

Ispitivanje klijavosti proteinskog suncokreta u ekstremno kiseloj lužnatoj sredini

Knol, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:151:542874>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



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

Katarina Knol

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Ispitivanje klijavosti proteinskog suncokreta u ekstremno
kiseloj i lužnatoj sredini**

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Katarina Knol

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Ispitivanje klijavosti proteinskog suncokreta u ekstremno
kiseloj i lužnatoj sredini**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

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

Osijek, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo, smjer Ratarstvo

Završni rad

Katarina Knol

Ispitivanje klijavosti proteinskog suncokreta u ekstremno kiseloj i lužnatoj sredini

Sažetak

Cilj završnog rada bio je ispitati klijavost proteinskog suncokreta u ekstremno kiseloj i lužnatoj otopini te opisati morfološke karakteristike klijanaca. Lužnate otopine pripravljene su tako što su se NaOH u granulama otopio u određenoj masi u destiliranoj vodi (1 l vode) kako bi se postigle ekstremno lužnate sredine. Kisele otopine su pripravljene tako što se u destiliranu vodu dodavala H₂SO₄ uz konstantno mjerenje pH metrom (Mettler toledo) do ciljane pH vrijednosti vodene otopine od 2,5, 3,0 i 3,5. Ispitivanje klijavosti provedeno je tako što se na filter papir postavilo po 50 sjemenki proteinskog suncokreta u 4 ponavljanja. Nakon 3. dana je izbrojan broj iskljanih sjemenki, što predstavlja energiju klijanja. Nakon 10. dana je određena ukupna klijavost i broj ne iskljanog sjemena. Istraživanjem je utvrđeno da je energija klijanja bila najviša pri pH 3,5, a najniža pri pH 13,6 te 13,5. Utvrđena najviša ukupna klijavost je pri pH 3,5, također, najmanji broj neisklijalog sjemena pokazao se pri pH 3,5. Dužina korjenčića klijanaca te dužina stabljike pokazale su podjednake rezultate od pH 2,5 do pH 12,9 nakon čega dužina naglo opada. Ukupna dužina klijanaca je najviša utvrđena pri pH 3,5 te 12,9. Istraživanjem je utvrđeno da proteinski suncokret najpovoljnije uvjete za uzgoj ima na blago kiselom do neutralnom tlu.

Cljučne riječi: pH, klijanje, kiseline, lužine, suncokret

21 stranica, 8 tablica, 8 slika, 2 grafikona, 26 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Professional study, course Plant production

Final work

Katarina Knol

Germination of confectionery sunflower in externally acidic and alkaline media

Summary

The aim of the final work was to examine the germination of confectionery sunflower in extremely acidic and alkaline solution and to describe the morphological characteristics of seedlings. Alkaline solutions were prepared by dissolving NaOH in granules in a certain mass in distilled water (1 L of water) to achieve extremely alkaline media. Acidic solutions were prepared by adding H₂SO₄ to distilled water with constant pH measurement (Mettler toledo) to a target aqueous solution pH of 2.5, 3.0 and 3.5. The germination test was performed by placing 50 sunflower seeds in 4 replicates on filter paper. After the 3rd day, the number of germinated seeds was counted, which represents the germination energy. After 10 days, the total germination and the number of non-germinated seeds were determined. The study found that the germination energy was highest at pH 3.5 and lowest at pH 13.6 to 13.5. The highest total germination was found at pH 3.5, also, the lowest number of non-germinated seeds was shown at pH 3.5. The length of the seedling root and the length of the stem are indicators of equal results from pH 2.5 to pH 12.9 after which the length decreases sharply. The total length of seedlings was highest at pH 3.5 and 12.9. Research has shown that protein sunflower has the most favorable growing conditions on slightly acidic to neutral soil.

Key words: pH, germination, acidic solution, alkaline solution, sunflower

21 pages, 8 tables, 8 photos, 2 figures, 26 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Važnost i upotreba suncokreta.....	2
1.2. Porijeklo i rasprostranjenost uzgoja suncokreta	2
1.3. Proizvodnja suncokreta u svijetu.....	3
1.4. Proizvodnja suncokreta u Europskoj Uniji.....	4
1.5. Proteinski suncokret	4
1.6. Testiranje u laboratoriju.....	5
1.7. Ispitivanje klijavosti sjemena	6
1.8. Cilj istraživanja.....	6
2. MATERIJAL I METODE	7
3. REZULTATI I RASPRAVA	10
3.1. Energija klijanja i ukupna klijavost.....	10
3.2. Dužina korijena i stabljike te ukupna dužina	12
3.3. Regresijska analiza	18
4. ZAKLJUČAK	19
5. POPIS LITERATURE	20

1. UVOD

Suncokret je jednogodišnja biljka iz porodice glavočika (*Asteraceae*). Cvat suncokreta je glavica načinjena od jednospolnih i dvospolnih cvjetova. Jednospolni cvjetovi se duguljasti, žute boje i nalaze se na obodu glavice, neplodni su. Dvospolnih cvjetova ima puno više nalaze se unutar glavice sitni su i neugledni ali plodni (Sečen, 1946., Borealis, 2021.).

Stabljika suncokreta je robusna i uspravna. U početku tanka i lomljiva, kasnije odrvenjela gruba i debela. Kod jačeg intenziteta svjetlosti te smanjenja vlage dolazi do smanjenja visine stabljike, a kod kasnih rokova sjetve stabljike ostaju kratke te se kao takve koriste za stočnu ishranu (Kolak, 1994.; Seiler, 1997.).

