# Upotreba ječmenih sladnih klica u hranidbi životinja

**Krnjak, Antonio**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:993350

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb








Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

# UPOTREBA JEČMENIH SLADNIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA

DIPLOMSKI RAD

Antonio Krnjak

Zagreb, rujan 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Poljoprivredna tehnika – Mehanizacija

# UPOTREBA JEČMENIH SLADNIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA

DIPLOMSKI RAD

Antonio Krnjak

Mentor: izv. prof . dr. sc. Ana Matin

Zagreb, rujan 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

# IZJAVA STUDENTA

## O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Antonio Krnjak**, JMBAG 0012253542, rođen 05.02.1995. u Koprivnici, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**UPOTREBA JEČMENIH SLADNIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA**

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

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

# IZVJEŠĆE

## O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Antonia Krnjak**, JMBAG 0012253542, naslova

**UPOTREBA JEČMENIH SLADNIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

- izv. prof. dr. sc Ana Matin mentor _____
- prof. dr. sc. Tajana Krička član _____
- izv. prof. dr. sc. Goran Kiš član _____

## Sažetak

Diplomskog rada studenta **Antonia Krnjak,** naslova

**UPOTREBA JEČMENIH SLADNIH KLICA U HRANIDBI ŽIVOTINJA**

Ječam (*Hordeum vulgare*) jedan je od najstarijih kultura u prehrani ljudi, a potječe iz Istočne Azije i Etiopije. Stari Sumerani, Egipćani i Židovi su od ječma pravili kruh, dok se u suvremenoj prehrani ječam rijetko koristi za prehranu ljudi, osim u zemljama u kojima teže uspijeva pšenica. Ječam svrstavamo u takozvane grube ili krmne žitarice, a nakon kukuruza najzastupljenija je žitarica u hranidbi stoke.

U industriji piva i viskija ječam ima posebnu važnost jer se od njega dobiva kvalitetan slad koji pivu i viskiju daje jačinu i osobitu kakvoću. Kao nusproizvod proizvodnje ječmenog slada dobivaju se klice koje su dosta dobro proteinsko krmivo. Ječmene klice su svijetlosmeđe do tamnosmeđe boje te sadrže oko 20% proteina, 19% vlakana, 6% pepela te 12% vlage. Primjenjuju se većinom za hranidbu goveda i ovaca kao bjelančevinasto krmivo, s nižim stupnjem razgradnje. U obrocima tovnih goveda mogu biti korištene u količini do 25% sastava koncentriranih smjesa. U ovom radu obuhvaćeno je pet sorti pivarskog ječma, Quench, Planet, Lukas, Casanova i Teppe. Zrnu i sladnim klicama navedenih sorti određen je nutritivni sastav, odnosno udio vlage, pepela, škroba i sirovih masti.



**Ključne riječi:** ječam, sladne klice, hranidba životinja

## Summary

Of the master's thesis – student **Antonio Krnjak,** entitled

**USE OF BARLEY MALT SPROUTS IN ANIMAL NUTRITION**

Barley (*Hordeum vulgare*) is one of the oldest crops in the human diet, and originates from East Asia and Ethiopia. The ancient Sumerians, Egyptians, and Jews made bread from barley, while in the modern diet barley is rarely used for human consumption, except in countries where wheat is more difficult to grow. Barley is classified as a so-called coarse or fodder cereal, and after corn, the most common cereal in animal feed.

In the beer and whiskey industry, barley is of special importance because it produces quality malt that gives beer and whiskey strength and special quality. As a by-product of barley malt production, malt sprouts are obtained, which are quite a good protein feed. Barley malt sprouts are light brown to dark brown in color and contain about 20% protein, 19% fiber, 6% ash and 12% moisture. They are mostly used for feeding cattle and sheep as a protein feed, with a lower degree of degradation. In the rations of fattening cattle can be used in an amount of up to 25% of the composition of concentrated mixtures.

This research includes five varieties of malting barley, Quench, Planet, Lukas, Casanova and Teppe. The nutritional composition, ie the proportion of moisture, ash, starch and crude fats was determined for grain and malt sprouts of the mentioned varieties.



**Key words:** barley, malt sprouts, animal nutrition

# Sadržaj


1. UVOD....1
2. PREGLED LITERATURE....4
2.1. Sistematika ječma....4
2.2. Morfološka i biološka svojstva ječma....5
2.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj ječma....7
2.3.1. Toplina....7
2.3.2. Tlo....7
2.3.3. Voda....7
2.4. Agrotehnika za proizvodnju ječma....8
2.4.1. Plodored....8
2.4.2. Obrada tla....8
2.4.3. Gnojidba....9
2.4.4. Sjetva ječma....9
2.4.5. Njega ječma....10
2.4.6. Žetva....10
2.5. Ječam u hranidbi životinja....11
2.6. Ječam u pivarskoj industriji....12
2.7. Ječmene sladne klice....13
2.8. Nutritivni sastav ječma....14
2.8.1. Škrob....14
2.8.2. Masti....15
2.8.3. Pepeo....15
3. CILJ RADA....16
4. MATERIJALI I METODE RADA....17
4.1.Materijali....17
4.1.2. Uzgoj klica....20
4.2.Metode rada....20
4.2.1. Kemijsko određivanje vlage....20
4.2.2. Kemijsko određivanje pepela....21
4.2.3. Određivanje sadržaja škroba....22
4.2.4. Određivanje udjela sirovih masti....24
5. REZULTATI I RASPRAVA ISTRAŽIVANJA....25
5.1. Sadržaj vlage, pepela, škroba i masti u zrnu i klicama ječma....25
6. ZAKLJUČAK....28

