

# Uloga temperature i pH otopine na pokazatelje klijavosti zobi

---

Grujić Tomas, Nina

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:151:433553>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-14**



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  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Nina Grujić Tomas

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA POKAZATELJE  
KLIJAVOSTI ZOBI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Nina Grujić Tomas

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA POKAZATELJE  
KLIJAVOSTI ZOBI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog 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. Značaj zobi.....	1
1. 2. Proizvodnja zobi u svijetu.....	2
1. 3. Proizvodnja zobi u Hrvatskoj.....	3
1. 4. Cilj istraživanja .....	4
2. PREGLED LITERATURE .....	5
2. 1. Agroekološki uvjeti proizvodnje zobi.....	5
2. 2. Agrotehnika proizvodnje zobi.....	6
3. MATERIJALI I METODE .....	8
3. 1. Opis pokusa.....	8
3. 2. Statistička obrada podataka .....	12
4. REZULTATI.....	13
4. 1. Energija klijanja .....	13
4. 2. Ukupno klijanje.....	14
4. 3. Neklijave sjemenke.....	15
4. 4. Broj korijena zobi .....	16
4. 5. Dužina korijena.....	17
4. 6. Dužina koleoptile .....	18
4. 7. Dužina izdanka .....	19
4. 8. Ukupna dužina klijanaca.....	20
4. 9. Pojava izdanka .....	21
4. 10. Masa svježe tvari .....	22
4. 11. Masa suhe tvari .....	23
5. RASPRAVA .....	24
6. ZAKLJUČAK .....	27
7. POPIS LITERATURE .....	29
8. SAŽETAK.....	31
9. SUMMARY .....	32
10. POPIS TABLICA.....	33
11. POPIS SLIKA.....	34

## 1. UVOD

### 1. 1. Značaj zobi

Zob (*Avena sativa*) je žitarica koja se uglavnom uzgaja za stočnu hranu te posebnu vrijednost ima u hranidbi stočnog podmlatka i konja, ali i krava i peradi. Koristi se kao zelena masa u smjesi s leguminozama i kao samostalna kultura. Zrno zobi ima manje ugljikohidrata i 2 do 3 puta više masti. Bjelančevine sadrže potrebne aminokiseline pa imaju visoku biološku vrijednost. U ljudskoj prehrani nalazi se mnogo prehrambenih proizvoda od zobi kao što su brašno, zobene pahuljice, griz i drugo. Navedeni proizvodi imaju visoku hranjivu vrijednost pa se često koriste u dijetalnoj prehrani te sadrže polimere glukoze koji reguliraju glukozu i kolesterol u krvi. Nedostatak zobi je velik udio pljevica, te se nova selekcija zobi usmjerila na stvaranje golozrnih sorata tako da se pljevica tijekom vršidbe odvajaju od zrna (Kovačević i Rastija, 2014.).

Korijen zobi sastoji se od primarnog i sekundarnog korijenova sustava koji prodire duboko u tlo (do 2 metra) i dobro je razvijen pa ima veliku moć usvajanja teže topivih hraniva iz tla. Stabljika je gola, glatka i šuplja, visine od 60 do 120 cm, a sastavljena je od 5 do 6 nodija. List se sastoji od lisnog rukavca i plojke po kojoj se zob razlikuje od ostalih žitarica jer se na prijelazu nalazi razvijen jezičak (ligula). Dok je kod svih ostalih pravih žitarica cvat klas, kod zobi je cvat metlica koja se sastoji od glavne grane od koje se odvajaju postrane grančice s klasićima. U klasićima se razvijaju cvjetovi kojih je najčešće 2, pri čemu je prvi cvijet najkrupniji a svi ostali su manji. Za razliku od ostalih žitarica, klasići zobi su osjati, a osje izbija na 2/3 od vrha obućenca i kraće je. Zob je samooplodna žitarica čija masa 1000 zrna teži otprilike od 20 do 25 g, a hektolitarska masa od 45 do 55 kg/hl. Boje zrna su najčešće bijela i žuta te su nekad prisutni kultivari crne, sive, smeđe i crvene boje. Zrno je obraslo sitnim dlačicama.

Rod *Avena* sadrži brojne jednogodišnje i višegodišnje biljne vrste, a najzastupljenije kulturne zobi koje uzgaja čovjek su *Avena sativa* i *Avena byzantina*. Vrsta *Avena sativa* zastupljenija je u proizvodnji i uzgaja se na otprilike 90 % ukupnih površina u svijetu. Po obliku metlice dijeli se u tri podvrste:

*Avena sativa diffuse*: zrno je u pljevicama, duge bočne grane i rastresita metlica;

1. *Avena sativa orientalis*: zrno u pljevicama, metlica je zbijena te u obliku zastavice s kratkim bočnim granama;
2. *Avena sativa nudae* tj. golozrna zob kod koje pri vršidbi zrno ispada iz pljevice.

*Avena byzantina* se uzgaja pretežno u južnom djelu SAD-a i u Sredozemlju (Kovačević i Rastija, 2014.).

## 1. 2. Proizvodnja zobi u svijetu

Proizvodnja zobi u svijetu je u neprestanom opadanju. Prosječno je u zadnjih pet godina uzgajana na 1,6 milijuna hektara uz ostvarenu proizvodnju od skoro 4 milijuna tona. Prema podacima FAOSTAT-a najviše zobi se uzgaja u Europi i sjevernoj Americi, a najmanje u Africi (Tablica 1.). U istom razdoblju najveći proizvođači su bili Rusija i Kanada, a slijede ih Australija, Poljska, Španjolska, Finska, Velika Britanija, Brazil, Sjedinjene Američke Države i Švedska.

Tablica 1. Uzgoj zobi po kontinentima od 2016. do 2020. godine (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Kontinenti	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Ukupna proizvodnja (t)
Australija i Novi Zeland	901 089	1,60	1 445 315
Afrika	147 631	1,26	185 404
Azija	526 582	2,13	1 121 568
Europa	5 738 514	2,50	14 325 941
Sjeverna Amerika	1 455 142	3,21	4 679 496
Južna Amerika	837 459	2,47	2 067 734
Prosjek	1 601 069	2,20	3 970 909

### 1. 3. Proizvodnja zobi u Hrvatskoj

Proizvodnja zobi u Hrvatskoj iz godine u godinu varira. Zob se 2011. godine uzgajala na površini od 25 344 ha, dok je godinu nakon površina uzgoja zobi znatno porasla na 28 514 ha. Međutim, iz godine u godinu zob se uzgajala na sve manjim površinama te je 2019. godine uzgoj zobi bio na tek 18 499 ha. U isto vrijeme prinosi se u promatranom razdoblju nisu znatno mijenjali. Najveći prinos zobi ostvaren je 2012. godine te je iznosio 3,3 t/ha, a najmanji je ostvaren 2014. godine i iznosio je 2,7 t/ha. Nadalje, ukupna proizvodnja je zobi bila najmanja 2018. godine i iznosila je 44 827 t, dok je 2012. godine ukupna proizvodnja zobi bila dvostruko veća nego 2018. godine i iznosila je 94 542 t (Tablica 2.). Glavni razlog ovako niske proizvodnje u 2018. je zapravo najmanja površina zasijana sa zobi.

Tablica 2. Proizvodnja zobi u Hrvatskoj u razdoblju od 2011. do 2019. godine (izvor: DZS, 2021.)

Godina	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Ukupna proizvodnja (t)
2011.	25 344	3,0	77 223
2012.	28 514	3,3	94 542
2013.	21 656	2,8	60 178
2014.	21 146	2,7	56 555
2015.	23 462	3,1	71 743
2016.	26 572	3,0	80 414
2017.	23 139	3,0	68 333
2018.	15 885	2,8	44 827
2019.	18 499	3,1	57 585
Prosjeck	22 691	2,98	67 933

#### **1. 4. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja bio je u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih pH vrijednosti otopine (pH 3,5, 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) i temperature zraka (10 °C i 20 °C) na klijavost i parametre klijavosti klijanaca zobi (energija klijanja, ukupno klijanje, broj ne klijavih sjemenki, ukupan broj korjenova, dužina korijena, dužina koleoptile, dužina izdanka, ukupna dužina i masa svježih klijanaca).



