

58. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

VPLIV ZATIRANJA ČEBULNE MUHE (*Delia antiqua*) Z NARAVNIMI UKREPI NA ZDRAV PRIDELEK ČEBULE (*Allium cepa*)

Raziskovalno področje: Kmetijstvo

Raziskovalna naloga

Avtor: Rok Rožman

**Mentorici: Tadeja Halas,
mag. Alenka Mujdrica Rožman**

**Šola: Osnovna šola Beltinci
Panonska ulica 35b
9231 Beltinci**

Beltinci, april 2024

KAZALO VSEBINE

KAZALO SLIK.....	III
KAZALO GRAFOV.....	IV
KAZALO TABEL	IV
POVZETEK	V
ABSTRACT	VII
ZAHVALA	IX
1 UVOD	1
1.1 Raziskovalno vprašanje in hipoteze.....	3
2 TEORETSKE OSNOVE.....	4
2.1 Čebula (<i>Allium cepa</i>).....	4
2.2 Čebulna muha (<i>Delia antiqua</i>).....	7
2.3 Naravni ukrepi zatiranja čebulne muhe (<i>Delia antiqua</i>).....	9
3 MATERIAL IN METODE.....	10
3.1 Metoda zbiranja podatkov.....	10
3.1.1 Eksperiment	10
3.1.2 Merjenje morfoloških značilnosti čebule (<i>Allium cepa</i>).....	13
3.1.3 Določanje vsebnosti klorofila v listih čebule (<i>Allium cepa</i>).....	15
3.1.4 Določanje števila čebulnih muh (<i>Delia antiqua</i>) na lepljivih rumenih ploščah.....	16
3.1.5 Določanje števila poškodovanih čebul (<i>Allium cepa</i>).....	17
3.2 Metoda obdelave podatkov.....	17
4 REZULTATI IN ANALIZA.....	18

5 SKLEPI	24
6 DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	26
7 LITERATURA IN VIRI.....	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Čebula (<i>Allium cepa</i>)	4
Slika 2: Čebulna muha (<i>Delia antiqua</i>): A. Samec, samica; B. Jajčeca; C. Ličinka; D. Buba	7
Slika 3: Eksperimentalno polje	10
Slika 4: Različna obravnavanja: A – rumene lepljive plošče, v dveh različnih terminih	11
Slika 5: Različna obravnavanja: B – zaščitna bela koprena, v dveh različnih terminih	11
Slika 6: Različna obravnavanja: C – kontrola, v dveh različnih terminih	12
Slika 7: Število listov čebule (<i>Allium cepa</i>) (zgoraj) in vzorci čebule (<i>Allium cepa</i>) izbranega obravnavanja za analizo (spodaj)	13
Slika 8: Tehtanje in merjenje čebule (<i>Allium cepa</i>)	14
Slika 9: Merjenje premera čebule (<i>Allium cepa</i>)	14
Slika 10: Določanje vsebnosti klorofila v listih čebule (<i>Allium cepa</i>)	15
Slika 11: Določanje števila čebulnih muh (<i>Delia antiqua</i>), 15. 6. 2023 (zgoraj) in 15. 7. 2023 (spodaj)	16
Slika 12: Poškodovane čebule (<i>Allium cepa</i>).....	17

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Dolžina listov in korenine čebule (<i>Allium cepa</i>) v odvisnosti od obravnavanja	18
Graf 2: Masa čebule (<i>Allium cepa</i>) v odvisnosti od obravnavanja	19
Graf 3: Premer čebule (<i>Allium cepa</i>) v odvisnosti od obravnavanja	20
Graf 4: Vrednosti klorofila v listih čebule (<i>Allium cepa</i>), pred poleganjem, v odvisnosti od obravnavanja	21
Graf 5: Število poškodovanih čebul (<i>Allium cepa</i>) v odvisnosti od obravnavanja..	22
Graf 6: Število čebulnih muh (<i>Delia antiqua</i>) v različnih terminih pri obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami	23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Povprečne temperature zraka in količina padavin v času eksperimenta	12
---	----

POVZETEK

Z intenzivno uporabo kemičnega varstva rastlin in enostransko ter pretirano uporabo fitofarmaceutvskih sredstev lahko negativno vplivamo na okolje, v katerem živimo, kar pomeni, da rušimo življenjske združbe in tvegamo nastanek odpornih škodljivih vrst organizmov.

Na dinamiko škodljivcev znotraj kmetijskih ekosistemov vplivajo upravljanje s strani kmetovalcev ter številni abiotski in biotski dejavniki v okolju. Razumevanje in napovedovanje številčnosti in porazdelitve škodljivih žuželk v gojenih pridelkih so izzivi, s katerimi se sooča kmetijstvo sodobnega časa.

Svetovna proizvodnja čebule (*Allium cepa*) je približno 105 milijard ton letno. Rumena čebula predstavlja 75 % vse gojene čebule na svetu. Indija je največja proizvajalka čebule s 26.738 milijoni ton letno, sledijo pa ji: Kitajska, ki proizvede približno 23.660 milijonov ton na leto, ZDA, ki proizvedejo 3.821 milijonov ton čebule letno, in Egipt s 3.199 milijoni ton čebule na leto.

Čebula (*Allium cepa*) je med najbolj uporabljenimi in najpogosteje gojenimi kultiviranimi rastlinami. Čebula je vrtnina, ki jo pridelujemo na zelo intenzivni ravni, kar pomeni, da je obremenjena s pesticidi, saj je pri intenzivni pridelavi ob ugodnih pridelovalnih pogojih pritisk bolezni in škodljivcev lahko zelo močan.

Čebulna muha (*Delia antiqua*) je pomemben škodljivec čebule (*Allium cepa*) in drugih rastlinskih vrst iz rodu *Allium*, kot so česen, por, šalotka ipd. Največjo gospodarsko škodo povzroča prva generacija, ki lahko zmanjša pridelek tudi do 50 %.

V raziskovalni nalogi smo želeli ugotoviti vpliv zatiranja čebulne muhe (*Delia antiqua*) z naravnimi ukrepi na zdrav pridelek čebule (*Allium cepa*).

Raziskovalno delo je bilo izvedeno kot vrtni poskus s tremi obravnavanji; obravnavanje z zaščito z lepljivimi rumenimi ploščami, obravnavanje z zaščitno belo kopreno in

kontrolno obravnavanje, brez zaščite pred čebulno muho. Med vegetacijo smo na izbranih čebulah določili število ovenelih in/ali število gnilih čebul ter vsebnost klorofila v listih čebule. V času tehnološke zrelosti čebule smo določili še morfološke parametre pridelka; število in dolžino listov, dolžino korenin, maso in premer čebule ter število poškodovanih čebul. Na lepljivih rumenih ploščah smo ocenili število odraslih osebkov čebulne muhe v različnih obdobjih rasti in razvoja čebule.

Rezultati so pokazali, da zaščita z belo kopreno pozitivno vpliva na višino listov čebule kakor tudi na njihovo število. Opaziti je bilo krajše korenine v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Listi čebule pod belo kopreno so imeli najvišje vrednosti klorofila v fazi pred poleganjem in čebule so tehnološko dozorele teden dni pozneje v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem in obravnavanjem z lepljivimi rumenimi ploščami. Premer čebule je bil za 8,2 % višji, masa čebule pa od 14,1 do 16,3 % višja od kontrolnega obravnavanja. Število poškodovanih čebul zaradi čebulne muhe je bilo v obeh obravnavanjih, z zaščitno belo kopreno in z lepljivimi rumenimi ploščami v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem od 14,4 do 20,0 % nižje. Nalet čebulne muhe je bil v obdobju maj–junij nižji kot v obdobju junij–julij.

Sklepamo, da zaščitna uporaba bele koprene ali uporaba lepljivih rumenih plošč ugodno vplivata na zatiranje čebulne muhe v čebuli ter posledično pripomoreta k zdravemu pridelku čebule brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev.

Ključne besede: čebula (*Allium cepa*), čebulna muha (*Delia antiqua*), zatiranje, bela koprena, lepljive rumene plošče, pridelek

ABSTRACT

By using the intensive chemical plant protection and one-sided and excessive use of phytopharmaceuticals, we can have a negative impact on the environment we live in, which nevertheless leads to the disruption of ecosystems and risking the emergence of resistant harmful species of organisms.

The dynamics of pests within agricultural ecosystems are influenced by farmers' management practices as well as numerous abiotic and biotic factors in the environment. Understanding and predicting the abundance and distribution of harmful insects in cultivated crops, is a huge challenge faced by modern agriculture.

Worldwide production of onion (*Allium cepa*) is approximately 105 billion tons annually. Yellow onion makes up 75 % of all cultivated onions globally. India is the largest onion producer with 26.738 million tons annually, followed by China which produces approximately 23.660 million tons annually. The USA produces 3.821 million tons of onions annually and Egypt with 3.199 million tons of onions per year.

