom članku klasnog vretena ima po tri jednocvjetna klasića od kojih plodan može biti samo jedan, sva tri i jedan do tri, na čemu se zasniva sistematika ječma (Kovačević i Rastija, 2014).

Klasić ima građu kao i klasić ostalih žitarica, iako ječmov klasić oblikuje samo jedan plodan cvijet dok je drugi zakržljao (bazalna četkica). Donja pljevica ječma nosi osje, a pljevice su najčešće srasle sa zrnom (Pospišil, 2010).

I zadnje morfološko obilježje i najbitnije je zrno. Zrno ječma zaobljeno je s ledne strane te može biti žute, zelene, sive i ljubičaste boje. Apsolutna masa je 30 do 50 g, a hektolitarska 60 do 70 kg. Zrno ječma sadrži 10-15 % bjelančevina, 70-75 % ugljikohidrata, 4-5 % celuloze, oko 3 % mineralnih tvari i oko 2,5 % ulja. Pivarski ječam trebao bi sadržavati manje od 12 % bjelančevina. Ako za proizvodnju piva koristimo višeredne ječmove s većim postotkom bjelančevina, umjesto dvorednih, bjelančevine moraju biti visokomolekularne s većim sadržajem sumpora (Lalić, Kovačević i Abičić, 2008).



Slika 1. Zrno ječma i njegova građa (Beluhan, 2016, URL)

Za proizvodnju piva potrebne su četiri sirovine: ječam, hmelj, voda i kvasac. Kvaliteta ovih sirovina ima presudan utjecaj na kvalitetu konačnog proizvoda. Poznavanje svojstava sirovina i njihovih učinaka na proces i konačni proizvod daje osnovu za njihovo rukovanje i preradu. Ječam daje škrob potreban za proizvodnju piva. Ovaj se škrob pretvara u ekstrakt koji se fermentira u pivovari. Potrebno je uzgojem odgovarajućih sorti proizvoditi ječam koji daje slad bogat ekstraktom.

Ječam je glavna sirovina za proizvodnju piva. Njegova uporaba ovisi o činjenici da ječam ima visok sadržaj škroba i da ljuska još uvijek prijanja uz zrno, čak i nakon vršidbe i prerade u slad. Posljedično, može formirati sloj za filtriranje sladovine koji je potreban u kasnijoj fazi proizvodnje (Hocupivo, 2024, URL).



## 2.2. Građa stabljike i ploda ječma

### 2.2.1. Stabljika ječma

Stabljika ječma je ključna struktura biljke, pružajući potporu i omogućujući transport vode, hranjivih tvari i fotosintetskih proizvoda između korijena i lista. Stabljika ječma je segmentirana na čvorove i internodije.

Čvorovi su zadebljanja na stabljici gdje su pričvršćeni listovi i iz kojih izbijaju bočne grane ili cvjetovi. Internodiji su dio stabljike između dva čvora. Internodiji su obično duži od čvorova i omogućuju rast stabljike u visinu. Primarna struktura stabljike sastoji se od epidermisa, korteksa i središnjeg cilindra. Epidermis je vanjski sloj stanica stabljike koji pruža zaštitu, često prekriven kutikulom, voskastim slojem koji smanjuje gubitak vode. Korteks je sloj stanica ispod epidermisa, koji može sadržavati parenhimске stanice bogate škrobom i drugim hranjivim tvarima.

Središnji cilindar sastoji se od vaskularnih snopova, a vaskularni snopovi se sastoje od ksilema i floema. Ksilem provodi vodu i mineralne tvari od korijena prema gornjim dijelovima biljke. Floem provodi fotosintetske proizvode (šećere) iz listova prema ostalim dijelovima biljke.

Središnji dio stabljike može sadržavati srž (pith), koji se sastoji od parenhimskih stanica. Srž može biti šuplja kod nekih sorti ječma.

Mehanička tkiva kod stabljike nazivaju se sklerenhimske stanice koje omogućuju mehaničku potporu stabljici. Imaju debelu staničnu stijenku koja im daje snagu i čvrstoću.

Listovi su pričvršćeni na stabljiku s čvorovima, dok omotači listova obavijaju stabljiku, pružaju dodatnu potporu i zaštitu (Vishnu i sur, URL).

Stabljika ječma, kao i kod drugih trava, evoluirala je kako bi omogućila efikasnu podršku rastu biljke i transportu esencijalnih tvari, što je ključno za proizvodnju zrna ječma. Ova struktura također omogućuje fleksibilnost i otpornost na vanjske uvjete, što je važno za preživljavanje biljke u različitim okruženjima (Vishnu i sur, URL).

### 2.2.2. Plod ječma

Plod ječma je zrno, također poznato kao kariopsa. Kariopsa je specifičan tip ploda kod trava (*Poaceae*), u kojem je sjemenka (endosperm) usko spojena s plodnicom (perikarpom).

Perikarp je vanjski sloj ploda koji okružuje sjemenku. Sastoji se od tri sloja, a to su egzokarp, mezokarp i endokarp. Egzokarp je prvi vanjski sloj, često tanak i papirast, a mezokarp je srednji sloj koji je obično tanak. Endokarp je unutarnji sloj koji je u kontaktu sa sjemenkom.