## 2. PREGLED LITERATURE

### 2. 1. Agroekološki uvjeti proizvodnje zobi

Zob je kultura koja se pretežno uzgaja u sjevernijim područjima pa zbog toga nema zahtjeve za visokim temperaturama. Naravno, zob se može uzgajati i u našim klimatskim uvjetima, ali najbolje uspijeva u sjevernim područjima.

Klobučar i sur. (1985.) navode minimalne temperature potrebne za klijanje zobi koje iznose oko 2°C, a optimalne temperature su od 20 do 25 °C. Vegetativni organi oblikuju se pri temperaturama od oko 12 do 16 °C, a razvoj generativnih organa i cvatnja zahtijeva temperature od 16 do 20 °C. Oplodnja i sazrijevanje zahtijevaju temperaturu od 20 °C. Zob je izrazito osjetljiva na niske temperature u vrijeme cvatnje kada dolazi do oštećenja na temperaturi od -2 °C. Općenito, snijeg služi kao dobar izolator i štiti zob od smrzavanja. Ugibanje usjeva ozime zobi je na temperaturi od -10 °C dok jara može izdržati proljetne mraz do -4 °C.

Zob je biljka dugog dana, iako među kultivarima i sortama postoje razlike prema zahtjevima za svjetlosti (Kolak, 1994.). Vrlo je bitno osigurati pravilan sklop i dobar raspored biljaka jer se na taj način osigurava kvalitetno iskorištavanje svjetlosti (Gagro, 1997.).

U usporedbi s ostalim žitaricama, zob tijekom vegetacijskog ciklusa zahtijeva najviše količine vode (Hrgović, 2006.). Dovoljno hranjiva i vlage pospješuje rast zobi. Suša i niska relativna vlažnost zraka negativno utječe na rast metlice, kvalitetu zrna i prinos (Štafa i Stjepanović, 2015.). Zob zahtijeva vlagu površinskih slojeva tla zbog velikog transpiracijskog koeficijenta (400-600) te za klijanje treba upiti 65 % vode od ukupne mase zrna. Dovoljna količina oborina u prvom dijelu vegetacije (do metličanja) preduvjet je za postizanje visokih prinosa dok prevelike količine oborina u razdoblju nalijevanja i zriobe zrna nepovoljno utječu na razvoj i rezultiraju propadanjem zobi (Pospišil, 2010.). Zbog dobro razvijenog korijenovog sustava i sposobnosti usvajanja hranjiva iz teže topivih spojeva, zob pripada grupi žitarica koja ima male zahtjeve prema tlu. Mlinar i Pus (1992.) navode da zob najbolje uspijeva na glinasto-ilovastim i ilovasto-umjerenim podzoliranim tlima. Također, u literaturi se spominje da uspijeva na težim i vlažnim tlima. Optimalan pH za uzgoj zobi iznosi 4-5 (kisela tla) te dobro reagira na kalcizaciju (Pospišil, 2010.).

## 2. 2. Agrotehnika proizvodnje zobi

Kao i kod ostalih ratarskih kultura, za postizanje visokih prinosa nužni su povoljni uvjeti za rast i razvoj. Glavni cilj agroekoloških uvjeta i agrotehničkih mjera je biljci omogućiti pravilan i neometan rast i razvoj uz postizanje najviših prinosa (Molnar, 1999.).

Zbog svog dobro razvijenog korijenovog sustava može iskoristiti hranjiva koja prethodna kultura nije usvojila te je zbog toga na zadnjem mjestu u plodoredu (Gagro, 1997.). Predkulture koje se siju prije zobi su zrnate mahunarke, uljana repica, višegodišnje leguminoze, krmne kulture i slično. Zob nije dobar predusjev ostalim žitaricama kao ni zobi, a razlog tome je isušivanje i iscrpljivanje tla kao i zajedničke bolesti i štetnici (Špoljar i sur., 2001.). Za uzgoj u monokulturi vrlo je osjetljiva te se ne preporučuje takav oblik uzgoja.

Za sjetvu zobi tlo mora biti dobro pripremljeno te ovisi o predusjevu. Ukoliko je riječ o ozimoj zobi, primjenjuje se sustav obrade tla za ozimine, a ukoliko je riječ o jaroj zobi primjenjuje se sustav obrade tla za jarine (Gračan i Todorić, 1989.). Ukoliko se zob sije iza kukuruza, žetveni ostatci trebaju biti usitnjeni i dobro zaorani. U slučaju drugih predkultura, za ozimu zob vršimo plitko oranje na dubinu 10-15 cm odmah nakon žetve pretkulture, zaoravaju se žetveni ostaci, korovi i sjeme korova te prilikom izvođenja ove agrotehničke mjere koja se vrši teškim tanjuračama zatvaramo vlagu u tlu. Agrotehničke mjere oranja i predsjetvene pripreme tla potrebno je provesti pravovremeno da bi se tlo sleglo prije sjetve na dubini od 30 cm (Zimmer i sur., 2009.).

Gnojidba zobi kao i ostalih žitarica, ovisi o plodnosti tla i planiranom prinosu, te je preporuka prije same gnojidbe izvršiti kemijsku analizu tla. Tijekom vegetacije važno je da zob ravnomjerno iskorištava hranjiva iz tla. Neophodni elementi su dušik, fosfor i kalij, koji se dodaju u tlo gnojidbom jer su potrebni u velikim količinama (Vukadinović i Lončarić, 1997.). Sjetva jare zobi počinje krajem veljače te traje do sredine ožujka, a zob u sjetvi zahtijeva vlažnije tlo. Sjetva se obavlja žitnim sijačicama na dubinu 2-3,5 cm, a međuredni razmak treba biti 8-12cm. Sije se u sklopu 500 do 550 klijavih zrna/m<sup>2</sup>, odnosno potrebna količina sjemena je od 120 do 160 kg/ha. Vrlo je važno sijati deklarirano sjeme i birati što krupnije sjeme (Hrgović, 2006.).

Mjerama njege usjeva zobi pripada valjanje, prihranjivanje i suzbijanje korova, bolesti i štetnika. U borbi protiv korova koristimo kemijske mjere zaštite herbicidima, a od mehaničkih mjera najzastupljenije je pljevljenje. Herbicidi se koriste u jesen prije nicanja (zemljišni) ili nakon nicanja zobi u jesen ili proljeće. Kemijske mjere suzbijanja korova vrlo je bitno provesti pravovremeno jer će se u suprotnom zob slabije razvijati i prinosi će biti smanjeni (Gračan i Todorčić, 1989.). U usjevu zobi se najčešće pojavljuju korovi poput bročike, pelinosne ambrozije, mišjakinje i obične slatkoperke.

Na smanjenje kvalitete zrna i količinu prinosa zrna uvelike utječu bolesti i štetnici. U suzbijanju bolesti i štetnika kao mjeru zaštite koristimo fungicide i insekticide (Ivezić, 2008.). Velike štetu na usjevu može nanijeti lema ili žitni balac (*Oulema melanopus L.*) (Pospišil, 2010.).

Početak žetve zobi teško je odrediti jer sazrijeva neravnomjerno. Žetva bi se trebala provesti u vrijeme pune zrelosti vršnih dijelova metlice i prije osipanja zrna iz vršnih klasića. Ozima zob se vrši prije pšenice, dok se jara vrši iza žetve pšenice. Prosječni prinosi zobi mogu biti visoki, ali se u prosjeku kreću između 3,5 do 4,5 t/ha (Hrgović, 2006.).