Onion (*Allium cepa*) is among the most utilized and commonly used cultivated plants. Onions are garden crops grown at a very intensive level. They are laden with pesticides because the pressure from diseases and pests can be very strong under intensive cultivation with favourable growing conditions.

The Onion Fly (*Delia antiqua*) is a significant pest of onions (*Allium cepa*) and other plant species from the genus *Allium*, such as garlic, leeks, shallots, etc. The greatest economic damage is caused by the first generation which can reduce harvest by up to 50 %.

In the research paper, we aimed to determine the impact of controlling the Onion Fly (*Delia antiqua*) using natural methods on the healthy yield of onions (*Allium cepa*). The research work was conducted as a garden experiment with three treatments: treatment with protection using sticky yellow traps, treatment with protective white

mesh, and a control treatment without protection against the Onion Fly. During the vegetation period, we determined the number of withered and/or rotten onions and the chlorophyll content in onion leaves. At the time of technological maturity of the onion, we also determined the morphological parameters of the yield, including the number and length of leaves, length of roots, mass and diameter of onions, and the number of damaged onions. On the sticky yellow traps, we assessed the number of adult Onion Fly individuals at various stages of onion growth and development.

The results showed that protection with white mesh positively influences the height and number of onion leaves. Shorter roots were observed according to the control treatment. Onion leaves under the white mesh had the highest chlorophyll values in the pre-lodging phase, and the onions which were compared to the control treatment and the treatment with sticky yellow traps reached technological maturity a week later. The diameter of the onion was 8.2 % higher, and the onion mass was 14.1 to 16.3 % higher compared to the control treatment. The number of damaged onions due to the Onion Fly was 14.4 to 20.0 % lower in both treatments with protective white mesh and sticky yellow traps compared to the control treatment. The incidence of the Onion Fly was lower in the period from May to June compared to the period from June to July.

We conclude that the protective use of white mesh or the use of sticky yellow traps have a positive impact on the suppression of the Onion Fly in onions and consequently contribute to a healthy onion yield without the use of any pesticides.

Keywords: onion (*Allium cepa*), Onion Fly (*Delia antiqua*), control, white mesh, sticky yellow traps, yield

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoricama za strokovno pomoč pri postavitvi poskusa na eksperimentalnem polju in pri oblikovanju zapisov raziskovalnega dela.

Hvala tudi gospe Klaudiji Berden za prevod povzetka v angleščino in gospe Marjanci Ferko Omahen za jezikovni pregled.

1 UVOD

Zadostna proizvodnja hrane za naraščajočo človeško populacijo je globalni izziv. Ocenjuje se, da se bo do leta 2050 število svetovnega prebivalstva povečalo za 46 %, kar bo zahtevalo večjo kmetijsko proizvodnjo za zagotovitev prehranske varnosti (Vir: <https://www.fao.org/3/cc7088en/online/cc7088en.html>; 21.2.2024).

Problemi, s katerimi se soočamo, so: pridelava hrane, zagotavljanje prehranske varnosti v okolju, kjer je škoda zaradi žuželk in bolezni, ki jih le-te povzročajo, ter podnebne spremembe (Godfray in sod., 2014; Sandhu in sod., 2015).

Uporaba zemljišč za pridelavo kmetijske hrane vpliva na velike dele kopenskega območja, katerega prispevek k biotski raznovrstnosti je zelo pomemben (Tscharrntke in sod., 2005). Trenutno je v uporabi skoraj vsa svetovna rodovitna zemlja in obdelovalnih površin ni mogoče bistveno povečati. Poleg tega, da uporabljamo velike količine zemlje, kmetijstvo bolj kot katera koli človeška dejavnost na svetu ogroža stabilnost in preživetje naravne biotske raznovrstnosti (Pimentel, 2017). Čiščenje naravnih ekosistemov za povečanje pridelave hrane in živinoreje, uporaba velikih količin vode in uporaba kmetijskih kemikalij prispevajo k pomembnim spremembam v ekoloških sistemih (Pimentel in sod., 2000). Globalni izziv je zagotoviti visoke in kakovostne pridelke ter hkrati zagotoviti, da je kmetijska proizvodnja okoljsko trajnostna.

Odkar se ljudje ukvarjajo s poljedelstvom, so se na njihovih pridelkih pojavljali škodljivci. Odnos med žuželkami in rastlinami je prevladujoča biotska interakcija (Samways, 1993) in približno 50 % vrst žuželk je rastlinojedih (Schoonhoven, 2005). Rastlinojede žuželke poškodujejo 18 % svetovne kmetijske proizvodnje in to se v glavnem nadzoruje s kemičnimi metodami (Losey in Vaughan, 2006). Okoli 0,5 % skupnega števila znanih vrst žuželk se šteje za škodljivce (Kim, 1993).

Žuželke so ključnega pomena za preživetje ljudi. Približno 72 % svetovnih pridelkov je opršenih s strani žuželk (Dicke, 2017). Zatiranje škodljivcev v kmetijstvu je neizogibno. Pridelovalna praksa, kot so uporaba insekticidov, biološki nadzor, odporni kultivarji in ravnanje s tlemi ..., ima neposredne in posredne učinke na škodljivce kot

tudi na neciljne skupine organizmov. Nedavne študije so poudarile pomen podnebja in okoliške krajine na dinamiko škodljivcev žuželk znotraj kmetijskih sistemov (Moretti in sod., 2021).

Čebulo (*Allium cepa*) dnevno, svežo ali predelano, uživa velik del človeške populacije in je bistvena surovina v različnih panogah. Po SURS je površina polj s čebulo v Sloveniji v letu 2023 zajemala 313 ha, pridelek pa je bil 18,5 t/ha. Čebula vsebuje polifenole, flavonoide, organske kisline, sladkorje in žveplove spojine, ki so koristni za zdravje ljudi (Liguori in sod., 2017; Griffiths in sod., 2002).

Čebulna muha (*Delia antiqua*) je pomemben škodljivec čebulnih rastlin, zlasti čebule, in se pojavlja v zmernih regijah po vsem svetu (Eckenrode in sod., 1975). Ličinka čebulne muhe je najpomembnejši škodljivec čebule v zgodnji sezoni, saj se neposredno prehranjuje z mladimi rastlinami in tako olajša vstop patogenov. Muhe odlagajo jajčeca na dnu rastlin čebule, ličinke pa se premaknejo v območje korenin, vstopijo v bazalno ploščo čebule in se hranijo v podzemnem delu rastline (Moretti in Nault, 2020).

Naravno zaščito pred čebulno muho (*Delia antiqua*) lahko predstavljajo zaščitne lepljive rumene plošče. Terenski poskus (Mukhtar, 2022) za oceno učinkovitosti barve in višine lepljivih plošč = pasti pri zmanjševanju populacije čebulnih škodljivcev na odprtem polju je pokazal, da so rumene lepljive pasti najbolj učinkovite pri privabljanju populacije čebulnih škodljivcev, sledile so jim modre, zelene in bele pasti. Pasti, nameščene na 75 cm nad tlemi, so imele največjo učinkovitost pri privabljanju populacije čebulnih škodljivcev, sledile so pasti, nameščene na 100 (- 6,7 %), 50 (- 15,5 %) oziroma 25 (- 27,0 %) cm.

Naravno zaščito pred čebulno muho (*Delia antiqua*) pa lahko predstavljajo tudi zaščitne bele vrtno koprne. Raziskava (Hoffmann, 2001) je dokazala učinkovitost uporabe pregrad iz netkanih vlaken za zatiranje čebulne muhe in posledično njene ličinke. Rezultati poskusa v rastlinjaku so pokazali, da so uporabljena vlakna zmanjšala število jajčec čebulne muhe od 64 do 98 % in da se je učinkovitost zaščite povečala z večjo gostoto vlaken. Pregrade iz netkanih vlaken so lahko alternativa insekticidom za zatiranje ličinke čebulne muhe ter morebitnih drugih škodljivcev.

1.1 Raziskovalno vprašanje in hipoteze

V raziskavi smo želeli ugotoviti vpliv zatiranja čebulne muhe (*Delia antiqua*) z naravnimi ukrepi (lepljive rumene plošče in bela koprena) na zdrav pridelek čebule (*Allium cepa*).

Hipoteze:

Hipoteza 1: Zatiranje čebulne muhe (*Delia antiqua*) z uporabo lepljivih rumenih plošč pozitivno vpliva na število zdravih čebul (*Allium cepa*).

Hipoteza 2: Zatiranje čebulne muhe (*Delia antiqua*) z uporabo bele koprene pozitivno vpliva na število zdravih čebul (*Allium cepa*).

Hipoteza 3: Število osebkov čebulne muhe (*Delia antiqua*) je različno v različnih mesecih (maj, junij, julij) rasti in razvoja čebule (*Allium cepa*).

Hipoteza 4: Čebula (*Allium cepa*), ki jo napade ličinka čebulne muhe (*Delia antiqua*), ima manjši premer čebulice in manjšo maso v tehnološki zrelosti.

