

# Uloga temperature i pH otopine na parametre klijavosti raži

---

**Kraljičak, Magdalena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:074546>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Magdalena Kraljičak

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA PARAMETRE  
KLIJAVOSTI RAŽI**

**Diplomski rad**

Osijek, 2019.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Magdalena Kraljičak

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA PARAMETRE  
KLIJAVOSTI RAŽI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu rada:

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. dr. sc. Jurica Jović, član

Osijek, 2019.

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....                                   | 1  |
| 1.1. Cilj istraživanja .....                    | 5  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....                     | 6  |
| 3. MATERIJALI I METODE RADA .....               | 9  |
| 3.1. Opis pokusa.....                           | 9  |
| 3.2. Statistička obrada podataka.....           | 15 |
| 4. REZULTATI.....                               | 16 |
| 4.1. Energija klijanja raži .....               | 16 |
| 4.2. Ukupna klijavost raži .....                | 17 |
| 4.3. Ukupan broj ne klijavih sjemenki raži..... | 17 |
| 4.4. Ukupan broj korijena raži .....            | 18 |
| 4.5. Dužina korijena raži.....                  | 19 |
| 4.6. Dužina koleoptile raži .....               | 19 |
| 4.7. Dužina izdanka raži .....                  | 20 |
| 4.8. Ukupna duljina klijanaca raži .....        | 21 |
| 4.9. Masa svježe tvari klijanaca raži .....     | 21 |
| 5. RASPRAVA .....                               | 23 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                              | 26 |
| 7. POPIS LITERATURE .....                       | 28 |
| 8. SAŽETAK.....                                 | 31 |
| 9. SUMMARY .....                                | 32 |
| 10. POPIS TABLICA .....                         | 33 |
| 11. POPIS SLIKA .....                           | 34 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Raž (*Secale cereale*) je jednogodišnja biljka iz porodica trava (*Poaceae*) i roda *Secale*. U tom rodu ima 14 vrsta, ali samo je jedna kulturna koju koristi čovjek. Raž je stranooplodna (alogamna) biljka dugoga dana koja se uzgaja za prehranu ljudi. Poput ostalih strnih žitarica upotreba raži je vrlo raznolika. Raženo zрно koristi se za proizvodnju brašna, kruha, piva, alkoholna pića (viski, vodke) i drugo. Također se može koristiti kao cjelovito zрно, bilo kao kuhana ražena kaša ili kao raženi kruh koji ima bolju hranidbenu vrijednost od pšeničnog kruha zbog većeg sadržaja vitamina. Zрно raži sastoji se od 70% ugljikohidrata, 12% bjelančevina, 1,8% masti i 3,5% djelatnih vlakana. Iako ima manje bjelančevina (10-13%) za razliku od pšenice i lijepak slabije kvalitete njegova hranjiva vrijednost je bolja za razliku od pšenice jer sadržava više esencijalnih aminokiselina (valin, arginin, treonin te naročito lizina kojim je zрно pšenice deficitarno) i vitamina (Kovačević i Rastija, 2014.). Guberac (2000.) navodi kako najviše vitamina B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E i K ima u klici te manjim postotkom u drugim dijelovima zrna.

Poput pšenice, ječma i njihovih hibrida raž sadrži gluten, što ga čini neprikladnim za konzumaciju ljudi s glutenskim poremećajima kao što su celijakija, osjetljivost na gluten i određene alergije (Tovoli i sur., 2015.). Međutim, Pietzak (2012.) govori da ipak neki pacijenti s alergijom na pšenicu mogu tolerirati raži ili ječam.

Raž je vrlo vrijedna hrana koja se koristi za ishranu stoke u vidu mekinja ili zelene masa nadzemnog dijela biljke. Raž je bolje energetsko krmivo za ovce nego za druge životinje i uvijek se daje u kombinaciji s drugim žitaricama. U smjesama za konje do 30%, tovnu junad, krave, tovne svinje i krmače u laktaciji do 40%, a prasadi do 30%. Bređim krmačama se raž ne daje zbog sadržaja ergot otrova. Naime, raž može biti zaražena gljivicama *Claviceps purpurea* koje proizvode mješavinu alkaloida čija konzumacija u većim količinama uzrokuje abortuse u bređih životinja. Također se ne preporuča raž davati mlađoj peradi zbog sadržaja strukturnih arabino ksilana – pentozana koji koče ulaz probavnih sokova u digest i tako umanjuju probavu i resorpciju hranjivih tvari, te daju ljepljivi i vodenasti feces peradi (Kiš, 2016.).

Određen značaj raž ima i u prerađivačkim industrijama. Zрно raži može se koristiti za proizvodnju alkohola, škroba i sirupa, a od slame se proizvodi papir i građevni materijali

(Garo, 1997.). Zrno raži po površini je naborano. Ono ima duboku brazdicu i jaku bradicu. Može biti ljubičasto, zelenkasto i žućkasto (Bojanić-Glavica i Žugaj, 2001.).

Kod raži razlikujemo diploidne i tetraploidne vrste. Diploidne sorte karakterizira jače busanje, dok tetraploidne imaju veću i jaču bujnost vegetativnih organa i zrna. Postoji nekoliko sistematika raži, a jedna od njih je prema Kobjiljanskom (1982.) Prema toj podjeli (Tablica 1.) rod *Secale* dijeli se u dvije skupine: *Oplismenolepis* (sve vrste divlje raži) i *Secale* (kulturna raž i neke korovske vrste).

Tablica 1. Sistematika raži (Kobjiljanski, 1982.)

| Sekcija <i>Oplismenolepis</i><br>(2n = 14 kromosoma) | Sekcija <i>Cereale</i><br>(2n = 14 ili 28 kromosoma) |
|--|--|
| Sve vrste divlje raži                                | Kulturna raž i neke korovske vrste                   |
| <i>Secale silvestre</i>                              | <i>Secale cereale ssp. cereale</i> (2n=14)           |
| <i>Secale iranicum</i>                               | <i>ssp. vavilovi</i> (2n=14)                         |
| <i>Secale montanum ssp. montanum</i>                 | <i>ssp. segetale</i> (2n=14)                         |
| <i>ssp. kuprijanovi</i>                              | <i>ssp. tetraploidum</i> (2n=28)                     |
| <i>ssp. anatolicum</i>                               | <i>ssp. derzhavini</i> (2n=14)                       |
| <i>ssp. africanum</i>                                | <i>ssp. tsitsini</i> (2n=28)                         |

U pogledu uvjeta uzgoja, raž je najskromnija žitarica u odnosu na klimu i tlo. Izrazito je otporna na niske temperature (do -25 °C) i zahtjeva manje vode u uzgoju od pšenice. Raž ima najmanje zahtjeve prema tlu te uspijeva na manje plodnim tlima i dobro podnosi tla s niskom pH vrijednošću (Međimurec, 2016.).

Iako ima najmanje zahtjeve prema tlu treba istaknuti osjetljivost raži na rastresito tlo. Zbog toga je potrebno pravovremeno izvršiti osnovnu obradu, a za predsjetvenu pripremu primijeniti uređaje koji donje slojeve obrađenog tla ostavljaju u zbijenom stanju, a površinski sloj debljine 3-4 cm ostavljaju u rastresitom stanju. Općenito, za raž bi osnovna obrada mogla biti i plića na dubinu 20 - 25 cm.

Raž dobro podnosi monokulturu za razliku od pšenice, ali se ipak preporučuje uzgoj u plodoredu. Također, manje je osjetljiv na predusjev i svojstva tla. S obzirom na ranije vrijeme sjetve od pšenice, predkultura mora ranije napustiti tlo.

Ozima raž je dobra predkultura za druge kulture kao što su kukuruz, krumpir, šećerna repa i druge. Žetva raži je osjetljivija i kompliciranija zbog osipanja zrna iz pljevica te je važno sjetvu izvršiti na vrijeme (Hrgović, 2006.).