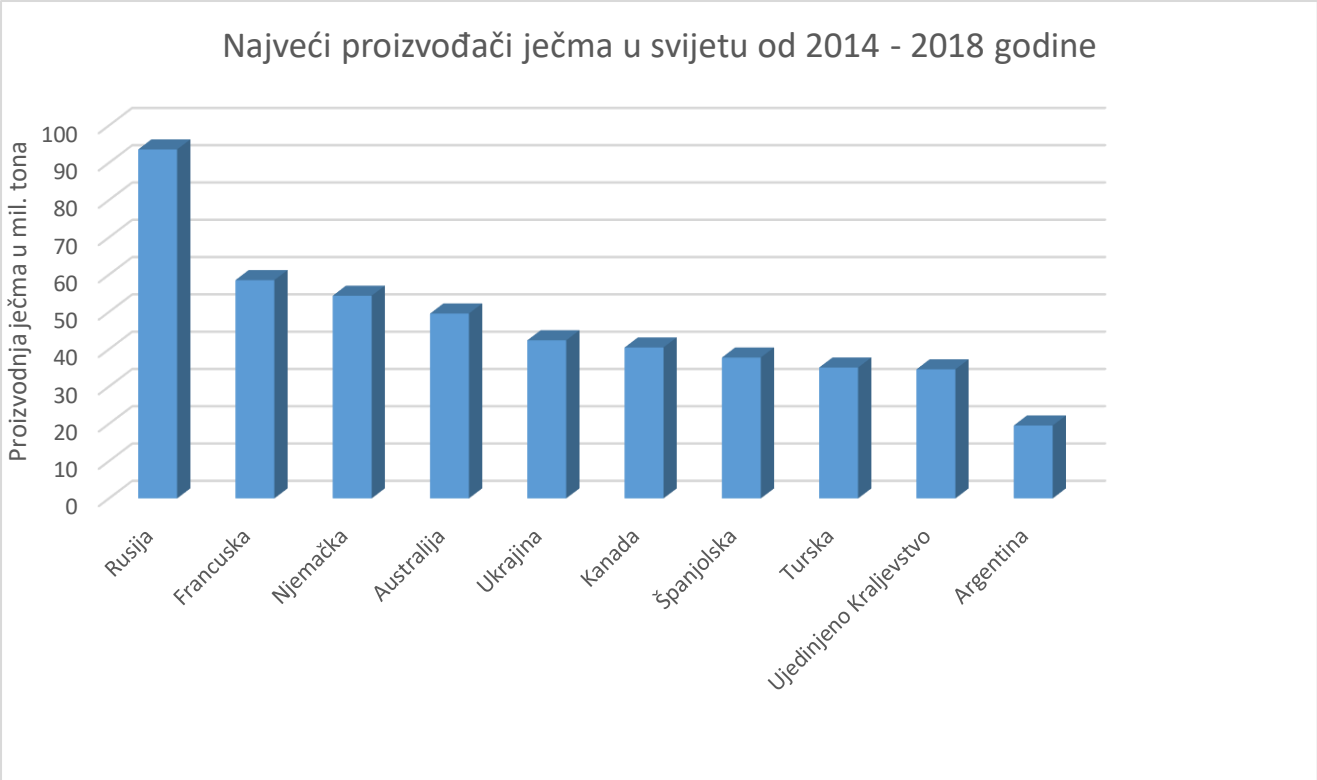
**7. LITERATURA .....29**
**8. ŽIVOTOPIS .....32**

# 1. UVOD

Ječam je jedan od najstarijih kultura u prehrani ljudi. Stari Sumerani, Egipćani i Židovi su od ječma pravili kruh. U Egiptu je uzgajan prije 7 000 godina, a u Babilonu, Kini i Indiji prije 5 000 godina. Stari Grci i Rimljani također su uzgajali ječam, a iz područja današnje Italije proširio se u druge europske zemlje.

Glavno područje uzgoja ječma je između 55 i 65 sgš, odnosno Srednja, Zapadna i Sjeverozapadna Europa. U odnosu na sve ostale žitarice, ječam ima najsjeverniju i najjužniju granicu uzgoja, a može se uzgajati i na većim nadmorskim visinama (Pospišil i sur., 2014.). Višeredni ječmovi potječu iz Istočne Azije, a iz Etiopije i Eritreje potječu različite forme i varijeteti jarog ječma. Iz Sirije i Palestine potječe dvoredni divlji ječam. Pretpostavlja se da ječam potječe od divlje *Hordeum spontaneum* (Gagro, 1997.).

Prema podacima FAO-a, od 1990. kada se je ječam uzgajao na više od 70 milijuna hektara, površine zasijane ječmom u konstantnom su padu i u 2018. godini ječam je zasijan na manje od 50 milijuna hekara. Gagro (1997.) navodi da je prosječni prirod ječma 2,3 tone po hektaru, dok Pospišil i sur., (2014.) govore da se ječam u svijetu uzgaja na više od 50 milijuna hektara. Najveći proizvođač ječma u svijetu je Rusija koja je u razdoblju od 2014. do 2018. godine proizvela preko 90 milijuna tona ječma. Dalje ju slijede Njemačka i Francuska s proizvodnjama preko 50 milijuna tona ječma (graf 1). Prosječni prinos ječma u svijetu je oko 2,7 t/ha, a najviši prinos se ostvaruje u Njemačkoj i Francuskoj (iznad 6 t/ha).




Graf 1. Proizvodnja ječma u svijetu

Izvor: www.fao.org

U Hrvatskoj se prije dvadesetak godina sijalo više ječma nego zadnjih desetak godina. Prosječni su prinosi bili niski i u ranijem razdoblju kretali su se oko 2 t/ha, a između 1980. i 1984. godine bili su povećani na 2,5 do 3 t/ha (Gagro, 1997.). Prema Pospišil, (2010.) u Hrvatskoj se ječmom zasije preko 50.000 hektara godišnje, a prosječni prinosi iznose nešto preko 3 t/ha. U tablici 1 prikazane su površine zasijane ječmom od 2016. do 2018. godine u Hrvatskoj.

Tablica 1. Površine zasijane ječmom u Hrvatskoj

| Godina | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|
| Površina/ha | 56.483 | 53.950 | 50.988 |

Izvor:http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize

Ječam svrstavamo u takozvane grube ili krmne žitarice, a nakon kukuruza najzastupljenija je žitarica u hranidbi stoke. Ječam ima veliku vrijednost u hranidbi domaćih životinja, dodaje se u koncentrirane krmne smjese, te je osobito cijenjen u hranidbi svinja u tovu jer popravlja kakvoću slanine i mesnih proizvoda. Također je pogodan i za tov ovaca i goveda, a manje je pogodan za perad.

U industriji piva i viskija ječam ima posebnu važnost jer se od njega dobiva kvalitetan slad koji pivu i viskiju daje jačinu i osobitu kakvoću. Sladni sirup upotrebljava se u pekarskoj industriji, konditorskoj, farmaceutskoj i tekstilnoj, u proizvodnji alkohola, octa, kvasca i drugih proizvoda.

Za pivarsku industriju ponajviše se proizvodi dvoredni ječam jer ima krupnija i ujednačenija zrna od višerednog  pa daje više kvalitetnijeg slada (Gagro, 1997.).

# 2. PREGLED LITERATURE

## 2.1. Sistematika ječma

Ječam pripada porodici *Poaceae,* rod *Hordeum* (slika 1.). Prema broju razvijenih klasića na svakom usjeku klasnog vretena, Hordeum vulgare dijeli se na pet podvrsta:

1. šestoredni ječam – podvrsta hexastichon – tri razvijena klasića,
2. dvoredni ječam – distichum – jedan razvijeni klasić,
3. prijelazni ječam – intermedium – 1 do 3 razvijena klasića,
4. središnji klasići su dvospolni i plodni kao kod dvorednog ječma, bočni klasići imaju samo pljeve – deficiens,
5. središnji klasići su dvospolni i plodni, a bočni imaju različite stupnjeve plodnosti – od potpuno plodnih do neplodnih – labile (Pospišil i sur., 2014.).



Slika 1. Ječam

Izvor: https://alter.plus/jecam/

## 2.2. Morfološka i biološka svojstva ječma

Korijen ječma je najslabije razvijen od svih strnih žitarica i ima manju sposobnost usvajanja hranjiva (slika 2.). Ječam ima dvije vrste korijenja: primarno ili seminalno korijenje i sekundarno ili adventivno korijenje.



