Rezistentnost repičina sjajnika (Brassicogethes spp., Nitidulidae) na insekticide u Republici Češkoj

Rubil, Nikoleta

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:270202

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Rezistentnost repičina sjajnika (*Brassicogethes* spp., Nitidulidae) na insekticide u Republici Češkoj

DIPLOMSKI RAD

Nikoleta Rubil

Zagreb, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Fitomedicina

Rezistentnost repičina sjajnika (*Brassicogethes* spp., Nitidulidae) na insekticide u Republici Češkoj

DIPLOMSKI RAD

Nikoleta Rubil

Mentorica: prof. dr. sc. Tanja Gotlin Čuljak

Zagreb, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Nikoleta Rubil**, JMBAG 0178095048, rođena 28. listopada 1993. u Puli, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

REZISTENTNOST REPIČINA SJAJNIKA (*BRASSICOGETHES* SPP., NITIDULIDAE) NA INSEKTICIDE U REPUBLICI ČEŠKOJ

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Nikolete Rubil**, JMBAG 0178095048, naslova

REZISTENTNOST REPIČINA SJAJNIKA (*BRASSICOGETHES* SPP., NITIDULIDAE) NA INSEKTICIDE U REPUBLICI ČEŠKOJ

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	prof. dr. sc. Tanja Gotlin Čuljak	mentor	_____
2.	doc. dr. sc. Ivan Juran	član	_____
3.	prof. dr. sc. Milan Pospišil	član	_____

Zahvala

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj obitelji, ponajviše sestri i roditeljima, koji su uvijek tu kao podrška u svim mojim životnim trenucima, tijekom cijelog školovanja pa tako i prilikom pisanja ovog diplomskog rada.

Također, zahvaljujem svim svojim prijateljima bez kojih sve ove godine studiranja ne bi bile jednako zabavne i uspješne.

Želim zahvaliti svojoj ljubavi, Amauriju, koji je uvijek tu kao moja svakodnevna podrška i motivacija i onda kada je to fizički nemoguće.

Naposlijetku, zahvaljujem svojoj mentorici Tanji Gotlin Čuljak, koja je svojim trudom, pristupačnošću i korisnim savjetima značajno pomogla u izradi ovog diplomskog rada.

Sadržaj

1. UVOD 1

1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA 2

2. PREGLED LITERATURE 3

2.1. ULJANA REPICA 3

2.1.1. Proizvodnja uljane repice u svijetu 3

2.1.2. Važnost i korištenje uljane repice 4

2.1.3. Morfološke i biološke karakteristike uljane repice 8

2.1.4. Tehnologija proizvodnje uljane repice 9

2.2. ŠTETNICI ULJANE REPICE 14

2.2.1. Jesenski i proljetni štetnici uljane repice 14

2.2.2. Repičin sjajnik (*Brassicogethes* spp.) – najvažniji štetnik uljane repice 14

2.3. UZROCI I MEHANIZMI NASTANKA REZISTENTNOSTI KOD ŠTETNIKA 17

3. MATERIJALI I METODE 22

3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I SAKUPLJANJA POPULACIJA 22

