

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Nikolina Banović

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**BRZINA KLIJANJA I MORFOMETRIJSKI POKAZATELJI  
ŠEĆERNE REPE OVISNO O TEMPERATURI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Nikolina Banović

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**BRZINA KLIJANJA I MORFOMETRIJSKI POKAZATELJI**  
**ŠEĆERNE REPE OVISNO O TEMPERATURI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Dario Iljkić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Ivana Varga, mentorica
3. Goran Herman, mag. ing. agr., član

**Osijek, 2023.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.2. Cilj istraživanja.....	3
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	4
2.1. Značaj proizvodnje šećerne repe .....	4
2.2. Nusproizvodi pri preradi šećerne repe.....	5
2.3. Agroekološki uvjeti uzgoja šećerne repe.....	6
2.4. Utjecaj temperature na klijavost šećerne repe .....	8
2.5. Negativni utjecaji na klijavost šećerne repe .....	9
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	11
3.1. Sjetva sjemena .....	11
3.2. Brzina klijanja .....	14
3.3. Mjerenje morfoloških pokazatelja.....	14
3.4. Statistička analiza rezultata .....	15
<b>4. REZULTATI</b> .....	16
4.1. Energija klijanja i ukupna klijavost.....	16
4.2. Prosječno vrijeme klijanja šećerne repe ovisno o temperaturi .....	17
4.3. Brzina klijanja sjemena šećerne repe ovisno o temperaturi .....	18
4.4. Udio normalnih i abnormalnih klijanaca te nekljavog sjemena šećerne repe .....	18
4.5. Dužina korijena klijanaca šećerne repe .....	19
4.6. Dužina stabljike klijanaca šećerne repe.....	21
4.7. Ukupna dužina klijanaca šećerne repe.....	22
<b>5. RASPRAVA</b> .....	24
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	26
<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	27
<b>8. SAŽETAK</b> .....	30

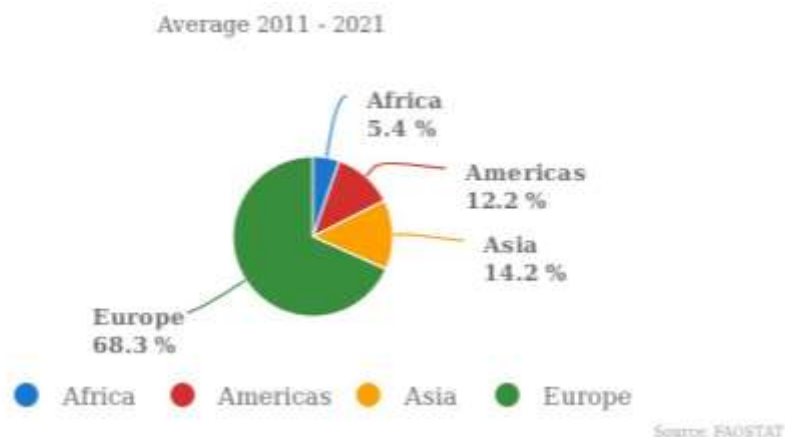
<b>9. SUMMARY</b> .....	31
<b>10. PRILOG</b> .....	32
10.1. Popis tablica, grafikona i slika.....	32

## 1. UVOD

*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L., obično poznata kao šećerna repa, uzgaja se prvenstveno zbog visokog sadržaja šećera u korijenu iz kojeg se izdvaja šećer, odnosno saharoza. Šećerna repa važna je kultura u poljoprivrednoj industriji, posebno u regijama s umjerenom klimom, pogodnom klimom za njezin uzgoj. Proces dobivanja šećera iz šećerne repe uključuje vađenje korijena, čišćenje, ekstrakciju šećernog soka, a zatim obradu i rafinaciju soka za proizvodnju šećera.

Uzgoj šećerne repe i proizvodnja šećera imaju značajnu ulogu u globalnoj industriji šećera, nudeći alternativni izvor šećera u odnosu na šećernu trsku. Šećerna repa često se uzgaja u zemljama s umjerenom klimom, kao što su dijelovi Europe i Sjeverne Amerike. Šećer dobiven iz šećerne repe kemijski je identičan šećeru dobivenom iz šećerne trske i može se koristiti u raznim prehrambenim i industrijskim primjenama.

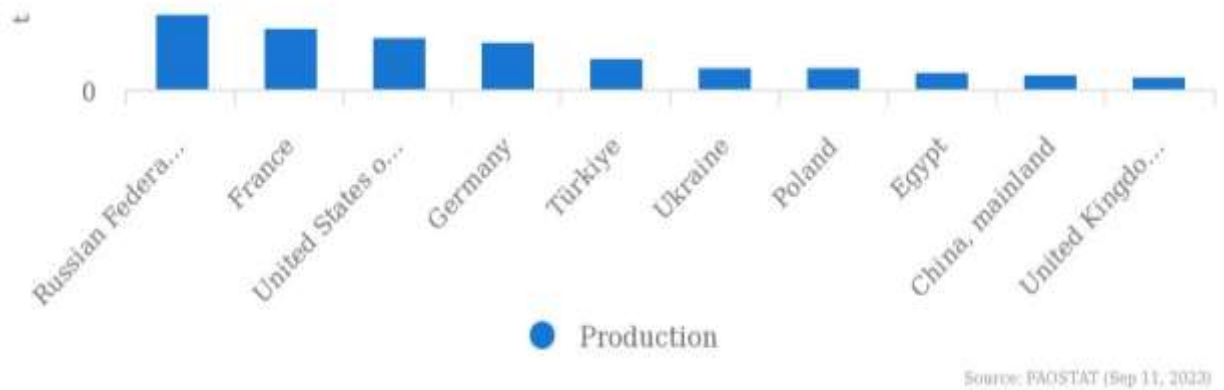
Glavni proizvod šećerne repe je šećer, dok pri njezinoj preradi nastaju i nusproizvodi koji se koriste u proizvodnji alkohola, kvasca i penicilina, a dobivaju se od melase, dok se repini rezanci koriste kao stočna hrana. Primjenu nusproizvoda šećerne repe nalazimo i u proizvodnji gnojiva i biogoriva. Prema tome, uzgoj šećerne repe igra ključnu ulogu u globalnoj poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, osiguravajući izvor šećera i drugih korisnih proizvoda.



Grafikon 1. Proizvodnja šećerne repe u svijetu od 2011. – 2021.

Izvor: (FAOStat, 2023., <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>)

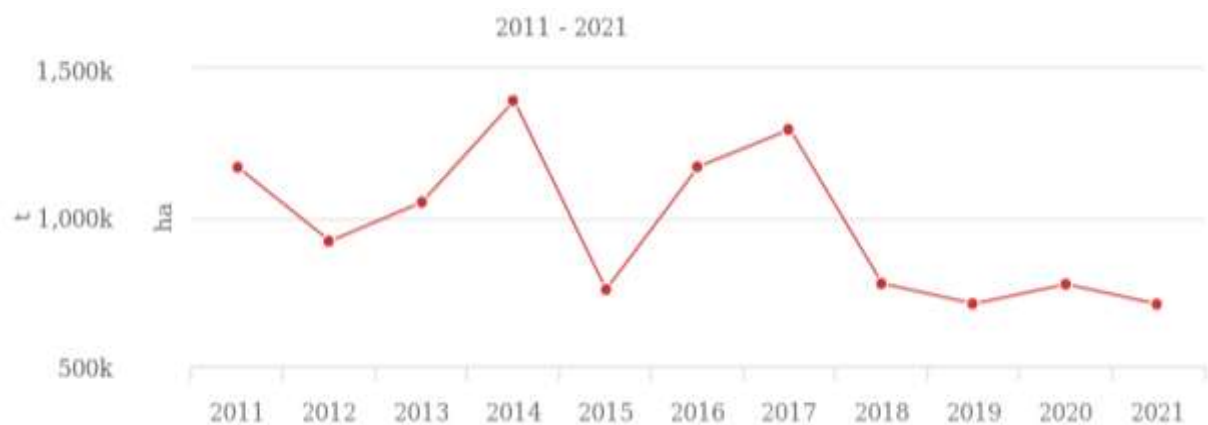
Proizvodnja šećerne repe u svijetu pokraj šećerne trske najznačajnija je ratarska kultura za proizvodnju šećera (Grafikon 1.). U svijetu najveći proizvođač šećerne repe od 2011 – 2021. godine je Europa s 68,3 % proizvodnje, dok je vodeća zemlja u Europi Rusija s preko 43,5 milijuna t/ha ukupne proizvodnje, a iza nje je Francuska s oko 36 milijuna tona proizvedene šećerne repe (Grafikon 2.)



Grafikon 2. Top 10 najvećih proizvođača šećerne repe u svijetu.

Izvor: (FAOStatt, 2023., <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>)

Proizvodnja šećera iz šećerne repe u Republici Hrvatskoj ima dugu tradiciju. Prva Tvornica šećera Osijek otvorena je davne 1906.-te godine, a kasnije su otvorene još dvije (Viro Virovitica i Sladorana Županja) koje su poslovale s raznim poteškoćama sve do 2018.-te godine kad su ujedinile svoje snage u jednu Hrvatsku tvornicu šećera – HIŠ. Tim potezom prvo je zatvorena tvornica Viro Virovitica, da bi nakon toga 2021. godine cjelokupna proizvodnja i prerada šećerne repe prebačena u tvornicu Sladorana Županja.



Grafikon 3. Proizvodnja šećerne repe u Hrvatskoj od 2011. – 2021. godine.

Izvor: (FAOStatt, 2023., <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>)

U razdoblju od 2011. do 2021. godine (Grafikon 3.), je najveća proizvodnja šećerne repe u Hrvatskoj bila 2014.-te godine kada je proizvedeno 1,392,00 t/ha korijena repe, a najmanje je proizvedeno 2021. godine 707,000 t/ha. Prema grafičkom prikazu može se zaključiti da je nagli pad proizvodnje šećerne repe krenuo od 2018.-te godine

## **1.2. Cilj istraživanja**

Za potrebe ovog diplomskog rada proveden je laboratorijski pokus u fitotornu za rast biljaka u kontroliranim uvjetima temperature. Svaki dan određen je broj iskljanih sjemenki šećerne repe kako bi se odredila brzina klijanja pri različitim temperaturama.