Sjemenka je dio ploda koji sadrži embrij i endosperm. Sastoji se od nekoliko ključnih komponenti. Glavni dio sjemenke je endosperm, bogat je škrobom i proteinima, služi kao izvor hrane za embrij tijekom klijanja. Endosperm se sastoji od aleuronskog sloja koji je vanjski sloj, bogat proteinima i enzimima koji su važni za klijanje. Endosperm se još sastoji od škrobnih zrnaca koja čine unutarnji dio zrna. Zadnji dio endosperma je embrij odnosno klica, dio iz kojeg se razvija nova biljka, a sastoji se od koleoptila, koleoriza, epokotila, hipokotila i skutuleuma (Henry i Kettlewell, 1996).

Treći dio ploda naziva se testa odnosno sjemena ovojnica. To je tanki sloj koji okružuje endosperm i embrij i pruža dodatnu zaštitu.

Četvrti i peti dio ploda ječma su plumpa i radikula. Plumpa je dio embrija koji će se razviti u izdanke i listove nove biljke, a radikula je dio embrija koji će se razviti u korijen nove biljke (Henry i Kettlewell, 1996).

### 2.3. Vrste i sorte ječma s obzirom na vrijeme sadnje i namjenu

Vrste ječma prema vremenu sadnje su ozimi i jari ječam. Prema prehrambenoj uporabi ječam može biti: stočni, industrijski i sjemenski, a omogućuju prilagodbe uzgoja različitim klimatskim uvjetima i potrebama tržišta. Odabir prave sorte i vremena sadnje ključan je za postizanje optimalnih prinosa i kvalitete proizvoda (Konjević, 2019, URL).

#### 2.3.1. Vrste ječma s obzirom na vrijeme sadnje

S obzirom na vrijeme sadnje razlikujemo ozimi i jari ječam. Ozimi ječam sadi se u jesen, obično od rujna do studenog. Ozimi ječam ima duži period rasta i koristi zimske oborine, što ga čini otpornijim na sušu. Obično je spreman za žetvu ranije u ljeto za razliku od jarog ječma. Jari ječam sadi se u proljeće, obično od veljače do travnja. Ima kraći period rasta i prilagođen je uvjetima proljeća i ranog ljeta (Shewry i Ullrich, 2014).

## 2.3.2. Sorte ječma s obzirom na uporabu

### 2.3.2.1. Prehrambeni ječam

Prehrambeni ječam je važna žitarica bogata hranjivim tvarima i zdravstvenim prednostima, koristi se u raznim oblicima kao što su brašno, pahuljice, griz ili cjeloviti ječam. Koristi se za ljudsku prehranu u obliku cjelovitih zrna, brašna ili griza. Također se koristi za proizvodnju hrane kao što su kruh, pahuljice i juhe. Sadrži visok udio vlakana i esencijalnih hranjivih tvari, uključujući vitamine B skupine, željezo i magnezij (Ullrich, 2011).

### 2.3.2.2. Stočni ječam

Stočni ječam je ključna komponenta u prehrani stoke zbog svoje nutritivne vrijednosti i pozitivnog utjecaja na proizvodnju mesa i mlijeka. Koristi se kao hrana za stoku, uključujući goveda, svinje, ovce i perad. Bogat je izvor ugljikohidrata i proteinima, poboljšava prirast stoke i mliječnost goveda (Ullrich, 2011).

### 2.3.2.3. Industrijski ječam za proizvodnju piva

Industrijski ječam je specijalizirana sorta uzgojena za potrebe pivarske industrije, koja zahtijeva određene karakteristike kako bi se osigurala kvaliteta i konzistencija krajnjeg proizvoda. Koristi se u pivarskoj industriji za proizvodnju slada. Specifične sorte pivarskog ječma uzgajaju se zbog visokog sadržaja škroba i niskog sadržaja proteina, što je idealno za proizvodnju slada (Ullrich, 2011).

### 2.3.2.4. Sjemenski ječam

Sjemenski ječam je ključan za poljoprivrednike jer osigurava zdrave i produktivne biljke za buduće sezone uzgoja. Proizvodi se za prodaju kao sjemenski materijal za daljnju sjetvu. Mora biti visokokvalitetan, s visokom klijavošću i čistoćom, bez bolesti i štetnika (Ullrich, 2011).

## 2.4. Pivarski ječam

Za dobivanje dobrog, ujednačenog slada bitno je da što više zrna u proizvodnoj šarži bude iste sorte. Stoga, koliko god je to moguće, treba uzgajati čiste sorte. U oplemenjivanju novih sorti velika važnost se pridodaje sljedećim parametrima kvalitete:

- otpornost na bolesti i štetočine
- dobra čvrstoća klasa
- visoka sposobnost iskorištavanja hranjivih tvari
- visok prinos zrna
- dobar oblik i raspodjela zrna
- visoka stopa upijanja vode i niska osjetljivost na vodu
- visoka energija klijanja
- visok potencijal stvaranja enzima
- sposobnost dobrog modificiranja
- visok prinos ekstrakta pri sladovanju.

Vrste ječma odabrane za proizvodnju slada pokazuju specifične karakteristike koje su najbolje za postupak kuhanja piva, a neke od najzastupljenijih vrsta ječma za proizvodnju slada su: Laureat, Traveler, Casanova i Monroe (Ullrich, 2011).

### 2.4.1. Uvjeti uzgoja pivarskog ječma

Uzgoj ječma pogodnog za proizvodnju piva uključuje stvaranje optimalnih uvjeta koji promiču zdrav rast, visok prinos i razvoj poželjnih karakteristika biljke za dobre karakteristike piva.