Listovi na stabljici su naizmjenično raspoređeni, najčešće imaju 23 – 32 lista po stabljici, a hibridi duže vegetacije imaju i veći broj listova (Vratarić i sur., 2004.). Korijen biljke suncokreta ima veliku moć upijanja te je sposoban iskoristiti vodu i hranjive tvari iz dubljih slojeva tla te teže topivih oblika (Vratarić i sur., 2004.).



Slika 1. Suncokret (Knol K.)

1.1. Važnost i upotreba suncokreta

Suncokret je važna medonosna biljka koja ima veliku upotrebu u prehrambenoj industriji za proizvodnju jestivog ulja. Razlikujemo uljni i proteinski suncokret. Sjeme uljnog suncokreta sadrži od 45 do 55% ulja i 13 do 20% bjelančevina (Pospišil, 2013.). Ulje suncokreta bogato je nezasićenim masnim kiselinama i vitaminima D, E, K i A. Polusušivo je te se od njega proizvode margarin, stearin, sapun, farmaceutski proizvodi, boje, lakovi i drugi proizvodi (Gagro, 1998.). Dok sjeme proteinskog suncokreta sadrži 17 do 21% proteina, a koristi se u prehrani ljudi kao cjelovita jezgra, proteinsko brašno ili grickalice i kao hrana za ptice. Nusproizvodi suncokreta su sačme (dobivene ekstrakcijom sjemena suncokreta) i pogače (dobivene prešanjem) koje su bogate bjelančevinama te služe kao kvalitetna stočna hrana.

Suncokret je biljka sa širokim spektrom primjene te tako ima važnu ulogu u poboljšanju prehrane i zaštiti okoliša uslijed sve veće zabrinutosti zbog klimatskih promjena te zdravlja. Suncokretovo ulje sadrži najveći postotak vitamina E od svih biljnih ulja te ne sadrži kolesterol. Osim D, E, K i A vitamina sadrži i vitamine C i B1 te minerale kao što su fosfor, magnezij, bakar i cink. Uz zdravu prehranu može pomoći zaštititi tijelo od raznih genetski naslijeđenih bolesti te srčanih problema. Također ulje suncokreta koristi se i za njegu kože budući da ju ono hidratizira te regenerira (Hrgović, 2016.).

1.2. Porijeklo i rasprostranjenost uzgoja suncokreta

Suncokret potječe iz Amerike (Meksiko, Peru). Nakon otkrića Amerike prenesen je u Europu. Španjolci su ga 1510. godine donijeli u svoju zemlju, a odatle se širio u druge zemlje. Suncokret je najprije uzgajan kao ukrasna biljka. Sjeme je korišteno za prehranu ptica, a ljudi su jeli jezgru iz sjemena. Puno je vremena prošlo dok se suncokret počeo uzgajati na ranicama za proizvodnju ulja. Prvi šut je ulje iz suncokreta dobiveno 1840.godine. Njegovu proizvodnju prihvatili su i širili Rusi, pa su i danas u Rusiji najveće površine zasijane suncokretom (Gagro, 1998.)

U Hrvatskoj je suncokret vrlo mlada kultura, uzgaja se te 60-ak godina (Gagro, 1998.)