Shodno tome, cilj ovog diplomskog rada bio je odrediti brzinu klijanja i morfološke karakteristike klijanaca šećerne repe na različitim temperaturama.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Značaj proizvodnje šećerne repe

Šećerna repa (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) zeljasta je vrsta iz porodice Chenopodiaceae – loboda, roda beta. *Beta vulgaris* var. *saccharifera* L. dvogodišnja je kulturna biljka s vegetativnim stadijem u prvoj godini i reproduktivnim stadijem u drugoj godini. U prvoj godini razvija se korijen i list, a u drugoj godini razvija se stablo, cvijet i plod. Šećerna repa sama u nazivu govori da sadrži šećer i kao takva uzgaja se za proizvodnju šećera. Spada u najzahtjevnije ratarske kulture za uzgoj i često se naziva „kraljica ratarskih kultura“. Početak uzgoja bio je 1747. godine, tada se koristila kao povrtna kultura, a nakon saznanja o količini šećera koju sadrži postala je industrijska kultura za proizvodnju šećera. Potječe s Mediterana, a prvi uzgoji bili su u staroj Grčkoj. Proizvodnja u tada većim količinama započela je na sjeveru Italije (Marinković i sur., 2004.).

U svjetskoj proizvodnji šećerne repe dobije se 16 % šećera, dok je najveći dio proizvedenog šećera, upravo bijeli šećer (90 %). Šećerna trska u svjetskoj proizvodnji šećera daje 60 % šećera dok šećerna repa daje do 40 %. Korijen šećerne repe ima vretenast, zadebljan i mesnat korijen koji je i jestiv te može doseći do 2 metra. Sastoji se od glave, vrata, tijela i repa. Na glavi su formiranu listovi, a svi dijelovi šećerne repe imaju svoju svrhu. List i glava šećerne repe koriste se u svrhu ishrane životinja i sadrže visok udio hranjivih tvari. Glavni proizvod uzgoja šećerne repe je šećer, a nusproizvodi su melasa, repini rezanci i saturacijski mulj. (Jeločnik i sur., 2015.).

Osim toga, industrijska je biljka koja se uzgaja za proizvodnju šećera koja sadrži velike količine šećera u zadebljalom korijenu. Šećerna repa sadrži 75 % vode, 16 – 18 % šećera, 5 – 6 % celuloze, 0,5 – 0,8% pepela i ostalih tvari koji uključuju minerale kojih ima oko 2 – 3 %. Prinos i kvaliteta najviše ovise o vremenskim prilikama pri uzgoju šećerne repe, tipu tla i primjeni agrotehnike (Rastija i sur., 1998.).

Sjetva šećerne repe u Hrvatskoj u sjeverozapadnom dijelu obavlja se u zadnjoj dekadi ožujka i početku travnja, dok se u istočnom dijelu Hrvatske obavlja od sredine ožujka do kraja ožujka.



Početak vađenja šećerne repe počinje kada korijen sadrži dovoljnu količinu šećera, to je kada dosegne količinu u rasponu od 15 – 17 %. Početak vađenja počinje u tehnološkoj zriobi druge godine od sjetve šećerne repe, u razdoblju od sredine rujna do sredine listopada. U Hrvatskoj se vadi otprilike oko sredine listopada. Odnos korijena i lista u tom periodu je 1:0,5 – 0,8.

Produžena vegetacija šećerne repe ne dovodi do povećanja šećera u korijenu, već dovodi do pada digestije i iskorištenja šećera. Postotak šećera šećerne repe u praksi predstavlja digestija.

Nakon vađenja korijena šećerna repa transportira se u šećeranu na daljnje prerađivanje, a svako zadržavanje dovodi do znatnog gubitka šećera u korijenu. Glava korijena odsijeca se i time korijen diše te dovodi do procesa sagorijevanja saharoze zbog prisustva kisika.

## **2.2. Nusproizvodi pri preradi šećerne repe**

Šećerna repa, kao kultura, značajna je jer se njezinom preradom dobiju glavni proizvodi od kojih su šećer i sporedni proizvodi za ishranu stoke. U sporedne spadaju listovi i glava, repini rezanci, melasa i saturacijski mulj.

Saturacijski mulj koristi se za popravak pH vrijednosti, odnosno djeluju brzo u korekciji suviše kiselosti tla. Saturacijski mulj žarenjem prelazi u karbokalk koji sadrži visok postotak kalcija.

Melasa se koristi kod proizvodnje alkohola, penicilina i kvasca, dok se repini rezanci koriste u ishrani stoke. Mogu se koristiti u mokrom i osušenom ili prešanom obliku (Kanisek i sur., 2015.).

Bažok i sur. (2015.) navode kako se zadebljani korijen šećerne repe koristi u proizvodnji šećera jer u svježoj tvari sadrži 14 – 20 % šećera. Visoka klijavost i energija klijanja odlikuju šećernu repu, što u konačnici zahtijeva manjom količinom sjemena po hektaru i većom proizvodnjom šećera po hektaru (Jurišić, 2008).

### 2.3. Agroekološki uvjeti uzgoja šećerne repe

Za uspješnost proizvodnje šećerne repe posebno je potrebno obratiti pažnju na određene prirodne i tehnološke čimbenike. Prirodni čimbenici obuhvaćaju klimu i tlo, dok tehnološki obuhvaćaju plodored, predusjev, izbor parcele, obradu tla, gnojidbu, njegu tla i zaštitu tla. Na vrlo plodnim tlima s oko 2 – 4 % humusa, s dobrom strukturom i vodozračnim uvjetima, s dubokim oraničnim slojem i neutralno do slabo kiselom reakcijom tla gdje je pH 6,8 – 7,2 se mogu postići zadovoljavajuće količine prinosa (Tot, 2008., Rešić, 2009.).

Rešić (2009.) za šećernu repu navodi kako iznimno negativno reagira na kiselo tlo što dovodi do slabog razvoja i loše kvalitete korijena, te do nemogućnosti usvajanja hranjiva. Važno je pratiti svojstvo kiselosti tla jer je ono jedno od osnovnih predispozicija za uspješnu proizvodnju. Prilikom provedbe analize tla gdje je uzgajana šećerna repa zabilježen je značajan pad pH vrijednosti, što znači da je potrebno provoditi mjere kalcizacije s ciljem promjene i prevencije kiselosti tala.

Za kiselost tla pH vrijednost važan je pokazatelj svojstava tla u agrokemijskim svojstvima tla i ključna je za ishranu biljaka. Ispiranje lužina (uglavnom kalcija tijekom dekarbonatizacije) mijenjaju se kemijska i fizikalna svojstva tla budući da ioni vodika zamjenjuju ione lužina na adsorpcijskim kompleksima tla, dakle povećavajući kiselost tala. Zbog viška iona vodika aktiviraju se ioni aluminijska i željeza, a obilje dostupnih iona aluminijska i željeza negativno utječu na biljke, najčešće ometanjem fosfora i kalija koji su neophodni za rast i razvoj biljaka. Osim prirodnog procesa zakiseljavanja tla, u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji očituju se i antropogeni procesi zakiseljavanja uslijed primjene mineralnih i organskih gnojiva (Rešić, 2009.).

Rešić (2009.) navodi da se primjena fiziološki kiselih mineralnih gnojiva u intenzivnoj biljnoj proizvodnji, posebice kada se gnojiva primjenjuju u formulacijama koje sadrže sve više djelatnih tvari, dovodi do povećanja kiselosti tla na kojem se ta gnojiva primjenjuju, a Često nanošenje gnojovke na istu površinu također može uzrokovati pad pH vrijednosti. Među uzroke smanjenja kalcija potrebno je uvrstiti iznošenje biljkama, budući da biljke tijekom vegetacije unose velike količine (strne žitarice 20-40 kg/ha CaO, kukuruz i šećerna repa 60-120 kg/ha CaO).

Prilikom kalcizacije prekomjerna kiselost tla korigira se primjenom različitih vapnenih materijala koji sadrže ione kalcija. Na količinu materijala za kalcizaciju utječe nekoliko čimbenika, od kojih je jedan od najvažnijih naravno početni pH tla. Međutim, različita tla različito reaguju na istu količinu vapnenog materijala čak i pri istom pH, a glavni razlog je različita sposobnost tla da se odupre promjenama pH tla zbog različitih puferskih učinaka. Nakon kalcifikacije, pH tla raste, a ioni kalcija i magnezija zamjenjuju ione vodika na adsorpcijskom kompleksu. Parametri koje treba uzeti u obzir pri određivanju količine kalciziranog vapna za upotrebu su reakcija tla, adsorpcijski kompleksi, mehanički sastav, sadržaj organske tvari i mobilni sadržaj aluminijskih u tlu, a pH tla, sadržaj humusa i mehanički sastav dani su samo kao gruba osnova bez detaljnih analiza korištenja (Rešić, 2009.).

Karbokalk jedan je od važnih materijala koji predstavlja moguće rješenje za popravak kiselosti tla, nastaje kao nusproizvod i koristi se kod prerade šećerne repe, proizveden u obliku finih kristala karbonatnog (zasićenog) mulja koji se može dobiti korištenjem tzv. filter preša, pogača koja sadrži 65-75 % suhe tvari. Ove pogače se rasipaju i karbokalk je pogodan za transport kao i svaki drugi rastresiti materijal.

Svojstva kalcijevog ugljika jesu ta da ne sadrži štetne tvari, otporan je na atmosferske utjecaje pa se može skladištiti na licu mjesta prije upotrebe, a što je važno i kada se koristi zahvaljujući svojoj praškastoj strukturi ima izvrstan, brz i ujednačen učinak (Rešić, 2009.).

