

# Utjecaj egzogene primjene 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina na klijavost sjemena predivog lana

---

**Karavidović, Dino**

**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:151:423068>

*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

Dino Karavidović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Utjecaj egzogene primjene 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina  
na klijavost sjemena predivog lana (*Linum usitatissimum* L.)**

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dino Karavidović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Utjecaj egzogene primjene 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina  
na klijavost sjemena predivog lana (*Linum usitatissimum* L.)**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Dejan Agić, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Vesna Rastija, članica
3. doc. dr. sc. Ivana Varga, članica

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Završni rad

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo  
Dino Karavidović

**Utjecaj egzogene primjene 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina  
na klijavost sjemena predivog lana (*Linum usitatissimum* L.)**

**Sažetak:** Cilj ovog završnog rada bio je istražiti učinak 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina na klijavost sjemena predivog lana. Predtretman sjemena predivog lana izvršen je močenjem sjemena u vodi, 2 % DMSO, 1,0 mM otopinama 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina u trajanju od 15 minuta. Sjeme je potom naklijavano 7 dana nakon čega su izmjereni klijavost, masa, dužina korjenčića, stabljičice i ukupna dužina klijanca. Istraživanje je pokazalo da egzogena primjena 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina ne pokazuju značajan utjecaj na ispitivane parametre. Klijanci predtretirani s 1,0 mM 3-acetil-8-hidroksi-2*H*-kromen-2-onom imali su najviše prosječne vrijednosti za dužinu korjenčića, masu klijanca i klijavost sjemena, a najveća vrijednost prosječne dužine stabljičice i dužine klijanca pokazala se kod klijanaca predtretiranih 3-acetil-6-hidroksi-2*H*-kromen-2-onom. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako bi se 3-acetil i 3-cijano derivati kumarina mogli koristiti kao potencijalni predtretman za zaštitu sjemena predivog lana od patogena jer ne pokazuju značajan nepovoljan utjecaj na rani rast i razvoj klijanaca.

**Ključne riječi:** predivi lan, kumarini, predtretman, klijavost  
26 stranica, 1 tablica, 19 slika, 5 grafikona, 20 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 DOCUMENTATIO CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Bsc Thesis

Undergraduate university study Agriculture, course Plant production  
Dino Karavidović

**The effect of exogenously applied 3-acetyl and 3-cyano coumarin derivatives on fiber flax  
(*Linum usitatissimum* L.) seed germination**

**Summary:** This study aimed to investigate the effect of 3-acetyl and 3-cyano coumarin derivatives on germination of flax seeds. Pre-treatment of flax seeds was performed by soaking the seeds in water, 2% DMSO, 1.0 mM solutions of 3-acetyl and 3-cyano coumarin derivatives for 15 minutes. The seeds were then germinated for 7 days after which germination, weight, root length, stems and total seedling length were measured. The study showed that exogenous application of tested coumarin derivatives did not significantly affect the examined parameters. Seedlings pretreated with 1.0 mM 3-acetyl-8-hydroxy-2*H*-chromen-2-one had the highest average values for root length, seedling weight and seed germination, while the highest average stem length values and seedling length were shown in seedlings pretreated with 3-acetyl-6-hydroxy-2*H*-chromen-2-one. From the obtained results it can be concluded that 3-acetyl and 3-cyano coumarin derivatives could be used as a potential pretreatment to protect flax seeds from pathogens since they do not show a significant adverse effect on early growth and development of seedlings.

**Keywords:** fiber flax, coumarins, pretreatment, germination

26 pages, 1 table, 19 figures, 5 charts, 20 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and indigital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Morfološka svojstva lana .....	2
1.2. Sjetva.....	10
1.3. Gnojidba.....	10
1.4. Žetva.....	10
1.5. Odnos prema vodi .....	11
1.6. Odnos prema tlu .....	12
1.7. Odnos prema temperaturi .....	12
1.8. Odnos prema svjetlosti .....	12
1.9. Kumarini.....	12
2. MATERIJALI I METODE.....	14
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	18
3.1. Klijavost sjemena .....	18
3.2. Dužina stabljičice .....	19
3.3. Dužina korjenčića.....	20
3.4. Dužina klijanca.....	21
3.5. Masa klijanca.....	22
4. ZAKLJUČAK.....	24
5. POPIS LITERATURE.....	25

## 1. UVOD

Nema sigurnih dokaza o podrijetlu lana, ali prema Vavilovu (1920.) postoji teorija da lan potječe sa dva područja. Prva govori da lan potječe iz jugoistočne Azije, a druga da potječe iz sjeverne Afrike ili sredozemnog područja. U Švicarskoj su pronađeni pougljenjeni ostaci hrane od sjemenki lana, ostaci konca, užadi, mreža i tkanine od lanenog vlakna koji datiraju iz razdoblja 7000 godina pr. Krista (Shekhar Sharma i Van Sumere, 1992.). Lan se uzgajao od Kine i Indije sve do Egipta i Rima. Uz konoplju bio je najvažniji izvor vlakana u Europi dok se nisu osnovale plantaže pamuka u Americi.

Lan se upotrebljava za dobivanje vlakna (za rublje, posteljinu, ručnike, odjeću, presvlake za namještaj, cerade, šatore, vreće i druge tkanine), kućine (u građevinskoj i automobilskoj industriji), pozdera (ogrjevni i izolacijski materijal, papir) i sjemena sa 35 - 47% ulja (prehrambena industrija, hrana za ptice, sapun, boje, lakovi, linoleum, uljano platno, tiskarska tinta, umjetna koža, premazi za ceste otporni na sol i dr.) (Butorac, 2009.).

Sjeme lana ima visok udio nezasićenih masnih kiselina, a sadrži i visok udio omega-3 masnih kiselina i fitohormona liganina. Prema novijim medicinskim istraživanjima, oni sprječavaju nastanak tumora, ali i smanjuju njihov rast (Budwig, 2007.).

Lan pripada porodici *Linaceae*, koja ima 22 roda, a praktično značenje ima samo rod *Linum* L. Od velikog broja vrsta lana (200), najveću proizvodnu važnost ima obični lan (*Linum usitatissimum* L.), koji se pretežno uzgaja u umjerenom i suptropskom dijelu sjeverne hemisfere.