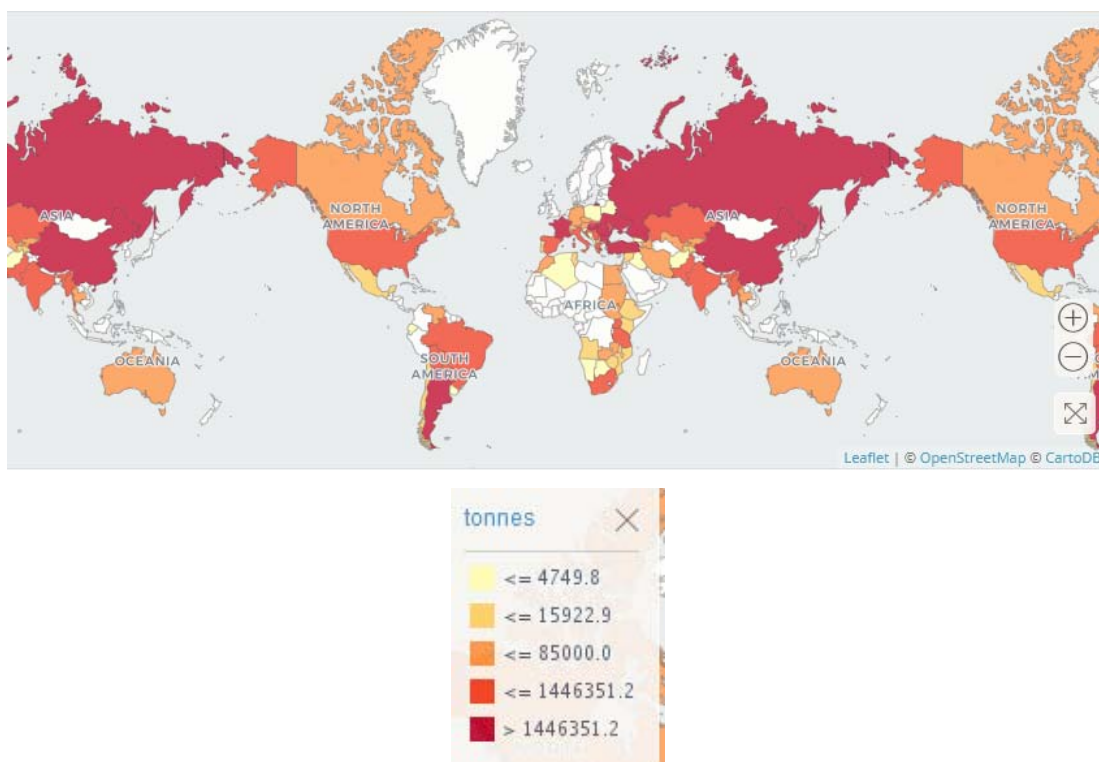
1.3. Proizvodnja suncokreta u svijetu

Svjetska proizvodnja suncokreta 2019. godine iznosila je 26 milijuna hektara (Mladinović i Hladni, 2019.). Najvećih pet proizvođača suncokreta u svijetu uzgajaju 69% svih površina pod suncokretom što iznosi oko 18,9 milijuna hektara (Tablica 1.).

Tablica 1. Top pet proizvođača suncokreta prema proizvodnoj površini u svijetu (2019. godine) (Kleffmann group)

Zemlja	Proizvodna površina (ha)
Rusija	8 000 000
Ukrajina	6 200 000
Argentina	1 700 000
Rumunjska	1 700 000
Kina	1 300 000

Najbolji proizvođač suncokreta prema prinosu 2019. godine bila Srbija sa 3,0 t/ha, nakon nje Kina sa 2,6 t/ha te Turska sa 2,4 t/ha. Ukrajina i Moldavija su se našle na četvrtom mjestu sa prinosom od 2,3 t/ha hektara (Mladinović i Hladni, 2019.).



Slika 2. Svjetska proizvodnja suncokreta u tonama 2010. – 2019. godine (FAOStat, 2021.)

1.4. Proizvodnja suncokreta u Europskoj Uniji

U Europi suncokret se uzgaja na približno 18 posto površina, od svih zemalja EU Hrvatska ima najveći prinos po hektaru suncokreta prema tome su naši poljoprivrednici visoko ocjenjeni. Prinos po hektaru suncokreta u RH iznosi 2,68 t u Njemačkoj 2,38 t te u Austriji 2,27 t.

1.5. Proteinski suncokret

Proteinski suncokret uglavnom je po morfološkim karakteristikama sličan uljnom suncokretu, glavna razlika je između veličina glavica. Uzgoj uljnog i proteinskog je sličan u pogledu agrotehničkih mjera, međutim, činjenica je da različita tržišta imaju i različite zahtjeve prema proizvodu, ti zahtjevi se očituju u pogledu boje ljuske, veličine sjemena, prinosa i sličnih svojstava čime je takav uzgoj najčešće skuplji od normalnog uzgoja (Hladni, 2016.).

Kod stvaranja hibrida proteinskog suncokreta važno je kombiniranje gena za visoke prinose i fizikalne osobine sjemena.

U istočnoj Europi suncokret je postao glavni usjev. Iako je glavnina proizvodnje suncokreta namjenjena proizvodnji ulja i suncokretove pogače i sačme, tržište sjemenki proteinskog suncokreta također raste. Korištenje proteinskog suncokreta u istočnoj Europi ima dugu tradiciju (Rusija, Turska, Ukrajina).



Slika 3. Sjeme proteinskog suncokreta (Knol, K.)

1.6. Testiranje u laboratoriju

Testiranje sjemena u laboratoriju vrlo je važno za daljni uzgoj (Pavlović, 2016.). Prva se klasifikacija obavlja pregledom sjemena prateći fizikalna svojstva sjemena, boju ili oblik. Time možemo prepoznati tip sjemena neke vrste, npr. kultivar pšenice prepoznamo po boji (crvena, žuta, bijela), kultivar kukuruza prepoznamo po obliku sjemena (tvrđunac, zuban). Druga se klasifikacija obavlja kemijskim analizama, mogu se obavljati i drugi testovi npr. Utvrditi postotak glikozinulata ili eruka kiselina.

1.7. Ispitivanje klijavosti sjemena

Ispitivanje klijavosti sjemena vrši se zbog utvrđivanja sjetvene norme. Postoje brojne metode ispitivanja klijavosti sjemena. Metode ispitivanja uključuju utvrđivanje energije klijanja, koeficijent brzine klijanja, indeks klijanja, postotak klijanja i mnoge druge. (Scott i Jones, 1984.)

Jedna od metoda je naklijavanje sjemena na filter papiru, ujedno prikazana u radu, gdje se na filter papir natopljen vodenom otopinom, koja može imati različite pH vrijednosti kako bi se analizirao utjecaj takvih otopina na klijance, slaže sjeme biljke kojoj želimo ispitati klijavost, potom se filter papir rola i sprema u plastične vrećice te odlaže u komoru na naklijavanje. Nakon 3 dana utvrđuje se energija klijanja sjemena te nakon 10 dana slijedi mjerenje klijanaca te se utvrđuje ukupna klijavost.

1.8. Cilj istraživanja

Cilj završnog rada bio je ispitati klijavost proteinskog suncokreta u ekstremno kiseloj i lužnatoj otopini te opisati morfološke karakteristike klijanaca.

2. MATERIJAL I METODE

Lužnate otopine pripremljene su tako što su se NaOH u granulama otopio u određenoj masi u destiliranoj vodi (1 L vode) kako bi se postigle ekstremno lužnate sredine (Tablica 2.).