Još jedan važan faktor pokraj odgovarajućeg pH tla ima i odabir staništa, a Bažok i sur. (2015.), navode da se odabir ne može odabrati ako nisu poznati zahtjevi biljke. Tla na kojima se uzgaja šećerna repa ne smiju biti zbijena, moraju biti bez značajnih deformacija i jednolike strukture. Ako je tlo zbijeno, korijenje šećerne repe teško će se probijati, a masa korijena bit će znatno manja od željene. Zbijenost utječe i na vodno-zračno-toplinski režim kao i na biološku aktivnost u tlu te je stoga jedan od najvažnijih uzroka smanjenja prinosa. Provedeno je istraživanje o zbijenosti i propusnosti tla i pokazalo se da ako je tlo zbijeno i nepropusno za vodu, smanjuje se urod i kvaliteta korijena šećerne repe. Unatoč tome u tlu se stvara mehanička barijera koja sprječava ulazak zraka u korijenje.

Šećerna repa jara je kultura, te treba prihvatiti sustav uzgoja koji odgovara proljetnim usjevima, pa nije prikladno saditi šećernu repu na strmim terenima tj. s jakim nagibom (Gagro, 1998.).

## 2.4. Utjecaj temperature na klijavost šećerne repe

Naime, kaže se da šećernu repu treba sijati što ranije, jer što je kasnije sijemo, to može biti manji urod. Kalendarski gledano optimalan datum za sjetvu obično pada između sredine ožujka i sredine travnja. No, u ovom slučaju pokazatelj nije samo kalendar, već veliku ulogu igra i temperatura. Osim toga, važnu ulogu mogu odigrati i mrazevi koji znaju dosezati temperature i do  $-4$  do  $-6$  °C. Sjeme šećerne repe počinje klijeti pri temperaturi tla od  $6 - 8$  °C. No, za ravnomjerno i brzo nicanje u polju potrebna je  $10 - 12$  °C tla i naravno odgovarajuća vlažnost tla, osobito na dubini sjetve, tj.  $2 - 3$  cm (Rešić, 2014.).

Optimalna temperatura tla za sjetvu je od  $6 - 8$  °C, iako se sjetva može započeti kada je minimalna temperatura  $5$  °C. Dovoljno vlažno tlo i viša temperatura u trenutku sjetve povoljno utječu na klijanje i nicanje sjemena, a prednosti rane sjetve je mogućnost iskorištavanja zimske vlage koja dobro utječe na lakše klijanje i nicanje i dovodi do manje opasnosti od stvaranja pokorice. Moguće opasnosti kod rane sjetve dovode do izmrzavanja kod jakog mraza i produžavanje vegetacije dovode do produženja klijanja i nicanja što najčešće rezultira napadima bolesti biljke šećerne repe (Rešić, 2014.).

Temperatura ima značajan utjecaj na klijavost šećerne repe (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.). Klijavost se odnosi na sposobnost sjemena da proklija i razvije se u biljku pod odgovarajućim uvjetima. Šećerna repa biljka je koja preferira umjereno hladnije klimatske uvjete, ali ekstremno niske ili visoke temperature mogu negativno utjecati na klijavost sjemena i rast mladih biljaka.

Optimalna temperatura za klijavost šećerne repe najbolje klija pri temperaturama koje se kreću između  $15$  °C i  $25$  °C. U ovom rasponu temperatura sjeme će brže proklijati, a mlade biljke će se razvijati zdrave i snažne.

Niske temperature ispod  $5$  °C mogu usporiti ili inhibirati klijavost sjemena. Također, mlade biljke mogu biti osjetljive na hladnoću i mogu podleći smrzavanju što negativno utječe na njihov rast i razvoj.

Visoke temperature iznad 30 °C također mogu nepovoljno utjecati na klijavost i rast šećerne repe. Vruće temperature mogu isušiti tlo i sjeme te otežati uspješno proklijanje i rast mladih biljaka.

Termalna stratifikacija, odnosno izloženost sjemena nižim temperaturama, prije sjetve može poboljšati klijavost šećerne repe.

Različiti genotipovi šećerne repe mogu imati različite tolerantnosti na temperature. Uzgojem genotipova koje su prilagođene lokalnim klimatskim uvjetima može se poboljšati uspješnost klijavosti. Osim toga, važno je napomenuti da i druge faktore, poput vlage, kvalitete tla i dubine sjetve, također treba uzeti u obzir jer zajedno s temperaturom utječu na konačni uspjeh klijavosti šećerne repe.

## **2.5. Negativni utjecaji na klijavost šećerne repe**

Negativni utjecaj temperature na klijavost šećerne repe može biti značajan, pogotovo kada su temperature izvan optimalnog raspona za ovu biljku. U nastavku su prikazani neki od specifičnih načina na koje niske i visoke temperature mogu utjecati na klijavost šećerne repe:

Inhibicija klijanja uslijed ekstremno niskih temperatura, posebno ispod 5 °C, mogu usporiti ili čak zaustaviti proces klijanja sjemena. Sjeme može postati dormantno, tj. mirovati, umjesto da se aktivno razvija u biljku. Niske temperature mogu oštetiti embrion u sjemenu, što dovodi do smanjenja vitalnosti i sposobnosti klijanja. Oštećeni embrioni neće se razvijati pravilno. Ako mlade biljke izađu iz tla u hladnim uvjetima, mogu biti osjetljive na mraz i niske temperature na površini tla, što može dovesti do oštećenja ili čak smrzavanja biljaka.

Visoke temperature mogu isušiti sjeme i spriječiti normalan proces apsorpcije vode potrebne za klijanje. Sušenje sjemena smanjuje njegovu vitalnost i sposobnost za klijanje. Termalni stres mladih biljaka može se javiti kod biljaka koje su nikle iz tla i mogu biti izložene termalnom stresu uslijed visokih temperatura. To može dovesti do oštećenja stanica, slabog rasta i na kraju uvenuća biljaka.

Visoke temperature potiču brže isparavanje vlage iz tla i biljaka. To može dovesti do smanjenja dostupnosti vode za sjeme i mlade biljke, što opet negativno utječe na klijavost i rast. Upravljanje temperaturnim uvjetima tijekom sjetve i rasta šećerne repe ključno je za postizanje visoke klijavosti i zdravog rasta. Može uključivati odabir odgovarajućeg vremena sjetve, primjenu agrotehničkih mjera za zaštitu od ekstremnih temperatura te uzgoj sorti koje su tolerantne na temperaturne stresove. U kasnijim stadijima rasta korijena šećerne repe prilikom visoke noćne temperature može doći do znatnog pada digestije u korijenu.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Sjetva sjemena

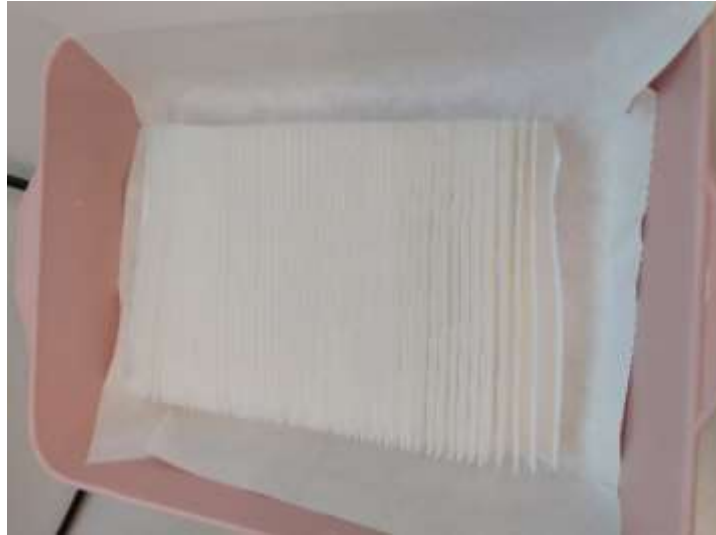
Ispitivanje klijavosti šećerne repe (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) važan je korak u uzgoju ove biljke kako bi se osiguralo da sjeme ima dobru sposobnost za proklijavanje i rast. Provedeno je ispitivanje klijavosti sjemena šećerne repe na različitim temperaturama: 5 °C, 10 °C, 15 °C, i 20 °C, za svaku temperaturu u 4 ponavljanja, gdje je u svakom ponavljanju sijano po 100 sjemenki šećerne repe. Osnovni koraci u ispitivanju klijavosti šećerne repe provedeni su u Laboratorijskom praktikumu za fenotipizaciju i vodni stres u biljnoj proizvodnji na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek.

U svaku posudicu posijano je 100 sjemenki šećerne repe u faltani filter papir, što znači da ima 50 pregrada te je u svaku pregradicu stavljano po 2 sjemena u razmaku od 6 cm (Slika 2. i 3.). Svaka posuda sadržavala je 100 sjemenki, što znači da je određenim temperaturama izloženo ukupno 400 sjemenki. Ukupnom pokusu za sve temperature posijano je ukupno 1600 sjemenki. Prilikom ispitivanja korišteno je pilirano sjeme šećerne repe hibrida KWS Indira (Slika 1.).



Slika 1. Pilirano sjeme šećerne repe hibrida KWS Indira  
(Banović, 2023.)

Korišteni materijal za sjetvu šećerne repe su: plastične posude sa poklopcem, faltani filter papir, papir za pokrivanje sjemena i plastične vrećice u koje su odlagane plastične posude i zatvarane da ne bi došlo do gubitka vlage, što je prikazano na slici 2.. Svaka posuda sa sadržajem se zalijevala sa 35 ml destilirane vode. Posudice zajedno s materijalom nakon sjetve odložene su u komoru marke *Fitoclima 1200 PHL, Aralab*, na određene temperature u trajanju od 14 dana.



Slika 2. Prikaz posudice i faltanog filter papira  
(Banović, 2023.)



Slika 3. Prikaz posijanog sjemena u posudicama  
(Banović, 2023.)



**Priprema vlažne podloge:**

Svaka posuda sa sadržajem se zalijevala s 35 ml destilirane vode. Ukupno je bilo 16 posudica, po 4 za svaku temperaturu. Osmi dan bilo je potrebno dodati još 10 ml destilirane vode.

