

# Utjecaj temperature na klijavost i parametre klijavosti strnih žitarica

---

**Kovač, Marijana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:151:493673>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



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

Marijana Kovač

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ TEMPERATURE NA KLIJAVOST I PARAMETRE  
KLIJAVOSTI STRNIH ŽITARICA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marijana Kovač

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ TEMPERATURE NA KLIJAVOST I PARAMETRE  
KLIJAVOSTI STRNIH ŽITARICA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu rada:

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

**Osijek, 2022.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	6
2. PREGLED LITERATURE .....	7
3. MATERIJALI I METODE RADA .....	11
3.1. Opis pokusa .....	11
3.2. Statistička obrada podataka .....	15
4. REZULTATI .....	16
4.1. Energija klijanja.....	16
4.2. Ukupna klijavost.....	16
4.3. Ukupan broj korijena .....	17
4.4. Dužina korijena.....	18
4.5. Dužina koleoptile.....	19
4.6. Dužina izdanka .....	19
4.7. Ukupna dužina klijanaca .....	20
4.8. Masa svježe tvari klijanaca.....	21
4.9. Masa suhe tvari klijanaca .....	22
5. RASPRAVA.....	23
6. ZAKLJUČAK.....	26
7. POPIS LITERATURE.....	27
8. SAŽETAK.....	29
9. SUMMARY .....	30
10. POPIS TABLICA .....	31
11. POPIS SLIKA .....	32
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## 1. UVOD

Žitarice predstavljaju najrasprostranjeniju i najvažniju grupu biljaka za prehranu ljudi. Važne su i kao sirovina u mnogim industrijama te čine osnovu piramide prehrane. Žitarice pripadaju porodici trava (*Poaceae*), a dijele se na prave ili strne i prosolike. Prave su pšenica, ječam, raž, pšenoraž i zob, a prosolike su kukuruz, sirak, proso i riža. Osim ovih glavnih, postoje i druge kulture koje također pripadaju u kategoriju žitarica, a nazivaju se pseudožitarice.

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je najrasprostranjenija žitarica, a prema ukupnim zasijanim površinama na prvom je mjestu. Pšenicom je zasijano blizu jedne četvrtine svjetske obradive površine, a uzgaja se na svim kontinentima (Kovačević i Rastija, 2014.). Smatra se glavnom krušaricom, a pšenično zrno najviše se koristi za proizvodnju kvalitetnog kruha i peciva, tjestenine i mnogih drugih proizvoda. Pšenica je vrlo značajna i u mlinarstvu, prerađivačko – prehrambenoj industriji, farmaceutskoj industriji i dr. U prehrani domaćih životinja koriste se mekinje, polomljena i sitna zrna, može se koristiti zelena masa, sama ili s leguminozama, može se silirati ili sušiti.

Rod *Triticum* najbogatiji je vrstama od svih žitarica. Do danas je poznato i opisano više od 20 vrste pšenice (kulturne i divlje forme). Postoje različiti kriteriji za podjelu pšenice u skupine, najčešće je to broj kromosoma, tj. razina poliploidije i neka morfološka svojstva (lomljivost/nelomljivost klasnog vretena, odnosno obučeno/golo zrno). Najveću važnost za proizvodnju imaju dvije vrste pšenice: *Triticum aestivum ssp. vulgare* – meka pšenica i *Triticum durum* – tvrda pšenica. Pšenica se dijeli na dva tipa: ozima i jara pšenica. Ozima pšenica se sije u jesen, a jara pšenica rano u proljeće.

U svijetu u 2020. godini pšenica se uzgajala na 219 006 893 ha. U Tablici 1 su prikazani najveći proizvođači pšenice u svijetu u kojem se uočava kako se uglavnom uzgaja na azijskom kontinentu. Najveće površine pod pšenicom ima Indija, Rusija i Kina (Tablica 1.). U 2020. godini, u Hrvatskoj se pšenica uzgajala na 147 840 hektara. Iste godine ukupna proizvodnja pšenice je bila 760 925 831 t. Najveću proizvodnju pšenice u svijetu imaju Kina (134 250 000 t), Indija (107 590 000 t) i Rusija (85 896 326 t) koje proizvode skoro 50 % od ukupne količine. Od europskih zemalja najbolje su Francuska (30 144 110 t), Ukrajina (24 912 350 t) i Njemačka (22 172 100 t). U Hrvatskoj je proizvedeno 867 530 t (FAOSTAT, 2022.). Nadalje, najveće prinose pšenice ostvaruju Novi Zeland s 9,9 t/ha, Belgija 8,9 t/ha, Nizozemska 8,5 t/ha, Danska 8 t/ha, Njemačka 7,8 t/ha i Irska 7,7 t/ha što ukazuje kako

europske zemlje postižu vrlo visoke prinose. Prosječan prinos pšenice u Hrvatskoj je oko 5,8 t/ha (FAOSTAT, 2022.).

Tablica 1. Top deset proizvođača pšenice prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Rb.	Zemlja	Zasijana površina (ha)
1.	Indija	31 357 000
2.	Rusija	28 864 312
3.	Kina	23 380 000
4.	USA	14 870 740
5.	Kazahstan	12 057 071
6.	Kanada	10 017 800
7.	Australija	9 863 184
8.	Turska	6 914 632
9.	Ukrajina	6 564 500
10.	Francuska	4 512 420

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je jednogodišnja biljka, podrijetlom iz sjeverne Azije i sjeveroistočne Afrike. Nalazi se na četvrtom mjestu među žitaricama, nakon pšenice, kukuruza i riže. Ječam je jedna od najstarijih ratarskih kultura (Martinčić i Kolak, 1993.). U suvremenoj prehrani ječam se rijetko koristi za prehranu ljudi, ječmeni kruh je tvrd, zbijen, lošeg okusa i mirisa. Pretežito se koristi u obliku ječmene kaše, pahuljica i griza (Rapčan i sur., 2012.).

Prema upotrebi razlikuju se krmni i pivarski ječam. Krmni su višeredni ozimi ječmovi koji se koriste za hranidbu stoke većinom kao zrno te u obliku silaže, zelene mase i slame. Pivarski ječam koristi se za proizvodnju slada, odnosno piva i alkoholnih pića, i to su dvoredni, većinom jari ječmovi (Kovačević i Rastija, 2014.). Ječam koji je neposredno prije žetve ili u vrijeme žetve pokisao, kao i ječam inficiran patogenima, može imati neodgovarajuću boju, koja se ogleda u smeđe obojenim vrhovima (Pržulj i Momčilović,

2006.). Među žitaricama ječam ima najveći areal rasprostranjenosti, od 10 do 70° sjeverne širine.

Među strnim žitaricama po zasijanoj površini u svijetu ječam se nalazi na drugom mjestu odmah iza pšenice. U 2020. godini ječam se u svijetu uzgajao na 51 601 372 ha. Prema zasijanim površinama najviše ječma ima u Rusiji, Australiji i Turskoj (Tablica 2.). U Hrvatskoj se ječam 2020. uzgajao na 66 330 ha.

Tablica 2. Top deset proizvođača ječma prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

<b>Rb.</b>	<b>Zemlja</b>	<b>Zasijana površina (ha)</b>
1.	Rusija	8 267 448
2.	Australija	5 040 903
3.	Turska	3 092 442
4.	Kanada	2 808 700
5.	Španjolska	2 749 040
6.	Kazahstan	2 728 822
7.	Ukrajina	2 374 500
8.	Iran	2 062 429
9.	Francuska	1 972 270
10.	Njemačka	1 667 300

Ukupna proizvodnja ječma u svijetu u 2020. godini je 157 030 764 t. Najveću proizvodnju ječma u svijetu također ima Rusija (20 938 993 t), a slijede ju Španjolska (11 465 350 t), Njemačka (10 769 200 t), Kanada (10 740 600 t), Francuska (10 273 570 t) i Australija (10 127 175 t). U Hrvatskoj je proizvedeno 325 520 t (FAOSTAT, 2022.).

Prosječan godišnji prinos ječma je različit u pojedinim dijelovima svijeta, a rezultat su različitih agroekoloških uvjeta u kojima se uzgaja. Poseban utjecaj na prinos ima primjena odgovarajućih agrotehničkih mjera. Prema FAOSTAT bazi podataka najveće prinose ječma u svijetu ostvaruju Belgija (7,4 t/ha), Novi Zeland (7,4 t/ha), Irska (6,9 t/ha), Švicarska (6,8

t/ha), Njemačka (6,4 t/ha) i Nizozemska (6,4 t/ha) dok je u Hrvatskoj bio 4,9 t/ha (FAOSTAT, 2022.).