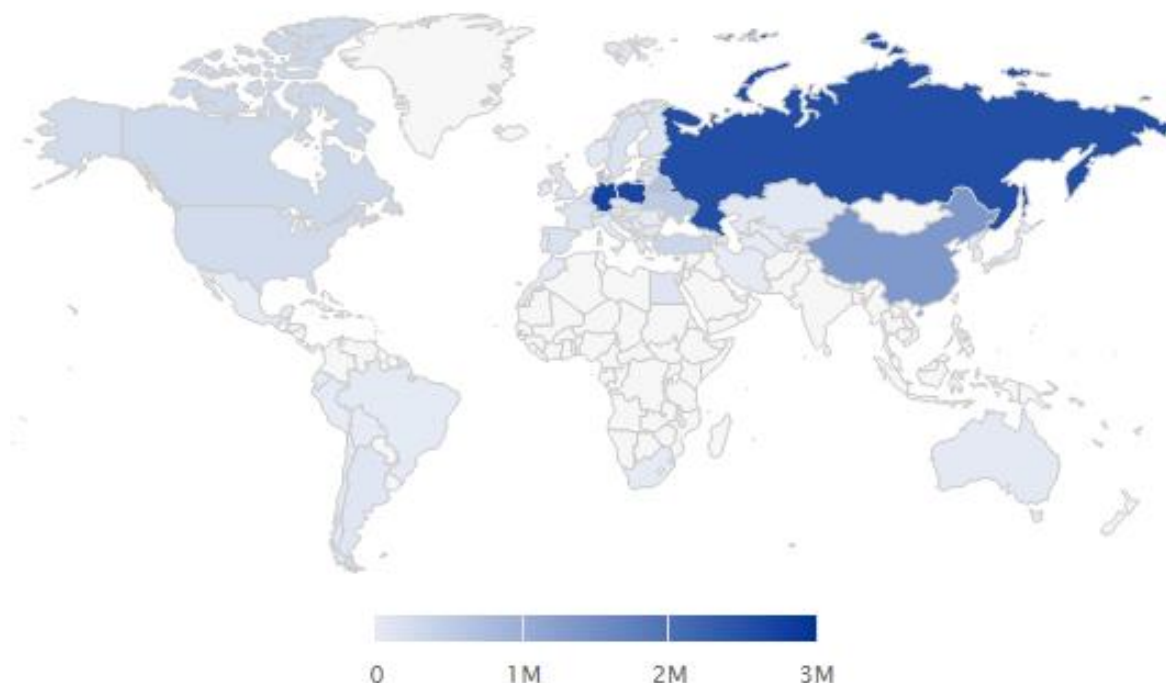
Areal rasprostranjenosti raži je od 30 do 70°N (optimum 50-55°N). Najčešće se uzgaja na nadmorskoj visini do 900 m, a može i do 2000 m. Postoje ozime i jare forme raži. U svijetu se više uzgaja ozima raž, a u našim uvjetima siju se ozime sorte (Kovačević i Rastija, 2014.).

U svijetu se raž u 2017. uzgajala na 4 482 291 ha od čega se otprilike  $\frac{1}{4}$  žetvenih površina nalazi u Rusiji, a slijede ju Poljska, Njemačka i Kina (Tablica 2.). Prema istim izvorima raž se u Hrvatskoj 2017. uzgajala na svega 774 ha pri čemu se nalazi na 46. mjestu u svijetu (FAOSTAT, 2019.). Važno je naglasiti kako se među 10 najvećih država po zasijanim površinama njih čak 6 nalazi na području Europe ne računajući Rusiju koja se proteže na dva kontinenta.

Tablica 2. Rang lista zemalja prema zasijanim površinama raži u 2017. (FAOSTAT, 2019.)

| <b>R. broj</b> | <b>Zemlje</b> | <b>Žetvene površine (ha)</b> |
|----------------|---------------|------------------------------|
| 1.             | Rusija        | 1 174 060                    |
| 2.             | Poljska       | 873 222                      |
| 3.             | Njemačka      | 537 300                      |
| 4.             | Kina          | 352 165                      |
| 5.             | Bjelorusija   | 255 297                      |
| 6.             | Ukrajna       | 171 000                      |
| 7.             | USA           | 115 740                      |
| 8.             | Danska        | 111 400                      |
| 9.             | Španjolska    | 108 080                      |
| 10.            | Kanada        | 106 516                      |
|                | Svijet        | 4 482 291                    |

U istom razdoblju ukupno se u svijetu proizvelo 13 733 945 t raži (Slika 1.). Iako se po zasijanim površinama nalazi na trećem mjestu Njemačka ima najveću proizvodnju raži u svijetu od 2 737 400 t, a slijedi ju Poljska (2 673 642 t) i Rusija (2 547 037 t). Drugim riječima, prve dvije zemlje proizvode oko 40%, a prve tri zemlje oko 58% ukupne količine raži u svijetu. Hrvatska je u istom razdoblju proizvela 2 566 t što ju svrstava na 47. mjesto u svijetu. Isto potvrđuju Kovačević i Rastija (2014.) koji navode da u Republici Hrvatskoj raž slabo zastupljena ratarska kultura i manjeg gospodarskog značaja. Uzgaja se na tek nešto više od 1000 ha, a prosječan prinos je oko 2,9 t/ha. Prema istim izvorima najmanje raži proizvode Armenija, Kirgistan, Bolivija i Moldavija.



Slika 1. Proizvodnja raži u svijetu za 2017.

(Izvor : <http://www.factfish.com/statistic/rye%2C%20production%20quantity>)

Cilj poljoprivredne proizvodnje je prinos. U tom kontekstu kod uzgoja raži treba voditi računa o bitnim agroekološkim uvjetima uzgoja i razini primijenjene agrotehnike koja jako utječe na postignute prinose kao i uloga genotipa. Prosječan prinos raži u 2017. je bio 3,06 t/ha uz značajna variranja između zemalja. Sasvim neočekivano najveći prinos raži u svijetu postiže Uzbekistan od čak oko 9,00 t/ha što je daleko iznad svjetskog prosjeka (Tablica 3.),



a slijede je sjeverne i zapadne zemlje Europe. U istom razdoblju prosječan prinos raži u Hrvatskoj je bio 3,31 t/ha što je svrstava na 21. mjesto u svijetu.

Tablica 3. Rang lista zemalja prema prosječnim prinosima raži u 2017. (FAOSTAT, 2019.)

| <b>R. broj</b> | <b>Zemlje</b> | <b>Proizvodnja (t)</b> |
|----------------|---------------|------------------------|
| 1.             | Uzbekistan    | 9,03                   |
| 2.             | Švedska       | 6,66                   |
| 3.             | Danska        | 6,49                   |
| 4.             | Švicarska     | 6,19                   |
| 5.             | Njemačka      | 5,09                   |
| 6.             | Norveška      | 5,05                   |
| 7.             | Čile          | 5,00                   |
| 8.             | Češka         | 4,91                   |
| 9.             | Luksemburg    | 4,87                   |
| 10.            | Belgija       | 4,63                   |
|                | Svijet        | 3,06                   |

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja bio je u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih pH vrijednosti otopine (pH 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) i temperature zraka (10 °C i 20 °C) na klijavost i parametre klijavosti klijanaca raži (energija klijanja, ukupno klijanje, broj nekljavih sjemenki, ukupan broj korjenova, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina i masa svježih klijanaca).

## 2. PREGLED LITERATURE

Raž je skromnijih zahtjeva nego pšenica i ima sposobnost uzgoja u manje povoljnim uvjetima kao što su hladni predjeli, kisela i isprana tla, veće nadmorske visine i tla lakšeg mehaničkog sastava. Raž ima snažan korijenov sustav koji bolje iskorištava hranjiva i nešto bolje podnosi nedostatak vode u tlu nego pšenica. Klijanje je početni stadij tj. razvoj klice, koji se odvija u povoljnim uvjetima koja podrazumijeva dovoljnu količinu vlage, pogodnu temperaturu, a kod nekih biljnih vrsta i određenu količinu svjetlosti. (Kovačević i Rastija, 2014.).

Sjemenke biljnih vrsta mogu klijeti odmah ili nakon mirovanja od nekoliko dana, tjedana ili mjeseci. Sjemenke u stadiju mirovanja sadrže male količine vode (8 do 18%) koje su dovoljne za održavanje mirovanja, ali nedovoljne za pokretanje fizioloških procesa razvoja. Za pokretanje klijanja nužno je primanje određene količine vode bubrenjem preko cijele ovojnice sjemenke ili kroz otvor, tzv. mikropilu (u leptirnjača).

Rezervne tvari koje su dobro topljive u vodi tada postanu reaktivne pa se pokreću proces glikolize koji stanicama daju potrebnu energiju za pokretanje životnih procesa. Posljedica svega je povećanje volumena nakon čega ovojnica puca i izlazi primarni korijenčić ili *radicula* prema dolje uslijed djelovanja sile gravitacije. Nakon nekog vremena (ovisno o vanjskim uvjetima) izlaze i drugi dijelovi biljke. Primarni listovi biljke rastu prema gore i oni su zaštićeni koleoptilom kako se ne bi oštetili probijanjem kroz tlo (Uenoand i Iwasaka, 1994.).

Klijanje i dormantnost su složeni procesi u sjemenu koje kontrolira veliki broj gena i biljnih hormona kako smatraju Koornneef i sur. (2002.) i još dodaju kako ih na vrlo složen način kontrolira jedan ili više morfoloških, fizioloških i/ili fizičkih čimbenika.

Mnogi čimbenici utječu u većoj ili manjoj mjeri na klijanje. To su kakvoća i veličina sjemena, voda, temperatura, svjetlost, kisik, koncentracija soli i drugo. Za klijanje i razvoj biljaka važnu ulogu ima pH vrijednost tla pri čemu je nepovoljna pH vrijednost jedan od limitirajućih čimbenika za klijanje (Ghaderi-Far i sur., 2010.). Sposobnost sjemena da točno reagira na svjetlost ili drugi čimbenik je vitalno za preživljavanje biljaka (Shi i sur., 2015.).