**Praćenje klijanja:**

Energija klijanja određena je 4. dan, a brzina klijanja određena je tako što se svaki dan evidentirao broj iskljanih sjemenki. Ukupna klijavost nakon 14 dana (Pospišil i Pospišil, 2013.).



Slika 4. Iskljalo sjeme nakon 8 dana na temperaturi 10°C  
(Banović, 2023.)

### 3.2. Brzina klijanja

Prosječno vrijeme klijanja određeno je brojanjem iskljanih sjemenki kroz 8 dana (192 h), budući da se nakon toga broj iskljanih sjemenki nije povećavao. Klijanje je bilježeno svakodnevno od početka postavljanja pokusa i smatralo se da je završeno nakon što je klijanac bio 2 mm duljine.

Prosječno vrijeme klijanja izračunato je pomoću jednadžbe (Ellis i Roberts, 1981.):

$$\text{Srednje vrijeme klijanja} = \sum(n \times d) / N,$$

gdje je:

n = broj sjemenki prokljalih svakog dana,

d = broj dana od početka sjetve

N = ukupan broj sjemenki prokljalih na kraju pokusa

### 3.3. Mjerenje morfoloških pokazatelja

Nakon što je 14 dana sjeme naklijavalo na određenim temperaturama slijedilo je mjerenje klijanca i bilježenje podataka radi daljnjeg ispitivanja. Bilo je potrebno iz svake posude izdvojiti 50 od ukupnih 100 klijanaca (Slika 5.) i započeti mjerenje koje će služiti u donošenju podataka koji je prikazan detaljnije u radu.



Slika 5. Najveće izmjerena stabljika na temperaturi od 20 °C (Banović, 2023.)

Osim mjerenja morfometrijskih parametara, na svim uzorcima određen je udio normalno razvijenih klijanaca (Slika 6. i 7.), udio neklijavog sjemena i udio abnormalnih klijanaca.



Slika 6. Normalno razvijeni klijanci šećerne repe na temperaturi od 10 °C (Banović, 2023.)



Slika 7. Normalno razvijeni klijanci šećerne repe na temperaturi od 20 °C (Banović, 2023.)

### 3.4. Statistička analiza rezultata

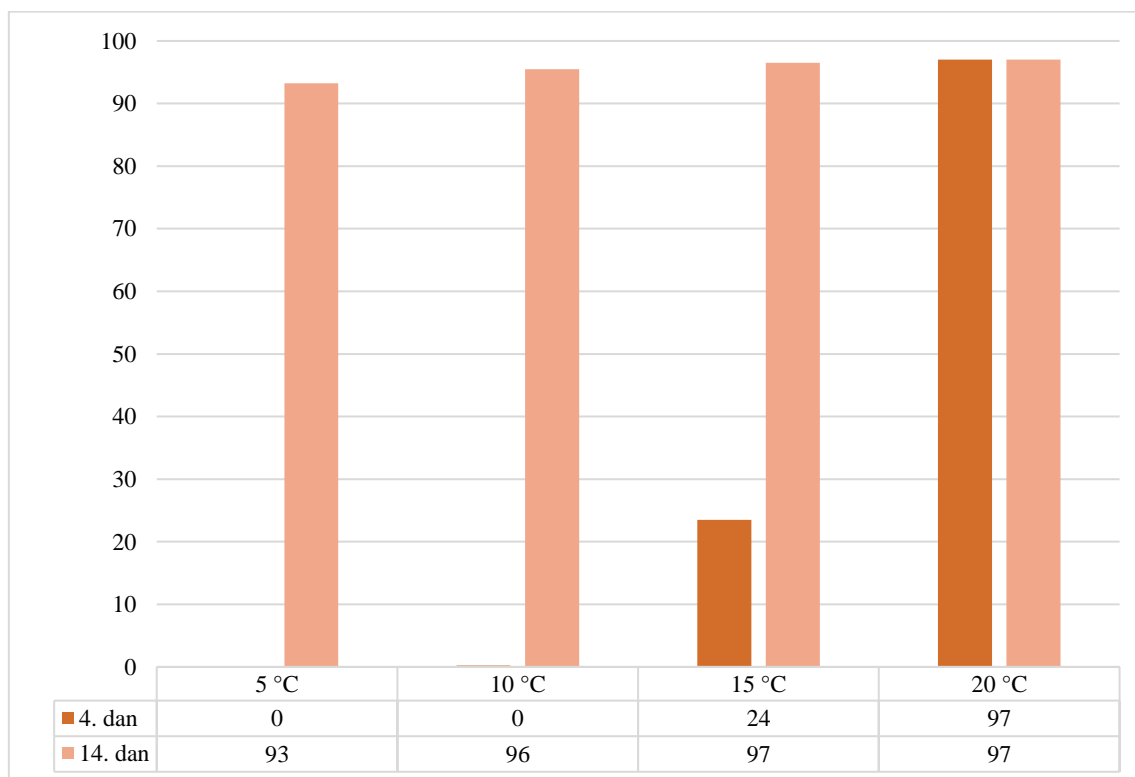
Nakon obavljenih mjerenja klijanaca šećerne repe svi podaci su uneseni u računalni program *MS Office – Microsoft Excel*. Za statističku analizu podataka korišten je licencirani program paketa SAS - *SAS Enterprise Guide 7.1*. Razlike između srednjih vrijednosti prikazane su na razini 0,05, a različita slova označavaju značajne razlike.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Energija klijanja i ukupna klijavost

U ovom istraživanju energija klijanja (E klijanja) određena je 4. dan, a ukupna klijavost nakon 14 dana. Na temperaturi od 5 i 10 °C nije bilo iskljanih sjemenki (Grafikon 4.), dok je na temperaturi od 15 °C energija klijanja iznosila 24 %, a najveću energiju klijanja imale su sjemenke na 20 °C, gdje je E klijanja iznosila 97 %.

Ukupna klijavost (UK) je bila vrlo dobra te je za hibrid KWS Indira nakon 14 dana ukupna klijavost bila od 93 % (5 °C) do 97 % (15 i 20 °C) (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Energija klijanja (4. dan) i ukupna klijavost (14. dan) šećerne repe ovisno o temperaturi

## 4.2. Prosječno vrijeme klijanja šećerne repe ovisno o temperaturi

Prema ANOVA modelu za prosječno vrijeme klijanja, utvrđen je vrlo visoko značajan ( $p < 0,001$ ) utjecaj tretmana na prosječno vrijeme klijanja (Tablica 1.).

Tablica 1. Model ANOVA za prosječno vrijeme klijanja šećerne repe

Izvor	DF	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrijednost	Pr > F
Model	3	34.69129778	11.56376593	160.46	<.0001
Pogreška	12	0.86479304	0.07206609		
Ukupno	15	35.55609082			

Prosječna vrijeme klijanja hibrida Indira KWS u ovom istraživanju iznosio je 4,0 (Tablica 2.). Najmanje prosječno vrijeme klijanja utvrđeno je pri najnižoj temperaturi naklijavanja od 5 °C (2,2), dok je najveće prosječno vrijeme klijanja od 6,2 utvrđeno pri temperaturi od 20 °C (Tablica 2.).

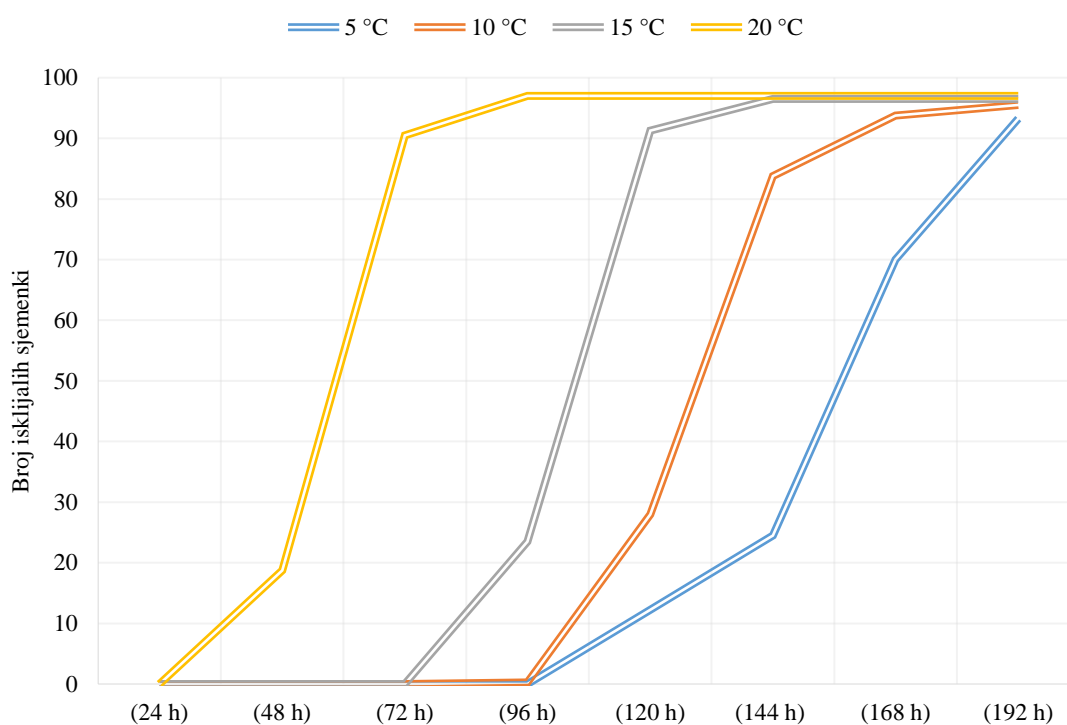
Tablica 2. Prosječno vrijeme klijanja šećerne repe ovisno o temperaturi naklijavanja

Temperatura (°C)	Prosjek	Razlike između srednjih vrijednosti
5	2,2	c
10	3,2	b
15	4,3	a
20	6,2	a
<b>Prosjek pokusa</b>	<b>4,0</b>	<i>*LSD 0,05 = 0,31</i>

Srednje vrijednosti s istim slovom se statistički značajno ne razlikuju na razini 0,05.