Kultivirane forme predivog lana najvjerojatnije su nastale od trajnoga ili dvogodišnjega uskolisnog lana, *Linum angustifolium* Huds. Bliže srodstvo između *Linum angustifolium* Huds. i divljih lanova potvrđuju neka svojstva cvijeta (homostilia), jednak broj kromosoma (obje forme po 30) i mogućnost međusobnog križanja. Lan divlje raste u jugozapadnoj Europi, a kod nas ga ima u Istri i Dalmaciji (Pasković, 1966.).

Prema podatcima iz Food and Agriculture Organization (FAO) iz 2004. god. u svijetu se lan uzgaja na 3 180 240 ha. To je većinom uljani lan. Predivi lan se uzgaja na 534 568 ha od čega je 359 568 ha u Europi. Glavna područja na kojima se uzgaja lan su: Francuska, Nizozemska, Belgija i Njemačka (sjeverozapadna Europa), Rusija, Poljska, Rumunjska i Češka (istočna Europa), Egipat i Kina. Prosječan prinos suhe stabljike lana u Europi je 8 - 10 t/ha, a vlakna 1 - 3 t/ha.

U Hrvatskoj su se od 1930-ih godina postupno smanjivale površine zasijane lanom (od 4 793 ha u 1950. na 697 ha u 1987. godini), a proizvodnja je potpuno prestala 1988. godine (Butorac, 2009.).

### 1.1. Morfološka svojstva lana

Lan ima vretenast korijen. Korijen čini 15% ukupne mase biljke i raste sve do početka cvatnje. Glavni dio korjena stvara se u oraničnom sloju i prodire od 60 do 100 cm u dubinu.

Stabljika je zeljasta, okrugla, uspravna i glatka. Kod predivog lana stabljika se grana u gornjem dijelu biljke (Slika 1.).

Na postranim granama razvijaju se tobolci kojih u predivoga lana može biti od 6 do 10, a uljanoga do 50. Vlakno se dobiva iz stabljike, iz dijela između nodija kotiledona i prve grane. Udio vlakna u stabljici iznosi od 30 do 40 % (Butorac i sur., 2003., 2004.a, 2004.b, 2006.a, 2006.b, 2006.c).

Visina stabljike ovisi o tipu lana, sorti, sklopu, količini oborina u vegetacijskom razdoblju i o plodnosti tla. Rast lanene biljke nakon nicanja je sporiji. Tek mjesec dana nakon nicanja stabljika počinje naglo rasti. Ako je u to vrijeme temperatura zraka visoka i nema dovoljno oborina, stabljika će biti niža. Predivi lan naraste do 170 cm (Butorac, 2009.).



Slika 1. Grananje predivog lana

Izvor: Butorac, 2009.



Slika 2. Stabljika lana

Izvor: Butorac, 2009.

Odnos dužine i debljine stabljike lana zove se stasitost ili vitkost biljke. Što je taj koeficijent veći, to je stabljika vitkija. Najpoželjnije bi bilo da se stabljika lana što manje grana i da je površina glatka, te da je svjetlije boje i bez ožiljaka od listova.

Na poprečnom presjeku stabljiku čine kutikula, primarna i sekundarna kora, epiderma, snopić i vlakana, srčika i šupljina i drveni cilindar. Za namjene u tekstilnoj industriji najvažniji je broj snopića vlakna, njihov oblik, raspored u biljci i sklop likovih vlakanaca u njima. Deblje stabljike mogu imati više snopića vlakna i likovih stanica, ali na kraju dati manje vlakna zato što im je povećana ostala masa kao što su kora, drvo i srčika.

Boja vlakna je bijela, blijedožutkasta, žutkastosiva, srebrnasta ili čeličnosiva (Slika 3.). Poželjno je da boja vlakna bude što svjetlija i jednoličnija. Ima svilenkast sjaj, pa odatle i naziv sjeverna svila. Vlakno se dobro bijeli (tada gubi do 30 % svoje čvrstoće) i dobro prima boje (Butorac, 2009.).



Slika 3. Vlakno lana

Izvor: <https://lh3.googleusercontent.com/>



List lana je uzak, sjedeći i lancetast (Slika 4.). Površina mu je pokrivena voštanom prevlakom. Ta prevlaka utječe na boju koja poprima sivkasti odsjaj. Listovi su naizmjenično poredani. Veličina listova ovisi o prehrani biljke, sklopu, vlazi i osvjetljenju, dužina listova je od 15 do 40 mm, a širina od 2 do 4 mm. Listovi ostaju na stabljici tri do pet tjedana, a pri dozrijevanju žute od baze prema vrhu stabljike i istim redom otpadaju. Predivi lan ima do 100 listova, uljani oko 140 listova.



Slika 4. Listovi predivog lana

Izvor: <https://www.minnesotawildflowers.info/>

Stabljika lana se grana i na svakoj toj grančici se nalazi cvijet. Oblik cvijeta može biti tubast, zvonast, ali najčešće je široko otvoren. Cvjetovi su dvospolni i sastoje se od pet prašnika, tučka, pet kruničnih listića i pet čašićnih listića (Slika 5.).



Slika 5. Cvijet lana

Izvor: <http://1.bp.blogspot.com/>

Latice mogu biti plave, ljubičaste i bijele boje, a cvjetovi su štitastog oblika. Lan je samooplodna kultura, a postotak stranooplodnje može biti do 5 %. Cvatnja počinje od osnove prema vrhu, i to u ranim jutarnjim satima. Cvatnja traje različito dugo, ovisno o broju cvjetova i vanjskim uvjetima (Butorac, 2009.).

Kod lana se plod naziva tobolac (Slika 6.) i najčešće je okruglog oblika, a može biti različite veličine. Kod predivog lana širina i dužina ploda je od 5 - 8 mm. Podijeljen je na pet dijelova, a u svakom bi se dijelu trebale nalaziti dvije sjemenke. Međutim, obično u tobolcu ima od 6 do 8 sjemenki, ovisno o sorti, klimatskim uvjetima, sklopu i prehrani biljke (Butorac, 2009.). Broj tih tobolaca varira od biljke do biljke.



Slika 6. Tobolac lana

Izvor: <https://www.vrtlarica.com/>

Sjeme lana je sitno, plosnato, jajolikog oblika i smeđe boje (Slika 7.). Broj sjemena po tobolcu je nasljedna karakteristika. Sjeme se sastoji od sjemene ljuske, klice, endosperma i dvije supke. Masa 1000 sjemenki predivog lana iznosi 3 - 6,5 grama, a hektolitarska masa iznosi 65 - 75 kg.