Tablica 2. Priprema ekstremno lužnatih otopina za ispitivanje klijavosti proteinskog suncokreta

Masa NaOH	Molarna koncentracija	pH Otopine
1,416	36,53 mM	12,56
2,922	73,06 mM	12,86
5,844	146,11 mM	13,16
8,766	219,16 mM	13,34
11,688	292,21 mM	13,47
14,610	365,26 mM	13,56

Kisele otopine su pripremljene tako što se u destiliranu vodu dodavala H_2SO_4 uz konstantno mjerenje pH metrom (*Mettler toledo*) do ciljane pH vrijednosti vodene otopine od 2,5, 3,0 i 3,5 (Slika 4.).



Slika 4. Kisele otopine pripremljene do pH vrijednosti 2,5, 3,0 i 3,5 (Knol, K.)

Ispitivanje klijavosti provedeno je tako što se na filter papir postavilo po 50 sjemenki proteinskog suncokreta u 4 ponavljanja (Slika 5.). Slika 5. prikazuje sjemenke proteinskog suncokreta posložene na filter papir (lijevo), nakon čega se on preklopi (desno) i zarola te stavi u plastičnu vrećicu (zbog sprječavanja gubitka vlage) te budu smještene u komoru za naklijavanje.



Slika 5. Sjemenke proteinskog suncokreta posijane na filter papir navlažen otopinom (Knol, K.)

Nakon 3. dana je izbrojan broj iskljanih sjemenki, što predstavlja energiju klijanja. Nakon 10. dana je određena ukupna klijavost i broj ne iskljanog sjemena (Slika 6.).



Slika 6. Klijanci proteinskog suncokreta 3.dan - energija klijanja (Knol, K.)

Nakon 10. dana klijanci su izmjereni ručno (Slika 7.). Mjerene su dužina korijena i stabljice, a ukoliko nije bilo vidljive razlike između korijena i stabljike, izmjerena je samo ukupna dužina klijanaca (Slika 8.).



Slika 7. Mjerenje klijanaca 10. dan (Knol K.)



Slika 8. Prikaz klijanaca 10. dan (Knol K.)

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Energija klijanja i ukupna klijavost

Energija klijanja predstavlja ujednačenost i brzinu klijanja sjemena i pokazatelj je kvalitete sjemena. Što je klijanje brže rezultati u sjetvi biti će bolji, nicanje će biti ujednačenije, otpornost na vanjske utjecaje te štetnike i bolesti će biti veća (Guberac, 2000.; Bukvić i sur., 2008.a; Bakotić, 2019.; Mirković, 2015.).

Prema rezultatima istraživanja prosječna energija klijanja izmjerena 3. dan iznosila je 38% (Tablica 3.)

Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na energiju klijanja budući da je statistička značajnost na razini $p < 0,05$.

Najveća energija klijanja utvrđena je pri pH vrijednosti otopine 3,5 (prosječno 81 %), dok je najmanja energija klijanja utvrđena u ekstremno lužnatoj sredini na pH 13,5 i pH 13,6 (28, odnosno 18 %).

Tablica 3. Energija klijanja 3. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Energija klijanja (%)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	70	bc
2,5	61	c
3,0	69	bc
3,5	81	a
12,6	72	ab
12,9	69	bc
13,2	68	bc
13,3	45	d
13,5	28	e
13,6	18	e
Prosjek	38	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

Ukupna klijavost izmjerena je 10. dan naklijavanja te je iznosila prosječno 76 %. (Tablica 4.). Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na ukupnu klijavost sjemena zbog utvrđene statističke značajnosti na razini $p < 0,05$.

Najveći udio klijanaca utvrđen je na kiseloj otopini pH vrijednosti 3.5, a iznosio je 94%. Dok je najmanji udio utvrđen kod ekstremno lužnate otopine pH vrijednosti 13,6 te je iznosio 49% ukupne klijavosti.

Istraživanjem je utvrđeno da različite vrijednosti pH imaju velik utjecaj na ukupnu klijavost sjemena te da proteinski suncokret ne reagira dobro na ekstremno lužnate vodene otopine, dok kod ekstremno kiselih otopina ima skoro jednaku klijavost kao na neutralnom pH.

Tablica 4. Ukupna klijavost 10. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Ukupna klijavost (%)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	85	b
2,5	82	b
3,0	85	b
3,5	94	a
12,6	80	bc
12,9	77	bc
13,2	77	bc
13,3	72	c
13,5	61	d
13,6	49	e
Prosjek	76	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

3.2. Dužina korijena i stabljike te ukupna dužina

Desetog dana ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta udio ne isklijanog sjemena iznosio je u prosječno 24% (Tablica 5.).

Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na udio ne isklijanog sjemena zbog utvrđene statističke značajnosti na razini $p < 0,05$. Najveći udio ne isklijanog sjemena zabilježen je u ekstremno lužnatoj otopini pH vrijednosti 13,6 te je iznosio 51%. Najmanji broj ne isklijanog sjemena utvrđen je na kiseljoj otopini pri pH vrijednosti 3,5, a iznosio je 6%.

Istraživanjem je utvrđeno da je sjeme proteinskog suncokreta bolje reagiralo na ekstremno kiselim vodenim otopinama, broj ne iskljalih sjemenki je znatno manji nego na lužnatim otopinama te je time utvrđeno da sjeme proteinskog suncokreta jako loše reagira na lužnate otopine. Ukupna klijavost sjemena naklijanog na vodenoj otopini pH vrijednosti 13,6 iznosi samo 49%.