Raž (*Secale cereale L.*) je u proizvodnji poznata oko 2000 godina. Podrijetlom je iz Male Azije, te područja Irana i Afganistana. Postoji nekoliko sistematika raži, a jedna od njih je po Kobjiljanskom (1975.) prema kojoj se rod *Secale* dijeli u dvije skupine: *Oplismenolepis* (sve vrste divlje raži) i *Secale* (kulturna raž i neke korovske vrste).

Vrlo je važna krušarica, a prema važnosti za proizvodnju kruha nalazi se na drugom mjestu, odmah iza pšenice. Raž ima primjenu u ljudskoj ishrani, ali i kao stočna hrana. Zbog visokog udjela bjelančevina koristi se za proizvodnju kruha koji ima produljenu svježinu i manji udio škroba te se preporučuje za prehranu dijabetičara (Zrakić-Sušac i sur., 2020.). U ishrani domaćih životinja koriste se mekinje i zelena masa nadzemnog dijela biljke. Raž se koristi i u mlinskoj industriji, u industrijskoj preradi koristi se za proizvodnju alkohola, škroba, slama se koristi za izradu i papira, građevinskog materijala i dr. (Gagro, 1997.). Areal rasprostanjenosti raži je od 30 do 70° N (Kovačević i Rastija, 2014.). Kod raži postoje ozime (vegetacija 240-290 dana) i jare sorte (vegetacija 90-120 dana). U sjetvi raži dominira ozima forma (Bojanić-Glavica i Žugaj, 2001.).

Tablica 3. Top deset proizvođača raži prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

<b>Rb.</b>	<b>Zemlja</b>	<b>Zasijana površina (ha)</b>
1.	Rusija	975 435
2.	Poljska	843 620
3.	Njemačka	636 000
4.	Bjelorusija	360 409
5.	Kina	166 601
6.	Kanada	153 000
7.	Ukrajina	137 800
8.	Španjolska	137 590
9.	USA	133 550
10.	Danska	115 300



U 2020. godini raž se u svijetu uzgajala na 4 446 927 ha. Rusija je vodeća zemlja po žetvenim površinama (975 435 ha), a slijede ju Poljska (843 620 ha) i Njemačka (636 000 ha), te oko 40 % ukupnih žetvenih površina raži nalazi se u tim državama (Tablica 3.). Raž se u Hrvatskoj uzgajala se na vrlo skromnih 1060 ha. U istom razdoblju, ukupna proizvodnja raži u svijetu bila je 15 022 273 t. Najveću proizvodnju raži u svijetu imaju vodeća Njemačka (3 513 400 t), Poljska (2 904 680 t) i Rusija (2 377 629 t) koje proizvode više od 50 % ukupne količine raži. U Hrvatskoj je proizvedeno 4 420 t raži (FAOSTAT, 2022.). U 2020. godini, najveće prinose raži je ostvario Uzbekistan (7,7 t/ha), a slijede ga europske zemlje: Švedska (6,2 t/ha), Danska (6,0 t/ha), Švicarska (5,7 t/ha), Njemačka (5,5 t/ha) i Češka (5,4 t/ha). Prosječan prinos raži u Hrvatskoj je 4,1 t/ha (FAOSTAT, 2022.).

Zob (*Avena sativa L.*) je jednogodišnja biljka koja potječe iz starog svijeta (Europa, Azija, Afrika). Praroditelj joj je divlja zob *Avena fatua* i *Avena sterilis*, koje se pojavljuju kao korovi (Gagro, 1997.). U rodu *Avena* postoji veći broj jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta, a kulturna zob ima dvije biljne vrste: *Avena sativa* i *Avena byzantina*. Zob se koristi za proizvodnju prehrambenih proizvoda koji su lako probavljivi i imaju veliku hranidbenu vrijednost, a to su zobene pahuljice, griz, i brašno koje se koriste u dijetalnoj prehrani. U današnje vrijeme većinom se koristi kao stočna hrana, osobito u prehrani konja. Također može se koristiti u zelenom stanju, kao slama ili u smjesi s leguminozama. Kolak i sur. (1996.) navode kako se u sjemenu zobi nalazi polimer glukoza koja smanjuje razinu kolesterola u krvi i povećava otpornost na bolesti. Areal uzgoja zobi je manji za razliku od područja uzgoja ostalih žitarica, a nalazi se između 35 i 36° sjeverne širine i 30 i 50° južne širine.

U 2020. godini u svijetu se zob uzgajala na skromnih 9 772 003 ha. Razlog smanjenju je taj što se prije zob koristila u ishrani konja kao vučne snage, a danas je zob zamijenjena ječmom u stočnoj ishrani. Najviše zobi se sije u Rusiji, a slijede ju Kanada i Australija, te se oko 45 % ukupnih žetvenih površina zobi nalazi u tim zemljama. U Hrvatskoj se zob uzgajala na 19 400 ha.

Ukupna proizvodnja zobi u svijetu u 2020. godini je bila 25 181 805 t. Najveću proizvodnju zobi ima Kanada (4 575 800 t), a slijede je Rusija (4 132 690 t), Poljska (1 627 140 t), Španjolska (1 377 690 t), Finska (1 212 660 t) i Australija s 1 042 934 t (Tablica 4.). Prema FAOSTAT podacima tih 6 zemalja proizvodi oko 50 % ukupne količine zobi u svijetu. U istom razdoblju u Hrvatskoj je proizvedeno 66 100 t (FAOSTAT, 2022.).

Primjena odgovarajuće agrotehnike omogućuje visoke prosječne prinose. Najveće prinose zobi u svijetu ostvaruje Irska (7,0 t/ha), zatim slijede Danska (5,6 t/ha), Novi Zeland (5,6 t/ha), Luksemburg (5,1 t/ha), Švicarska (4,9 t/ha) i Ujedinjeno Kraljevstvo (4,9 t/ha). Prosječan prinos zobi u Hrvatskoj je 3,4 t/ha (FAOSTAT, 2022.).

Tablica 4. Top deset proizvođača zobi prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

<b>Rb.</b>	<b>Zemlja</b>	<b>Zasijana površina (ha)</b>
1.	Rusija	2 337 906
2.	Kanada	1 314 300
3.	Australija	815 954
4.	Španjolska	506 170
5.	Poljska	500 120
6.	Brazil	475 807
7.	USA	406 310
8.	Finska	324 500
9.	Argentina	322 328
10.	Kazahstan	228 871

### **1. 1. Cilj istraživanja**

S obzirom da se žitarice uzgajaju u različitim agroekološkim uvjetima cilj istraživanja je bio u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih temperatura zraka (10 °C i 20 °C) na klijavost i parametre klijavosti (energija klijanja, ukupno klijanje, ukupan broj korjenova, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina, masa svježih klijanaca i masa suhih klijanaca) klijanaca pšenice, ječma, raži i zobi.

## 2. PREGLED LITERATURE

Pšenica se može uzgajati u različitim agroklimatskim uvjetima, a što su povoljniji uvjeti, biti će i veći prinosi. Toplina je važna za rast i razvoj pšenice, a tijekom zimskog razdoblja i za prezimljavanje. Brlek i sur. (2018.) navodi kako pšenica, kao i ostale žitarice, tijekom svog životnog ciklusa prolazi kroz 8 faza rasta i razvoja (fenološke faze). Fenološke faze su podijeljene u 2 velika razdoblja, a to su: vegetativno razdoblje (klijanje, nicanje, busanje) i generativno razdoblje (vlatanje, klasanje, cvatnja i oplodnja, formiranje i nalijevanje zrna, zrioba).

Klijanje je pojava klicinog korijenčića iz sjemena, a početak klijanja je kada korijen dostigne polovicu dužine sjemena. Za proces klijanja sjemena važna su tri osnovna temperaturna praga: temperaturni minimum, temperaturni optimum i temperaturni maksimum (Saraf i sur., 2017.). Gagro (1997.) navodi kako je minimalna temperatura za klijanje pšenice oko 1°C. U takvim uvjetima niskih temperatura pšenica slabo i dugo klija i niče. Praktična minimalna temperatura za klijanje je oko 4°C jer pri toj temperaturi pšenica brže klija i niče. Optimalna temperatura za klijanje je oko 25°C. Pri temperaturi od 10-12°C pšenica proklija za 5 dana, a pri temperaturi od 20-22°C za 2,5 dana. Optimalna temperatura za intenzivan porast i razvoj do kraja vegetacije je oko 20-25°C. Međutim vrlo visoke temperature uz nisku relativnu vlagu zraka i tla dovode do prekida vegetacije što uzrokuje šturo zrno.