### 4.3. Brzina klijanja sjemena šećerne repe ovisno o temperaturi

Prema grafikonu 5. vidljivo je kako je na temperaturi od 20 °C sjeme najbrže proklijalo, te je već nakon 48 h prosječno proklijalo 19% od posijanog sjemena. Na temperaturi od 5 °C sjeme je započelo klijeti 120 h nakon sjetve u posudice te je prosječno proklijalo 12 % sjemena, dok je u istom tom razdoblju (120 h nakon sjetve) na temperaturi od 20 °C postignuta maksimalna klijavost od 97 % od posijanog sjemena.

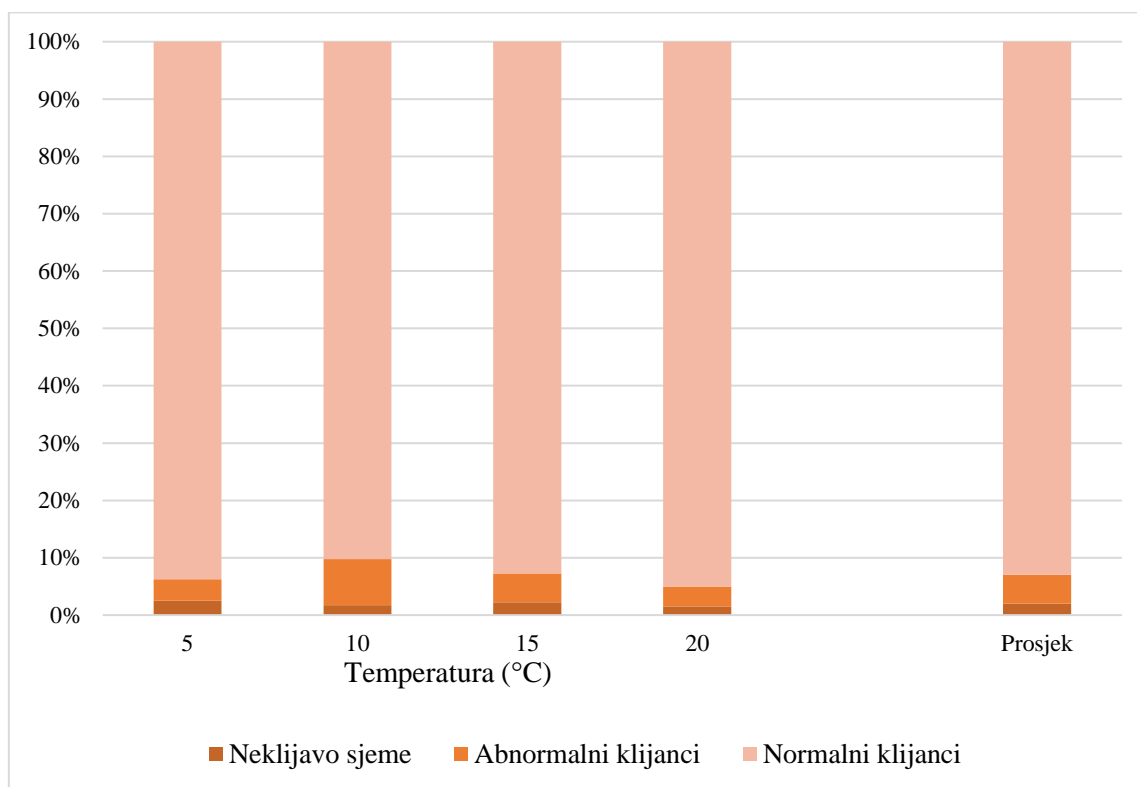


Grafikon 5. Broj iskljanih sjemenki šećerne repe ovisno o temperaturi naklijavanja

### 4.4. Udio normalnih i abnormalnih klijanaca te nekljavog sjemena šećerne repe

Općenito je broj normalnih i zdravih klijanaca šećerne repe u ovom istraživanju bio 90 % i >90 % (Grafikon 6.). Najmanji udio normalno razvijenih klijanaca utvrđen je na temperaturi od 10 °C gdje je iznosio 90 %. U ovom istraživanju najveći broj normalnih i zdravih klijanaca utvrđen je na temperaturi od 20 °C gdje je njihov udio iznosio 95 %.

Prosječan udio ne klijavog sjemena šećerne repe u ovom istraživanju je iznosio svega 2 %, dok je na tretmanima prosječan udio abnormalnih klijanaca iznosio 5 %.



Grafikon 6. Udio neklijavog sjemena te abnormalnih normalno razvijenih klijanaca šećerne repe

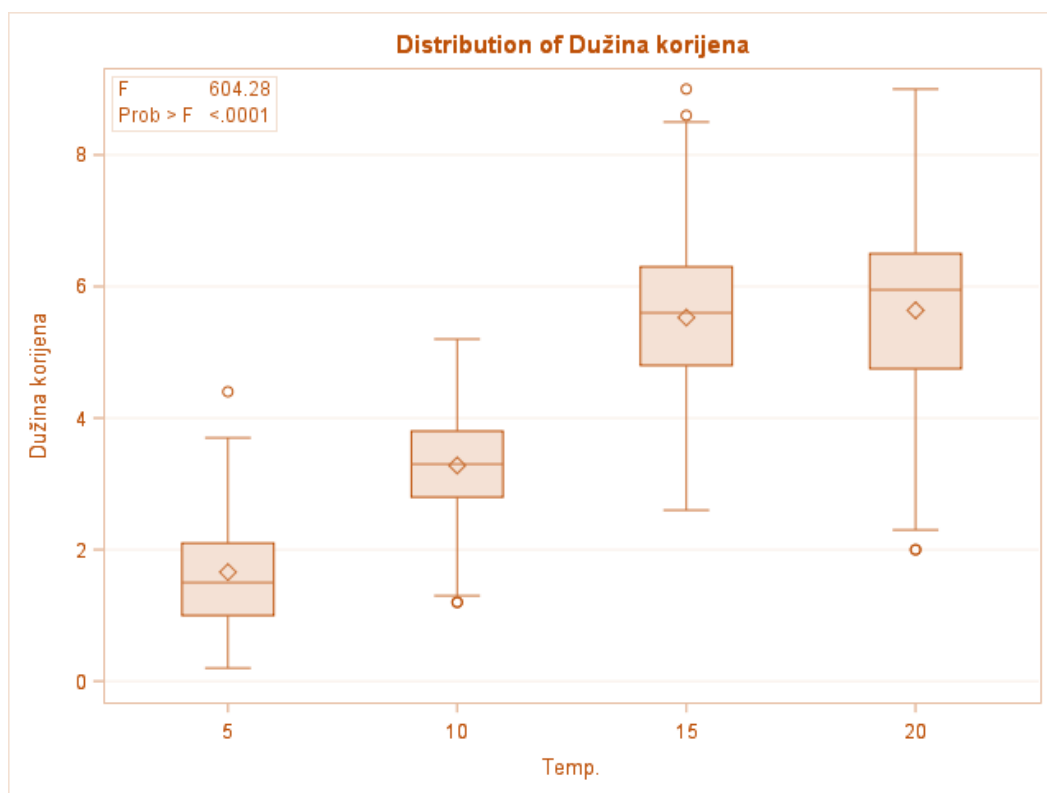
#### 4.5. Dužina korijena klijanaca šećerne repe

Prema ANOVA modelu dužine korijena dobivena F vrijednost od 604,28 (Tablica 3.) bila je značajna ( $p < 0,0001$ ) te je proveden pojedinačan test najmanje značajne razlike – LSD (*least significant difference*).

Tablica 3. Model ANOVA za dužinu korijena klijanaca šećerne repe

Izvor	DF	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrijednost	Pr > F
Model	3	2203.373300	734.457767	604.28	<.0001
Pogreška	796	967.485900	1.215435		
Ukupno	799	3170.859200			

Prema grafičkom prikazu dužine korijena, najveći korijen imali su klijanci na 20 °C, dok su najmanji korijen razvili klijanci na najmanjoj temperaturi od 5 °C (Grafikon 7.).



Grafikon 7. Kutijasti dijagram dužine korijena klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi

Prosječna dužina korijena klijanaca u ovom istraživanju iznosila je 4,0 cm po biljci (Tablica 4.). Najmanji korijen imali su klijanci na 5 °C (1,7 cm), a najveći korijen izmjereno je kod klijanaca na 20 °C (5,6 cm). Premda razlike između dužine korijena na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Tablica 3. Dužina korijena klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja

Temperatura (°C)	Prosjek	Razlike između srednjih vrijednosti
5	1,7	c
10	3,3	b
15	5,5	a
20	5,6	a
<b>Prosjek pokusa</b>	<b>4,0</b>	<i>*LSD 0,05 = 0,22</i>

Srednje vrijednosti s istim slovom se statistički značajno ne razlikuju na razini 0,05.



