

Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje sjemena u suzbijanju štetnika šećerne repe

Vučemilović-Jurić, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:204:691359>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-21**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje
sjemena u suzbijanju štetnika šećerne repe**

DIPLOMSKI RAD

Domagoj Vučemilović-Jurić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Fitomedicina

**Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje
sjemena u suzbijanju štetnika šećerne repe**

DIPLOMSKI RAD

Domagoj Vučemilović-Jurić

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Darija Lemić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Domagoj Vučemilović-Jurić**, JMBAG 0178117917, rođen 11.01.2000. u Virovitici izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje sjemena u suzbijanju štetnika šećerne
repe**

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 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 **Domagoj Vučemilović-Jurić**, JMBAG 0178117917, naslova

**Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje sjemena u suzbijanju štetnika šećerne
repe**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Darija Lemić mentor

2. prof. dr. sc. Renata Bažok član

3. prof. dr. sc. Milan Pospišil član

Zahvala

Želim izraziti svoju iskrenu zahvalnost mentorici izv. prof. dr. sc. Dariji Lemić na njezinoj neprocjenjivoj podršci i strpljenju tijekom čitavog procesa istraživanja i pisanja ovog rada, znam da Vam nije bilo lako.

Također, želim zahvaliti svojoj obitelji, posebno roditeljima i sestri, na njihovoj neizmornoj podršci i vjeri u mene.

Zahvaljujem i svim prijateljima i kolegama koji su uvijek bili spremni pomoći kada je bilo potrebno.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Cilj istraživanja	3
2.	Pregled literature	4
2.1.	Šećerna repa	4
2.1.1.	Proizvodnja šećerne repe	5
2.1.2.	Agrotehnika šećerne repe	5
2.1.3.	Ekološki uvjeti za uzgoj šećerne repe	6
2.2.	Morfološka svojstva šećerne repe	7
2.2.1.	Korijen	7
2.2.2.	List	8
2.2.3.	Stabljika	9
2.2.4.	Cvijet i plod (sjeme)	10
2.3.	Najvažniji štetnici šećerne repe	10
2.4.	Repina pipa (<i>Bothynoderes punctiventris</i>)	10
2.4.1.	Sistematika	11
2.4.2.	Morfologija i ekologija repine pipe	11
2.5.	Repin buhač (<i>Chaetocnema tibialis</i>)	14
2.5.1.	Sistematika	14
2.5.2.	Morfologija i ekologija repina buhača	15
2.6.	Mogućnosti suzbijanja najvažnijih štetnika šećerne repe	16
2.6.1.	Mehaničko suzbijanje	17
2.6.2.	Fizikalne mjere suzbijanja	17
2.6.3.	Biološke mjere suzbijanja	17
2.6.4.	Kemijske mjere suzbijanja	18
3.	Materijali i metode	19
3.1.	Lokalitet i postavljanje pokusa	19
3.2.	Očitavanje pokusa	21
3.3.	Analiza podataka	22
4.	Rezultati	23
4.1.	Lokalitet Ovčara	23

4.4.1.	Sklop biljaka šećerne repe	23
4.4.2.	Štete od repina buhača	24
4.4.3.	Štete od repine pipe	25
4.5.	Lokalitet Bogdanovci	27
4.5.1.	Sklop biljaka šećerne repe	27
4.5.2.	Štete od repina buhača	28
4.5.3.	Štete od repine pipe	30
5.	Rasprava	32
6.	Zaključak	35
7.	Popis literature.....	36
8.	Životopis	41

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Domagoja Vučemilovića-Jurića**, naslova

Učinkovitost genotipova i insekticida za tretiranje sjemena u suzbijanju štetnika šećerne repe

Ovo istraživanje usmjereno je na procjenu učinkovitosti tretiranja sjemena i različitih genotipova šećerne repe u suzbijanju dva značajna štetnika, buhača (*Chaetocnema tibialis* Illiger 1807) i repine pipe (*Bothynoderes punctiventris* Germar 1824), u Hrvatskoj. Na području Vukovarsko-srijemske županije, na lokacijama Ovčara i Bogdanovci, provedeni su poljski pokusi u razvojnim fazama šećerne repe od BBCH12 do BBCH31. Pokus je uključivao tri različita genotipa šećerne repe te sljedeće tretmane sjemena: kontrola (bez insekticida), tiametoksam + teflutrin, cijantaniliprol, flupiradifuron i *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*. Istraživanjem je utvrđeno da je genotip s brzim klijanjem pokazao najveću osjetljivost na oštećenja od oba štetnika, dok je genotip sa sporim klijanjem pokazao najmanje oštećenja. Unatoč sjetvi u optimalnom roku, rezultati su pokazali da su genotipovi koje brže klijanje osjetljiviji. Rezultati pokazuju da su tretmani tiametoksamom + teflutrinom bili visoko učinkoviti samo u ublažavanju štete od štetnika tijekom kritičnih razvojnih faza. Trenutno istraživanje sugerira da su brojne alternative, od kojih neke pokazuju obećavajuće rezultate učinkovitosti, već formulirane. Međutim, mnoge od ovih alternativa mogu pružiti bitnu, ali potencijalno nedovoljnu zaštitu kada se koriste same. Stoga bi se buduće strategije mogle temeljiti na njihovoj kombiniranoj integraciji unutar okvira integrirane zaštite bilja od štetnika da bi se postigla značajna zaštita šećerne repe. Trebalo bi provesti eksperimentalne pokuse kojima se istražuju potencijalni aditivni ili sinergijski učinci kako bi se ti pristupi dalje unaprijedili.

Ključne riječi: šećerna repa, repina pipa, repin buhač, insekticidi

Summary

Of the master's thesis – student **Domagoj Vučemilović-Jurić**, entitled

Effectiveness of genotypes and seed treatment insecticides in control of sugar beet pests

This research is aimed at assessing the effectiveness of seed treatment and different genotypes of sugar beet in the control of two significant pests, the beet flea beetle (*Chaetocnema tibialis* Illiger 1807) and the sugar beet weevil (*Bothynoderes punctiventris* Germar 1824), in Croatia. Field experiments were conducted in the Vukovar-Syrmia County, specifically at the Ovčara and Bogdanovci locations, during the developmental stages of sugar beet from BBCH12 to BBCH31. The experiment included three different sugar beet genotypes and the following seed treatments: control (without insecticides), thiamethoxam + tau-fluvalinate, cyantraniliprole, teflutrin, and *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*. The research found that the genotype with rapid germination showed the highest susceptibility to damage from both pests, while the genotype with slow germination exhibited the least damage. Despite planting within the optimal timeframe, the results indicated that genotypes with faster germination were more vulnerable. The results demonstrate that treatments with thiamethoxam + teflutrin were highly effective only in mitigating pest damage during critical developmental stages. Current research suggests that numerous alternatives, some of which show promising effectiveness, have already been formulated. However, many of these alternatives may provide significant but potentially insufficient protection when used individually. Therefore, future strategies may be based on their combined integration within the framework of integrated pest management to achieve significant sugar beet protection. Experimental trials should be conducted to explore potential additive or synergistic effects to further enhance these approaches.

Keywords: sugar beet, beet flea beetle, sugar beet weevil, insecticides

1. Uvod

Povećanjem svjetske populacije povećava se i potražnja za hranom. Da bi se zadovoljila potreba za ljudskom i stočnom hranom prinosi se također moraju povećavati (Hanse i sur., 2011). Zaštita poljoprivrednih usjeva od korova, štetnika, patogena i virusa ima ključnu ulogu u očuvanju i povećanju produktivnosti (Oerke i Dehne, 2004). Jedno od mjerila standarda života je i potrošnja šećera. Razvijene zemlje troše oko 50 kg šećera po stanovniku dok zemlje s nižim standardom troše 10 – 20 kg šećera po stanovniku (Gadžo i sur., 2011). Od ukupne proizvodnje šećera u svijetu oko 40 – 45 % se proizvodi iz šećerne repe.

Šećerna repa je relativno mlada kultura koja je poznata i uzgaja se od 18. stoljeća. Svim proizvođačima je poznato da je ona najzahtjevnija ratarska kultura u uzgoju zbog čega ju često nazivamo "kraljicom ratarskih kultura" (Miličić, 2014). Zbog duge vegetacije šećerna repa je izložena napadu velikog broja štetnika koje je potrebno suzbijati da bi osigurali visoke prinose (Bažok i sur., 2012). Šećernu repu zbog njene velike lisne mase i korijena te duge vegetacije napada veliki broj štetnika, zabilježeno je gotovo 200 različitih životinjskih vrsta (nematode, puževi, stonoge, sisavci i uglavnom kukci). Međutim, tek manji broj njih može pričiniti ekonomske štete kao što su smanjenje prinosa, kvalitete ili u krajnjem slučaju potpunog propadanja biljke (Rešić, 2013).

U posljednja dva desetljeća zaštita šećerne repe se oslanjala na primjenu insekticida iz skupine neonikotinoide (Tomizawa and Casida, 2005). Skupina se sastoji od 7 djelatnih tvari: imidakloprid, tiametoksam, klotianidin, tiakloprid, acetamiprid, nitenpiram i dinotefuran (Jeschke i sur., 2011). Da bi se učinkovito provodila zaštita šećerne repe od štetnika potrebno je poznavati faunu štetnika, biologiju, brojnost, dozvoljene djelatne tvari i njihovu učinkovitost. Poznavanjem faune štetnika znamo koje štetnike možemo očekivati te preventivnim mjerama zaštite smanjiti njihov utjecaj. Svaki štetnik ima prag odluke, pregledima usjeva određujemo je li taj prag prekoračen te ako je, provodimo mjere zaštite usjeva. Poznavanjem biologije štetnika znamo kada se štetnik pojavljuje na našim usjevima, određujemo vrijeme provođenja mjera zaštite, ono se provodi kada su štetnici najosjetljiviji. Za uspješno suzbijanje štetnika šećerne repe potrebno je pridržavanje načela integrirane zaštite bilja, odnosno primjena fizikalnih, agrotehničkih, mehaničkih, bioloških i na kraju kemijskih mjera (Bažok i sur., 2014).

Kritičan period u kojem je šećerna repa najosjetljivija i u kojem se javljaju najveće štete je sam početak rasta i razvoja odnosno od klijanja do formiranja i razvoja 3-4 para pravih listova. Od štetnika koji izazivaju ekonomske štete na samom početku vegetacije možemo izdvojiti repina buhača i repinu pipu (Rešić, 2008). Zaštita šećerne repe u tom periodu znači osnovu za dobivanje zadovoljavajućih prinosa i visoke kvalitete korijena.

Repina pipa (*Bothynoderes punctivetrus* Germar 1824) je značajan štetnik šećerne repe na području središnje, istočne i jugoistočne Europe. Repina pipa predstavlja jednog od najbitnijih ograničavajućih faktora za uspješnu i stabilnu proizvodnju šećerne repe. Tijekom prošlog stoljeća ovaj štetnik je uništio više od 250 000 ha polja šećerne repe u Srbiji (Toth i sur., 2007). U godinama kada nije obavljano suzbijanje repine pipe, a zabilježena je masovna

pojava, doveden je u pitanje opstanak preko 50 % površina zasijanih šećernom repom (Sekulić i sur., 2005). Repina pipa uzrokuje uništavanje i prorjeđivanje usjeva u proljeće koje ponekad mogu biti katastrofalnih razmjera. Zbog klimatskih promjena tijekom zadnjih 10 godina repina pipa postala je velik problem u uzgoju na prostoru istočne Hrvatske (Drmić i sur., 2020).

Repin buhač (*Chaetocnema tibialis* Illiger 1807) ekonomski je važan štetnik šećerne repe. Pravi karakteristične štete izgrizanjem kotiledona ili čak klice pa dolazi do prorjeđenja sklopa (Rešić, 2008). Simptomi se javljaju u vidu sitnih rupica na lišću, koji se rastom repe šire. Repin buhač prezimljuje u tlu kao imago u blizini repišta, a javlja se sljedeće godine najčešće u vrijeme nicanja repe ovisno o vremenskim uvjetima (Bažok i sur., 2018). U prošlosti suzbijanje buhača se provodilo mehaničkim mjerama, odnosno kolomazom koji se nanosio na daske kojima se prelazilo preko redova iznikle šećerne repe (Bažok i sur., 2018).

Jedan od načina zaštite šećerne repe od štetnika je sjetva tretiranog sjemena. Tako se repa štiti od zemljišnih štetnika i štetnika u fazi klijanja i nicanja (Bažok i sur., 2015). Sjeme se tretiralo neonikotinoidima koji su bili najuspješniji u suzbijanju štetnika (Bažok i sur., 2012). Europska komisija je 2018. godine zabranila neke djelatne tvari iz skupine neonikotinoide te zabrana vrijedi za sve zemlje članice Europske unije. Razlog zbog čega su djelatne tvari zabranjene je njihovo negativno djelovanje na pčele i bumbare (Vojvodić i sur., 2021). Drugi razlog zbog kojeg je došlo do zabrane je kontaminacija vode odnosno korištenje vode s mogućim reziduama neonikotinoide. Još jedan od razloga je kontaminacija susjednih polja koji se događa zbog „drifta“, odnosno zanošenja prilikom prskanja, a najviše su ugroženi rubovi polja susjednih usjeva. Zabranom neonikotinoide povećava se upotreba drugih insekticida uglavnom piretroide, što je rezultiralo padom prinosa do 15 % (Virić Gašparić, 2022). Zbog zabrane uporabe neonikotinoide zaštita šećerne repe od štetnika se obavlja u vegetaciji odnosno nakon nicanja i pojave štetnika, što povećava rizik od nastanka rezistentnosti (Hauer i sur., 2017).

Zabranom aktivnih tvari iz skupine neonikotinoide nastao je problem u suzbijanju štetnika šećerne repe. Važna agrotehnička mjera zaštite je odabir odgovarajućih genotipova šećerne repe koji pokazuju otpornost ili tolerantnost na najznačajnije štetnike (Francis i sur., 2022). Odabirom genotipova s različitim vremenom klijanja možemo izbjeći napad štetnih organizama u najosjetljivijim fazama šećerne repe (Reed i sur., 2022). Genetska otpornost je najjeftinija i najbolja metoda kontrole štetnika u poljoprivrednim usjevima. Otpornost se odnosi na sposobnost nekih genotipova da daju veće prinose, a da su dobre kvalitete (Abo El-Toooh i sur., 2013).

Ovim istraživanjem su se testirali alternativni insekticidni tretmani sjemena i njihova učinkovitost u suzbijanju najvažnijih štetnika šećerne repe u ranim razvojnim fazama, a to su repina pipa i repin buhač. Istraživao se i utjecaj različitih genotipova te mogu li genotipovi smanjiti oštećenja od štetnih organizama šećerne repe.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj rada bio je utvrditi učinkovitost genotipova i insekticidnih tretmana sjemena šećerne repe na brojnost i štetu od napada repina buhača (*Chaetocnema tibialis*) i repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) u ranim fazama razvoja biljke na području Vukovarsko-srijemske županije.