Otpornost prema niskim temperaturama je vrlo kompleksno svojstvo ovisno o nasljednim čimbenicima biljke i vanjskim uvjetima pod kojima se biljka razvija prije i za vrijeme niskih temperatura (Milohnić, 1970.). Pšenica može izdržati prilično niske temperature, a snježni pokrivač povećava otpornost pšenice na niske temperature. Najotpornija je u fazi tri lista do početka busanja. Značajna je uloga roka sjetve jer prerano posijana pšenica može se do zime previše razviti (prebujna, s većim sadržajem vode u stanicama) i postati manje otporna na zimu. Trajanje niskih temperatura, osobito onih kritičnih za pšenicu (od -16°C do -20°C) je također značajno za otpornost pšenice prema zimi (Kovačević i Rastija, 2014.). Boljem prezimljenju pridonosi izbalansirana ishrana s dovoljno kalija i fosfora, jer se tako u biljnom tkivu stvara više šećera a manje vode te se tako povećava otpornost prema niskim temperaturama.

Također značajnu ulogu u otpornosti pšenice na niske temperature ima kaljenje. Kaljenje je skup procesa kojim se pšenica priprema za prezimljavanje, a dijeli se u dvije faze. Prva faza se odvija pri temperaturi od 0°C, a biljka fotosintezom stvara ugljikohidrate tj. šećere.

Povoljne okolnosti su sunčani dani, temperature po danu od 6-10°C koje pozitivno utječu na fotosintezu, a tijekom noći oko 0°C što smanjuje disanje a povećava sadržaj šećera. Kada prođe prva faza, pšenica može izdržati temperature do -10°C. Druga faza obavlja se kada se temperature spuste od -2°C do -5°C. Fizikalnim i kemijskim procesima smanjuje se količina vode u biljnim stanicama, a povećava se sadržaj suhe tvari. Voda se iz stanica povlači u međustanični prostor te se povećava osmotski tlak.

Milohnić (1970.) navodi kako prezimljenje biljaka pšenice u znatnoj mjeri ovisi o temperaturi tla u blizini čvora busanja. Što je čvor busanja dublje formiran u tlu, to je i mogućnost prezimljenja veća. Na dubinu formiranja čvora busanja utječu različiti vanjski faktori: dubina sjetve, vrijeme sjetve, temperatura tla.

Strne žitarice zahtijevaju puno vode, a visoki prinosi se ostvaruju ako tijekom vegetacije ima dovoljno vode, osobito u kritičnim fazama rasta. Izrazito kritično razdoblje smatra se ono koje počinje 15 dana prije klasanja i završava 6 dana nakon klasanja. Dostupnost vode je osnovni preduvjet za početak procesa klijanja koje započinje njenim usvajanjem (Saraf i sur., 2017.). Najbolji prinosi i kvaliteta se postižu u područjima s oko 650 - 700 mm oborina/godišnje. Premalo vode može uzrokovati slabiji rast i razvoj biljke, posebno u vrijeme intenzivnog rasta, cvatnje, oplodnje i nalijevanja zrna. Optimalna vlažnost tla za pšenicu iznosi oko 65-80 % poljskog vodnog kapaciteta. Minimalna vlažnost tla za potrebe pšenice u klijanju je ispod 30 % punog vodnog kapaciteta. U ostalim je fazama razvoja točka venuća obično pri sadržaju vlage u tlu 15-20 % (Kovačević i Rastija, 2014.).

Svjetlost može djelovati na klijanje na tri načina: ili potiče ili sprječava klijanje, dok neke vrste mogu klijeti i na svjetlu i u tami (Frankland i Taylorson, 1983.). Pšenica je biljka dugog dana. Sije se u gustom sklopu pa je teško osigurati dovoljno svjetla svakoj biljci. Pšenica uspijeva na plodnim, strukturnim i dubokim tlima, povoljne vlažnosti te neutralne reakcije pH 6 - 7. Takva tla su ilovasta tla, černoze, smeđa tla, livadne crnice.

Ječam nema prevelike zahtjeve za toplinom. Minimalna temperatura za klijanje iznosi 1 - 2°C, a optimalna oko 20°C. Osjetljiv je na niske temperature ako je proces kaljenja slabije proveden. Ozimi ječam može izdržati temperature do -12°C, a ako temperature kratko traju i do -20°C. Jari ječam može izdržati mrazeve do -8°C. Najpovoljnije temperature za intenzivnu vegetaciju, klasanje, cvatnju, oplodnju i sazrijevanje su oko 20-25°C. Ječam je otporniji od pšenice i zobi na toplinski udar i prisilno dozrijevanje, pa može izdržati visoke

temperature do čak 40°C (Gagro, 1997.). Ima širi list i veću lisnu masu te brži porast od pšenice, vegetacija mu je nešto kraća i busanje nastupa prije nego kod pšenice.

Nedostatak vode utječe na slabiji rast i razvoj, smanjenje prinosa, a u najgorem slučaju dolazi do propadanja biljke. Također prevelika količina vode dovodi do smanjenja kisika. Od svih pravih žitarica, ječam je najotporniji na sušu. Dobro koristi zimsku vodu, rano počinje i rano završava vegetaciju pa je zbog toga veća otpornost ječma na sušu. Ječam je u vrijeme nalijevanja zrna najosjetljiviji na sušu. Transpiracijski koeficijent jarog ječma je 300 - 350, a ozimog 450. Velika je agrotehnička važnost ječma, jer se ranije sije i ranije dozrijeva, pa se može proizvoditi u višim planinskim predjelima, što omogućuje bolje uklapanje ječma u strukturu proizvodnje, bolje korištenje tla, strojeva i ljudi te ekonomičniju proizvodnju (Rapčan i sur., 2012.). Postotak vlage koju sjeme sadrži u žetvi vrlo je važan gospodarski čimbenik jer manji sadržaj vlage omogućuje raniju žetvu i smanjenje troškova umjetnog dosušivanja sjemena (Rukavina, 1999.).

Ječam kao biljka dugog dana za svoj normalan razvoj zahtijeva duže osvjetljenje. Optimalnim sklopom i dobrim rasporedom biljaka potrebno je osigurati što više svjetla za svaku biljku. Ječam ima velike zahtjeve prema tlu i osjetljiv je na kiselost pa mu najbolje odgovaraju neutralna do slabo alkalna tla. Slabije plodna, pjeskovita, zbijena i previše vlažna tla ne odgovaraju za proizvodnju ječma.

Hrgović (2006.) navodi kako je raž izrazito tolerantna na niske temperature, a ako dobro izbusa, bez snijega može izdržati temperature od -25°C do -35°C. U jesenskom periodu svakako bi trebala bolje izbusati od pšenice jer u proljeće ona puno brže prelazi u fazu vlatanja od pšenice. Klije i niče već kod 1°C do 2°C, a optimalna temperatura za rast i razvoj je oko 15°C. Međutim, nije tolerantna na visoke temperature, što se prije svega odnosi na cvatnju, dok nakon formiranja zrna nema velikih zahtjeva.

Po pitanju vode zahtjevi su manji od pšenice. Transpiracijski koeficijent kod raži kreće se između 250 i 500, a prosječan je oko 300. Raž u proljeće rano počinje rasti i brzo raste, a izbjegava eventualne kasnije suše. Potrebno je da u jesenjem razdoblju u vrijeme busanja ima dovoljno vlage u tlu, da bi busanje bilo što bolje i potpunije. Raž treba najviše vode u vrijeme vlatanja, klasanja i početka nalijevanja zrna.

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 se izdvaja sklonost klijanja na klasu i kraće trajanje klijavosti (u idealnim

uvjetima 4-5 godina). Sklona je polijeganju zbog visoke stabljike (120 do preko 200 cm), neotporna prema visokim temperaturama i nešto manje otporna prema suši (Kovačević i Rastija, 2014.).

Raž je biljka dugog dana, te za pravilan rast i razvoj treba dovoljno svjetla, što se može osigurati optimalnim sklopom i dobrim rasporedom biljaka. Raž raste visoko pa je zato i zasjenjivanje izraženije. U odnosu na ostale žitarice, raž ima najmanje zahtjeve prema tlu. Uspijeva na manje plodnim tlima i dobro podnosi tla s niskim pH do čak 3,5. Daje bolje rezultate na pjeskovitim, kiselim i zaslanjenim tlima nego pšenica. Bojanić-Glavica i sur., (2001.) navode kako raž treba uzgajati na dubokim, plodnim i rahlim tlima uz suvremenu agrotehniku ako se žele postići visoki prinosi.