Saraf i sur. (2017.) ističu da su klijanje i dormantnost složeni procesi sjemena biljaka koji su pod utjecajem gena, biljnih hormona i okolišnih čimbenika. Klijanje je osnovna karakteristika svakog zdravog sjemena i ono počinje kada su zadovoljeni određeni uvjeti

(voda, temperatura, kisik, svjetlost i dr.) te je savladana dormantnost što je prirodna osobina sjemena koja omogućuje mnogim biljnim vrstama mirovanje dok se ne steknu povoljni uvjeti za klijanje sjemena.

U pogledu temperatura za klijanje razlikujemo tri kategorije a to su temperaturni minimum, temperaturni optimum i temperaturni maksimum iznad kojeg ne može doći do klijanja sjemena. Raž je najotpornija žitarica prema zimi i kritične temperature u čvoru busanja za otporne sorte su  $-30$  do  $-33$  °C, a za manje otporne sorte oko  $-25$  °C. U pogledu uvjeta uzgoja, raž je najskromnija žitarica u odnosu na klimu i tlo. (Kovačević i Rastija, 2014.).

Hrgović (2006.) navodi kako je raž izrazito tolerantna na niske temperature, a ako dobro izbusa, bez snijega može izdržati temperature od  $-25$  do  $-35$ °C. U jesenskom periodu svakako bi trebala bolje izbusati od pšenice jer u proljeće ona puno brže prelazi u fazu vlatanja. Klije i niče već pri temperaturi od  $1$  do  $2$  °C, a optimalna temperatura za rast i razvoj je oko  $15$  °C. Osjetljiva je na visoke temperature posebice u fazi cvatnje, dok nakon formiranja zrna visoke temperature nemaju više znatnog utjecaja na rast i razvoj biljke. Po pitanju vode zahtjevi su manji od pšenice, međutim, manji nedostaci u vrijeme cvatnje uzrokuju slabiju oplodnju kao posljedicu sterilnosti. Problemi se javljaju i u uvjetima suhog jesenskog razdoblja. Tada raž slabije izbusa, a u proljeće se to ne može nadoknaditi. U odnosu na ostale žitarice, raž ima najmanje zahtjeve prema tlu. Uspijeva na manje plodnim tlima i dobro podnosi tla s niskim pH vrijednostima do čak  $3,5$ .

Otporni genotipovi imaju uske i kratke listove u rozeti koji čvrsto priliježu uz površinu tla, zatim usporeni rast u jesen i slabije busanje u usporedbi s neotpornim sortama. Od bioloških svojstava raži treba izdvojiti sklonost klijanja na klasu i kraće trajanje klijavosti (u idealnim uvjetima  $4-5$  godina. Sklona je polijeganju zbog visoke stabljike ( $120$  do  $200$  cm), neotporna je prema visokim temperaturama i nešto manje otporna prema suši. Prednost za uzgoj raži imaju hladniji predjeli (Kovačević i Rastija, 2014.).

Klijavost sjemena ispitana je u laboratorijskim uvjetima te je nakon proteka vremena predviđenog za završno ocjenjivanje, iz uzorka jedne partije sjemena utvrđen broj normalnih klijanaca prema ukupnom broju sjemenki stavljenih na klijanje (NN 99/08). Pravilnikom o metodama uzrokovanja i ispitivanja kvalitete sjemena (NN 99/08) propisane su metode ispitivanja klijavosti sjemena za svaku biljnu vrstu. Metode uključuju izbor podloge za naklijavanje, temperaturu, predtretmane, broj dana za određivanje energije klijanja i broj dana za određivanje klijavosti sjemena. (Bukovčan 2016.).

Kakvoća sjemena je vrlo važno svojstvo koje ovisi o velikom broju čimbenika. Kakvoću sjemena čine njegova genetska, fizikalna, fiziološka i zdravstvena svojstva na koju utječu agroekološki uvjeti tijekom vegetacije, dok Schaffer i Vanderlip (1999.) navode kako utječe i proces dorade kao i uvjeti skladištenja.

U istraživanjima Kendall i sur. (1994.) te Voigt i sur., (1997.) kod različitih leguminoza utvrđena je povezanost laboratorijskih i poljskih mjerenja klijavosti kod različitih temperatura, dostupnosti vode ili kiselosti tla. Klijavost sjemena također ovisi o velikom broju čimbenika kao što su temperatura prilikom klijanja, temperatura i vlaga zraka tijekom skladištenja sjemena, vlaga zrna, dužina skladištenja odnosno starost sjemena, krupnoća sjemena i drugo.

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

#### 3.1. Opis pokusa

Prije postavljanja pokusa uz pomoć pH metra (Mettler Toledo, SAD), destilirane vode i HCl ili NaOH napravljene su otopine različite pH vrijednosti (4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) koje su korištene u provedenom istraživanju (Slika 2.).



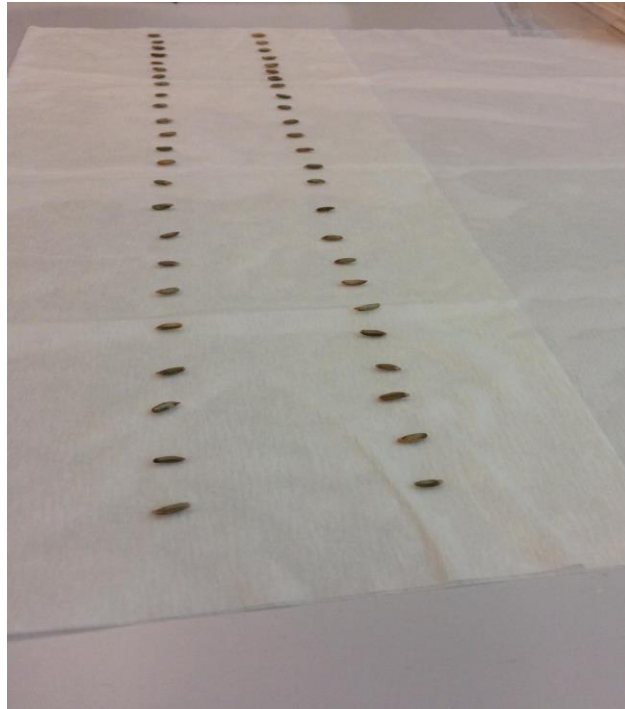
Slika 2. Otopine različitih pH vrijednosti (izvor: Kraljičak, M.)

Korišteno je sjeme hibridne raži sjemenske kuće KWS. Istraživanje provedeno u Laboratoriju za specijalno ratarstvo na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek tijekom 2019. godine. Kako bi mogućnost zaraze biljnim bolestima bila svedena na minimum ispitivano sjeme je dezinficirano s natrijevim hipokloritom u trajanju 10 minuta nakon čega je isprano pod mlazom vode u trajanju od 5 minuta.

Prije samog postavljanja sjemenki obavljeno je vlaženje filter papira u kombinaciji s pripremljenom pH otopinom (Slika 3.) u količini 50 ml nakon čega je uslijedilo „sijanje“ sjemenki raži po 50 komada u 4 ponavljanja za svaki tretman pH otopine i temperature (Slika 5.).



Slika 3. Vlaženje filter papira (izvor: Kraljičak, M.)



Slika 4. Sjemenke raži na vlažnom filter papiru (izvor: Kraljičak, M.)

Nakon sijanja filter papir je zamotan u krug i stavljen u PVC vrećicu kako bi se smanjilo isparavanje otopine iz filter papira. Na svaku PVC vrećicu zalijepljena je odgovarajuća oznaka kako bismo razlikovali ponavljanja unutar tretmana (Slika 5.).

Naklijavanje sjemena na dvije različite temperature (8 °C i 20 °C) provedeno je u prostorijama fakulteta pri čemu je obavljan redoviti pregled svih tretmana i ponavljanja.



Slika 5. Zamotan filter papir u PVC vrećici s odgovarajućom oznakom grupe

(izvor: Kraljičak, M.)

Nakon 4 dana u Laboratoriju za specijalno ratarstvo Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek utvrđena je energija klijanja za svako ponavljanje i tretmane, a nakon 7 dana naklijavanja određena je ukupna klijavost sjemena kao i ne klijavog sjemena raži (Slika 6.)