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3. 1. Opis pokusa

Prije postavljanja pokusa, pomoću pH metra (Slika 1.), destilirane vode i otopine klorovodične kiseline (HCl) i natri hidroksida (NaOH), napravljene su otopine različite pH vrijednosti (3,5, 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5) koje su korištene u provedenom pokusu (Slika 2.). Otopine su čuvane u staklenim bocama do trenutka korištenja u laboratorijskom pokusu, a bile su bezbojne. S obzirom da se radi o kemijskim otopinama sav pokus je rađen uz pomoć gumenih rukavica.



Slika 1. pH metar

Foto: Grujić Tomas N.



Slika 2. Otopine različitih pH vrijednosti

Foto: Grujić Tomas N.

U pokusu je korišteno tretirano sjeme zobi, a pokus je proveden u Laboratoriju za fenotipizaciju i morfološka svojstva biljaka na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek tijekom 2021. godine. Pokus je započet vlaženjem filter papira s pripremljenim pH otopinama (Slika 3.) u količini od 30 ml. Na pripremljeni filter papir postavljeno je 50 zrna zobi u 2 reda. Za svaki tretman pH otopine i temperature napravljena su 3 ponavljanja (Slika 4.).



Slika 3. Priprema filter papira

Foto: Grujić Tomas N.



Slika 4. Postavljanje zrna na filter papir

Foto: Grujić Tomas N.

Nakon postavljanja zrna na filter papir, isti je lagano zamotan (Slika 5.) i stavljen u PVC vrećicu kako bi se spriječilo isparavanje vlage tj. otopine iz filter papira. U svakoj vrećici stavljena je oznaka s brojem tretmana, odnosno pH vrijednosti i temperaturom. Zrno zobi se naklijavalo na dvije različite temperature (15 °C i 20 °C) u klima komori (Slika 6.), a tijekom pokusa redovito je obavljen pregled svih ponavljanja i tretmana.



Slika 5. Zamatanje filter papira za PVC vrećicu

Foto: Grujić Tomas N.



Slika 6. Klima komora

Foto: Grujić Tomas N.

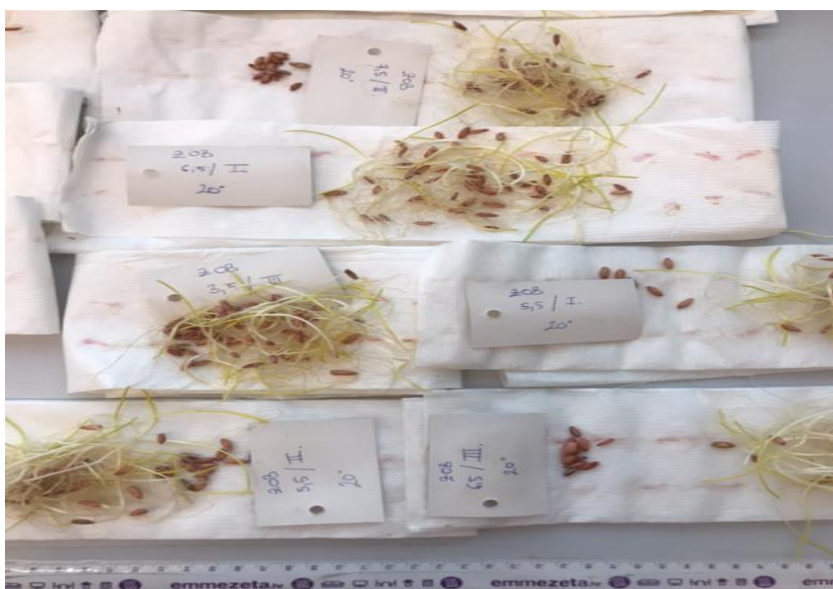
Nakon 4 dana od postavljanja pokusa (Slika 7.), utvrđena je energija klijanja za svako ponavljanje i tretman te je nakon 7 dana naklijavanja određena ukupna klijavost sjemena i sva druga mjerenja.



Slika 7. Određivanje ukupne klijavosti zrna zobi nakon 4 dana

Foto: Grujić Tomas N.

Osim utvrđivanja energije klijanja i ukupnog klijanja, pokus je obuhvatio nekoliko mjerenja kao što su broj razvijenih korjenčića, mjerenje dužine korjenčića (cm), dužine koleoptile (cm), dužine izdanka (cm) te ukupna dužina klijanaca na svim ponavljanjima i tretmanima. Mjerenje je obuhvatilo 1500 klijanaca iz svih tretmana, a obavljalo se jednostavnim brojanjem i mjerenjem pomoću ravnala (Slika 8.).



Slika 8. Mjerenja na klijancima zobi

Foto: Grujić Tomas N.

Nakon analiza i mjerenja, određena je masa svježe tvari svakog ponavljanja u pokusu pojedinačno. Mjerenja su rađena uz pomoć precizne analitičke laboratorijske vage Kern, a iskazana su u gramima na dvije decimale. Masa svježe tvari klijanaca zobi predstavlja ukupnu masu svih klijanaca u pokusu, prokljalih i ne prokljalih. Provedba cijelog pokusa i sva mjerenja obavljena su u Laboratoriju za fenotipizaciju i morfološka svojstva biljaka na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

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

Dobiveni rezultati obrađeni su u računalnim programima Excel i SAS Software 9.1.4. (SAS Institute Inc., 2003.). Statistička obrada podataka o istraživanim svojstvima provedena je pojedinačnom analizom varijance uz korištenje F testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana ocjenjena je LSD-om.



## 4. REZULTATI

### 4. 1. Energija klijanja

Energija klijanja sjemena zobi u provedenom pokusu iznosila je 58,1 %. Analizom varijance utvrđena je statistička značajnost temperature i interakcije temperature i pH otopine dok tretman pH otopina nije bio signifikantan (Tablica 3.).

Pri temperaturi od 15 °C energija klijanja u prosjeku je iznosila 51,3 %, dok na temperaturi od 20 °C energija klijanja je iznosila 64,9 % ili 13,6 % više, što ukazuje na značajnu ulogu temperature za ispitivano svojstvo.

U pogledu vodenih otopina različitih pH vrijednosti koje su bile u rasponu od 3,5 do 7,5 utvrđeno je variranje energije klijanja. Visoka prosječna vrijednost za energiju klijanja dobivena je na pH 6,5 i iznosila je 65,7 %, dok između ostalih prosjeka nije postojala velika razlika odnosno prosječna klijavost na pH 3,5, 4,5, 5,5 i 7,5 se nije uvelike razlikovala prema vrijednostima.

Najveće statističke razlike utvrđene su u interakciji pH otopine i temperature, pri čemu je najmanja energija klijanja u ovom istraživanju utvrđena pri pH 5,5 i temperaturi od 15 °C, a najveća energija klijanja je bila pri pH 6,5 i temperaturi od 20 °C.

Tablica 3. Pokazatelji energije klijanja zobi (%)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (%)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	47,3 d	50,7 d	46,7 d	61,3 bc	50,7 d	51,3 b
20°C	66,7 ab	58,0 c	68,0 ab	70,0 a	62,0 bc	64,9 a
Prosjek	57,0	54,3	57,3	65,7	56,3	58,1
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 4,60		LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 7,23	

## 4. 2. Ukupno klijanje

Dok energija klijanja pokazuje početnu snagu razvoja sjemena, ukupno klijanje puno je važnije svojstvo u proizvodnji koje značajno utječe na sklop, a kasnije i prinos.

U provedenom ispitivanju prosječna vrijednost ukupnog klijanja bila je očekivano veća od energije klijanja i iznosila je 68,3 %. Međutim, za razliku od prethodnog svojstva, uočeno je da razlike u temperaturi nisu statistički značajne, iako je nešto veća vrijednost utvrđena pri većoj ispitivanoj temperaturi od 20 °C (Tablica 4.).