3.2. VARIJANTE U POKUSIMA 24

3.3. POSTAVLJANJE I OČITAVANJE LABORATORIJSKIH POKUSA 29

3.4. ANALIZA PODATAKA 31

4. REZULTATI I RASPRAVA 33

5. ZAKLJUČAK 41

6. POPIS LITERATURE 42

Životopis 48

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Nikolete Rubil**, naslova

REZISTENTNOST REPIČINA SJAJNIKA (*BRASSICOGETHES* SPP., NITIDULIDAE) NA INSEKTICIDE U REPUBLICI ČEŠKOJ

Repičin sjajnik (*Brassicogethes* spp.), jedan od glavnih štetnika uljane repice, oštećuje cvjetne pupove dok su još potpuno zatvoreni. Uzastopna sjetva uljane repice na istim poljima, u blizini prošlogodišnjih usjeva te na velikim površinama svake godine dovela je do povećanja populacije repičinih sjajnika. S povećanjem populacije repičinih sjajnika, povećala se i primjena glavne grupe insekticida namijenjena za njihovo suzbijanje - piretroida. Rezultat toga je pojava rezistentnosti repičinih sjajnika na piretroide što se od 2006. godine smatra jednim od glavnih problema u gotovo svim europskim državama sa proizvodnjom uljane repice. Odrasli oblici repičinih sjajnika su 2017. godine sakupljeni sa 52 lokaliteta u Republici Češkoj. Testiranja na razne grupe insekticida provedene su prema IRAC test metodama u laboratoriju. Populacije repičinih sjajnika testirane su na djelatne tvari lambda-cihalotrin i tau-fluvalinat iz skupine piretroida, a iz skupine organofosfornih insekticida na djelatnu tvar klorpirifos-etil. Testiranja su provedena i na djelatnu tvar tiakloprid iz skupine neonikotinoida te na djelatnu tvar indoksakarb iz skupine oksadiazina. Rezultati testiranja pokazali su rezistentnost i visoku rezistentnost repičinih sjajnika na djelatnu tvar lambda-cihalotrin. Veći dio testiranih populacija pokazao je rezistentnost na djelatnu tvar tau-fluvalinat, piretroid koji je u pojedinim slučajevima smatran alternativom u razvijanju antirezistentne strategije. U suprotnom, sve testirane populacije pokazale su visoku osjetljivost na djelatne tvari klorpirifos-etil i indoksakarb. Veći dio testiranih populacija pokazao je kontaktnu osjetljivost na tiakloprid, dok je ostali dio testiranih populacija pokazao rezistentnost na njegovo kontaktno djelovanje.

Ključne riječi: osjetljivost, piretroidi, repičin sjajnik, rezistentnost, uljana repica

Summary

Of the Master's thesis - student **Nikoleta Rubil,** entitled

RESISTANCE OF POLLEN BEETLE (*BRASSICOGETHES* SPP., NITIDULIDAE) TO INSECTICIDES IN CZECH REPUBLIC

Pollen beetle (*Brassicogethes* spp.), one of the main pests of oilseed rape, damages flower buds while they are completely closed. Successive sow of oilseed rape on the same fields or close to the last year's fields, as sowing on the great areas every year has contributed to the increase of the pollen beetle population. As the population of pollen beetles had increased, so increased the application of the main group of insecticides used for their suppression - pyrethroids. As a result, resistance of pollen beetles to that group of insecticides was confirmed and since 2006 it has been considered as a serious problem in almost all european countries with oilseed rape production. In the year 2017, pollen beetles were collected from 52 locations in Czech Republic. Populations were tested on various groups of insecticides in the laboratory, according to IRAC Susceptibility Test Methods. Pollen beetles were tested on lambda-cyhalotrin and tau-fluvalinate from pyrethroid group, chlorpyrifos-ethyl from organophosphate group, thiacloprid from neonicotinoid group and indoxacarb from oxadiazine group of insecticides. Testings showed resistance to high resistance of pollen beetles to lambda-cyhalotrin. Relatively high portion of populations has also shown resistance to tau-fluvalinate, pyrethroid which is in some cases perceived as a suitable alternative for usage in antiresistant strategies. In opposite, all tested populations were highly susceptible to active ingredients chlorpyrifos-ethyl and indoxacarb. Higher number of all tested populations has shown contact susceptibility to thiacloprid, while resistance to its contact effect was shown on few tested populations.

Key words: oilseed rape, pollen beetle, pyrethroids, resistance, susceptibility

1. UVOD

Uljana repica (*Brassica napus* L. subsp. *oleifera* (Meetzg.) Sinsk) predstavlja jednu od najznačajnijih uljarica u Aziji i Europi. Za zemlje Europe karakteristična je ozima uljana repica. Prema FAOSTAT-u (2016), ukupne površine uljane repice u svijetu iznose 33 708 547 ha, u Europi 8 118 417 ha, a u Republici Češkoj 392 991 ha. Glavna primjena uljane repice je u proizvodnji jestivog ulja i biodizela te kao kultura u plodoredu. Ozimu uljanu repicu napada značajan broj štetnika, ali jedan od najznačajnijih i najproblematičnijih u Europi je repičin sjajnik (*Brassicogethes* spp.). Repičin sjajnik vrši ishranu na generativnim pupovima uljane repice, buši ih i izgriza te u njih polaže jaja. Na taj način pričinjava štete koje uzrokuju značajan pad prinosa pa svake godine prisiljava proizvođače na kemijsko suzbijanje. Za uspješno suzbijanje repičina sjajnika godinama su se upotrebljavali sintetski piretroidi. Povećana proizvodnja uljane repice dovela je do povećanog napada štetnika i samim time do povećane upotrebe piretroida što je u konačnici rezultiralo razvojem rezistentnosti na navedenu grupu insekticida.