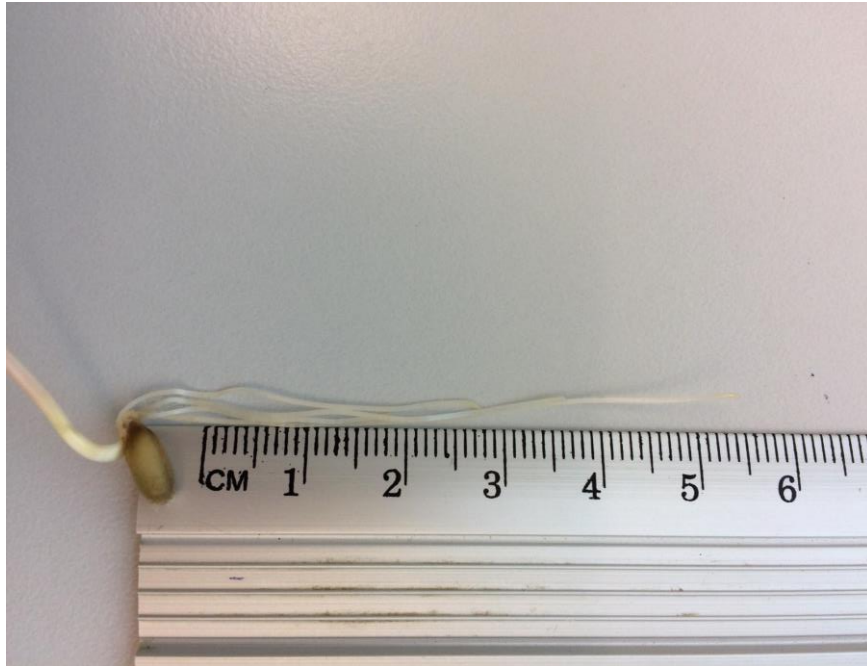
Slika 6. Određivanje ukupna klijavosti sjemena kao i broj deformiranih klijanaca i ne klijavog sjemena raži . (izvor: Kraljičak, M.)

Provedeno laboratorijsko ispitivanje je obuhvatilo različite morfološke analize (Slika 7.) kao što je brojanje razvijenih korijenčića, mjerenje dužine korijenčića u centimetrima (Slika 8.), dužine koleoptile isto u centimetrima (Slika 9.) i dužine izdanka (cm) te ukupna dužina klijanaca na svim ponavljanjima i tretmanima. Ovim istraživanjem je ukupno izmjereno 1600 klijanaca na različitim temperaturama klijanja koje su bile u rasponu od 10 °C i 20 °C.

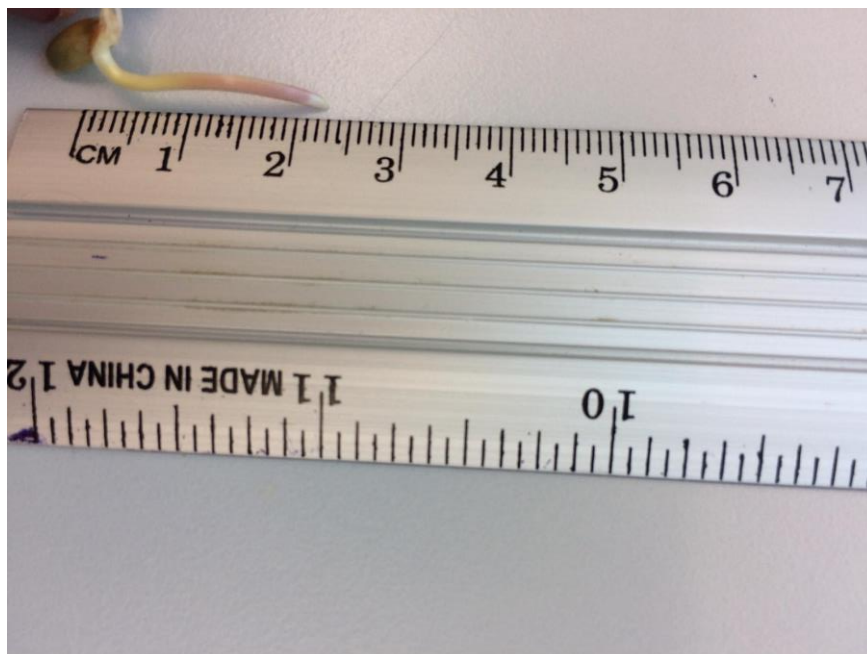


Slika 7. Ispitivanje brojnih analiza na klijancima raži (izvor: Kraljičak, M.)





Slika 8. Mjerenje dužine korijena sjemena raži (izvor: Kraljičak, M.)



Slika 9. Mjerenje dužine koleoptile sjemena raži (izvor: Kraljičak, M.)

Nakon određivanja morfoloških mjerenja i svih analiza određena je masa svježe tvari svakog ponavljanja (Slika 10.) na svakom tretmanu uz pomoć precizne analitičke vage na dva decimalna mjesta.

Treba naglasiti kako masa svježe tvari klijanaca predstavlja ukupnu masu svih klijanaca u istraživanju po ponavljanjima (normalnih i deformiranih).

Navedena mjerenja su napravljena u Laboratoriju za agroekologiju i zaštitu okoliša, a izraženi su u gramima (g).



Slika 10. Mjerenje svježe tvari klijanaca raži (izvor: Kraljičak, M.)

### **3.2. Statistička obrada podataka**

Početak svakog istraživanja je formiranje hipoteza tj. pretpostavki koje želimo dokazati (ili opovrgnuti). Primjenom različitih statističkih testova možemo s određenom, unaprijed pretpostavljenom vjerojatnošću smatrati da je istraživanje završeno. Ako je istraživanje na razini  $p < 0,05$  odbacuje se nulta hipoteza tj. rezultati su statistički značajni. U provedenom istraživanju statistička obrada dobivenih rezultata obavljena je pomoću SAS 9.4. Software-a (SAS Institute Inc.), a razlike između prosječnih vrijednosti ispitivanih parametara izražene su na razini  $p < 0,05$ . Osim navedenog programskog paketa korišten je i računalni program Excel i Word.

## 4. REZULTATI

U provedenom istraživanju koji je imao za cilj utvrditi utjecaj pH vodene otopine i temperature na klijavost sjemena raži utvrđene su statistički značajne razlike između ispitivanih parametara. Statistički značajne razlike na razini  $p < 0,05$  su utvrđene za vrijednost pH otopine i temperature, ali ne za sve ispitivane parametre.

### 4.1. Energija klijanja raži

Energija klijanja sjemena raži u prosjeku se kretala od 88,00 do 94,50 %, ovisno o pH vrijednosti vodene otopine pri obje temperature (Tablica 4.). Niže prosječne vrijednosti za energiju klijanja dobivene su na pH 4,5 dok razlika između ostalih pH vrijednosti nije bila značajna. Najveća razlika u energiji klijanja između sjemena dobivena je na pH 5,5 (94,50 %), a najmanja na pH 4,5 (88,00 %). S obzirom na pH vrijednost, prosječna klijavost bila je značajno veća na pH 5,5 u odnosu na pH 4,5 ali se nije razlikovala prema vrijednostima na pH 6,5 i 7,5. Posljedica intenzivnije aktivnosti enzima koji razgrađuju endosperm je pri određenim tretmanima rezultiralo većim brojem proklijalih sjemenki u vrijeme očitavanja energije klijavosti.

U pogledu temperature razlike između tretmana su bile također značajne. Tako je energija klijanja pri nižoj temperaturi bila (89,62 %) u usporedbi s temperaturom od 20 °C gdje je iznosila (93,50 %).

Općenito, u cijelom istraživanju najmanja energija klijanja je zabilježena pri pH 4,5 na temperaturi od 10 °C i 20 °C dok je na temperaturi od 20°C i pri pH vrijednosti 7,5 prosječna vrijednost energije klijanja raži bila 96,50 %.

Tablica 4. Pokazatelji energije klijanja raži (%)

| Temperatura<br>(B) | pH vrijednost (A) |                                 |          |                                 | Prosjek (%) |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|----------|---------------------------------|-------------|
|                    | 4,5               | 5,5                             | 6,5      | 7,5                             |             |
| 10 °C              | 88,00             | 93,50                           | 88,00    | 89,00                           | 89,62 B     |
| 20 °C              | 88,00             | 95,50                           | 94,00    | 96,50                           | 93,50 A     |
| Prosjek            | 88,00 B           | 94,50 A                         | 91,00 AB | 92,75 A                         | 91,56       |
|                    |                   | LSD <sub>0,05</sub> (A) = 4,594 |          | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 3,248 |             |

## 4.2. Ukupna klijavost raži

Ukupna klijavost sjemena raži u prosjeku iznosila je 88,69 %. U ovom ispitivanju utvrđeno je kako pri različitim pH vrijednostima i interakcijama s temperaturom nema statistički značajne razlike u ukupnoj klijavosti odnosno LSD vrijednosti nisu bile značajne (Tablica 5.).

U pogledu tretmana temperature ukupna klijavost je varirala od 87,63 do 89,75% pri čemu je veća vrijednost utvrđena pri nižoj temperaturi.

Premda razlike nisu bile statistički značajne najveća klijavost je ostvarena pri pH 4,5 (89,50 %) dok je najmanja vrijednost ostvarena pri pH 6,5 (87,25 %).