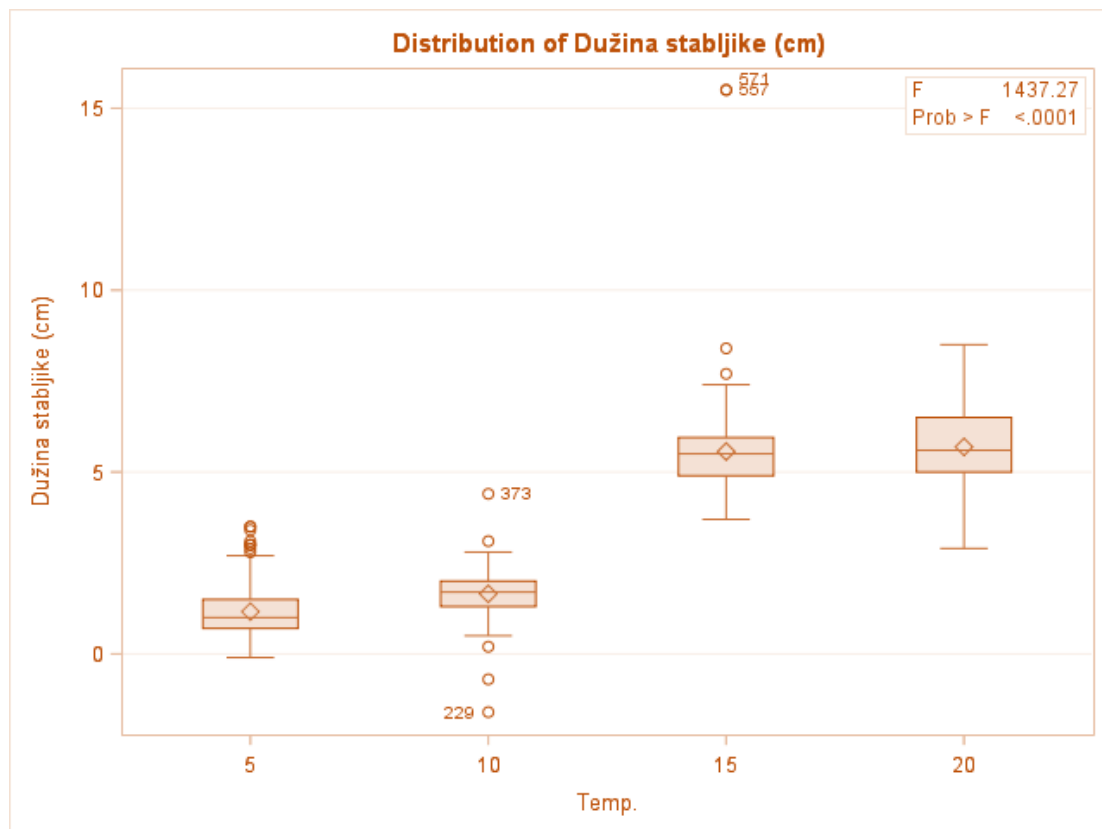
#### 4.6. Dužina stabljike klijanaca šećerne repe

Prema ANOVA modelu dužine korijena dobivena F vrijednost od 1436,27 (Tablica 5.) bila je značajna ( $p < 0,0001$ ) te je proveden pojedinačan test najmanje značajne razlike – LSD (*least significant difference*).

Tablica 5. Model ANOVA za dužinu stabljike klijanaca šećerne repe

Izvor	DF	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrijednost	Pr > F
Model	3	3587.082000	1195.694000	1437.27	<.0001
Pogreška	796	662.206800	0.831918		
Ukupno	799	4249.288800			

Prema grafičkom prikazu dužine stabljike klijanaca, najveću dužinu stabljike imali su klijanci na 20 °C, dok su najmanju dužinu stabljike razvili klijanci na najmanjoj temperaturi od 5 °C (Grafikon 8.).



Grafikon 8. Kutijasti dijagram dužine stabljike klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi

Prosječna dužina stabljike klijanaca u ovom istraživanju iznosila je 3,5 cm po biljci (Tablica 6.). Najmanju dužinu stabljike imali su klijanci na 5 °C (1,2 cm), a najveća dužina stabljike korijena izmjerena je kod klijanaca na 20 °C. Premda razlike između dužine stabljike korijena klijanaca na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Tablica 6. Dužina stabljike korijena klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja

Temperatura (°C)	Prosjek	Razlike između srednjih vrijednosti
5	1,2	c
10	1,7	b
15	5,6	a
20	5,7	a
<b>Prosjek pokusa</b>	<b>3,5</b>	<i>*LSD 0,05 = 0,18</i>

Srednje vrijednosti s istim slovom se statistički značajno ne razlikuju na razini 0,05.

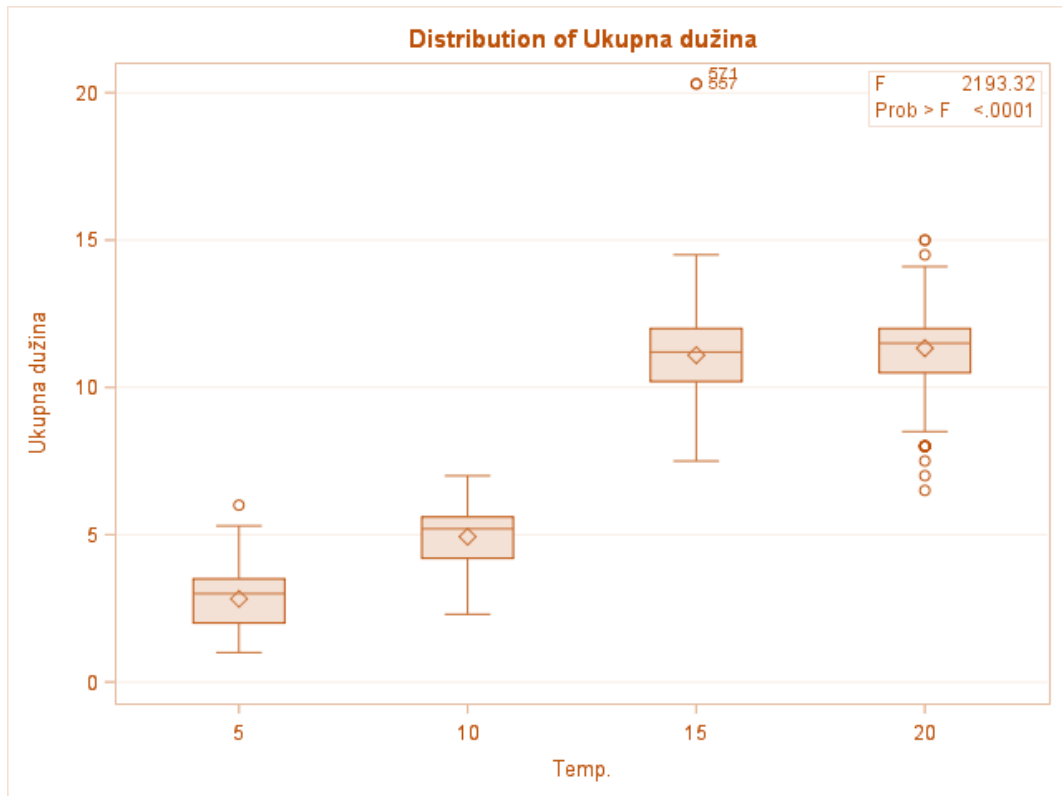
#### 4.7. Ukupna dužina klijanaca šećerne repe

Prema ANOVA modelu dužine korijena dobivena F vrijednost od 2193,32 (Tablica 7.) bila je značajna ( $p < 0,0001$ ) te je proveden pojedinačan test najmanje značajne razlike – LSD (*least significant difference*).

Tablica 7. Model ANOVA za ukupnu dužinu klijanaca šećerne repe

Izvor	DF	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrijednost	Pr > F
Model	3	11207.86890	3735.95630	2193.32	<.0001
Pogreška	796	1355.85190	1.70333		
Ukupno	799	12563.72080			

Prema grafičkom prikazu ukupne dužine klijanaca, najveću ukupnu dužinu imali su klijanci na 20 °C, dok su najmanju ukupnu dužinu razvili klijanci na najmanjoj temperaturi od 5 °C (Grafikon 9.).



Grafikon 9. Kutijasti dijagram ukupne dužine klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi

Prosječna dužina klijanaca šećerne repe u ovom istraživanju iznosio je 7,5 cm (Tablica 8.). Najmanju ukupnu dužinu imali su klijaneci na 5 °C (2,8 cm), a najveća ukupna dužina klijanaca izmjerena je kod klijanaca na 20 °C (11,3 cm). Premda razlike između ukupne dužine klijanaca šećerne repe na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Tablica 8. Ukupna dužina klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja

Temperatura (°C)	Prosjek	Razlike između srednjih vrijednosti
5	2,8	c
10	4,9	b
15	11,1	a
20	11,3	a
<b>Prosjek pokusa</b>	<b>7,5</b>	<i>*LSD 0,05 = 0,26</i>

Srednje vrijednosti s istim slovom se statistički značajno ne razlikuju na razini 0,05.

## 5. RASPRAVA

Visoka ili niska temperatura zraka mogu značajno smanjiti klijavost sjemena većine poljoprivrednih kultura. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi brzinu klijanja i morfometrijske pokazatelje šećerne repe ovisno o temperaturi. Praćena je energija klijanja i ukupna klijavost, prosječno vrijeme i brzina klijanja, dužina korijena klijanaca, dužina stabljike i ukupna dužina klijanaca šećerne repe te je zabilježen i udio normalnih i abnormalnih klijanaca nakon 8 dana naklijavanja u plastičnim posudama.

Prema Vratarić i Sudarić (2008.) minimalne temperature za klijanje soje su od 6 do 7 °C, dok su za šećernu repu 5 °C – 6 °C prema Rešić (2014.). U ovom istraživanju je pri 5 °C i 10 °C ukupna klijavost sjemena hibrida KWS Indira bila dobra te da je nakon 14 dana ukupna klijavost bila 93 % za 5 °C, a 97 % za 15 i 20 °C. Autorice navode da je ukupna klijavost soje niska (8, odnosno 7 %) i da je kultivar osjetljiv na niske temperature. A prema Rešić (2014.) smatra se da je šećerna repa relativno otporna na niže temperature.

Energija klijanja je određena 4. dan i na temperaturama od 5 i 10 °C nije bilo iskljanih sjemenki, dok je na temperaturi od 15 °C energija klijanja iznosila 24 %. Najveću energiju klijanja imale su sjemenke na 20 °C, gdje je E klijanja iznosila 97 %. Slične rezultate dobila je i Kraljičak (2019.) koja u svom radu navodi da je energija klijanja pri temperaturi od 10 °C iznosila je 89,62 %, a pri temperaturi od 20 °C 93,50 % te da kod ukupne klijavosti raži nema velikih značajnosti na istim ispitivanim temperaturama, što je isti slučaj i kod šećerne repe.

Bukvić i sur. (2009. a) također navode da su za tri kultivara crvene djeteline dobili veću klijavost sjemena pri višoj temperaturi. Dok su kod Šporčić (2018.) u radu razlike između ispitivanih temperatura (10 °C i 20 °C) za energiju klijanja kod pšenoraži bile velike te je energija klijanja za 10 °C iznosila 12,9 %, a za 20 °C bilo 94,9 %.