U pogledu pH vrijednosti, razlike ukupnog klijanja su statistički značajne pri čemu je LSD vrijednost iznosila 6,79. Značajno najveći postotak ukupnog klijanja utvrđen je kod pH od 6,5 (75,7 %), a zatim ga slijedi pH od 5,5 (72,3 %), iako se od njega ne razlike signifikantno. Kod pH 3,5 i 7,5 ne uočavamo veliku razliku (65,3 % i 66,0 %) ukupne klijavosti dok je najmanji prosjek iznosio 62,3 % pri pH od 4,5.

Interakcija ispitivanih tretmana pokazala je najveću statističku razliku u pogledu ovog svojstva. Ukupna klijavost sjemena zobi najveća je bila pri temperaturi od 15 °C i pH vrijednosti 6,5 (78,7 %), a najmanja klijavost ostvarena je kod temperature od 20 °C i pH otopine 4,5 te je iznosila 62,0 %.

Tablica 4. Pokazatelji ukupnog klijanja (%)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (%)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	63,3 cd	62,7 d	69,3 abcd	78,7 a	63,3 cd	67,5
20°C	67,3 bcd	62,0 d	75,3 ab	72,7 abc	68,7 bcd	69,2
Prosjek	65,3 c	62,3c	72,3 ab	75,7 a	66,0 bc	68,3
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 6,79		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 9,63	

### 4. 3. Neklijave sjemenke

Za parametar neklijavih sjemenki zobi utvrđeno je prosječno visokih 31,7 % neklijavih sjemenki. U pogledu tretmana temperature, razlike klijavosti nisu velike pa je analizom varijance utvrđeno da nema statistički značajne razlike (Tablica 5.). Veći postotak ne klijavih sjemenki utvrđen je na temperaturi od 15 °C (32,5 %), dok je na temperaturi od 20 °C nešto manji i iznosio je 30,8 % što je donekle i očekivano.

Otopine pH za navedeno svojstvo bile su statistički značajne. Najveći postotak neklijavih sjemenki utvrđen je pri pH 4,5 (37,7 %), zatim pH 3,5 (34,7 %) i slijedi ga pH 7,5 (34,0 %). Pri otopinama pH od 5,5 i 6,5 utvrđene su statistički najmanje vrijednosti neklijavih sjemenki zobi (27,7 % i 24,3 %).

U međuovisnosti dva promatrana parametra, temperature i pH, analizom varijance je utvrđena značajnost. Najveći postotak neklijavih sjemenki od čak 38,0 % uočen je pri temperaturi od 20°C i pH vrijednosti 4,5 dok je najmanji postotak utvrđen pri temperaturi od 15°C i pH vrijednosti od 6,5 (21,3 %). Navedene razlike upućuju na izuzetno velik utjecaj interakcije pH otopine i temperature u kontekstu neprokljalih sjemenki.

Tablica 5. Pokazatelj neklijavih biljaka

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (%)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	36,7 ab	37,3 a	30,7 abcd	21,3 d	36,7 ab	32,5
20°C	32,7 abc	38,0 a	24,7 cd	27,3 bcd	31,3 abc	30,8
Prosjek	34,7 a	37,7 a	27,7 bc	24,3 c	34,0 ab	31,7
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = 6,79		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 9,63	

#### 4. 4. Broj korijena zobi

U provedenom ispitivanju analizom varijance nije utvrđena statistička značajnost za parametar broja korijena zobi niti za jedan tretman (temperatura i pH otopina), kao ni za njihovu međusobnu interakciju. U Tablici 6 prikazane su vrijednosti po tretmanima, kao i njihovi prosjeci. Treba naglasiti kako je ovaj parametar, zajedno s masom svježe tvari, jedini bez utvrđene signifikantnosti.

Prosječni broj korijena u ispitivanju iznosio je 3,06, odnosno sjemenke su u prosjeku razvile tri primarna korjenčića (Tablica 6.).

U pogledu temperature zanemarivo veće vrijednosti postignute su pri višoj ispitivanoj temperaturi, dok je u pogledu pH vrijednosti najveći broj primarnih korjenčića dobiven pri pH 3,5 u vrijednosti od 3,10, a najmanji pri pH 5,5 u vrijednosti od 2,9.

Iako interakcija ispitivanih parametara također nije bila značajna u međuovisnosti istih, najmanji broj korjenčića ostvaren je pri temperaturi od 15 °C i pH 5,5 u iznosu od 2,84, dok je najveći broj dobiven pri temperaturi od 20 °C i pH 3,5 od 3,14.

Tablica 6. Pokazatelj broja korijena

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	3,10	3,12	2,84	2,96	3,10	3,02
20°C	3,14	3,02	3,04	3,10	2,98	3,10
Prosjek	3,10	3,07	2,90	3,03	3,04	3,06
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = ns	

#### 4. 5. Dužina korijena

Dužina korijena važno je svojstvo u proizvodnji zobi jer biljci osigurava bolje uvjete za razvoj. Veća dubina prodiranja i duže korijenje pozitivno utječe na usvajanje vode iz većih dubina, što je izuzetno važno kada je biljka izložena sušnom stresu.

Prosječna vrijednost dužine korijena zobi iznosila je 8,33 cm. Analizom varijance utvrđena je značajna uloga temperature te interakcije temperature i pH otopine dok tretman pH otopine nije bio značajan (Tablica 7.).

U istraživanju dužine korijena, temperatura se pokazala kao značajan parametar jer su na višoj temperaturi (20°C) dobivene vrijednosti bile veće nego na temperaturi od 15 °C. Prosjek dužine korijena na temperaturi od 20 °C iznosio je 9,78 cm dok je prosjek pri 15 °C iznosio 6,88 cm – što predstavlja razliku od skoro 3 cm.

Iako pH otopine nisu značajno utjecale na razvoj duljine korijena pri pH vrijednostima 4,5 (8,49 cm), 5,5 (8,48 cm), 6,5 (8,49 cm) i 7,5 (8,35 cm), vrijednosti se nisu puno razlikovale, dok je pri pH 3,5 vrijednost iznosila 7,83 cm. Navedeno upućuje kako izrazito kisela otopina ipak nepovoljno djeluje na razvoj duljine korijena.

U cjelokupnom istraživanju dužine korijena najveća vrijednost ostvarena je pri temperaturi od 20 °C i pH 4,5 u iznosu od 10,21 cm, a najmanja pri istoj pH vrijednosti, ali na temperaturi od 15 °C u iznosu 6,75 cm.

Tablica 7. Pokazatelji dužine korijena (cm)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (cm)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	6,76 b	6,75 b	6,88 b	6,94 b	7,06 b	6,88 b
20°C	8,92 a	10,21 a	10,10 a	10,04 a	9,64 a	9,78 a
Prosjek	7,83	8,49	8,48	8,49	8,35	8,33
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,65    LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns    LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 1,59					

#### 4. 6. Dužina koleoptile

Koleoptila je tanka opna koja štiti mladu biljku prilikom rasta i prodiranja kroz tlo kako se ne bi oštetila. Uslijed djelovanja svjetlosnog podražaja od sunca ona se otvara i suši te više nema nikakvu ulogu.

U ovom istraživanju prosječna dužina koleoptile iznosila je 3,45 cm pri čemu je samo parametar temperature bio statistički značajan prema analizi varijance, dok pH otopine i međusobna interakcija nisu pokazale nikakvu signifikantnost (Tablica 8.).

U provedenom istraživanju duža koleoptila je zabilježena pri većoj temperaturi zraka za 0,78 cm, dok je u pogledu pH otopine najveća vrijednost zabilježena pri 6,5 (3,57 cm). Međutim, razlike između ostalih ispitivanih otopina bile su relativno niske, odnosno dužina razvijene koleoptile nije značajno odstupala između otopina.