Rezistentnost repičina sjajnika na piretroide je prvi put zabilježena u Francuskoj 1999. godine (Ballanger i sur., 2007) te se počela širiti u ostale zemlje Europe. Već dugi niz godina rezistentnost sjajnika veoma otežava proizvodnju uljane repice te se svake godine obavljaju testiranja na različite grupe insekticida pokušavajući riješiti ovaj europski problem. U Njemačkoj je 2006. godine zabilježeno smanjenje površine uljane repice na čak 200 000 ha što je uzrokovalo uspostavljanje nove strategije suzbijanja repičina sjajnika. Prema EPPO-u (2015), za visoke gustoće populacije nužna je primjena organofosfornih insekticida prije cvatnje uljane repice i za vrijeme cvatnje kada je zabranjena uporaba neonikotinoida. Dugogodišnjim istraživanjima u gotovo svim zemljama Europe, pa tako i u Republici Češkoj, nastoji se pronaći optimalno rješenje u suzbijanju repičina sjajnika, odnosno uspješna zamjena piretroida. U Republici Češkoj su 2017. godine obavljena testiranja na insekticide iz grupe neonikotinoida, organofosfornih insekticida, oksadiazina i piretroida u laboratorijima istraživačkog instituta „Agritec“ u Šumperku i Zavoda za entomologiju Agronomskog fakulteta na Mendel Sveučilištu u Brnu. Rezultati istraživanja ulijevaju nadu da postoji način rješavanja tog značajnog problema u proizvodnji uljane repice.

1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je utvrditi osjetljivost repičina sjajnika na djelatne tvari iz skupine organofosfornih insekticida, piretroida i neonikotinoida te na djelatnu tvar indoksakarb iz skupine oksadiazina na najmanje tri populacije štetnika u Republici Češkoj tijekom 2017. godine.

2. PREGLED LITERATURE

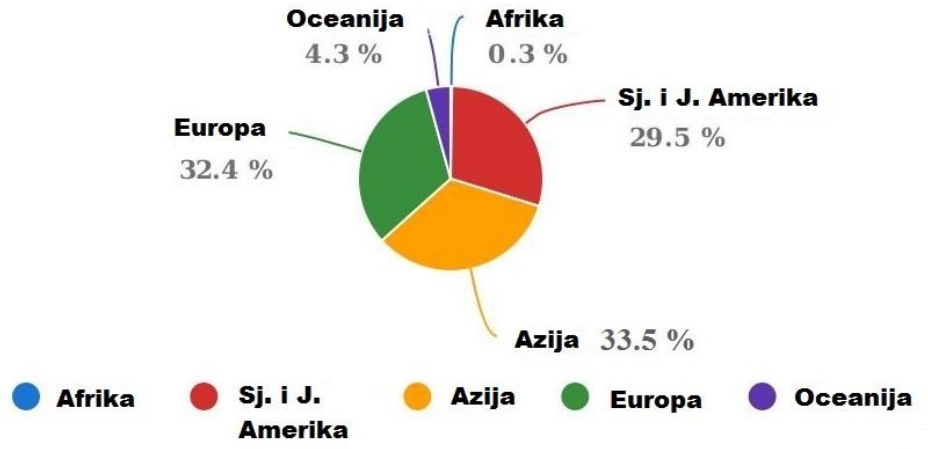
2.1. ULJANA REPICA

Uljana repica je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada redu Capparales Hutchinson, 1924, porodici Brassicaceae Burnett, 1835 i rodu *Brassica* Linnaeus, 1753 (The Taxonomicon, 2018).