Prosječna dužina korijena klijanaca u ovom istraživanju iznosila je 4,0 cm po biljci. Najmanji korijen imali su klijanca na 5 °C (1,7 cm), a najveći korijen izmjereno je kod klijanaca na 20 °C. Premda razlike između dužine korijena na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Bukvić i sur. (2009.) navode da se prosječna dužina korjenčića crvene djeteline iznosila 0,818 cm. Najmanji korjenčić imali su klijanci sorte Croatia na 10 °C (1,08 cm), a najveći korjenčić sorte Diana na 20 °C (2,166 cm).

Prosječna dužina korijena klijanaca u ovom istraživanju iznosila je 4,0 cm po biljci. Najmanji korijen imali su klijanci na 5 °C (1,7 cm), a najveći korijen izmjeren je kod klijanaca na 20 °C (5,6 cm). Premda razlike između dužine korijena na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Prema podacima Bukvić i sur. (2009.) razlike u dužini klijanaca u zavisnosti od temperature dobivene su kod sorte Dijana (4,417 cm), a najmanji klijanac je kod sorte Viole (3,604 cm). Prosječna dužina korijena raži iznosio je 3,74 cm na temperaturi od 10 °C, dok je na temperaturi od 20 °C iznosio 11,85 cm. Dok je u ovome radu zabilježeno da je na 10 °C prosječna dužina korijena šećerne repe (3,3 cm).

Prosječna dužina klijanaca šećerne repe u ovom istraživanju iznosila je 7,5 cm. Najmanju ukupnu dužinu imali su klijanci na 5 °C (2,8 cm), a najveća ukupna dužina klijanaca izmjerena je kod klijanaca na 20 °C (11,3 cm) na temperaturi od 10 °C (4,9 cm) dužina klijanaca značajno se razlikovala. Razlike između ukupne dužine klijanaca šećerne repe na 15 i na 20 °C nisu bile statistički značajne.

Kovač (2022.) u svome radu navodi da je ukupna dužina klijanaca žitarica iznosila 16,71 cm pri temperaturi od 10 °C, dok je na temperaturi 20 °C izmjereno 22,31 cm, što znači da su se u ove dvije kulture razlike između 10 i 20 °C značajno razlikuju.

Bukvić i sur. (2008.) navode da je dužina klijanaca bijele djeteline bila pod značajnim utjecajem temperature, pH vrijednosti i kultivara. Klijanci na svim razinama pH vrijednosti bili su duži na višoj temperaturi. Osim toga, i kod crvene djeteline klijanci na višim temperaturama značajno su bili duži. Prema tome, isto možemo zaključiti i u ovom istraživanju šećerne repe.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je ispitati brzinu klijanja i morfološke karakteristike klijanaca šećerne repe sorte hibrid KWS Indira na različitim temperaturama (5, 10, 15 i 20 °C).

Energija klijanja u ovom pokusu određena je 4. dan, pri niskim temperaturama (5, 10, 15 °C) energija klijanja je bila slaba, dok je pri najvišoj temperaturi iznosila 97 %. Ukupna klijavost nakon 14 dana na svim temperaturama bila je u rasponu od 93 – 97 %.

Najmanje prosječno vrijeme klijanja utvrđeno je pri najnižoj temperaturi od 5 °C (2,2), dok je najveće prosječno vrijeme klijanja od 6,2 utvrđeno pri temperaturi od 20 °C, a ukupno prosječno vrijeme iznosilo je 4,0.

Na temperaturi od 20 °C sjeme je najbrže proklijalo i postignuta je maksimalna klijavost sjemena od 97 %, dok je pri temperaturi od 5 °C u istom vremenskom intervalu proklijalo tek 12 % od ukupno posijanog sjemena.

U ovom istraživanju udio normalno razvijenih klijanaca bio je prilično visok i iznosio je 90 % i 95 %, dok je udio abnormalnih klijanaca iznosio svega 5 %.

Najmanju dužinu korijena imali su klijanci pri temperaturi od 5 °C i iznosila je 1,7 cm, dok je najveći korijen izmjeren na temperaturi od 20 °C (5,7 cm). Prosječna dužina korijena klijanaca iznosila je 4,0 cm.

Najveću dužinu stabljike klijanaca imali su klijanci na 20 °C (5,7 cm), dok su najmanju dužinu stabljike razvili klijanci na najmanjoj izmjerenoj temperaturi 1,2 cm. Prosječna dužina klijanaca šećerne repe u ovom istraživanju iznosila je 7,5 cm. Najmanju ukupnu dužinu imali su klijanci na 5 °C (2,8 cm), a najveća ukupna dužina klijanaca izmjerena je kod klijanaca na 20 °C (11,3 cm).

Na osnovu provedenog istraživanja, analize i obrade podataka, te dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti kako je u svim provedenim mjerenjima viša temperatura imala pozitivniji utjecaj na bolje klijanje sjemena šećerne repe, od nižih temperatura.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Asadollahi, S., Ponnampalam, E. N., Sari, M., & Erfanimajd, N. (2018.): Effects of sugar beet pulp and roasted canola seed, on performance, rumen and small intestine digesta volatile fatty acid concentrations, and small intestine morphology of Arabian lambs. *Livestock Science*, 216, 130-137. Pristupljeno 9. 8. 2023.
2. Bažok, R., Barić, K., Čačija, M., Drmić, Z., Đermić, E., Čuljak, T., Grubišić, D., Ivić, D., Kos, T., Kristek, A., Kristek, S., Lemić, D., Šćepanović, M., Vončina, D. (2015.): Šećerna repa: Zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne proizvodnje, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Motiv d.o.o. Zagreb: 7 – 22
3. Bukvić, G., Grljušić, S., Rozman, V., Liška A., Eđed, A., Križan L. (2009.): Utjecaj temperature na svojstva sjemena i klijanaca kultivara crvene djeteline. *Proceedings 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture*. (Lončarić, Z, Marić, S., Ur.). Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 294-297.
4. Bukvić, G., Grljušić, S., Rozman, V., Liška, A., Lović, I. (2008.b): Utjecaj pH i temperature na energiju klijanja, klijavost, dužinu korijena i hipokotila klijanaca različitih kultivara lucerne (*Medicago sativa* L.). *Poljoprivreda*, 14 (1): 9-14.
5. Bukvić, G., Ravlić, M., Grljušić, S., Rozman, V., Popović, B., Tkalec, M. (2008.a): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline. *Sjemenarstvo*, 25 (3-4): 179-192.
6. Conti, F., Ciaschetti, G., Di Martino, L., & Bartolucci, F. (2019.): An annotated checklist of the vascular flora of Majella National Park (Central Italy). *Phytotaxa*, 412(1), 1-90. Pristupljeno 9. 8. 2023.  
Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek.
7. Ellis, R. A., Roberts E. H. (1981.): The quantification of agent and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. Technol.*, 9: 373-409. Pristupljeno 9. 8. 2023.
8. Felić, E. (2022.): Ostaje li Hrvatska bez posljednje šećerane? (<https://lidermedia.hr/biznis-i-politika/ostaje-li-hrvatska-bez-posljednje-secerane-145602>) pristupljeno 10. 9. 2023.
9. Gagro, M. (1998.): Industrijsko i krmno bilje. *Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb*, 111.

10. Gusev, A. A., Kudrinsky, A. A., Zakharova, O. V., Klimov, A. I., Zherebin, P. M., Lisichkin, G. V., ... & Krutyakov, Y. A. (2016.): Versatile synthesis of PHMB-stabilized silver nanoparticles and their significant stimulating effect on fodder beet (*Beta vulgaris* L.). *Materials Science and Engineering: C*, 62, 152-159. Pristupljeno 09.08.2023.
11. Jeločnik, M., Nastić, L., Subić, J. (2015.): Analiza pokrića varijabilnih troškova u proizvodnji šećerne repe, Beograd, 201.
12. Jurišić, D. (2008.): Proizvodnja i dorada sjemena šećerne repe u KWS-u. *Glasnik zaštite bilja*, 31(4), 67-74.
13. Kanisek, J., Deže, J., Ranogajec, Lj., Miljević, M. (2008.): Ekonomska analiza proizvodnje šećerne repe, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 1.
14. Klyachenko, O., Likhanov, A., & Grakhov, V. (2018.): Tissue and biochemical barriers of sugar beet (*Beta vulgaris* L. provar. *altissima* Doell.) Pericarp. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8(1), 663. Pristupljeno 09.08.2023.
15. Kovač, M. (2022.): Utjecaj temperature na klijavost i parametre klijavosti strnih žitarica (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Department of Plant Production and Biotechnology).
16. Kraljićak M. (2019.): Uloga temperature i pH otopine na parametre klijavosti raži,
17. Marinković, B., Starčević, L., Crnobarac, J., Jaćimović, G., & Rajić, M. (2004.): Sporedni proizvodi u proizvodnji šećerne repe kvalitetna stočna hrana. *Glasnik zaštite bilja*, 27(5), 114-118. Osijek. IBL Osijek.
18. Pospišil, A., Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo praktikum. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Motiv d.o.o.
19. Pospišil, M. (2004.): Temeljne mjere uzgoja šećerne repe, *Glasnik Zaštite bilja*, 27(5): 108-113.
20. Rastija, M., Kristek, A., Rastija, D. (1998.): Utjecaj gnojidbe dušikom i borom na prinos i kvalitetu sjemena šećerne repe. *Poljoprivreda*, 4(2): 63-68.
21. Rešić, I. (2008.): Damages on sugar beet in first stages of development. *Glasnik Zaštite Bilja*, 31(4), 81-85.
22. Rešić, I. (2009.): Karbokalk u proizvodnji šećerne repe. *Glasnik zaštite bilja*, 32(6), 146-149.