Slika 2. Korijen ječma

Izvor: https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A1347/datastream/PDF/view

Stabljika ječma sastoji se od 5 do 7 koljenaca i međukoljenaca, šuplja je, s manje građevnih elemenata, pa je zato nježnija i sklona polijeganju (slika 3.).



Slika 3. Stabljika ječma

Izvor: https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A1873/datastream/PDF/view

List ječma sastoji se od plojke, lisnog rukavca, uški i jezičca. Lisni rukavac obavija stabljiku, pričvršćen je za nodij te daje mehaničku čvrstoću stabljici. Plojka je izdužena, lancetasta s izraženim središnjim nervom. Uške su kod ječma, u odnosu na druge žitarice, najviše izražene i preklapaju se. Jezičac je opna koja se nalazi na prelasku plojke u lisni rukavac. Broj listova po stabljici varira od 5 do 10. Najvažniju ulogu u nalijevanju zrna imaju gornja dva lista (Pospišil i sur., 2014.).

Cvat ječma je klas koji se razvija na vrhu stabljike. Klas se sastoji od klasića pričvršćenih na nodije klasnog vretena. Svaki klasić sastoji se od jednog cvjetića i dvije pljeve. Na svakom nodiju klasnog vretena nalaze se 3 klasića. Kod dvorednog ječma samo je srednji klasić plodan, dok su kod šesterorednog ječma sva tri klasića plodna (Pospišil i sur., 2014.).

Klas ječma može biti uspravan ili savijen, uz niz prijelaznih tipova. Pljeve mogu biti različite duljine, a završavaju osjem različite duljine koje može imati male bodlje po cijeloj dužini ili biti bez bodlji. Pljevice mogu biti srasle sa zrnom ili slobodne – goli plod (Pospišil i sur., 2014.).

Plod ječma je zrno (slika 4.) koje je zaobljeno s gornje strane, dok s donje ima brazdu po sredini. Zrno je sraslo s pljevicama, ali postoje varijeteti kod kojih je zrno golo. Zrno ječma na bazi suhe tvari sadrži 9-17% bjelančevina, 59-68% nedušičnih ekstraktivnih tvari, 1,9-3,9% masti, 12,6-22,6% sirovih vlakana i 2,3-3,0% pepela (Pospišil i sur., 2014). Gagro (1997.) navodi da plod ječma sadrži 10-15% bjelančevina, 70-75% ugljikohidrata, 4-5% celuloze, oko 2,5% ulja i 2,5-3% mineralnih tvari.



Slika 4. Zrno ječma

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

Pivarski ječam treba sadržavati manje bjelančevina (manje od 12%). Ako se za proizvodnju koristi višeredni ječam s većim postotkom bjelančevina, bjelančevine moraju biti visokomolekularne, s većim sadržajem sumpora.

## 2.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj ječma

### 2.3.1. Toplina

Ječam je biljka dugog dana. Prema dužini vegetacije ječam je rana žitarica koja tlo napušta 8 - 10 dana ranije od pšenice i raži. Minimalna temperatura za klijanje ozimog i jaroj ječma je 1-2°C, a maksimalna 28-30°C. Niske temperature su izrazito nepovoljne u fazi cvatnje i zriobe. Nalijevanje i zrioba zrna se zaustavljaju na temperaturi nižoj od 10°C. U fazi nalijevanja zrna ječam lakše podnosi visoke temperature (38-40°C) u odnosu na pšenicu i zob i manje su štete od prisilne zriobe i toplotnog udara (Pospišil i sur., 2014.).

### 2.3.2. Tlo

Ječam ima slabo razvijen korijenov sustav, slabe upojne snage, pa će na lošim, slabije plodnim tlima podbaciti u prirodu. Zato mu treba osigurati plodnija, strukturna i dublja tla, slabije kisele do neutralne reakcije. Slanije plodna, pjeskovita, zbijena, previše vlažna tla ne odgovaraju za proizvodnju ječma. Pivarski ječam možemo uzgajati na tlima osrednje plodnosti da bi uz kontroliranu gnojidbu dušikom mogao oblikovati zrno s više ugljikohidrata, a manje bjelančevina (Pospišil i sur., 2014.). Gagro (1997.) navodi da je optimalni pH za uzgoj ječma između 6,5 i 7,2.

### 2.3.3. Voda

Pomanjkanje vode utječe na slabiji rast i razvoj, na smanjenje priroda, a pri ekstremnom pomanjkanju vode biljka propada. Prevelika količina vode smanjuje opskrbljenost kisikom, slabi uzimanje hraniva iz tla, a budući da je to povezano s povećanom naoblakom, smanjuje se osvjetljenje, snižava toplina, povećava napad bolesti, a sve to uzrokuje čitav niz

nepovoljnih posljedica. Ječam dobro koristi zimsku vodu, rano počinje i ranije završava vegetaciju, pa se u tome sastoji nešto veća otpornost ječma na sušu. Jari ječam osjetljiviji je na sušu od ozimog, posebno ako se kasni sa sjetvom (Pospišil i sur., 2014.).

U odnosu na ostale strne  žitarice, ječam najbolje podnosi sušu jer ekonomično troši vodu i ima mali transpiracijski koeficijent. Ima veće zahtjeve za vlagom u prvim fazama razvoja korijena (Gagro, 1997.).

## 2.4. Agrotehnika za proizvodnju ječma

### 2.4.1. Plodored

Ječam treba uzgajati u plodoredu. Uzgojem u monokulturi ili ponovljenom uzgoju dolazi do jačeg napada biljnih bolesti, pogotovo onih koje se prenose zaraženim biljnim ostacima i tlom, zatim do diferencijacije korova, pogotovo ako se primjenjuju isti herbicidi, a sve to rezultira manjim prinosom i lošijom kvalitetom (Lalić i sur., 2018.).

Poznato je da ječam općenito slabo iskorištava biljna hraniva. A lupine, bob, i heljda odlično iskorištavaju teže pristupačne oblike fosfora. I upravo se plodoredom, zbog izmjene kultura, mnogo bolje i ravnomjernije iskorištavaju hraniva tla. Najbolji predusjevi ozimog ječma su ozima repica i grašak. Najbolji predusjev jarog ječma je šećerna repa (Mihalić 1976.).

### 2.4.2. Obrada tla

Obrada tla za ječam ovisi o predkulturi. Osnovnu obradu tla za ječam treba izvesti ranije jer se ozimi ječam ranije sije. Predsjetvenu pripremu treba kvalitetno obaviti, sa što manje prohoda i zbijanja tla, jer ječam bolje uspijeva u rastresitom tlu, zato što se korijenov sustav u takvom tlu bolje razvija, što povoljno utječe na rast i razvoj biljaka i povećava produkciju po klasu.

Osnovnu obradu tla za jari ječam treba izvesti što ranije u jesen, da bi se postigla što bolja kakvoća obrade i omogućila što veća akumulacija vode (Gagro, 1997.).