Promatrano kroz interakciju navedenih tretmana, najmanja vrijednost ostvarena je pri pH 5,5 i nižoj temperaturi (2,87 cm), a najveća pri pH 6,5 i višoj temperaturi (4,07 cm), što čini razliku od čak 1,20 cm.

Tablica 8. Pokazatelji dužine koleoptile (cm)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (cm)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	3,14	3,17	2,87	3,06	3,06	3,06 b
20°C	3,75	3,77	3,88	4,07	3,74	3,84 a
Prosjek	3,44	3,47	3,38	3,57	3,40	3,45
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,34    LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns    LSD <sub>0,05</sub> (AB) = ns					

#### 4. 7. Dužina izdanka

Izdanak je nadzemni dio ili buduća biljka na kojoj se nalaze koljenca (nodiji) i međukoljenca (internodiji) koji zajedno s vanjskim čimbenicima utječu na visinu biljaka. Daljnjim razvojem izdanka dolazi do stvaranja drugih biljnih organa poput vlati (stabalce), listova, klasića, cvjetova i zrna. U proizvodnji je vrlo važno da izdanak bude neoštećen kako bi se procesi fotosinteze i transpiracije mogli normalno odvijati.

Prosječna dužina izdanka u ovom istraživanju iznosila je 5,69 cm. Analizom varijance utvrđen je značajan utjecaj temperature i interakcije temperature i pH otopine dok otopine pH nisu bile signifikantne (Tablica 9.).

Velike razlike u dužinama izdanka uočene su između dvije ispitane temperature. Prosjek dužine pri temperaturi od 15 °C iznosio je 3,69 cm dok je na temperaturi 20 °C prosjek bio čak 7,70 cm ili oko 4,00 cm više. Navedeno ukazuje da temperatura ima veliku ulogu u razvoju nadzemnog dijela biljke u početnim fazama razvoja.

U pogledu pH otopina dužina izdanka kretala se od 5,30 cm (vrlo kisela otopina) cm do 6,03 cm (neutralna otopina).

Pri temperaturi od 20°C i pH od 6,5 postignut je najduži izdanak od 8,27 cm, dok je najkraći ostvaren pri istoj pH otopini, ali na 15 °C od svega 3,35 cm.

Tablica 9. Pokazatelji dužine izdanka (cm)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (cm)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	3,66 b	3,76 b	3,60 b	3,35 b	4,08 b	3,69 b
20°C	6,93 a	7,70 a	7,62 a	8,27 a	7,97 a	7,70 a
Prosjek	5,30	5,73	5,61	5,81	6,03	5,69
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,61    LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns    LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 1,46					

#### 4. 8. Ukupna dužina klijanaca

Ukupna dužina klijanaca ili mlade biljke nastaje kao zbroj dužine izdanka (nadzemnog dijela) i dužine korijena izražen u centimetrima.

Tijekom provedenog ispitivanja statistički značajnim se pokazao tretman temperature i međusobne interakcije s pH otopinama, dok tretman pH otopina nije bio signifikantan.

Ukupna dužina klijanaca pri temperaturi od 15 °C bila je značajno manja u odnosu na dužinu klijanaca koji su se razvili pri temperaturi od 20 °C. Navedeno dokazuje kako temperatura zraka ima daleko veći značaj na razvoj korijena i izdanka, tj. ukupne dužine biljke nego pH vrijednosti otopine.

U pogledu pH vrijednosti nije uočena statistički značajna razlika. Prosjek ukupne dužine klijanaca pri pH otopinama iznad 4,5 iznosio je preko 17,50 cm dok su samo kod vrlo kisele otopine (3,5 pH) te vrijednosti bile manje za oko 1,00 cm.

U međuzavisnosti temperature i pH otopine uočene su daleko najveće razlike promatranog svojstva. Najkraća ukupna dužina klijanca iznosila je 10,29 cm i ostvarena je na temperaturi od 15 °C i pH 6,5, dok je pri temperaturi od 20 °C i pH 6,5 ostvarena najveća dužina klijanca od 22,39 cm (Tablica 10).

Tablica 10. Pokazatelji ukupne dužine klijanaca (cm)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (cm)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	13,55 b	13,69 b	13,34 b	13,35 b	14,20 b	13,6 b
20°C	19,60 a	21,68 a	21,59 a	22,39 a	21,35 a	21,3 a
Prosjek	16,58	17,69	17,47	17,87	17,77	17,5
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 1,30    LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns    LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 3,20					



#### 4. 9. Pojava izdanka

Svojstvo pojave izdanka mjereno je i analizirano kako bi se pokazao utjecaj pojedinih tretmana na pojavu i razvoj izdanka jer je u nekim slučajevima bila razvijena, tj. vidljiva, samo koleoptila.

Za parametar pojavljivanja izdanka zrna zobi, statistički značaj je potvrđen kod tretmana temperature i međusobne interakcije s pH otopinama, dok tretman pH nije bio statistički značajan.

Pri temperaturi od 15 °C prosjek pojave izdanaka iznosio je svega 9,9 %, a pri temperaturi od 20 °C prosjek je bio čak 58,1 %. Drugim riječima, pri nižoj temperaturi izdanak se pojavio kod svega 10 % klijanaca dok je rast temperature značajno utjecao na pojavu izdanka iz koleoptile do gotovo 60 % (Tablica 11.).

U kontekstu pH otopine, iako nije utvrđena signifikantnost, uočena su određena variranja između istih. Tako je u prosjeku za kiselu otopinu (4,5 pH) utvrđen najmanji postotak pojave izdanka izvan koleoptile, dok je u umjereno kiseljoj otopini (5,5 pH) kod gotovo 38 % biljaka došlo do pojavljivanja izdanka izvan koleoptile.

U cijelom istraživanju najveće vrijednosti postignute su pri temperaturi od 20 °C i pH 5,5 (64,0 %), a najmanje vrijednosti na temperaturi od 15 °C i pH 4,5 (7,3 %).

Tablica 11. Pokazatelji pojave izdanka (%)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (%)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	10,7 c	7,3 c	11,3 c	8,7 c	11,3 c	9,9 b
20°C	58,0 ab	53,3 b	64,0 a	60,0 ab	55,3 ab	58,1 a
Prosjek	34,33	30,33	37,67	34,33	33,33	34,0
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 4,07    LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns    LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 9,23					

#### 4. 10. Masa svježe tvari

Nakon svih analiza određena je masa svježe tvari svih klijanaca izražena u gramima kako bi se utvrdila moguća razlika između tretmana.

Analiza varijance u ovom slučaju nije pokazala statističku značajnost niti za jedan tretman što znači kako ni temperatura ni pH otopine ne utječu na masu svježe tvari klijanaca zobi (Tablica 12.).

U pogledu temperature nešto manja masa je zabilježena pri nižoj temperaturi što ukazuje na slabiju razvijenost klijanaca, dok je vrlo kisela (pH 3,5), kisela (pH 4,5) i blago kisela (pH 6,5) otopina također utjecala na nešto manju masu svježe tvari klijanaca zobi.

Pri temperaturi od 15 °C i pH 6,5 postignuta je najmanja masa svježe tvari od 4,04 g, a najveća je dobivena pri temperaturi od 20 °C i pH 5,5 u iznosu od 6,10 g.

Tablica 12. Pokazatelji mase svježe tvari (g)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (g)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	4,73	5,08	5,04	4,04	5,01	4,78
20°C	4,91	4,75	6,10	5,59	5,68	5,40
Prosjek	4,82	4,91	5,57	4,81	5,34	5,09
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = ns	

#### 4. 11. Masa suhe tvari

Masa suhe tvari zobi određena je nakon sušenja klijanaca na 105 °C tijekom 24 sata. S obzirom da je riječ o vrlo malim i nježnim biljkama, to vrijeme je dovoljno da sva voda ispari uslijed visoke temperature.