23. Rešić, I. (2014.): Priručnik za proizvodnju šećerne repe, Sladorana d.o.o., Županja, 9.
24. Sudarić, A., & Vratarić, M. (2008.): Importance, achievements and trends in soybean breeding at the agricultural institute osijek. *Sjemenarstvo*, 25(3-4), 207-216.
25. Šporčić, A. (2018.): Utjecaj različitog pH i temperature na klijavost sjemena pšenoraži, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 35.
26. Tot, I. (2008.): Osnovni preduvjeti za uspjeh u proizvodnji šećerne repe. *Glasnik zaštite bilja*, 31(4), 76-80.
27. Treben, M. (2000.): *The Health from the Pharmacy of the Lord, tips and experiences with medicinal herbs*. Pristupljeno 09.08.2023.
28. Vukadinović, V. (2015.): Kada sijati šećernu repu? (<https://www.agroklub.com/ratarstvo/kada-sijati-secernu-repu/15938/>) pristupljeno 10. 9. 2023.

## 8. SAŽETAK

Cilj diplomskog rada bio je ispitati utjecaj temperature na morfometrijske pokazatelje i klijanje na različitim temperaturama u laboratorijskim uvjetima zraka od 5 °C, 10 °C, 15 °C i 20 °C. Ispitivan je različiti utjecaj temperatura na energiju klijanja i ukupnu klijavost, prosječno vrijeme klijanja, brzinu klijanja, udio normalnih i abnormalnih klijanaca, dužinu korijena, dužinu stabljike i ukupnu dužinu klijanaca šećerne repe. Energija klijanja i ukupna klijavost je iznosila 97%, prosječno vrijeme klijanja je 4,0, dok je brzina klijanja iznosila 97%. Udio normalno razvijenih klijanaca je bio 95 %, a udio abnormalnih klijanaca 5 %. Najveća dužina korijena klijanaca šećerne repe iznosila je 5,7 cm na 20 °C, a najmanja na 5 °C je iznosila 1,7 cm. Prosječna dužina korijena klijanaca bila je 4,0 cm. Dužina stabljike klijanaca na 20 °C bila je 5,7 cm, najmanja na 5 °C 1,3 cm. Prosječna dužina klijanaca šećerne repe iznosila je 7,0 cm. Najmanja ukupna dužina klijanaca na 5 °C iznosila je 2,8 cm, a najveća na 20 °C 11,3 cm. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je kako je šećerna repa ostvarila dobre rezultate klijanja pri temperaturi od 15 i 20 °C nego pri temperaturi od 5 i 10 °C.

Ključne riječi: temperatura, šećerna repa, klijanci, stabljika, korijen

## **9. SUMMARY**

The aim of the thesis was to examine the influence of temperature on morphometric indicators and germination at different temperatures in laboratory air conditions of 5 °C, 10 °C, 15 °C and 20 °C. The different effects of temperature on germination energy and total germination, average germination time, germination speed, proportion of normal and abnormal seedlings, root length, stem length and total length of sugar beet seedlings were examined. Germination energy and total germination was 97 %, the average germination time was 4.0, while the germination rate was 97 %. The proportion of normally developed seedlings was 95%, and the proportion of abnormal seedlings was 5 %. The largest root length of sugar beet seedlings was 5.7 cm at 20 °C, and the smallest at 5 °C was 1.7 cm. The average length of the roots of the seedlings was 4.0 cm. The length of the stem of the seedlings at 20 °C was 5.7 cm, the smallest at 5 °C was 1.3 cm. The average length of sugar beet seedlings was 7.0 cm. The smallest total length of seedlings at 5 °C was 2.8 cm, and the largest at 20 °C was 11.3 cm. After the research, it was determined that sugar beet achieved better germination results at temperatures of 15 and 20 °C than at temperatures of 5 and 10 °C.

Key words: temperature, sugar beet, seedlings, stem, root

## 10. PRILOG

### 10.1. Popis tablica, grafikona i slika

	Naslov	Stranica
<b>Popis tablica</b>		
Tablica 1.	Model ANOVA za vrijeme klijanja šećerne repe	17
Tablica 2.	Prosječno vrijeme klijanja šećerne repe ovisno o temperaturi naklijavanja	17
Tablica 3.	Model ANOVA za dužinu korijena klijanaca šećerne repe	19
Tablica 4.	Dužina korijena klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja	20
Tablica 5.	Model ANOVA za dužinu stabljike klijanaca šećerne repe	21
Tablica 6.	Dužina stabljike klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja	22
Tablica 7.	Model ANOVA za ukupnu dužinu klijanaca šećerne repe	22
Tablica 8.	Ukupna dužina klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi naklijavanja	23
<b>Popis grafikona</b>		
Grafikon 1.	Proizvodnja šećerne repe u svijetu od 2011 - 2021.	1
Grafikon 2.	Top 10 najvećih proizvođača šećerne repe u svijetu.	2
Grafikon 3.	Proizvodnja šećerne repe u Hrvatskoj od 2011 – 2021. godine.	2
Grafikon 4.	Energija klijanja (4. dan) i ukupna klijavost (14. dan) šećerne repe ovisno o temperaturi	16
Grafikon 5.	Broj iskljanih sjemenki šećerne repe ovisno o temperaturi naklijavanja	18
Grafikon 6.	Udio nekljavog sjemena te abnormalnih normalno razvijenih klijanaca šećerne repe	19
Grafikon 7.	Kutijasti dijagram dužine korijena klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi	20
Grafikon 8.	Kutijasti dijagram dužine stabljike klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperature	21

	Naslov	Stranica
Grafikon 9.	Kutijasti dijagram ukupne dužine klijanaca šećerne repe (cm) ovisno o temperaturi	23
<b>Popis slika</b>		
Slika 1.	Pilirano sjeme šećerne repe hibrida KWS Indira (Banović, 2023.)	11
Slika 2.	Prikaz posudice i faltanog filter papira (Banović, 2023.)	12
Slika 3.	Prikaz posijanog sjemena u posudicama. (Banović, 2023.)	12
Slika 4.	Isklijalo sjeme, nakon 8 dana na temperaturi 10 °C (Banović, 2023.)	13
Slika 5.	Najveće izmjerena stabljika na temperaturi od 20 °C (Banović, 2023.)	14
Slika 6.	Normalno razvijeni klijanci šećerne repe na temperaturi od 10 °C (Banović, 2023.)	15
Slika 7.	Normalno razvijeni klijanci šećerne repe na temperaturi od 20°C (Banović, 2023.)	15

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

## BRZINA KLIJANJA I MORFOMETRIJSKI POKAZATELJI ŠEĆERNE REPE OVISNO O TEMPERATURI

Nikolina Banović

**Sažetak:** Cilj diplomskog rada bio je ispitati utjecaj temperature na morfološke pokazatelje i klijanje na različitim temperaturama u laboratorijskim uvjetima zraka od 5 °C, 10 °C, 15 °C i 20 °C. Ispitivan je različiti utjecaj temperatura na energiju klijanja i ukupnu klijavost, prosječno vrijeme klijanja, brzinu klijanja, udio normalnih i abnormalnih klijanaca, dužinu korijena, dužinu stabljike i ukupnu dužinu klijanaca šećerne repe. Energija klijanja i ukupna klijavost je iznosila 97 %, prosječno vrijeme klijanja je 4,0, dok je brzina klijanja iznosila 97%. Udio normalno razvijenih klijanaca je bio 95 %, a udio abnormalnih klijanaca 5 %. Najveća dužina korijena klijanaca šećerne repe iznosila je 5,7 cm na 20 °C, a najmanja na 5 °C je iznosila 1,7 cm. Prosječna dužina korijena klijanaca bila je 4,0 cm. Dužina stabljike klijanaca na 20 °C bila je 5,7 cm, najmanja na 5 °C 1,3 cm. Prosječna dužina klijanaca šećerne repe iznosila je 7,0 cm. Najmanja ukupna dužina klijanaca na 5 °C iznosila je 2,8 cm, a najveća na 20 °C 11,3 cm. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je kako je šećerna repa ostvarila dobre rezultate klijanja pri temperaturi od 15 i 20 °C nego pri temperaturi od 5 i 10 °C.

**Rad je izrađen pri:** Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Mentorica:** Doc. dr. sc. Ivana Varga

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 16

**Broj tablica:** 8

**Broj literaturnih navoda:** 28

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** temperatura, šećerna repa, klijanci, stabljika, korijen

**Datum obrane:** 14. prosinca 2023. godine

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. **doc. dr. sc. Dario Iljkić, predsjednik**
2. **doc. dr. sc. Ivana Varga, mentorica**
3. **Goran Herman, mag. ing. agr., član**

**Rad je pohranjena u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Plant production, course Plant production**

**Graduate thesis**

### **Germination speed and sugar beet morphometric indicators at different temperature**

Nikolina Banović

**Abstract:** The aim of the thesis was to examine the influence of temperature on morphometric indicators and germination at different temperatures in laboratory air conditions of 5 °C, 10 °C, 15 °C and 20 °C. The different effects of temperature on germination energy and total germination, average germination time, germination speed, proportion of normal and abnormal seedlings, root length, stem length and total length of sugar beet seedlings were examined. Germination energy and total germination was 97 %, the average germination time was 4.0, while the germination rate was 97 %. The proportion of normally developed seedlings was 95 %, and the proportion of abnormal seedlings was 5 %. The largest root length of sugar beet seedlings was 5.7 cm at 20 °C, and the smallest at 5 °C was 1.7 cm. The average length of the roots of the seedlings was 4.0 cm. The length of the stem of the seedlings at 20 °C was 5.7 cm, the smallest at 5 °C was 1.3 cm. The average length of sugar beet seedlings was 7.0 cm. The smallest total length of seedlings at 5 °C was 2.8 cm, and the largest at 20 °C was 11.3 cm. After the research, it was determined that sugar beet achieved better germination results at temperatures of 15 and 20 °C than at temperatures of 5 and 10 °C.

**Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Mentor:** Assistant professor Ivana Varga

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 16

**Number of tables:** 8

**Number of references:** 28

**Original in:** Croatian

**Key words:** temperature, sugar beet, seedlings, stem, root

**Thesis defended on date:** 14<sup>th</sup> December 2023

**Reviewers:**

1. **Assistant prof. Dario Iljkić, president**
2. **Assistant prof. Ivana Varga, mentor**
3. **Goran Herman, M. Eng. Agr. member**

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1.