Tablica 5. Udio ne isklijanog sjemena 10. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Ne isklijano sjeme (%)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	16	d
2,5	18	d
3,0	16	d
3,5	6	e
12,6	20	dc
12,9	23	dc
13,2	24	dc
13,3	28	c
13,5	39	b
13,6	51	a
Prosjek	24	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

Prosječna dužina korjenčića u ovom istraživanju iznosila je 3,2 cm. Najveća prosječna dužina korjenčića iznosila je 4,7 cm u ekstremno lužnatoj otopini pH vrijednosti 12,9. U ekstremno lužnatim otopinama od pH 13,3 do pH 13,6 dužinu korjenčića nije bilo moguće izmjeriti budući da su bili izrazito sitni ili ih nije niti bilo. (Tablica 6.)

Tablica 6. Dužina korijenčića klijanaca proteinskog suncokreta 10. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Dužina korijenčića (cm)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	3,6	bc
2,5	3,6	bc
3,0	4,0	ab
3,5	4,0	ab
12,6	3,1	c
12,9	4,7	a
13,2	2,9	c
13,3	0	d
13,5	0	d
13,6	0	d
Prosjek	3,2	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na dužinu korjenčića sjemena zbog utvrđene sttističke značajnosti na razini $p < 0,05$.

Istraživanjem je utvrđeno da vodena otopina kisele pH vrijednosti nije imala znatan utjecaj na dužinu korjenčića klijanca, čak se pokazalo da je sjeme bolje reagiralo na kiselu otopinu (pH 3,5 te 3,0) te na lužnatu otopinu pH vrijednosti do 12,9 nego na neutralnu (kontrola), međutim povećanjem pH vrijednosti lužnate otopine sjeme je pokazalo znatno manju mogućnost rasta korijena, odnosno na pH vrijednostima 13,3, 13,5 te 13,6 nije bilo moguće izmjeriti korjenčić budući da na većini sjemenki nije niti izrastao.

Prosjek ukupne dužine klijanaca 10. dana ispitivanja klijavosti iznosio je 6,3 cm (tablica 7.). najveća dužina utvrđena je pri pH 3,5 i 12,9 (9,0 odnosno 8,8 cm).

Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na ukupnu dužinu klijanaca zbog utvrđene statističke značajnosti na razini $p < 0,05$.

Razlike u dužini klijanaca se ne razlikuju previše od kontrole (destilirane vode) do pH 12,9, nakon čega se počinje primjećivati značajan pad, odnosno smanjenje prosječne dužine klijanaca. Pa je tako u tablici vidljivo da je najmanja dužina klijanaca utvrđena pri pH 13,6, 13,5 te 13,3 (2,1 odnosno 2,9 cm).

Tablica 7. Ukupna dužina klijanaca proteinskog suncokreta 10. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Dužina klijanaca (cm)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	8,4	ab
2,5	8,5	ab
3,0	8,0	abc
3,5	9,0	a
12,6	7,6	c
12,9	8,8	ab
13,2	5,2	d
13,3	2,9	e
13,5	2,9	e
13,6	2,1	e
Prosjek	6,3	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

Prema rezultatima istraživanja prosječna dužina stabljike klijanaca iznosila je 3,7 cm (Tablica 8.).

Različite pH vrijednosti otopina imale su statistički značajan utjecaj na ukupnu dužinu stabljike zbog utvrđene statističke značajnosti na razini $p < 0,05$.

Najveća dužina stabljike utvrđena je pri pH 3,5, 2,5 te na kontroli, a iznosile su 5,0 odnosno 4,9 cm. Dok je najmanja utvrđena dužina iznosila 2,1 odnosno 2,2 cm pri pH 13,6 odnosno 13,2.

Tablica 8. Dužina stabljike klijanaca proteinskog suncokreta 10. dan ispitivanja klijanja proteinskog suncokreta

pH vodene otopine	Dužina stabljike (cm)	Razlika između srednjih vrijednosti
Kontrola – destilirana voda	4,9	a
2,5	4,9	a
3,0	4,0	c
3,5	5,0	a
12,6	4,6	ab
12,9	4,1	bc
13,2	2,2	d
13,3	2,9	d
13,5	2,9	d
13,6	2,1	d
Prosjek	3,7	

Razlika između srednjih vrijednosti koja je označena različitim slovima ^{a,b,c} označava statističku značajnost na razini $p < 0,05$

Istraživanjem je utvrđeno da kisele vodene otopine, te lužnate otopine do pH vrijednosti 12,9 nisu imale velika odstupanja od kontrolne (neutralne) otopine te su imale približno jednaku dužinu stabljike dok se na otopinama pH vrijednosti od 13,2 do 13,6 dužina stabljike znatno smanjila te time ukazala na štetnost lužnate vodene otopine na rast stabljike klijanaca.

Ispitivanjem klijavosti proteinskog suncokreta utvrđeno je da sjeme bolje reagira na vodene otopine kiselih pH vrijednosti, čak i bolje nego na neutralnoj (kontrolnoj) otopini te da podnosi pH vrijednosti lužnatih otopina do 12,6 nakon čega naglo pada broj iskljanih klijanaca, ukupna dužina, dužina stabljike, dužina korjenčića, a smanjena im je i energija klijanja.

Prema rezultatima istraživanja klijavosti sjemena crvene djeteline pri različitim temperaturama i pH vrijednostima (4, 5, 6 i 7) utvrđeno je da je prosječna klijavost sjemena bila najveća na pH vrijednostima 4 i 6 dok je najmanja bila na pH 5. Dužina klijanaca crvene djeteline iznosila je od 2,059 do 8,677 cm, utvrđeno je da je pH imao utjecaj na dužinu klijanaca, a najduži zabilježeni klijanci su bili na pH 5 kod bijele djeteline te na pH 4 kod crvene djeteline (Bukvić i sur., 2008.b.).