Cjelokupno najveća utvrđena klijavost je ostvarena pri temperaturi od 10°C i pH 5,5 od čak 91,00%.

Tablica 5. Pokazatelj ukupne klijavosti raži (%)

| <b>Temperatura<br/>(B)</b>   | <b>pH vrijednost (A)</b> |                              |            |            | <b>Prosjek (%)</b> |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------|------------|--------------------|
|                              | <b>4,5</b>               | <b>5,5</b>                   | <b>6,5</b> | <b>7,5</b> |                    |
| <b>10 °C</b>                 | 88,50                    | 91,00                        | 90,00      | 89,50      | 89,75              |
| <b>20 °C</b>                 | 90,50                    | 87,00                        | 84,50      | 88,50      | 87,63              |
| <b>Prosjek</b>               | 89,50                    | 89,00                        | 87,25      | 89,00      | 88,69              |
| LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns |                          | LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns |            |            |                    |

## 4.3. Ukupan broj ne klijavih sjemenki raži

U provedenom istraživanju u prosjeku čak 11,31 % klijanaca nije isključilo što je relativno visoka vrijednost s obzirom da se radi o hibridnoj raži (Tablica 6.).

U prosjeku postotak ne klijavih sjemenki bio je najveći pri pH reakciji 6,5 tj. iznosio je 12,75 %, a najmanji pri 4,5 pH.

Pri temperaturi od 20 °C postignut je veći postotak ne klijavih sjemenki (12,38%) u odnosu na temperaturu od 10 °C (10,25 %). U prosjeku najveći postotak neklijavih sjemenki je ostvaren pri temperaturi od 20 °C i pH vrijednosti od 6,5.

Tablica 6. Pokazatelj ne klijavih sjemenki raži (%)

| Temperatura<br>(B)           | pH vrijednost (A) |                              |       |       | Prosjek (%) |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------------|
|                              | 4,5               | 5,5                          | 6,5   | 7,5   |             |
| 10 °C                        | 11,50             | 9,00                         | 10,00 | 10,50 | 10,25       |
| 20 °C                        | 9,50              | 13,00                        | 15,50 | 11,50 | 12,38       |
| <b>Prosjek</b>               | 10,50             | 11,00                        | 12,75 | 11,00 | 11,31       |
| LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns |                   | LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns |       |       |             |

#### 4.4. Ukupan broj korijena raži

Prosječan broj korijena klijanaca raži u cijelom istraživanju iznosio je 3,91. Djelovanjem pH otopine i temperature nisu utvrđene statistički značajne razlike (Tablica 7.). Najveći ukupan broj korijena raži ostvaren je pri pH 4,5 (4,00), a najmanji broj pri pH 5,5 i 6,5 koji je bio jednak i iznosio je 3,87.

U usporedbi tretmana temperatura 10°C i 20°C vidljivo je kako nema velikih razlika u broju ukupnih korijenčića. Pri temperaturi od 20°C ukupan broj korjenčića je iznosio (4,00) a pri 10 °C (3,81).

Gledajući cjelokupno istraživanje najveći broj korijenčića ostvaren je pri temperaturi od 20°C i pH 4,5 (4,00).

Tablica 7. Pokazatelj ukupnog broja korijena raži

| Temperatura<br>(B)           | pH vrijednost (A) |                              |      |      | Prosjek |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|------|------|---------|
|                              | 4,5               | 5,5                          | 6,5  | 7,5  |         |
| 10 °C                        | 4,00              | 3,75                         | 3,75 | 3,75 | 3,81    |
| 20 °C                        | 4,00              | 4,00                         | 4,00 | 4,00 | 4,00    |
| <b>Prosjek</b>               | 4,00              | 3,87                         | 3,87 | 3,88 | 3,91    |
| LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns |                   | LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns |      |      |         |

#### 4.5. Dužina korijena raži

Dužina korijena klijanaca raži kretala se od 3,75 do 11,85 cm. Pri pH 4,5 ostvarena je statistički značajno najveća dužina korijena (8,59 cm) iako se nije značajno razlikovala od dužine korijena ostvarenoj pri pH 5,5, dok je na pH 7,5 ostvarena najmanja dužina korijena raži (7,05 cm). Pri pH od 5,5 ostvarena je dužina od 8,06 cm, a pri pH 6,5 dužina je iznosila 7,47 cm. U prosjeku dužina korijena iznosila je 7,79 cm.

Signifikantno veća dužina klijanaca dobivena je na višoj ispitivanoj temperaturi u odnosu na nižu.

U cijelom istraživanju najveća prosječna dužina klijanaca dobivena je na pH 4,5 i pri 20 °C, a najmanja na istoj pH vrijednosti, ali na nižem tretmanu temperature.

Tablica 8. Pokazatelj dužine korijena raži (cm)

| Temperatura<br>(B)              | pH vrijednost (A) |                                 |        |        | Prosjek |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------|--------|---------|
|                                 | 4,5               | 5,5                             | 6,5    | 7,5    |         |
| 10 °C                           | 3,60              | 3,87                            | 3,62   | 3,87   | 3,74 B  |
| 20 °C                           | 13,59             | 12,25                           | 11,32  | 10,24  | 11,85 A |
| Prosjek                         | 8,59 A            | 8,06 AB                         | 7,47 B | 7,05 B | 7,79    |
| LSD <sub>0,05</sub> (A) = 1,059 |                   | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,749 |        |        |         |

#### 4.6. Dužina koleoptile raži

Prosječna dužina koleoptile raži u istraživanju iznosila je 2,90 cm pri čemu je utvrđena statistički značajna razlika između tretmana. Pri temperaturi od 10 °C razvoj koleoptile bio je slabije izražen u odnosu na razvoj koleoptile pri temperaturi od 20 °C gdje je prosječna dužina iznosila 4,16 cm (Tablica 9).

Djelovanjem pH vrijednosti pri različitim temperaturama, najduža koleoptila dobivena je pri pH 6,5 (3,85 cm) dok je najkraća izmjerena pri pH 5,5 (2,32 cm).

Općenito, u cijelom istraživanju za razvoj dužine koleoptile kao najpogodnija temperatura pokazala se vrijednost od 20 °C i pri pH 7,5.

Tablica 9. Pokazatelj dužine coleoptile raži (cm)

| Temperatura<br>(B) | pH vrijednost (A) |                                 |        |                                 | Prosjek (cm) |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|--------|---------------------------------|--------------|
|                    | 4,5               | 5,5                             | 6,5    | 7,5                             |              |
| 10 °C              | 0,91              | 1,97                            | 2,81   | 0,88                            | 1,64 B       |
| 20 °C              | 3,81              | 2,67                            | 4,89   | 5,27                            | 4,16 A       |
| <b>Prosjek</b>     | 2,36 B            | 2,32 B                          | 3,85 A | 3,07 AB                         | 2,90         |
|                    |                   | LSD <sub>0,05</sub> (A) = 1,080 |        | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,763 |              |

#### 4.7. Dužina izdanka raži

Prosječna dužina izdanka iznosila je 5,51 cm pri čemu je samo temperatura bila statistički značajna. Najveća prosječna dužina izdanka raži ostvarena je pri pH 7,5 (6,22 cm), a najmanja bile je pri pH 5,5 (5,11 cm) dok pri pH reakciji 4,5 i 6,5 nisu bila izražena velika odstupanja.

Signifikantno velike razlike su utvrđene pri tretmanu temperature pri čemu je dužina izdanka bila puno veća pri 20 °C.

U cjelokupnom promatranju zabilježena je najveća dužina izdanka pri temperaturi od 20°C i pH 7,5 (10,88 cm).

Tablica 10. Pokazatelj dužine izdanka raži (cm)

| Temperatura<br>(B) | pH vrijednost (A) |                              |      |                                | Prosjek |
|--------------------|-------------------|------------------------------|------|--------------------------------|---------|
|                    | 4,5               | 5,5                          | 6,5  | 7,5                            |         |
| 10 °C              | 1,78              | 0,98                         | 0,96 | 1,57                           | 1,32 B  |
| 20 °C              | 8,85              | 9,25                         | 9,79 | 10,88                          | 9,69 A  |
| <b>Prosjek</b>     | 5,32              | 5,11                         | 5,37 | 6,22                           | 5,51    |
|                    |                   | LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns |      | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,84 |         |



#### 4.8. Ukupna duljina klijanaca raži

Ukupna prosječna duljina klijanaca raži u provedenom istraživanju iznosila je 16,05 cm pri čemu je samo tretman temperature bio signifikantan. U prosjeku pH vrijednosti razlike između istih su bile relativno male pri čemu je zabilježena najveća duljina klijanaca pri pH 4,5 (16,27 cm), a najmanja pri pH 5,5 (15,82 cm).

Pri temperaturi od 20 °C duljina klijanaca iznosila je 25,29 cm, a pri temperaturi od 10°C iznosila je 6,82 cm. Općenito, u cijelom istraživanju na ukupnu duljinu klijanaca raži bolje se pokazala veća ispitivana temperatura i pH otopina od 4,5 dok je pri nižoj temperaturi i neutralnoj pH otopini ona bila najmanja (Tablica 11.).