2 TEORETSKE OSNOVE

2.1 Čebula (*Allium cepa*)

Čebula (*Allium cepa*) (Slika 1) je rastlina iz družine lukovk (Alliaceae), ki se široko uporablja v prehrani po celem svetu. Del čebule, ki se uporablja v prehrani, je podzemna čebulica, ki jo gradijo sočni luskolisti – odebeljene listne nožnice, v katerih rastlina hrani založne in obrambne snovi.



Slika 1: Čebula (*Allium cepa*)

Vir: <https://c8.alamy.com/comp/2A77536/onion-allium-cepa-2A77536.jpg>; 21. 2. 2024.

Opis rastline

Koreninski sistem čebule predstavljajo plitve šopaste korenine. Čebulico predstavlja čebulni krožec, ki je preobraženo steblo, iz katerega izraščajajo mesnati listi. Njihova

vloga je shranjevanje rezervne hrane za oblikovanje cvetnih stebel v drugem letu. Zunanji listi, ki obdajajo čebulico, se imenujejo luskolisti. Čebula požene cvetno steblo tudi do 2 m visoko. Socvetje čebule je enostavni kobul z več kot 100 cvetov bele do zelene barve. Seme v cvetovih je veliko 3–4 mm in je črne barve (Černe, 1992; Lešić in sod., 2004).

Zemljišče, temperatura, vlaga

Čebula zahteva dobro odcedna, topla zemljišča, srednje močno založena s humusom (okoli 3 %). Tla naj bodo rahlo kislila (pH 6,0–7,0). Čebula je rastlina, ki zahteva zgodnjo, toplo pomlad z dovolj padavinami, dovolj padavin tudi v začetku poletja, ko se čebule debelijo, in suho vreme v času zorenja, konec julija. Za optimalen razvoj koreninskega sistema morajo imeti tla 10–15 °C, temperature tal nad 20 °C ustavijo razvoj koreninskega sistema, zato morajo biti setve (in sajenje čebulčka) dovolj zgodnje, da se ima koreninski sistem možnost razviti v popolnosti. Čebula se prične debeliti pri temperaturah tal nad 15 °C, od takrat naprej se koreninski sistem ne razvija več, pri temperaturah nad 25 °C se zmanjšuje debeljenje, nad 35 °C (tal) pa se razvoj čebule ustavi. Zato je potrebno tla redno namakati, da se hladijo, v vročem poletju je dobro tla pustiti zapleveljena, saj edino plevel zastira tla tako, da ostajajo hladnejša, čebula sama namreč tal ne senči dovolj. Čebula potrebuje za dober, hiter in enakomeren vznik vlažna tla, za razvoj korenin in listja pa po potrebi tudi namakanje. V času dozorevanja čebule pa so zaželeni bolj suha tla, namakanje ni več potrebno, razen v izjemno sušnih razmerah. V zbiti zemlji je otežen sprejem hranil, kar zniža pridelek in poslabša skladiščenje. Vsako kratkotrajno pomanjkanje vlage pomeni nižji pridelek. Čebulo vedno namakamo večkrat z nižjimi odmerki vode, saj ima plitev koreninski sistem. Z namakanjem prenehamo najkasneje tri tedne pred nameranim spravilom (KGZS, 2013).

Osvetlitev

Čebula nima velikih potreb po osvetlitvi. Pri setvi vmesnih posevkov med čebulo spomladi sejemo nizke zelenjadnice, šele od konca maja naprej pa tudi bujnejše. Večina sort, ki jih pri nas pridelujemo, oblikuje čebulo v dolgem dnevu. Če torej te sorte

sejemo ali sadimo prepozno, se do takrat ne razvije dovolj listja in korenin, zato bo pridelek nižji (KGZS, 2013).

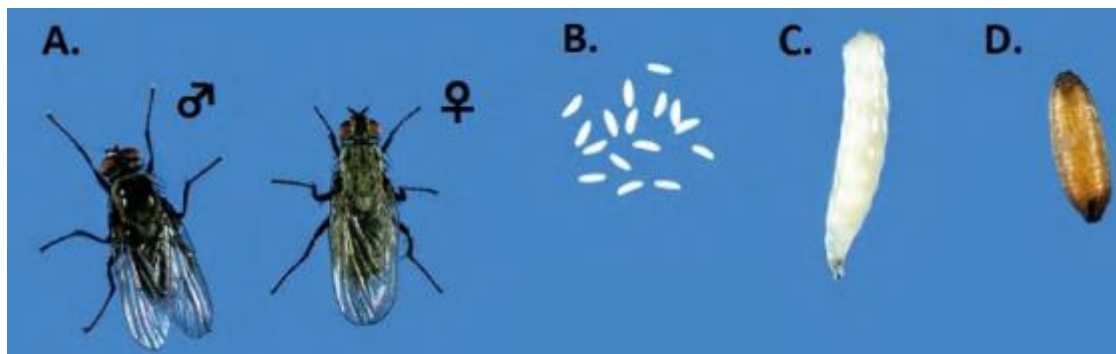
Kolobar

Čebula sodi v skupino čebulnic, v katero uvrščamo tudi česen, šalotko, por, drobnjak, stoletno čebulo in druge. Zahteva širok kolobar, priporočljiv presledek med pridelovanjem posameznih čebulnic na istem mestu je pet let. Odličen predposevek za čebulo so žita, predvsem ječmen in rž, tudi ajda in paradižnik. Manj ugoden predposevek sta krompir in pesa zaradi možnega napada ogorčic. Veliko avtorjev odsvetuje metuljnice kot predposevek. Po čebuli ostane zemljišče dobre strukture, vendar običajno zapleveljeno. Po čebuli dobro uspevajo skoraj vse vrtnine, z izjemo stročnic (KGZS, 2013).

Priporočljive rastline za združene setve so korenček, pastinak, rdeča pesa in solata.

2.2 Čebulna muha (*Delia antiqua*)

Odrasel osebek čebulne muhe (*Delia antiqua*) (Slika 2) je dolg od 6 do 7 mm, temno sivkaste barve in spominja na hišno muho. Telo je vitko, sivkasto.



Slika 2: Čebulna muha (*Delia antiqua*): A. Samec, samica; B. Jajčeca; C. Ličinka; D. Buba

Vir: <https://c8.alamy.com/comp/2A77536/onion-allium-cepa-2A77536.jpg>; 21. 2. 2024.

Glava je pri samicah zelo svetla (belkasta), z osrednjo črno progo, ki se na temenu razcepi, in z oranžnordečo liso na čelnem delu, oči so velike, rdeče, s serijo obočesnih ščetin, pri samcih se oči skoraj stikajo. Oprsje je sivkasto, ob straneh široko belo obrobljeno, s temnejšo progo na sredini in vzdolžnimi črnimi pikami ter dolgimi ščetinami. Krila so rahlo rumenkasta, podolgasta, ob robu kratko resasto ščetinasta, na oprijemališču rjavkasta. Zadek je sivkast, pri samicah pogosto napihnjjen, porasel s ščetinami, ki so na spodnjem robu segmentov prilegle, sicer štrlijo. Noge so v celoti temne, gosto ščetinaste (Vir: <https://www.urbanatura.si/vsebina/3754/Cebulna-muha;> 19. 2. 2024).

Izlet odraslih muh je odvisen od vremenskih razmer v posameznih letih, običajno pa izlet prve generacije sovpada s časom cvetenja višenj (sredi aprila in v maju). Maksimalen let prve generacije je približno dva tedna po pojavu prvih odraslih osebkov. Izletele muhe odlagajo bela, vretenasta, 1 mm velika jajčeca posamično ali v skupinah po 4 do 9 na koreninski vrat, v listne pazduhe ali na tla ob rastline. Za odlaganje jajčec samice raje izbirajo od vetra zaščitene lege. Izlegle ličinke – žerke so svetleče rumenkasto bele barve in merijo od 8 do 10 mm ter se takoj zavrtajo v mlado čebulo ter se hranijo z rastlinskim tkivom. Napadene rastline venijo, listje se obarva rumenkasto sivo in se zvija, srčni list se suši in ga lahko izvlečemo, saj pri dnu gnije. Močno

napadene rastline propadejo. Pri vzdolžnem prerezu poškodovane rastline v notranjosti najdemo več ličink. Po približno treh tednih prehranjevanja se žerke zabubijo v tleh, na globini okoli 10 cm. Na poškodovana mesta se pogosto naselijo glive in bakterije, ki povzročajo gnitje rastlin. Druga generacija se pojavi v juliju in avgustu. V odvisnosti od vremenskih razmer je možen tudi pojav tretje generacije v letu. Čebulna muha prezimi v stadiju bube v tleh, na globini od 10 do 20 cm (Vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_cebule_2013.pdf).

Čebulna muha ima povečini tri generacije letno (Whitfield in sod., 1985) in prva generacija je najbolj škodljiva, zato se pridelovalci zanašajo na učinkovite insekticide, ki se uporabljajo za tretiranje pri sajenju (Wilson in sod., 2015).