### 2.4.3. Gnojidba

Ječam jače reagira na gnojidbu u odnosu na ostale strne žitarice. Za pravilno određivanje gnojidbe potrebno je poznavati potrebe ječma za hranivima i dinamiku njihovog korištenja tijekom vegetacije, količinu dostupnih hraniva u tlu, koeficijent iskorištenja hraniva i cilj uzgoja ječma. Ječam ima slabiju apsorpcijsku moć te stoga mora imati na raspolaganju dovoljne količine hraniva u što pristupačnijem obliku. Ječam od nicanja do kraja busanja potroši 1/2 fosfora i 2/3 kalija od ukupnih potreba, a dušik najintenzivnije koristi u vlatanju.

Kod ječma posebnu pažnju treba obratiti na gnojidbu dušikom. Gnojidba dušikom ovisi o svrsi za koju se ječam uzgaja što je povezano s utjecajem dušika na povećanje sadržaja bjelančevina u zrnu. Veći sadržaj bjelančevina poboljšava hranidbenu vrijednost stočnog ječma, ali smanjuje kvalitetu zrna pivarskog ječma.

Na srednje plodnim tlima za ozimi pivarski ječam potrebno je gnojiti sa 80-100 kg/ha N, 80-90 kg/ha $P_2O_5$ i 100-120 kg/ha $K_2O$. Za jari pivarski ječam potrebno je 60-80 kg/ha N (Pospišil i sur., 2014.).

### 2.4.4. Sjetva ječma

Sjetvu ozimog ječma treba započeti potkraj rujna, a završiti najkasnije do polovice listopada. Ranija sjetva nije dobra, jer ječam prebujan ulazi u zimu, što smanjuje otpornost na niske temperature, na koje je ječam i inače osjetljiv. Sjetva nakon polovice listopada također nije dobra jer ječam treba izbusati ujesen i dobro se pripremiti za zimu, a to pri kasnoj sjetvi nije moguće. Sjetva jarog ječma još je osjetljivija jer loši vremenski uvjeti i vlažno tlo mogu onemogućiti pravodobnu sjetvu (Gagro, 1997.).

Izbor sorte ovisi  o namjeni ječma. Za hranidbu stoke uglavnom se koristi šestoredni ječam, a za proizvodnju slada dvoredni. Sjetvena norma za ozimi višeredni ječam je 300-500 klijavih zrna/$m^2$, a za ozimi i jari dvoredni 350-500 klijavih zrna/$m^2$. Jare sorte treba sijati što ranije u proljeće (Pospišil, 2014.). Bašić i sur. (2010.) navode da je optimalna dubina sjetve ozimog ječma od 3 do 5 cm, a norma sjetve od 120-200 kg/ha.

### 2.4.5. Njega ječma

Njega usjeva ječma sastoji se u suzbijanju korova, bolesti i štetnika. U usjevu ječma nalaze se iste vrste korova kao i u usjevu pšenice i njihovo suzbijanje se provodi herbicidima.

Najznačajnije bolesti kod ječma su siva pjegavost ječma, mrežasta pjegavost ječma, pepelnica i smeđa hrđa ječma i suzbijaju se fungicidima.

Najznačajniji štetnik ječma je lema ili žitni balac. Pojavljuje se u drugoj polovici svibnja i početkom lipnja i suzbija se insekticidima. Kod ječma treba obratiti pažnju i na pojavu lisnih uši koje prenose viroze. Ako je pojava značajnija, treba ih suzbiti insekticidima (Pospišil i sur., 2014.).

### 2.4.6. Žetva

Ječam dozrijeva jednakomjerno, ali je sklon samoosipanju i lomu klasnog vretena (Zimmer i sur. 2009.). Žetva pivarskog ječma obavlja se žitnim kombajnom u punoj zriobi, a žetva stočnog ječma u drugoj polovini voštane zriobe (slika 5.). Najbolje je žetvu provoditi kada je vlaga zrna 14% kako bi se izbjegli troškovi sušenja. U našim proizvodnim područjima žetva se odvija krajem lipnja i početkom srpnja (Pospišil i sur., 2014.).




Slika 5. Žetva ječma

Izvor: https://pivnica.net/fotogalerija-zetva-pivarskog-jecma/4673/

## 2.5. Ječam u hranidbi životinja

Budući da ječam dobro uspijeva u skandinavskim i drugim zapadnim zemljama i predstavlja važno krmivo, u prošlosti se zrno ječma uzimalo kao jedinica, odnosno mjerilo krmne vrijednosti u usporedbi s ostalim krmivima. Jedna ječmena jedinica = 0,7 škrobnih jedinica, odnosno 6,87 MJ NEL kojom se okvirno namiruje potreba za energijom za proizvodnju 2,1 kg mlijeka s 4,0% mliječne masti. Tijekom vegetacije ječam se može napasivati u busanju i vlatanju, krajem vlatanja kositi i sušiti za sijeno, a za izravnu hranidbu zelenom krmom krajem vlatanja do punog klasanja. Silira se u voštanoj zrelosti – čitava zelena masa ili samo vlažno zrno, a u punoj zrelosti vrši se za zrno kao koncentrat (Štafa, 2015.).

Prema Pintić i sur., (2016.). po hranidbenoj vrijednosti ječam je slabiji od kukuruza (oko 13,35 MJ ME/kg), a zbog sadržaja pljevica, kojh ima oko 15% ukupne težine zrna, probavljivost mu je manja. Protein mu je deficitaran lizinom i metioninom. Za hranidbenu vrijednost zrna ječma važan je sadržaj škroba od 55-60%, ali i visoka probavljivost organske tvari od 81%. Škrob ječma je visokofermentativan (90%) u buragu pa je odlična nadopuna krmivima bogatim sa brzo razgradljivim proteinom te pospješuje proizvodnju mliječnog proteina i rast preživača.

Ječam je bolja hrana za svinje nego za perad osobito mladu zbog 4-9% beta glukana, a za suše zbog prisilnog sazrijevanje zrna njegova koncentracija može narasti na 12-15%. Ptice, osobito mlade, nemaju enzime za razlaganje beta glukana koji stvaraju viskozni digest u crijevima. Porast viskoznosti produljuje vrijeme mješanja enzima i hrane, usporava prolaz digesta kroz crijeva, poveća se debljina neizmješanog graničnog omotača digesta što sve zajedno smanjuje probavu i apsorpciju hranjiva. Nepovoljno djelovanje beta glukana povisuje istovremeno dodavanje masti u hranu. Trebalo bi svakoj hrani pilića koja sadrži više od 15-20% ječma dodavati enzime beta glukanaza (https://www.agroportal.hr/uzgoj-goveda/23244).

Ječam se daje brojlerima do 20% u smjese. Ostale životinje, osobito svinje, mogu dobivati ječam kao jedini izvor energije, ali ga je bolje miješati s drugim žitaricama. Tako kokoši nesilice i svinje mogu dobivati do 70% ječma u smjesi. Kravama se ne daje više od 6-8 kg ječma na dan (https://www.agroportal.hr/uzgoj-goveda/23244).