- Klima

Ječam je hladna kultura i njegovom rastu pogoduje umjerena klima s umjerenim temperaturama. Pogodan je za regije s izraženim godišnjim dobima, gdje se može saditi u hladnije mjesece. Umjerena klima pomaže u postizanju pravilnog klijanja i rasta bez pretjeranog toplinskog stresa.

- Temperatura

Ječam voli umjerene temperature. Može tolerirati niže temperature tijekom klijanja i ranog rasta, ali nepovoljno utječu duža razdoblja mraza. Idealni temperaturni raspon u tijeku rasta ječma su između 7 °C –24 °C. Ukoliko 10 uzastopnih dana temperature zraka prelaze 30 °C ječam ulazi u stanje toplinskog stresa i prestaje sa rastom.

- Svjetlost

Ječmu je potrebno dovoljno sunčeve svjetlosti za fotosintezu i zdrav rast. Ječam spada u biljke dugog dana što znači da cvate kada je dnevna svjetlost dulja od 12 sati.

- Vrsta tla

Ječam dobro raste na dobro dreniranim tlima dobre plodnosti. Idealna su ilovasta tla s dobrim kapacitetom zadržavanja vode. Vrijednost pH tla treba biti u rasponu od 6 do 7 za optimalnu dostupnost hranjivih tvari.

- Voda

Ječam treba stalnu vlagu tijekom faza rasta, posebno tijekom klijanja, stvaranje bočnih izdanaka i nalijevanja zrna. Međutim, bitno je izbjegavati pretjeranu natopljenost tla vodom, jer višak vlage može dovesti do bolesti i lošeg zdravlja korijena.

- Gnojidba

Da bi se ostvarili visok prinos i kvaliteta zrna, uz dušik potrebno je osigurati biljci i dobru opskrbljenost fosforom i kalijem. Nedostatak fosfora i kalija uzrokuje smanjenje sadržaja škroba u zrnu, utječe na povećanje postotka bjelančevina i smanjuje pivarsku kvalitetu ječma.

- Zaštita od štetočina i bolesti

Redovito i odgovarajuće praćenje stanja usjeva od štetočina i bolesti, ključno je za zdravi i dobar urod. Uobičajeni štetnici ječma su lisne uši, skakavci i grinje, dok bolesti poput hrđe, pepelnice i gljivičnih infekcija također utječu na rast i prinos ječma.

- Odabir sorti

Odabiru se sorte ječma koje su poznate po svojim pogodnostima za proizvodnju pivskog slada. Neke sorte ječma su posebno uzgojene zbog svojih poželjnih karakteristika kao što su visok sadržaj enzima, dobrog postotka klijavosti i profila okusa sladovine koji pivari traže.

- Plodored

Primjena učinkovitog plana plodoreda smanjuje rizik od nakupljanja patogena u tlu i poboljšava opće zdravlje tla. Ječam bi se trebao uzgajati unutar plodoreda, jer ponovljena sjetva na istoj parceli može dovesti do pojačanih napada bolesti i štetnika. Što se tiče plodoreda i kultura, idealno je kombinirati ječam s kulturama koje imaju različite zahtjeve i otpornost na bolesti. Na primjer:

- ječam → mahunarke (poput soje ili graška) → kukuruz → uljarice (npr. suncokret ili uljana repica)

- ječam → krmne trave ili djetelina → povrće (npr. krumpir).

Ova izmjenjena kultura može pomoći u održavanju zdravlja tla i smanjenju problema s bolestima i štetnicima.

- Vrijeme žetve

Žetva ječma treba se obaviti u optimalno vrijeme kako bi se osigurala vrhunska kvaliteta zrna. Prerano branje može rezultirati nedovoljno razvijenim zrnima, dok prekasno branje može dovesti do gubitka vlage i lošije kvalitete slada, što negativno utječe na karakteristike piva. Idealno vrijeme za žetvu je kada su zrna zlatno-žuta, suha na dodir, a sadržaj vlage u zrnima je između 12 % i 14 %. Ove karakteristike su ključne za postizanje kvalitetnog ječma koji će dati najbolje rezultate u proizvodnji slada i piva.

- Skladištenje ječma

Pravilno sušenje, čišćenje i skladištenje ječma nakon žetve ključno je za sprječavanje pojave plijesni u zrnoj masi i očuvanja kvalitete žitarica (Shewry i Ullrich, 2014).

#### 2.4.2. Sorte pivarskog ječma i njihove karakteristike

Zadnjih desetak godina u proizvodnju je uveden veći broj novih sorti ječma. Neke su uvezene iz drugih zemalja, ali i naše selekcijske kuće dale su visoko produktivan sortiment ozimog i jarog ječma. Taj sortiment treba postepeno analizirati i u proizvodnju uvoditi, osobito one sorte koje se najbolje pokazuju u određenim agrotehničkim uvjetima. Za proizvodnju piva odabiru se neki od dvorednih ječmova koji mogu biti jari i ozimi. Od jari sorti ističu se Laureate i Traveler, a od ozimi Casanova i Monroe. U tablicama 1, 2, 3 i 4 prikazane su neke od osnovnih uzgojnih karakteristika ove četiri sorte ječma (Konjević, 2019, URL).