Raziskave potrjujejo, da padavine in temperatura vplivajo na prisotnost čebulne muhe in posledično na poškodbe čebule zaradi čebulne muhe. Za razliko od mnogih rastlinojedih žuželk, katerih aktivnost se poveča kot odziv na povišanje temperature zraka, je aktivnost čebulne muhe ovirana v pogojih prekomerne vročine. V laboratorijskih študijah je dokazano, da je aktivnost odraslih čebulnih muh, preživetje ličink in sposobnost preživetja jajčec ovirana v vročih in suhih razmerah ter strmo upadanje jajčec pri temperaturah, ki se približujejo 30 °C. V terenskih poskusih je Workman, 1958, opazil, da je čebula, ki je bila deležna povečanega vodnega režima, imela več škode zaradi čebulne muhe kot čebulne vrste, ki so ostale suhe. Vlažnost tal je ključni dejavnik, ki vpliva na mobilnost in preživetje žuželk, ki živijo v tleh, v fazi ličinke pa lahko vlaga in tekstura tal vplivata na preživetje čebulne muhe. Študije, zbrane v Moretti, 2021, kažejo, da bodo polja z nižjimi temperaturami, večjo količino padavin in večjim zadrževanjem vlage bolj občutljiva na poškodbe, ki jih povzroča čebulna muha. V izbirnih testih so muhe prednostno odlagale jajčeca na velikih rastlinah čebule (Nault in sod., 2011) in so odložile več jajčec na velike rastline čebule v primerjavi z majhnimi. Čebulna polja, posajena pozneje spomladi, bi morala biti manj poškodovana zaradi čebulne muhe kot tista, posajena prej, saj bi morale biti čebulne rastline med največjo aktivnostjo muhe manjše.

Te študije kažejo, da so podnebje (temperatura in padavine), vlažnost tal, pokrajina in datum sajenja ključni dejavniki, ki vplivajo na preživetje čebulne muhe in kasnejšo škodo na pridelku.

2.3 Naravni ukrepi zatiranja čebulne muhe (*Delia antiqua*)

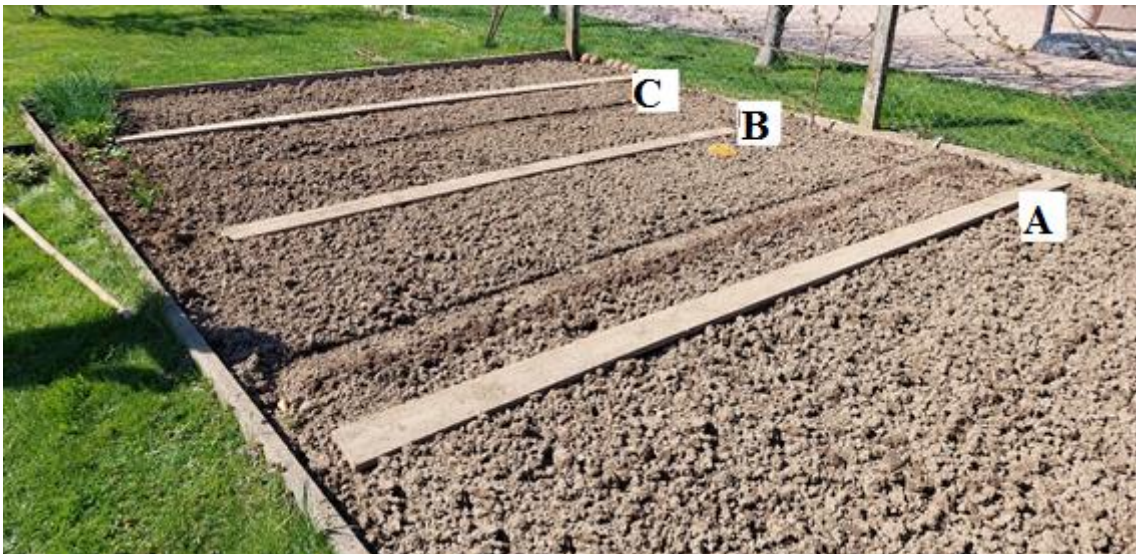
Posledice napada čebulne muhe (*Delia antiqua*) zmanjšamo ali ublažimo z jesenskim zgodnjim sajenjem ali kasnejšim spomladanskim sajenjem čebule in z odstranjevanjem in uničevanjem napadenih rastlin in rastlinskih ostankov. Pomemben preventivni ukrep je tudi izogibanje gnojenja površine, na kateri pridelujemo čebulo, s svežim hlevskim gnojem ali gnojevko. Pred pričetkom leta muhe lahko posevke zavarujemo s prekrivanjem s protiinsektnimi mrežami (gosto tkane) ali vlakninastimi prekrivkami, ki muhi preprečijo dostop do rastlin in odlaganje jajčec na rastline. (Vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_cebule_2013.pdf; 21. 2. 2024). Uporabijo se lahko rumene lepljive pasti, v spomladanskem času, ko se pojavijo odrasle čebulne muhe (Vir: <https://organicgardeningnewsandinfo.wordpress.com/2013/08/28/organic-control-of-onion-maggots/>; 21. 2. 2024). Zatiranja tega škodljivca se lahko lotimo tudi z uporabo entomopatogenih ogorčic. Tretiranje izvajamo po sajenju ob prisotnosti škodljivega organizma tako, da pripravek dodajamo vzdolž vrstic in okoli rastlin (Vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_cebule_2013.pdf; 21. 2. 2024). Odstranjevanje plevela in okopavanje je lahko ključnega pomena; več je plevela, več je možnosti gostiteljev, kamor čebulna muha odlaga svoja jajčeca (npr. regrat), zato je potrebno plevela redno odstranjevati. Rahljanje zemlje okoli čebule, odsotnost plevelov povečuje pridelek in zmanjšuje prisotnost čebulne muhe. Med preventivnimi ukrepi je pomemben tudi kolobar, saj škodljivci prezimijo v posevkih oz. nasadih čebulnic in potem odrasle muhe v naslednjem letu odlagajo jajčeca v ali ob gostiteljske rastline (Vir: <https://www.ekopridelava.si/post/cebulna-muha>; 21. 2. 2024).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 Metoda zbiranja podatkov

3.1.1 Eksperiment

Raziskovalno delo je potekalo na domačem vrtu. Velikost eksperimentalnega polja je bila 3-krat po 1,0 x 4,0 m (Slika 3).



Slika 3: Eksperimentalno polje

(Vir: lastna fotografija)



22. aprila 2023 smo zasadili čebulice čebule (*Allium cepa*), sorte Holandska - rumena, v 3-krat po 2 liniji. Medvrstična razdalja med linijama je bila 30 cm, razdalja v liniji med čebulicami pa 8 cm.

Obravnavanje A je bilo obravnavanje z zaščito z lepljivimi rumenimi ploščami, obravnavanje B je bilo obravnavanje z zaščitno belo kopreno in obravnavanje C je bilo kontrolno obravnavanje, brez zaščite pred čebulno muho (*Delia antiqua*) (Slika 3).

Zemlja na vrtu je bila nazadnje gnojena z domačim hlevskim gnojem pred dvema letoma.



Čebulo smo po potrebi zalivali, okopavali in odstranjevali plevel.

Lepljive rumene plošče smo nastavili 15. 5. 2023 na obravnavanju A, med linijama čebule v razmaku 1 m, v višini 30 cm, kar je približna končna višina čebulnih listov naše izbrane sorte. Nastavili smo tri rumene lepljive plošče v dolžini eksperimentalnega polja. Menjava plošč je potekala na mesec dni. Iz Slik 4, 5 in 6 sta razvidna rast in razvoj čebule v dveh različnih terminih, 15. 5. 2023 in 13. 7. 2023.

Obravnavanje	Datum: 15. 5. 2023	Datum: 13. 7. 2023
A: rumene plošče		



Slika 4: Različna obravnavanja: A – rumene lepljive plošče, v dveh različnih terminih
(Vir: lastna fotografija)

Zaščitno belo kopreno smo nastavili 15. 5. 2023, čez obe liniji čebule, obravnavanja B. Nastavili smo višinske loke, da se koprena ni dotikala čebul. Belo kopreno smo odstranili 30. 6. 2023.

Obravnavanje	Datum: 15. 5. 2023	Datum: 13. 7. 2023
B: bela koprena		

Slika 5: Različna obravnavanja: B – zaščitna bela koprena, v dveh različnih terminih
(Vir: lastna fotografija)

Kontrolno obravnavanje je bilo obravnavanje, kjer nismo uporabili nobene zaščite pred čebulno muho.

Obravnavanje	Datum: 15. 5. 2023	Datum: 13. 7. 2023
C: kontrola		

Slika 6: Različna obravnavanja: C – kontrola, v dveh različnih terminih

(Vir: lastna fotografija)

Povprečne temperaturne vrednosti zraka in količina padavin v času izvedbe eksperimentalnega dela so razvidne iz Tabele 1.