## 2.6. Ječam u pivarskoj industriji

Ječam je sirovina od koje se posebnim tehnološkim postupkom dobiva slad. Za proizvodnju slada danas se koristi prvenstveno dvoredni ječam (*Hordeum distichum*). Kvalitetan pivarski ječam mora imati sljedeća svojstva:

- posve zdravo zrno bez prisustva živih štetnika,
- na zrnu ne smiju biti ostatci pesticida iznad dopuštene granice,
- ječam ne smije biti genetski modificiran,
- prirodnu slamnasto žutu boju pljevica i prirodan miris,
- klijavost najmanje 95%,
- bjelančevine u suhoj tvari najmanje 9,5–11,5%,
- ekstrakt u suhoj tvari najmanje 79–82%,
- sadržaj vode do 14,5 %,
- čistoća: sortna min. 93%, mehanička min. 98%,
- hektolitarska masa najmanje 65 kg,
- zrna trebaju biti ujednačena po obliku i veličini.
- 1. Frakcija 2,5–2,8 mm – frakcije preko 2,5 mm treba biti minimalno 90%
- 2. Frakcija 2,2–2,5 mm – frakcije ispod 2,2 mm i polomljenih zrna smije biti maksimalno 3 % (Pospišil, 2014.).

Proizvodnja slada iz ječma obuhvaća više procesa dorade i to su:

- skladištenje zrna,
- čišćenje i sortiranje zrna,
- namakanje zrna
- klijanje zrna
- sušenje slada
- skladištenje slada (https://www.tehnologijahrane.com/)

Da bi se ječam mogao koristiti u proizvodnji slada prvo se mora očistiti gdje se iz njega uklanja pijesak, pljeva i sjeme, dok se naknadnim sortiranjem očišćenog ječma, masa zrna dijeli na klase, odnosno frakcije prema debljini zrna. Za proizvodnju pivarskog slada upotrebljava se samo krupni ječam ujednačene debljine zrna, dok se sitna i štura zrna predaju u postrojenja za proizvodnju alkohola ili se upotrebljava kao stočna hrana. Očišćeni i sortirani

svježe sakupljeni ječam treba biti uskladišten 6-8 tjedana. Za to vrijeme u zrnu se odigravaju procesi naknadnog dozrijevanja, i ječam postepeno dobija svoju punu klijavost (https://www.malteurop.com/).

Osnovni zadatak klijanja ječma je aktiviranje postojećih i sinteza dovoljne količine novih enzima potrebnih za razgradnju endosperma. Usporedno sa sintezom enzima u toku klijanja se vrši i razgradnja endosperma djelovanjem tih enzima, a klica se razvija sintetizirajući svoju biomasu (https://www.tehnologijahrane.com/).

## 2.7. Ječmene sladne klice

Ječmene ili sladne klice su nusproizvod dobiven odstranjivanjem klica i korjenčića od ječmenog slada, zajedno s dijelovima pljevice i ostalim dijelovima sladnog zrna (slika 6.). Svjetska godišnja proizvodnja slada procjenjuje se na 17 milijuna tona, od čega klice čine 4–5% od proizvedene mase, budući da se na 100 kg slada, uz zrnasti otpad, proizvede od 4 do 5 kg sladnih klica. Sukladno tome, u jedinoj hrvatskoj sladari nastaje oko 2000 t sladnih klica. Sladne klice su vrlo bogat izvor enzima (Beluhan, 2001.).

Da bi se ječmene klice mogle koristiti u hranidbi životinja Ministarstvo poljoprivrede je izdalo Pravilnik o kakvoći stočne hrane (NN 26/1998) prema kojemu ječmene klice moraju sadržavati najmanje 20% sirovih bjelančevina, najviše 12% vlage, do 19% sirovih vlakana, do 6% pepela, dok količina sirovih masti nije određena. Dragoljub (1963.) navodi da kemijski sastav klica jako varira i da klice u prosjeku sadrže oko 25% bjelančevina, 1-2% masti, 40% nedušičnih ekstraktivnih tvari, 10-20% vlage i oko 7% pepela.

Isklijavanjem ječma u klijalištima pivovara i sušenjem na 55-100$^{o}$C dobijaju se dva proizvoda. Glavni proizvod je slad, a sporedni, sladne klice. Klice su dosta dobro proteinsko hranivo. Sadrže do 22% proteina, ali najmanje 1/3 ovih u obliku amida. Klice sadrže do 2% masti, oko 14% sirove celuloze i 7% mineralnih tvari.

Ovo hranjivo ima svijetlo žućkastu boju, miris na slad i malo gorak okus. Higroskopno je i treba paziti da ne dođe u dodir s vlagom, jer se brzo upljesnivi. Klice se mogu koristiti za ishranu nekih kategorija goveda, pa i svinja, samo se moraju na odgovarajući način pripremiti (https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/ishrana-domacih-zivotinja-2#toc-sporedni-proizvodi-industrije-alkohola-i-piva).

Sladne klice se rijetko koriste u hranidbi domaćih životinja i to samo u hranidbi mladih i rasplodnih životinja. Treba ih razlikovati od pogače i sačme klica koje su preostale nakon izdvajanja ulja iz klica (https://gospodarski.hr/rubrike/stocarstvo-peradarstvo/prilog-broja-krmiva-u-hranidbi-domacih-zivotinja/).



Slika 6. Ječmene sladne klice

Izvor: https://www.narodnilijek.com/web/klice/

## 2.8. Nutritivni sastav ječma

### 2.8.1. Škrob

Sadržaj škroba je tehnološko svojstvo pivarskog ječma koje se za ocjenjivanje njegove tehnološke vrijednosti rijetko određuje. I to pored toga što škrob predstavlja i kvalitativno i kvantitativno najvažniji sastojak pivarskog ječma. Škrob ječma je sastavni dio ekstrakta u ječmu i sačinjava najveći i najvrijedniji dio njegove suhe tvari (Tomašević, 1983.).

Škrob je skladišni polisaharid i najzastupljenija komponenta zrna ječma tvoreći oko dvije trećine suhe tvari zrna. Tijekom klijanja škrob se hidrolizira do glukoze koja se dijelom koristi

kao izvor energije, a dijelom kao početni materijal za sintezu novih spojeva neophodnih za rast mlade biljke.

Škrob se nalazi u stanicama endosperma u obliku škrobnih zrnaca, a sastoji se od dva tipa glukoznih polimera: amiloze i amilopektina (Šimić, 2009.).

### 2.8.2. Masti

Masti su spojevi bez dušika, kao i ugljikohidrati i nalazimo ih u svim biljkama. No važnost masti kod žitarica je manja, nego li kod uljarica. Biljke koje škrob koriste kao rezervu stvarat će manje masti i obrnuto. Masti se dijele na jednostavne i složene. Kod većine kultura one su sastavljene od nezasićenih masnih kiselina, zbog čega je njihov sastav uglavnom stalan. Količina masti u pojedinim dijelovima zrna je različita (Ritz, 1988.).

Masti se u zrnu žitarica nalaze u malim količinama (2,3 - 6,5%). Mast je uglavnom sadržana u klici, a nešto i u aleuronskom sloju (Rapčan, 2014.).

### 2.8.3. Pepeo

Pepeo je komponenta svake namirnice koji ostaje nakon spaljivanja organskog dijela. Udio pepela čini količina ukupnih minerala sadržanih u hrani. Utvrđivanje pepela bitno je zbog (Krička i sur., 2012):

- deklaracije proizvoda,
- kvalitete,
- hranjivosti,
- te mikrobiološke stabilnosti.