Tablica 11. Pokazatelj ukupne duljine klijanaca raži (cm)

| Temperatura<br>(B)           | pH vrijednost (A) |                                 |       |       | Prosjek (cm) |
|------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------|-------|--------------|
|                              | 4,5               | 5,5                             | 6,5   | 7,5   |              |
| 10 °C                        | 6,29              | 7,50                            | 7,39  | 6,11  | 6,82 B       |
| 20 °C                        | 26,25             | 24,16                           | 24,68 | 26,05 | 25,29 A      |
| Prosjek                      | 16,27             | 15,82                           | 16,03 | 16,08 | 16,05        |
| LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns |                   | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 1,236 |       |       |              |

#### 4.9. Masa svježe tvari klijanaca raži

Prosječna masa svježe tvari klijanaca raži iznosila je 5,25 g. Na razini  $p < 0,05$  uočene su statistički značajne razlike pri različitim temperaturama, ali ne i pH otopinama (Tablica 12.).

Veća masa svježe tvari klijanaca raži utvrđena je porastom temperature (6,45 g) u usporedbi s nižom (4,05 g).

Iako pH otopine nisu pokazale signifikantnost najveća masa svježe tvari utvrđena je pri višim pH vrijednostima. Općenito, u cijelom istraživanju najveća masa postignuta je pri pH

vrijednosti otopine 6,5 i 7,5 i pri 20 °C, a najniža pri najmanjoj pH otopini i nižoj temperaturi zraka od 10 °C.

Tablica 12. Pokazatelj ukupne mase svježe tvari klijanaca raži (g)

| <b>Temperatura<br/>(B)</b> | <b>pH vrijednost (A)</b> |                             |            |                                 | <b>Prosjek (g)</b> |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------------|--------------------|
|                            | <b>4,5</b>               | <b>5,5</b>                  | <b>6,5</b> | <b>7,5</b>                      |                    |
| <b>10 °C</b>               | 3,82                     | 4,18                        | 4,10       | 4,10                            | 4,05 B             |
| <b>20 °C</b>               | 6,29                     | 6,42                        | 6,54       | 6,54                            | 6,45 A             |
| <b>Prosjek</b>             | 5,06                     | 5,30                        | 5,32       | 5,32                            | 5,25               |
|                            |                          | LSD <sub>0,05</sub> (A) =ns |            | LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,299 |                    |

## 5. RASPRAVA

Raž ima veliku agrotehničku važnost jer doprinosi uništavanju korova i ostavlja iza sebe čistu površinu i finu mrvičastu strukturu zemljišta, a ima najveći stupanj tolerancije prema kiselosti tla. Od abiotskih čimbenika koji utječu na klijavost sjemena jedna od najvažnijih je toplina i voda. S obzirom da u ovom istraživanju nije bila ispitivana uloga vode veći naglasak se daje na temperaturu.

Visoka ili niska temperatura zraka mogu značajno smanjiti klijavost sjemena većine poljoprivrednih kultura. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj temperature zraka i pH otopine na klijavost i nicanje sjemena raži.

U laboratorijskim uvjetima ispitivan je utjecaj različitih pH vrijednosti vodene otopine (4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) kao i dviju temperatura 10 °C i 20 °C na energiju klijanja, klijavost, dužinu korjenova, dužinu izdanaka klijanaca i druge parametre.

Iako raž kao kultura dobro podnosi niske temperature u ovom istraživanju je dokazano kako je bolje reagirao na više temperature od nižih jer su bolji pokazatelji parametara klijanja utvrđeni pri temperaturi od 20 °C nego pri temperaturi od 10 °C osim ukupnog klijanja.

Energija klijanja pri temperaturi od 10 °C iznosila je 89,62 %, a pri temperaturi od 20 °C 93,50 %. Kod ukupne klijavosti raži nema velikih značajnosti. Na istim ispitivanim temperaturama .Bukvić i sur. (2009.a) su u prosjeku za tri kultivara crvene djeteline također dobili veću klijavost sjemena na višoj temperaturi. S obzirom na pH vrijednost vodene otopine, prosječna klijavost sjemena ispitivanih kultivara bila je najveća na pH 4 i 6, a najmanja na pH 5. Međutim, Šporčić (2018.) navodi kako su razlike između ispitivanih temperatura (10 °C i 20 °C) kod pšenoraži za energiju klijanja bile izuzetno visoke. Tako je pri 10 °C ona iznosila svega 12,9 %, a pri 20 °C visokih 94,9 %.

U istraživanju utjecaja starosti sjemena i različitih pH vrijednosti vodene otopine na svojstva sjemena i klijanaca crvene djeteline provedenom po protokolu ISTA Bukvić i sur. (2009.b) također su dobili najveću prosječnu klijavost na pH 4 (76,9 %). Najveći postotak ukupne klijavosti utvrđen je kod pH 4,5 i pri temperaturi od 10 °C.

U ovom istraživanju ne klijavih sjemenki raži je najviše izmjereno u prosjeku pri pH 6,5 (12,75 %) i temperaturi od 20°C (12,38 %). Za parametre ukupnog broja korijena raži kao i kod dužine korijena raži najbolji rezultati su bili kod pH otopine 4,5 (4,00 % i 8,59 %) i

temperaturi od 20 °C (4,00 % i 11,85 %). Najveće odstupanje među tretmanima bilo je kod pokazatelja dužine korijena raži gdje su bila utvrđena velika odstupanja između temperatura.

Prosjek dužine korijena raži pri temperaturi od 10 °C iznosio je 3,74 cm dok je pri temperaturi od 20 °C iznosio 11,85 cm uz utvrđenu razliku od 8,11 cm. Velika odstupanja između pH otopina nije bilo te su se one kretale od 7,05-8,59 cm.

Na dužinu koleoptile i dužinu izdanka najveći utjecaj su imale pH vrijednost 6,5 i 7,5, dok su najmanje vrijednosti ovih parametara utvrđene pri nižim pH vrijednostima. Slično potvrđuju Bukvić i sur. (2008b.) ispitivanjem utjecaja temperature i pH vrijednosti (4, 5, 6 i 7) na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline.

Šporčić (2018.) navodi kako su tretmani temperature (10 °C i 20 °C) i pH otopine (4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) bili vrlo signifikantna za ukupni broj korijena, dužinu izdanka, ukupnu dužinu klijanca i masu svježe tvari pšenoraži dok njihove interakcije nisu bile značajne. Jedino broj deformiranih izdanaka nije bio pod značajnim utjecajem tretmana. Autor zaključuje kako su tretmani više temperature i viših pH vrijednosti općenito imali bolje rezultate u pogledu klijanja i ispitivanih parametara pšenoraži.

Ukupna duljina klijanaca raži u prosjeku u ovom istraživanju je iznosila 16,05 cm. Pri pH 4,5 duljina klijanaca je bila najduža i iznosila je 16,27 cm. U sličnim istraživanjima Bukvić i sur. (2008.b) sa sjemenom bijele djeteline također je dobiven značajan utjecaj temperature, pH vrijednosti i kultivara na dužinu klijanaca pri čemu su klijanci u prosjeku bili najduži na pH 5 vodene otopine dok su kod crvene djeteline (Bukvić i sur., 2009.b) najveće vrijednosti dobivene na pH 4. Autori zaključuju da je prosječna dužina klijanaca bila veća na pH vrijednosti 5 i 7, a manja na 4 i 6.

Pri pH vrijednosti 6,5 dobivene su najveće vrijednosti za dužinu coleoptile (3,85 cm), dok je najveća pH vrijednost za dužinu izdanka bila 7,5 a za dužinu klijanaca raži 4,5. Što se tiče temperatura istraživanje pokazuju da su najbolji rezultati dobiveni za ove tretmane na temperaturi od 20 °C.

U prosjeku, klijanci su bili duži na višoj (7,352 cm) u odnosu na nižu ispitivanu temperaturu (2,701 cm). Prosječna dužina klijanaca bila je značajno veća na pH 4 (5,885cm), zatim manja ali bez statistički značajne razlike između pH 6 i 7 (4,925 i 4,892 cm), a najmanja na pH 5 (4,406 cm). Kultivar Rajah je imao prosječno duže klijance (5,155 cm) u odnosu na Violu (4,899 cm). Bukvić i sur. (2010.).

Buranji (2018.) je ispitivao utjecaj pet različitih vodenih otopina (pH 4,5, 5,5, 6,5, 7,5, 8,5) i tri različite temperature (10, 15 i 20 °C) na klijavost sjemena i morfološka svojstva klijanaca (dužina korjenčića, stabljike i ukupna dužina klijanaca) predivog lana. Autor zaključuje kako je najveća klijavost utvrđena pri 20 °C (88 %) dok je najveći udio zdravih i normalno razvijenih klijanaca utvrđen na pH 5,5 (70 %), a najmanji na pH 8,5 (59 %). Ovisno o pH, nije utvrđen statistički značajan utjecaj na morfološka svojstva klijanaca lana (dužina klijanca, dužina korijenčića i dužina stabljike).