Tabela 1: Povprečne temperature zraka in količina padavin v času eksperimenta

(Vir: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>; 20. 2. 2024)

Murska Sobota–Rakičan lon. = 16.1913 lat. = 46.6521 viš. = 187 m	Povprečna temperatura T [°C]	Količina padavin [mm]
2023/04	9,5	70,1
2023/05	15,1	125,8
2023/06	19,9	84,8
2023/07	21,9	163,9

3.1.2 Merjenje morfoloških značilnosti čebule (*Allium cepa*)

Število zelenih listov čebule smo določili 20. 6. 2023 na vseh čebulah, predno so listi začeli polegati. Slika 7, zgoraj, prikazuje različno število listov čebule na izbranih vzorcih.

Spravilo čebule na kontrolnem obravnavanju in na obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami je potekalo 13. 7. 2023, ko je čebula dosegla tehnološko zrelost.

Spravilo čebule na obravnavanju z zaščitno belo kopreno je potekalo s tedenskim zamikom, 20. 7. 2023, ko je tudi ta čebula dosegla tehnološko zrelost.

Iz vsakega obravnavanja A, B in C smo izbrali po 30 primerkov tehnološko zrele čebule za nadaljno analizo (Slika 7, spodaj).



A – rumene plošče



B – bela koprena

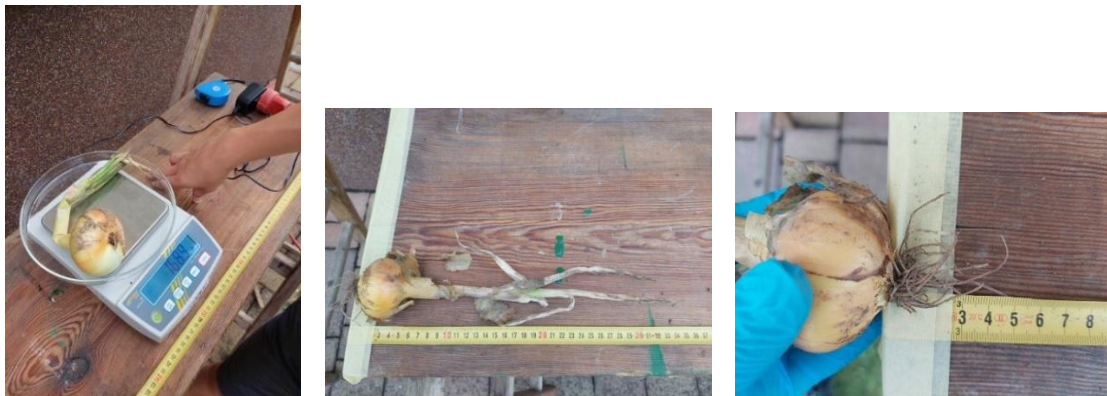


C – kontrola

Slika 7: Število listov čebule (*Allium cepa*) (zgoraj) in vzorci čebule (*Allium cepa*) izbranega obravnavanja za analizo (spodaj)

(Vir: lastna fotografija)

Za tehtanje čebule s posušeno nadzemno biomaso smo uporabili tehtnico ($1000\text{g} \pm 0,1\text{g}$) in za merjenje višine listov in dolžine korenine čebule, merilo (Slika 8).



Slika 8: Tehtanje in merjenje čebule (*Allium cepa*)

(Vir: lastna fotografija)

Merjenje premera čebule (širina in višina) smo opravili s kljunastim merilom (Slika 9).



Slika 9: Merjenje premera čebule (*Allium cepa*)

(Vir: lastna fotografija)

3.1.3 Določanje vsebnosti klorofila v listih čebule (*Allium cepa*)

Vsebnost klorofila v listih čebule smo merili 30. 6. 2023, ko so listi čebule začeli polegati. Meritve smo opravili z digitalnim klorofil metrom (SPAD) po navodilih proizvajalca (Slika 10) na listih srednje velikosti, na sredini lista. Na listih ene rastline smo opravili 30 meritev in zabeležili povprečno vrednost rezultatov.

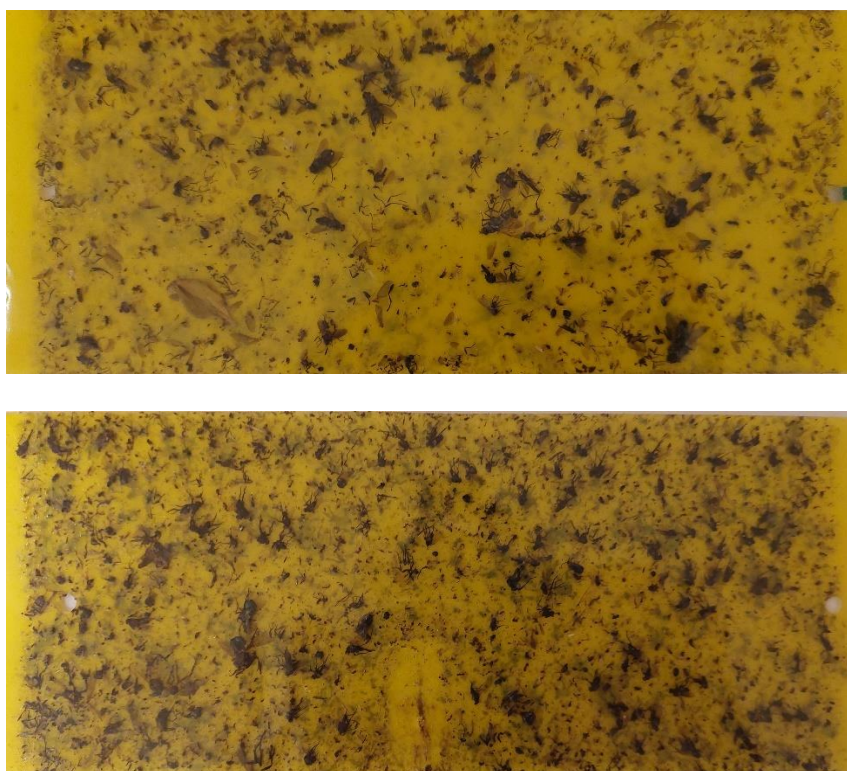


Slika 10: Določanje vsebnosti klorofila v listih čebule (*Allium cepa*)

(Vir: lastna fotografija)

3.1.4 Določanje števila čebulnih muh (*Delia antiqua*) na lepljivih rumenih ploščah

Število čebulnih muh smo ocenili na podlagi lepljivih rumenih plošč, dimenzije 10 x 24 cm (Slika 11). Čebulne muhe smo prešteli na obeh površinah lepljive rumene plošče. Na eksperimentalnem polju so bile v dolžini 4 m postavljene tri lepljive rumene plošče, ki smo jih nastavili 15. 5. 2023, na višini 30 cm. Menjava plošč je bila 15. 6. 2023, ko smo postopek ponovili. Te plošče smo nato odstranili iz eksperimenta 15. 7. 2023.



Slika 11: Določanje števila čebulnih muh (*Delia antiqua*), 15. 6. 2023 (zgoraj) in 15. 7. 2023 (spodaj)

(Vir: lastna fotografija)

Določanje števila čebulnih muh je bilo zelo zahtevno, saj je bila potrebna velika natančnost opazovanja. Nekatere osebkke čebulnih muh smo lahko določili šele s pomočjo povečevalne lupe. Določeni osebki na lepljivih rumenih ploščah so bili brez noge ali krila.

3.1.5 Določanje števila poškodovanih čebul (*Allium cepa*)

Med vegetacijo smo prešteli število čebul, ki so jim oveneli listi in/ali pa so čebulice postale gnile in so začele propadati kot posledica napada čebulne muhe.

Na izbranih tehnološko zrelih 30 čebulah iz vsakega obravnavanja smo ocenili poškodbe na številu čebulic, ki jih je naredila ličinka čebulne muhe. Poškodbe, ki jih naredi ličinka čebulne muhe, so vidne kot tvorbe, okrogle oblike, ki barvno izstopajo na površini čebulice in na prvih luskolistih (Slika 12). Ocenili smo tudi število gnilih čebul med tehnološko zreliimi čebulami.