Od mineralnih tvari u pepelu najviše ima fosfora (oko 50%), zatim kalija (oko 30%), magnezija (oko 10-12%), potom manje kalcija, sumpora, natrija, željeza i drugih mineralnih tvari (Gagro, 1997.).

# 3. CILJ RADA

Cilj rada je utvrditi kemijski sastav ječmenih sladnih klica dobivenih od različitih sorti pivarskog ječma prilikom proizvodnje piva u svrhu iskoristivosti navedenog ostatka u hranidbi životinja na istraživanim sortama Quench, Planet, Lukas, Casanova i Teppe, odnosno odrediti sadržaj:

1. vode
2. pepela
3. škroba
4. masti.

# 4. MATERIJALI I METODE RADA

## 4.1.Materijali

Istraživanje se provodilo na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu u Zavodu za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport. U istraživanju su se koristile dvije jare sorte pivarskog ječma (Quench i Planet) i tri ozime sorte pivarskog ječma (Lukas, Casanova i Teppe) (slike od 7. do 11.). Uzorci su uzimani odmah nakon žetve kombajnom slučajnim odabirom.



Slika 7. Sorta pivarskog ječma Quench



Slika 8. Sorta pivarskog ječma Planet



Slika 9. Sorta pivarskog ječma Lukas



Slika 10. Sorta pivarskog ječma Casanova



Slika 11. Sorta pivarskog ječma Teppe

Izvor: https://axereal.hr/ponuda-inputa/sjemena/jari-jecam/

U tablici 2. opisane su karakteristike istraživanih sorata.

Tablica 2. Opis istraživanih sorata

| **OPIS SORTE** | **Quench** | **Planet** | **Lukas** | **Casanova** | **Teppe** |
|---|---|---|---|---|---|
| **DUŽINA VEGETACIJE** | Srednje rana sorta | Srednje rana sorta | Srednje rana sorta | Rana sorta | Srednje kasna sorta |
| **FORMA KLASA** | Fakultativni dvoredni pivarski ječam | Fakultativni pivarski ječam | Ozimi dvoredni pivarski jecam | Ozimi dvoredni pivarski jecam | Ozimi dvoredni pivarski jecam |
| **SJETVENA NORMA** | 380–420 klijavih zrna/m² | 350–400 klijavih zrna/m² | 400–425 klijavih zrna/m² | 350–400 klijavih zrna/m² | 350–400 klijavih zrna/m² |
| **KATEGORIJA USJEVA** | Jara | Jara | Ozima | Ozima | Ozima |
| **VISINA** | Umjereno visoka | Srednje visoka | Niska | Srednje visoka | Srednje visoka |
| **PROIZVOĐAČ** | Axereal | Axereal | Axereal | Axereal | Axereal |

### 4.1.2. Uzgoj klica

Pomno odabrana zrna ječma se peru i zatim ostavljaju u većoj propisanoj posudi gdje se zrno namače 8 do 12 sati. Nakon namakanja preostala voda se baca, dodaje se svježa voda, promućka i odmah se iscijedi.

Zatim se otvor posude prekrije čistom gazom, učvrsti gumicom i ostavlja sa otvorom prema dolje da bi se iscijedio višak vode. Posude treba postaviti na mjesto koje nije na izravnoj svijetlosti. Zrno se zatim ispire pod mlazom hladne vode bar dva puta dnevno kako bi se uklonili mikroorganizmi i kako bi zrno ostalo vlažno. Klice najčešće narastu za 3 do 5 dana, nakon čega se spremaju u hladnjak.

## 4.2.Metode rada

### 4.2.1. Kemijsko određivanje vlage

Određivanje sadržaja vlage provodi se prema protokolu (HRN ISO 6540:2002) u laboratorijskoj sušnici (INKO ST-40). Prije određivanja vlage uzorak se mora usitniti na mlinu čekičaru. Praznu staklenu posudicu se najprije izvaže i u nju se stavlja oko 5 grama mljevenog uzorka. Posudica s uzorkom stavlja se u sušnicu na 60°C, 24 sata na sušenje da bi se dobila gruba vlaga. Nakon sušenja važe se i stavlja ponovno na sušenje na 105°C, 3 sata da bi se dobila fina vlaga i ponovno se važe (slika 12.).

Količina vlage računa se na osnovu razlike mase uzorka prije sušenja i poslije sušenja prema formuli:

$$w_1 = \frac{B-C}{B-A} \cdot 100(\%)$$

Gdje je:

W1 = udio vlage (%)

A = masa prazne posudice (g)

B = masa prazne tikvice + uzorak prije sušenja (g)

C = masa prazne posudice + uzorak nakon sušenja (g)




Slika 12. Laboratorijska sušnica

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

### 4.2.2. Kemijsko određivanje pepela

Pepeo se određuje prema protokolu (CEN/TS 14775:2004) spaljivanjem uzorka u mufolnoj peći. U prethodno izvaganu porculansku posudicu se odvaže oko 2 g uzorka i uzorak se stavlja u peć na temperaturu od 550°C na 6 sati. Za vrijeme spaljivanja u peći sagorijevaju organske tvari iz uzorka, a u porculanskoj posudici zaostaje pepeo koji se važe (slika 13.).




Slika 13. Mufolna pećnica

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

### 4.2.3. Određivanje sadržaja škroba

Za određivanje sadržaja škroba u uzorcima primjenjuje se polarimetrijska metoda (HRN ISO 6493:2001) po Eweresu. Škrob pokazuje visoku opičku aktivnost te se na osnovi toga može odrediti polarimetrijski, nakon što se prethodno prevede u otopinu hidrolizom s kiselinom. Najprije je potrebno pripremiti otopine kiselina, 4% fosfor-volframatnu kiselinu i 1,124 HCL. U odmjernu tikvicu od 100 ml odvaže se 5 g uzorka (±0,01), zatim se u menzuru odmjeri 50 ml 1,124% HCL, te se pola pažljivo prelije direktno na uzorak da se ne stvori talog te se promiješa da se dobije lijepa jednolična smjesa i zatim se doda ostatak otopine kiseline i promješa. Tikvice se zatim drže 15 minuta u kipućoj vodenoj kupelji na temperaturi od 95°C, pri čemu je prve tri minute potrebno neprestano miješanje tikvica u vodenoj kupelji uz pridržavanje čepova, dok se ostalih 12 minuta samo pridržavaju da ne izlete čepovi ili da se tikvice ne prevagnu (slika 14.). Nakon 15 minuta tikvice se izvade iz vodene kupelji i odmah se doda 20ml hladne destilirane vode. Sadržaj tikvica se potom hladi na temperaturu od 20°C uz pomoć mlaza hladne vode. Kada se sadržaj tikvica ohladi u tikvice se doda 10 ml 4%-tne fosfor-volframatne kiseline (da bi se istaložile otopljene bjelančevine) i tikvice se do oznaka nadopune destiliranom vodom te ostave nekoliko minuta da se sadržaj slegne. Nakon toga sadržaj tikvica profiltrira se kroz filter papir (slika 15.).