Tablica 1. Jari ječam – Laureate (Axereal Croatia, URL)

<b>Osobine sorte</b>	<b>Otpornost na bolesti</b>	<b>Agro - tehnološke karakteristike</b>	<b>Sladarske osobine</b>
srednje rana sorta	pepelnica: visoka otpornost	otpornost na polijeganje: tolerantan	slad pogodan za proizvodnju piva i viskija
dvoredni fakultativni pivarski ječam	ramularijska	optimalan rok sjetve: - u jesenskom roku zadnja dekada listopada i prva dekada studenog;	dobra kalibracija
biljka niskog rasta	pjegavost: visoka otpornost	- u proljetnom roku od 1. veljače do 15. ožujka	nizak sadržaj proteina
visok udio zrna I. klase		lako se prilagođava različitim tipovima tla	

Tablica 2. Jari ječam – Traveler (Axereal Croatia, URL)

<b>Osobine sorte</b>	<b>Otpornost na bolesti</b>	<b>Agro - tehnološke karakteristike</b>	<b>Sladarske osobine</b>
srednje rana sorta	siva pjegavost: visoka otpornost	otpornost na polijeganje: tolerantan	odlična kvaliteta slada
odlična tolerancija na bolesti	pepelnica: visoka otpornost	optimalan rok sjetve: - u jesenskom roku zadnja dekada listopada i prva dekada studenog;	dobra kalibracija
biljka srednjeg rasta	smeđa hrđa: visoka otpornost	- u proljetnom roku od 1. veljače do 15. ožujka	nizak sadržaj proteina

Tablica 3. Ozimi ječam – Casanova (Axereal Croatia, URL)

<b>Osobine sorte</b>	<b>Otpornost na bolesti</b>	<b>Agro - tehnološke karakteristike</b>	<b>Sladarske osobine</b>
srednje rana sorta	siva pjegavost: visoka otpornost	otpornost na polijeganje: primjena regulatora rasta	odlična kalibracija
dvoredni ozimi pivarski ječam	lisna hrđa: visoka otpornost	intenzivno busanje	nizak sadržaj proteina
visok potencijal prinosa		optimalan rok sjetve: 5. - 20. listopada	slad vrlo dobre kvalitete
krupno zrno i visok hektolitar		dobra otpornost na niske temperature	

Tablica 4. Ozimi ječam – Monroe (Axereal Croatia, URL)

<b>Osobine sorte</b>	<b>Otpornost na bolesti</b>	<b>Agro - tehnološke karakteristike</b>	<b>Sladarske osobine</b>
srednje kasna sorta	mozaik virus: umjerena otpornost	otpornost na polijeganje: tolerantan	visok sadržaj ekstrakta
dvoredni ozimi pivarski ječam	mrežasta pjegavost: umjerena otpornost	optimalan rok sjetve: od 5. do 20. listopada	odlična kalibracija
visoki potencijal prinosa	smeđa hrđa: umjerena otpornost		nizak sadržaj proteina
dobro podnosi sušu i siromašna tla			



### 3.MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Zadatak

Zadatak rada je bio praćenje ulazne kontrole kvalitete četiri sorte pivskog ječma na prijemu u silos tijekom žetve. Istraživanje je provedeno na prijemnoj rampi silosa pri tvornici za proizvodnju pivskog slada.

#### 3.2. Materijali

Za potrebe rada analizirane su sorte ječma Laureat, Traveler, Casanova i Monroe, a analizirani su osnovni parametri: primjese, vlaga, udio proteina, hektolitarska masa, prisutnost mikotoksina (DON), klijavost zrna i kalibracija zrna po frakcijama.

#### 3.3. Metode

##### 3.3.1. Određivanje vlage i proteina u ječmu

Određivanje vlage i proteina u ječmu provodi se na prijemnoj rampi, odmah nakon uzorkovanja ječma iz spremnika vozila. Postupak se provodi pomoću uređaja NIR-spectrofotometar INFRATEC, FOSS TECATOR, po normi NGA-BMS-101.U spremnik uređaja se stavlja uzorak ječma, zatim se odabere program ječmam eng. Barley i pročitaju rezultati na ekranu (interni akti otkupljivača).



Slika 2. Infratec (izvor: autor)

### 3.3.2. Određivanje udio primjesa u zrnenoj masi

Određivanjem udjela primjesa u zrnenoj masi određuje se čistoća uzorka. Zrvena masa ječma ne smije sadržavati korovsko sjeme, druge žitarice i druge organske i anorganske tvari. Pribor potreban za analizu je sito kroz koje propadaju prašina i strane sitne primjese, a na vrhu sita se zadržava ječam i krupne primjese koje se ručno ili pomoću pincete izdvajaju. Udio primjesa se izvaže i preračunava na 100 g uzorka, rezultat se izražava u postocima (Interni akti otkupljivača).