Parađiković i sur. (2008.) navode da tretman s biostimulatorom daje pozitivan učinak na energiju klijanja te kako je prilikom testiranja klijavosti pozitivan učinak biostimulatora gubi zbog moguće kompeticije s mikroorganizmima primarno inficiranog sjemena.

Ispitivanjem klijavosti karanfila pri različitim pH vrijednostima (3,5, 4,5, 5,5, 7,5, 8,5) utvrđeno je da je najpovoljniji pH tla za sjetvu karanfila umjereno kiselo do neutralno. Najmanja energija klijanja utvrđena je na pH 8,5 dok je najveća utvrđena na pH 4,5. Jednak rezultat utvrđen je kod mjerenja dužine korjenčića klijanaca gdje se pH 4,5 pokazao kao najpovoljniji, a pH 8,5 najlošiji za uzgoj. (Živić, 2020.).

Ispitivanjem klijavosti daliije pri različitim pH vrijednostima (3,5, 4,5, 5,5, 6,5, 7,5, 8,5) utvrđeno je da je najbolja klijavost sjemena daliije pri pH vrijednosti 7,5, a iznosila je 69%. Ukupna dužina klijanaca te dužina korjenčića najbolji rezultat je dobila pri pH vrijednosti 5,5 te 8,5, a najmanji pri pH 3,5 te 4,5. Istraživanjem je utvrđeno da daliija najbolje uspijeva na lužnatoj i neutralnoj do blago kiseljoj podlozi (Penić, 2020.).

Ispitivanjem klijavosti sjemena soje te krmnog graška pri različitim pH vrijednostima otopina utvrđeno je da različite pH vrijednosti vodenih otopina nisu imale utjecaj na energiju klijanja i klijavost sjemena ali je došlo do značajne promjene kod dužine korjenčića i izdanaka za korijen. Za sve kultivare najveće utvrđene vrijednosti za dužinu korijena bile su pri pH 6, a za izdanak pri pH 6 i 7. Najmanje vrijednosti su utvrđene pri pH 7 za korijen te pH 5 i 8 za izdanak. Istraživanjem je utvrđeno da je najpogodnija pH vrijednost sjetvene podloge (tla) za uzgoj soje i krmnog graška neutralna (Bukvić i sur., 2007.).

Ispitivanjem klijavosti tri različite vrste biljaka iz *poaceae* porodice (*Eragrostis curvula* Nees. (weeping lovegrass), *Andropogon hallii* Hack. cv. *Elida* (sand bluestem), *Panicum antidotale* Retz. (blue panic) pri različitim pH vrijednostima (2,5, 4,0, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0, 7,5, 8,0, 8,5, 10,0, 11,5) utvrđeno je da na svaku od vrsta pH ima različit utjecaj Na sjemenu *Eragrostis curvula* Nees. Pri pH 2,5 do klijanja sjemena nije došlo kao niti kod *Panicum antidotale* Retz. *Andropogon hallii* Hack. cv. *Elida* jedino klijanje je utvrđeno pri pH 2,5, te je utvrđeno da je najveći postotak klijavosti pri pH 5,5 te 6,0, a najmanji 2,5. Najveći postotak klijavosti kod *Panicum antidotale* Retz. utvrđen je pri pH 8,5 do 11,5 čime je dokazano da je za nju najpovoljnije bazično tlo za uzgoj. *Eragrostis curvula* Nees. Imala je podjednak postotak klijavosti na svim ispitanim vodenim otopinama osim pri pH 2,5 gdje nije došlo do klijanja (Stubbemdieck, 1974.).

Ispitivanjem klijavosti crvene djeteline je utvrđeno da su različite pH vrijednosti vodenih otopina značajno utjecale na klijavost sjemena. Tako je utvrđeno da du prosječne dužine hipoklita i dužine klijanaca bile najveće na pH 4 najveća dužina korijena je zabilježena na pH 5, dok je energija klijanja bila najbolja na pH 4 i 5. istraživanjem je utvrđeno i da starost sjemena utječe na klijavost sjemena, energiju klijanja dužinu klijanaca i hipokotila, pa je tako doveden zaključak da energija je klijanja, klijavost sjemena te ukupna dužina klijanaca veća kod sjemena starosti 3 godine, a dužina hipokotila te ukupna dužina klijanaca kod sjemena starog 5 godina (Bukvić i sur., 2009.).

Ispitivanjem klijavosti različitih kultivara lucerne došlo je do značajnih razlika u dužini hipokotila, klijavosti te energiji klijanja. Pri pH 4 dobivene su veće vrijednosti za svojstva klijavosti, dužinu korijena i hipokotila. Kultivar Vuka bio je najmanje osjetljiv na temperaturu, a najviše na pH vrijednost. Kultivar Slavonka bio je najosjetljiviji na povećanje

pH vrijednosti. Istraživanjem je utvrđeno da je pH vrijednost otopina imala utjecaj na klijanje sjemena, ali su potrebna dodatna istraživanja koja bi mogla uputiti na izbor sjemena za sjetvu na tlima različitih pH vrijednosti. (Bukvić i sur. 2008.)