Sjeme se relativno lako čuva u skladištu u rinfuznom stanju. Ako je dobro uskladišteno, može se koristiti za sjetvu i nakon višegodišnjeg čuvanja. Ne smije biti tretirano fungicidima jer naglo gubi klijavost. Pri klijanju sjeme upija vodu u količini od 100 do 180% svoje mase i postane sluzavo. Kod predivog lana na sjeme otpada 10 do 12 % cjelokupne mase biljke, a kod uljanoga više od 30 % (Butorac, 2009.).



Slika 7. Sjeme lana

Izvor: <https://gospodarski.hr/>

Faze rasta lana su klijanje i nicanje, faza sporog rasta, faza brzog rasta, faza cvjetanja i faza dozrijevanja. Klijanje i nicanje započinje izlaženjem vegetativnog vrha (Slika 8.), traje 10 dana uz dnevnu temperaturu od 6 °C.



Slika 8. Lan u fazi nicanja

Izvor: Butorac, 2009.

Faza sporog rasta traje od 15 do 25 dana i u toj fazi biljka naraste do oko 15 cm. U ovoj fazi se formira 15-ak kratkih listića, ali najvažniji dio ove faze je razvoj korjenovog sustava kako bi mogao prodrjeti duboko u tlo. Faza brzog rasta nastupa odmah poslije faze sporog rasta i traje 20 do 30 dana. U ovoj fazi stabljika dnevno raste po 3 - 5 cm u visinu. Listovi su vodoravni i dulji (Slika 9.) nego u fazi sporog rasta. Ova faza se još naziva i faza pupova zato što se na kraju ove faze pojavljuju pupovi na vrhu stabljike.



Slika 9. Faza brzog rasta lana

Izvor: <https://www.plantea.com.hr/>

Faza cvjetanja započinje pojavom prvog cvijeta na vrhu stabljike lana (Slika 10.). Kod predivog lana cvatnja traje 3 do 5 dana i ne cvatu svi cvjetovi u isto vrijeme. Na kraju faze cvatnje biljka prestaje rasti.



Slika 10. Lan u fazi cvjetanja

Izvor: <https://www.vrtlarica.hr/>

Faza dozrijevanja počinje stvaranjem tobolca lana koji u sebi sadrži sjeme. Faze dozrijevanja lana dijele se na zelenu, ranu žutu, žutu i punu zrelost, a predivi lan se čupa u fazi rane žute zriobe, koja obično traje 30-ak dana.



Slika 11. Dozrijevanje lana

Izvor: <https://cdn.agroklub.com/>

## 1.2. Sjetva

Optimalan rok sjetve lana u Hrvatskoj je od sredine 3. mjeseca do sredine 4. mjeseca. Trebalo bi ga posijati što ranije da bi se mogle iskoristiti zalihe zimske vlage. Opasnost rane sjetve (polovina ožujka) bi bio rani proljetni mraz i prevelika količina vode u tlu, a kod kasne sjetve (polovina travnja) lan brzo prođe kroz prvih par faza rasta i u svibnju zbog visokih temperatura biljka može ostati preniska. Gledajući po tome najbolji rok sjetve bi bio kraj ožujka, tj. početak travnja. Ozimi lan sije se od sredine kolovoza do sredine rujna. Optimalan sklop lana bi bio 1800 biljki po m<sup>2</sup>. Međuredni razmak bi trebao biti 10 - 12 cm, a dubina tla 2 - 3 cm.

## 1.3. Gnojidba

Stajsko gnojivo i zelena gnojidba za lan se ne primijenjuju direktno. Da bi prinos stabljike bio od 8 do 9 t/ha, a prinos vlakna od 2 t/ha lan bi trebalo gnojiti s 35 kg/ha dušika, 100 kg/ha fosfora i 150 kg/ha kalija, NPK gnojivima formulacije 7:20:30, u količini od 500 kg/ha (300 kg/ha treba unijeti u tlo prije srednje dubokog oranja, a 200 kg/ha unijeti prije predsjetvene pripreme tla) (Butorac i sur., 2003., 2004.a, 2006.a, 2006.b, 2006.c). Gnojidba mora biti precizna jer prevelika doza dušika uzrokuje povećano stvaranje vegetativne mase, što nakraju uzrokuje polijeganje lana. Fosfor je vrlo važan jer pozitivno djeluje na razvoj korijenovog sustava. Od mikro elemenata najvažniju ulogu ima bor zbog povećanja prinosa.

## 1.4. Žetva

Žetva lana za vlakno započinje u ranoj žutoj zriobi (početkom srpnja). Tad je donji dio stabljike žute boje, a gornji su dijelovi stabljike uključujući tobolce žutozelene boje. Predivi lan čupa se zajedno sa korijenom. Žetva lana se obavlja čupačima (Slika 12.).

Za rad stroja potreban je smao jedan radnik. Počupanu masu odlaže između kotača traktora, a radna širina mu je 1,5 m, te brzina 5 - 7 km/h. Učinak za 10 sati rada je otprilike 6 - 8 ha (Šimetić, 1995.).



Slika 12. Čupač lana

Izvor: Butorac, 2009.

Nakon žetve lan ostaje na polju nekoliko dana da se prosuši. Za to vrijeme vlaga stabljike pada na 12 – 14 %. Ako se on jednolično suši, onda ga treba okretati sa posebnim strojevima koji se zovu okretači. Nakon sušenja lan se veže u snopove ili se balira.

### **1.5. Odnos prema vodi**

Lan ima najveće potrebe za vodom u fazi formiranja cvjetova i pupova. Predivi lan ne podnosi dobro sušu pa ga je najbolje sijati u vlažnijim područjima (preko 600 mm oborina godišnje) (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/uljarice-predivo-bilje/lan-85/>).



## **1.6. Odnos prema tlu**

Za uzgoj predivog lana su najpogodnija strukturna tla (pjeskovito-ilovasta, ilovasto-pjeskovita tla) sa pH od 6,2 - 7,2 i dobrim vodo-zračnim režimom (<https://www.agroklub.com>).

U zoni korijena nalazi se velik broj mikroorganizama, ali mnogo manje nego u drugih biljaka. Mikroorganizmi tla prevode organske i teže topljive mineralne tvari tla u pristupačan oblik za biljke, a opskrbljuju biljke produktima svog metabolizma, tvarima rasta tipa vitamina i biljnih hormona (Pasković, 1966.).

## **1.7. Odnos prema temperaturi**

Predivi lan voli vlažna i umjereno topla područja. Minimalna temperatura za predivi lan je 3 °C, a optimalna 20 °C. Najosjetljiviji prema niskim temperaturama je u prvim fazama, tj. u fazi klijanja i nicanja (<https://www.mojvrt.hr/>).