Slika12: Poškodovane čebule (*Allium cepa*)

(Vir: lastna fotografija)

3.2 Metoda obdelave podatkov

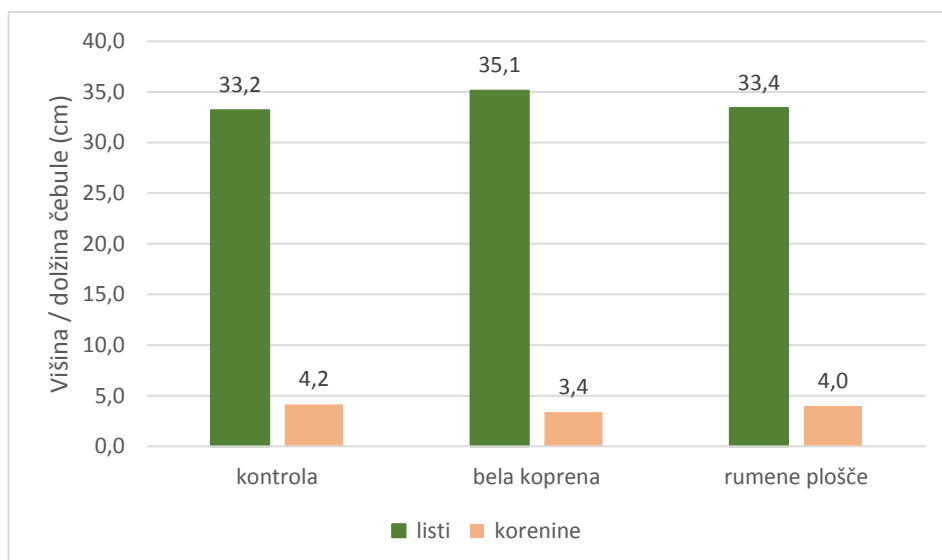
Opravljena je bila statistična obdelava podatkov s statističnimi analizami, tabelarnimi in grafičnimi prikazi rezultatov, ki so nastali z uporabo programa Excel.

Rezultate povprečnih vrednosti smo prikazali kot srednjo vrednost.

4 REZULTATI IN ANALIZA

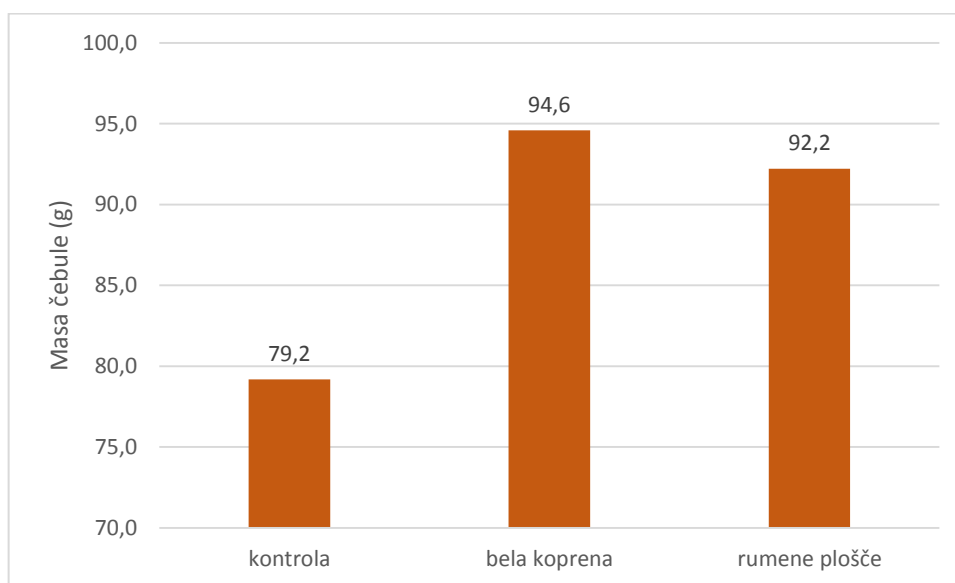
Rezultati vrtnega poskusa so pokazali, da različna obravnavanja čebule (*Allium cepa*) vplivajo na morfološke značilnosti čebule kakor tudi na odstotek končnega zdravega pridelka čebule.

Iz Grafa 1 je razvidna povprečna višina listov čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. Povprečna višina listov je najvišja v obravnavanju, ko so bile čebule pokrite z belo kopreno in meri 35,1 cm ali za približno 2 cm več kot povprečna višina listov čebule v kontrolnem obravnavanju. Povprečna višina listov čebule v obravnavanju z rumenimi lepljivimi ploščami in povprečna višina listov čebule v kontrolnem obravnavanju sta zelo podobni. Iz Grafa 1 je razvidna tudi povprečna dolžina korenin čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. Opazimo, da je koreninski sistem najplitvejši pri koreninah čebule v obravnavanju z belo kopreno, in sicer meri 3,4 cm, verjetno zato, ker je koprena ustvarila pogoje rahlih tal in je čebula razvila plitvejši koreninski sistem, saj je imela dovolj zadržane vlage v fazi rasti in razvoja. Korenine pri obravnavanju z rumenimi ploščami in pri kontrolnem obravnavanju so podobne dolžine, od 6 do 8 mm daljše kot korenine čebul pri obravnavanju z belo kopreno.



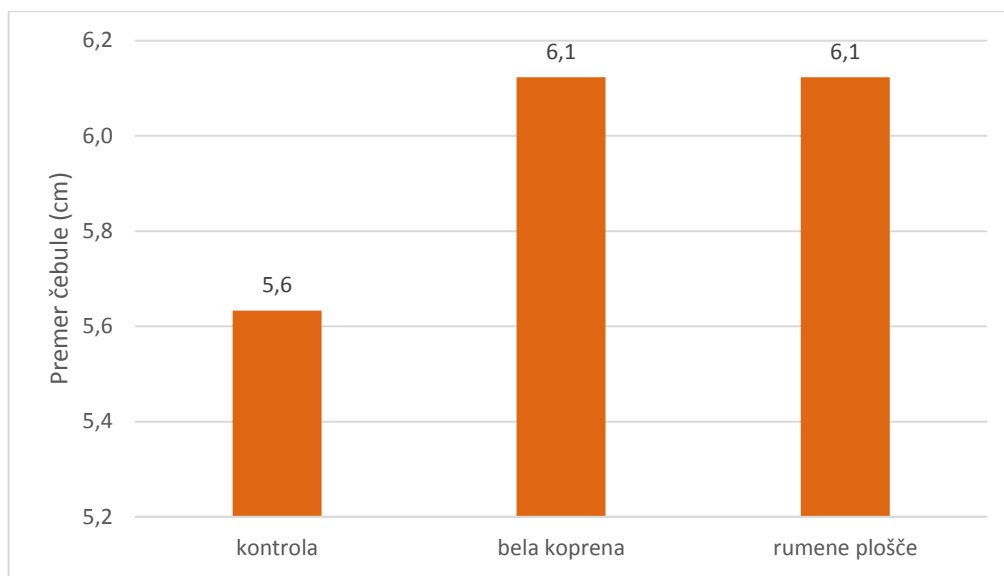
Graf 1: Dolžina listov in korenine čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja

Graf 2 prikazuje povprečno maso čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. Povprečna masa čebule v obravnavanju z belo kopreno je znašala 94,6 g, kar je za 15,4 g več (ali za 16,3 % več), kot je povprečna masa čebule pri kontrolnem obravnavanju. Tudi povprečna masa čebule v obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami je za 15,0 g ali za 14,1 % višja kot povprečna masa čebule pri kontrolnem obravnavanju.



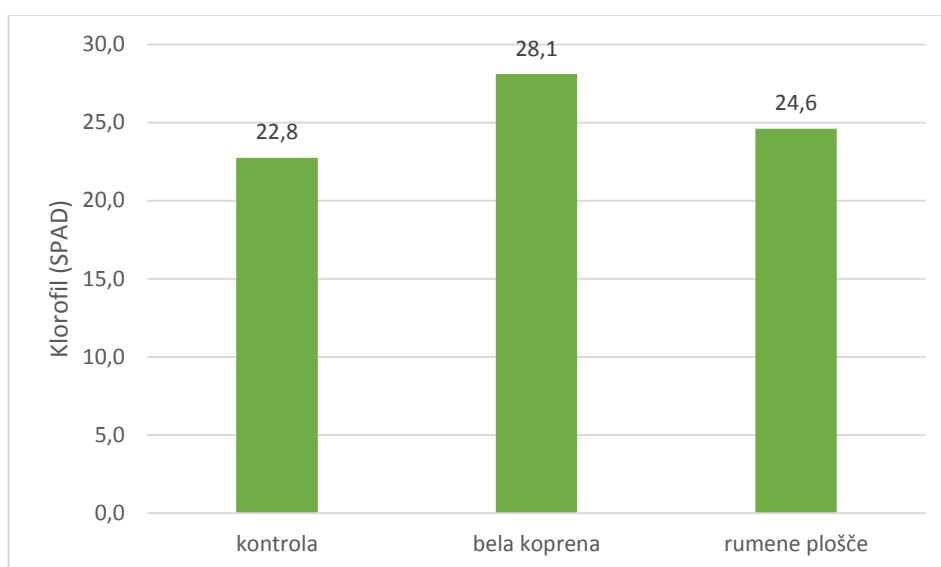
Graf 2: Masa čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja

Graf 3 prikazuje povprečen premer čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. Povprečen premer čebulice čebule pri obravnavanju z belo kopreno in pri obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami je enak, znaša 6,1 cm. Povprečen premer čebulice čebule pri kontrolnem obravnavanju znaša 5,6 cm ali za 0,5 cm (8,2 %) manj kot pri ostalih dveh obravnavanjih.