Slika 14. Vodena kupelj

Izvor: vlastita fotografija/ Antonio Krnjak



Slika 15. Filtriranje uzoraka

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

S bistrim filtratom napuni se polarizacijska cijev i polarimetrira (slika 16.). Sadržaj ukupnog škroba određuje se prema formuli:

$$\% \text{ škroba} = \frac{100 \cdot \alpha \cdot 100}{\sqsubset\alpha\sqsupset 20D \cdot l \cdot m}$$

Gdje je:

$\alpha =$ očitani kut skretanja

$\sqsubset\alpha\sqsupset 20D =$ specifični kut skretanja škroba

$l =$ dužina polarimetrijske cijevi

$m =$ masa uzorka (g).




Slika 16. KRÜSS, P3001, Njemačka

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

### 4.2.4. Određivanje udjela sirovih masti

Određivanje udjela sirovih masti provodi se prema protokolu (HRN ISO 6492:2001) u ekstraktoru Soxhlet R 304 (Behr Labortechnik GmbH, Njemačka). Najprije se tikvica po Soxhletu s nekoliko staklenih kuglica za vrenje mora sušiti na 105°C, zatim se hladi u eksikatoru 30 minuta i važe na analitičkoj vagi. U celulozni tuljac za ekstrakciju odvaže se oko 5 do 10 g uzorka i pokrije slojem suhe vate, te se zatim stavi u eksikator i doda oko 250 ml petroletera. Postupak ekstrakcije traje oko 6 sati. Nakon ekstrakcije tikvica se suši na 105°C jedan sat, zatim se hladi u eksikatoru 30 minuta te važe na analitičkoj vagi (slika 17.).



Slika 17. Soxhlet R 304

Izvor: vlastita fotografija/Antonio Krnjak

Postotak sirovih masti dobiva se po formuli:

$$\% \text{ Masti} = \frac{(m1 - m0) \cdot 100}{m\ uzoraka}$$

Gdje je:

m1 = masa tikvice nakon ekstrakcije (g),

m0 = masa tikvice prije ekstrakcije (g),

m uzorka = masa uzorka u tuljcu.

# 5. REZULTATI I RASPRAVA ISTRAŽIVANJA

## 5.1. Sadržaj vlage, pepela, škroba i masti u zrnu i klicama ječma

U tablici 3. prikazani su rezultati sadržaja vlage, pepela, škroba i masti u zrnu istraživanih sorata u odnosu na kategoriju usjeva.

Tablica 3. Sadržaj vlage, pepela, škroba i masti u zrnu ječma odnosu na kategoriju usjeva

| KATEGORIJA USJEVA | JARA | | OZIMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SORTA JEČMA** | Quench | Planet | Lukas | Casanova | Teppe |
| **VLAGA** | 10,07 | 10,09 | 9,70 | 9,77 | 9,99 |
| | ±0,13 | ±0,13 | ±0,02 | ±0,015 | ±0,43 |
| **PEPEO** | 2,36 | 2,32 | 2,88 | 2,28 | 2,33 |
| | ±0,035 | ±0,082 | ±0,41 | ±0,02 | ±0,092 |
| **ŠKROB** | 51,26 | 52,45 | 50,54 | 47,03 | 50,63 |
| | ±1,99 | ±0,99 | ±0,85 | ±1,17 | ±0,88 |
| **MAST** | 4,55 | 2,82 | 3,43 | 2,81 | 3,83 |
| | ±0,28 | ±0,35 | ±0,69 | ±0,85 | ±0,42 |

Prema dobivenim rezultatima sadržaj vlage i škroba bio je viši kod jarih sorti u odnosu na ozime sorte, dok je sadržaj pepela bio viši kod ozime sorte. Sadržaj masti nije bio ovisan o kategoriji usjeva.

Tako je sadržaj vode kod sorata Lukas, Casanova i Tepee bio je ispod 10%, dok sorte Quench i Planet imaju nešto više od 10% vlage. Hrgović, (2016.) navodi da sadržaj vode u ječmu za proizvodnju slada mora biti manji od 14%, dok Kolak, (1994.) napominje da ječam mora imati što manje vlage u zrnu (manje od 13%), što je u skladu s ovim istraživanjima.

Najveći sadržaj škroba u zrnu od 52,45% utvrđen je kod sorte Planet, a osjetno najmanji kod sorte Casanova i iznosi 47,03%. Šimić (2009.) navodi da se sadržaj škroba u zrnu ječma kreće

od 51-67%, dok Grgić (2015.) u svom istraživanju dobiva sadržaj škroba između 60,29% i 63,47%.

Sorta Lukas izdvojila se je sa najvišim sadržajem pepela u zrnu od 2,88%, dok je najniži sadržaj pepela od 2,28% imala sorta Casanova. Prema navodima literature Pospišil i sur., (2014.) navodi da zrno ječma sadrži od 2,3% do 3,0% pepela, dok Štafa i Stjepanović (2015.) navode udio pepela od 2,8%., što je u suglasju s ovi istraživanjem.

Jednako tako vidljivo je da ječam sorte Quench ima najveći sadržaj masti i to 4,55%. Ostale sorte imaju nešto niži sadržaj masti, dok najniži sadržaj imaju sorte Planet (2,82%) i sorta Casanova (2,81%). Štafa i Stjepanović, (2015.) dobivaju prosječni sadržaj od 2,1% masti, a Pospišil i sur., (2014.) navode da bi udio masti u zrnu ječma trebao biti od 1,9 do 3,9%.

U tablici 4. prikazani su rezultati sadržaja vlage, pepela, škroba i masti u klicama istraživanih sorata u odnosu na kategoriju usjeva.

Tablica 4. Sadržaj vlage, pepela, škroba i masti u klicama ječma u odnosu na kategoriju usjeva

| **KATEGORIJA USJEVA** | **JARA** | | **OZIMA** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SORTA JEČMA** | Quench | Planet | Lukas | Casanova | Teppe |
| **VLAGA** | 91,78 | 92,63 | 92,20 | 92,68 | 92,90 |
| | ±0,014 | ±0,14 | ±0,035 | ±0,092 | ±0,33 |
| **PEPEO** | 3,87 | 3,96 | 3,91 | 3,94 | 4,03 |
| | ±0,18 | ±0,17 | ±0,16 | ±0,18 | ±0,13 |
| **ŠKROB** | 6,20 | 7,59 | 7,82 | 8,88 | 7,88 |
| | ±0,26 | ±0,28 | ±0,64 | ±0,55 | ±0,30 |
| **MAST** | 0,61 | 0,75 | 0,78 | 0,89 | 0,78 |
| | ±0,028 | ±0,049 | ±0,042 | ±0,057 | ±0,066 |

Prema rezultatima iz tablice 4., sadržaj svih istraživanih svojstava bio je nešto viši kod ozimih sorti u odnosu na jare sorte. U usporedbi sa prirodno osušenim zrnom ječma, udio vode u klicama se povećavao i do deset puta i kreće se oko 92%.