Zob je prvenstveno prilagođena za umjerenu klimu, ne podnosi visoke i niske temperature te je osjetljiva prema suši (Jukić i sur., 2011.). Biološki minimum za klijanje zobi je svega 1-2°C, a razvojem biljke povećavaju se i zahtjevi za toplinom. Praktični minimum je oko 6-12°C, a optimalna razvojna temperatura je 20-25°C. Zob je osjetljiva na niske temperature. Ozima zob propada na temperaturi ispod -10°C, a jara zob može izdržati proljetne mrazeve do -4°C. Dobro razvijene i ukorijenjene biljke zobi imaju veću otpornost na niske temperature. Snježni pokrivač može zaštititi zob od smrzavanja.

Zob ima najveće potrebe prema vodi od svih pravih žitarica. Transpiracijski koeficijent je oko 400 - 600, najviše vode potrebno je u busanju, vlatanju, a kritično razdoblje za vodu je 10 - 15 dana prije metličanja. Za razliku od drugih pravih žitarica, zob dobro podnosi višak vode. Zob je kao i ostale prave žitarice biljka dugog dana te pravilnim sklopom i rasporedom biljaka treba omogućiti što bolje osvjetljenje cijele biljke.

Vrlo dobro razvijen korijenov sustav zobi daje mogućnost i vrlo dobrog usvajanja hranjiva. Dobri rezultati zato se ostvaruju i na siromašnim tlima, kao i na kiselim tlima s nižim sadržajem pH, podnosi pH čak do 4,5 (Hrgović, 2006.). Dobro uspijeva na novim oranicama, vlažnim i močvarnim tlima te onima težeg mehaničkog sastava (Kovačević i Rastija, 2014.).

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

#### 3. 1. Opis pokusa

Pokus se provodio na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek tijekom lipnja i srpnja 2022. godine u Laboratoriju za specijalno ratarstvo. U istraživanju se ispitalo klijanje sjemena pšenice, ječma, raži i zobi na temperaturama od 10°C i 20°C. Prvi korak u postavljanju pokusa bilo je vlaženje filter papira s 50 ml destilirane vode (Slika 1.).



Slika 1. Vlaženje filter papira s destiliranom vodom (izvor: Kovač M.)

Pokus se provodio tako što se nakon vlaženja filter papira, 50 sjemenki svake žitarice (pšenice, ječma, raži i zobi) postavljalo na filter papir u 3 ponavljanja za svaku žitaricu i temperaturu posebno (Slika 2.).



Slika 2. Sjemenke ječma na filter papiru (izvor: Kovač M.)

Nakon postavljanja sjemenki, filter papir je zamotan te stavljen u PVC vrećicu, a u svaku vrećicu je stavljen papirić s oznakom žitarice i određenog ponavljanja (Slika 3.). Nakon toga klijanci su stavljeni u klima komoru na određenu temperaturu (Slika 4.).



Slika 3. Sjemenke žitarica zamotane u filter papir i stavljene u PVC vrećice (izvor: Kovač M.)



Slika 4. Klijanci pšenice, ječma, raži i zobi u klima komori (izvor: Kovač M.)

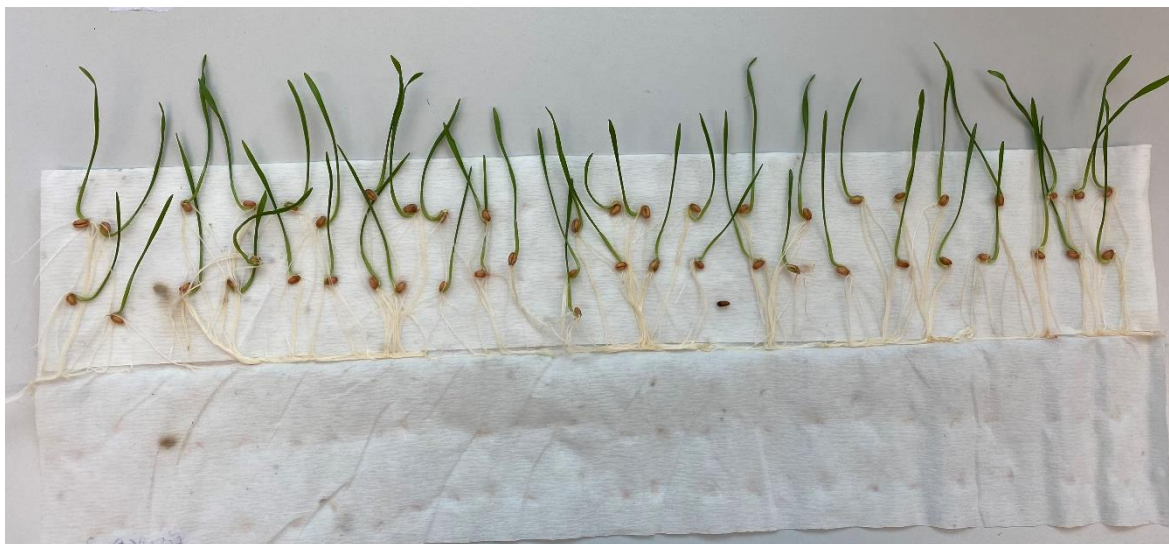
Nakon 4 dana u prostorijama Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek izmjerena je energija klijanja za sve tretmane i ponavljanja (Slika 5.). Energija klijanja je određena vizualnim putem na način da se gledao razvoj korijena i klice svakog sjemena.



Slika 5. Mjerenje energije klijanja sjemena pšenice (izvor: Kovač M.)



Nakon 8 dana od početka postavljanja pokusa, u laboratoriju na fakultetu provedeno je mjerenje morfoloških svojstava biljke: broj korijena, dužina korijena (cm), dužina koleoptile (cm), dužina izdanka (cm), svježa masa (g), suha masa (g) i ukupno klijanje pšenice, ječma, raži i zobi za svako ponavljanje posebno (Slika 6. i Slika 7.).



Slika 6. Mjerenje različitih morfoloških svojstava na klijanju pšenice pri temperaturi 10°C  
(izvor: Kovač M.)

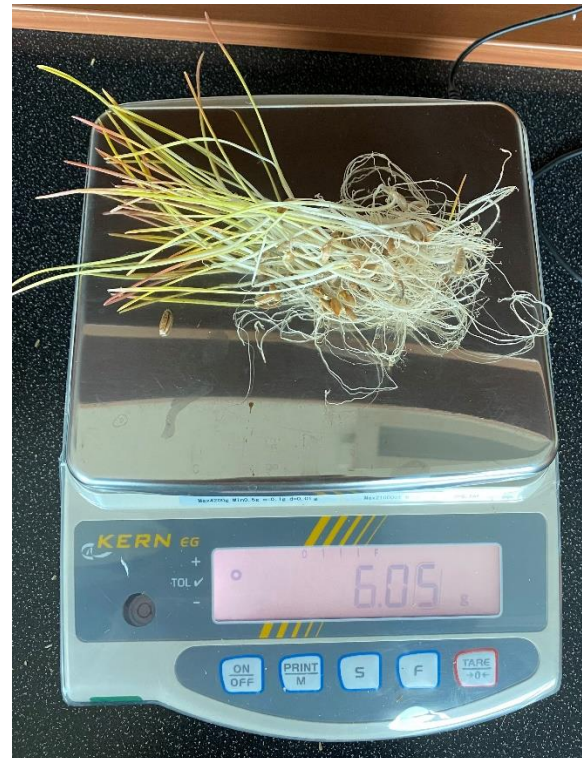


Slika 7. Mjerenje različitih morfoloških svojstava na klijanju pšenice pri temperaturi 20°C  
(izvor: Kovač M.)