### 3.3.3. Klijavost zrna

Analiza klijavosti zrna bitna je za daljnju proizvodnju slada, jer slad se dobiva klijanjem zrna ječma, što znači što je veća klijavost zrna slad će biti kvalitetniji. Za određivanje skidanja ljuske ječma i određivanja klijavosti koristi se metoda NGA-BMS-089 (skidanje ljuske) i NGA-BMS-095. Za provođenje analize od pribora je potreban Labtronics mlin za skidanje ljuske s ječma. U usipni koš uređaja stavi se 30-40 g ječma, usipni koš se zatvori i pustiti 10-20 sekundi da mlin skine ljusku sa ječma. Nakon mlina za skidanje ljuske koristi se Vitascop Grant Sub 6 uređaj za analiziranje klijavosti koji mora imati temperaturu od 45 °C. U dvije kivete koje se nalaze na gornjem dijelu uređaja stavi po 20 mL trifeniltetrazolium klorida i 50 zrna ječma bez ljuske, ali sa cjelovitom klicom. Nakon 10 minuta zrna se izvade iz kivete i provjerava se klijavost. Ako je klica crvene boje zrno ječma je klijavo, ako klica nije promijenila boju u crveno tada zrno nema odgovarajuću klijavost. Klijavost se izračunava na sjedeći način, ako je od 50 zrna svih 50 promijenilo boju u crveno znači da je klijavost 98 %, a ako od 50 zrna jedno zrno nije promijenilo boju u crveno znači da je klijavost 96 % i tako na svako ne obojano zrno rezultat klijavosti se smanjuje za 2 posto (Interni akti otkupljivača).

### 3.3.4. Kalibracija ječma

Kalibracija ječma jedna je od najbitnijih analiza na samom ulazu sirovine u proizvodnju pomoću koje se određuju klase ječma, a klasa je jedan od faktora za formiranje konačne cijene ječma. Za kalibraciju ječma koristi se norma NGA-BMS-102. Za ovu analizu potrebna je analitička vaga koja ima max. doseg odvage 400 g i kalibrator Sortima tType K koji se sastoji od:

- sito I promjera 2,8 mm
- sito II promjera 2,5 mm
- sito III promjera 2,2 mm
- sito IV promjera 2,0 mm
- dio za odvajanje loma.

Postupak se provodi tako što se izvaže 100 g ječma i izdvoje primjese. Postavi se uređaj za odvajanje loma na kalibrator i na njega istrese prethodno izvagani ječam (bez primjese). Uključi se kalibrator i pustiti da radi 4 minute. Izvaže se svaka frakcija posebno.

Frakcije predstavljaju:

- frakcija I predstavlja sve što ostane na situ od 2,8 mm
- frakcija II predstavlja sve što propadne kroz sito 2,8 mm i ostane na situ od 2,5 mm
- frakcija III predstavlja sve što propadne kroz sito 2,5 mm i ostane na situ 2,2 mm
- frakcija IV predstavlja sve što propadne kroz sito 2,2 mm i ostane na situ 2,0 mm
- frakcija V predstavlja sve što propadne kroz sito 2,0 mm
- frakcija VI predstavlja lom + primjese.

Frakcije I-II predstavljaju 1. klasu; frakcija III predstavlja 2. klasu, a frakcija IV+V+VI 3. klasu (Interni akti otkupljivača).

### 3.3.5. Određivanje hektolitarske mase

Hektolitarska masa jednaka je omjeru mase izražene u kilogramima (kg) i obujma izraženog u hektolitrima (hL) na način propisan za određenu poljoprivrednu vrstu i uz uporabu odgovarajućeg mjerila i metode mjerenja, koji su u skladu s odredbama pravilnika (Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za hektolitarske vage kojima se mjeri hektolitarska masa poljoprivrednih vrsta, NN 18/2017). Za određivanje hektolitarske mase potreban je krondometar Pfeuffer Hecto, i određuje se prema normi NGA-MBS-092. Na početku analize potrebno je uključiti vagu na tipku zero, zatim u cilindar kronometra postaviti uteg i slide, te izvagati bez ječmenog uzorka i tarirati kako bi se zadržao dobiveni rezultat na vagi. Potrebno je izvagati 500 g uzorka ječma i napuniti gornji dio cilindra sa izvaganim uzorkom ječma. Zatim se izvuče slide da ječam može slobodno pasti u donji dio cilindra, a nakon toga potrebno je vratiti slide i ukloniti višak ječma koji se nalazi u gornjem dijelu cilindra, te izvagati krondometar zajedno sa napunjenim donjim dijelom cilindra i očitati rezultat iz tablice Getreideprober-Vergleichstabelle (Interni podaci

otkupljivača).



Slika 3. Krondometar (izvor: autor)

### 3.3.6. Određivanje DON-a u ječma

Mikotoksini su otrovne tvari koje sintetiziraju gljive, kvasci i pljesni. Mikotoksini se mogu naći gdje kod postoje uvjeti za rast gljiva npr., na polju i u skladištu. Njihov učinak je štetan na zdravlje ljudi i životinja, a u najgorem slučaju mogu osim zdravstvenih problema izazivati i smrt. Postupak određivanja koncentracije mikotoksina Deoxynivalenon (DON-a) provodi se zbog mogućeg štetnog utjecati na kvalitetu ulaznog ječma. Norma koja se koristi za određivanje DON-a je NGA-BMS-087. Za ovu analizu potrebno je: mlin-BuhlerUniversal, vaga s točnošću 0,01 g, posuda za uzorke s poklopcem, staklena menzura 100 mL, pipeta 100-1000 mL, test kit, NeogenRaptor i destilirana voda. Priprema uzorka za očitavanje DON-a radi se na način da se izvaže 10 g samljevenog ječma u posudu sa poklopcem, zatim se uzorku doda 100 mL destilirane vode te se uzorak mučka 3 minute. Nakon tri minute uzorak se filtrira u čašu. Nakon što je uzorak pripremljen može se testirati na DON, tako što se doda 1000  $\mu$ L K-Blue Advanced TMB Substrateopine u crvenu posudicu za uzorak i 100  $\mu$ L ekstrakta ječma te izmiješa. Kada je uzorak izmiješan otpipetira se 400  $\mu$ L iz crvene posudice te pipetira u određeno mjesto na Neogen Raptoru. Zatim Raptor automatski prepoznaje i očitava rezultat, a rezultat bi trebao biti < 1250 ppb (Interni akti otkupljivača).