Slično potvrđuje istraživanje Grljušić i sur. (2008.) koji su dobili značajan utjecaj ispitivane temperature (10 i 20°C) i pH vrijednosti (5, 6, i 7) na energiju klijanja, klijavost te dužinu korijena i hipokotila klijanaca sorata bijele djeteline. Autori zaključuju da su sva ispitivana svojstva sjemena i klijanaca bila veća na temperaturi 20°C i pH 5.

## 6. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog laboratorijskog pokusa ispitivanja klijavosti raži pri dvije određene temperature 10 °C i 20 °C te četiri pH vrijednosti otopine (4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) moguće je zaključiti sljedeće:

Energija klijanja je bila visoka i iznosila je 91,56 %. Statističku značajnost imale su oba tretmana temperature i pH otopine. Općenito, najveća energija klijanja postignuta je pri temperaturi od 20 °C i pH vrijednosti 7,5 (96,5%).

Za razliku od energije klijanja ukupna klijavost u pokusu je bila niža i iznosila je 88,69 % što znači kako se određen broj klijanaca raži nije razvio ili je napadnut nekom biljnom bolesti. Iako nisu ustvrđene statističke značajnosti između tretmana najbolja ukupna klijavost je postignuta pri temperaturi od 10 °C i pri pH vrijednosti 5,5 (91,00 %).

Kod klijanaca raži u istraživanju utvrđen je velik broj neisklijalih sjemenki od 11,31 % pri čemu nije utvrđena signifikantnost niti za jedan tretman. Najveći postotak neisklijalih sjemenki bio je na višoj temperaturi i pri pH vrijednosti od 6,5 (15,50 %), a najmanji na nižoj temperaturi i pri pH otopini 5,5 (9,00 %).

U ispitivanju prosječan broj razvijenih korjenova raži bio je 3,91 pri čemu niti jedan tretman nije pokazao statističku značajnost. Nešto veće vrijednosti broja korijena utvrđene su pri višoj temperaturi i najnižoj pH otopine.

Na razvoj korijena raži značajno su utjecali oba tretmana uz veće variranje između tretmana temperature. Prosječna dužina korijena iznosila je 7,79 cm uz variranje u cijelom pokusu od 3,60 cm do 13,59 cm pri čemu su obje vrijednosti zabilježene na istoj pH otopini ali pri različitim temperaturama.

Na dužinu koleoptile značajno su utjecali i temperatura i pH otopina. Pri nižoj temperaturi koleoptila se razvila vrlo slabo uz bolje vrijednosti pri pH 6,5 i 5,5. Prosječna dužina koleoptile iznosila je 2,90 cm dok je najbolje djelovala temperatura od 20 °C i pH vrijednost 7,5 (5,27 cm).

Na dužinu izdanka statistički značajan utjecaj imala je samo temperatura dok je kod pH vrijednosti on izostao tj. učinak nije značajan . U cjelokupnom pokusu zabilježena je najveća dužina izdanka pri temperaturi od 20 °C i pH vrijednosti 7,5 (10,88 cm).

Temperatura je također bila značajna i za pokazatelj ukupne duljine klijanaca raži dok je isti učinak izostao za pH otopine. Ukupna duljina klijanaca raži bila je najveća pri temperaturi od 20 °C (25,28 cm) i kod pH otopine 4,5 (16,27 cm). Ukupna prosječna duljina klijanaca raži iznosila je 16,05 cm.

Za masu svježe tvari klijanaca raži signifikantan utjecaj imala je samo temperatura. U prosjeku masa svježe tvari klijanaca raži iznosila je 5,25 g uz relativno male razlike između istih. Naročito niske vrijednosti variranja mase utvrđene su kod različitih pH vrijednosti otopina. Općenito, najveće vrijednosti zabilježene su pri većim pH vrijednostima i većoj temperaturi zraka.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Bojanić-Glavica, B., Žugaj, M. (2001.): Proizvodnja raži u Varaždinskoj županiji s kraja 19. i početka 20. stoljeća. Radovi Zavoda za znanstveni rad Varaždin, 12-13: 307-346.
2. Bukovčan M. (2016.): Metode određivanja duljine trajanja dormantnosti sjemenskih žitarica BC Instituta D.O.O. Zagreb, završni rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, str. 9.
3. Bukvić, G., Grljušić, S., Rozman, V., Liška, A., Eđed, A., Križan, L. (2009a): Utjecaj temperature na svojstva sjemena i klijanaca kultivara crvene djeteline. Zbornik radova, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 294-296.
4. Bukvić, G., Ravlić, M., Grljušić, S., Rozman, V., Popović, B., Tkalec, M. (2008b): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline. Sjemenarstvo, (3-4): 179-191.
5. Bukvić, G., Grljušić, S., Josipović, A., Greger, Ž., Marijanović, M., Bilušić, Lj. (2009b): Klijanje sjemena crvene djeteline (cv. Viola) u zavisnosti o pH vrijednosti vodene otopine i starosti sjemena. Poljoprivreda, 15 (1): 23-28.
6. Bukvić, G., Grljušić, S., Stanisavljević, A., Varga, I., Mrkulj, A. i Jozić, A. (2010). Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kultivara crvene djeteline Sjemenarstvo, 27 (1-2), 43-55.
7. Buranji, I. (2018.): Morfološke karakteristike klijanaca predivog lana ovisno o pH vrijednosti vodene otopine i temperature, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 41.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019.): FAOSTAT data base, <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (datum pristupa 15.5.2019.).
9. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva, žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb.
10. Ghaderi-Far, F., Gherekhloo, J., Alimagham, M. (2010.): Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*), Planta Daninha, 28 (3): 463-469.
11. Grljusic, S., Bukvic, G., Rapcan, I., Agic, D., Horvatic, J. (2008.): The effects of soil and temperature on early white clover growth. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia; 643-646.



12. Guberac, V. (2000.): Sjemenarstvo ratarskih kultura, Poljoprivredni fakultet Osijek, interna skripta.
13. Hrgović, S. (2006.): Osnove agrotehnike proizvodnje: Ječma, zob i raži, Glasnik Zaštite Bilja, 29 (1): 15-32.
14. Kendall, W.A., Shaffer, J.A., Hill, R.R. (1994.): Effect of temperature and water variables on the juvenile growth of lucerne and red clover. Grass and Forage Science 49 (3): 264-269.
15. Kiš, G. (2016.): Krmiva u hranidbi domaćih životinja, dostupno na : <http://www.gospodarski.hr/Publication/2016/16/prilog-broja-krmiva-u-hranidbi-domaih-ivotinja/8541#.XRtwmRQzbIU> (Datum pristupa 2.7.2019.)
16. Kobylansky V. D. (1982.): Rož, genetičke osnove selekciji. Kolos Moskva.
17. Koornneef, M., Bentsink, L., Hilhorst, H. (2002.): Seed Dormancy and Germination. Current Opinion in Plant Biology, 5: 33-36.
18. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 235.
19. Međimurec, T. (2016.): Agrotehnika u proizvodnji raži. dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/AgrotehnikaPsenoraz312017.pdf> datum pristupa (20.06.2019.)
20. Narodne Novine (2008.): Pravilnik o metodama uzrokovanja i ispitivanja kvalitete sjemena (www. nn.hr)
21. Pietzak, M. (2012.): Celiac disease, wheat allergy, and gluten sensitivity: When gluten free is not a fad. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 36 (1): 68–75.
22. Saraf, D., Vidak, M., Grdiša, M., Carović-Stanko, K. (2017.): Klijanje i dormantnost kod mahunarki, Agronomski glasnik, 79 (1-2): 41.-60.
23. Schaffer, A.F., Vanderlip, R.L. (1999.): The effect of conditioning on soybean seed quality. Journal of Production Agriculture 12, 455-459.
24. Shi, H., Wang, X., Mo, X., Tang, C., Zhong, S., Deng, X., W. (2015.): Arabidopsis DET1 degrades HFR1 but stabilizes PIF1 to precisely regulate seed germination. Proc Natl Acad Sci U S A 112, 3817-3822.
25. Šporčić, A. (2018.): Utjecaj različitog pH i temperature na klijavost sjemena pšenoraži, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 35.
26. Tovoli, F., Masi, C., Guidetti, E., Negrini, G., Paterini, P., Bolondi, L. (2015.): Clinical and diagnostic aspects of gluten related disorders. World Journal of Clinical Cases. 3 (3): 275–284.

27. Ueno, S., Iwasaka, M. (1994.): Properties of diamagnetic fluid in high gradient magnetic fields. *Journal of Applied Physics* 75:7177.
28. Voigt P.W., Morris D. R., Godwin H.W. (1997.): A soil-on-agar method to evaluate acid soil resistance in white clover. *Crop Science* 37 (5): 1493-1496.