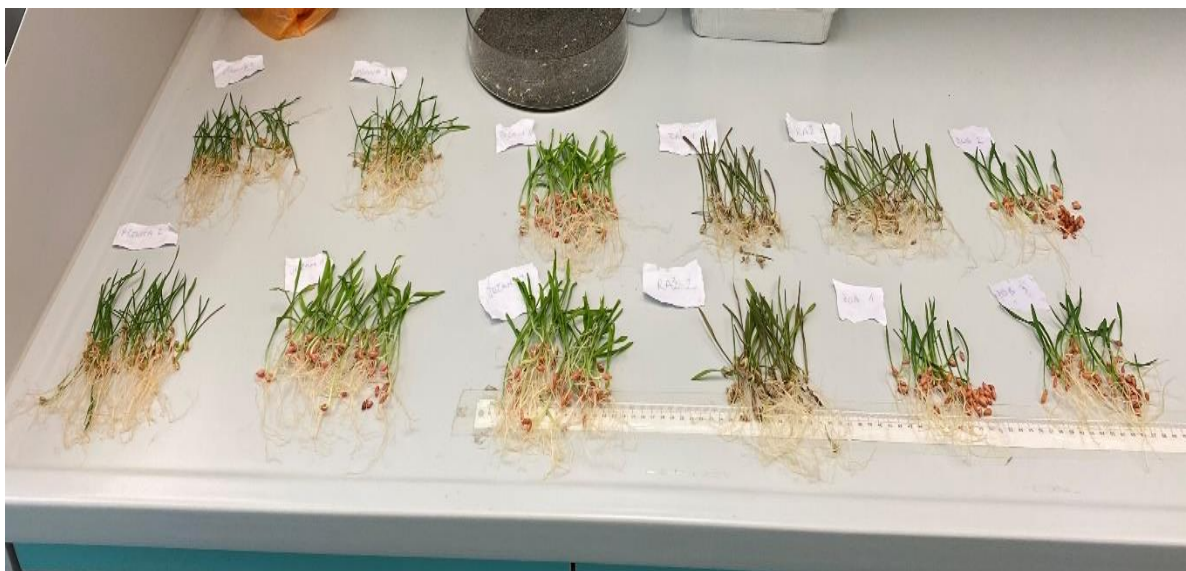
Nakon morfoloških mjerenja uz pomoć precizne laboratorijske vage sa dva decimalna mjesta određena je svježa masa svih tretmana i ponavljanja posebno (Slika 8. i Slika 9.) nakon čega su ostavljeni na zraku da se osuše. Zrakosuhi uzorci su prije vaganja suhe mase dodatno osušeni u sušioniku na 105 °C u trajanju 3 sata (Slika 10.).



Slika 8. Mjerenje svježe mase raži pri temperaturi od 10°C (izvor: Kovač M.)



Slika 9. Mjerenje svježe mase raži pri temperaturi od 20°C (izvor: Kovač M.)



Slika 10. Kljanci pšenice, ječma, raži i zobi ostavljeni na sušenju (izvor: Kovač M.)

### **3. 2. Statistička obrada podataka**

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

### 4. 1. Energija klijanja

Prosječna energija klijanja žitarica svih tretmana je iznosila 79,8 %. Inače, poželjno je da energija klijanja bude što veća jer je pokazatelj kvalitete sjemena i sposobnosti da brzo klija čak i u lošijim uvjetima.

Analizom varijance je utvrđeno da nema statistički značajne razlike između ispitivanih temperatura (10°C i 20°C). Prosječna energija klijanja žitarica pri temperaturi od 20°C je bila 82,2 %, a pri temperaturi 10°C je bila 77,5 % (Tablica 5.).

U pogledu žitarica te interakcije temperature i žitarica utvrđena je statistički značajna razlika. Energija klijanja bila je najveća kod pšenice 95,0 % i ječma 93,3 %, a najmanja kod zobi 49,3 %.

U pogledu interakcije temperature i žitarica najbolja energija klijanja je postignuta kod pšenice pri temperaturi od 10°C, a iznosi 95,3 % dok je najlošija kod zobi pri temperaturi od 10°C i iznosi 44,0 %.

Tablica 5. Pokazatelji energije klijanja žitarica (%)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (%)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	95,3 a	92,0 ab	78,7 c	44,0 e	77,5
20°C	94,7 a	94,7 a	84,7 bc	54,7 d	82,2
Prosjek	95,0 a	93,3 a	81,7 b	49,3 c	79,8
LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 6,79		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 8,65	

### 4. 2. Ukupna klijavost

Prema analizi varijance utvrđeno je kako nema statistički značajne razlike između ispitivanih temperatura (10°C i 20°C) odnosno temperatura nije utjecala na ukupno klijanje kod ispitivanih žitarica. Ukupna klijavost pri nižoj temperaturi iznosila je 80,0 %, a pri višoj je neznatno povećana na 82,2 %.

U pogledu žitarica te interakcije temperature i žitarica utvrđena je statistički značajna razlika. Najveća klijavost ostvarena je kod pšenice i ječma a iznosila je 95,7 %, dok je najmanja ostvarena kod zobi od 53,7 %. Sličan trend kretanja vrijednosti je utvrđen i kod prethodnog svojstva tj. energije klijanja (Tablica 6.).

Inače, prosječna klijavost žitarica u cijelom istraživanju je iznosila 81,1 % i bila je neznatno viša u odnosu na energiju klijanja.

Najveća ukupna klijavost postignuta je kod ječma pri temperaturi od 20°C (96,7 %) iako se nije statistički značajno razlikovala od pšenice i ječma na drugim temperaturama. Najlošija ukupna klijavost je utvrđena kod zobi pri temperaturi od 10°C, a iznosila je 53,3 %.

Tablica 6. Pokazatelji ukupnog klijanja žitarica (%)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (%)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	96,0 a	94,7 a	76,0 b	53,3 c	80,0
20°C	95,3 a	96,7 a	82,7 b	54,0 c	82,2
Prosjek	95,7 a	95,7 a	79,3 b	53,7 c	81,1
LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 5,80		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 8,54	

#### 4. 3. Ukupan broj korijena

Prosječan broj korijena žitarica iznosio je 4,57, odnosno biljke su u prosjeku razvile 4,5 korijena. Temeljem analize varijance utvrđena je statistički značajna razlika u pogledu temperatura. Pri temperaturi od 10°C ukupan broj korijena iznosio je 4,84, a pri temperaturi od 20°C iznosio je 4,30 (Tablica 7.).

Za tretman žitarica te interakcije temperature i žitarica također su utvrđene statistički značajne razlike. Najveći ukupan broj korijena ostvaren je kod ječma te je iznosio 5,52, a najmanji broj ostvaren je kod zobi i iznosio je 3,95.

Općenito, najveći broj korijena ostvaren je kod ječma 5,69 pri temperaturi od 10°C, a najmanji kod zobi 3,55 pri temperaturi od 20°C.

Tablica 7. Pokazatelji ukupnog broja korijena žitarica

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjeak
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	4,68 c	5,69 a	4,63 c	4,35 d	4,84 a
20°C	4,28 de	5,34 b	4,05 e	3,55 f	4,30 b
<b>Prosjeak</b>	4,47 b	5,52 a	4,34 bc	3,95 c	4,57
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,53		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,40		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,26	

#### 4. 4. Dužina korijena

Dužina korijena je vrlo važno svojstvo naročito u ranim fazama jer osigurava vodu i hranjive tvari mladoj biljci koja prelazi s autotrofnog na heterotrofni način ishrane. Općenito, poželjno je da dužina korijena bude što veća i da što dublje prodire u tlo.

Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika između temperatura. Prosječna dužina korijena iznosila je 8,92 cm pri temperaturi od 10°C i 10,70 cm pri temperaturi od 20°C. Prosječna dužina korijena žitarica u cijelom istraživanju iznosila je 9,81 cm (Tablica 8.).

Također analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika u pogledu žitarica i interakcije temperature i žitarica. Najveća dužina korijena u prosjeku bila je kod pšenice 10,96 cm, a najmanja kod zobi 7,59 cm.

Najveća dužina korijena ostvarena je kod pšenice (12,01 cm) pri temperaturi od 20°C, a najmanja kod zobi (6,79 cm) pri temperaturi od 10°C.

Tablica 8. Pokazatelji dužine korijena žitarica (cm)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjeak (cm)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	9,90 bc	9,88 bc	9,10 cd	6,79 e	8,92 b
20°C	12,01 a	11,72 a	10,67 ab	8,39 d	10,70 a
<b>Prosjeak</b>	10,96 a	10,80 a	9,89 a	7,59 b	9,81
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 1,32		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 1,45		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 1,36	

#### 4. 5. Dužina koleoptile

Koleoptila je vrlo tanka opna koja ima ulogu zaštite mlade biljke prilikom prodiranja kroz tlo. Prosječna dužina koleoptile žitarica iznosila je 2,84 cm. Na temelju analize varijance utvrđene su statistički značajne razlike između temperatura. Dužina koleoptile u prosjeku pri temperaturi od 10°C iznosila je 2,15 cm, a pri temperaturi 20°C iznosila je 3,54 cm (Tablica 9.).

Najveća dužina koleoptile u prosjeku ostvarena je kod ječma (3,61 cm), iako se nije značajno razlikovala od raži, dok je najmanja vrijednost utvrđena kod zobi (2,25 cm) ali bez statističke razlike u odnosu na pšenicu i raž.

U pogledu interakcije ispitivanih žitarica i temperature najduža koleoptila ostvarena je kod ječma pri temperaturi od 20°C (4,30 cm), a najkraća kod zobi pri temperaturi od 10°C (1,27 cm).