## **1.8. Odnos prema svjetlosti**

Lan je biljka dugog dana i za rast i razvoj mu je potrebna velika količina svjetlosti. Najbolje mu odgovaraju mjesta gdje se često izmjenjuje oblačno i vedro vrijeme jer se u takvim uvjetima biljka manje grana pa se tako iz stabljike dobije vlakno bolje kvalitete (<https://www.agroklub.com/>).

## **1.9. Kumarini**

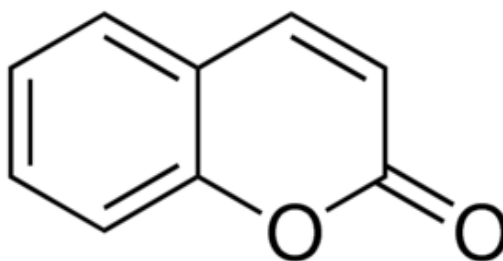
Kumarini i njihovi derivati široko su rasprostranjeni u prirodi, možemo ih naći u različitim biljkama, voću i povrću. Njihova je upotreba ograničena i dopuštena zakonom samo u određenim koncentracijama. Proučavanje kumarina počelo je prije 200 godina, a 1820. godine je prvi put izoliran iz biljke *Coumarouna odorata Aube (Dipteryx odorata)*.

Kumarin je poznat po ugodnom mirisu na vaniliju, ili kao miris pokošenog sijena (Liu i sur., 2010.).

Koristi kao sredstvo za fiksiranje i pojačavanje u parfemima i dodaje se sapunu i detergentima, pasti za zube, duhanskim proizvodima i nekim alkoholnim pićima (Lake, 1999.). Također se koristi kao zaslađivač i pojačivač prirodnih ulja kao kod lavande, dodatak

hrani u kombinaciji s vanilinom (Tyagi i sur., 2005.). Velike količine još se koriste kao dodaci gumi i plastičnim materijalima, kao i u bojama i sprejevima za neutralizaciju neugodnih mirisa (Lake, 1999.).

Kumarini pokazuju mnoštvo bioloških aktivnosti; djeluju kao antihelmintici (paraziti, crvi (helmini) u živim organizmima, najčešće probavnom sustavu), sedativi i hipnotici, a pokazuju i analgetsko i hipotermičko djelovanje. Ostale biološke aktivnosti uključuju inhibiciju agregacije krvnih pločica, citokroma P450 i steroidne 5 $\alpha$ -reduktaze, spazmolitičku, antikoagulacijsku, antibakterijsku, antikancerogenu i anti HIV aktivnost (Molnar i Čačić, 2011.).



Slika 13. Struktura kumarina

Izvor: <https://www.sigmaaldrich.com/>

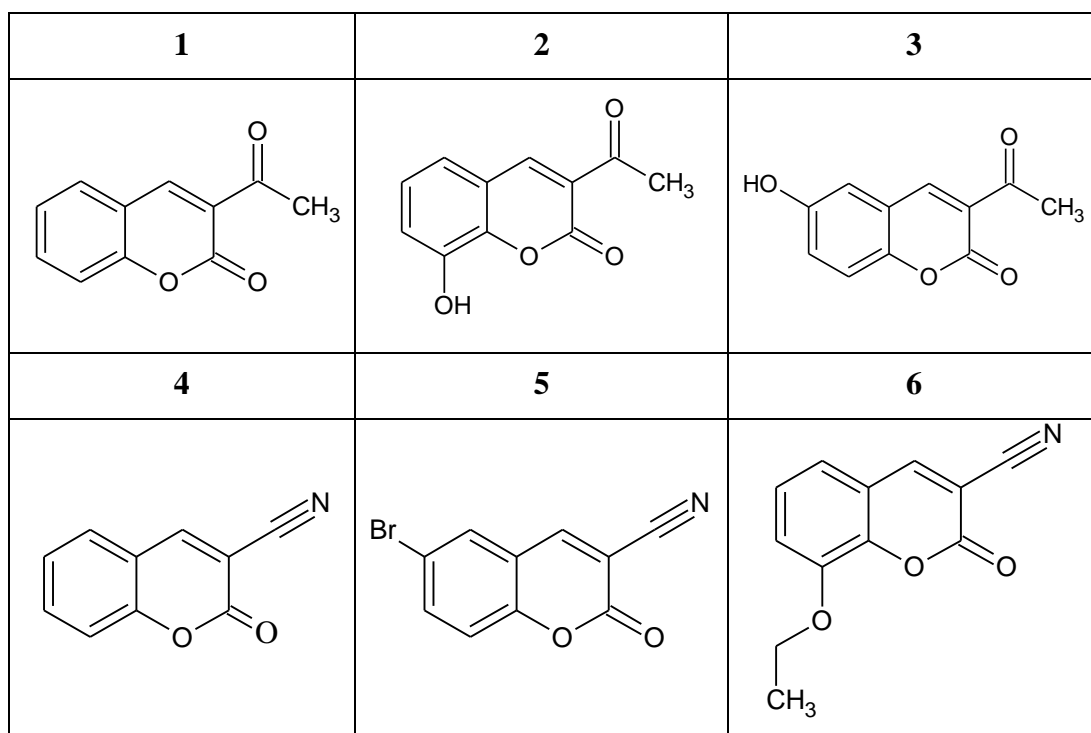
Kumarin često nalazimo u duhanskim proizvodima i umjetnim nadomjescima za vaniliju, iako je u mnogim zemljama zabranjen kao dodatak hrani od sredine 20-og stoljeća, jer je umjereno toksičan za jetru i bubrege (LD50 = 275 mg/kg). Kao dodatak hrani, kumarin je zabranjen 1978. g. u SAD-u te kao dodatak cigaretama 1997. g., ali se još koristi kao dodatak u duhanu za lule.

Maksimalno dopuštena količina kumarina u hrani i nealkoholnim pićima u Hrvatskoj propisana je Pravilnikom o aromama (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi RH, 2010.), koji je usklađen s novom uredbom Europskog vijeća 1334/2008 (European Commission, 2008), i iznosi 5 mg/kg za deserte, 15 mg/kg za fine pekarske proizvode (osim tradicionalnih pekarskih proizvoda s cimetom, koji je naveden na deklaraciji), 20 mg/kg za žitarice za doručak, uključujući muesle, i 50 mg/kg za tradicionalne pekarske proizvode s cimetom, koji je naveden na deklaraciji.