Podrijetlom je iz Azije i Sredozemlja, a tek se kasnije pojavljuje u Europi (Gadžo i sur., 2011; Jerković, 2015). Razlikujemo jare forme uljane repice (forma *annua* (Schübl. et Mart.) Thell) i ozime forme uljane repice (forma *biennis* (Schübl. et Mart.) Thell). Ozima forma uspijeva na području Europe, a jara se uzgaja u predjelima s oštrim zimama - Sjeverna Amerika, Kanada, Sjeverna Kina (Jerković, 2015). Jaru repicu moguće je uzgajati i u hladnijim područjima sjeverne Europe (Berry i Spink, 2006; Rubil, 2015).

2.1.1. Proizvodnja uljane repice u svijetu

Uljana repica se u svijetu najviše uzgaja u Aziji i Europi. Nakon Europe slijedi Južna i Sjeverna Amerika, a Oceanija i Afrika zauzimaju najmanji postotak proizvodnje (grafikon 2.1.1.1.).



Grafikon 2.1.1.1. Proizvodnja [%] uljane repice u svijetu

Izvor: FAOSTAT, 2016

Kanada i Kina su zemlje sa najvećom proizvodnjom uljane repice u svijetu. Kinu prati Indija te ostali proizvođači koji su prikazani u grafikonu 2.1.1.2.



Grafikon 2.1.1.2. Top deset zemalja u proizvodnji uljane repice u svijetu prema podacima iz 2016. godine

Izvor: FAOSTAT, 2016

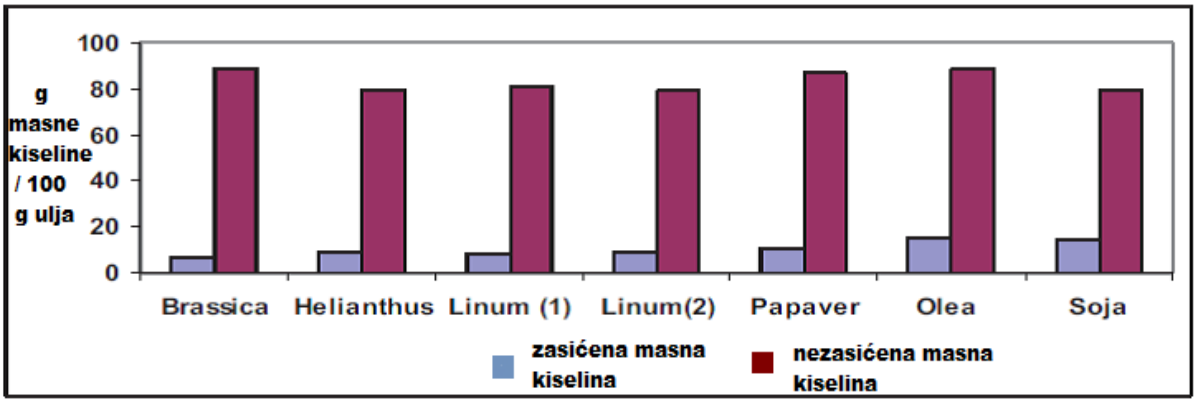
Uljana repica je jedan od najvažnijih usjeva u zemljama sjeverne i središnje Europe (Veromann i sur., 2009). Francuska, Njemačka, Poljska i Ujedinjeno Kraljevstvo predstavljaju četiri najvažnije europske zemlje u proizvodnji uljane repice (Zimmer i Nauen, 2011; FAOSTAT, 2016). Prema podacima iz 2016. godine, nakon UK-a slijedi Republika Češka sa uzgojem uljane repice na 392 991 ha i prinosom od 3,45 t/ha (FAOSTAT, 2016). Proizvodnja uljane repice u Republici Hrvatskoj raširena je na 36 778 ha sa prinosom od 3,07 t/ha (FAOSTAT, 2016).