Graf 3: Premer čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja

Graf 4 prikazuje povprečne vrednosti klorofila v listih čebule (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. Najvišje povprečne vrednosti klorofila v listih čebule so pred poleganjem, ko so se opravljale meritve, dosegali listi v obravnavanju z belo kopreno. Vrednost je bila 28,1. Nekoliko nižje povprečne vrednosti klorofila v listih čebule, 24,6, opazimo pri obravnavanju z rumenimi ploščami. Za kar 18,86 % nižje povprečne vrednosti klorofila pa opazimo v listih pri kontrolnem obravnavanju. Ti listi so bili tudi na pogled bolj svetle, rumene barve. Najintenzivnejše zelene barve so v času meritev vrednosti klorofila izgledali listi čebule, ki so bili pod belo kopreno. Najverjetneje so listi čebule pod kopreno imeli dovolj zaščite pred soncem, enakomerno zadrževanje vlage in zato tudi najvišjo vrednost klorofila v listih, posledično pa tudi poznejše poleganje listov. Predvidevamo, da so čebule z zaščito z rumenimi lepljivimi ploščami, ki so bile v povprečju manj poškodovane zaradi čebulne muhe kot čebule v kontrolnem obravnavanju, dalj časa ohranile večjo vsebnost klorofila.



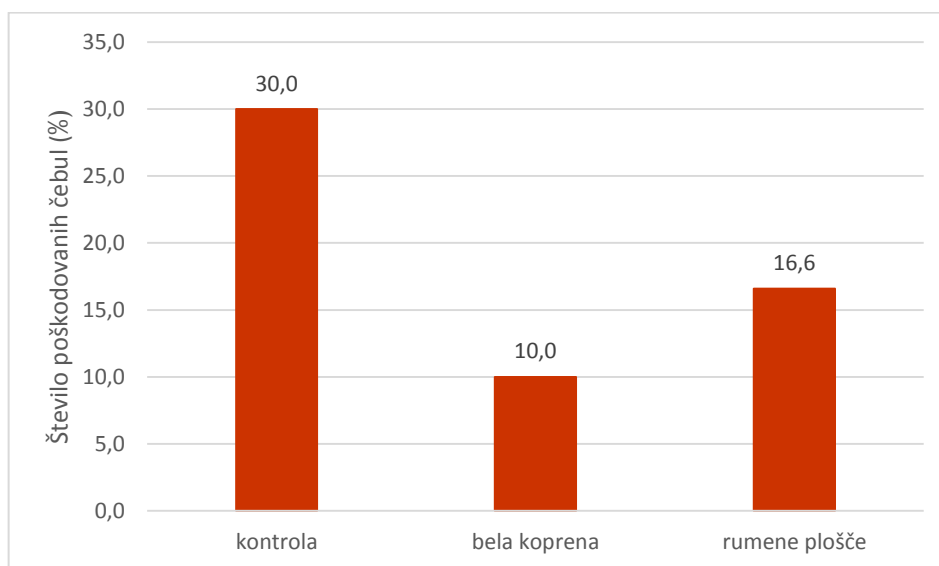
Graf 4: Vrednosti klorofila v listih čebule (*Allium cepa*), pred poleganjem, v odvisnosti od obravnavanja

Povprečno število zelenih listov čebule je bilo v kontrolnem obravnavanju od 3 do 4, v obravnavanju z belo kopreno je bilo od 4 do 5 listov na čebulo in v obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami je bilo od 3 do 5 zelenih listov na čebulo.

Med poškodovane čebule smo šteli tiste čebule, ki so jim med vegetacijo oveneli listi in/ali so čebulice postale gnile ter so začele propadati kot posledica napada čebulne muhe. Take čebule so v kontrolnem obravnavanju bile štiri od približno 60 čebul ali (6,6 %), pri obravnavanju z belo kopreno ni bilo nobene in pri obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami sta bili dve gnili čebulici od približno 60 čebul ali (3,33 %). Ta podatek statistično ni izrazit.

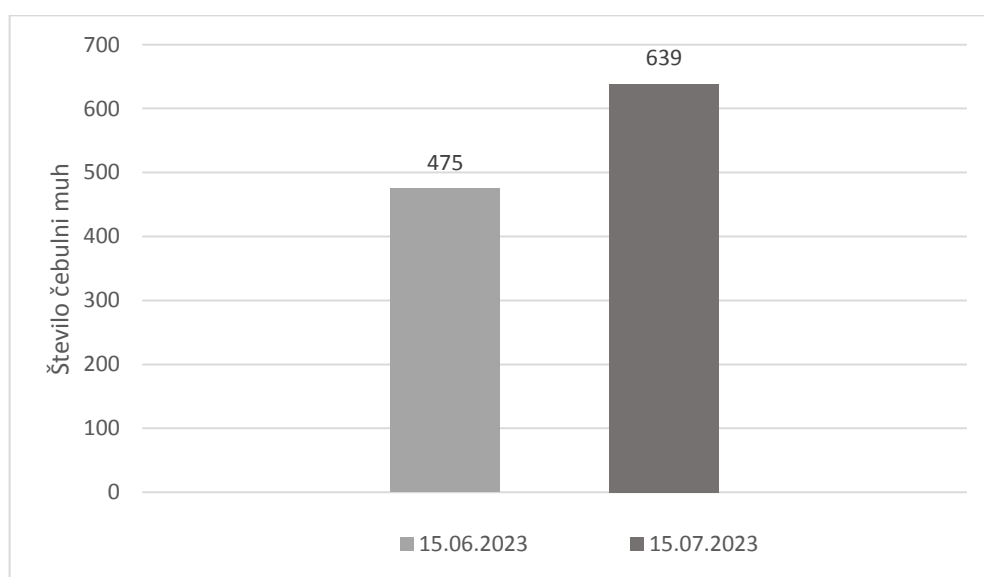
V nadaljevanju smo na izbranih tehnološko zrelih 30 čebulah iz vsakega obravnavanja ocenili poškodbe na luskolistih čebulic, ki jih je naredila ličinka čebulne muhe, in ocenili tudi število gnijočih čebul.

Graf 5 prikazuje povprečno število vseh poškodovanih čebul (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja. V kontrolnem obravnavanju brez zaščite pred čebulno muho je bilo 30 % čebul poškodovanih, od tega 4 ali 13,3 % gnilih in 5 ali 16,6 % z luknjicami na luskolistih. Odstotek poškodovanih čebul pri obravnavanju z belo kopreno je bil 10 %, in sicer brez gnilih čebul, 3 čebule pa so imele luknjice na luskolistih. Pri obravnavanju z rumenimi lepljivimi ploščami je bil odstotek poškodovanih čebul 16,6 %, od tega 2 ali 6,6 % gnilih in 3 ali 10 % z luknjicami na luskolistih čebule.



Graf 5: Število poškodovanih čebul (*Allium cepa*) v odvisnosti od obravnavanja

Graf 6 prikazuje povprečno število čebulnih muh (*Delia antiqua*) v obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami v dveh različnih obdobjih opazovanja. V mesečnem obdobju od 15. 5. do 15. 6. 2023 je bilo število muh v naletu 475 ali 25,6 % manj kot v drugem mesečnem obdobju od 15. 6. do 15. 7. 2023, ko jih je bilo v povprečju 639. Povečanje števila v drugem obdobju opazovanja je višje, ker se je verjetno razvila že druga generacija čebulnih muh. Z analizo lepljivih rumenih plošč je zanimivo opaziti tudi, da je bilo v prvem opazovanem obdobju, od 15. 5. do 15. 6. 2023, v naletu več večjih kot manjših muh. V obdobju prvega opazovanja je bila količina padavin precej visoka (125,8 ml), kar je posledično vplivalo na ugoden razvoj čebulne muhe in njihovih ličink. Tudi temperature v tem obdobju niso bile previsoke (15,1 °C), da bi ovirale aktivnosti čebulne muhe. Z nižjimi temperaturami, večjo količino padavin in večjim zadrževanjem vlage je čebula bolj dovzetna na poškodbe, ki jih povzroča čebulna muha.



Graf 6: Število čebulnih muh (*Delia antiqua*) v različnih terminih pri obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami

5 SKLEPI

V raziskavi smo želeli ugotoviti vpliv zatiranja čebulne muhe (*Delia antiqua*) z naravnimi ukrepi (lepljive rumene plošče in bela koprena) na zdrav pridelek čebule (*Allium cepa*).

Potrdimo lahko vse delovne hipoteze:

Hipoteza 1: Zatiranje čebulne muhe (*Delia antiqua*) z uporabo lepljivih rumenih plošč pozitivno vpliva na število zdravih čebul (*Allium cepa*).

Hipoteza 2: Zatiranje čebulne muhe (*Delia antiqua*) z uporabo bele koprene pozitivno vpliva na število zdravih čebul (*Allium cepa*).

Hipoteza 3: Število osebkov čebulne muhe (*Delia antiqua*) je različno v različnih mesecih (maj, junij, julij) rasti in razvoja čebule (*Allium cepa*).

Hipoteza 4: Čebula (*Allium cepa*), ki jo napade ličinka čebulne muhe (*Delia antiqua*), ima manjši premer čebulice in manjšo maso v tehnološki zrelosti.