Analizom varijance utvrđene su statistički značajne vrijednosti za tretman temperatura i interakcija temperature s pH otopinama, dok tretman pH otopina nije pokazao nikakvu signifikantnost.

U usporedbi s masom svježe tvari, veća prosječna vrijednost zabilježena je pri nižoj temperaturi od 15 °C (1,49 g) u odnosu na temperaturu od 20 °C (1,27 g).

Pri ispitivanju mase suhe tvari, parametar pH nije bio statistički značajan odnosno razlike prosječnih vrijednosti su bile vrlo male. Najmanja prosječna vrijednost (1,35 g) dobivena je pri pH od 4,5, dok je najveća prosječna vrijednost dobivena pri pH 5,5 u iznosu od 1,44 g (Tablica 13.).

Najveća variranja utvrđena su u kontekstu međusobne interakcije temperature i pH otopine. Tako je najmanje suhe tvari utvrđeno pri najvišoj temperaturi i neutralnoj pH otopini (1,22 g), a najveća masa suhe tvari utvrđena je pri nižoj temperaturi i pH 5,5.

Tablica 13. Pokazatelji mase suhe tvari (g)

Temperatura (A)	pH vrijednost (B)					Prosjek (g)
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
15°C	1,48 ab	1,43 abc	1,55 a	1,53 ab	1,50 ab	1,49 a
20°C	1,25 cd	1,26 cd	1,34 bcd	1,26 cd	1,22 d	1,27 b
Prosjek	1,36	1,35	1,44	1,40	1,37	1,38
	LSD <sub>0,05</sub> (A) = 0,08		LSD <sub>0,05</sub> (B) = ns		LSD <sub>0,05</sub> (AB) = 0,20	

## 5. RASPRAVA

Zob je podrijetlom iz područja „starog svijeta“. Za razliku od drugih strnih žitarica, poput pšenice i ječma, uzgaja se na manjem području. Smatra se da su joj praroditelji *Avena fatua* i *Avena sterilis*, koje su se pojavile kao korovne vrste (Kovačević i Rastija, 2014.). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske može se uočiti trend smanjivanja površina pod zobi. U Hrvatskoj je zob šezdesetih godina prošlog stoljeća sijana na oko 60 000 ha, dok se danas sije otprilike na upola manje hektara. Veliko smanjenje stočnog fonda direktno je utjecalo na smanjenje uzgoja zobi, a Hrvatski klimatski uvjeti, posebice u sjeverozapadnom djelu, imaju veliki potencijal za uzgoj zobi (Gagro, 1997.).

S obzirom da zob pripada skupini strnih ili pravih žitarica, nema prevelike potrebe za toplinom u usporedbi s prosolikim žitaricama. Općenito, minimalne temperature za klijanje pravih žitarica su 1 – 2 °C, a optimalne 20 – 25 °C (Kovačević i Rastija, 2014.). Nadalje, zbog dobro razvijenog korijenovog sustava zob se može uspješnije uzgajati na tlima lošijeg i težeg mehaničkog sastava, na močvarnim i vlažnim tlima kao i na kiselim tlima. Iz tih razloga cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj optimalnih i manje optimalnih temperatura (15 °C i 20 °C) na razvoj klijanaca zobi kao i različitih pH otopina od vrlo kisele do neutralne pH reakcije (3,5, 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5 pH). Iako je u radu analiziran velik broj svojstava, treba naglasiti kako samo neki imaju određen značaj u proizvodnji poput energije klijanja, ukupnog klijanja koje je pokazatelj sklopa, zatim dužina i broj korijena te dužina izdanka.

Temeljem provedenog pokusa i analize varijance utvrđeno je kako temperatura zraka ima daleko veći učinak na razvoj klijanaca nego pH otopine jer su pH otopine bile značajne samo kod dva ispitivana svojstva, a temperatura kod čak sedam. Interakcija temperature i pH otopine bile su značajne kod osam svojstava.

Značajno veća energija klijanja dobivena je pri višoj temperaturi zraka za oko 2 1% dok pH otopine nisu utjecale na energiju klijanja tj. nije bilo statističke razlike (Tablica 1.). Međutim, u slučaju ukupnog klijanja temperatura nije bila signifikantna, a pH otopine jesu (Tablica 2.). Tako je najveća vrijednost zabilježena kod blago kisele reakcije (6,5). Iako zob može uspijevati

i na kiselim tlima, prema ovim podacima preporuka ju je sijati na umjereno do blago kiselim tlima zbog potencijalno boljeg sklopa.

Bukvić i sur. (2008.) istraživali su utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanca bijele djeteline. Istraživanja su provedena u klima komori na dvije temperature (10 i 20 °C), 4 razine pH vodene otopine (4, 5, 6 i 7) sa sjemenom tri kultivara bijele djeteline iste starosti i različitog podrijetla (Regal, Jura i Rivendel). Ispitivana svojstva sjemena i klijanaca bijele djeteline značajno su ovisila o temperaturi, pH vrijednosti vodene otopine i kultivaru ( $p=0,01$ ). Na višoj ispitivanoj temperaturi dobivene su veće vrijednosti, a glede pH najveće prosječne vrijednosti ispitivanih svojstava dobivene su na pH 5. Najniže vrijednosti za dužinu klijanaca i energiju klijanja dobivene su pri pH 6, a za klijavost pri pH 4.

Slično istraživanje proveli su Grljušić i sur. (2008.) te su dobili značajan utjecaj ispitivane temperature (10 i 20 °C) i pH vrijednosti (5, 6 i 7) na klijavost, energiju klijanja i dužinu korijena te hipokotila klijanca sorata bijele djeteline. Autori zaključuju da su sva testirana svojstva veća na temperaturi od 20 °C i pri pH 5.

Svojstva dužine korijena i dužine izdanaka su među važnijim jer pokazuju stupanj rasta i razvijenosti mlade biljke. U ovom istraživanju na oba svojstva statistički značajno je utjecala temperatura i interakcija temperature i pH otopine. Tako je pri većoj temperaturi korijen bio duži za 2,9 cm, a izdanak za čak 4,0 cm (Tablica 7. i Tablica 9.). Iako pH otopina nije bila signifikantna najmanja vrijednost oba svojstva je zabilježena na ekstremno kiseljoj otopini (pH 3,5) što upućuje na osjetljivost rasta zobi u uvjetima najkiselije sredine. U slučaju drugih razina kiselosti odstupanja su bila puno manja.

Treba naglasiti kako je najduži klijanac (korijen + izdanak) u ispitivanju iznosio 22,39 cm ostvaren pri temperaturi od 20°C i pH 6,5, dok je najkraća dužina klijanca (10,29 cm) ostvarena pri 15°C i pH 6,5. Navedeno upućuje ponovno na velik značaj temperature, dok razina pH nema toliki učinak.

Šporčić (2018.) u svom istraživanju zaključuje da su tretmani više temperature i viših pH vrijednosti imali bolje rezultate u pogledu klijanja i ispitivanih parametara pšenoraži. Autori navode da su tretmani temperature od 10 °C i 20 °C i pH otopine 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5 bili vrlo značajni za dužinu izdanaka, ukupni broj korijena, ukupnu dužinu klijanca i masu svježe tvari

pšenoraži. U navedenom istraživanju, razlike između ispitivanih temperatura (10 °C i 20 °C) kod pšenoraži za energiju klijanja bile su iznimno visoke. Pri 10 °C ona je iznosila svega 12,9 %, dok je pri 20 °C iznosila visokih 94,9 %.

Chen i sur. (2016.) provodili su istraživanje na temu proteomske i fiziološke analize odgovora sjemena zobi (*Avena sativa*) na toplinski stres u različitim uvjetima vlage. Proteomska analiza provedena je na sjemenkama zobi s različitim udjelom vlage tijekom toplinskog stresa. Biokemijske i fiziološke karakteristike kulture proučavane su na sjemenkama zobi s 10 % i 16 % sadržaja vlage, pri visokim temperaturama (35 °C, 45 °C i 50 °C) u razmaku 1-2 dana. Rezultati istraživanja pokazali su da se klijavost sjemena znatno smanjuje pri porastu temperature (od 35 °C do 50 °C). U istraživanju je utvrđeno da su vrste proteina koje reagiraju na toplinu i mitohondrijski respiratorni metabolizam osjetljivi na visoke temperature i sadržaj vlage.

## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja u kontroliranim uvjetima s ciljem utvrđivanja utjecaja temperature i pH otopine na parametre razvoja klijanaca utvrđene su određene prednosti pojedinih tretmana.

Energija klijanja iznosila je 58,1 %. Statistički značajna se pokazala temperatura, kao i interakcija temperature i pH otopine. Najveća energija klijanja postignuta je pri temperaturi od 20 °C, a u interakciji temperature i pH otopine najveća je postignuta pri pH od 6,5 i temperaturi od 20 °C u iznosu od 70,0 %.

Za razliku od energije klijanja, ukupna klijavost u pokusu bila je znatno veća i iznosila je 68,3 %. Veće vrijednosti dobivene su na višim temperaturama, iako se temperatura nije pokazala kao statistički značajna. U ovom dijelu pokusa, pH parametar je bio statistički značajan, te je najveći postotak ukupnog klijanja utvrđen kod pH 6,5 (75,7 %).

Kod klijanaca zobi u istraživanju utvrđen je velik broj ne iskljalih sjemenki od 31,7 %. Parametar pH pokazao se statistički značajnim za ovaj dio pokusa, te je tako utvrđen najveći postotak nekljavih sjemenki pri pH 4,5 u iznosu od 37,7 %, dok su pri otopinama od 5,5 i 6,5 utvrđene najmanje vrijednosti nekljavih sjemenki zobi u iznosu od 27,7 % i 24,3 %.

U ispitivanju, prosječan broj korijenova zobi iznosio je 3,06, pri čemu nijedan parametar nije pokazao statističku značajnost. U pogledu temperature dobivene su zanemarivo veće vrijednosti pri višim temperaturama, dok su veće vrijednosti dobivene pri nižim pH (3,5).

Prosječna dužina korijena zobi iznosila je 8,33 cm. Temperatura se pokazala kao značajan parametar jer su na višoj temperaturi (20 °C), vrijednosti bile u konačnici više nego pri temperaturi od 15 °C. U pogledu pH možemo zaključiti da kisela otopina nepovoljno djeluje na razvoj korijena jer su veće dužine dobivene pri višim pH vrijednostima.

Prosječna dužina koleoptile iznosila je 3,45 cm. Temperatura se pokazala kao statistički značajan parametar jer su pri višim temperaturama dobivene veće vrijednosti i dužina koleoptile povećala se za 0,78 cm.

Na dužinu izdanka statistički značajan utjecaj imala je temperatura i interakcija oba ispitivana parametra, dok je kod pH vrijednosti ona izostala, tj. učinak nije statistički značajan. Prosječna dužina iznosila je 5,69 cm. Velike razlike uočene su na dvjema ispitivanim temperaturama. Na temperaturi od 15 °C prosjek dužine je iznosio 3,69 cm, dok je na temperaturi od 20 °C iznosio 7,70 cm, tj. 4,00 cm više. Najduži izdanak od 8,27 cm, postignut je pri temperaturi od 20 °C i pH od 6,5, a najkraći je ostvaren pri istoj pH, ali na temperaturi od 15 °C i iznosio je 3,35 cm.

U istraživanju je dokazano da temperatura ima veliki utjecaj na razvoj korijena i izdanka, tj. ukupnu dužinu biljke jer je pri temperaturi od 20 °C dužina klijanca bila značajno veća nego pri temperaturi od 15 °C. Najveća dužina klijanca od 22,39 cm dobivena je pri temperaturi od 20 °C i pH 6,5, dok je najmanja vrijednost dobivena pri 15 °C i pH 6,5 i iznosila je 10,29 cm.

Svojstvo pojave izdanka je mjereno i analizirano kako bi se pokazao utjecaj pojedinih tretmana na pojavu i razvoj izdanka jer u nekim slučajevima je bila razvijenija, tj. vidljiva, samo koleoptila. U ovom dijelu istraživanja statistički značajna pokazala se temperatura i međusobna interakcija s temperaturom. Prosjek pojave izdanka iznosio je 9,9 % (pri temperaturi od 15 °C), dok je pri temperaturi od 20 °C prosjek iznosio čak 58,9 %. Navedeno dovodi do zaključka da se pri nižoj temperaturi izdanak pojavio kod samo 10 % klijanaca, dok je rast temperature uvelike utjecao na pojavu izdanka iz koleoptile do gotovo 60 %.

U ispitivanju svježe mase tvari analiza varijance nije pokazala niti jedan parametar kao statistički značajan. Pri nižim temperaturama i kiselijim otopinama zabilježena je niža masa svježe tvari, dok je najveća dobivena pri temperaturi od 20 °C i pH od 5,5 u iznosu od 6,10 g.

Pri ispitivanju mase suhe tvari, parametar pH se nije pokazao kao statistički značajan, dok je u interakciji s temperaturom bio statistički značajan, kao i sam parametar temperature. U usporedbi s masom svježe tvari, veća prosječna vrijednost zabilježena je na nižoj temperaturi (15 °C) u iznosu od 1,49 g, dok je pri temperaturi od 20 °C vrijednost iznosila 1,27 g.



## 7. POPIS LITERATURE

1. Bukvić, G., Ravlić, M., Grljušić, S., Rozman, V., Popović, B., Tkalec, M. (2008.): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline. *Sjemenarstvo*, (3-4): 179-191.
2. Gagro, M. (1997.): *Žitarice i zrnate mahunarke*. Prosvjeta d.d. Bjelovar.
3. Gračan, R., Todorčić I. (1989.): *Specijalno ratarstvo*. Školska knjiga, Zagreb.
4. Grljušić, S., Bukvić, G., Rapčan, I., Agić, D., Horvatić, J. (2008.): The effects of soil and temperature on early white clover growth. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia: 643-646.
5. Hrgović, S. (2006.): Osnove agrotehnike proizvodnje ječma, zobi i raži. *Glasnik Zaštite bilja*. 29 (1): 15-32.
6. Ivezić, M. (2008.): Entomologija, kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. Klobučar, B., Gračan, R., Todorčić, I. (1985.): *Opće ratarstvo. Osnove biljne proizvodnje*. Školska knjiga, Zagreb.
8. Kolak, I. (1994.): *Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura*. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
9. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): *Žitarice, sveučilišni udžbenik*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
10. Lingling, C., Quanzhu, C., Lingqi, K., Fangshan, X., Huifang, Y., Yanqiao Z., Peisheng, M. (2016.): Proteomic and Physiological Analysis of the Response of Oat (*Avena sativa*) Seeds to Heat Stress under Different Moisture Conditions. *Frontiers in Plant Science*, 7: 896.
11. Mlinar, R., Pus, I. (1992.): Značaj proizvodnje proljetne zobi. *Sjemenarstvo* 9 (92): 129-138.
12. Molnar, I. (1999.): *Plodoredi u ratarstvu*. Naučni institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Mala Knjiga, Novi Sad.
13. Pospišil (2010.): *Ratarstvo I. dio*, Zrinski d.d. Čakovec.
14. Špoljar, A., Stojanović M., Kamenjak D., Dadaček, N., Andreato-Koren, M. (2001.): Utjecaj uzgoja grahorice i zobi u plodoredu na značajke tla. *Agriculturae Canspectus Scientificus*, 66 (2): 127-135.
15. Šporčić, A. (2018.): Utjecaj različitog PH i temperature na klijavost sjemena pšenoraži, diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, 35.