2.1.2. Važnost i korištenje uljane repice

Uljana repica sadrži 40 – 48 % ulja, 18 – 25 % proteina, 6 – 10 % vode, 5 – 8 % celuloze i 3 – 5 % pepela (Gadžo i sur., 2011). Stari su narodi ulje uljane repice upotrebljavali za osvjetljenje i mazivo. Danas uljana repica ima značajnu ulogu u ljudskoj prehrani, ishrani stoke i raznim industrijskim granama. S obzirom na sastav, najvažnija primjena uljane repice je u proizvodnji jestivog ulja, a zbog porasta proizvodnje i potrošnje biogoriva, sve se više koristi u proizvodnji biodizela.

Uljana repica je treća najvažnija kultura za proizvodnju jestivih biljnih ulja u svijetu, nakon soje i palme (USDA, 2014). Najznačajnije kulture za proizvodnju ulja u Europi predstavljaju maslina (*Olea europeaea*, L.), suncokret (*Helianthus anuus*, L.), soja (*Soja*

hispida, Moench.), lan (*Linum usitatissimum*, L.), vrtni mak (*Papaver somniferum*, L.) i uljana repica (*Brassica napus*, L.) (Straková i sur., 2009). S gledišta nutritivne vrijednosti ulja, uz količinu masnih kiselina bitan je i njihov međusobni odnos (grafikon 2.1.2.1.).



Grafikon 2.1.2.1. Omjer zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u uljima uljane repice, suncokreta, lana, maka, masline i soje

Izvor: Straková i sur., 2009

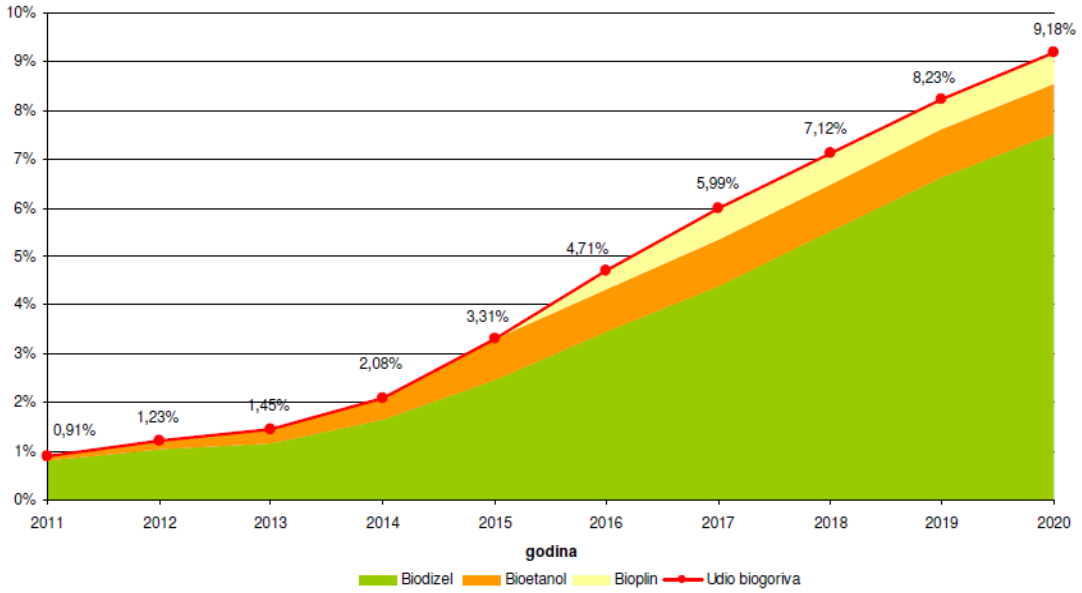
Zasićene masne kiseline izvori su energije, ali velike količine zastupljene u namirnicama i krmivima mogu negativno utjecati na procese probave i na povećanje kolesterola (Grundy, 1997). Nezasićene masne kiseline esencijalne su tvari i za čovjeka i životinje (Goyens i sur., 2006). Prema Straková i sur. (2009), od zasićenih masnih kiselina u ulju uljane repice najzastupljenija je palmitinska kiselina, a od nezasićenih masnih kiselina oleinska, linolna i α-linolenska masna kiselina. S dijetetskog gledišta, najvažnije esencijalne masne kiseline su linolna i α-linolenska masna kiselina. Repičino ulje dobiveno prešanjem i ekstrakcijom iz sjemena ima optimalan odnos linolne i α-linolenske kiseline (2:1), što ga čini najzdravijim uljem za kuhanje. Repičino ulje ne sadrži kolesterol, proteine i ugljikohidrate (FEDIOL, 2014). Osim za proizvodnju jestivog ulja, repičino ulje se u ljudskoj prehrani koristi i za proizvodnju margarina i čvrstih biljnih masti.