Cilj ovog završnog rada bio je istražiti učinak 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina na klijavost sjemena predivog lana.

## 2. MATERIJALI I METODE

U istraživanju je korišteno sjeme predivog lana (*Linum usitatissimum* L.), sorta Lirina. Ispitani derivati kumarina sintetizirani su Knoevenagelovom kondenzacijom u eutektskom otapalu na Prehrambeno tehnološkom fakultetu u Osijeku. Ispitan je utjecaj sljedećih derivata kumarina: **(1)** 3-acetil-2*H*-kromen-2-on, **(2)** 3-acetil-8-hidroksi-2*H*-kromen-2-on, **(3)** 3-acetil-6-hidroksi-2*H*-kromen-2-on, **(4)** 2-okso-2*H*-kromen-3-karbonitril, **(5)** 6-bromo-2-okso-2*H*-kromen-3-karbonitril i **(6)** 8-etoksi-2-okso-2*H*-kromen-3-karbonitril. Strukture navedenih spojeva prikazani su na Slici 14. Derivati kumarina (1,0 mM) bili su otopljeni u 2 % vodenoj otopini dimetilsulfoksida (DMSO) proizvođača Sigma-Aldrich, (St. Louis, MO, SAD). Za naklijavanje sjemena korišten je filter papir LLG Filter circles, quantitative medium/fast  $\varphi=185$  mm (Meckenheim, Njemačka) te klima komora ARALAB FitoClima 600 (Rio de Mouro, Portugal) dok je za vaganje klijanaca korištena analitička vaga KERN ABT 220-4M (Balingen, Njemačka).



Slika 14. Strukture 3-acetil (**1-3**) i 3-cijano (**4-6**) derivata kumarina

Izvor: Vesna Rastija

Predtretman sjemena predivog lana izvršen je u plastičnim epruveticama (Slika 15.), močenjem sjemena u vodi, 2 % vodenoj otopini dimetilsulfoksida (DMSO) ili 1,0 mM otopinama 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina u vremenu od 15 minuta. Nakon predtretmana sjeme je posušeno i naklijavano u petrijevim zdjelicama  $\varphi = 190$  mm na podlozi 2 filter papira navlaženog s 8 mL destilirane vode (Slika 16.). Sjeme (50 sjemenki u 4 ponavljanja) je naklijavano u kontroliranim uvjetima u klima komori pri stalnoj temperaturi od 22 °C i 50 % relativne vlažnosti zraka. Radi sprječavanja isparavanje vode tijekom naklijavanja petrijeve zdjelice su zamotane u plastičnu vrećicu (Slika 17.). Za kontrolu sjeme je naklijavano u petrijevim zdjelicama bez predtretmana. Klijavost sjemena predivog lana, masa klijanaca te morfološki parametri (dužina korjenčića, stabljjičice i ukupna dužina klijanca) izmjereni su 7. dan nakon sijanja (Slika 18. i Slika 19.). Statistička obrada podataka izvršena je u programskom paketu SAS Enterprise Guide 7.1. (2021 SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, SAD). Istraživanje je provedeno kao monofaktorijalni pokus u četiri ponavljanja s 50 klijanaca po ponavljanju.



Slika 15. Predtretman sjemena predivog lana

Izvor: Dino Karavidović



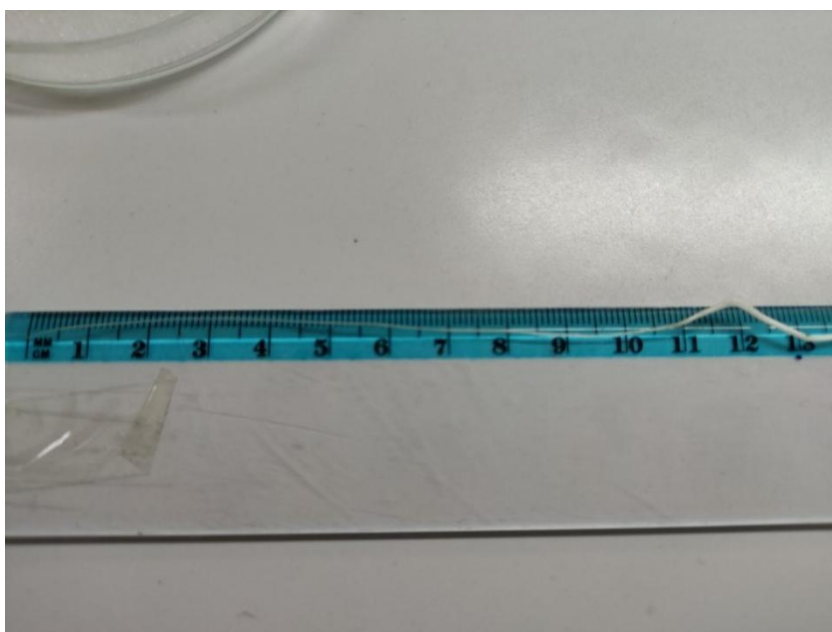
Slika 16. Naklijavanje sjemena u petrijeve zdjelice