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Kod proizvodnje slada izrazito je bitna kontrola kvalitete ječma. U laboratorijskim uvjetima provode se analize ječma izravno sa polja, prema kojima se određuju daljnji postupci koji će se provoditi za ječam kako bi na kraju izašao što kvalitetniji završni proizvod odnosno pivarski slad.

Tablica 5. Udio vlage i proteina u uzorku ječma

Sorta ječma	Tip ječma	Vlaga (%)	MDK (%)	Protein (%)	MDK (%)
Laureate	jari ječam	11,5	<14,5	11,1	9-11,5
Traveler	jari ječam	10,8	<14,5	9,0	9-11,5
Tasanova	ozimi ječam	12,1	<14,5	10,7	9-11,5
Monroe	ozimi ječam	12,5	<14,5	11,3	9-11,5

Tablica 5 prikazuje postotni udio vlage i proteina kod različitih tipova i sorti ječma. Iz dobivenih rezultata određivanja koncentracije vlage i proteina u ječmu vidljivo je da ovi uzorci imaju udio vlage manji od 14,5 %, a isto tako i udio proteina je unutar propisanih vrijednosti između 9 -11,5%. MDK vrijednosti određene su prema Kodeksu otkupa žitarica i uljarica (Ministarstvo poljoprivrede, 2014). Ako vlaga prelazi 14,5 % negativno utječe na skladištenje ječma, što uz temperaturu stvara povoljne uvjete za proključavanje ili razvoj plijesni. Koncentracija proteina iznad 11,5 % ili niži od 9 % može negativno utjecati na boju budućeg pivskog slada, ekstrakt i konačno kvalitetu piva.

Tablica 6. Udio primjesa u zrnoj masi ječma

Sorta	Tip ječma	Druge žitarice/max 2 %	Kamen, slama, ostalo/max 2 %	Suncokret (0 %)	Raž/max.1 zrno na 200 g	Zrna zahvaćena plijesni/max 1 zrno
laureat	jari ječam	0,1	0	0	0	0
traveler	jari ječam	0,2	0,5	0	0	0
casanova	ozimi ječam	0	0	0	0	0
monroe	ozimi ječam	1,2	0	1,1	1	0

Tablica 6 prikazuje rezultate analiza vezanih za određivanje prisutnih primjesa u uzorcima ječma različitih sorti na prijemu u silos. Dozvoljene količine određene su prema Kodeksu otkupa žitarica i uljarica (Ministarstvo poljoprivrede, 2014). Iz rezultata se vidi da uzorak jarog ječma sorte laureate zadrži 0,1 % drugih žitarica u koje ubrajamo kukuruz i soju i ne prelazi max. dozvoljenu količinu od 2 % što znači da zadovoljava zadane vrijednosti. Udio crnih primjesa (kame, slama i dr.), zrna suncokreta, raži ili plijesni nije pronađen u uzorku ječma laureata.

U analiziranom uzorku ječma traveler određen je nešto veći udio drugih žitarica 0,2 % i crnih primjesa 0,5 %, što je manje od maksimalno dozvoljene količine od 2,0 %. Ukupni udio primjesa je 0,7 % što je zadovoljavajuća vrijednost. Prisutnost suncokreta, raži i pljesnivih zrna nije nađena.

Ozimi ječam sorte monroe sadrži 1,2 % drugih žitarica, 1 zrno divlje raži na 200 g uzorka i 1,1 % suncokreta. To pokazuje da uzorak monroe ne zadovoljava parametar čistoće vezano za prisutnost suncokreta koji mora biti 0 %. Prisutnost suncokreta u uzorku monroe može pogoršati daljnje čišćenje ječma prije proizvodnje slada. Čišćenje je sporije i manje učinkovito. Zbog toga je bitno provoditi analizu prisutnosti primjesa, koje utječu na prosijavanje ječma u daljnjim postupcima.

Ozimi ječam sorte casanova potpuno zadovoljava sve parametre čistoće zrne mase.

Tablica 7. Rezultati klijavosti zrna ječma

Sorta	Tip ječma	Klijavost – min. 95 %
Laureat	jari ječam	90
Traveler	jari ječam	98
Casanova	ozimi ječam	96
Monroe	ozimi ječam	98

Tablica 7 prikazuje rezultate analize klijavosti ječma kod dvije sorte ozimog ječma i dvije sorte jarog ječma. Vrijednosti za postotni udio klijavosti u uzorcima pivarskog ječma određeni su Kodeksom otkupa žitarica i uljarica (Ministarstva poljoprivrede, 2014) i ne smiju biti manji od 95 %. Kod ozimog ječma analizirani uzorci sorte casanove i monroe zadovoljavaju parametre klijavosti. Uzorak sorte traveler ima klijavost 98 % što zadovoljava zadane vrijednosti, dok kod uzorka sorte laureate klijavost je ispod 95 % odnosno iznosi 90 %. Ovaj rezultat potvrđuje da od 50 klica, 5 klica nije promijenilo boju u crveno. Loša klijavost može bitno utjecati na kvalitetu pivarskog slada koji se upravo postupkom klijanja i dobiva, odnosno analiza pokazuje da ovaj ječam nije pogodan za dobivanje ječmenog slada. Zbog toga je ova analiza jedna od najbitnijih kod prijema ječma koji se koristi za proizvodnju piva.