2. Pregled literature

2.1. Šećerna repa

Šećerna repa (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *altissima*) industrijska je biljka koja pripada porodici Chenopodiaceae (lobode), rodu *Beta* (Šutić, 2020). Šećerna repa je okopavina poznata po visokom sadržaju šećera i gospodarskom značaju u proizvodnji šećera. Dvogodišnja je biljka koja se može komercijalno uzgajati na području gdje prevladava umjerena kontinentalna klima. Šećerna repa uzgaja se zbog zadebljalog korijena. Prve godine stvara korijen koji sadrži 15 - 20 % saharoze, a u drugoj godini razvija generativne organe. Kod komercijalne proizvodnje šećerne repe, korijen se vadi nakon prve godine uzgoja (Drmić, 2016). Korijen šećerne repe sadrži 75 % vode, 16 - 18 % šećera, 5 - 6 % celuloze i 2 - 3 % drugih tvari uključujući i minerale. Oko 90 % šećera koji se nalazi u korijenu šećerne repe prerađuje se u bijeli šećer, a ostatak čini melasa i druge tvari. Melasa se koristi za proizvodnju alkohola, kvasca i stočne hrane. Šećer se dobiva tehnološkim postupcima prerade korijena (Srimac, 2021). Izgled šećerne repe prikazan je na slici 2.1.



Slika 2. 1. Šećerna repa.

Izvor: D. Lemić.

2.1.1. Proizvodnja šećerne repe

U razdoblju od 2010. – 2022. godine površine zasijane šećernom repom varirale su od 23 832 ha (2010.) do 8 889 ha (2022.) kao što je prikazano u tablici 2.1. Najveći prosječni prinosi su iznosili 75,5 t/ha i zabilježeni su 2016. godine. Prosječan prinos šećerne repe u navedenom razdoblju iznosi 60,3 t/ha. Ukupna proizvodnja šećerne repe je varirala od 1 295 459 do 524 000 tona.

Tablica 2.1. Proizvodnja šećerne repe u Hrvatskoj (2010. – 2022. godina)

Godina	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
2010.	23 832	52,4	1 249 151
2011.	21 723	53,8	1 168 015
2012.	23 502	39,1	919 230
2013.	20 245	51,9	1 050 715
2014.	21 900	63,6	1 392 000
2015.	13 883	54,5	756 509
2016.	15 493	75,5	1 169 622
2017.	19 533	66,3	1 295 459
2018.	14 070	55,2	776 491
2019.	11 580	61,2	708 575
2020.	10 460	74	774 331
2021.	10 070	70,2	707 000
2022.	8 889	58,2	524 000

Izvor: DZS (2023).

Najveći svjetski proizvođači šećerne repe su Rusija, Sjedinjene Američke Države i zemlje Europske unije. Uz Rusiju najveći europski proizvođači su Francuska, Njemačka, Turska, Ukrajina i Poljska (FAO, 2023).

U posljednjih 30 godina na području Europe zatvoreno je oko 200 tvornica šećera. U Hrvatskoj je zatvorena šećerana Viro u Virovitici koja je bila najmodernija šećerana (Srimac, 2021). Nakon nje zatvorena je i Tvornica šećera Osijek, a razlog je smanjene cijene šećera na tržištu, što je dovelo i do smanjenja cijena otkupa šećerne repe za proizvođače. To je izazvalo gubitak proizvodnih površina zasijanih šećernom repom i količine šećerne repe kao sirovine u proizvodnji šećera (Gospodarski list, 2022).

2.1.2. Agrotehnika šećerne repe

Za uspješan uzgoj šećerne repe vrlo je važan izbor parcele. Za visoke prinose tlo mora biti velike plodnosti, blago kisele, neutralne ili alkalne reakcije, zatim je potreban dubok oranični sloj, povoljnih vodozračnih odnosa (Tot, 2008).

Izuzetno je važno poštivanje plodoreda. Na istu parcelu šećerna repa može se sijati tek svake četvrte godine zbog akumuliranja štetnih organizama (kukci, spore gljiva, korovi i dr.) na

starom repištu. Najbolji predusjevi za šećernu repu su pšenica, ječam i soja zbog toga što ranije napuštaju tlo te ostavljaju dovoljno vremena za kvalitetnu obradu tla i gnojidbu (Tot, 2008).

Prinos šećerne repe u velikoj mjeri ovisi o obradi tla. Najbitniji elementi obrade tla su dubina i način obrade. Nakon žetve ranih pretkultura obavlja se plitko oranje na dubinu od 10 cm, tim zahvatom čuva se vlaga u tlu, unose se žetveni ostatci i potiče se klijanje korova. Drugo oranje se provodi na dubinu oko 20 cm sredinom kolovoza, a njime se uništavaju korovi. Prije dubokog oranja obavlja se osnovna gnojidba koju treba planirati i izvršiti prema analizi tla. Formulacije gnojiva koje se koriste u osnovnoj gnojidbi sadrže mali udio dušika, više fosfora i najviše kalija jer je šećerna repa kaliofilna biljka. Krajem rujna i tijekom listopada izvodi se duboko oranje za šećernu repu na dubinu 35 ili 40 cm (Srimac, 2021).

Pripremu tla za sjetvu treba obaviti u proljeće kada klimatski i zemljišni uvjeti to dopuste. Prva aktivnost koja se provodi je startna ili predstjetvena gnojidba nakon koje se drljačama zatvara brazda. Predstjetvena priprema tla se obavlja sjetvospremačem na dubinu od 2 do 3 cm (Srimac, 2021).

U proizvodnji šećerne repe u našoj zemlji nalazimo inozemne sorte selekcijskih kuća KWS, Maribo seed i Strube. Nove sorte svojom kvalitetom i rezistentnosti na bolesti i nematode jamče visok prinos korijena i šećera. U proizvodnji su uglavnom zastupljene sorte Z-tipa, a manje NZ i N-tipova (Pospišil, 2009). Postoje još i E-tip sorte koje imaju naglasak na prinos korijena. Sorte Z-tipa imaju visok postotak šećera u korijenu, a N-tip sorte su usklađene tako da i količina i postotak šećera budu optimalni (Draycott, 2008). Sjeme šećerne repe mora imati visoku klijavost iznad 80 % i visoku energiju klijanja.

Šećerna repa sije se na dubinu od 2 do 3 cm. Razmak između redova je 45 ili 50 cm, a razmak u redu 18 do 20 cm. Sjetva se obavlja kada se tlo na dubini od 5 cm zagrije na 6 do 8 °C. Optimalni rok sjetve je od 15. ožujka do 10. travnja (Tot, 2008). Sjetvena norma za šećernu repu je 110 000 - 130 000 sjemenki po hektaru (Šimunić, 2020).

Izuzetno je bitna zaštita i njega šećerne repe. Zaštitu šećerne repe možemo podijeliti u tri skupine: protiv korova, protiv bolesti i protiv štetnika.

Vađenje šećerne repe obavlja se u tehnološkoj zriobi, od polovice rujna do polovice studenog. Kampanja vađenja šećerne repe traje oko 70 dana, a prerada oko 90 dana. Na temelju analiza korijena tijekom kolovoza i rujna određuje se točno vrijeme vađenja šećerne repe. Šećerna repa se vadi samohodnim kombajnima za šećernu repu (Tot, 2008).

2.1.3. Ekološki uvjeti za uzgoj šećerne repe

Toplina je izuzetno bitna u fazi klijanja i nicanja šećerne repe. Za klijanje i nicanje potrebna je minimalna temperatura od 4 do 5 °C. Suma temperatura od sjetve do vađenja je 2500 - 3000 °C. Temperatura ima veliki utjecaj na nakupljanje šećera u korijenu. Nakupljanje šećera prestaje ispod 12 °C i iznad 30 °C (Miličić, 2014).

Za kvalitetan rast i razvoj šećerne repe potrebna je dovoljna opskrba vodom tijekom cijele vegetacije, a u slučaju nedostatka vlage smanjuje se prinos korijena (Šimunić, 2020). Ovisno o fazi razvoja, šećerna repa ima različite potrebe za vodom. U fazi intenzivnog porasta

lista i korijena, odnosno tijekom ljetnih mjeseci od lipnja do kolovoza potrebe su najveće. Povećanjem temperature raste i potreba repe za vlagom te su za vrijeme ljetnih mjeseci najveće potrebe za vodom, a kritično razdoblje je od sredine srpnja do sredine kolovoza (Balentović, 2016). Stoga je potrebno koristiti navodnjavanje šećerne repe u ljetnim mjesecima (Šimunić, 2020).

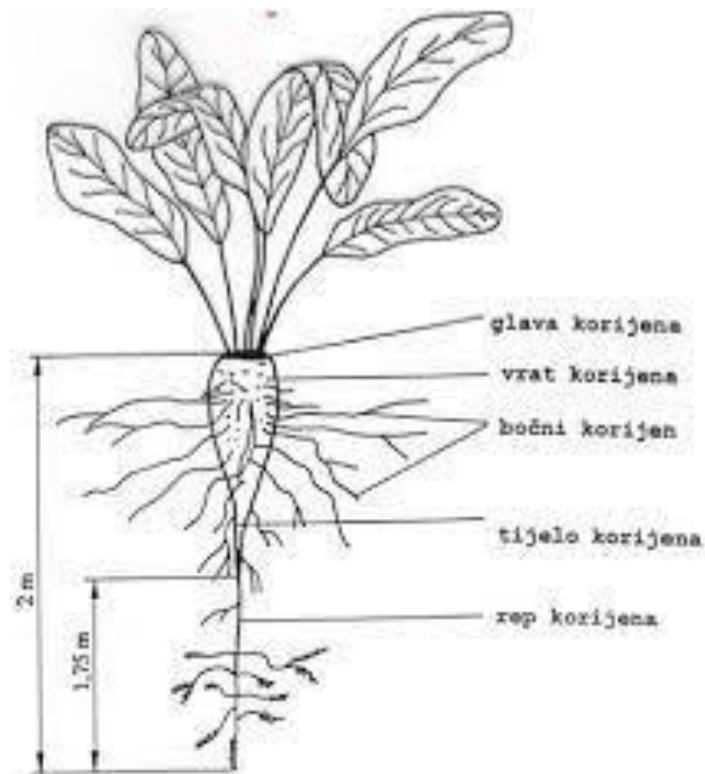
Optimalna relativna vlažnost zraka za razvoj šećerne repe je < 68 % (umjerena vlažnost zraka). Relativna vlažnost zraka pokazuje udio vodene pare u zraku te utječe na transpiraciju biljke. U slučaju niske relativne vlažnosti zraka i visoke temperature zraka opada turgor u biljkama te se lišće opusti i pada na tlo. Dok s druge strane, prevelika vlažnost zraka smanjuje transpiraciju i nakupljanje šećera u korijenu. Visoka relativna vlažnost zraka je jedan od uvjeta za razvoj bolesti šećerne repe (Balentović, 2016).

Šećernoj repi potrebna je visoka količina svjetlosti. Ako ovaj uvjet nije zadovoljen, odnosno tijekom vegetacije nema dovoljno svjetla prinos korijena i šećera je smanjen. Za visoke prinose korijena i šećera bitno je da se u vrijeme intenzivne tvorbe šećera izmjenjuju sunčani i oblačni dani (Šimunić, 2020).

2.2. Morfološka svojstva šećerne repe

2.2.1. Korijen

Šećerna repa ima vretenast korijen koji je dobro razvijen. Masa korijena je 1 - 3 kg, dužina 20 - 40 cm, promjer na najširem dijelu je 15 - 20 cm (Gadžo i sur., 2011). Korijen šećerne repe sastoji se od glave, vrata, tijela i repa (slika 2. 2.). Glava korijena se nalazi pri vrhu korijena i ona nosi listove. U glavi se nalazi 30 - 45 % manje šećera nego u tijelu. Vrat korijena se nalazi između glave i tijela korijena i relativno je kratak (2 - 3 cm). Vrat korijena je najširi dio i on predstavlja 20 % korijena. Tijelo korijena je najbitniji dio te se zbog njega šećerna repa i uzgaja. Ono sadrži najviše šećera, iz njega izrasta bočno korijenje. Rep korijena je najuži dio i on nakon vađenja ostaje u zemlji, njegova funkcija je opskrba biljke vodom (Rešić, 2014). Većina korijena šećerne repe nalazi se u oraničnom sloju, ali žile prodiru znatno dublje čak do 2,5 m. Prodiranje korijena ovisi o fizikalnim i kemijskim svojstvima tla, vodozračnom režimu, agrotehničkim mjerama i sorti. Razlozi zbog kojih može doći do deformacija korijena su plitak oranični sloj, zbijeno tlo, mehanička oštećenja, kiselo tlo, nepravilna gnojidba (Rešić, 2014).



Slika 2. 2. Prikaz dijelova korijena.
Izvor: Šutić, 2020.

2.2.2. List

Prvi listovi koji se razvijaju nakon nicanja zovu se supke (kotiledoni). One se razvijaju u paru, duge su 2 - 2,5 cm, a široke 5 - 7 mm (slika 2. 3.). Njihova uloga je održavanje biljke na životu dok se ne razviju prvi pravi listovi. Stoga je jako bitno supke zaštititi od nepovoljnih uvjeta (mraz, herbicidi, kukci) kako ne bi došlo do propadanja biljke. Pravi listovi razvijaju se pojedinačno (Rešić, 2014). List se sastoji od peteljke i plojke. Peteljka je trokutastog oblika, sočna, duga i bijela. List je gladak, izduženog oblika, vrh je zašiljen ili zaobljen. Na listovima je istaknuta glavna žila (Gadžo i sur., 2011). Mladi listovi rastu iz sredine glave, dok se starije lišće nalazi na rubovima. U prvoj godini šećerna repa može imati 50 - 90 listova (Gadžo i sur., 2011).



Slika 2. 3. Supke i prvi pravi listovi.

Izvor: D. Lemić

2.2.3. Stabljika

U drugoj godini vegetacije šećerna repa formira stabljiku s bočnim izbojima. Stabljika je rebrasta i gruba visine oko 1,5 m. U pazuhu listova nalaze se cvjetovi koji se razvijaju pojedinačno ili dva do tri cvjeta zajedno (Ergović, 2017). Na slici 2. 4. prikazan je izgled stabljike šećerne repe.



Slika 2. 4. Stabljika šećerne repe.

Izvor: http://www.agroledina.hr/secerna_repa.php

2.2.4. Cvijet i plod (sjeme)

Cvijet šećerne repe je dvospolan, žuto-zelene boje i posebnog mirisa. Cvatnja šećerne repe traje dugo, čak do 30 dana, a počinje od osnove prema vrhu stabljike. Plod šećerne repe naziva se orašac, a može biti jednostavan ili složen (nastao od više cvjetova). Danas je u proizvodnji šećerna repa s jednostavnim plodom što znači da se u plodu razvila samo jedna sjemenka – jednoklično sjeme (Pospišil, 2013). Unutar ploda smještena je sitna sjemenka, okruglastog oblika, crveno-smeđe boje. Sjeme šećerne repe koje se koristi za sjetvu, u botaničkom smislu predstavlja plod.