## 8. SAŽETAK

Cilj diplomskog rada je bio utvrditi u laboratorijskim uvjetima utjecaj četiri razine pH vrijednosti vodene otopine (4,5 5,5 6,5 7,5) i dvije temperature zraka (10 °C i 20 °C) na energiju klijanja, ukupnu klijavost, broj ne klijavih sjemenki, broj korijena, ukupnu dužinu korijena, dužinu koleoptile i izdanka klijanaca, ukupnu duljinu klijanaca i ukupnu masu svježe tvari klijanaca raži. Istraživanje je provedeno u Laboratoriju za specijalno ratarstvo Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku tijekom 2019. godine.

Istraživanje je pokazalo kako su oba tretmana bila statistički značajna za energiju klijanja, dužinu korijena i dužinu koleoptile dok je temperatura bila značajna samo za dužinu izdanka, ukupnu duljinu klijanca i masu svježe tvari. Ostali analizirani parametri nisu pokazali signifikantnost.

Utvrđene prosječne vrijednosti za oba tretmana su iznosile: za energiju klijanja 91,5 %, ukupno klijanje 88,7 %, ne klijavih sjemenki raži 11,3 %, broj korijena 3,9, dužina korijena 7,79 cm, dužina koleoptile 2,90 cm, dužina izdanka 5,51 cm, ukupna duljina klijanca 16,05 cm i masa svježe tvari 2,06 g uz naglasak na značajno variranje između temperatura i pH otopina.

**Ključne riječi:** temperatura, pH, raž, klijavost sjemenca, klijanci

## 9. SUMMARY

The purpose of this thesis was to determinate, in laboratory conditions, the effect of the four levels of pH value of the aqueous solution (4,5 5,5 6,5 7,5) and two air temperatures (10C and 20C) on the energy of germination, total germination, the number of non-seedes seeds, the total root length, the length of coleoptyl and the length of germ shoots, the total length of germs and total weight of fresh matter of rye germs. The research was conducted in the Laboratory for Special Planting at the Faculty of Agro-Biotechnical sciences, in Osijek durin 2019. year. The research has shown how both treatments were statistically significant for the germination energy, the root length and the length of coleoptyl, while the temperature was significant only for the shoot length, the total germ length and weight of fresh matter. Other analyzed parameters did not show any significance. Determined average values for the both treatments were the following: for the germ energy 91,5%, total germination 88,7%, non-seedes rye seeds 11,3%, number of roots 3,9, root length 7,79 cm, the length of coleoptyl 2,90 cm, the shoot length 5,51 cm, the total germ length 16,05 cm and the weight of fresh matter 2,06 g with an emphasis on the significant variation between temperatures and pH solution.

**Key words:** temperature, pH, ray, seed germination, seedlings

## 10. POPIS TABLICA

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Sistematika raži (Kobjiljanski, 1982.) .....   | 2  |
| Tablica 2. Rang lista zemalja prema zasijanim površinama raži u 2017. (FAOSTAT, 2019.)<br>..... | 3  |
| Tablica 3. Rang lista zemalja prema prosječnim prinosima raži u 2017. (FAOSTAT, 2019.)<br>..... | 5  |
| Tablica 4. Pokazatelj energije klijanja raži (%).....   | 16 |
| Tablica 5. Pokazatelj ukupne klijavosti raži (%).....   | 17 |
| Tablica 6. Pokazatelj ne klijavih sjemenki raži (%) .....                                       | 18 |
| Tablica 7. Pokazatelj ukupnog broja korijena raži .....   | 18 |
| Tablica 8. Pokazatelj dužine korijena raži (cm) .....   | 19 |
| Tablica 9. Pokazatelj dužine coleoptile raži (cm).....  | 20 |
| Tablica 10. Pokazatelj dužine izdanka raži (cm).....  | 20 |
| Tablica 11. Pokazatelj ukupne duljine klijanaca raži (cm).....                                  | 21 |
| Tablica 12. Pokazatelj ukupne mase svježe tvari klijanaca raži (g) .....                        | 22 |

## 11. POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Proizvodnja raži u svijetu za 2017. ....   | 4  |
| Slika 2. Otopine različitih pH vrijednosti (izvor: Kraljičak, M.) .....   | 9  |
| Slika 3. Vlaženje filter papira (izvor: Kraljičak, M.).....   | 10 |
| Slika 4. Sjemenke raži na vlažnom filter papiru (izvor: Kraljičak, M.) .....  | 10 |
| Slika 5. Zamotan filter papir u PVC vrećici s odgovarajućom oznakom grupe.....  | 11 |
| Slika 6. Određivanje ukupna klijavosti sjemena kao i broj deformiranih klijanaca i ne klijavog sjemena raži . (izvor: Kraljičak, M.)..... | 12 |
| Slika 7. Ispitivanje brojnih analiza na klijanima raži (izvor: Kraljičak, M.).....  | 12 |
| Slika 8. Mjerenje dužine korijena sjemena raži (izvor: Kraljičak, M.) .....   | 13 |
| Slika 9. Mjerenje dužine koleoptile sjemena raži (izvor: Kraljičak, M.) .....   | 13 |
| Slika 10. Mjerenje svježe tvari klijanaca raži (izvor: Kraljičak, M.) .....   | 14 |

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

## ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA PARAMETRE KLIJAVOSTI RAŽI

Magdalena Kraljićak

**Sažetak:** Cilj diplomskog rada je bio utvrditi u laboratorijskim uvjetima utjecaj četiri razine pH vrijednosti vodene otopine (4,5 5,5 6,5 7,5) i dvije temperature zraka (10 °C i 20 °C) na energiju klijanja, ukupnu klijavost, broj ne klijavih sjemenki, broj korijena, ukupnu dužinu korijena, dužinu koleoptile i izdanka klijanaca, ukupnu duljinu klijanaca i ukupnu masu svježe tvari klijanaca raži. Istraživanje je provedeno u Laboratoriju za specijalno ratarstvo Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku tijekom 2019. godine.

Istraživanje je pokazalo kako su oba tretmana bila statistički značajna za energiju klijanja, dužinu korijena i dužinu koleoptile dok je temperatura bila značajna samo za dužinu izdanka, ukupnu duljinu klijanca i masu svježe tvari. Ostali analizirani parametri nisu pokazali signifikantnost.

Utvrđene prosječne vrijednosti za oba tretmana su iznosile: za energiju klijanja 91,5 %, ukupno klijanje 88,7 %, ne klijavih sjemenki raži 11,3 %, broj korijena 3,9, dužina korijena 7,79 cm, dužina koleoptile 2,90 cm, dužina izdanka 5,51 cm, ukupna duljina klijanca 16,05 cm i masa svježe tvari 2,06 g uz naglasak na značajno variranje između temperatura i pH otopina.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Dario Iljkić

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 10

**Broj tablica:** 12

**Broj literaturnih navoda:** 28

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** temperatura, pH, raž, klijavost sjemenca, klijanca

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. dr. sc. Jurica Jović, član
4. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, zamjenski član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayer 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**

### **THE ROLE OF TEMPERATURE AND pH SOLUTION ON GERMINATION PARAMETERS OF RAY**

Magdalena Kraljičak

**Abstract:** The purpose of this thesis was to determine, in laboratory conditions, the effect of the four levels of pH value of the aqueous solution (4,5 5,5 6,5 7,5) and two air temperatures (10C and 20C) on the energy of germination, total germination, the number of non-seeds seeds, the total root length, the length of coleoptyl and the length of germ shoots, the total length of germs and total weight of fresh matter of rye germs. The research was conducted in the Laboratory for Special Planting at the Faculty of Agro-Biotechnical sciences, in Osijek during 2019. year. The research has shown how both treatments were statistically significant for the germination energy, the root length and the length of coleoptyl, while the temperature was significant only for the shoot length, the total germ length and weight of fresh matter. Other analyzed parameters did not show any significance. Determined average values for the both treatments were the following: for the germ energy 91,5%, total germination 88,7%, non-seeds rye seeds 11,3%, number of roots 3,9, root length 7,79 cm, the length of coleoptyl 2,90 cm, the shoot length 5,51 cm, the total germ length 16,05 cm and the weight of fresh matter 2,06 g with an emphasis on the significant variation between temperatures and pH solution

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

**Mentor:** doc.dr. sc. Dario Iljkić

**Number of pages:** 34

**Number of figures:** 10

**Number of tables:** 12

**Number of references:** 28

**Original in:** Croatian

**Key words:** temperature, pH, ray, seed germination, seedlings

**Thesis defended on date:**

#### **Reviewers:**

1. prof. dr.sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
- 3.dr.sc. Jurica Jović, član
4. prof.dr.sc. Gordana Bukvić, zamjenski član

**Thesis deposited at:** Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek, Vladimira Preloga 1