Tablica 9. Pokazatelji dužine koleoptile žitarica (cm)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (cm)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	2,15 e	2,93 d	2,23 e	1,27 f	2,15 b
20°C	2,91 d	4,30 a	3,74 b	3,23 c	3,54 a
Prosjek	2,53 b	3,61 a	2,99 ab	2,25 b	2,84
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,50		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,98		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,22	

#### 4. 6. Dužina izdanka

Izdanak je nadzemni dio ili buduća biljka. U proizvodnji je poželjno da se izdanak što prije pojavi iznad površine tla kako bi biljka započela proces fotosinteze i stvaranja organske tvari. Prosječna dužina izdanka žitarica iznosila je 9,71 cm.

Prema analizi varijance statistički značajne razlike utvrđene su između tretmana temperature, žitarica i njihove međusobne interakcije. Najveća dužina izdanka u prosjeku ostvarena je kod ječma (12,35 cm), a najmanja kod zobi (8,47 cm) iako se nije signifikantno razlikovala od pšenice i raži.

U pogledu temperature, značajno veća prosječna vrijednost dužine izdanka žitarica je utvrđena pri većoj temperaturi od 20°C (11,62 cm) dok je pri nižoj izdanak bio manji za čak 3,82 cm (Tablica 10.).

Vrlo velika varijabilnost dužine izdanka je utvrđena u pogledu interakcije temperature i ispitivanih žitarica. Najveća dužina izdanka ostvarena je kod ječma (15,02 cm) pri višoj temperaturi (20°C), a najmanja kod zobi (5,63 cm) pri nižoj temperaturi (10°C) što čini razliku od 9,39 cm.

Tablica 10. Pokazatelji dužine izdanka žitarica (cm)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (cm)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	7,44 e	9,69 c	8,42 d	5,63 f	7,80 b
20°C	9,84 c	15,02 a	10,29 c	11,31 b	11,62 a
Prosjek	8,64 b	12,35 a	9,35 b	8,47 b	9,71
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 1,60		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 2,79		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,71	

#### 4. 7. Ukupna dužina klijanaca

Ukupna dužina žitarica predstavlja zbroj dužine korijena i izdanka, a u prosjeku iznosila je 19,51 cm. Na temelju analize varijance utvrđene su statistički značajne razlike između žitarica, temperature te interakcije temperature i žitarica (Tablica 11.).

Prosječna dužina žitarica pri temperaturi od 10°C iznosila je 16,71 cm, a pri temperaturi od 20°C iznosila je 22,31 cm što je povećanje od oko 33 %.

Između analiziranih žitarica, najveća prosječna dužina ostvarena je kod ječma od 23,15 cm, a najmanja kod zobi od 16,06 cm.

Inače, u pogledu interakcije ispitivanih tretmana, najveća dužina žitarica ostvarena je kod ječma od čak 26,73 cm pri višoj temperaturi, dok je najmanja zabilježena kod zobi od 12,42 cm pri nižoj temperaturi što čini razliku od čak oko 115 %.



Tablica 11. Pokazatelji ukupne dužine klijanaca žitarica (cm)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (cm)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	17,35 d	19,57 c	17,52 d	12,42 e	16,71 b
20°C	21,85 b	26,73 a	20,96 c	19,70 c	22,31 a
<b>Prosjek</b>	19,60 ab	23,15 a	19,24 ab	16,06 b	19,51
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 2,46		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 4,02		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 1,82	

#### 4. 8. Masa svježe tvari klijanaca

Temeljem analize varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike između temperature (10°C i 20°C). Svježa masa žitarica u prosjeku pri nižoj temperaturi iznosila je 8,12 g, a pri višoj 8,33 g.

Prosječna svježa masa klijanaca žitarica cijelog istraživanja iznosila je 8,23 g (Tablica 12.).

U pogledu žitarica i interakcije temperature i žitarica utvrđena je statistički značajna razlika. Najveća svježa masa u prosjeku ostvarena je kod ječma od 12,38 g, a najmanja kod zobi od 5,63 g.

Najveća svježa masa ostvarena je kod ječma (12,57 g) pri temperaturi od 20°C, a najmanja kod zobi (5,12 g) pri temperaturi od 10°C.

Tablica 12. Pokazatelji svježe mase klijanaca žitarica (g)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (g)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	8,66 b	12,21 a	6,50 c	5,12 d	8,12
20°C	8,31 b	12,57 a	6,31 c	6,14 c	8,33
<b>Prosjek</b>	8,49 b	12,38 a	6,40 c	5,63 d	8,23
LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,64		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,83	

#### 4. 9. Masa suhe tvari klijanaca

Prosječna suha masa klijanaca žitarica iznosila je 1,70 g. Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike između žitarica, temperature te interakcije temperature i žitarica. Općenito, najveća suha masa žitarica u prosjeku postignuta je kod ječma (2,14 g), ali se nije značajno razlikovala od pšenice dok je najmanja bila kod raži od 1,30 g.

U pogledu temperature, pri nižoj temperaturi prosječna suha masa iznosila je 2,06 g, a pri višoj temperaturi 1,34 g dok je između tretmana najveća suha masa ostvarena kod ječma (2,54 g) pri temperaturi od 10°C, a najmanja kod raži (0,92 g) pri temperaturi od 20°C (Tablica 13.).

Tablica 13. Pokazatelji suhe mase klijanaca žitarica (g)

Temperatura (A)	Žitarica (B)				Prosjek (g)
	Pšenica	Ječam	Raž	Zob	
10°C	2,15 b	2,54 a	1,69 d	1,85 c	2,06 a
20°C	1,36 e	1,74 cd	0,92 f	1,31 e	1,34 b
Prosjek	1,76 ab	2,14 a	1,30 b	1,58 b	1,70
LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,28		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 0,49		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,16	

## 5. RASPRAVA

Klijavost sjemena kao jedna od komponenti kakvoće sjemena je svojstvo koje, zajedno s okolišnim uvjetima uzgoja i genotipom u velikoj mjeri utječe na produkciju biomase uzgajane vrste (van Assche i Leuven, 1988.). Od abiotskih čimbenika koji utječu na klijavost sjemena, jedna od najvažnijih je toplina. Visoka ili niska temperatura zraka mogu značajno smanjiti klijavost sjemena većine poljoprivrednih kultura.

Klijavost sjemena ovisi o velikom broju čimbenika kao što su temperatura prilikom klijanja, temperatura i vlaga zraka tijekom skladištenja sjemena, vlaga zrna i dužina skladištenja odnosno starost sjemena, krupnoća sjemena, te pH vrijednosti sredine i drugo.

Cilj istraživanja je bio u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih temperatura zraka (10°C i 20°C) na klijavost i parametre klijavosti klijanaca pšenice, ječma, raži i zobi.

U istraživanju je dokazano kako su pšenica, ječam, raž i zob ostvarile bolje klijanje te ostale parametre klijavosti (energija klijanja, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina, masa svježih klijanaca) pri temperaturi od 20°C nego pri temperaturi od 10°C. Jedino ukupan broj korijena i masa suhe tvari klijanca su bili bolji pri nižoj temperaturi od 10°C.

Energija klijanja žitarica pri temperaturi od 10°C iznosila je 77,5 %, a pri temperaturi od 20°C iznosila je 82,2%. LSD testom je potvrđeno kako nema značajnih razlika. Bukvić i sur. (2008.b) navode kako je energija klijanja kod tri kultivara lucerne bila pod značajnim utjecajem temperature, te da je bila veća pri temperaturi od 20°C. Kod bijele djeteline, u zavisnosti od temperature, pH vodene otopine i kultivara, vrijednosti energije klijanja kretale su se od 43,8 % do 90,1 %. Energija klijanja sjemena kultivara bijele djeteline bila je pod značajnim utjecajem svih ispitivanih tretmana kao i njihovih interakcija. U prosjeku za pH i kultivare, vrijednost energije klijanja bila je veća na višoj temperaturi. Kraljičak (2019.) također navodi kako na istim ispitivanim temperaturama energija klijanja raži je bila veća pri 20°C i iznosila je 93,50 % dok je u ovom ispitivanju energija klijanja raži na istoj temperaturi bila 84,7 %.

Smanjena energija klijanja može biti posljedica uvjeta prije žetve, zatim tijekom žetve, privremenog skladištenja, transporta i obrade kao i nakon obrade, prije i tijekom skladištenja (Hampton i Hill, 2002.).