Izvor: Dino Karavidović



Slika 17. Sjeme predivog lana po tretmanima u klima komori

Izvor: Dino Karavidović



Slika 18. Mjerenje dužine korjenčića

Izvor: Dino Karavidović



Slika 19. Vaganje svježe mase klijanca

Izvor: Dino Karavidović

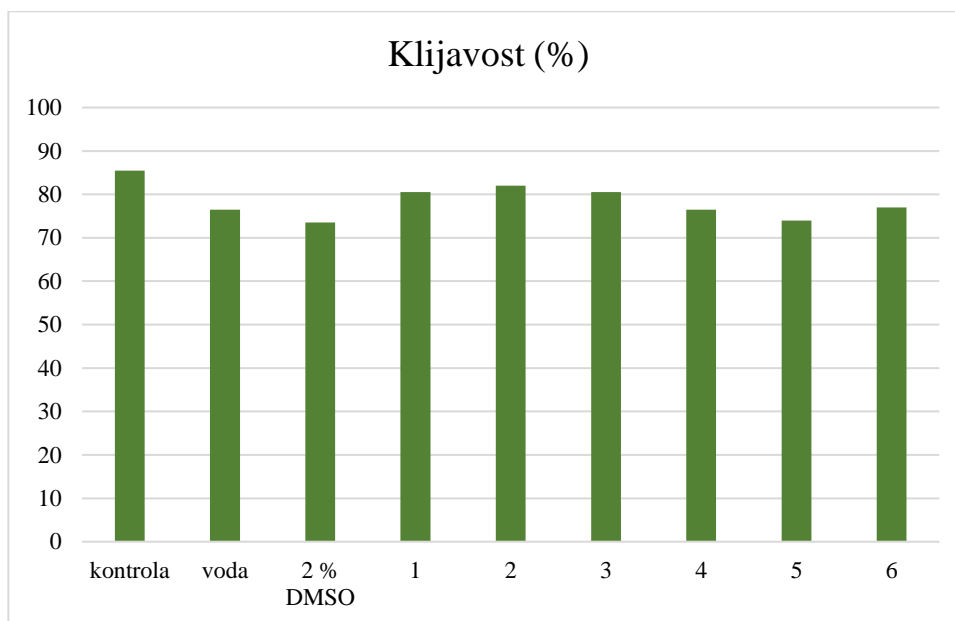
### 3. REZULTATI I RASPRAVA

#### 3.1. Klijavost sjemena

Najviša prosječna vrijednost postotka klijavosti sjemena utvrđena je kod klijanaca u kontrolnoj skupini (85,5 %), ali se značajno nije razlikovala od ostalih tretmana. Uspoređujući dobivene rezultate klijavosti sjemena predtretiranih svim derivatima kumarina, najveću prosječnu vrijednost imali su klijanci u predtretmanu sa spojem **2** (82 %) dok je najniža klijavost utvrđena kod klijanaca u predtretmanu sa spojem **5** (74 %) (Grafikon 1.). Rezultati statističke analize varijance pokazuju da ispitivani derivati kumarina nisu značajno utjecali na postotak klijavosti sjemena (Tablica 1.).

Tablica 1. Utjecaj predtretmana sjemena predivog lana vodom, 2 % DMSO i 1,0 mM 3-acetil (**1-3**) i 3-cijano (**4-6**) derivatima kumarina na dužinu stabljice, dužinu korjenčića, dužinu klijanca, masu klijanca i klijavost sjemena.

	dužina stabljice (cm)	dužina korjenčića (cm)	dužina klijanca (cm)	masa klijanca (g)	klijavost (%)
<b>kontrola</b>	2,3893 ± 0,20	3,1787 ± 0,05	5,568 ± 0,21	0,0267 ± 0,0029	85,5 ± 3,00
<b>voda</b>	2,6356 ± 0,77	3,3049 ± 0,62	5,9405 ± 1,39	0,0293 ± 0,0058	76,5 ± 8,23
<b>2 % DMSO</b>	2,6361 ± 0,40	3,5607 ± 0,53	6,1968 ± 0,89	0,0277 ± 0,0047	73,5 ± 10,75
<b>1</b>	2,3272 ± 0,29	3,1804 ± 0,27	5,5076 ± 0,53	0,0276 ± 0,0037	80,5 ± 3,42
<b>4</b>	2,1127 ± 0,36	3,3177 ± 0,38	5,4303 ± 0,67	0,0275 ± 0,0028	76,5 ± 3,00
<b>2</b>	2,5336 ± 0,28	3,5962 ± 0,39	6,1298 ± 0,60	0,0307 ± 0,0012	82 ± 4,90
<b>5</b>	2,345 ± 0,25	3,2443 ± 0,17	5,5893 ± 0,37	0,0284 ± 0,0029	74 ± 5,89
<b>3</b>	2,7343 ± 0,19	3,4906 ± 0,10	6,2249 ± 0,29	0,0306 ± 0,0029	80,5 ± 11,47
<b>6</b>	2,5721 ± 0,24	3,1921 ± 0,21	5,7642 ± 0,32	0,0274 ± 0,0013	77 ± 10,00
<b>F test</b>	1,11	0,89	0,84	0,72	1,12
<b>p</b>	0,3851	0,5403	0,575	0,6719	0,3844

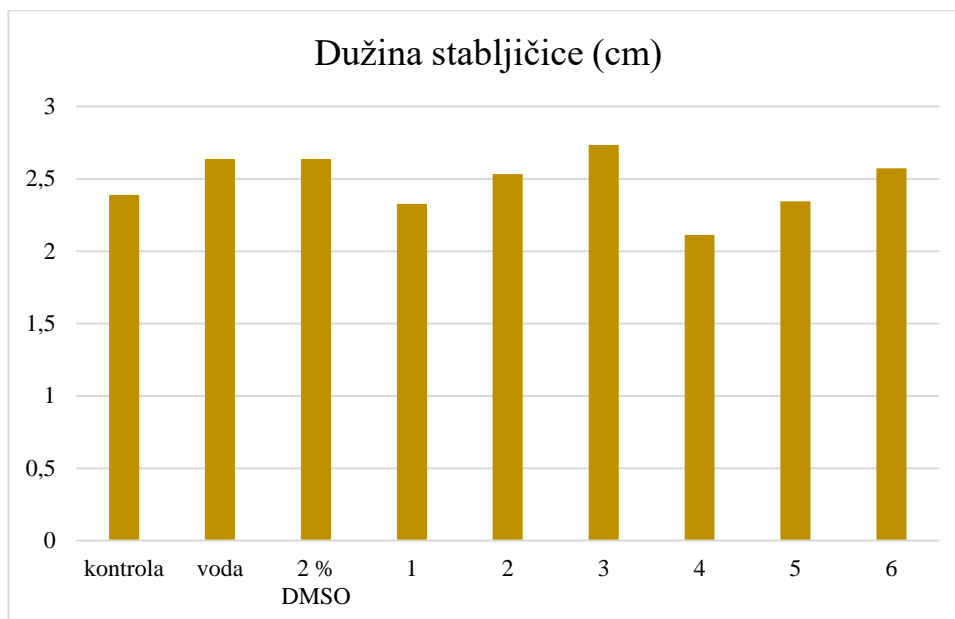


Grafikon 1. Postotak klijavosti sjemena predivog lana

### 3.2. Dužina stabljice

Statistička analiza varijance (Tablica 1.) pokazala je da predtretman sjemena predivog lana ispitivanim derivatima kumarina nije značajno utjecao na dužinu stabljice. Najveću prosječnu vrijednost dužine stabljice imali su klijanci u predtretmanu sa spojem **3** (2,7343 cm), dok je najmanja prosječna dužina utvrđena kod klijanaca u predtretmanu sa spojem **4** (2,1127 cm). Rezultati mjerenja prosječne dužine stabljice predivog lana prikazani su u Grafikonu 2.

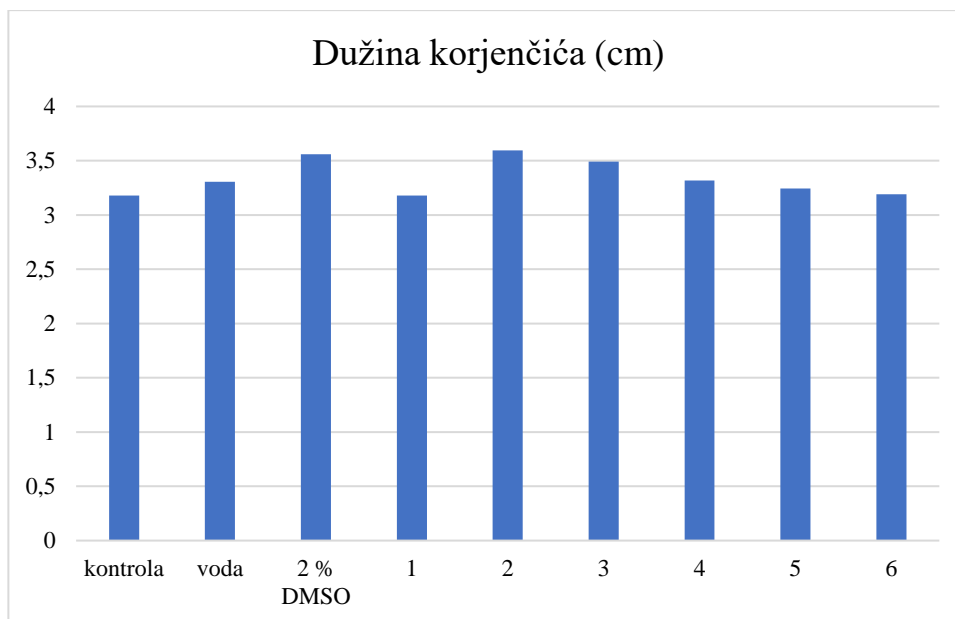




Grafikon 2. Prosječna dužina stabljice predivog lana

### 3.3. Dužina korjenčića

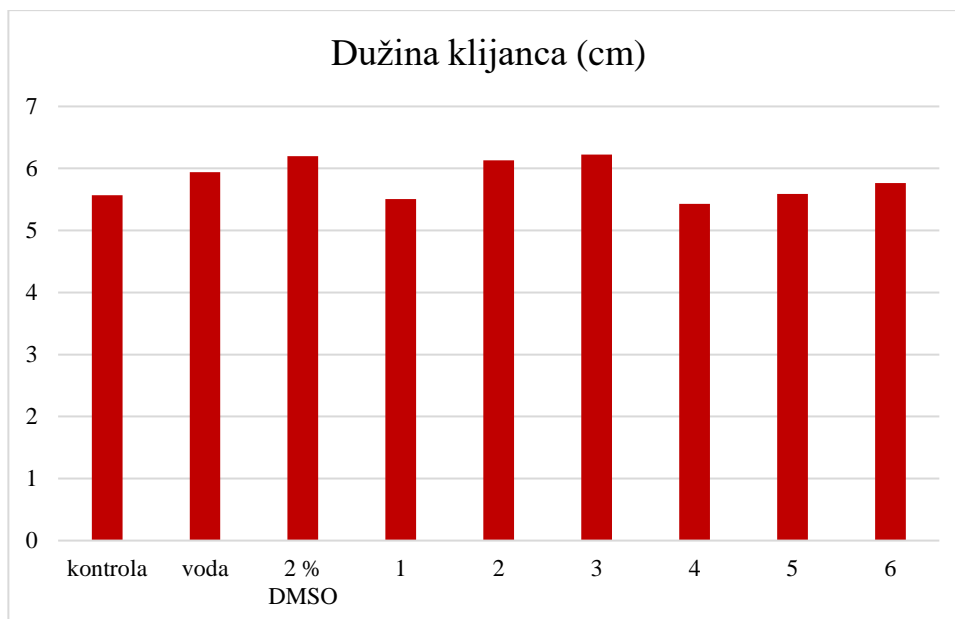
Statističkom analizom (Tablica 1.) nije utvrđen značajan utjecaj ispitivanih 3-acetil i 3-cijano derivata kumarina na prosječnu dužinu korjenčića predivog lana. Vrijedi istaknuti da su najveću prosječnu dužinu korjenčića imali klijanci predivog lana u predtretmanu sa spojem **2** (3,5962 cm), a najmanju klijanci u predtretmanu sa spojem **1** (3,1804 cm). Uspoređujući sve ispitivane tretmane (Grafikon 3.) vidljivo je da su klijanci u kontrolnoj skupini imali najmanju prosječnu dužinu korjenčića (3,1787 cm).



Grafikon 3. Prosječna dužina korjenčića predivog lana

### 3.4. Dužina klijanca

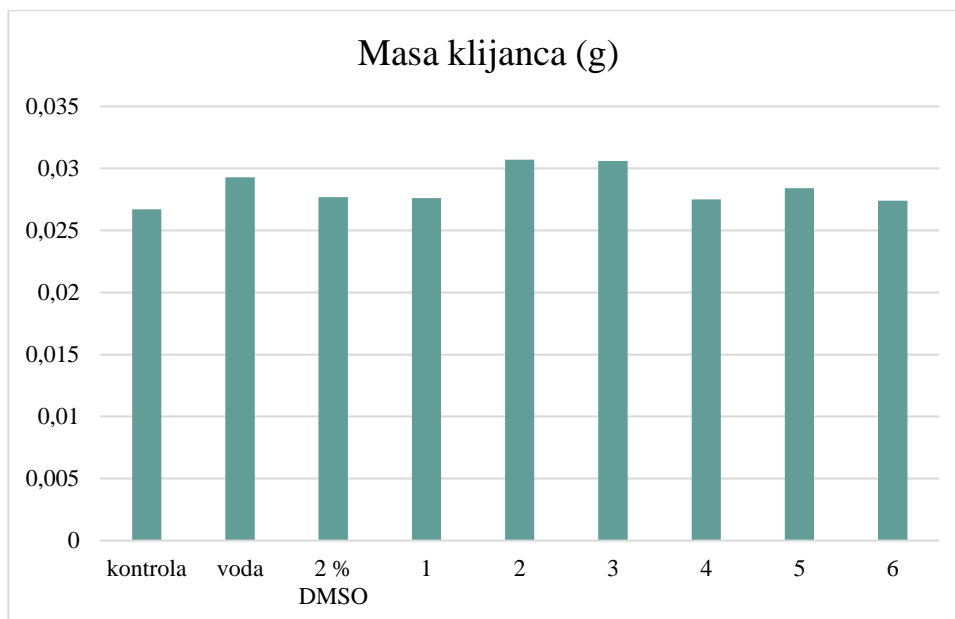
Najmanja prosječna dužina klijanaca predivog lana izmjerena je u predtretmanu sa spojem 4 (5,4303 cm), a najveća prosječna dužina klijanaca bila je u predtretmanu sa spojem 3 (6,2249 cm) (Grafikon 4.). Ipak, prema rezultatima statističke analize varijance, predtretmani svim kumarinskim derivatima (Tablica 1.) nisu pokazali značajan utjecaj na prosječnu dužinu klijanca.



Grafikon 4. Prosječna dužina klijanca predivog lana

### 3.5. Masa klijanca

Prema rezultatima statističke analize varijance, predtretman 3-acetil i 3-cijano kumarinskim derivatima nije imao značajan utjecaj na masu klijanaca predivog lana (Tablica 1.). Najvišu prosječnu masu imali su klijanci predtretirani spojem **2** (0,0307 g) i spojem **3** (0,0306 g). Klijanci predivog lana predtretirani spojem **6** imali su najmanju vrijednost prosječne mase (0,0274 g), ali je ta vrijednost i dalje bila veća od prosječne mase klijanaca u kontrolnoj skupini (0,0267 g) (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Prosječna masa klijanca predivog lana

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu utvrđeno je da predtretman sjemena predivog lana ispitivanim 3-acetil i 3-cijano derivatima kumarina nema značajan utjecaj na sve ispitivane parametre. Klijaneci predtretirani s 1,0 mM 3-acetil-8-hidroksi-2*H*-kromen-2-onom (spoj **2**) imali su najviše prosječne vrijednosti za dužinu korjenčića, masu klijanca i klijavost sjemena. Najveća vrijednost prosječne dužine stabljičice i dužine klijanca pokazala se kod klijanaca predtretiranih 3-acetil-6-hidroksi-2*H*-kromen-2-onom (spoj **3**). Iako ne značajno, prosječne vrijednosti klijavosti sjemena, mase klijanca te dužine stabljičice, korjenčića i ukupne dužine klijanca bile su veće u predtretmanu s derivatima kumarina u odnosu na predtretman s vodom, 2 % DMSO te s kontrolnom skupinom.

Na osnovu dobivenih rezultata istraživanja utvrđeno je da egzogena primjena navedenih derivata kumarina nije imala značajan utjecaj na ispitivane parametre. Iz ovog istraživanja može se zaključiti kako bi se 3-acetil i 3-cijano derivati kumarina mogli koristiti kao potencijalni predtretman za zaštitu sjemena predivog lana od patogena jer ne pokazuju nepovoljan utjecaj na rani rast i razvoj klijanaca.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Budwig, J. (2007.): Rak – problem i rješenje. Omega Lan d.o.o., Zagreb. 128.
2. Butorac, J. (2009.): Predivo bilje. Zagreb. Kugler d.o.o.. 131.
3. Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2003.): Analiza gospodarskih i morfoloških svojstava predivog lana. Zbornik radova XXXVIII. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Opatija, 399-402.
4. Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2004.a): Prinos i udio vlakna predivog lana u uvjetima suše. Zbornik radova XXXIX. znanstvenoga skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Opatija, 563-566.
5. Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2004.b): Possibilities of introduction foreign fiber flax cultivars in the lowland continental part of Croatia. 3th Global Workshop of the FAO European Cooperative Research Network on Flax and other Bast plants "Bast fibrous plants for healthy life", Banja Luka, Bosna i Hercegovina, 1-9.
6. Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z., Zorić, D. (2006. a): Estimation of some important agronomic and morphological traits of fiber flax varieties in different plant densities. *Sjemenarstvo* 23(5-6):437-445.
7. Butorac, J., Pospišil M., Mustapić, Z. (2006. b): The effect of plant densities of some morphological and phenological traits of fiber flax varieties. *Sjemenarstvo* 23(5-6):447-456.
8. Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z. (2006. c): Neke značajke europskih sorata predivog lana. Zbornik radova 41. hrvatskoga i 1. međunarodnoga znanstvenog simpozija agronoma. Opatija, str. 359-360.
9. Butorac, J., Šurina, R., Bujan, M., Pospišil, M. & Brčić, M. (2014.): Utjecaj sorte i tvrdoće vode na prinos i udio vlakna predivog lana. U: Marić, S. & Lončarić, Z. (ur.) *Proceedings of 49th Croatian and 9th International Symposium on Agriculture*.
10. Lake, B.G. (1999.): Coumarin metabolism, toxicity and carcinogenicity: Relevance for human risk assessment, *Food Chem. Toxicol.* 37, 423-453.
11. Liu, B., Raeth, T., Beuerle, T., Beerhues, L. (2010.): A novel 4-hydroxycoumarin biosynthetic pathway, *Plant Mol. Biol.* 72, 17–25.

12. Molnar, M. i Čačić, M. (2011.): Biološka aktivnost derivata kumarina – pregledni rad. Croatian journal of food science and technology, 3 (2), 55-64.
13. Pasković, F. (1966.): Predivo bilje, I. dio: Konoplja, lan i pamuk, Nakladni zavod znanje, Zagreb. 543.
14. Shekhar Sharma, H. S., Van Sumere, C. F. (1992.): The Biology and Processing of Flax. M Publications, Belfast. 576.
15. Šimetić, S. (2008.): Lan u proizvodnji i upotrebi. Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Osijek. 213-222.
16. Šimetić, S. (1995.): Mogućnosti proizvodnje sjemena lana i njegova upotreba. Poljoprivredno-znanstveni centar, d.o.o. Osijek. 217-221.
17. Tyagi, Y.K., Kumar, A., Raj, H.G., Vohra, P., Gupta, G., Kumari, R. (2005.): Synthesis of novel amino and acetyl amino-4-methylcoumarins and evaluation of their antioxidant activity, Eur. J. Med. Chem. 40, 413–420.
18. Vavilov, N.I. (1920.): The law of homologous series in hereditary variation. 3-rd All-Russian conference of plant breeding in Saratov, June 4, 1920. Saratov, 16.
19. <https://www.agroklub.com/sortna-lista/uljarice-predivo-bilje/lan-85/> (19. svibnja 2021.)
20. <https://www.mojvrt.hr/lan-biljka/> (19. svibnja 2021.)