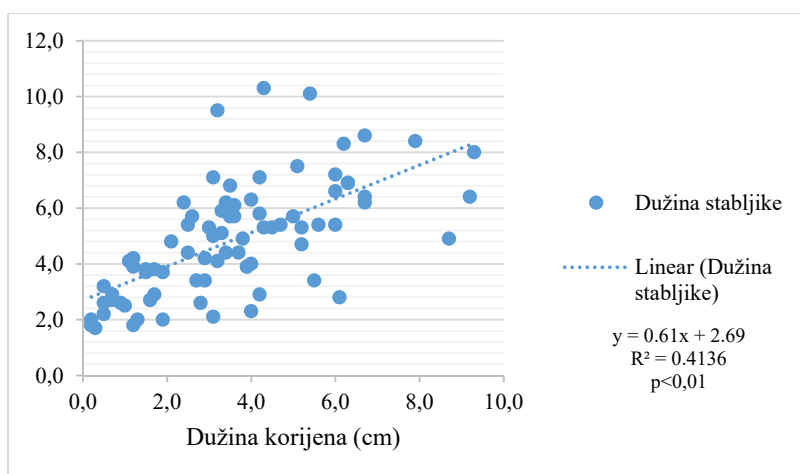
Buranji i sur. (2019.) navode da je najveći udio zdravih i normalno razvijenih klijanaca utvrđen je na pH 5,5 (70%), a najmanji na pH 8,5 (59%). Ovisno o pH, nije utvrđen statistički značajan utjecaj na morfološka svojstva klijanaca lana na dužina klijanca, dužina korijenčića i dužina stabljike.

Kraljićak (2019.) navodi da je na dužinu koleoptile značajno utjecala temperatura (10 °C i 20 °C) i pH otopina. Pri nižoj temperaturi koleoptila se razvila vrlo slabo uz bolje vrijednosti pri pH 6,5 i 5,5. Na dužinu izdanka statistički značajan utjecaj imala je samo temperatura dok je kod pH vrijednosti on izostao tj. učinak nije značajan. U cjelokupnom pokusu zabilježena je najveća dužina izdanka pri temperaturi od 20 °C i pH vrijednosti 7,5.

Ryan i sur. (1975.) je proveo istraživanje s vrstama *Panicum antidotale*, *Pennisetum ciliare*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis lehmanniana*, *Medicago sativa*, na pH vrijednostima 5,0, 4,0, 3,0 2,0 i 1,0 te na pH vrijednosti 1,0 nije utvrđeno klijanje, dok je na pH 3,0 klijavost smanjena za 75 % kod *Medicago sativa*. Autor ističe kako su H⁺ ioni djeluju toksično u visokim koncentracijama na klijance te se ne preporuča dodavanje H₂SO₄ u tla, uslijed negativnog učinka na klijavost sjemena.

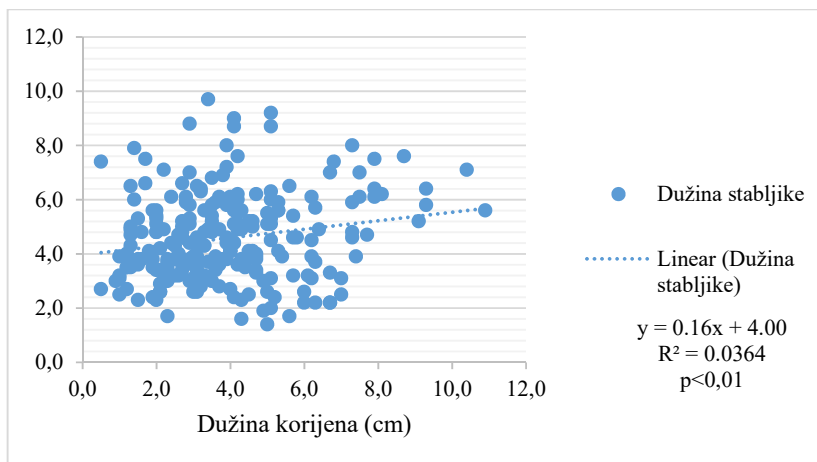
3.3. Regresijska analiza

Regresijska analiza napravljena je samo za kontrolni tretman i za tretman s kiselinama, jer kod lužina razlika između korijenčića i stabljike nije bila jasno izražena na svim tretmanima. Prema regresijskoj analizi, utvrđeno je da se za svaki centimetar povećanja dužine korijena, dužina stabljike povećava za 0,61 cm (Grafikon 1.) i to prosječno za sva ponavljanja.



Grafikon 1. Dijagram rasipanja dužine korijena i dužine stabljike proteinskog suncokreta na kontrolnom tretmanu (N=80)

Prema regresijskoj analizi, utvrđeno je da se za svaki centimetar povećanja dužine korijena, dužina stabljike povećava za 0,16 cm (Grafikon 2.) i to prosječno za sva ponavljanja.



Grafikon 1. Dijagram rasipanja dužine korijena i dužine stabljike proteinskog suncokreta (N=240)

4. ZAKLJUČAK

Istraživanjem je utvrđeno da su različite pH vrijednosti vodene otopine imale velik utjecaj na klijanje sjemena, energiju klijanja, dužinu korjenčića, dužinu stabljike, ukupnu dužinu, broj neisklijalog sjemena te ukupnu klijavost sjemena.

Naklijavanjem proteinskog suncokreta utvrđeno je da je energija klijanja bila najviša pri pH 3,5, a iznosila je oko 81% , a najniža pri pH 13,6 te 13,5 (18 odnosno 28 %).

Najviša ukupna klijavost utvrđena je pri pH vrijednosti vodene otopine 3,5, također, najmanji broj neisklijalog sjemena pokazao se pri pH 3,5.