Uljana repica pogodna je kao prva pčelinja paša jer cvijet uljane repice sadrži velike količine nektara i šećera (Kevan i sur., 1991). To ju čini važnom medonosnom biljkom jer daje oko 50 kg/ha meda (Pospišil, 2013; Jerković, 2015). Osim što pčele imaju izravnu korist u proizvodnji meda, one imaju i pozitivan utjecaj na proizvodnju kvalitetnog sjemena uljane repice, omogućavaju ujednačenu cvatnju, povećavaju broj komuški po biljci, broj sjemenki po komuški, kao i masu sjemena (Abrol, 1997; Duran i sur., 2010). Med uljane repice je

svijetložut, vrlo brzo se kristalizira i poprima sivkastu boju, a okus mu je poput repičina ulja (Banožić, 1997). Zbog navedenih karakteristika, med uljane repice ne pripada kvalitetnim vrstama meda.

U industriji stočne hrane najviše se koristi sojina, suncokretova i repičina sačma koja zaostaje nakon dobivanja ulja (Straková i sur., 2009). Sačma je bogata bjelančevinama pa je pogodna za ishranu životinja. Uljana repica se u ishrani životinja koristi kao zelena krma u svježem stanju ili kao silaža. Pogodnija je kao zelena krma u svježem stanju jer u fazi cvjetanja sadrži dva puta manje teško probavljive celuloze u odnosu na lucernu (Agropartner, 2007).

Uljana repica ima široku uporabu u neprehrambenoj industriji. Koristi se u tekstilnoj, kožarskoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji te industriji boja i lakova, ali najbitniju ulogu ima u proizvodnji biodizela. Ulje uljane repice je najraširenija sirovina za proizvodnju biodizela u svijetu, a slijede suncokretovo, sojino i palmino ulje te ostali izvori (Voća, 2008). Biodizel je komercijalni naziv za metilni ester, koji se obično naziva metilnim esterom repičinog ulja (Volmarej i sur., 2003). Biodizel ima znatne prednosti u odnosu na dizelsko gorivo. Najvažnija karakteristika ovog ekološkog goriva je pripadnost obnovljivim izvorima energije. Ostale važne karakteristike biodizela su netoksičnost i smanjenje emisija štetnih plinova. Biodizel je biološki razgradivo gorivo koje ne stvara sumporne spojeve koji uzrokuju kisele kiše, a emisija CO_2 u ispušnim plinovima je znatno manja u odnosu na naftna goriva (Jerković, 2015). Jedna od važnijih značajki u eksploataciji je sličnost u karakteristikama rada s konvencionalnim dizelskim gorivom (Stojanović, 2013). Zbog navedenih pozitivnih karakteristika još se naziva i „gorivom budućnosti“ (Jerković, 2015). Prema službenim podacima Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta (2010), potrošnja biogoriva u sektoru prijevoza u Republici Hrvatskoj je prvi puta zabilježena 2007. godine kada je potrošnja biodizela iznosila 0,14 % ukupno potrošene energije u prijevozu, a 2008. godine udio biogoriva pao je na tek 0,05 %. Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta pokrenulo je Nacionalni cilj stavljanja na tržište biogoriva kao minimalni obvezatni cilj stavljanja na tržište biogoriva za potrebe prijevoza u Republici Hrvatskoj, a u grafikonu 2.1.2.2. prikazan je ciljani udio biogoriva u ukupnoj potrošnji energije u prijevozu do 2020. godine (Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta, 2010).