U provedenom istraživanju ukupna klijavost žitarica pri temperaturi od 10°C iznosila je 80 %, a pri 20°C iznosila je 82,2 %. U svom istraživanju Bukvić i sur. (2008.a) navode kako na temperaturi od 20°C prosječna vrijednost klijanja svih kultivara bijele djeteline je bila veća za 8,2 % nego na 10°C, dok kod lucerne razlike između temperatura 10 i 20°C u klijavosti nisu bile statistički značajne. Između energije klijanja i klijavosti sjemena bijele djeteline dobivena je značajna korelacijska povezanost. Iako je prosječna vrijednost energije klijanja i klijavosti bila gotovo ista (71,2 % odnosno 71,3 %), kod pojedinih tretmana došlo je do propadanja klijanaca, odnosno vrijednosti energije klijanja bile su veće u odnosu na klijavost. U ovom istraživanju, razlike između energije klijanja i ukupnog klijanja su u prosjeku bile vrlo male i to samo na nižoj temperaturi dok je pri višoj temperaturi utvrđen jednak postotak energije klijanja i ukupnog klijanja od 82,2 % (Tablica 5. i Tablica 6.).

Ukupan broj korijena bio je statistički neznatno veći pri nižoj temperaturi te je iznosio 4,84, a pri višoj je temperaturi iznosio 4,30 što znači kako temperatura nema velik značaj na pojavu broja korijena dok je značajnije veća varijabilnost utvrđena između ispitivanih biljnih vrsta (Tablica 7.). Kraljičak (2019.) u svom istraživanju navodi kako je broj korijena kod raži veći pri temperaturi od 20°C.

Ukupna dužina korijena u prosjeku pri temperaturi od 10°C iznosila je 8,92 cm, a pri temperaturi od 20°C iznosila je 10,70 cm. Bukvić i sur. (2008.) navode kako je niža temperatura rezultirala slabijim rastom korijena kod dva kultivara lucerne, ali je kod jednog kultivara na nižoj temperaturi korijen bio duži. Dobiveni rezultati ukazuju na genetsku specifičnost u rastu korijena u zavisnosti od temperature. Slično se može zaključiti i u ovom istraživanju.

Dužina koleoptile značajno ovisi o temperaturi i pH vrijednosti, a prosječna dužina koleoptile kultivara crvene djeteline u istraživanju Bukvić i sur. (2008.a) bila je veća pri višoj ispitivanoj temperaturi (20°C). U provedenom istraživanju duža koleoptila je utvrđena u prosjeku kod više temperature zraka i kod ječma.

U ovom istraživanju uočene su značajne statističke razlike u pogledu dužine izdanka, pa je tako pri temperaturi od 10°C dužina izdanka u prosjeku iznosila 7,80 cm, a pri temperaturi od 20°C iznosila je 11,62 cm. Također Bukvić i sur. (2010.) su dobili značajno veću prosječnu vrijednost dužine izdanka crvene djeteline na višoj ispitivanoj temperaturi (20°C) u odnosu na nižu (10°C).

Ukupna dužina klijanaca pri temperaturi od 10°C iznosila je 16,71 cm te se značajno razlikovala u odnosu na temperaturu od 20°C koja je iznosila 22,31 cm. Bukvić i sur. (2008.a) navode kako je dužina klijanaca bijele djeteline bila pod značajnim utjecajem temperature, pH vrijednosti i kultivara. Također bila je u značajnoj korelacijskoj vezi s energijom klijanja i klijavosti. Klijanci su bili duži na višoj temperaturi i to na svim razinama pH vrijednosti vodene otopine. Dužina klijanaca crvene djeteline kretala se od 2,059 do 8,677 cm, te je bila pod značajnim utjecajem svih ispitivanih tretmana kao i njihovih interakcija. U prosjeku, klijanci su bili duži na višoj (7,352 cm) u odnosu na nižu ispitivanu temperaturu (2,701 cm) što je zaključeno i u ovom istraživanju.

Masa svježe tvari klijanaca nije pokazala značajnu razliku između ispitivanih temperatura, dok su značajne razlike bile između žitarica. Najveća svježa masa u prosjeku ostvarena je kod ječma 12,38 g, najmanja kod zobi 5,63 g. Prosječna svježa masa klijanaca žitarica iznosila je 8,23 g.

Masa suhe tvari klijanca ostvarila je značajnu statističku razliku između temperatura. Veća masa suhe tvari zabilježena je pri temperaturi od 10°C. Također značajna razlika je i između žitarica pri čemu je najveća suha masa žitarica u prosjeku postignuta kod ječma 2,14 g, a najmanja kod raži 1,30 g. Prosječna suha masa klijanaca žitarica iznosila je 1,70 g (Tablica 13.).

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog pokusa, analize i obrade podataka te dobivenih rezultata može se zaključiti kako je viša temperatura imala pozitivan utjecaj na bolje klijanje sjemena žitarica i na sve ispitivane parametre osim broja korijena i suhe mase klijanaca. Općenito, pri višoj temperaturi zraka energija klijanja je bila veća za oko 6 %, ukupno klijanje za oko 3 %, dužina korijena za oko 20 %, dužina koleoptile za oko 65 %, dužina izdanka za oko 49 %, ukupna dužina biljke za oko 34 % i svježna masa za oko 3 %.

Nadalje, tretman temperature je bio statistički značajan za čak šest ispitivanih svojstava osim energije klijanja, ukupnog klijanja i mase svježe tvari.

U pogledu ispitivanih žitarica utvrđene su signifikantne razlike za sva svojstva. Najbolju energiju klijanja i ukupno klijanje imale su pšenica i ječam, a najlošiju zob. Najveći broj korijena je razvio ječam, dok su najduži korijen postigli pšenica, ječam i raž. Nadalje, ječam je imao i najduži izdanak te najveću ukupnu dužinu klijanca iako se nije statistički razlikovao od pšenice i raži. Masa svježe tvari je bila najveća kod ječma, a suhe tvari kod ječma i pšenice.

Analizom varijance je utvrđen značajan utjecaj interakcije temperature i žitarica za sva ispitivana svojstva. U većini slučajeva najveće vrijednosti su zabilježene kod ječma i pšenice, a manje kod raži i zobi.

## 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. Brlek, T., Jukić, Ž., Matković, A. (2018.): Procesi tijekom nalijevanja zrna i njihov utjecaj na kakvoću zrna pšenice namijenjenog za mlinsko-pekarsku industriju. Agronomski glasnik, 80 (3): 173-186.
3. Bukvić, G., Grljušić, S., Stanisavljević, A., Varga, I., Mrkulj, A., Jozić, A. (2010.): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kultivara crvene djeteline. Sjemenarstvo, 27 (1-2): 43-55.
4. 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.
5. 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.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022.): FAOSTAT data base, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (datum pristupa 22.08.2022.)
7. Gagro M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb.
8. Hrgović, S. (2006.): Osnove agrotehnike proizvodnje: Ječma, zobi i raži. Glasnik zaštite bilja, 29 (1): 15-32.
9. Jukić, G., Varnica, I., Šunjić, K., Mijić, Z., Beraković, I. (2011.): Utjecaj roka sjetve na prinos i kultivare jare zobi. Sjemenarstvo, 28 (1-2): 17-23.
10. Kolak, I., Šatović, Z., Rukavina, H., Rozić, I. (1996.): Željka i Vesna-novi kultivari jare zobi. Sjemenarstvo, 13 (5-6): 337-344.
11. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
12. Kraljićak, M. (2019.): Uloga temperature i pH otopine na parametre klijavosti raži, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
13. Martinčić, J., Kolak, I. (1993.): Ječam – *Hordeum vulgare* L. conv. *distichum*, sirovina za potrebe industrije slada i piva. Sjemenarstvo, 10 (3-4): 163–172 .
14. Milohnić, J. (1970.): Utjecaj dubine sjetve na otpornost pšenice protiv niskih temperatura. Agronomski glasnik, 32 (1-2): 5-16.