U novije vrijeme razvijene su specifične metode dorade sjemena koje su omogućile brže i ujednačenije nicanje. Sjeme koje ide na doradu prvo se uzorkuje i ispituje se njegova sortnost i čistoća. Nakon toga se sjeme čisti, odnosno odstranjuju se nečistoće i prekrupne frakcije sjemena. To znači da se uklanja sve ispod 3,5 mm i iznad 5,5 mm. Kada se obavi klasifikacija po klijavosti slijedi čišćenje sjemenskog materijala, a zatim kalibriranje na različite veličine. Svaka frakcija se individualno polira s ciljem odstranjivanja prekomjernog perikarpa odnosno drvenastog dijela ploda koji inhibira klijanje. Time se dobije okrugli oblik sjemenskog materijala. Zračnom separacijom se izdvaja prazno sjeme i nedovoljno formirano sjeme. Nepravilno oblikovano i plosnato sjeme se nakon dorade obavlja piletnom masom i postigne se oblik kuglice te se to sjeme zove pilirano. Omotač koji se nalazi oko sjemena koristi kao podloga za kasnije nanošenje fungicida i insekticida. Nakon toga slijedi nanošenje fungicida i insekticida koji se oblažu još jednim filmom kako bi se spriječilo njihovo skidanje. Gotov proizvod se suši na vlagu od 7 % (Jurišić, 2008). Šećerna repa sijana doradenim sjemenom ima brži početni porast i zatvaranje redova (Pospišil, 2009).

2.3. Najvažniji štetnici šećerne repe

Štetni kukci napadaju podzemne i nadzemne organe šećerne repe. Od kukaca koji žive u tlu najveće probleme stvaraju žičnjaci, rovci, gusjenice sovice pozemljuša. Oni prave štetu tako što izgrizaju sjeme, klicu, vrat korijena i korijen šećerne repe. Najvažniji štetnici koji napadaju nadzemne dijelove šećerne repe su repin buhač (*Chaetocnema tibialis*), repina pipa (*Bothynoderes punctiventris*), kukuruzna pipa (*Tanymecus dilaticolis* Gyll.), siva repina pipa (*Tanymecus palliatus* Fabr.), repin viličnjak (*Psalidium maxillosum* T.) i crna repina lisna uš (*Aphis fabae* Scop.) (Igrc Barčić i sur., 2000).

2.4. Repina pipa (*Bothynoderes punctiventris*)

Najznačajniji štetnik u fazi klijanja i nicanja šećerne repe je repina pipa (*Bothynoderes punctiventris*) (Bažok i sur., 2016). Odrasle pipe oštećuju biljke šećerne repe u najosjetljivijem razdoblju, odnosno od klijanja do razvoja 3 - 4 para pravih listova. Mogu uništiti šećernu repu pa je potrebna ponovljena sjetva (Drmić i sur., 2020). Osim šećerne repe pipa se hrani i špinatom i korovima iz porodica Amaranthaceae i Polygonaceae (Virić Gašparić, 2022). Sprječavanje štete od repine pipe u početnim razvojnim fazama osigurava veći prinos i

digestiju (Bažok i sur., 2016). Ličinke najveću štetu pričinjavaju između lipnja i rujna kada šećerna repa ima 6 - 9 parova pravih listova. U hrvatskim uvjetima ličinke ne prave ekonomski značajnu štetu (Drmić i sur., 2020). Od drugog svjetskog rata do danas zbog napada repine pipe uništeno je više od 180.000 ha šećerne repe, a još više hektara je ostalo prorijeđenog sklopa s manjim brojem biljaka po hektaru nego što bi to trebalo biti. U godinama kada se javlja masovna pojava repine pipe nemoguće je sačuvati usjeve šećerne repe bez integriranog pristupa suzbijanju odnosno kombiniranjem agrotehničkih, mehaničkih i kemijskih mjera (Sekulić i sur., 2006). Zbog klimatskih promjena odnosno sve toplije klime u posljednjih desetak godina repina pipa postaje sve veći problem u Hrvatskoj (Drmić i sur., 2020), ali i u drugim državama srednje Europe gdje se šećerna repa uzgaja. Visina populacije repine pipe u Hrvatskoj danas je najveća na području Vukovarsko-srijemske županije, a od 2008. svake godine bilježi se masovni napad (Drmić i sur., 2018). Zbog njene specifične građe (voštana prevlaka) otporna je na kontaktne insekticide te ju je tako jako teško suzbiti (Bažok i sur., 2014). Povećanju populacije repine pipe pridonijela je i zabrana primjene učinkovitih insekticida (Drmić i sur., 2020).

2.4.1. Sistematika

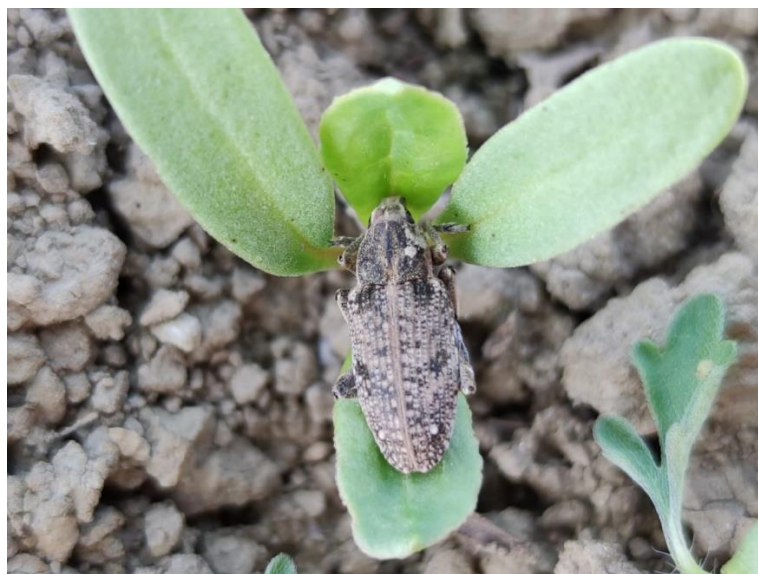
Tablica 2.2. Sistematski prikaz repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*)

Koljeno	Arthropoda
Razred	Insecta
Red	Coleoptera
Podred	Polyphaga
Nadporodica	Curculionidae
Porodica	Curculionidae
Rod	<i>Bothynoderes</i>
Vrsta	<i>Bothynoderes/Cleonus/Lixus punctiventris</i> (Germar 1824)

Izvor: Gotlin Čuljak i Juran (2016).

2.4.2. Morfologija i ekologija repine pipe

Repina pipa je veliki kukac, duljina tijela odraslog oblika je oko 14 mm. Boja mu je siva do smeđa (slika 2. 5.) te ju je iz toga razloga dosta teško uočiti na tlu (Maceljki, 2002). Mužjaci su manji, uži i svjetliji. Prosječna dužina tijela mužjaka je 13, 5 mm, dok je prosječna dužina tijela ženke 14, 5 mm. Odrasle pipe imaju usni organ za žvakanje kotiledona i pravih listova (Rešić, 2013).



Slika 2. 5. Izgled odrasle repine pipe na šećernoj repi.

Izvor: D. Lemić

Periodičan je štetnik, masovne pojave su zabilježene u godina s povoljnim klimatskim uvjetima za njen rast i razvoj. U prošlosti masovne pojave bi potrajale 2 – 4 godine, međutim od 80-ih godina prošlog stoljeća njena pojava je manje-više konstantna. Prag odluke za suzbijanje repine pipe u fazi nicanja je 0,2 pipe po m², dok je za razvijenije biljke ta brojka nešto veća (Maceljki, 2002). Napad najčešće počinje na rubovima polja šećerne repe i širi se prema sredini (Virić Gašparić, 2022). U godinama kada zbog vremenskih neprilika sjetva nije moguća u optimalnim rokovima nicanje i pojava repine pipe se preklapaju. U slučaju masovne pojave potpuno izjeda usjev u vrlo kratkom periodu (Rešić, 2013).

Repina pipa ima jednu generaciju godišnje, prezimi kao odrasli kukac u tlu na starom repištu (Rešić, 2013) gdje prezimi 80 - 90 % odraslih pipa (Maceljki, 1999). S prezimljenja izlazi najčešće krajem ožujaka i početkom travnja (Virić Gašparić, 2022), kada je temperatura tla 8 – 10 °C (Rešić, 2013). Nekada prezimljuje i u tlu gdje su bile druge kulture ako je nakon vađenja repa ostavljena na deponiji (Virić Gašparić, 2022). Nakon izlaska iz tla odmah traga za novim, mladim poljima šećerne repe i kreće se hraniti mladim tek iznikulim biljkama (Bažok i sur., 2014). Stoga u slučaju nepoštivanja plodoreda, odnosno sisanja šećerne repe po starom repištu ili u blizini starog repišta opasnost od uništenja usjeva je još veća. Repina pipa se kreće hodanjem te tako dolazi do mladih usjeva repe, a dnevno može prehodati i do nekoliko stotina metara (Rešić, 2013).

Masovni let kreće na temperaturi većoj od 23 °C (Rešić, 2013). Repina pipa s letenjem kreće tek nakon 9 – 17 dana hodanja po tlu. Let je uvjetovan meteorološkim uvjetima, a najviše ovisi o temperaturi i osunčanosti. Minimalna temperatura za letenje je 19, 5 °C. Dnevno mogu preletjeti 10 kilometara uz pomoć vjetrova (Drmić, 2016).

Repine pipe kopuliraju jednom dnevno, a zabilježeno je da je to otprilike tri tjedna nakon što su napustile mjesto prezimljenja odnosno izašle iz tla. Nedugo nakon kopulacije ženka odlaže jaja, ovaj proces se odvija početkom svibnja ako su klimatski uvjeti optimalni. Ženka odlaže jaja između redova šećerne repe ili na polju s biljkama iz porodice Chenopodiaceae.

Prvo buši rupe dubine 2 – 3 mm, a zatim zabija kraj abdomena i odlaže 1 – 2 jaja. Ženka tijekom godine u prosjeku odloži 94 – 120 jaja. Broj odloženih jaja ovisi o nekoliko čimbenika kao što su vrsta i količina insekticida korištenih za suzbijanje repine pipe, ishrana repine pipe, temperatura, relativna vlažnost zraka (Drmić, 2016).

Ličinke se najčešće pronalaze na dubini od 10 – 20 cm. Mlade tek izlegle ličinke su jako osjetljive na visoku vlažnost tla. Izrazito su pokretne u tlu i idu u pravcu korijena šećerne repe. Prema istraživanju Petruha (1959.) razvoj ličinki traje 45 – 91 dan dok prema istraživanju Bogdanova (1965.) razvoj traje 29 – 62 dana (Drmić, 2016). Na slici 2. 6. prikazan je izgled ličinki repine pipe.



Slika 2. 6. Ličinke repine pipe.

Izvor: <https://www.alamy.com/larva-larvae-of-sugarbeet-weevil-asproparthenis-punctiventris-formerly-bothynoderes-punctiventris-on-leaves-damaged-beetroot-plants-image417246829.html>

Repinoj pipi za razvoj od jajeta do odraslog oblika na području istočne Slavonije treba od 2, 5 do 3, 5 mjeseca. Repina pipa može ostati u dijapauzi i do 2 godine (Drmić, 2016).

Proždrljivost pipe ovisi o temperaturi pa tako pri 10 °C ona pojede 4 mm², pri 20 °C pojede 34 mm², dok pri temperaturama višim od 30 °C jedna repina pipa može pojesti 143 mm² lista (Rešić, 2013).

Pri ishrani pipa zajaši listove biljaka te izgriza rubove praveći karakteristične štete u obliku polumjeseca (slika 2. 7.) po kojima se lako prepoznaju napadi pipa (Maceljki, 2002).



Slika 2. 7. Simptomi štete uzrokovane ishranom repine pipe.
Izvor: D. Vučemilović-Jurić

2.5. Repin buhač (*Chaetocnema tibialis*)

Repin buhač je štetnik koji je raširen po gotovo cijeloj Europi i dijelu Azije. Rasprostranjen je u: Albaniji, Austriji, Bosni i Hercegovini, Bugarskoj, centralnoj europskoj Rusiji, Korzici, Hrvatskoj, Cipru, Republici Češkoj, istočnoj europskoj Rusiji, istočnom Palearktiku, europskom dijelu Turske, Finskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Grčkoj, Mađarskoj, Italiji, Kalinjingradskoj oblasti, Makedoniji, Malti, Bliskom Istoku, sjevernoj Africi, Poljskoj, Portugalu, Rumunjskoj, Sardiniji, Siciliji, Slovačkoj, Sloveniji, južnom dijelu Rusije, Španjolskoj, Švicarskoj, Ukrajini, Latviji (Fauna Europea, 2023).

2.5.1. Sistematika

Tablica 2.3. Sistematski prikaz repina buhača (*Chaetocnema tibialis*)

Carstvo	Animalia
Podcarstvo	Eumetazoa
Koljeno	Arthropoda
Potkoljeno	Hexapoda
Razred	Insecta
Red	Coleoptera
Podred	Polyphaga
Porodica	Chrysomelidae
Potporodica	Alticinae
Rod	<i>Chaetocnema</i>
Vrsta	<i>Chaetocnema tibialis</i> Illiger 1807

Izvor: Gotlin Čuljak i Juran (2016).

2.5.2. Morfologija i ekologija repina buhača

U prošlosti kada su se koristili zemljišni insekticidi repin buhač je bio jedan od najvažnijih štetnika šećerne repe (Virić Gašparić, 2022). Odrasli oblici repinog buhača su dužine 1,5 - 2 mm. Tijelo im je zeleno-crne boje s metalnim sjajem (slika 2.8.) (Maceljki, 2002). Buhač je štetnik koji se kreće skakanjem. Repin buhač ima čvrsto hitinizirano tijelo i hitinizirana gornja krila (pokrilja) koja služe za održavanje ravnoteže pri usmjeravanju u letu te kao tjelesni pokrov koji štiti mekanu leđnu stranu drugog i trećeg kolutića prsa i sve članke zatka. Repin buhač se osim letenjem može kretati i skakanjem zbog ojačanih nogu. Položaj glave je hipognatan. Ticala su nitasta, a boja im varira od žute do tamno smeđe (Šutić, 2020).



Slika 2. 8. Repin buhač (*Chaetocnema tibialis*)
Izvor: <https://agrobasesapp.com/croatia/pest/repin-buhac>

Prezimi u tlu najčešće u plitkim slojevima na obraslim površinama u blizini prošlogodišnjeg repišta. Kada temperatura tla na dubini od 5 cm prijeđe 5 °C, a temperatura zraka 12 °C repin buhač izlazi iz tla (Maceljki, 2002).

Kopulacija se odvija u svibnju te nakon nje ženka odlaže do 40 jaja u plitki sloj tla u blizini biljaka. Dva tjedna nakon odlaganja jaja izlaze ličinke koje se hrane korijenjem biljaka, ali ne prave značajne ekonomske štete (Virić Gašparić, 2022). Razvoj ličinki traje 4 – 5 tjedana. Novi imago nastavlja s ishranom na šećernoj repi krajem srpnja i početkom kolovoza no štete u ovoj razvojnoj fazi biljaka nisu značajne. Iako štete u toj fazi razvoja nisu značajne oštećenja koja nalazimo na biljkama su pokazatelj brojnosti buhača koji će prezimiti u blizini repišta (Maceljki, 2002).

Odrasli kukci se hrane na kotiledonima i prvim pravim listovima tako što buše rupe veličine 1 - 2 mm (slika 2.9.). Zbog brojnih mjesta ishrane odnosno rupa na listu dolazi do isparavanja vode iz listova te dolazi do poremećaja vodnog režima u biljkama. Zbog toga u uvjetima toplog i suhog vremena i jačega napada štetnika dolazi do venuća i sušenja biljaka. Najopasnije štete se javljaju ako napad krene na tek isklijale biljke (Sekulić i sur., 2002). Repin buhač najveće probleme pričinjava tijekom travnja i početkom svibnja. Kritičan period napada ovog štetnika je od nicanja pa sve do formiranja 1 - 2 para pravih listova. Štete se primjećuju tako što je usjev prorijeđen, stvaraju se oaze bez biljaka. Najveće štete se mogu očekivati u suhim i toplim godinama u vrijeme nicanje repe. Repin buhač može u 1 - 2 dana uništiti polje šećerne repe (Sekulić i sur., 2002).



Slika 2.9. Simptomi štete od repina buhača

Izvor: D. Lemić

Ako pregledavamo šećernu repu u srpnju i kolovozu i na površini od 1 cm² lista uočimo prosjek od tri rupice to je znak da se može očekivati masovna pojava iduće godine u slučaju normalnih klimatskih uvjeta. Na 50 zamaha kečerom u rujnu ako uhvatimo 50 - 100 buhača isto tako možemo očekivati ozbiljan napad iduće godine. Nakon sjetve jako je bitno redovito obilaziti usjeve jer ako uočimo 5 - 8 buhača na jedan metar ili više od dvije grizotine u stadiju kotiledona treba provesti adekvatnu zaštitu (Maceljski, 2002).

2.6. Mogućnosti suzbijanja najvažnijih štetnika šećerne repe

Primarna mjera u suzbijanju štetnika prvenstveno pripada izbor parcele, odnosno novo repište što više udaljiti od starog. Zbog sve manje dopuštenih sredstava potrebno je promijeniti pristup suzbijanja štetnika te je potrebno prijeći s individualnog pristupa svakom polju na suzbijanje šireg prostora odnosno na area-wide management. To je pristup u kojem

razvijamo strategiju suzbijanja štetnika šećerne repe na cijelom ugroženom području kombiniranjem svih raspoloživih alata i metoda te izbjegavanje klasičnih kemijskih mjera (Bažok i sur., 2019).

2.6.1. Mehaničko suzbijanje

Između starog i novog repišta kopanjem lovnih jaraka odnosno kanala mehanički se suzbija repina pipa. Kanali se mogu nalaziti uz staro ili novo repište. Kopaju se pomoću rovokopača ili sličnim strojevima, a trebaju biti duboki 50 cm i široki 10 cm. Pipe koje padnu u jarke mogu živjeti nekoliko dana i ako dođu topliji dani one će izletjeti stoga ih je poželjno ukloniti (Maceljki, 2002). Osim kanala uz rubove repišta moguće je sijati lovne biljke (neven, kadulja, nasturcij, lavanda, krizantema, ružmarin). Lovne biljke moraju biti naprednije nego šećerna repa, to znači da se moraju ranije sijati kako bi privukle štetnike. Kada se primijeti prisutnost štetnika na lovnim biljka potrebno ih je suzbijati (Maceljki, 2002).

2.6.2. Fizikalne mjere suzbijanja

Kroz godine se razvio masovni ulov repine pipe pomoću lovki s agregacijskim feromonima (Tóth i sur., 2007). Pipe privlači hranidbeni feromon prema kojem se one kreću i padaju u lovne posude iz kojih ne mogu pobjeći (Drmić, 2016). Tomašev i sur. (2007). preporučuju postavljanje 30 lovki po hektaru na svakih 20 – 30 m repišta posijanog u proljeće jer je taj broj pokazao dobre rezultate pogotovo ako je populacija štetnika ispod 30 000 po hektaru. Feromonske lovke je potrebno ručno prazniti (Drmić, 2016). Prema Bažok i sur. (2019.) provedena su dva istraživanja kojima se pokušala utvrditi učinkovitost suzbijanja repine pipe agregacijskim feromonima na velikim površinama. Kao glavni cilj imali su spriječiti migraciju pipa sa starih repišta na nova te samim time i smanjiti štetu. Tijekom istraživanja postignuto je smanjenje populacije do 11,59 % što se doima malim smanjenjem, ali je upotreba insekticida značajno smanjena na novim repištima te se provedba kemijskih mjera zaštite smanjila na najviše dva puta u vegetaciji (Bažok i sur., 2019).

2.6.3. Biološke mjere suzbijanja

Jedna od mogućnosti biološkog suzbijanja je primjena entomopatogenih nematoda kojima se suzbija stadij ličinke repine pipe. Entomopatogene nematode (EPNs) su sigurne za ljude, životinje i biljke. U SAD-u i drugim državama povećava se upotreba entomopatogenih nematoda zbog visoke uspješnosti u suzbijanju štetnika te zbog mnogih drugih prednosti. Entomopatogene nematode ne sprječavaju štetu u godini kada se primjenjuju već one smanjuju populaciju repine pipe za iduću godinu što može dovesti do sveukupnog smanjenja populacije štetnika. Stoga ovo je mjera koju treba provoditi unutar dobro razvijene strategije u kojoj je niz različitih mjera i metoda koje treba razviti kako bi se uspješno smanjila populacija štetnika na širem području. Ovaj način suzbijanja je vrlo skup, ali ima dugoročan učinak (Drmić i sur., 2020).

Prema istraživanju Drmić i sur. (2020) koji su koristili entomopatogenu nematodu *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976. učinkovitost u uvjetima umjerene brojnosti repine pipe je bila visoka, do čak 92,86 % u odnosu na kontrolu. Za uspješno suzbijanje ovim načinom potrebno je veliko agronomsko znanje jer je najveći problem vrijeme primjene nematoda. Isto tako jako je važno znati dubinu tla u kojem se nalaze pipe te temperaturu tla. Svaka nematoda ima svoje potrebe koje je potrebno poznavati pa su tako za *Heterorhabditis bacteriophora* idealni uvjeti temperature tla između 20 °C i 25 °C te dubina tla od 5 do 10 cm. Dok recimo nematodama *Steinernema feltiae* Filipjev i *Steinernema weiseri* n.sp. više odgovaraju niže temperature od oko 15 °C, i nisu toliko uspješne u suzbijanju repine pipe (Drmić i sur., 2020).

Biološko suzbijanje štetnika šećerne repe entomopatogenim gljivama potencijalna je mjera suzbijanja. Dok kemijski pripravci u kratkom roku nakon primjene ubiju štetnike sporama entomopatogenih gljiva potrebno je određeno vrijeme da se one prilijepe, proklizaju, probiju kutikulu štetnika te se razmnožavaju u njemu i na kraju ga ubiju. Ipak postoje velike prednosti u korištenju entomopatogenih gljiva. One se mogu primijeniti i na tlo i na površinu te se time omogućava suzbijanje svih razvojnih faza štetnika (Zottele i sur., 2023). Zottele i sur. (2023.) je utvrdio potencijal gljive *Metarhizium brunneum* Petch u suzbijanju štetnika šećerne repe.

2.6.4. Kemijske mjere suzbijanja

U Hrvatskoj ima nekoliko pripravaka za zaštitu šećerne repe od napada najznačajnijih štetnika. Djelatne tvari koje su dozvoljene u Hrvatskoj su prikazane u tablici 2.4. Pripravak s aktivnom tvari lambda-cihalotrin se koristi u suzbijanju svih štetnika koji se hrane grizenjem biljnih dijelova i on je jedini pripravak registriran za suzbijanje repine pipe koja se hrani grizenjem i žvakanjem. Navedeni pripravci su namijenjeni za primjenu prskanjem. Pripravci s djelatnom tvari teflutrin mogu se koristiti za tretiranje sjemena i kao granule koje se polažu u redove u blizini sjemena (FIS, 2023).

Tablica 2.4. Djelatne tvari dozvoljene u Hrvatskoj

ŠTETNIK	DOZVOLJENE DJELATNE TVARI U RH
REPIN BUHAČ	Deltametrin, lambda-cihalotrin, teflutrin
REPINA PIPA	Lambda-cihalotrin

Izvor: FIS (2023).

3. Materijali i metode

3.1. Lokalitet i postavljanje pokusa

Pokus je proveden na dva lokaliteta na području Vukovarsko-srijemske županije u mjestu Ovčara (45° 17.954' N, 19° 02.145' E) i Bogdanovci (45° 20.645' N, 18° 57.592' E) (slika 3.1). Lokaliteti su odabrani sukladno povijesnim podacima o prisutnosti štetnika. Lokalitet Ovčara je podložan napadu pipe, a lokalitet Bogdanovci napadu buhača.



Slika 3.1. Položaj polja šećerne repe u pokusu 2022. godine

Sjetva šećerne repe na oba lokaliteta provedena je 21. ožujka 2022. godine. Shematski prikaz slučajnog bloknoeg rasporeda prema kojem je sjetva obavljena je prikazan na slici 3.2.

U pokusu je bilo 6 različitih insekticidnih tretmana sjemena i tri različita genotipa, odnosno ukupno 18 varijanti, svaka zasijana u četiri repeticije. Na svakoj lokaciji su posijane 72 parcele. Jednu parcelu sačinjava 4 reda repe dužine 10 m (Slika 3.2.). Svaka parcela je veličine 20 m², ukupna površina pokusa je 2880 m². Insekticidni tretmani sjemena prikazani su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Insekticidni tretmani sjemena

Aktivna tvar	Doza
Bez insekticida (negativna kontrola)	
Tiametoksam + teflutrin (pozitivna kontrola)	75 g/U + 30 g/U
Ciantraniliprol	120 g/U
Flupiradifuron	42 g/U
<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	20 g/U
Denatonijev benzoate	10 g/U

Tiametoksam pripada u drugu generaciju nenikotinoidnih insekticida. Koristi se u folijarnoj zaštiti te za tretiranje tla i kao tretman sjemena, a ima široku primjenu u poljoprivrednim usjevima diljem svijeta. Teflutrin je insekticid koji pripada skupini piretroida. Najtopljiviji i najhlapljiviji piretroid treće generacije te je zbog produljene učinkovitosti često korišten (McDonald, 1986).

Ciantraniliprol pripada rijanoidnoj grupi insekticida. Registriran je u Sjedinjenim Američkim Državama, Kanadi, Kini i Indiji. Zbog specifičnog mehanizma djelovanja učinkovito suzbija štetnike koji sišu (Vojvodić i Bažok, 2021).

Flupiradifuron djeluje reverzibilno kao agonist na nikotinske acetilkolinске receptore štetnika. Pokazao je dobro djelovanje na veliki broj štetnika koji sišu. Dokazano pokazuje izvrsnu učinkovitost na brojnim usjevima s različitim metodama primjene pa se tako može primijeniti tretiranjem sjemena, folijarnim putem, navodnjavanjem kap na kap (Nauen i sur., 2015). Flupiradifuron učinkovito suzbija štetne organizme te ima značajnu prednost jer djeluje selektivno odnosno suzbija samo ciljane organizme za razliku od drugih insekticida (Bass i sur., 2014).

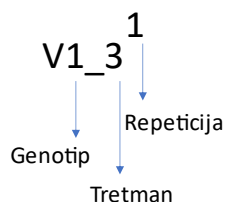
Beauveria bassiana i *Metarhizium anisopliae* su entomopatogene gljive koje su se pojavile kao biološko rješenje u suzbijanju štetnika u poljoprivredi. Dokazano je da učinkovito suzbijaju štetnike iz reda Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera i Coleoptera (Abidin i sur., 2017). Istraživanjima je potvrđeno da se endofitnom kolonizacijom ovim gljivama povećava rast biljaka. Kolonizacija se provodi tretiranjem sjemena, folijarnim prskanjem ili navodnjavanjem (Jaber i Enkerli, 2017; Jaber i Ownley, 2018; Jaber, 2018).

Denatonij benzoat se može koristiti kao sredstvo za tretiranje sjemena kao repelent za štetnike. Tretiranje denatonijevim benzoatom pruža zaštitu sjemena od štetnika, posebno žičnjaka, bez narušavanja sposobnosti klijanja sjemena. Budući da sjeme može djelomično apsorbirati denatonij benzoat koji se nakon apsorpcije nalazi u biljkama (Holzfuss i Wielandt, 2023).

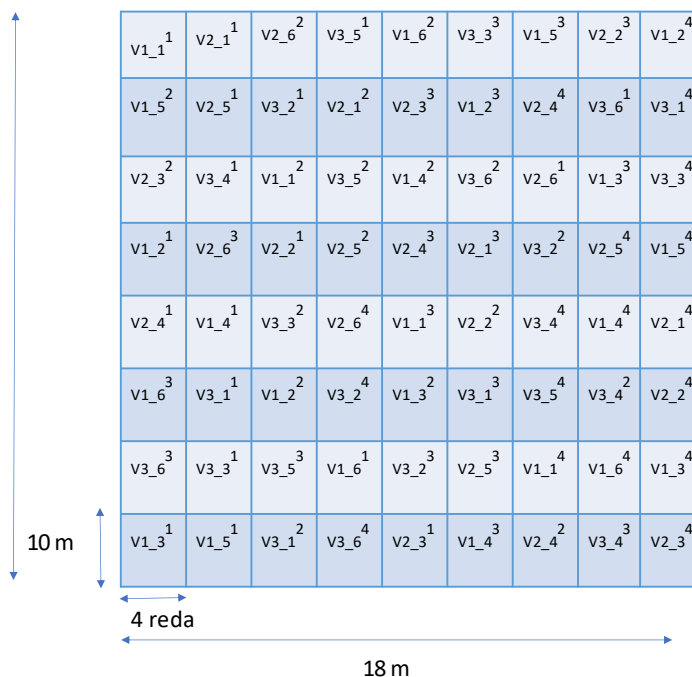
U istraživanju je korišteno sjeme tvrtke KWS SAAT SE & Co KGaA (Njemačka). U eksperiment su bile uključena tri genotipa koji su se razlikovali po brzini klijanja nakon sjetve (genotip 1: brzo, genotip 2: srednje, genotip 3: sporo klijanje).

Dizajn poljskog pokusa

Dimenzija polja:
1 polje = 20 m²



80 m



Slika 3.2. Shematski prikaz pokusa

3.2. Očitavanje pokusa

Očitavanja su provedena na sve 72 parcele na obje lokacije u različitim razvojnim fazama šećerne repe (BBCH 12; BBCH 14; BBCH 16; BBCH 19; BBCH 31). Svaku parcelu (repeticiju) čine 4 reda, očitavana su unutarnja dva reda kako bi se eliminirao rubni efekt.

Svako očitavanje se sastojalo od brojanja sklopa odnosno broja biljaka u unutarnja dva reda, očitavanja oštećenja od repinog buhača i očitavanja oštećenja od repine pipe.

Prema Čampragu (1973). oštećenja repinog buhača su vizualnim pregledom očitavana prema ocjenama:

- 0 (bez rupa),
- 1 (oštećenja do 3 % površine lista),
- 2 (oštećenja 4 – 10 % površine lista),
- 3 (oštećenja 11 – 20 % površine lista),
- 4 (oštećenja 21 – 40 % površine lista),
- 5 (više od 40 % oštećene površine lista)

Na temelju učestalosti biljaka s određenim postotkom oštećenja izračunat je postotak štete po tretmanu (repeticiji).

Očitavanje štete repine pipe je obavljeno nasumično uporabom kvadrata (1 m²). Unutar kvadrata se broje sve biljke, uključujući i oštećene. Biljke sa simptomima napada repine pipe su razvrstane u kategorije na temelju postotka oštećene lisne površine.

Kako je opisao Čamprag (1973). biljke su prema oštećenjima od repine pipe kategorizirane u pet kategorija:

- 0 (bez oštećenja);
- 1 (oštećeno do 25 % dijelova biljaka);
- 2 (oštećeno 26 – 50 % dijelova biljaka);
- 3 (oštećeno 51 – 75 % dijelova biljaka);
- 4 (oštećeno više od 75 % dijelova biljaka)

3.3. Analiza podataka

Prema Townsend i Heuberger (1943). postotak štete (%) od buhača i pipe izračunat je na temelju učestalosti biljaka u skupinama za svakog pojedinog štetnika:

$$D(\%) = \left(\frac{\sum(f \times n)}{(a \times N)} \right) \times 100$$

Gdje je : D (%) = postotak štete; f = broj biljaka u određenoj skupini; n = vrijednost skupine; a = broj kategorije (repin buhač – 6 kategorija, repina pipa 5 kategorija); N= broj očitanih biljaka.

Podatci o učinkovitosti obrađeni su statistički analizom varijance (ANOVA) te su rangirani primjenom Tukey testa multiplih rangova kako bi se utvrdile razlike u učinkovitosti između tretmana u pokusima. Statistička obrada podataka obavljena je pomoću statističkog programa ARM 9® GDM software, Revision 9. (Gylling Data Management Inc., 2019). Nakon što su dobiveni značajni rezultati u procesu testiranja ($p < 0,05$), primijenjen je Tukey Post-Hoc test kako bi se identificirale specifične srednje vrijednosti varijanti koje pokazuju statistički značajne razlike.

4. Rezultati

4.1. Lokalitet Ovčara

4.4.1. Sklop biljaka šećerne repe

Tijekom istraživanja na lokalitetu Ovčara sklop biljaka pokazao je dinamičan odgovor na različite tretmane. Naime, genotipovi podvrgnuti kombinaciji tiametoksama + teflutrina imale su najveći broj biljaka, dosljedno održavajući minimalno 98 biljaka po parceli u svim razvojnim fazama. Nasuprot tome, genotipovi bez insekticidnog tretmana sjemena dali su najviše samo 30 biljaka po parceli.

U fazi razvoja BBCH 12 maksimalan broj biljaka imala je varijanta tretirana tiametoksamom + teflutrinom i iznosio je 110,9 biljaka po parceli. Dok je najmanji broj biljaka imao tretman s *Bauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* i iznosio je 3,9 biljaka po parceli.

U razvojnim fazama BBCH 14 do BBCH 31 broj biljaka se nije značajno mijenjao. U svim varijantama najbolji sklop imali su tretmani s tiametoksamom + teflutrinom s maksimalnim brojem biljaka po parceli od 114,3. A najmanji broj biljaka u svim fenofazama i dalje je imao tretman s *Bauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*. Ovakav rezultat sklopa posljedica je velikog napada pipa što je detaljno analizirano dalje u rezultatima.

Vrijedno je naglasiti da je genotip 3, tretiran *Beauveria bassiana* i *Metarhizium anisopliae*, pokazao najskromniji broj biljaka, sa samo 3,9 biljaka po parceli tijekom razvojne faze BBCH 12, dok je dostigao najviše 7 biljaka tijekom fenofaza BBCH 16 do BBCH 31.

Rezultati su prikazani tablicom 4.1.

Tablica 4.1. Sklop biljaka šećerne repe na lokalitetu Ovčara

		Sklop biljaka (prosječan broj biljaka po parceli)				
Genotip	Varijanta	BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	17,6±0,3 ab*	26,0±12,2 def	27,8±10,8 cde	27,8±10,8 cde	27,8±10,8 cde
	Tiametoksam+teflutrin	98±0,1 a	99,5±16,5 abc	104,5±17,6 ab	104,5±17,6 ab	104,5±17,6 ab
	Ciantaniliprol	36,8±0,2 ab	46,5±15,7 b-f	48,8±14,1 b-e	48,8±14,1 b-e	48,8±14,1 b-e
	Flupiradifuron	66,9±0,1 ab	67,5±20,8 a-e	68,8±20,5 a-d	68,8±20,5 a-d	68,8±20,5 a-d
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	14,2±0,4 ab	32,3±14,2 def	36,5±14,5 cde	36,5±14,5 cde	36,5±14,5 cde
	Denatonijev benzoat	11,4±0,4 ab	26,0±10,5 def	27,3±10,1 cde	27,3±10,1 cde	27,3±10,1 cde
2	Bez insekticida	20,0±0,2 ab	28,5±9,6 def	30,3±10,2 cde	30,0±10,2 cde	30,0±10,2 cde
	Tiametoksam+teflutrin	102,1±0,1 a	105,8±16,9 ab	108,3±16,2 ab	108,3±16,2 ab	108,3±16,2 ab
	Ciantaniliprol	44,5±0,1 ab	51,0±11,4 ab	54,8±10,6 ab	54,8±10,6 ab	54,8±10,6 ab
	Flupiradifuron	63,0±0,1 ab	78,5±6,8 a-d	77,8±5,1 abc	77,8±5,1 abc	77,8±5,1 abc
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	40,7±0,1 ab	43,0±8,6 c-f	48,3±8,9 b-e	43,3±8,9 b-e	43,3±8,9 b-e
	Denatonijev benzoat	59,2±0,1 ab	64,0±11,7 a-f	64,0±11,1 a-e	64,0±11,1 a-e	64,0±11,1 a-e
3	Bez insekticida	9,1±0,3 ab	16,0±5,2 ef	16,0±4,8 de	16,0±4,8 de	16,0±4,8 de
	Tiametoksam+teflutrin	110,9±0,0 a	114,3±7,0 a	114,0±6,0 a	114,0±6,0 a	114,0±6,0 a
	Ciantaniliprol	13,9±0,4 ab	18,0±8,6 def	20,0±9,2 cde	20,0±9,2 cde	20,0±9,2 cde
	Flupiradifuron	71,6±0,0 ab	73,8±7,5 a-e	74,5±8,1 a-d	74,5±8,1 a-d	74,5±8,1 a-d
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	3,9±0,3 b	5,8±2,4 f	7,0±3,0 e	7,0±3,0 e	7,0±3,0 e
	Denatonijev benzoat	15,0±0,2 ab	19,0±6,3 def	21,0±5,1 cde	21,0±5,1 cde	21,0±5,1 cde
HSD** P=0,05		68,85	61,36	60,6	60,0	60,3

*vrijednosti označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju ($p>0.05$; HSD test)

**HSD je dobiven temeljem provedenog testa po Tukey Post-Hoc test

4.4.2. Štete od repina buhača

U istraživanju na lokalitetu Ovčara u fenofazama BBCH 12 do BBCH 19, kritičnom razdoblju kada je šećerna repa najosjetljivija na napade štetnika, nisu zabilježene štete od repinog buhača. Međutim, očitavanjem u fenofazi BBCH 31, simptomi zaraze postali su vidljivi, manifestirajući se kao sitne rupe na lišću. Ovo zapažanje ukazuje na pad učinkovitosti određenih insekticida tijekom tog razdoblja.

Naime, svi genotipovi tretirani kombinacijom tiametoksama + teflutrin pokazali su najmanji postotak oštećenja, s maksimalnim postotkom oštećenja od samo 0,8%. Za razliku od toga, varijante bez insekticidnog tretmana imale su najveća oštećenja, pokazujući najveći postotak oštećenja od 13,6%. Važno je napomenuti da uočene štete, iako prisutne, nisu ostavile značajnije posljedice, jer je šećerna repa već bila u fazi zatvaranja redova i nakupila odgovarajuću lisnu masu. Genotip 2 pokazao je rezultate koji najviše obećavaju, pokazujući

minimalno oštećenje od samo 0,5% kada se tretira tiametoksamom i lambda-cihalotrinom. Ovi su rezultati sažeti u tablici 4.2.

Tablica 4.2. Štete od repinog buhača na lokalitetu Ovčara

Genotip	Varijanta	Štete (%) od buhača				
		BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	13,6±3,7 a*
	Tiametoksam+teflutrin	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,4±0,2 c
	Ciantaniliprol	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	7,1±3,9 abc
	Flupiradifuron	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	5,4±1,8 bc
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	4,8±1,6 bc
	Denatonijev benzoat	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	5,7±1,1 bc
2	Bez insekticida	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	6,8±4,4 abc
	Tiametoksam+teflutrin	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,5±0,1 c
	Ciantaniliprol	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	5,5±1,7 abc
	Flupiradifuron	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	2,6±0,7 bc
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	5,4±2,0 bc
	Denatonijev benzoat	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	2,6±0,4 bc
3	Bez insekticida	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	8,7±3,8 abc
	Tiametoksam+teflutrin	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,8±0,1 c
	Ciantaniliprol	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	4,2±1,8 bc
	Flupiradifuron	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	5,8±1,6 abc
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	10,8±3,0 ab
	Denatonijev benzoat	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	0,0±0,0 ns	10,3±3,6 ab
HSD** P=0,05					6,9	

*vrijednosti označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju ($p>0.05$; HSD test)

** HSD je dobiven temeljem provedenog testa po Tukey Post-Hoc test

4.4.3. Štete od repine pipe

Šećerna repa pokazuje najveću osjetljivost na repinu pipu u početnim fazama razvoja. Na početku rasta, točnije na BBCH 12, genotipovi 2 i 3, podvrgnuti insekticidnom tretmanu tiametoksamom + teflutrinom, pokazali su relativno niske razine oštećenja od 50 % odnosno 47,8 %. Sličan rezultat od 47,7 % oštećenja primijećen je u kombinaciji genotipa 2 i denatonijevog benzoata. Za razliku od toga, najveću, zapravo potpunu (100 %) štetu nanijele su kombinacije koje uključuju genotip 1 i cijantraniliprol, netretirani genotip 2 i varijantu tretiranu s *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*. Značajno je da je genotip 2 pokazao iznimno visoku štetu od 98,4 % u kombinaciji s cijantraniliprolom.

Prelaskom na fenofazu BBCH 14, varijante tretirane tiametoksamom + teflutrinom nastavile su davati najbolje rezultate, s oštećenjem u rasponu od 0,5 % do 7,8 %. Još jedna izvanredan rezultat imala je kombinacija genotipa 2 i denatonijeva benzoata, koja je zabilježila samo 1,1 % oštećenja biljaka. Najznačajnija oštećenja u ovoj fenofazi uočena su kod varijante tretirane cijantraniliprolom u kombinaciji s genotipom 3.

U fenofazi BBCH 16 najmanja je šteta zabilježena u kombinacijama koje su uključivale netretiran genotip 1 (4,6 %) i *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* (6,3 %). Suprotno tome, najveća šteta nastala je kod netretiranog genotipa 2, što je rezultiralo potpunim oštećenjem biljke (100%).

Dolaskom u razvojnu fazu BBCH 19, scenarij se još jednom promijenio. Najveći postotak oštećenja zabilježen je kod varijante tretirane cijantraniliprolom u kombinaciji s genotipom 3, što je rezultiralo 68,2 % oštećenja. U međuvremenu, najmanja šteta ili biljke bez simptoma pronađene su u varijantama s genotipom 2 tretiranim flupiradifuronom i denatonijevim benzoatom. Vrijedno je napomenuti da su varijante tretirane tiametoksamom + teflutrinom pokazale minimalne postotke oštećenja u rasponu od 1,0 % do 5,2 %.

Do BBCH 31 šećerna se repa oporavila i razvila dovoljnu lisnu masu, što je dovelo do znatno smanjenih šteta uzrokovanih repinom pipom. Najveće štete zabilježene su na varijantama gdje je genotip 3 posijan i tretiran biološkim sredstvima *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*, s 31,8 % oštećenja te isti genotip tretiran cijantraniliprolom, koji je pokazao 43,3 % oštećenja biljaka. U svim razvojnim stadijima šećerne repe, najmanje oštećenja biljaka dosljedno su uočena kod varijanti tretiranih tiametoksamom + teflutrinom, pri čemu ista varijanta nije pokazala nikakva vidljiva oštećenja kod BBCH 31.

Detaljna analiza prikazana je tablicom 4.3.

Tablica 4.3. Štete od repine pipe na lokalitetu Ovčara

Genotip	Varijanta	Štete (%) od repine pipe				
		BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	78,2±0,1 bc*	88,7±6,5 ab	4,6±0,8 g	54,1±4,2 b	0,0±0,0 c
	Tiametoksam+teflutrin	78,1±0,0 bc	7,8±1,7 ef	11,5±3,6 efg	1,0±0,5 h	0,0±0,0 c
	Ciantaniliprol	100,0±0,0 a	18,1±1,8 def	21,1±3,1 de	23,4±0,9 d	0,0±0,0 c
	Flupiradifuron	86,6±0,0 ab	70,4±5,3 bc	13,7±1,6 d-g	12,2±4,1 efg	2,9±0,5 c
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	98,1±0,0 a	35,6±7,5 d	6,3±1,5 fg	17,1±1,0 de	5,8±0,8 c
	Denatonijev benzoate	97,1±0,0 a	8,6±1,6 ef	64,8±5,9	42,8±2,4 c	6,0±1, c
2	Bez insekticida	100,0±0,0 a	16,7±1,5 def	100,0±0,0 a	15,3±4,3 def	8,2±2,4 c
	Tiametoksam+teflutrin	50,0±0,0 d	1,5±0,5 f	14,2±2,9 d-g	1,1±0,6 h	0,0±0,0 c
	Ciantaniliprol	98,4±0,0 a	5,8±0,8 ef	16,3±0,9 def	1,6±0,5 h	0,0±0,0 c
	Flupiradifuron	72,5±0,0 c	4,8±1,7 f	22,2±1,1 d	0,0±0,0 h	0,0±0,0 c
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	100,0±0,0 a	9,0±2,1 ef	62,5±7,2 b	18,7±1,0 de	3,2±0,6 c
	Denatonijev benzoate	47,7±0,0 d	1,1±0,6 f	14,5±1,1 def	0,0±0,0 h	3,7±1,5 c
3	Bez insekticida	98,9±0,0 a	61,2±16,5 c	21,3±1,4 de	7,1±1,3 fgh	4,1±1,0 c
	Tiametoksam+teflutrin	47,8±0,0 d	0,5±0,5 f	23,1±1,1 d	5,2±1,8 gh	0,0±0,0 c
	Ciantaniliprol	100,0±0,0 a	95,8±2,4 a	47,3±2,6 c	68,2±4,4 a	43,3±4,0 a
	Flupiradifuron	73,2±0,0 c	7,4±2,0 ef	17,9±1,2 de	4,8±1,5 gh	0,0±0,0 c
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	97,3±0,0 a	57,0±10,7 c	23,0±2,8 d	58,0±6,1 b	31,8±10,9 b
	Denatonijev benzoate	98,7±0,0 a	27,8±11,4 de	19,9±2,0 de	20,8±2,4 de	0,0±0,0 c
HSD** P=0,05		6,7	18,3	8,6	7,9	8,2

*vrijednosti označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju ($p>0.05$; HSD test)

** HSD je dobiven temeljem provedenog testa po Tukey Post-Hoc test

4.5. Lokalitet Bogdanovci

4.5.1. Sklop biljaka šećerne repe

Na lokaciji Bogdanovci sve varijante imale su zadovoljavajući sklop bez signifikantnih odstupanja. Najveći broj biljaka po parceli imale su varijante s tiametoksamom + teflutrinom, broj biljaka po parceli kretao se između 115,2 do 121,5. Dok je najmanji broj biljaka zabilježen u varijantama s ciantaniliprolom i genotipom 2, broj biljaka se kretao između 95,2 i 98,3 po parceli.

Na samom početku razvoja (BBCH 12 – BBCH 14) broj biljaka po parceli se mijenjao. U fenofazama BBCH 12 i BBCH 14 najbolji sklop imali su genotipovi tretirani s tiametoksamom + teflutrinom, dok je najmanji broj biljaka po parceli imao genotip 2 tretiran s ciantaniliprolom.

Od BBCH 16 do BBCH 31 broj biljaka bio je stalan i nije se mijenjao. Najveći broj biljaka imali su genotipovi tretirani s tiametoksamom + teflutrinom. Najveći broj biljaka po parceli imao je genotip 3 i iznosio je 121,5. Genotip 2 tretiran s ciantaniliprolom imao je 98,0 biljaka po parceli što je ujedno i najlošija varijanta na ovoj lokaciji. Detaljna analiza prikazana je tablicom 4.4.

Tablica 4.4. Sklop biljaka na lokalitetu Bogdanovci

		Sklop biljaka šećerne repe (Broj biljaka po parceli)				
Genotip	Varijanta	BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	106,4±0,0 ns*	109,5±4,1 ns	105,5±2,9 ns	105,5±2,9 ns	105,5±2,9 ns
	Tiametoksam+teflutrin	115,2±0,0 ns	116,0±2,5 ns	118,0±3,0 ns	118,0±3,0 ns	118,0±3,0 ns
	Ciantaniliprol	113,5±0,0 ns	115,8±5,9 ns	117,5±6,3 ns	117,5±6,3 ns	117,5±6,3 ns
	Flupiradifuron	115,2±0,0 ns	113,5±7,4 ns	113,3±8,1 ns	113,3±8,1 ns	113,3±8,1 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	105,3±0,0 ns	110,3±7,2 ns	108,8±6,4 ns	108,8±6,4 ns	108,8±6,4 ns
	Denatonijev benzoate	112,9±0,0 ns	111,3±1,9 ns	113,5±2,8 ns	113,5±2,8 ns	113,5±2,8 ns
2	Bez insekticida	96,9±0,0 ns	98,8±5,0 ns	101,0±4,1 ns	101,0±4,1 ns	101,0±4,1 ns
	Tiametoksam+teflutrin	117,8±0,0 ns	116,3±2,8 ns	115,8±4,3 ns	115,8±4,3 ns	115,8±4,3 ns
	Ciantaniliprol	95,2±0,1 ns	98,3±10,3 ns	98,0±10,5 ns	98,0±10,5 ns	98,0±10,5 ns
	Flupiradifuron	101,6±0,0 ns	99,8±2,9 ns	101,3±3,4 ns	101,3±3,4 ns	101,3±3,4 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	100,2±0,0 ns	100,8±8,0 ns	102,8±7,7 ns	102,8±7,7 ns	102,8±7,7 ns
	Denatonijev benzoate	110,0±0,0 ns	113,5±6,2 ns	112,0±7,6 ns	112,0±7,6 ns	112,0±7,6 ns
3	Bez insekticida	107,5±0,0 ns	108,5±3,6 ns	110,0±6,7 ns	110,0±6,7 ns	110,0±6,7 ns
	Tiametoksam+teflutrin	118,2±0,0 ns	119,5±1,3 ns	121,5±1,4 ns	121,5±1,4 ns	121,5±1,4 ns
	Ciantaniliprol	114,8±0,0 ns	114,0±2,8 ns	110,0±3,4 ns	110,0±3,4 ns	110,0±3,4 ns
	Flupiradifuron	100,3±0,0 ns	98,5±9,5 ns	100,8±8,3 ns	100,8±8,3 ns	100,8±8,3 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	106,1±0,0 ns	109,0±2,3 ns	107,5±3,7 ns	107,5±3,7 ns	107,5±3,7 ns
	Denatonijev benzoate	109,8±0,0 ns	110,3±5,0 ns	110,8±5,7 ns	110,8±5,7 ns	110,8±5,7 ns

*ns – nema signifikantnih razlika

4.5.2. Štete od repina buhača

U ranim razvojnim fazama (BBCH 12) kada repin buhač pričinjava najznačajnije štete, najveća oštećenja imala je varijanta s biološkim tretmanom *Bauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*. Varijante s genotipom 2 i 3 imale su oštećenje 27,6 %, odnosno 21,4 %. Varijanta s ciantaniliprol i genotipom 1 imala je 26,7 % oštećenja. Najmanji postotak oštećenja u razvojnoj fazi BBCH 12 imale su sve varijante tretirane tiametoksamom + teflutrinom s rezultatima koji su se kretali između 0,49 % i 2,6 %.

Očitavanjem pokusa u razvojnoj fazi BBCH 14 minimalno oštećenje imali su tiametoksam + teflutrin s genotipom 1 i imale su 0,5 % oštećenja, dok je najveći postotak od 38,5 % imao biološki tretman *Bauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* i genotip 3.

U razvojnoj fazi BBCH 16 oštećenja na listu su u rasponu od 0,6 % do 36,5 %. Ovdje su također najbolje rezultate odnosno najmanji postotak oštećenja imale varijante tretirane s tiametoksamom + teflutrinom s rasponom šteta od 0,6 % do 2,1 %. Najveća oštećenja su zabilježena na varijantama tretiranim flupiradifuronom i genotip 1 s oštećenjem od 36,5 %. Približan rezultat imale su i varijante s genotipom 2 tretirane s ciantaniprolom (36,4 %) i genotip 3 koji nije bio tretiran insekticidima (34,5 %).

Kod razvojne faze BBCH 19 oštećenja se smanjuju zbog razvoja lisne mase. Kao i do sada najmanje oštećenja odnosno 0,3 % imale su varijante s tiametoksamom + teflutrinom, dok najviše oštećenja odnosno 32,1 % imao je tretman s flupiradifuronom.

Razvojna faza BBCH 31 imala je najmanje oštećenja te ona nisu bila značajna. I u ovoj fenofazi s najmanjim oštećenjima ističe se tiametoksam + teflutrin (0,7 - 1,3 %). Najviše štete zabilježene su na tretmanima s flupiradifuronom od 12,1 % oštećenih listova. Detaljna analiza prikazana je tablicom 4.5.

Tablica 4.5. Štete od repinog buhača na lokalitetu Bogdanovci

		Štete (%) od repina buhača				
Genotip	Varijanta	BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	14,6±0,3 ab*	32,9±21,9 ns	21,0±3,5 abc	15,6±8,5 ns	3,4±1,2 ns
	Tiametoksam+teflutrin	0,49±0,1 c	0,5±0,2 ns	1,4±0,6 c	1,9±0,7 ns	1,3±0,3 ns
	Ciantaniliprol	26,7±0,3 a	38,1±12,7 ns	32,6±8,5 ab	8,3±2,2 ns	3,1±0,4 ns
	Flupiradifuron	6,9±0,3 abc	13,8±7,8 ns	36,5±15,8 a	32,1±17,7 ns	12,1±9,3 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	12,1±0,3 ab	20,1±9,7 ns	8,4±5,8 bc	12,9±8,5 ns	4,9±2,9 ns
	Denatonijev benzoate	11,2±0,4 ab	33,0±19,9 ns	17,8±8,6 abc	13,3±8,1 ns	1,6±0,4 ns
2	Bez insekticida	18,0±0,0 a	18,1±1,3 ns	19,2±6,7 abc	6,5±1,7 ns	3,9±0,8 ns
	Tiametoksam+teflutrin	2,6±0,3 abc	5,9±4,7 ns	2,1±0,3 c	0,3±0,2 ns	0,9±0,4 ns
	Ciantaniliprol	12,7±0,3 ab	28,2±19,7 ns	36,4±19,7 a	31,7±21,3 ns	7,1±3,0 ns
	Flupiradifuron	6,8±0,3 abc	17,8±14,2 ns	7,6±5,4 bc	28,7±23,1 ns	9,1±7,0 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	27,6±0,2 a	36,5±13,3 ns	32,7±16,5 ab	26,3±11,3 ns	8,4±3,0 ns
	Denatonijev benzoate	5,8±0,2 abc	8,1±4,0 ns	1,7±0,5 c	2,3±1,1 ns	1,5±0,7 ns
3	Bez insekticida	11,4±0,4 ab	29,1±18,4 ns	34,5±18,4 ab	14,1±8,2 ns	6,5±3,3 ns
	Tiametoksam+teflutrin	1,1±0,2 bc	1,5±0,9 ns	0,6±0,2 c	0,7±0,3 ns	0,7±0,3 ns
	Ciantaniliprol	2,7±0,1 abc	3,3±1,4 ns	11,0±3,4 abc	5,9±4,5 ns	2,8±1,1 ns
	Flupiradifuron	9,6±0,3 abc	14,9±5,8 ns	15,1±7,8 abc	11,6±6,8 ns	4,7±1,4 ns
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	21,4±0,3 a	38,5±20,9 ns	28,1±11,5 abc	16,7±8,4 ns	4,8±3,1 ns
	Denatonijev benzoate	9,1±0,3 abc	20,1±14,3 ns	12,5±6,4 abc	2,5±0,7 ns	1,8±0,7 ns
HSD** P=0,05		7,0	33,0	23,1	26,1	9,2

*vrijednosti označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju ($p > 0.05$; HSD test)

** HSD je dobiven temeljem provedenog testa po Tukey Post-Hoc test

4.5.3. Štete od repine pipe

Kao i kod repina buhača, najveće štete i opasnost od uništenja usjeva su u početnim razvojnim fazama šećerne repe. Tako u fenofazi BBCH 12 postotak oštećenja se kretao između 0 % i 8,3 %. Najmanje oštećenja imali su genotip 2 tretiran s tiametoksamom + teflutrinom te s denatonijevim benzoatom. Najviša oštećenja uočena su na biološkim tretmanima s *Bauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* i iznosila su 8,3 %.

Očitavanjem u kasnijoj razvojnoj fazi (BBCH 14) oštećenja su se povećala. Postotak oštećenja se kretao između 0,5 % i 59,4 %. Najveći postotak imao je genotip 1 bez insekticidnog tretmana sa 59,4 % oštećenja. A najmanje je uočeno na genotipu 2 koji nije bio tretiran insekticidom sa 0,5 % oštećenja.

Repa u fazi BBCH 16 imala je niži postotak oštećenja zbog razvoja lisne mase. Najveću štetu imala je varijanta genotipa 2 i biološkog tretmana s *Bauveria bassiana* + *Metarhizium*

anisopliae s 39,8 % oštećenja. Dok je najmanju štetu imala varijanta s genotipom 1 tretirana s tiametoksamom i teflutrinom, očitano je 1,1 % oštećenja.

Očitavanjem pokusa u razvojnoj fazi BBCH 19 nekoliko varijanti imalo je 0 % oštećenja kao što su varijante tretirane s denatonijevim benzoatom, tiametoksamom i teflutrinom, ciantaniliprolom te bez insekticidnog tretmana. Najviše varijanti bez oštećenja su imali insekticidni tretmani u kombinaciji s genotipom 2. Na varijantama s flupiradifuronom i genotipom 2 uočena su oštećenja od 44,0 % te kod genotipa 3 bez insekticidnog tretmana 46,0 % oštećenja.

Repa u fazi BBCH 31 očekivano ima zabilježene najmanje oštećenje. Većina varijanti nije imala oštećenja. Najveće oštećenje od 7,8 % zabilježeno je na genotipu 3 bez insekticidnog tretmana. Detaljna analiza prikazana je tablicom 4.6.

Tablica 4.6. Štete od repine pipe na lokalitetu Bogdanovci

Genotip	Varijanta	Štete (%) od repine pipe				
		BBCH 12	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 19	BBCH 31
1	Bez insekticida	4,5±0,1 ab*	59,4±4,7 a	10,2±0,6 de	2,6±0,5 de	1,6±0,5 d
	Tiametoksam+teflutrin	4,5±0,1 ab	2,5±0,3 f	1,1±0,6 g	1,1±1,1 de	2,1±0,1 cd
	Ciantaniliprol	1,6±0,2 bc	3,6±0,8 f	6,8±0,5 d-g	2,5±0,5 de	0,0±0,0 e
	Flupiradifuron	8,1±0,1 a	56,3±2,2 a	8,5±3,3 def	9,6±1,0 b	0,0±0,0 e
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	3,5±0,1 abc	37,8±5,8 cd	6,9±1,9 d-g	2,2±2,2 de	0,0±0,0 e
	Denatonijev benzoat	3,6±0,1 abc	5,8±0,5 f	9,2±0,4 def	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
2	Bez insekticida	0,8±0,1 cd	0,5±0,5 f	1,6±0,5 g	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
	Tiametoksam+teflutrin	0,0±0,0 d	11,6±1,9 e	3,7±1,5 efg	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
	Ciantaniliprol	3,5±0,1 abc	1,5±0,5 f	6,2±1,7 ef	0,5±0,5 e	0,0±0,0 e
	Flupiradifuron	2,9±0,2 abc	42,1±4,6 b	8,9±2,4 def	44,0±3,5 a	4,6±1,1 b
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	4,9±0,1 ab	46,5±2,1 b	39,8±2,4 a	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
	Denatonijev benzoat	0,0±0,0 d	33,4±1,8 d	29,9±2,7 b	2,6±0,5 de	0,0±0,0 e
3	Bez insekticida	1,8±0,1 bc	2,1±0,9 f	16,5±1,5 c	46,0±2,3 a	7,8±0,6 a
	Tiametoksam+teflutrin	1,9±0,2 bc	46,5±3,3 b	11,3±2,9 cd	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
	Ciantaniliprol	1,9±0,2 bc	3,4±1,1 f	3,6±1,1 efg	0,0±0,0 e	0,0±0,0 e
	Flupiradifuron	1,7±0,1 bc	6,5±0,2 ef	10,9±3,8 cd	5,8±2,7 bcd	3,1±0,6 c
	<i>Bauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	8,3±0,1 a	1,7±1,2 f	9,8±2,1 de	4,3±1,1 cde	5,7±0,8 b
	Denatonijev benzoat	2,9±0,1 abc	43,2±1,1 bc	2,9±0,7 fg	7,9±1,2 bc	0,0±0,0 e
HSD ** P=0,05		2,3	6,6	5,6	4,2	1,2

*vrijednosti označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju ($p>0.05$; HSD test)

** HSD je dobiven temeljem provedenog testa po Tukey Post-Hoc test

5. Rasprava

Šećerna repa izložena je napadu velikog broja štetnika koje je potrebno suzbijati kako bi se osigurali visoki prinosi. Fauna kukaca u nekoj kulturi ovisi o nekoliko čimbenika, a kao najvažniji mogu se izdvojiti klimatski uvjeti i agrotehničke mjere koje čovjek obavlja. Kroz zadnjih nekoliko godina znanstveni radovi dokazuju da globalno zatopljenje i klimatske promjene uveliko utječu na kukce i njihovu pojavu. Jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera u proizvodnji je zaštita od štetnika kemijskim sredstvima (Bažok i sur., 2012).

U prošlosti se zaštita od štetnika provodila primjenom granuliranih insekticida uglavnom na bazi karbofurana i terbufosa tako što se insekticid primjenjivao u brazdu posebnim depozitorima koji su se nalazili na sijačici (Igrc Barčić i sur., 2000). Insekticidni tretmani sjemena kao metoda lokalne primjene pesticida u preciznoj poljoprivredi smanjuje količine pesticida koji se koriste po jedinici površine i smatra se najsigurnijom, najjeftinijom i ekološki najpovoljnijom metodom zaštite sjemena i mladih biljaka od štetnika u ranim stadijima njihova rasta (Vojvodić i Bažok, 2021). Insekticidni tretmani sjemena provode se zbog suzbijanja zemljišnih štetnika kao što su žičnjaci i za suzbijanje štetnika koji napadaju biljke u njihovim ranim stadijima razvoja kao što su buhači, lisne uši, pipe. Sjetva tretiranog sjemena mjera je dobre i racionalne poljoprivredne prakse jer smanjuje negativan utjecaj insekticida na okoliš (Vojvodić i Bažok, 2021). Tretiranjem sjemena koriste se značajno manje doze i one se nanose tijekom dorade sjemena. U Hrvatskoj je trenutno dopušteno tretiranje sjemena kontaktnim insekticidom, naziva teflutrin koji pripada u skupinu piretroida (Virić Gašparić, 2022).

Tretiranje sjemena neonikotinooidima je bila najvažnija mjera suzbijanja štetnika šećerne repe u Europi (Thompson i sur., 2022). Tijekom 90-ih godina prošlog stoljeća na tržištu su se mogle naći skupine insekticida kao što su organofosforni insekticidi (43 %), piretroidi (18 %) i karbamati (16 %). Pronalaskom i plasiranjem neonikotinooida na tržište upotreba ostalih skupina se smanjuje. U skupinu neonikotinooida pripadaju imidakloprid, tiametoksam, klotianidin, tiakloprid, acetamiprid, nitenpiram i dinotefuran (Vojvodić i sur., 2021). Od 90-ih godina prošlog stoljeća kada je predstavljen tretman sjemena neonikotinooidima u Hrvatskoj je zabilježen značajan pad primjene insekticida. Tretiranim sjemenom uspješno su suzbijani žičnjaci, lisne uši i buhači, a naknadno tretiranje insekticidima bilo je potrebno samo u iznimnim situacijama kao što je jak napad pipa (Virić Gašparić i sur., 2020). Od 2013. godine do danas situacija u vezi neonikotinooida se drastično promijenila u nekim dijelovima svijeta, a pogotovo u Europskoj uniji. Europska komisija je zabranila upotrebu tri djelatne tvari iz ove skupine insekticida (imidakloprid, tiametoksam i klotianidin) i stavili dvogodišnji moratorij o tretiranju sjemena i tla za usjeve koji privlače pčele i za jare žitarice. Dozvola za korištenje ostala je na snazi za tretiranje sjemena ozimih žitarica, šećerne repe te za primjenu u zaštićenim prostorima, kao i za folijarno tretiranje svih usjeva za koje su insekticidi dopušteni, ali tek nakon cvatnje. Zabrana je izrečena na rok od dvije godine uz obrazloženje da su za formiranje finalne odluke potrebna dodatna znanstvena istraživanja (Virić Gašparić, 2022). EFSA (Europska agencija za sigurnost hrane) je pozvala sve znanstvene institucije da sudjeluju u daljnjim istraživanjima djelovanja neonikotinooida na pčele te je produžila zabranu za još dvije

godine odnosno do 2017. Iako je zabrana trebala isteći 2017. godine, EFSA je odgodila njegovo ukidanje do daljnjeg, a konačna odluka donesena je 27. travnja 2018 (Bažok i Lemić, 2018). Nakon zabrane insekticida iz skupine neonikotinoida došlo je do povećanja populacije štetnika. Veliki problem je i razvoj rezistentnosti na stare insekticida koji su se nekada koristili. Zbog nemogućnosti suzbijanja štetnika dolazi do smanjenja prinosa, a smanjuje se i kvaliteta (Virić Gašparić, 2022).

Glavni cilj ovog istraživanja bio je ocijeniti učinkovitost insekticidnih tretmana sjemena u kombinaciji s različitim genotipovima šećerne repe u suzbijanju dva značajna štetnika šećerne repe u Hrvatskoj, repina buhača (*Chaetocnema tibialis*) i repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*).

Proizvodnja šećerne repe ovisi o mnogo faktora: uvjetima tla i klime, uvođenju visokoproduktivnih hibrida, kvalitetnom tretmanu sjemena prije sjetve, upotrebi moderne tehnologije, gnojidbi, pouzdanoj zaštiti biljaka, visokotehnološkom prerađivanju u šećeranama. Nedostatak pouzdane zaštite biljaka tijekom vegetacijskog razdoblja ili neučinkovita zaštita od štetnika može djelomično ili uništiti usjeve šećerne repe. Najučinkovitiji način zaštite šećerne repe od brojnih štetnika i bolesti je stvaranje tolerantnih hibrida (Vasilevich i sur., 2019).

U istraživanju su korištena tri genotipa različite brzine klijanja. Prema rezultatima najveću osjetljivost na oštećenja koja uzrokuju repin buhač i repina pipa ima genotip 1 koji brzo klija. Genotip 2 imao je umjerenu razinu oštećenja i srednje brzim klijanjem. Dok je najmanje oštećenja imao genotip 3 koji ima sporo klijanje. Ovo implicira da je šećerna repa s brzim klijanjem (genotip 1) bila najranjivija na napad štetočina u usporedbi s drugim dvjema varijantama. Unatoč sjetvi u optimalno razdoblje za šećernu repu rezultati su pokazali kontradiktornu situaciju u kojoj se genotip s brzom klijavosti pokazao kao najosjetljiviji na najvažnije štetnike, što je u suprotnosti s prethodnim istraživanjima i smjericama (Bažok i sur., 2015).

Zbog velikog napada pipe na lokalitetu Ovčara došlo je do prorjeđivanja sklopa. Utjecaj genotipova nije uočen u ovom slučaju i zabilježen je nezadovoljavajući sklop, a oštećenja su dostizala i do 100 %. Do BBCH 31 nisu zabilježene štete buhača, a u toj fenofazi one nisu značajne. Bolje rezultate možemo pronaći na lokalitetu Bogdanovci gdje je sklop bio optimalan, a genotipovi 2 i 3 su pokazali smanjenje oštećenja od štetnika.

Prije uvođenja neonikotinoida repin buhač je bio suzbijan na 10 do 65 % površina šećerne repe. Prosječna potrošnja insekticida za suzbijanje repinog buhača kretala se od 0,1 do 0,59 kg aktivne tvari po hektaru zasijane šećerne repe, ovisno o godini. Nakon uvođenja neonikotinoida, sva su polja zasijana tretiranim sjemenom, dodatni tretmani protiv repinog buhača nisu primjenjivani, a količina korištenih insekticida bila je značajno niža nego u razdoblju prije neonikotinoida (Virić Gašparić i sur., 2021).

Do 2000-ih godina repina pipa nije bila značajan štetnik u Hrvatskoj. Dok je u Srbiji, u regiji Vojvodina, koja graniči s istočnom Hrvatskom pravila velike probleme (Čamprag i sur., 2006). Tijekom posljednjih 60-ak godina repina pipa je uništila više od 250 000 hektara mlade šećerne repe i uzrokovala ponovnu sjetvu usjeva. U istočnoj Hrvatskoj populacija ovog štetnika bila je

ispod ekonomskog praga štetnosti do 2008. godine. Nakon toga se populacija repine pipe znatno povećava i redovito je vrlo visoka, uzrokujući ozbiljne štete. Do povećanja populacije je došlo zbog globalnih klimatskih promjena i viših temperatura (Bažok i sur., 2012).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da tretmani sjemena neonikotinoidima pružaju učinkovitu i sigurnu zaštitu usjeva šećerne repe. Oštećenja koja su zabilježena variraju između lokacija zbog klimatskih uvjeta, plodoreda kao i blizine starog repišta odnosno visini populacije štetnika. U tretmanu sjemena s tiametoksamom + teflutrinom primijećena su značajno manja oštećenja od repinog buhača. Isti tretman je na lokalitetu Ovčara smanjio oštećenja od repine pipe gdje je u većini varijanti bilježio i do 100 %. Tretmani sjemena imali su značajan utjecaj na smanjenja oštećenja u najranijim fenofazama kada je zaštita najbitnija. Kao najbolje rješenje za suzbijanje najvažnijih štetnika pokazao se tretman sjemena neonikotinoidima + piretroidima.

U varijantama na kojima nije bilo insekticidnog tretmana sjemena zabilježena su oštećenja od repinog buhača koja su premašivala 30 % na lokalitetu Bogdanovci, dok na lokalitetu Ovčara nisu zabilježene štete od buhača. Tretman sjemena s tiametoksamom + teflutrinom, na lokalitetu Bogdanovci, tijekom faza razvoja BBCH 12 – 16 zaštitio je usjev te su oštećenja zabilježena bila značajno manja, a kretala su se od 0,49 % do 5,9%.

Osim što su neonikotinoide pružili zadovoljavajuću zaštitu od napada repina buhača, isti rezultat su polučili i u suzbijanju repine pipe. Tretmani sjemena neonikotinoidima pokazali su učinkovitu zaštitu tijekom najosjetljivijih razvojnih faza. Tijekom istraživanja zabilježena su značajno veća oštećenja od repine na lokalitetu Ovčara. Na varijantama bez insekticidnog tretmana u razvojnim stadijima od BBCH 12 do BBCH 16 zabilježena su i totalna oštećenja, dok su varijante tretirane tiametoksamom + teflutrinom imale značajno manja oštećenja te pružile određenu zaštitu usjeva. Veliki problem može biti upotreba neonikotinoide protiv većih populacija repine pipe te je u tim situacijama učinkovitost ograničena (Drmić, 2016).

I dok su tretmani sjemena neonikotinoidima učinkovito štitili usjeve šećerne repe od štetočina, posebno tijekom osjetljivih razvojnih faza, očito je da bi se alternative trebale bolje istražiti (Virić Gašparić i sur., 2021.). Ponavljajuća prisutnost štetnika, čak i pod različitim pritiscima populacije, zahtijeva raznolikost u pristupima upravljanju štetnicima. S obzirom na zabranu neonikotinoide i pojavu izvješća o rezistentnosti, važnost istraživanja i testiranja alternativnih insekticida postaje istaknutija (Hauer i sur., 2017). Istraživanje i potvrda učinkovitosti alternativa u stvarnim poljskim uvjetima imperativ su, uzimajući u obzir njihov potencijal za nadopunjavanje ili zamjenu neonikotinoidnih tretmana. Ovo istraživanje ističe potrebu za višedimenzionalnim pristupom upravljanju štetnicima, koji integrira kako etablirane tako i inovativne strategije kako bi se učinkovito zaštitio usjev šećerne repe.

6. Zaključak

Na temelju podataka dobivenih iz istraživanja možemo zaključiti:

1. Insekticidni tretmani sjemena i njihova učinkovitost:

- Insekticidni tretmani sjemena pokazuju određenu učinkovitost u suzbijanju najvažnijih štetnika šećerne repe.

2. Na lokalitetu Ovčara primijećen je značajno veći napad repine pipe u početnim fenofazama, dok štete od buhača nisu uočene sve do BBCH 31.

- Na lokalitetu Bogdanovci u fazi razvoja BBCH 14 došlo je do većeg napada repine pipe što je rezultiralo većim postotkom oštećenja šećerne repe. Veći postotak oštećenja repinog buhača zabilježen je do fenofaze BBCH 16, a kasnije se postotak smanjio.

3. Učinkoviti insekticidni tretmani:

- Tretmani sjemena s tiametoksamom + teflutrinom jedini pružaju sigurnu i kvalitetnu zaštitu šećerne repe u najosjetljivijim fenofazama njena razvoja.

- Alternativni tretmani sjemena pokazali su određenu učinkovitost međutim nužna su dodatna istraživanja i potencijalne kombinacije tretmana kako bi učinkovitost bila zadovoljavajuća.

4. Izazovi zbog zabrane neonikotinoidea:

- Odluka Europske komisije o ukidanju dozvole za uporabu neonikotinoidea stvara problem pronalaska adekvatne zamjene.

5. Potreba za novim metodama zaštite:

- Ako se u budućnosti trajno ne odobri tretiranje sjemena neonikotinoidima na područjima s intenzivnim napadima repina buhača i repine pipe, bit će potrebno razviti nove, učinkovite metode zaštite šećerne repe od navedenih štetnika.

6. Utjecaj genotipova na klijanje i gustoću usjeva:

- Razlike u genotipovima nisu bile značajne, ali u istraživanju genotipovi sa sporijim klijanjem imali su gušći sklop i najmanje oštećenja. Utjecaj genotipova treba dodatno istražiti u budućnosti.