16. Štafa, Z., Stjepanović, M. (2015.): Ozime i fakultativne krmne kulture. Hrvatska mljekarska udruga.
17. Todorčić, I., Gračan R. (1990.): Specijalno ratarstvo. Školska knjiga, Zagreb.
18. Vukadinović, V., Lončarić Z. (1997.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
19. Zimmer, R., Košutić, S., Zimmer, D. (2009.): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

## **8. SAŽETAK**

Cilj diplomskog rada bio je ispitati utjecaj različitih pH vrijednosti i temperature zraka na klijavost i parametre klijavosti klijanaca zobi. U pokusu su korištene temperature od 10 °C i 20 °C te otopine pH vrijednosti od 3,5, 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5. Ispitivani su parametri energije klijanja, ukupno klijanje, broj nekljavih sjemenki, ukupan broj korijenja, dužina klijanca, dužina koleoptile, dužina izdanka i ukupna dužina, masa svježih i suhих klijanca. Ispitivanje se provodilo u kontroliranim uvjetima na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku tijekom 2022 godine. Analizom varijance utvrđena je značajna uloga temperature za sedam ispitivanih svojstava, a pH otopina je bila signifikantna samo kod dva svojstva. Interakcija temperature i pH otopine je bila značajna za osam svojstava. Utvrđene prosječne vrijednosti za energiju klijanja su bile 58,1 %, ukupno klijanje 68,3 %, nekljavih klijanaca je bilo 31,7 %, a prosječan broj korijena iznosio je 3,06. Dužina korijena je u prosjeku iznosila 8,33 cm, dužina koleoptile 3,45cm, dužina izdanka 5,69 cm, ukupna dužina klijanca 17,5 cm, pojava izdanka 34,0 %, masa svježe tvari 5,09 g, a masa suhe tvari 1,38 g.

**Ključne riječi:** zob, klijanci, temperatura, pH otopine, svojstva

## 9. SUMMARY

The aim of the thesis was to examine the influence of different pH values and air temperature on germination and germination parameters of oat seedlings. The experiment used temperatures of 10 °C and 20 °C and pH solutions of 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 and 7.5. Examined were the parameters of germination energy, total germination, number of ungerminated seeds, total number of roots, seedling length, coleoptile length, shoot length and total length, mass of fresh and dry seedlings. The test was conducted under controlled conditions at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek during the year of 2022. The analysis of the variance revealed a significant role of temperature for seven examined properties while the pH of the solution was significant only for two properties. The interaction of temperature and pH solution was significant for eight properties. The determined average values for germination energy were 58.1 %, the total germination was 68.3 %, ungerminated seedlings were 31.7 %, and the average number of roots was 3.06. The average root length was 8.33 cm, the coleoptile length 3.45 cm, the shoot length 5.69 cm, the total seedling length 17.5 cm, the shoot emergence 34.0 %, the fresh mass 5.09 g, and the dry mass substance 1.38 g.

**Key words:** oats, seedlings, temperature, pH of solutions, properties

## 10. POPIS TABLICA

<b>Broj</b>	<b>Naziv tablice</b>	<b>Str.</b>
1.	Uzgoj zobi po kontinentima od 2016. do 2020. godine (izvor: FAOSTAT, 2022.)	2
2.	Proizvodnja zobi u Hrvatskoj u razdoblju od 2011. do 2019. godine (izvor: DZS)	3
3.	Pokazatelji energije klijanja zobi (%)	13
4.	Pokazatelji ukupnog klijanja (%)	14
5.	Pokazatelji nekljavih biljaka	15
6.	Pokazatelji broja korijena	16
7.	Pokazatelji dužine korijena (cm)	17
8.	Pokazatelji dužine koleoptile (cm)	18
9.	Pokazatelji dužine izdanaka (cm)	19
10.	Pokazatelji ukupne dužine klijanaca (cm)	20
11.	Pokazatelji pojave izdanaka (%)	21
12.	Pokazatelji mase svježe tvari (%)	22
13.	Pokazatelji mase suhe tvari (%)	23

## 11. POPIS SLIKA

<b>Broj</b>	<b>Naziv slike</b>	<b>Str.</b>
1.	Otopina različitih pH vrijednosti	7
2.	pH metar	8
3.	Priprema filter papira	9
4.	Postavljanje zrna na filter papir	9
5.	Zamatanje filter papira za PVC vrećicu	10
6.	Klima komora	11
7.	Određivanje ukupne klijavosti zrna zobi nakon 4 dana	11
8.	Mjerenje na klijancima zobi	12

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKAKARTICA

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

Diplomski rad

### ULOGA TEMPERATURE I pH OTOPINE NA POKAZATELJE KLIJAVOSTI ZOB Nina Grujić Tomas

**Sažetak:** Cilj diplomskog rada bio je ispitati utjecaj različitih pH vrijednosti i temperature zraka na klijavost i parametre klijavosti klijanaca zobi. U pokusu su korištene temperature od 10 °C i 20 °C te otopine pH vrijednosti od 3,5, 4,5, 5,5, 6,5 i 7,5. Ispitivani su parametri energije klijanja, ukupno klijanje, broj nekljavih sjemenki, ukupan broj korijenja, dužina klijanca, dužina koleoptile, dužina izdanka i ukupna dužina, masa svježih i suhih klijanaca. Ispitivanje se provodilo u kontroliranim uvjetima na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku tijekom 2022 godine. Analizom varijance utvrđena je značajna uloga temperature za sedam ispitivanih svojstava, a pH otopina je bila signifikantna samo kod dva svojstva. Interakcija temperature i pH otopine je bila značajna za osam svojstava. Utvrđene prosječne vrijednosti za energiju klijanja su bile 58,1 %, ukupno klijanje 68,3 %, nekljavih klijanaca je bilo 31,7 %, a prosječan broj korijena iznosio je 3,06. Dužina korijena je u prosjeku iznosila 8,33 cm, dužina koleoptile 3,45cm, dužina izdanka 5,69 cm, ukupna dužina klijanca 17,5 cm, pojava izdanka 34,0 %, masa svježe tvari 5,09 g, a masa suhe tvari 1,38 g.

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

**Mentor:** doc. dr. sc. Dario Iljkić

**Broj stranica:** 36

**Broj grafikona i slika:** 8

**Broj tablica:** 13

**Broj literaturnih navoda:** 19

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** zob, klijanci, temperatura, pH otopine, svojstva

**Datum obrane:** 23. rujna 2022.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednica
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**

**THE ROLE OF TEMPERATURE AND pH SOLUTION ON GERMINATION PARAMETERS OF OAT**

**Nina Grujić Tomas**

**Abstract:** The aim of the thesis was to examine the influence of different pH values and air temperature on germination and germination parameters of oat seedlings. The experiment used temperatures of 10 °C and 20 °C and pH solutions of 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 and 7.5. Examined were the parameters of germination energy, total germination, number of ungerminated seeds, total number of roots, seedling length, coleoptile length, shoot length and total length, mass of fresh and dry seedlings. The test was conducted under controlled conditions at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek during the year of 2022. The analysis of the variance revealed a significant role of temperature for seven examined properties while the pH of the solution was significant only for two properties. The interaction of temperature and pH solution was significant for eight properties. The determined average values for germination energy were 58.1 %, the total germination was 68.3 %, ungerminated seedlings were 31.7 %, and the average number of roots was 3.06. The average root length was 8.33 cm, the coleoptile length 3.45 cm, the shoot length 5.69 cm, the total seedling length 17.5 cm, the shoot emergence 34.0 %, the fresh mass 5.09 g, and the dry mass substance 1.38 g.

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

**Mentor:** doc. dr. sc. Dario Iljkić

**Number of pages:** 36

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 13

**Number of references:** 19

**Original in:** Croatian

**Key words:** oats, seedlings, temperature, pH of solutions, properties

**Thesis defended on date:** September 23, 2022

**Reviewers:**

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

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