Najveća utvrđena dužina korjenčića klijanaca bila je pri pH 12,9 te je iznosila oko 4,7 cm, međutim pri pH vrijednostima od 12,9 do 13,6 dužina korjenčića bila je izrazito mala ili ga uopće nije bilo, pri pH vrijednostima 2,5, 3,0, 3,5 i 7 dužina klijanaca je bila podjednaka. Najveća dužina stabljike utvrđena je pri pH 3,5, 2,5 te na kontroli, a iznosile su 5,0 odnosno 4,9 cm. Dok je najmanja utvrđena dužina iznosila 2,1 odnosno 2,2 cm pri pH 13,6 odnosno 13,2.

Ukupna dužina klijanaca je najviša utvrđena pri pH 3,5 te 12,9, međutim na kiselim vodenim otopinama dužina klijanaca je podjednaka dok je kod bazičnih vodenih otopina iznad pH 12,9 klijanac kraći.

Istraživanjem je utvrđeno da proteinski suncokret najpovoljnije uvjete za uzgoj ima na blago kiselom do neutralnom tlu, kod bazičnih otopina zabilježeni su dobri rezultati jedino pri pH 12,6 te 12,9 dok su kod kiselih vodenih otopina sve vrijednosti podjednake sa neutralnom (kontrolnom) otopinom.

5. POPIS LITERATURE

1. Agriculture & rural development: Sunflower production – A Concise Guide. https://www.kzndard.gov.za/images/Documents/RESOURCE_CENTRE/GUIDELINE_DOCUMENTS/PRODUCTION_GUIDELINES/Look-n-Do/Sunflower%20Production.pdf (3. 9. 2021.).
2. Bakotić, Ž. (2019.): Ispitivanje klijavosti sjemena vrste *Hypericum olympicum* L., Diplomski rad, Farmaceutsko biokemijski fakultet, Zagreb
3. Berglund, D. R., Ashley, R., & Bradley, C. A. (2007.). Sunflower Production (Introduction only).
4. Borealis L.A.T. (2021.): Suncokret, <https://www.borealis-lat.com/hr/hr/crop/sunflower-19> (28. 8. 2021.)
5. Bukvić, G., Grljušić S., Liška, A., Antunović, M., Kiš, D., Buković A. (2007.): Klijavost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine, Sjemenarstvo 24 (73 – 84.)
6. Bukvić, G., Grljušić S., Rozman, V., Liška A., Lović I.(2008.a): Utjecaj pH i temperature na energiju klijanja, klijavost, dužinu korijena i hipokotila klijanaca različitih kultivara lucerne (*Medicago sativa* L.). Poljoprivreda, 15(1), 23-28.
7. Bukvić, G., Grljušić, S., Stanisavljević, A., Varga, I., Mrkulj, A., Jozić, A. (2008.b): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kultivara crvene djeteline, Sjemenarstvo 27 (43 – 55.)
8. Bukvić, G., Grljušić S., Josipović, A., Greger, Ž., Marijanović, M., Bilušić, Lj. (2009.): Klijanje sjemena crvene djeteline (cv. Viola) u zavisnosti o pH vrijednosti vodene otopine i starosti sjemena
9. Buranji, I., Varga, I., Lisjak, M., Iljkić, D., & Antunović, M. (2019.): Morphological characteristic of fiber flax seedlings regard to different pH water solution and temperature. Journal of Central European Agriculture, 20(4), 1135-1142.
10. FAOStat (2021.), <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (3. 9. 2021.)
11. Gagro M. (1998.): Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva – industrijsko i krmno bilje, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 320.
12. Guberac, V. (2000.): Sjemenarstvo ratarskih kultura, interna skripta, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

13. Hrgović, S. (2016.): Proizvodnja suncokreta, 22. ožujka 2016., savjetodavna služba, <https://www.agrobiz.hr/agrosavjeti/proizvodnja-suncokreta-778> (12. 8. 2021.).
14. Kolak I. (1994.): Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura, Nakladni zavod globus, 486.
15. Kraljičak M. (2019.): Uloga temperature i pH otopine na parametre klijavosti raži, Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek.
16. Mirković T. (2015.): Ispitivanje klijavosti sjemena cinije (*Zinnia elegans* Jacq.) i karanfila (*Dianthus caryophyllus* L.). Završni rad, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek
17. Mladinović, D., Hladni, N. (2019.): Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia
18. Pavlović M. (2016.): Ujecaj različitg osvjetljenja na klijavost damaščanske crnjike (*Nigella damascena* L.) i različka (*Centaurea cyanus* L.), Završni rad, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek
19. Parađiković N., Vinković T., Radman D. (2008.): Utjecaj biosimulatora na klijavost sjemena cvjetnih vrsta, Sjemenarstvo 25 (25-32)
20. Penić, D. (2020.): Ispitivanje klijavosti *Dahlia* sp. pri različitim pH vrijednostima. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
21. Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo II. dio - industrijsko bilje, Zrinski d.d., Čakovec
22. Ryan, J., Miyamoto, S., Stroehlein, J.L. (1975.): Effect of Acidity on Germination of some Grasses and Alfalfa. Journal of Range Managment
23. Sečen B. (1946.): Suncokret i soja, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 54
24. Stubbendieck, J. (1974.): Effect of pH on Germination of Three Grass Species, Journal of range menagment 27 (1)
25. Vratarić, M. i sur. (2004.): Suncokret (*Helianthus annuus* L.). Osijek: str.1-11.
26. Živić T. (2020.): Ispitivanje klijavosti *Dianthus caryophyllus* L. pri različitim pH vrijednostima, Završni rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek