

Procjena agronomskih svojstava predivog lana nakon prihrane mikrokapsulama s cinkom

Novak, Stjepan

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:322648>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**PROCJENA AGRONOMSKIH SVOJSTAVA
PREDIVOG LANA NAKON PRIHRANE
MIKROKAPSULAMA S CINKOM**

DIPLOMSKI RAD

Stjepan Novak

Zagreb, siječanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Biljne znanosti

**PROCJENA AGRONOMSKIH SVOJSTAVA
PREDIVOG LANA NAKON PRIHRANE
MIKROKAPSULAMA S CINKOM**

DIPLOMSKI RAD

Stjepan Novak

Mentor: Prof. dr. sc. Jasminka Butorac

Zagreb, siječanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Stjepan Novak**, JMBAG 0012258388, rođen 26.6.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**PROCJENA AGRONOMSKIH SVOJSTAVA PREDIVOG LANA NAKON
PRIHRANE MIKROKAPSULAMA S CINKOM**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Stjepan Novak**, JMBAG 0012258388, naslova

**PROCJENA AGRONOMSKIH SVOJSTAVA PREDIVOG LANA NAKON
PRIHRANE MIKROKAPSULAMA S CINKOM**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|---------------------------------------|--------|-------|
| 1. | Prof. dr. sc. Jasminka Butorac | mentor | _____ |
| 2. | Prof. dr. sc. Marko Vinceković | član | _____ |
| 3. | Izv. prof. dr. sc. Luna Maslov Bandić | član | _____ |

Sadržaj

Sažetak	
1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Gnojidba lana cinkom (Zn)	3
2.2. Mikro kapsule	4
3. Stanišni čimbenici.....	5
3.1. Tlo.....	5
3.2. Vremenski prilike tijekom istraživanja.....	6
4. Materijali i metode	7
4.1. Plan pokusa	7
4.2. Priprava mikro kapsula.....	10
5. Rezultati istraživanja i rasprava	12
5.1. Tjedni porast predivog lana tijekom vegetacije.....	12
5.2. Visina biljke predivog lana	13
5.3. Tehnička dužina stabljike predivog lana	14
5.4. Debljina stabljike predivog lana.....	15
5.5. Prinos stabljike prije močenja	16
5.6. Prinos stabljike nakon močenja	17
5.7. Prinos ukupnog vlakna predivog lana.....	18
5.8. Postotak ukupnog vlakna predivog lana	19
5.9. Prinos dugog vlakna predivog lana	20
5.10. Postotak dugog vlakna predivog lana	21
6. Zaključak	22
7. Popis literature	23
Životopis	

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Stjepana Novaka**, naslova

PROCJENA AGRONOMSKIH SVOJSTAVA PREDIVOG LANA NAKON PRIHRANE MIKROKAPSULAMA S CINKOM

U ovom diplomskom radu provedena su istraživanja prihrane mikrokapsula s cinkom na agronomska svojstva predivog lana. Pokus je postavljen na Pokušalištu Maksimir Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta tijekom 2021. godine. Korištena je metoda slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja i pet različitih varijanti prihrane. Posijana je sorta lana Agatha, a varijante su strukturirane na ovaj način: 1. varijanta kontrola bez mikrokapsula, 2. varijanta mikrokapsule s 0,25 mol/L Zn, 3. varijanta mikrokapsule 0,25 mol/L Zn i 1% kitozana, 4. varijanta mikrokapsule 0,5 mol/L Zn i 5. varijanta mikrokapsule 0,5 mol/L Zn i 1% kitozana. Na osnovi provedene analize varijance utvrđena je signifikantna razlika samo za prinos ukupnog vlakna predivog lana kod 2. varijante. Najveći prinos stabljike prije močenja, prinos i postotak ukupnog vlakna, te prinos i postotak dugog vlakna imala je 2. varijanta s 0,25 mol/L Zn.

Ključne riječi: predivi lan, agronomska svojstva, morfološka svojstva, prihrana cinkom, mikrokapsule

Summary

Of the master's thesis – student **Stjepan Novak**, entitled

ESTIMATION OF THE AGRONOMIC PROPERTIES OF FIBER FLAX AFTER TOP DRESSING WITH ZINC MICROCAPSULES

In this master's thesis, the investigations of top dressing with zinc microcapsules was carried out on the agronomic properties of fiber flax. The experiment was set up at the experimental field Maksimir of the University of Zagreb Faculty of Agriculture, during 2021. The experiment was set up according to the RCBD in four replications and five different variants. The fiber flax variety Agatha was sown, and the variants were structured in this way: variant 1. control without the addition of microcapsules; variant 2. microcapsules with 0.25 mol/L Zn; variant 3. microcapsules with 0.25 mol/L Zn and 1% chitosan; variant 4. microcapsules with 0.5 mol/L Zn; and variant 5. microcapsules with 0.5 mol/L Zn and 1% chitosan. Based on the analysis of variance, a significant difference was determined only for the total fiber yield in the 2. variant. The highest yield before retting, yield and content of total fiber and yield and content of long fiber were achieved in the 2. variant top dressing with 0.25 mol/l Zn.

Keywords: fiber flax, agronomic properties, morphological properties, zinc top dressing, microcapsules

1. Uvod

Suvremena poljoprivreda bila bi nezamisliva bez uporabe gnojiva, koja nam omogućuju ostvarivanje maksimalnog prinosa i kvalitete. U uporabi su različite formulacije makro i mikro gnojiva. Svaka biljka za svoj rast i razvoj ima određene zahtjeve u opskrbi biljnim elementima koje biljke uglavnom koriste iz tla. Tako makro i mikroelementi imaju važnu ulogu u tvorbi biljke, te metabolizmu tvari i energije. Najznačajniji makroelementi su dušik, fosfor, sumpor kalij i kalcij, a mikroelementi bor, bakar, željezo, mangan, molibden, klor i cink.

Dušik (N) je makroelement koji može biti atmosferski. Usvaja se u mineralnom obliku. Od esencijalne je važnosti za biljnu ishranu, jer osim što je bitan za životne procese same biljke, najviše utječe na povećanje prinosa i proizvodnju organske tvari. Fosfor (P) ima značajnu ulogu u brojnim spojevima biljke i procesima poput fotosinteze i glikolize. Sumpor (S) ima više uloga u metabolizmu biljke. Konstruktivski tvori bjelančevine, katalitički aktivira neke enzime i sudjeluje u održavanju ravnoteže oksido-redukcijskih procesa u stanici. Kalij (K) kao esencijalni element ishrane bilja ima dvije osnovne funkcije: aktivaciju enzima i regulaciju permeabilnosti živih membrana. Uloga kalcija (Ca) je da ulazi u sastav kalcijevog pektinata koji se nalaze u staničnoj stijenci i na taj način ima značajnu ulogu u održavanju strukture same stanice.

Biljke imaju različite zahtjeve za pojedinim mikroelementima. Bor (B) ima ulogu kod formiranja staničnih stijenci, transportu asimilata, klijavosti polena i cvatnji. Bakar (Cu) je neophodan u metabolizmu ugljikohidrata i dušika, te je također nužan u sintezi lignina koji je neophodan za čvrstoću stanične stijenske. Željezo (Fe) je uključeno u produkciju klorofila i građevna je komponenta mnogim enzimima koji sudjeluju u transferu energije, redukciji nitrata, fiksaciji dušika i formiranju lignina. Mangan (Mn) je neophodan u procesu fotosinteze, metabolizmu dušika i ostalim metabolitičkim procesima. Molibden (Mo) je uključen u rad enzima pri procesu fiksacije dušika kod bakterija na korijenu leguminoza, te metabolizmu dušika, sintezi bjelančevina i metabolizmu sumpora. Klor (Cl) u biljci je uglavnom vezan uz otvaranje puči i održavanje električnog potencijala u ravnoteži tijekom različitih fizioloških procesa u biljci. Cink (Zn) je esencijalna komponenta različitih enzima koji sudjeluju u produkciji energije, sintezi bjelančevina i regulaciji rasta. Slabo je pokretan element. Usvaja se aktivno i njegovom usvajanju antagonistički djeluje kalcij i magnezij. Fiziološka uloga cinka je velika u biosintezi DNK i RNK, sintezi bjelančevina i auksina.

Lan (*Linum usitatissimum L.*) je biljka koja slabo razvija korijenov sustav, njegov korijen je slabe upojne snage i relativno kratak rok uzimanja hranjiva. Do cvatnje izgradi do 60% ukupne suhe tvari biljke. Zbog toga mora dobro biti opskrbljen potrebnim hranjivima već na samom početku vegetacije i hranjiva moraju biti u lako pristupačnom obliku. Pored makro elemenata, u ishrani lana treba obratiti pozornost i na mikroelemente. Naime, na nekim tlima i u sušnim uvjetima nedostatak cinka može negativno utjecati na rast i razvoj lana. Biljke su klorotične, ponekad čak i ugibaju u fazi sporoga porasta. Početak cvatnje može se odgoditi i za 20 dana što u konačnici rezultira manjim prinosom i udjelom vlakana, ali i nižom kvalitetom i prinosom sjemena.

U novije doba sve se više traže načini kako zamijeniti konvencionalnu gnojidbu nekim drugim oblikom. Kod takve gnojidbe hranjiva se mogu isprati i potrošiti, te nemaju dugotrajni utjecaj na ishranu bilja. Ovaj oblik gnojidbe je skup i neodrživ. Upotrebom mikrokapsula utjecaj na okoliš je minimalan, jer se u tvorbi mikrokapsula koriste prirodni neškodljivi spojevi. Mikrokapsule svoja makro i mikrognojiva opuštaju kroz dulje razdoblje. Biljci su mnogo pristupačniji nego kod konvencionalne gnojidbe. Ovaj oblik gnojidbe je novitet u svijetu ishrane bilja.

Mikrokapsule na bazi polimera se pojavljuju kao jedna od novih i suvremenih oblika gnojidbe. Mikrokapsule s aktivnim sastojcima (čvrsti, tekući ili plinoviti), imobiliziraju u čestice koje kontrolirano otpuštaju aktivne sastojke koje su biljci u određenom trenutku potrebne. To je inovativan i koristan postupak kojim se aktivni sastojci zaštićuju od neželjenog djelovanja unutar kapsula. Mikrokapsule na bazi prirodnih materijala su idealan nosač aktivnih tvari koje se otpuštaju kroz razdoblje rasta i razvoja biljke. Prednost mikrokapsula je sporo otpuštanje bioaktivnih sastojaka, učinkovito iskorištavanje korištenih kemikalija, veća sigurnost za korisnika i bolja zaštita okoliša (Vinceković i sur., 2017.).

1.1.Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je procijeniti utjecaj prihrane mikrokapsulama s cinkom na agronomska svojstva predivog lana

2. Pregled literature

2.1. Gnojidba lana cinkom (Zn)

Dokazano je da biljke mogu postati osjetljive na nedostatak cinka u sušnom razdoblju i za vrijeme dugih sunčanih dana. Zbog niske koncentracije cinka pojavljuje se foto oksidativna šteta na listovima lana. Uporabom gnojiva s cinkom u sušnim područjima možemo povećati prinos lana, te poboljšati mehanizme antioksidativne zaštite biljke od oštećenja nastalih sušom (Bakry i sur., 2012.). Udio fosfora u tkivu od 0,46% dovodi do neznačajnog smanjenja prinosa, ali i do smanjenja udjela cinka u tkivu ometajući njegovo usvajanje (Grant i Bailey, 1989.).

Ahmad i sur. (2019.) su istraživali utjecaj folijarne gnojidbe cink sulfatom ($ZnSO_4$) kod koncentracija od 2%, 1,5%, 1% i 0,5% otopine na parametre visine lana i debljine stabljike lana. Signifikantne razlike uočene su kod otopine od 2% cink sulfata ($ZnSO_4$) za visinu stabljike koja je iznosila 79,6 cm i za debljinu stabljike od 4,4 mm.

Bakry i sur. (2015.) provodili su dvogodišnji pokus u 2011. i 2012. i 2012. i 2013. godini na pokušalištu Al-Nubaria u Egiptu na dvije sorte lana Sakha-2 i Amon. Cilj pokusa je bio dokazati utjecaj gnojidbe kalijem (K) i folijarne gnojidbe keliranim cinkom (Zn) u koncentraciji od 5% na visinu biljke lana i tehničku dužinu stabljike lana. Formulacija (K_3+Zn) dala je signifikantne rezultate kod visine biljke od 82,23 cm i tehničke dužine stabljike od 67,45 cm.

Emam (2020.) je proveo poljski pokus u dvije godine 2015. i 2016. i 2016. i 2017. gdje je istraživao utjecaj folijarne gnojidbe s mikronutrijentima (Mn + Zn + Fe) na tri različite sorte lana (Sakha-1, Sakha-2 i Giza-9). Doze folijarne gnojidbe su iznosile: 0 ppm-a, 300 ppm-a i 600 ppm-a. Pokazalo se kako je uporaba folijarne gnojidbe s mikronutrijentima (Mn + Zn + Fe) kod doze od 600 ppm-a dala signifikantne razlike u visini biljke, tehničkoj dužini stabljike, debljini stabljike i prinosu stabljike kod svih sorata lana (Sakha-1, Sakha-2 i Giza-9).

Liu i sur. (2013.) su proveli istraživanja u provinciji Yunnan u Kini, na sorti predivog lana Argos, gdje su istraživali utjecaj različitih kombinacija makro i mikro gnojiva na određena svojstva predivog lana (prinos stabljike, postotak močene stabljike, ukupna količina vlakna, ukupni prinos vlakna, postotak dugog vlakna i prinos dugog vlakna). Signifikantne razlike su uočene kod primjene kombiniranog makro i mikro gnojiva za prinos stabljike od 9,9 t/ha, postotaka močene stabljike od 77,2%, ukupnog postotka vlakna od 32,6%, ukupnog prinosa vlakna od 2,38 t/ha, postotaka dugog vlakna od 16,6% i prinos dugog vlakna od 1,22 t/ha. Najbolje kombinacije gnojiva su povećale i čvrstoću, finoću i elastičnost vlakna.

Rashaw i sur. (2020.) su proveli istraživanja tijekom 2015. i 2016. i 2016. i 2017. kako bi dokazali utjecaj nanočestica cink oksida na fiziološka i morfološka svojstva, te prinos i kvalitetu četiri različite sorte lana (Sakha 3, Sakha 5, Giza 11 i Giza 12). Formulacije koje su se koristile za cink oksid su bili kontrola s 0 ppm-a, 50 ppm-a i 100 ppm-a. U obje godine prisutne su bile signifikantne razlike kod prinosa i kvalitete vlakna lana (visina biljke, tehnička dužina stabljike, duljina vlakana, finoća vlakana i ukupni postotak vlakana) u tri sorte lana (Sakha 3, Giza 11 i Giza 12). Najbolji omjer gnojidbe nanočesticama cink oksida prisutan je u

količini od 100 ppm-a. Dokazano je da sorta Sakha 3 ima najbolje rezultate u odnosu na druge testirane sorte.

Pokusi provedeni na sorti hibridnog lana (Sakha 2) tijekom 2009. i 2010. i 2010. i 2011. na lokaciji Nubaria u Egiptu, provedeni su folijarnom gnojdbom cink sulfata (35% ZnSO₄) na početku cvatnje i tijekom nalijevanja zrna u dozama: kontrola 0 g/L, 0,5 g/L, 1 g/L, 1,5 g/L i 2 g/L. Signifikantne razlike su prisutne kod folijarne primjene 2 g/L cink sulfata (35% ZnSO₄) kod visine od 72,17 cm, tehničke dužine stabljike od 59,33 cm i debljine stabljike od 2,02 mm (Nofal i sur., 2011.).

Shimanskaya i sur. (2022.) istraživali su utjecaj kompleksnih mikrognojiva na predivom lanu. Istraživanje je bilo provedeno u Rusiji. Uporabom Aquarin gnojiva koje sadrži mikroelemente dobivene su signifikantne razlike za ukupni postotak vlakana (36,6%), te postotak dugog vlakna (27,3%).

2.2. Mikrokapsule

Lemić i sur. (2021.) proveli su istraživanje kako bi dokazali kako mikrokapsule s apitoksinom imaju bolji učinak od konvencionalne zaštite insekticidima. Istraživanje je bilo provedeno u Hrvatskoj na uobičajenim štetnicima poljoprivrednih kultura. Mikrokapsule su se pokazale kao jednostavan i učinkovit način suzbijanja štetnika jer imaju sporije vrijeme otpuštanja apitoksina. Pojavio se signifikantan mortalitet kod insekata pri primjeni mikrokapsula s apitoksinom. Mikrokapsule su imale neznakačajan učinak na okoliš.

Brzina otpuštanja tvari ovisi o izboru količine kationa u mikrokapsulama, veličini čestica te dodatnom premazu kitozana. Otpuštanje tvari iz mikrokapsula te sama razgradnja polimera ovisi i o teško predvidivim čimbenicima interakcije s kompleksnim biokemijskim sastavom tla na određenoj mikrolokaciji (Jurić, 2020.).

Dostava bioloških i kemijskih sredstava putem kapsuliranja predstavlja inovativan pristup stimulaciji proizvodnje sekundarnih metabolita biljke. Tako moguće je ojačati obrambeni sustav biljaka od štetnika i povećati otpornost na teške uvjete okoline (Jurić i sur., 2020.).

Danas su istraživanja više usmjerena na razvoj prirodnih proizvoda kao što su npr. prirodni nosači za različite aktivne tvari. Najčešće korišteni biorazgradivi polimeri u procesu proizvodnje mikrokapsula su biopolimeri sljedeće generacije natrijev alginat i kitozan.

Iako se provodi puno istraživanja o regulatorima rasta bilja, nažalost na tržištu se nalaze u limitiranom broju. Razvoj mikročestica opterećen je kemijskim i biološkim sredstvima. Određeni uvjeti pripreme predstavljaju izazov u formiranju mikrokapsula. Cilj je prvo promatrati utjecaj svakog zajedničkog spoja korištenog u kapsuliranju postupaka. Rezultati su pokazali kako mikrokapsule s regulatorima rasta bilja imaju veliki potencijal za primjenu na svim usjevima. Prednosti uporabe mikrokapsula je zaštita inkapsuliranih spojeva od brzog raspadanja, kontrolirana primjena i kontrolirano otpuštanje aktivnih tvari (Vlahoviček-Kahlina i sur., 2021.).

3. Stanišni čimbenici

3.1. Tlo

Lokacija Zagreb – Maksimir 2021.

Prema tipskoj pripadnosti tlo na ovoj lokaciji je eutrično smeđe, antropogenizirano, na slabo zamočvarenoj ilovači (Pospišil, 1990.). Praškasto ilovaste je teksture (Tablica 1.). Zbog visokog sadržaja praha, sklono je stvaranju pokorice.

Tablica 1. Fizikalna svojstva tla

a) mehanički sastav

Dubina tla (cm)	Mehanički sastav tla					Teksturna oznaka
	% čestica – Ø mm					
	2-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
0-20	18,7	9,7	38,4	29,8	3,4	Praškasta ilovača
20-60	18,5	10,5	34,4	28,0	8,6	Praškasta ilovača

b) porozitet, kapacitet tla za vodu i zrak, gustoća pakiranja

Dubina tla (cm)	Porozitet vol. %	Kapacitet za vodu i zrak vol. %		Gustoća pakiranja stv (g/cm ³)
Oranični	41,4	36,8	4,6	1,57
Podoranični	41,5	33,6	7,9	1,59

Izvor: Pospišil, 1990. – Magistarski rad

Kapacitet tla za vodu iznosi 36,8 vol.% u oraničnom, a 33,6 vol.% u podoraničnom sloju. Za oranični sloj može se reći da je osrednjeg, a podoranični malog kapaciteta tla za vodu. Kapacitet tla za zrak u oraničnom sloju iznosi 4,6 vol. %, a u podoraničnom sloju 7,9 vol. %, što je ispod optimalnih vrijednosti. Tlo je osrednje zbijeno.

Kemijska svojstva tla prikazana su u Tablici 2. Tlo pokusne površine je slabo kiselo. Dobro je opskrbljeno biljci pristupačnim fosforom i dušikom, a slabo kalijem. Slabo je humosno.

Tablica 2. Kemijska svojstva tla na pokušalištu Maksimir

Dubina tla, cm	pH u KCl	Humus (%)	Ukupni dušik (% ST)	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g
0 – 30	6,47	2,9	0,12	16,40	7,60

3.2. Vremenski prilike tijekom istraživanja

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) u Tablici 3. prikazane su srednje temperature zraka za ožujak, travanj, svibanj i lipanj za 2021. godinu, te višegodišnji prosjek (1991.-2020.) za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir. Temperatura izmjerena tijekom 2021.godine pokazuje da jedino lipanj ima višu temperaturu od višegodišnjeg prosjeka (1991.-2020.). U lipnju je temperatura bila viša za 2,7 °C. Ožujak je bio hladniji od višegodišnjeg prosjeka za 0,6 °C, kao i travanj za 2,4 °C, te svibanj za 2,0 °C .

Tablica 3. Srednje temperature zraka za 2021. godinu te višegodišnji prosjek (°C) za Zagreb Maksimir (Državni hidrometeorološki zavod, 2022.)

Mjesec	2021. godina	Višegodišnji prosjek (1991.-2020.)
Ožujak	6,8	7,4
Travanj	9,8	12,2
Svibanj	14,7	16,7
Lipanj	23,3	20,6

U tablici 4. prikazane su mjesečne količine oborina za 2021. godinu., te višegodišnji prosjek (1991.-2020.) za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir.

U ožujku i lipnju oborine su bile manje od višegodišnjeg prosjeka. U ožujku su bile manje za 11,9 mm, a u lipnju za 77,6 mm. Travanj sa 68,7 mm i svibanj sa 124,0 mm imaju iznadprosječne vrijednosti.

Tablica 4. Mjesečne količine oborina za 2021. godinu, te višegodišnji prosjek (mm) za Zagreb - Maksimir (Državni hidrometeorološki zavod, 2022.)

Mjesec	2021. godina	Višegodišnji prosjek (1991.-2020.)
Ožujak	36,1	48,0
Travanj	68,7	60,6
Svibanj	124,0	76,5
Lipanj	13,2	90,8

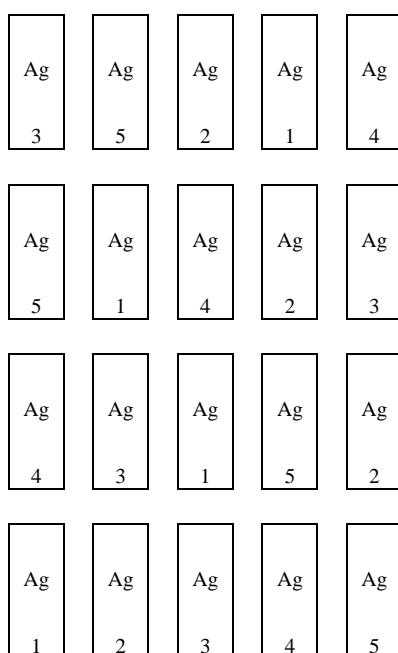
4. Materijali i metode

4.1. Plan pokusa

U 2021. godini provedena su istraživanja s predivim lanom na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U pokusu je bilo zastupljena sorta Agatha.

Sorta Agatha vlasništvo je nizozemske oplemenjivačke kuće "Cebecco Seeds B.V." iz Rotterdama, kreirana 2000. godine. Srednje je kasne vegetacijske grupe sazrijevanja. Otporna je na polijeganje i fuzarioze, te ima vrlo visok udio vlakna u stabljici i prinos po hektaru.

Pokus je postavljen prema metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja na lokaciji Zagreb – Maksimir (Slika 1.). Veličina pokusne parcele iznosila je 5 m² (5 x 1). Razmak između redova iznosio je 10 cm, a razmak između parcela 1 m.



Slika 1. Plan pokusa

Tumač brojeva 1. kontrola; 2. 0,25 mol/l cinka; 3. 0,25 mol/l cinka s 1% kitozanom; 4. 0,5 mol/l cinka i 5. 0,5 mol/l cinka s 1% kitozanom

Kao priprema tla za sjetvu lana 15. studenog 2020. izvršeno je oranje na dubinu od 30 cm. Preko zime je ostavljena otvorena brazda. Finalna obrada tla obavljena je pred samu sjetvu, 29. ožujka 2021., sjetvospremačem u jednom prohodu.

Primijenjena je standardna agrotehnika za predivi lan uz dodatnu prihranu cinkom. U tlo je prije sjetve na svim parcelama uneseno 500 kg/ha NPK gnojiva formulacije 7-20-30. Uz kontrolu bez cinka, dodan je i cink u 4 varijante u prihrani u obliku mikrokapsula (0,25 mol/l cinka; 0,25 mol/l cinka s 1% kitozanom; 0,5 mol/l cinka i 0,5 mol/l cinka s 1% kitozanom).

Sjetva lana provedena je 30. ožujka 2021. godine samohodnom sijačicom. S obzirom na to da je predivi lan uskoredna kultura, gustoća sjetve iznosila je 2500 klijavih sjemenki/m². Dubina sjetve iznosila je 1 do 2 cm.

Tijekom vegetacije svaki tjedan tijekom šest tjedana određen je porast lana (Slika 2. i Slika 3.)

Berba lana vršena je ručno u fazi rane žute zriobe na površini od 1m² na svakoj parceli (Slika 4.).

Na uzorku od 1 m² određena je prije maceracije visina biljaka, tehnička dužina i debljina stabljike i prinos suhe stabljike. Visina biljke određena je mjerenjem od nodija kotiledona do vrha stabljike na kraju vegetacije lana u cm. Tehnička dužina stabljike mjerila se od nodija kotiledona do početka grananja stabljike u cm. Debljina stabljike mjerila se u sredini tehničke dužine stabljike.

Stabljike lana podvrgnute su biološkoj metodi maceracije zagrijanom vodom u trajanju od 3 dana pri temperaturi od 32°C u kontroliranim uvjetima (Pasković, 1957.).

Nakon močenja lana na uzorku od 1 m² određen je prinos močene stabljike nakon sušenja, prinos ukupnog vlakna i dugog vlakna, te udio ukupnog i dugog vlakna.

Dobiveni podaci obradit će se analizom varijance, a razlike između srednjih vrijednosti testirane su LSD testom na nivou od 5%.



Slika 2. Lan nakon nicanja

Autor: Jasminka Butorac



Slika 3. Lan u cvatnji

Autor: Jasminka Butorac



Slika 4. Lan u ranoj žutoj zriobi

Autor: Jasminka Butorac

4.2. Priprava mikroapsula

U istraživanju su testirana djelovanja dvije vrste kapsula na lan. Primijenjene su sljedeće varijante: kapsule natrijevog alginata dobivene s otopinama cinkova nitrata heksahidrata dvaju različitih množinskih koncentracija (0,25 mol/L te 0,5 mol/L) te kapsule natrijevog alginata s cinkovim nitratom heksahidratom istih množinskih koncentracija sa slojem omotača od kitozana.

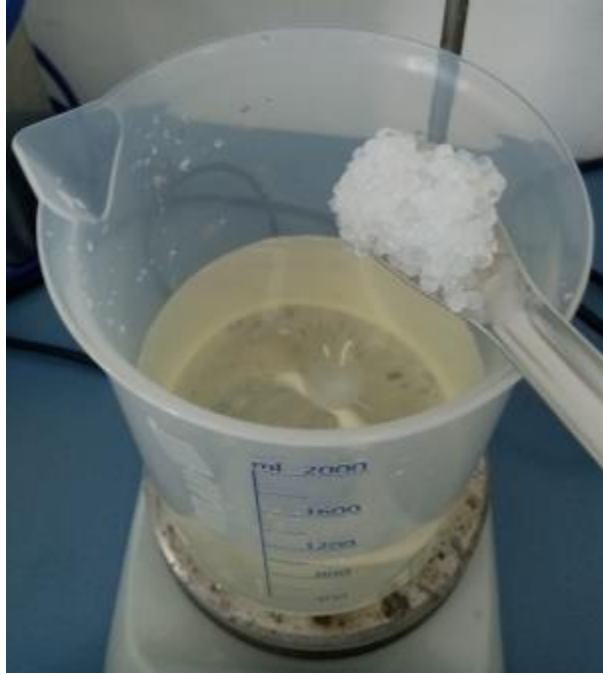
Mikrokapsule su pripravljene tehnikom ionskog geliranja pri sobnoj temperaturi. Izrada mikroapsula provodi se dokapavanjem vodene otopine nosača aktivne tvari, natrijevog alginata, lijevkom za odijeljavanje (Slika 5.) u otopine cinkova nitrata heksahidrata ($Zn(NO_3)_2 \times 6 H_2O$) navedenih koncentracija. Maseni udio natrijevog alginata je 1,5% (w/v). Otopina natrijevog alginata propušta se kroz lijevak uz protok od približno 5 mL/min. Nakon završetka geliranja, otopine se miješaju na magnetnoj miješalici još 30 minuta te se mikroapsule filtriraju, isperu destiliranom vodom te čuvaju na hladnom i tamnom mjestu do primjene (Slika 6.).

Drugi tip mikroapsula pripravljen je miješanjem 1200 g formiranih mikroapsula u 1 litri 0,5% (w/v) otopine kitozana u 1% (v/v) octenoj kiselini u razdoblju od 1 sata na magnetnoj miješalici (Slika 5.). Mikroapsule obložene slojem kitozana se filtriraju, isperu destiliranom vodom te čuvaju na hladnom i tamnom mjestu do primjene.



Slika 5. Priprava mikroapsula pomoću lijevaka za odijeljavanje

Autor: Marko Viskić



Slika 6. Dodavanje pripravljenih mikrokapsula u otopinu kitozana

Autor: Marko Viskić

U prihranjivanju je dodan cink u pet različitih varijanti:

1. Kontrola
2. 300 kg/ha mikrokapsula s $0,25 \text{ mol/L Zn}^{2+}$
3. 300 kg/ha mikrokapsula s $0,5 \text{ mol/L Zn}^{2+}$
4. 300 kg/ha mikrokapsula s $0,25 \text{ mol/L Zn}^{2+}$ i slojem kitozana
5. 300 kg/ha mikrokapsula s $0,5 \text{ mol/L Zn}^{2+}$ i slojem kitozana

5. Rezultati istraživanja i rasprava

5.1. Tjedni porast predivog lana tijekom vegetacije

Prema analizi varijance utvrđeno je da niti u jednom tjednu porasta nema signifikantnih razlika u odnosu na kontrolu (tablica 5.). Tijekom 1. tjednog porasta biljke su najviše rasle pri varijanti od 0,25 mol/l Zn s 1 % kitozanom, u 2. i 3. tjednu pri varijanti od 0,25 mol/l Zn. U 4. tjednu najviši porast bio je kod varijante 0,50 mol/l Zn s 1 % kitozanom, a u 5. tjednu kod varijante 0,50 mol/l Zn. Na kraju mjerenja najveći porasti zabilježeni su kod tri varijante i to su: 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn (82,50 cm), te 0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom (82,52 cm).

Tablica 5. Tjedni porast predivog lana tijekom vegetacije

Tjedni porast predivog lana tijekom vegetacije, cm						
Varijanta	1. porast	2. porast	3. porast	4. porast	5. porast	6. porast
Kontrola	3,00	6,50	15,50	33,75	52,25	79,25
0,25 mol/l Zn	3,25	7,25	17,00	33,50	55,25	82,50
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	3,50	6,50	15,25	29,50	50,25	82,52
0,50 mol/l Zn	3,00	6,75	15,75	31,75	56,50	82,50
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	3,25	7,00	16,00	34,25	54,25	81,25
LSD 5%	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

5.2. Visina biljke predivog lana

Analizom varijance utvrđeno je da nema signifikantnih razlika između varijanata u visini biljke predivog lana (tablica 6.). Najviše stabljike (90 cm) dobivene su za 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom. Druga najbolja varijanta od 89 cm bila je 0,25 mol/l Zn. Kontrola visine biljke predivog lana iznosila je 88,00 cm.

Usporedbom s prijašnjim istraživanjima Ahmada i sur. (2019.) i Barkya i sur. (2015.), u našim istraživanjima dobivene su više vrijednosti visine biljke predivog lana. Istraživanja Barkya i sur. (2015.) provedena su na pjeskovitom tlu, pa je zbog nedostatka vode u tlu, to bilo za očekivati.

Tablica 6. Visina biljke predivog lana

Varijanta	Visina biljke, cm
Kontrola	88,00
0,25 mol/l Zn	89,00
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	88,25
0,50 mol/l Zn	88,50
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	90,00
LSD 5%	N.S.

5.3. Tehnička dužina stabljike predivog lana

Tablica 7. prikazuje tehničku dužinu stabljike predivog lana. Nisu prisutne signifikantne razlike za tehničku dužinu stabljike predivog lana. Najbolji dobiveni rezultat za tehničku dužinu stabljike bio je kod varijante s 0,50 mol/l Zn s 1% kitozonom (72,75 cm). Drugi najbolji rezultat ostvaren je kod varijante 0,25 mol/l Zn (72,25 cm).

Bakry i sur. (2015.) dobili su signifikantne razlike za tehničku dužinu stabljike koja je iznosila 67,45 cm. Isto tako, Rashaw i sur. (2020.), također su dobili signifikantne razlike tehničke dužine stabljike koja je iznosila 74,82 cm. Preporučene vrijednosti za tehničku dužinu stabljike lana trebale bi biti više od 60 cm (Butorac, 2009.), što je u skladu s našim dobivenim vrijednostima.

Tablica 7. Tehnička dužina stabljike predivog lana

Varijanta	Tehnička dužina stabljike, cm
Kontrola	68,75
0,25 mol/l Zn	72,25
0,25 mol/l Zn s 1% kitozonom	70,75
0,50 mol/l Zn	69,00
0,50 mol/l Zn s 1% kitozonom	72,75
LSD 5%	N.S.

5.4. Debljina stabljike predivog lana

Prema analizi varijance nema signifikantnih razlika za debljinu stabljike predivog lana (tablica 8.). Najbolji rezultat dobiven je kod varijante 0,50 mol/l (1,90 mm), a iza toga slijede varijante s 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom (1,81 mm).

Deblje stabljike u svojim istraživanjima dobili su Nofal i sur. (2011.) od 2,02 mm. Vrijednosti dobivene u našim istraživanjima su većim dijelom prosječne i u skladu s prosječnim vrijednostima ili su nešto više (1,3-1,7 mm).

Tablica 8. Debljina stabljike predivog lana

Varijanta	Debljina stabljike, mm
Kontrola	1,73
0,25 mol/l Zn	1,81
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	1,80
0,50 mol/l Zn	1,90
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	1,81
LSD 5%	N.S.

5.5. Prinos stabljike prije močenja

Analizom varijance nisu utvrđene signifikantne razlike kod prinosa predivog lana prije močenja (tablica 9.). Kontrolna varijanta kod prinosa stabljike prije močenja iznosila je 7,11 t/ha, a najbolje rezultate postigle su dvije varijante 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn sa 7,43 t/ha.

U istraživanjima Liua i sur. (2013.) prinos stabljike prije močenja bio je 9,90 t/ha, što je bolji rezultat od našeg istraživanja. Rashaw i sur. (2020.) dobili su lošije rezultate od 6,27 t/ha. U uzgojnim uvjetima Hrvatske prinos stabljike prije močenja kreće se između 8,00 do 9,00 t/ha (Butorac, 2009.). Niže vrijednosti dobivene u našim istraživanjima najvjerojatnije su posljedica prekomjernih oborina tijekom svibnja kada je palo oko 124 mm.

Tablica 9. Prinos stabljike predivog lana prije močenja

Varijanta	Prinos stabljike prije močenja, t/ha
Kontrola	7,11
0,25 mol/l Zn	7,43
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	7,25
0,50 mol/l Zn	7,43
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	7,41
LSD 5%	N.S.

5.6. Prinos stabljike nakon močenja

Tablica 10. prikazuje prinos stabljike predivog lana nakon močenja. Utvrđeno je da nema signifikantnih razlika u prinosu stabljike nakon močenja. Najveći prinos nakon močenja (6,56 t/ha) ostvarila je varijanta 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom. Iza toga slijedi varijanta s 0,25 mol/l Zn (6,52 t/ha).

Tablica 10. Prinos stabljike predivog lana nakon močenja

Varijanta	Prinos stabljike nakon močenja, t/ha
Kontrola	6,35
0,25 mol/l Zn	6,52
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	6,41
0,50 mol/l Zn	6,47
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	6,56
LSD 5%	N.S.

5.7. Prinos ukupnog vlakna predivog lana

Tablica 11. prikazuje prinos ukupnog vlakna predivog lana. Utvrđeno je da različite varijante prihrane mikrokapsulama s cinkom imaju značajan utjecaj na prinos ukupnog vlakna predivog lana. Varijante 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom (2,08 t/ha) signifikantno su bolje u odnosu na kontrolu.

Liu i sur. (2013.) u svojim istraživanjima dobili su 2,38 t/ha. U našim uzgojnim uvjetima prinos ukupnog vlakna u prosjeku iznosi 2,00 t/ha (Butorac, 2009.) što je u skladu s našim istraživanjima.

Tablica 11. Prinos ukupnog vlakna predivog lana

Varijanta	Prinos ukupnog vlakna, t/ha
Kontrola	1,92
0,25 mol/l Zn	2,08
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	1,96
0,50 mol/l Zn	2,04
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	2,08
LSD 5%	0,15

5.8. Postotak ukupnog vlakna predivog lana

Analizom varijance je utvrđeno da nema signifikantnih razlika u varijantama postotaka ukupnog vlakna dobivenih prihranom različitim formulacijama mikrokapsula s cinkom (tablica 12.). Najbolji rezultati bio je kod varijanata 0,25 mol/l Zn koji iznosi 31,92 % i 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom koji iznosi 31,78 %.

U istraživanjima Liua i sur. (2013.) postotak ukupnog vlakna predivog lana iznosio je 32,6% i bio je neznatno viši nego u našim istraživanjima. Shimanskaya i sur. (2022.) u svojim istraživanjima dobili su postotak ukupnog vlakna od 36,6%.

Tablica 12. Postotak ukupnog vlakna predivog lana

Varijanta	Postotak ukupnog vlakna, %
Kontrola	30,34
0,25 mol/l Zn	31,92
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	30,55
0,50 mol/l Zn	31,56
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	31,78
LSD 5%	N.S.

5.9. Prinos dugog vlakna predivog lana

U tablici 13. prikazan je prinos dugog vlakna predivog lana nakon prihrane lana s različitim koncentracijama cinka. Analizom varijanta nisu utvrđene signifikantne razlike. Najbolji rezultati dobiveni su za prinos dugog vlakna kod varijante 0,25 mol/l Zn s iznosom od 1,44 t/ha i varijante 0,50 mol/l Zn s iznosom od 1,42 t/ha.

U istraživanjima Liua i sur. (2013.) dobivene su niže vrijednosti i iznosile su 1,22 t/ha.

Tablica 13. Prinos dugog vlakna predivog lana

Varijanta	Prinos dugog vlakna, t/ha
Kontrola	1,33
0,25 mol/l Zn	1,44
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	1,35
0,50 mol/l Zn	1,42
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	1,40
LSD 5%	N.S.

5.10. Postotak dugog vlakna predivog lana

U tablici 14. prikazan je postotak dugog vlakna predivog lana nakon prihrane lana s različitim koncentracijama cinka. Nema signifikantnih razlika između istraživanih varijanata. Postotak dugog vlakna kod varijante 0,25 mol/l Zn je najveći (22,09 %), a nakon toga slijedi varijanta 0,50 mol/l Zn (21,89 %).

U istraživanjima Liua i sur. (2013.) postotak dugog vlakna predivog lana bio je manji i iznosio je 16,6 %. S druge strane, Shimanskaya i sur. (2022.) dobiva rezultat od 27,3 % koji je nešto veći od naših rezultata.

Tablica 14. Postotak dugog vlakna predivog lana

Varijanta	Postotak dugog vlakna, %
Kontrola	20,99
0,25 mol/l Zn	22,09
0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom	21,12
0,50 mol/l Zn	21,89
0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom	21,30
LSD 5%	N.S.

6. Zaključak

Na pokušalištu Maksimir Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, provedeno je istraživanje utjecaja 4 različite prihrane mikrokapsula s cinkom na predivi lan sorte Agatha tijekom 2021. godine.

Svojstva koja su bila istraživana su tjedni porast biljke, visina i debljina stabljike, tehnička duljina stabljike, prinos stabljike prije i nakon močenja, prinos i postotak ukupnog vlakna, te prinos i postotak dugog vlakna.

Tlo pokušališta Maksimir je antropogenizirano, eutrično smeđe, praškasto-ilovaste strukture sklono stvaranju pokorice. Blago je kiselo s vrijednosti od 6,47 pH, a slabo je i humozno (2,9%). Postotak ukupnog dušika iznosio je 0,12 %ST, a količina P₂O₅ u 16,40 mg/100g i K₂O 7,60 mg/100g.

Srednje temperature zraka za 2021. godinu bile su više samo u lipnju u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom. Količine oborina bila je više u travnju i svibnju od višegodišnjeg prosjeka.

Utvrđena je signifikantna razlika samo za prinos ukupnog vlakna predivog lana.

Pregledom dobivenih rezultata za tjedni porast predivog lana varijanta 0,25 mol/l Zn s 1% kitozanom imala je najveći porast s visinom od 82,52 cm nakon 6. tjednog porasta.

Najvišu visinu stabljike (90 cm) i tehničku duljinu stabljike (72,75 cm) imala je varijanta 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom. Najdeblja stabljika bila je kod varijante 0,50 mol/l Zn (1,9 mm).

Najveće prinose stabljike prije močenja (7,43 t/ha) imale su varijante 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn, prinose stabljike nakon močenja (6,56 t/ha) imala je varijanta 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom, prinos ukupnog vlakna (2,08 t/ha) imale su varijante 0,25 mol/l Zn i 0,50 mol/l Zn s 1% kitozanom i prinos dugog vlakna (1,44 t/ha) imala je varijanta 0,25 mol/L Zn. Varijanta 0,25 mol/L Zn ostvarila je najbolji postotak ukupnog vlakna (31,92%) i dugog vlakna (22,09%).

Iz dobivenih rezultata zaključujemo kako je varijanta 0,25 mol/L Zn ostvarila signifikantnu razliku za prinos ukupnog vlakna predivog lana, te ima najviše vrijednosti za prinos stabljike prije močenja, prinos i postotak ukupnog vlakna, te prinos i postotak dugog vlakna. Povišene temperature u lipnju i veća količina oborina u svibnju nisu negativno utjecala na razvoj predivog lana.

7. Popis literature

1. Ahmad M., Khattak M.R., Jadoon S.A., Rab A., Basit A., Ullah I., Khalid M.A., Ullah I., Shair M., (2019.). Influence of zinc sulphate on flowering and seed production of flax (*Linum usitatissimum* L.). A medicinal flowering plant. International Journal of Biosciences, 14(4), 464-476.
2. Bakry, A.B., Nofal, O.A. i Zeidan, M.S., (2012.). Agronomic Characteristics of Three Flax Varieties as Affected by Source of Potassium Fertilization under Newly Reclaimed Sandy Soil Conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(4), 77-81.
3. Bakry, A.B., Nofal, O.A., Zeidan, M. i Hozayn, M. (2015.). Potassium and Zinc in Relation to Improve Flax Varieties Yield and Yield Components as Grown under Sandy Soil Conditions. Agricultural Sciences, 6(1), 152-158.
4. Butorac J. (2009), Predivo bilje. Zagreb, Kugler. d. o. o.
5. DHMZ- Državni hidrometeorološki zavod, <https://meteo.hr/> -pristupio 03. 09. 2022.
6. Emam M.S., (2020.). Estimation of Straw, Seed and Oil Yields for Flax Plants (*Linum usitatissimum* L.) Cultivars of Foliar Application of Mn, Fe and Zn under Dry Environment. Egyptian Journal of Agronomy, 42(1), 35-46.
7. Grant, C.A., Bailey, L.D., (1989.). The influence of Zn and P fertilizer on the dry matter yield and nutrient content of flax (*Linum usitatissimum* L.) on soils varying in Ca and Mg level. Canadian. Journal of Soil Science, 69, 461-472.
8. Jurić S. (2020.). Bioencapsulation as a sustainable delivery of active agents for plant nutrition/protection and production of functional foods. Doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
9. Jurić S., Sopko Stracenski K., Król-Kilińska Ž., Žutić I, Fabek Uher S., Đermić E., Topolovec-Pintarić S. and Vinceković M., (2020.). The enhancement of plant secondary metabolites content in *Lactuca sativa* L. by encapsulated bioactive agents. Scientific Reports 10, 3737.
10. Lemić, D., Orešković, M., Mikac, K.M., Marijan, M., Jurić, S., Vlahoviček-Kahlina, K., Vinceković, M. (2021.) Sustainable Pest Management Using Biodegradable Apitoxin-Loaded Calcium-Alginate Microspheres. Sustainability, 13, 6167.
11. Liu F., Li F., Du G., Xiao F., (2013.). Balanced Fertilization Improves Fiber Yield and Quality of Winter Flax (*Linum usitatissimum* L.). American Journal of Plant Sciences, 4, 291-296.
12. Nofal, O.A., Zedian, M.S. and Bakry, A.B. (2011.). Flax Yield and Quality Traits as Affected by Zinc Foliar Application under Newly Reclaimed Sandy Soils. Journal of Applied Sciences Research, 7, 1361-1367.
13. Pasković F. (1957.) Morfološka i tehnološka svojstva nizozemskih sorti lana. Tekstil, 4,309-326.
14. Pospišil, M. (1990.). Reakcija šećerne repe na način dorade sjemena i gnojidbu nekim organskim gnojivima. Magistarski rad, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
15. Rashwan E., Alsohim A.S., El-Gammaal A., Hafez Y., Abdelaal K., (2020.). Foliar application of nano zinc-oxide can alleviate the harmful effects of water deficit on some

- flax cultivars under drought conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(10), 8889-8904.
16. Shimanskaya N. S., Savina O.V. i Uschapovskiy I.V. (2022.). The efficiency of using complex micronutrient fertilizers, humates and biological preparations in the technology of growing fiber flax. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 949, 012052.
 17. Vinceković M., Topolovec-Pintarić S., Đermić E., Jurić S., Žutić I., Viskiće M., Bujan M., Fabek Uher S., (2017.). Release of *Trichoderma viride* Spores from Microcapsules Simultaneously Loaded with Chemical and Biological Agents. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(4), 395-401.
 18. Vlahoviček-Kahlina K., Jurić S., Marijan M., Mutaliyeva B., V. Khalus S., V. Prosyanić A., Vinceković M., (2021.). Synthesis, Characterization, and Encapsulation of Novel Plant Growth Regulators (PGRs) in Biopolymer Matrices. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1847.

Životopis

Stjepan Novak rođen je 26. 06. 1996. godine u Zagrebu. Školovanje započinje 2003. godine u Osnovnoj školi Mate Lovraka u Zagrebu koju završava 2011. godine. Srednjoškolsko obrazovanje započinje 2011. godine u Zagrebu, upisom Veterinarske škole, a maturira 2015. godine vrlo dobrim uspjehom. 2016. godine upisuje preddiplomski studij poljoprivrede na Veleučilištu Križevci kojeg završava 2020. godine. Iste godine upisuje diplomski studij Biljne znanosti na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu. Tijekom studiranja bavi se odbojkom igrajući za momčad Agronomskog fakulteta.