Najviši sadržaj pepela u klicama imala je sorta Tepee i iznosi 4,03%, dok je najmanji sadržaj pepela od 3,87% imala sorta Quench. Prema Pravilniku o kakvoći stočne hrane (NN 26/1998) koje je izdalo Ministarstvo poljoprivrede ječmene klice moraju sadržavati do 6% pepela kako bi se mogle koristiti u hranidbi životinja, a vrijednosti dobivene ovim istraživanjem su nešto niže.

Kod klica najveći sadržaj škroba je dobiven kod sorte Casanova i iznosi 8,88%, dok je sorta Quench imala najmanji sadržaj škroba od tek 6,20%.

Zbog velikog udjela vode u klicama ječma (preko 90%) udio sirovih masti u klicama je skoro zanemariv. Udio sirovih masti u klicama je kod svih ispitivanih sorti ispod 1% u suhoj tvari, a najviši udio je 0,89% kod sorte Casanova. Prema navodima literature (www. tehnologijahrane.com) ječmene klice sadrže 2,5% masti što su više vrijednosti nego dobivene ovim istraživanjem.

# 6. ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Prema dobivenim rezultatima u zrnu ječma sadržaj vlage i škroba bio je viši kod jarih sorti u odnosu na ozime sorte, dok je sadržaj pepela bio viši kod ozime sorte. Sadržaj masti nije bio ovisan o kategoriji usjeva.
2. Zrno ječma prirodno osušeno može se koristiti za hranidbu životinja zbog visokog sadržaja škroba i suhe tvari.
3. Prema rezultatima klica ječma, sadržaj svih istraživanih svojstava bio je nešto viši kod ozimih sorti u odnosu na jare sorte.
4. Klice ječme zbog niskog sadržaja škroba i masti nisu dobra stočna hrana, nego više predstavljaju dijetalnu hranu.
5. Iako su ječmene klice dosta dobro proteinsko hranivo, rijetko se koriste u hranidbi domaćih životinja i to samo u hranidbi mladih i rasplodnih životinja. Ako se pravilno pripreme klice se mogu koristiti i za ishranu nekih kategorija goveda i svinja.

# 7. LITERATURA


1. Bašić F., Herceg N. (2010). Temelji uzgoja bilja, Sveučilište u Mostaru, Mostar
2. Beluhan, S. (2001). Nova valorizacija sladnih klica, nusproizvoda sladara. Svijet piva 6, 35:10-13
3. Dragoljub R., Mahmut S. (1963). Pivarstvo - priručnik za stručno obrazovanje kadrova u pivarskoj industriji, Radnički univerzitet „Đuro Đaković“, Sarajevo
4. Gagro M. (1997). Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
5. Grgić, I., Korelacija reoloških svojstava ječma i kvalitete slada, 2015., diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek
6. Hrgović S. (2006). Osnove agrotehnike proizvodnje: ječma, zobi i raži. Glasnik zaštite bilja 1/2006. 15-32
7. Kolak I. (1994). Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura, Naknadni zavod Globus, Zagreb
8. 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, Poljoprivredni institut Osijek, Osijek
9. Mihalić V. (1976). Opća proizvodnja bilja, Školska knjiga, Zagreb
10. Pintić V., Marenčić D., Pintić N. (2016). Hranidba domaćih životinja, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci
11. Pospišil A., Pospišil M., Gvozdić D. (2014). Specijalno ratarstvo: udžbenik za srednje poljoprivredne škole, Zrinski d.d., Čakovec
12. Pospišil A. (2010). Ratarstvo, I. dio. Zrinski d.d., Čakovec
13. Rapčan I. (2014). Bilinogojstvo – sistematika, morfologija i agroekologija važnijih ratarskih kultura, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
14. Ritz, J. (1988). Osnovi uskladištenja ratarskih proizvoda, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu.
15. Šimić, G., Utjecaj genotipa i okolišnih uvjeta na parametre sladarske kakvoće ozimog ječma (Hordeum vulgare L.), 2009., doktorska disertacija, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek
16. Štafa Z., Stjepanović M. (2015). Ozime i fakultativne krmne kulture: proizvodnja i korištenje. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb

17. Zimmer R., Košutić S., Zimmer D. (2009). Poljoprivredna tehnika u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
18. (1998). Pravilnik o kakvoći stočne hrane, Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. Narodne novine 26/1998

Kreni zdravo
https://www.krenizdravo.rtl.hr/prehrana/klice – pristupljeno 13.07.2020.
Vitamini.hr
https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/klice-3194/ - pristupljeno 13.07.2020.
Bio&bio
https://www.biobio.hr/bioblogija/klice-kako-ih-uzgojiti-1905/ - pristupljeno 13.07.2020.
Gospodarski list
https://gospodarski.hr/rubrike/agroekonomika/isplativost-uzgoja-jecma/ - pristupljeno 20.06.2020.
Ministarstvo poljoprivrede
https://www.savjetodavna.hr/2019/09/05/proizvodnja-pivarskog-jecma/ - pristupljeno 14.07.2020.
Axereal
http://axereal.hr/proizvodnja/pivarski-jecam/ - pristupljeno 14.07.2020.
Duvnjak LJ., Međimurec T. (2018). Agrotehnika proizvodnje ječma (*Hordeum Vulgare L.)*, Hrvatska poljoprivredno-šumarska savjetodavna služba, Zagreb
https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/AgrotehnikaJecamWeb102018.pdf – Pristupljeno 14.07.2020.
Food and Agriculture Organization of the United Nations
http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize – pristupljeno 14.07.2020.
Agroportal.hr
https://www.agroportal.hr/uzgoj-goveda/23244 - pristupljeno 31.08.2020.
Pivnica.net
https://pivnica.net/fotogalerija-zetva-pivarskog-jecma/4673/ - pristupljeno 31.08.2020.
Alterplus
https://alter.plus/jecam/ - pristupljeno 31.08.2020.

Tehnologija hrane
https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/ishrana-domacih-zivotinja-2#toc-sporedni-proizvodi-industrije-alkohola-i-piva – pristupljeno 31.08.2020.
Gospodarski list
https://gospodarski.hr/rubrike/stocarstvo-peradarstvo/prilog-broja-krmiva-u-hranidbi-domacih-zivotinja/ - pristupljeno 31.08.2020.
Tehnologija hrane
https://www.tehnologijahrane.com/ - pristupljeno 31.08.2020.
Malteurop
https://www.malteurop.com/ - pristupljeno 24.09.2020.
KW alternative feeds – Brewers Grains
Narodni lijek
https://www.narodnilijek.com/web/klice/ - pristupljeno 24.09.2020.

# 8. ŽIVOTOPIS

Antonio Krnjak rođen je 5. veljače 1995. godine u Koprivnici. Nakon završetka osnovne škole upisuje prehrambenu školu u Koprivnici koju završava 2013. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij usmjerenje Menadžment u poljoprivredi na Visokom Gospodarskom Učilištu u Križevcima. Preddiplomski studij je završio 2017. godine i iste godine upisuje diplomski studij smjer Poljoprivredna tehnika – Mehanizacija na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.