Opravljeno raziskovalno delo potrjuje pomemben vpliv naravne zaščite pred čebulno muho z belo kopreno ali z lepljivimi rumenimi ploščami.

Rezultati so pokazali, da zaščita z belo kopreno pozitivno vpliva na višino listov čebule kakor tudi na njihovo število, hkrati pa je bilo opaziti krajše korenine v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Listi čebule pod belo kopreno so imeli najvišje vrednosti klorofila v fazi pred poleganjem in čebule so tehnološko dozorele teden dni pozneje v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem in obravnavanjem z lepljivimi rumenimi ploščami.

Premer in masa čebule sta v obravnavanju z belo kopreno kakor tudi v obravnavanju z lepljivimi rumenimi ploščami dosegala podobne vrednosti, višje v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Premer čebule je bil za 8,2 % višji, masa čebule pa od 14,1 do 16,3 % višja od kontrolnega obravnavanja.

Število poškodovanih čebul zaradi čebulne muhe je bilo v obeh obravnavanjih, z zaščitno belo kopreno in lepljivimi rumenimi ploščami, v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem od 14,4 do 20,0 % nižje.

Nalet čebulne muhe je bil v obdobju maj–junij nižji kot v obdobju junij–julij, saj je se zaradi ugodnih temperaturnih in padavinskih razmer razvila že druga generacija čebulnih muh.

Sklepamo, da zaščitna uporaba bele koprene ali uporaba lepljivih rumenih plošč ugodno vplivata na zatiranje čebulne muhe v čebuli ter posledično pripomoreta k zdravemu pridelku čebule brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev.

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Pridelava čebule (*Allium cepa*) v Sloveniji se je iz manjših vrtnih, samooskrbnih površin preselila na večje, njivske površine. Slovenija večino čebule uvaža iz drugih držav, zato je viden velik potencial pri pridelavi čebule v Sloveniji.

Dobljeni rezultati te raziskovalne naloge so uporabni za vse samooskrbne pridelovalce čebule, ki želijo zdrav pridelek brez vnašanja fitofarmaceutskih sredstev v tla, v pridelek in širše v okolico. Rezultate bomo predstavili zainteresirani javnosti tega področja.

Predvidevamo lahko, da bi bili naši rezultati uporabni tudi pri pridelavi česna, šalotke in pora. V prihodnje bi radi preverili, ali uporabljene zaščitne metode učinkovito vplivajo na zdrave pridelke česna, šalotke in pora, ki jih tudi napadajo žuželke iz skupine muh. Morebiti bi lahko preverili to metodo celo na korenčku, ki ga napada korenčkova muha.

Naši rezultati potrjujejo, da je zaščita pred čebulno muho z belo kopreno ali z lepljivimi rumenimi ploščami rešitev za bolj zdrav pridelek.

7 LITERATURA IN VIRI

- Černe M. (1992). Čebulnice: čebula, česen, por, zimski luk, drobnjak, šalotka. Pridelovanje in varstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 61 str.
- Dicke, M. (2017). Ecosystem Services of Insects. In: Van Huis, A. and Tomberlin, J.K., Eds., *Insects as Food and Feed: From Production to Consumption*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 61–76.
- Eckenrode, C. J., Veal, E. V., Stone, K. W. (1975). Population trends of onion maggots correlated with air thermal unit accumulations. *Environ. Entomol.* 4(5): 785–789.
- Godfray, H.C.I. in Garnett, T. (2014). Food Security and Sustainable Intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369, 20120273. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>.
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions—A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16(7), 603–615.
- Hoffmann M. P., Kuhar T. P., Baird J. M., Gardner J., Schwartz P., Shelton A. M. (2021). Nonwoven Fiber Barriers for Control of Cabbage Maggot and Onion Maggot (Diptera: Anthomyiidae), *Journal of Economic Entomology*, Volume 94, Issue 6, Pages 1485–1491, <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1485>.
- Kim, K.C. (1993). Biodiversity, Conservation and Inventory: Why Insects Matter. *Biodiversity & Conservation*, 2, 191-214. <https://doi.org/10.1007/BF00056668>.
- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrcarstvo*.
- Liguori, L., Califano, R., Albanese, D., Raimo, F., Crescitelli, A., in Di Matteo, M. (2017). Chemical composition and antioxidant properties of five white onion (*Allium cepa* L.) landraces. *Journal of Food Quality*, 9, 6873651.
- Losey, J.E. and Vaughan, M. (2006). The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. *BioScience*, 56, 311-323. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[311:TEVOES\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2).
- Moretti E., Wickings K., Nault B. (2020). Environmental factors and crop management that affect *Delia antiqua* damage in onion fields, *Agriculture*,

- Moretti, E., Nault, B.A. (2020). Onion Maggot Control in Onion, 2019. *Arthropod ManagTests* 45. <https://doi.org/10.1093/amt/tsaa007>.
- Mukhtar, Y., Sajad M., Shankar, U., Shafiya R. (2022). Standardization and Evaluation of Coloured Sticky Traps and their Height against Onion Thrips (*Thrips tabaci* L.). *Indian Journal of Ecology*. 49. 2013-2015. 10.55362/IJE/2022/3777.
- Nault, Brian A., Zhao, J.-Z., Straub, R.W., Nyrop, J.P., Hessney, M.L. (2011). Onion maggot (Diptera: Anthomyiidae) resistance to chlorpyrifos in New York onion fields. *J. Econ. Entomol.* 99, 1375–1380.
- Pimentel, D. (2017). Pest Control in World Agriculture. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, 2.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. and Morrison, D. (2000). Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States. *BioScience*, 50, 53–65.
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0053:EAECON\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0053:EAECON]2.3.CO;2).
- Samways, M.J. (1993). Insects in Biodiversity Conservation: Some Perspectives and Directives. *Biodiversity in Conservation*, 2, 258-82.
<https://doi.org/10.1007/BF00056672>.
- Sandhu, H., Wratten, S.D., Costanza, R., Pretty, J., Porter, J.R. in Regenold, J. (2015). Significance and Value of Non-Traded Ecosystem Services on Farmland. *Peer Journal*, 3, e762. <https://doi.org/10.7717/peerj.762>.
- Schoonhoven, L.M., Van Loon, J.J.A. and Dicke, M. (2005). *Insect-Plant Biology*. Oxford University Press, Oxford, UK, 400 p.
- Tschamntke, T., Klein, A.M. Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. and Thies, C. (2005). Landscape Perspectives on Agricultural Intensification and Biodiversity—Ecosystem Service Management. *Ecology Letters*, 8, 857–874.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>.
- Whitfield, G.H., Carruthers, R.I., Haynes, D.L. (1985). Phenology and control of the onion maggot (Diptera: Anthomyiidae) in Michigan onion production. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 12, 189–200.
[https://doi.org/10.1016/0167-8809\(85\)90110-0](https://doi.org/10.1016/0167-8809(85)90110-0).

- Wilson, R.G., Orloff, S.B., Taylor, A.G. (2015). Evaluation of insecticides and application methods to protect onions from onion maggot, *Delia antiqua*, and seedcorn maggot, *Delia platura*, damage. *Crop Prot.* 67, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.002>.
- Workman, R.B. (1958). The biology of the onion maggot, *Hylemyia antiqua* (Meigen), under field and greenhouse conditions. Oregon State College.

- Dejstva o oceni prebivalstva in prehranski varnosti. Spletni vir: <https://www.fao.org/3/cc7088en/online/cc7088en.html>; 21. 2. 2024.
- KGZS: Tehnologija pridelave čebule 2013. Spletni vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_c_ebule_2013.pdf; 21. 2. 2024.
- Naravni ukrepi zatiranja čebulne muhe. Spletni vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_c_ebule_2013.pdf; 21. 2. 2024 in <https://organicgardeningnewsandinfo.wordpress.com/2013/08/28/organic-control-of-onion-maggots/>; 21. 2. 2024 in <https://www.ekopridelava.si/post/cebulna-muha>; 21.2.2024.
- Opis razmnoževanja čebulne muhe. Spletni vir: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_c_ebule_2013.pdf).
- Opis značilnosti čebulne muhe. Spletni vir: <https://www.urbanatura.si/vsebina/3754/Cebulna-muha>; 19. 2. 2023.
- Podatki o temperaturi in količini padavin, ARSO. Spletni vir: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>; 20. 2. 2024.
- Statistični urad RS, Površine poljščin, 2023. Spletni vir: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/1502403S.px>; 21. 2. 2024.

- Slika 1: Čebula (*Allium cepa*). Vir: <https://c8.alamy.com/comp/2A77536/onion-allium-cepa-2A77536.jpg>; 21. 2. 2024.
- Slika 2: Čebulna muha (*Delia antiqua*): A. Samec, samica; B. Jajčeca; C. Ličinka; D. buba. Vir: <https://c8.alamy.com/comp/2A77536/onion-allium-cepa-2A77536.jpg>; 21. 2. 2024.