15. Milohnić, J. (1966.): Određivanje klijavosti sjemena pšenice kod niskih temperatura u tlu („Cold-test“ metod). *Agronomski glasnik*, 16 (2): 131-146.
16. Mlinar, R. (2009.): Bc Marta-nova sorta ozime zobi. *Sjemenarstvo*, 26 (1-2): 17-27.
17. Novoselović, D., Šimek, R., Dvojković, K., Lalić, A., Drezner, G. (2017.): Povijesni pregled proizvodnje pšenice u Republici Hrvatskoj. *Sjemenarstvo*, 30 (1-2): 55-64.
18. Pržulj, N., Momčilović, V. (2006.): Oplemenjivanje ječma na prinos i kvalitetu. *Glasnik zaštite bilja*, 29 (1): 49-57.
19. Rapčan, I., Jurišić, M., Kanisek, J., Marković, M., Buhač, K. (2012.): Organizacija i ekonomika proizvodnje ozimog ječma na PZ Korod. *Agronomski glasnik*, 74 (1): 65-71.
20. Rukavina, H. (1999.): Krupnoća sjemena, prirod, komponente priroda i kakvoća slada različitih kultivara jarog pivarskog ječma. *Sjemenarstvo*, 16 (1-2): 13-56.
21. Saraf, D., Vidak, M., Grdiša, M., Carović-Stanko, K. (2017.): Klijanje i dormantnost kod mahunarki, *Agronomski glasnik*, 79 (1-2): 41.-60.
22. Španić, V., Drezner, G., Dvojković, K., Horvat, D. (2011.): Reakcija genotipova ozime pšenice na različite okolinske uvjete. *Sjemenarstvo*, 28 (1-2): 5-15.
23. Zrakić-Sušac, M., Kranjac, D., Grgić, I., Mesić, Ž. (2020.): Srednjoročni razvoj tržišta žitarica u Republici Hrvatskoj – rezultati modela parcijalne ravnoteže. *Journal of Central European Agriculture*, 21 (2): 438-451.



## 8. SAŽETAK

Cilj diplomskog rada bio je u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih temperatura zraka (10°C i 20°C) na klijavost i parametre klijavosti (energija klijanja, ukupno klijanje, ukupan broj korjenova, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina, masa svježih klijanaca i masa suhих klijanaca) klijanaca pšenice, ječma, raži i zobi.

Prosječna energija klijanja iznosila je 79,8 %, ukupno klijanje 81,1 %, ukupan broj korijena 4,57, a dužina korijena 9,81 cm. Nadalje, prosječna dužina koleoptile je bila 2,84 cm, dužina izdanka 9,71 cm, ukupna dužina klijanaca 19,51 cm, masa svježe tvari klijanaca 8,23 g, masa suhe tvari klijanaca 1,70 g.

Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je kako su pšenica, ječam, raž i zob ostvarile bolje rezultate klijanje i parametre klijavosti pri temperaturi od 20°C nego pri temperaturi od 10°C, a jedino ukupan broj korijena i masa suhe tvari klijanca su bili bolji pri nižoj temperaturi. U pogledu žitarica, najbolje vrijednosti je postigao ječam, a najlošiji rezultati su kod zobi.

**Ključne riječi:** temperatura, žitarice, klijavost, parametri klijavosti

## **9. SUMMARY**

The aim of this paper was to examine, under laboratory conditions, the influence of different air temperatures (10°C and 20°C) on germination and germination parameters (germination energy, total germination, total number of roots, root length, coleoptile length, shoot length, total length, mass of fresh seedlings and mass of dry seedlings) of wheat, barley, rye and oat seedlings.

The average germination energy was 79.8 %, total germination 81.1 %, total number of roots 4.57, and root length 9.81 cm. Furthermore, the average coleoptile length was 2.84 cm, shoot length 9.71 cm, total seedling length 19.51 cm, seedling fresh matter mass 8.23 g and seedling dry matter mass 1.70 g.

After research, it was determined that wheat, barley, rye and oats achieved better germination results and germination parameters at a temperature of 20°C than at a temperature of 10°C, and only the total number of roots and the mass of dry matter of seedlings were better at a lower temperature. As regards grains, barley achieved the best values, while oats had the worst results.

**Key words:** temperature, cereals, germination, germination parameters

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Top deset proizvođača pšenice prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.).....	2
Tablica 2. Top deset proizvođača ječma prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.).....	3
Tablica 3. Top deset proizvođača raži prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.).....	4
Tablica 4. Top deset proizvođača zobi prema zasijanim površinama u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.).....	6
Tablica 5. Pokazatelji energije klijanja žitarica (%).....	16
Tablica 6. Pokazatelji ukupnog klijanja žitarica (%).....	17
Tablica 7. Pokazatelji ukupnog broja korijena žitarica .....	18
Tablica 8. Pokazatelji dužine korijena žitarica (cm) .....	18
Tablica 9. Pokazatelji dužine koleoptile žitarica (cm) .....	19
Tablica 10. Pokazatelji dužine izdanka žitarica (cm).....	20
Tablica 11. Pokazatelji ukupne dužine klijanaca žitarica (cm) .....	21
Tablica 12. Pokazatelji svježe mase klijanaca žitarica (g) .....	21
Tablica 13. Pokazatelji suhe mase klijanaca žitarica (g).....	22

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Vlaženje filter papira s destiliranom vodom (izvor: Kovač M.) .....	11
Slika 2. Sjemenke ječma na filter papiru (izvor: Kovač M.).....	11
Slika 3. Sjemenke žitarica zamotane u filter papir i stavljene u PVC vrećice (izvor: Kovač M.) .....	12
Slika 4. Klijanci pšenice, ječma, raži i zobi u klima komori (izvor: Kovač M.).....	12
Slika 5. Mjerenje energije klijanja sjemena pšenice (izvor: Kovač M.).....	12
Slika 6. Mjerenje različitih morfoloških svojstava na klijancu pšenice pri temperaturi 10°C (izvor: Kovač M.) .....	13
Slika 7. Mjerenje različitih morfoloških svojstava na klijancu pšenice pri temperaturi 20°C (izvor: Kovač M.) .....	13
Slika 8. Mjerenje svježe mase raži pri temperaturi od 10°C (izvor: Kovač M.) .....	14
Slika 9. Mjerenje svježe mase raži pri temperaturi od 20°C (izvor: Kovač M.) .....	14
Slika 10. Klijanci pšenice, ječma, raži i zobi ostavljeni na sušenju (izvor: Kovač M.) .....	14

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

## UTJECAJ TEMPERATURE NA KLIJAVOST I PARAMETRE KLIJAVOSTI STRNIH ŽITARICA

Marijana Kovač

### Sažetak

Cilj diplomskog rada bio je u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih temperatura zraka (10°C i 20°C) na klijavost i parametre klijavosti (energija klijanja, ukupno klijanje, ukupan broj korjenova, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina, masa svježih klijanaca i masa suhih klijanaca) klijanaca pšenice, ječma, raži i zobi.

Prosječna energija klijanja iznosila je 79,8 %, ukupno klijanje 81,1 %, ukupan broj korijena 4,57, a dužina korijena 9,81 cm. Nadalje, prosječna dužina koleoptile je bila 2,84 cm, dužina izdanka 9,71 cm, ukupna dužina klijanaca 19,51 cm, masa svježe tvari klijanaca 8,23 g, masa suhe tvari klijanaca 1,70 g.

Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je kako su pšenica, ječam, raž i zob ostvarile bolje rezultate klijanje i parametre klijavosti pri temperaturi od 20°C nego pri temperaturi od 10°C, a jedino ukupan broj korijena i masa suhe tvari klijanca su bili bolji pri nižoj temperaturi. U pogledu žitarica, najbolje vrijednosti je postigao ječam, a najlošiji rezultati su kod zobi.

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

**Mentor:** doc. dr. sc. Dario Iljkić

**Broj stranica:** 32

**Broj grafikona i slika:** 10

**Broj tablica:** 13

**Broj literaturnih navoda:** 23

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** temperatura, žitarice, klijavost, parametri klijavosti

**Datum obrane:** 27. rujna 2022.

### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. doc. dr. sc. Ivana Varga, 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**

### **INFLUENCE OF TEMPERATURE ON GERMINATION AND GERMINATION PARAMETERS OF SMALL GRAIN CEREALS**

Marijana Kovač

#### **Abstract**

The aim of this paper was to examine, under laboratory conditions, the influence of different air temperatures (10°C and 20°C) on germination and germination parameters (germination energy, total germination, total number of roots, root length, coleoptile length, shoot length, total length, mass of fresh seedlings and mass of dry seedlings) of wheat, barley, rye and oat seedlings.

The average germination energy was 79.8 %, total germination 81.1 %, total number of roots 4.57, and root length 9.81 cm. Furthermore, the average coleoptile length was 2.84 cm, shoot length 9.71 cm, total seedling length 19.51 cm, seedling fresh matter mass 8.23 g and seedling dry matter mass 1.70 g.

After research, it was determined that wheat, barley, rye and oats achieved better germination results and germination parameters at a temperature of 20°C than at a temperature of 10°C, and only the total number of roots and the mass of dry matter of seedlings were better at a lower temperature. As regards grains, barley achieved the best values, while oats had the worst results.

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

**Mentor:** doc.dr. sc. Dario Iljkić

**Number of pages:** 32

**Number of figures:** 10

**Number of tables:** 13

**Number of references:** 23

**Original in:** Croatian

**Key words:** temperature, cereals, germination, germination parameters

**Thesis defended on date:** September 27, 2022

#### **Reviewers:**

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

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