7. Nužnost razvoja integrirane strategije zaštite:

- U budućnosti je nužan razvoj nove strategije integrirane zaštite usjeva šećerne repe kako bi se osigurali zadovoljavajući prinosi visoke kvalitete, a istovremeno očuvalo zdravlje ljudi, životinja i ostalih članova ekosustava. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se pronašla nova strategija koja zadovoljava sve navedene uvjete.

7. Popis literature

1. Abidin A. F., Ekowati N., Ratnaningtyas N. I. (2017). Compatibility of insecticides with entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Scripta Biologica*. 4(4): 273-279
2. Abo El-Ftooh A.A., Gohar I.M.A., Saleh M.S., Mohamed E.S. (2013). Effect of Some Pesticides, Sugarbeet Cultivars and Their Interaction on Population Density of Tortoise Beetle *Cassida vittata* Vill and some Characters of Sugarbeet Cultivars at Nubaria and Damanhour Region. *Alexandria Science Exchange Journal*. 34: 128-139
3. Balentović V. (2016). *Agrotehnika šećerne (Beta vulgaris L. Var. Saccharifera ALEF)*. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet.
4. Bass C., Puinean A. M., Zimmer C. T., Denholm I., Field L. M., Foster S. P., Gutbrod O., Nauen R., Slater R., Williamson M. S. (2014). The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect biochemistry and molecular biology*. 51: 41-51
5. Bažok R., Lemić D. (2018). Posljedice zabrane neonikotinoida za poljoprivrednu proizvodnju Republike Hrvatske. *Glasilo biljne zaštite*. 18 (4): 407–412
6. Bažok R., Barić K., Čačija M., Drmić Z., Đermić E., Gotlin Čuljak T., Grubišić D., Ivić D., Kos T., Kristek A., Kristek S., Lemić D., Šćepanović M., Vončina D. (2015). Šećerna repa - zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne proizvodnje. *Agronomski fakultet u Zagrebu*. Zagreb
7. Bažok R., Buketa M., Lopatko D., Ljekar K. (2012). Suzbijanje štetnika šećerne repe nekad i danas. *Glasilo biljne zaštite*. 12(5): 414-428
8. Bažok R., Čačija M., Drmić Z., Lemić D., Virić Gašparić H., Figurić I., Vojvodić, M. (2018). Kandidati za zamjenu neonikotinoida za tretiranje sjemena. *Glasilo biljne zaštite*. 70-71
9. Bažok R., Drmić Z., Virić Gašparić H., Mrganić M., Lemić D., Čačija M. (2019). Suzbijanje štetnika na velikim površinama. *Glasilo biljne zaštite*. 19(5): 549-558
10. Bažok R., Gotlin Čuljak T., Grubišić D. (2014). Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasilo biljne zaštite*. 14(5): 357-390.
11. Bažok R., Gotlin Čuljak T., Grubišić D. (2014). Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasilo biljne zaštite*. 14(5): 357-390
12. Bažok R., Šatvar M., Radoš I., Drmić Z., Lemić D., Čačija M., Gašparić H. V. (2016). Comparative efficacy of classical and biorational insecticides on sugar beet weevil, *Bothynoderes punctiventris* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Plant Protection Science*. 52(2): 134-141
13. Bogdanov V. (1965). Zavisimost između temperaturnoj, intenzivnostju pitanija I količinstvom otloženih jaic u obilknovenavo (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) I černavo (*Psilidium maxillosum* F.) sveklovičnih dolgonosikov. *Hemizacija poljoprivrede*. 9-12. Beograd.
14. Čamprag D. (1973). Najvažnije štetočine Šećerne Repe u Jugoslaviji. Mađarskoj, Rumuniji i Bugarskoj, sa Posebnim osvrtom na Važnije Štetne Vrste. *Poljoprivredni Fakultet, Institut za Zaštitu Bilja Novi Sad: Novi Sad, Srbija*. 343–352

15. Čamprag D. S., Sekulić R. R., Kereši T. B. (2006). Forecasting of major sugarbeet pest occurrence in Serbia during the period 1961-2004. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke. (110): 187-194
16. Draycott A. P. (Ed.). (2008). Sugar beet. Formerly of Broom's Barn Research Station. Blackwell. Bury St. Edmunds. Suffolk. UK
17. Drmić Z. (2016). The sugar-beet weevil (*Bothynoderes punctiventris* Germar 1824., Col.: Curculionidae). Doctoral dissertation. University of Zagreb. Faculty of Agriculture
18. Drmić Z., Bažok R., Šatvar M., Virić Gašparić H., Lemić D., Grubišić D., Čačija M. (2020). Efficacy of the EPNs (*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976) on sugar beet larvae (*Bothynoderes punctiventris* Germar 1824; Coleoptera: Curculionidae) in field conditions. Journal of Central European Agriculture. 21(3): 649-656
19. Drmić Z., Čačija M., Lemić D., Virić Gašparić H., Mrganić M., Bažok R. (2018). Seksualni indeks repine pipe (*Bothynoderes punctiventris* Germ. 1824)(Coleoptera: Curculionidae). Fragmenta phytomedica. 32(1): 1-7
20. Državni zavod za statistiku. (2023). <https://podaci.dzs.hr/2022/hr/29384> pristupljeno: 15.03.2023.
21. Ergović L. (2017). Navodnjavanje šećerne repe (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*). Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet
22. Fauna Europaea (2023). – *Chaetocnema tibialis* – Distribution. https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/f2615078-09bb-4659-90bb-cae39cd89e89 - pristupljeno: 15. rujna 2023.
23. FIS Ministarstvo poljoprivrede. Dostupno na : <https://fis.mps.hr/fis/javna-trazilica-szb/> pristupljeno: 01.08.2023.
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). FAOSTAT Database. Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
25. Francis F., Then C., Francis A., Gbangbo Y. A. C., Iannello L., Ben Fekih I. (2022). Complementary Strategies for Biological Control of Aphids and Related Virus Transmission in Sugar Beet to Replace Neonicotinoids. Agriculture. 12(10): 1663
26. Gadžo D., Đikić M., i Mijić A. (2011). Industrijsko bilje. Univerzitet u Sarajevu. Poljoprivredno–prehrambeni fakultet. Sarajevo.
27. Gospodarski list (2022). Proizvodnja šećera u Hrvatskoj odavno nije slatka muka. <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/proizvodnja-secera-u-hrvatskoj-odavno-nije-slatka-muka-2/> pristupljeno: 19. srpnja 2023.
28. Gotlin Čuljak T., Juran I. (2016). Poljoprivredna entomologija–sistematika kukaca. Radin. Zagreb. 138-162.
29. Gylling Data Management Inc. (2019). Brookings, S.U. Gylling Data Management Inc. ARM 9®GDM Software. Revision. (B = 25105). Gylling Data Management Inc.: Brookings, SD, USA Available online: https://gdmdata.com/Products/ARM/Updates/Release_Notes/ARM_2019 pristupljeno: 9 kolovoza 2022.
30. Hanse B., Schneider J. H. M., Termorshuizen A. J., Varrelmann M. (2011). Pests and diseases contribute to sugar beet yield difference between top and averagely managed farms. Crop Protection. 30(6): 671-678
31. Hauer M., Hansen A. L., Manderyck B., Olsson A., Raaijmakers E., Hanse B., Stockfisch N., Marlander B. (2017). Neonicotinoids in sugar beet cultivation in Central and Northern

- Europe: Efficacy and environmental impact of neonicotinoid seed treatments and alternative measures. *Crop Protection*. ScienceDirect. (93): 132-142. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121941630357X>>. Pristupljeno: 19. srpnja 2023.
32. Holzfuss C., Wielandt N. (2023). Use of denatonium benzoate as a seed treatment for crops as bird and/or insect repellent." U.S. Patent Application No. 17/795. 258
 33. Igrc Barčić J., Dobrinčić R., Šarec V., Kristek A. (2000). Istraživanje tretiranja sjemena šećerne repe insekticidima. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 65(2): 89-96
 34. Jaber L. R. (2018). Seed inoculation with endophytic fungal entomopathogens promotes plant growth and reduces crown and root rot (CRR) caused by *Fusarium culmorum* in wheat. *Planta*. 248: 1525-1535
 35. Jaber L. R., Enkerli J. (2017). Fungal entomopathogens as endophytes: can they promote plant growth?. *Biocontrol Science and Technology*. 27(1): 28-41
 36. Jaber L. R., Ownley B. H. (2018). Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens?. *Biological control*. 116: 36-45
 37. Jeschke P., Nauen R., Schindler M., Elbert A. (2011). Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of agricultural and food chemistry*. 59(7): 2897-2908
 38. Jurišić D. (2008). Proizvodnja i dorada sjemena šećerne repe u KWS-u. *Glasilo biljne zaštite*. 31(4): 67-74
 39. Maceljiski M. (1999). *Poljoprivredna entomologija*. Zrinski. Čakovec.
 40. Maceljiski M. (2002). *Poljoprivredna entomologija*. Zrinski. Čakovec.
 41. McDonald E., Punja N., Jutsum A. R. (1986). Rationale in the invention and optimisation of tefluthrin, a pyrethroid for use in soil. *British Crop Protection Conference: Pests and Diseases*. 1: 199-206
 42. Miličić V. (2014). Proizvodnja šećerne repe. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet.
 43. Nauen R., Jeschke P., Velten R., Beck M. E., Ebbinghaus-Kintscher U., Thielert W., Wölfel K., Haas M., Kunz K., Raupach G. (2015). Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. *Pest management science*. 71(6): 850-862
 44. Oerke E. C., Dehne H. W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop protection*. 23(4): 275-285
 45. Petruha O. I. (1959). *Sveklovodstvo*. Cast pervaja, vrediteli saharnoj svekli i meri borbi s nimi. Kiev: VNIS, Tom III.
 46. Pospišil M. (2009). Izbor sorata i sjetva šećerne repe. *Glasilo biljne zaštite*. 32(6): 76-80
 47. Reed R. C., Bradford K. J., Khanday I. (2022). Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*. 128(6): 450-459
 48. Rešić I. (2008). Damages on sugar beet in first stages of development. *Glasilo biljne zaštite*. 31(4): 81-85
 49. Rešić I. (2013). Štetnici šećerne repe. *Glasilo biljne zaštite*. 36(4): 68-75
 50. Rešić I. (2014). Priručnik za proizvodnju šećerne repe. Zebra. Vinkovci.
 51. Sekulić R.G., Čačić N.A., Kereši T., Stojaković Ž. (2002). Mogućnost suzbijanja repinog buvača (*Chaetocnema tibialis* Illig.) tretiranjem sjemena insekticidima. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. (36): 25-32

52. Sekulić R., Kereši T., Radonjić K. (2005). Some economically important pests of sugar beet and maize: Status report, prognosis and control options. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtlarstvo. (41): 521-531
53. Sekulić R., Toth M., Kereši T., Čačić N., Forgić G. (2006). Efikasnost i pozicioniranje agregacionog atraktanta u integralnom suzbijanju repine pipe - *Bothynoderes punctiventris* Germ. (Coleoptera, Curculionidae). A Periodical of Scientific Research on Field & Vegetable Crops . 42(2): 109-115
54. Srimac M. (2021). Agrotehnika šećerne repe (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*) na OPG-u Srimac Matej. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
55. Šimunić B. (2020). Utjecaj vremenskih prilika na rast i razvoj šećerne repe. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
56. Šutić A. (2020). Osjetljivost repina buhača (*Chaetocnema tibiallis* Illiger 1807) na insekticide u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet.
57. Thompson H., Vaughan S., Mahlein A. K., Ladewig E., Kenter C. (2022). Is there a risk to honeybees from use of thiamethoxam as a sugar beet seed treatment?. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 18(3): 709-721
58. Tomašev I., Sivcev I., Ujváry I., Tóth M. (2007). Attractant-baited traps for the sugar-beet weevil *Bothynoderes* (*Cleonus*) *punctiventris*: Preliminary study of application potential for mass trapping. *Crop Protection*. 26: 1459-1464
59. Tomizawa M., Casida J. E. (2005). Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicology*. 45: 247-268
60. Tot I. (2008). Osnovni preduvjeti za uspjeh u proizvodnji šećerne repe. *Glasilo biljne zaštite*. 31(4): 76-80
61. Tóth M., Ujváry I., Sivcev I., Imrei Z., Szarukán I., Farkas O., Gömöry A., Gács-Baitz E., Francke W. (2007). An aggregation attractant for the sugar-beet weevil, *Bothynoderes punctiventris*. *Entomologia experimentalis et applicata*. 122(2): 125-132
62. Townsend GR., Heuberger J.V. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*. 27(17): 340-343
63. Vasilevich P. V., Fedorovich B. A., Anatolievna V. J., Mykhaylivna P. I., Yuriiiovych O. M., Vladimirovna K. I. (2019). Seed Treatment Is an Ecologically Safety and Effective Way of Protecting Sugar Beet Seedlings. *Scientific journal Vestnik NAS RK*. (5): 151-157
64. Viric Gasparic H., Grubelic M., Dragovic Uzelac V., Bazok R., Cacija M., Drmic Z., Lemic D. (2020). Neonicotinoid residues in sugar beet plants and soil under different agro-climatic conditions. *Agriculture*. 10(10): 484
65. Viric Gasparic H., Lemic D., Drmic, Z., Cacija M., Bazok R. (2021). The efficacy of seed treatments on major sugar beet pests: possible consequences of the recent neonicotinoid ban. *Agronomy*. 11(7): 1277
66. Virić Gašparić H. (2022). Neonicotinoid degradation dynamics in sugar beet plants grown from treated seeds and influence on harmful and beneficial fauna. Doctoral dissertation. University of Zagreb. Faculty of Agriculture
67. Vojvodić M., Bažok R. (2021). Future of Insecticide Seed Treatment. *Sustainability*. 13(16): 8792

68. Vojvodić M., Virić Gašparić H., Čačija M., Lemić D., Bažok R. (2021). Zabrana neonikotinoida u ratarskim kulturama, uzroci i posljedice. *Glasilo biljne zaštite*. 21(4): 456-475
69. Zotte M., Mayrhofer M., Embleton H., Enkerli J., Eigner H., Tarasco E., Strasser H. (2023). Integrated Biological Control of the Sugar Beet Weevil *Asproparthenis punctiventris* with the Fungus *Metarhizium brunneum*: New Application Approaches. *Pathogens*. 12(1): 99
<https://doi.org/10.3390/pathogens12010099>

8. Životopis

Domagoj Vučemilović-Jurić rođen je 11. siječnja 2000. godine u Virovitici. Završio je Osnovnu školu Gradina 2014. godine. Upisuje se u Gimnaziju Petra Preradovića u Virovitici prirodoslovno-matematički smjer koju završava 2018. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij fitomedicine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom obrazovanja na fakultetu sudjelovao je na Agro Start Up-u. Govori engleski jezik, B2 razina razumijevanja, govor i pisanje. Vještine poznavanja rada na računalu, MS Office, internetske baze podataka. U slobodno vrijeme bavi se nogometom.