Tablica 8. Rezultati provedbe kalibracije ječma

Sorta	Frakcija I/2,8 mm	Frakcija II/2,5 mm	1. klasa  I+II (MDK > 90 %)	2. klasa  Frakcija III/2,2 mm	3. klasa  Frakcija < 2,2 mm (MDK < 3 %)
Laureat	57,8	23,2	91,0	4,9	4,7
Traveler	69,1	22,8	91,9	4,6	3,9
Casanova	64,3	25,7	90,0	5,8	4,7
Monroe	66,8	24,0	90,8	5,5	4,3

Tablica 8 prikazuje rezultate kalibracija četiri analizirane sorte ječma. Uzorci ječma moraju zadovoljavati kalibraciju prema Kodeksu otkupa žitarica i uljarica (Ministarstvo poljoprivrede, 2014) i dozvoljeno je odbiti isporuku ječma za proizvodnju piva razine sortiranosti manje od 85 %. Kalibracija nam omogućuje da odredimo klase uzoraka ječma, tako što svaka od frakcija predstavlja jednu od tri klase. Iz toga vidimo da uzorak laureate u 100g ima 91,0 % I klase, 4,9 % II klase i 4,7% III klase, a kod drugog jarog ječma traveler vidljivo je da u 100 g uzorka ima 91,9 % I klase, 4,6 % II klase i 3,9 % III klase.

Dva uzorka ozimog ječma casanova i monroe također pokazuju kvalitetnu kalibraciju. Osim što je kalibracija bitna za izračunavanje financijskog dijela odnosno kod isplaćivanja partnera, prema njoj se vidi i koliko je zrno krupno, a to je također bitno kod proizvodnje slada, većinom su kvalitetnija zrna i krupnija. Također i možemo vidjeti količinu prašine i stranih primjesa koje loše utječu na daljnju proizvodnju.



Tablica 9. Hektolitarske mase analiziranih sorti ječma

Sorta	Tip ječma	Prazni krondometar (g)	Odvaga ječma (g)	Hektolitarska masa kg/hL
Laureat	jari ječam	380	300	59,9
Traveler	jari ječam	324	324	64,6
Casanova	ozimi ječam	338	338	67,3
Monroe	ozimi ječam	360	360	71,9

U tablici 9 su prikazuje hektolitarske mase 4 sorte analiziranog ječma. Hektolitarska masa je pokazatelj uvjeta uzgoja ječma, a kod pivarskog ječma koristi se za procjenu prinosa slada. Veće vrijednosti hektolitarske mase ukazuju da je zrno dobro popunjeno, da je manji sadržaj vode u zrnu i da ima manje primjesa u zrnoj masi. Što je veća koncentracija vode hektolitarska masa se smanjuje i obrnuto, također i udio primjesa je obrnuto proporcionalan s hektolitarskom masom. Očekivane vrijednosti hektolitarske mase prema standardu otkupljivača kreću se od 60-80 kg/hL. Iz tablice se može iščitati da uzorak jarog ječma laureat ima najmanju hektolitarsku masu od četiri analizirane sorte ječma, što znači da će prinos slada biti puno manji u odnosu na hektolitarsku masu ozimog ječma monroe čija hektolitarska masa iznosi 71,9 kg/hL.

Tablica 10. Rezultati određivanja koncentracije mikotoksina (DON-a) u ječmu

Sorta	Tip ječma	DON/max. 1250 ppb
Laureat	jari ječam	164
Traveler	jari ječam	237
Casanova	ozimi ječam	181
Monroe	ozimi ječam	0

Tablica 10 prikazuje koncentracije mikotoksina u 4 uzorka analiziranog ječma. Dozvoljena koncentracija DON-a u ječmu određena je od strane europske komisije i njihove Uredbe (EU) 2023/915 o najvećim dopuštenim koncentracijama određenih kontaminanata u hrani, od svih analiziranih uzoraka vidljivo je da zadovoljavaju zakonski propisane uvjete. Kod uzoraka laureat, traveler, casanova utvrđena je prisutnost DON-a, ali one ne prelaze max. dozvoljenu koncentraciju od 1250ppb. Kod uzorka ječma monroe nije utvrđena prisutnost DON-a. Ovi rezultati analiza pokazuju da je ječam izuzetno dobre zdravstvene ispravnosti i nema prisutnih gljivica, kvasaca ili plijesni.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz rezultata provedenih analiza pivarskog ječma o prihvatljivosti ječma za proizvodnju slada može se zaključiti, da provedene analize potvrđuju da sve četiri sorte ne zadovoljavaju sve parametre proizvođača slada.

Sve četiri sorte ječma zadovoljavaju parametre vezano za udio vlage i kao takve mogu proći ostale tehnološke postupke čišćenja zrnene mase prije skladištenja u silose.

Udio proteina kreće se od minimalne vrijednosti do granične maksimalno dozvoljene vrijednosti, što zadovoljava proizvođače pivarskog slada.

Udio primjesa kod tri sorte ječma je zadovoljavajući, dok kod sorte monroe udio primjesa je veći od propisanih internim aktima otkupljivača, što zahtijeva ponavljanje postupka analize ili daje pravo otkupljivaču da takav ječam ne prihvati za proizvodnju pivarskog slada.

Klijavost kao izuzetno bitan pokazatelj kvalitete pivarskog ječma kod sorte laureat nije zadovoljavajući što daje pravo otkupljivaču da takav ječam odbije prihvatiti.

Kalibracija i određivanje klasa ječma potvrđuje da sve četiri sorte ječma sadrže  $\geq 90$  % prve klase ječma i više od 85 % sortiranosti, što zadovoljava zahtjeve proizvođača pivarskog slada.

Hektolitarske mase analiziranih uzoraka ječma kreću se uglavnom u granicama očekivanih vrijednosti otkupljivača.

Analize vezane za prisutnost mikotoksima DON-a potvrđuju da se radi o ječmu koji nije zaražen plijesnima ili gljivicama. Kod tri sorte ječma koncentracije su znatno niže od MDK-a vrijednosti, dok kod sorte monroe rezultati analize su nula.

## 6. LITERATURA

Knjige, radovi i znanstveni časopisi:

1. Gagro, M. (1997) *Ratarstvo obiteljskog gospodarstva – Žitarice i zrnate mahunarke*. Hrvatsko društvo agronoma, Zagreb.
2. Henry, R.; Kettlewell, P. S. (1996) *Cereal Grain Quality*. Springer.
3. Kovačević, V.; Rastija, M. (2014) *Žitarice*. Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
4. Lalić, A.; Kovačević, J.; Abičić, I. (2008) Trendovi u oplemenjivanju ječma. *Zbornik sažetaka*. Treći hrvatski oplemenjivački i sjemenarski kongres, Split.
5. Pospišil, A. (2010) *Ratarstvo I dio*. Zrinski d. d. Čakovec.
6. Snape, J. W.; Powell, W., Waugh, R. (2013.) *Hordeum Species.*, Brenner's Encyclopedia of Genetics: Second Edition, pages 527-529, 2013.
7. Shewry, P. R.; Ullrich, S. E. (2014) *Barley: Chemistry and Technology*. AACC International.
8. Ullrich, S. E. (2011). *Barley: Production, Improvement, and Uses*.

Mrežne stranice:

1. Axereal Croatia. (n.d.) Naši proizvodi. URL: <https://www.axereal.hr/en/our-products/barley> [pristup: 29.08.2024.]
2. Beluhan, S. (2016) Proizvodnja ječmenog slada. URL: [file:///C:/Users/Glo/Downloads/predavanje4f\\_2016%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Glo/Downloads/predavanje4f_2016%20(1).pdf) [pristup: 29.08.2024.]
3. Hocupivo, Ukratko o proizvodnji. URL: <https://hocupivo.com/ukratko-o-proizvodnji/> [pristup: 29.08.2024.]
4. Konjević, M. (2019) "Proizvodnja pivarskog ječma." URL: <https://www.agroklub.com/ratarstvo/proizvodnja-pivarskog-jecma/53649/>. [pristup: 29.08.2024.]
5. Ministarstvo poljoprivrede (2014) Kodeks otkupa žitarica i uljarica. URL: <https://cdn.agroklub.com/upload/documents/kodeks-11-studenog1.pdf> [pristup: 29.08.2024.].
6. Vishnu, K. i sur. (2016) Barley Morphological Characterization of Cultivars. *International Institute of Wheat and Barley Research*. URL: <https://iiwbr.org.in/wp-content/uploads/2024/01/RB-37-Barley-Morphological-Characterization-of-Cultivars.pdf> [pristup: 29.08.2024.]

## Pravni izvori

1. Narodne novine (2017) Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za hektolitarske vage kojima se mjeri hektolitarska masa poljoprivrednih vrsta.  
Zagreb: Narode novine d.d. NN 18/2017.
2. Uredba komisije (EU) 2024/1756 od 25. lipnja 2024. o izmjeni i ispravku Uredbe (EU) 2023/915 o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani.

## 7.POPIS TABLICA SLIKA, KRATICA, JEDNADŽBI I FORMULA

### POPIS TABLICA

- Tablica 1. Jari ječam – Laureate
- Tablica 2. Jari ječam – Traveler
- Tablica 3. Ozimi ječam – Casanova
- Tablica 4. Ozimi ječam – Monroe
- Tablica 5. Udio vlage i proteina u uzorku ječma
- Tablica 6. Udio primjesa u zrnoj masi ječma
- Tablica 7. Rezultati klijavosti zrna ječma
- Tablica 8. Kalibracija ječma
- Tablica 9. Određivanje hektolitarske mase
- Tablica 10. Rezultati mjerenja DON-a u ječmu

### POPIS SLIKA:

- Slika 1. Zrno ječma i njegova građa
- Slika 2. Infratec
- Slika 3. Krondometar

### POPIS KRATICA I SIMBOLA

- NIR - Near-Infrared (blizu infracrveno)
- DON - Deoksinivalenol (vrsta mikotoksina)
- kg - kilogrami
- g - grami
- hL - hektolitri
- ppb - parts per billion (dijelovi na milijardu)
- mL - mililitri
- mm - milimetri
- μL - mikrolitri

## IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Aneta Mataija**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog / diplomskog rada pod naslovom „Ocjena kvalitete ječma za proizvodnju pivarskog slada“ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 11.09.2024.

Aneta Mataija

Aneta Mataija