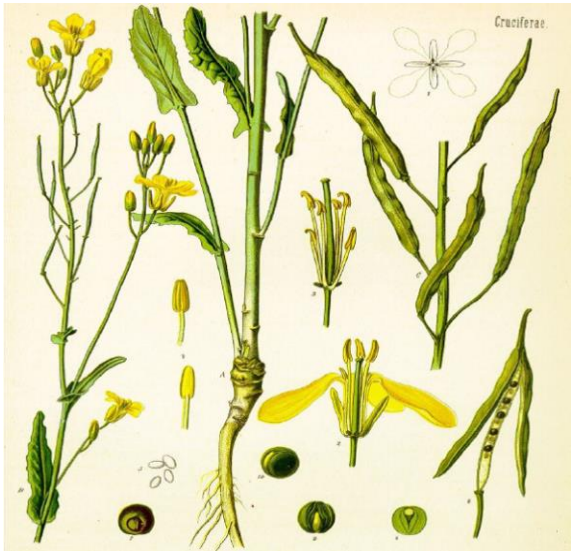
Grafikon 2.1.2.2. Nacionalni cilj stavljanja biogoriva na tržište do 2020. godine s pretpostavljenim udjelima pojedinih vrsta biogoriva [%] u Republici Hrvatskoj

Izvor: Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta, 2010

Prilikom proizvodnje biodizela iz sjemenki uljane repice nastaju nusproizvodi koji se mogu koristiti u određene svrhe. Navedeni nusproizvodi su pogača – dobivena nakon postupka hladnog prešanja sjemenki, glicerol i kalijeva sol – dobiveni nakon esterifikacije sirovog ulja u metilni ester. Masena bilanca proizvodnje biodizela pokazuje da se iz tri tone sjemenki "00" kultivara uljane repice proizvede najmanje jedna tona biodizela i približno 1 800 kilograma pogače, 120 kilograma glicerola te 1,5 kilogram kalijeve soli (Voća, 2008). Pogača je bogata hranjivim tvarima (bjelančevine, ugljikohidrati, ulja) te se koristi kao stočna hrana. Glicerol, proizveden s određenom čistoćom, može se dalje koristiti u kemijskoj industriji, no taj je proces vrlo skup, pa je glicerol najjednostavnije spaljivati u svrhu proizvodnje toplinske energije. Kalijeva sol pronalazi ulogu u bioplinskom postrojenju, gdje se sanacijom iste omogućuje bolja proizvodnja bioplina. Upravo je glavni cilj proizvodnje biodizela korištenje navedenih nusproizvoda u svrhu ostvarivanja veće rentabilnosti i ekonomičnosti ove proizvodnje (Voća i sur., 2007).

2.1.3. Morfološke i biološke karakteristike uljane repice

Morfološke karakteristike određene kulture usko su povezane sa ishranom i razmnožavanjem štetnika. Repičin sjajnik (*Brassicogethes aeneus,* Fabricius 1775) kao jedan od glavnih štetnika uljane repice, pronalazi usjev uljane repice zahvaljujući fiziološkim i morfološkim karakteristikama iste. Fiziološka svojstva podrazumijevaju olfaktorne signale, odnosno specifične kemijske komponente koje biljka otpušta, a morfološka svojstva odnose se na prepoznatljivu žutu boju cvjetova uljane repice (Evans i Allen-Williams, 1998**).** Morfologija uljane repice (slika 2.1.3.1.) karakteristična je morfologiji kultura koje pripadaju porodici Brassicaceae. Korijen uljane repice je vretenast i sastoji se od glavnog i bočnog korijenja. Korijenov sustav uljane repice je osrednje razvijen, no njegov razvoj ponajprije ovisi o agroekološkim uvjetima uzgoja. Korijen uljane repice izlučuje supstance koje usporavaju klijanje nekih korovskih sjemenki (Vrtarić, 2017). Stabljika uljane repice je uska, razgranata, zeljasta te je prekrivena voštanom prevlakom. Može narasti u visinu do 1,8 metara. Donji i srednji listovi imaju peteljku i zaobljeni i izduženi vrh, a gornji listovi nemaju peteljku, uži su i kopljastog su izgleda. Cvijet uljane repice sakupljen je u cvat na vrhu glavne stabljike i bočnih grana. Građen je od četiri lapa, četiri latice, šest prašnika i jednog tučka. Plod uljane repice je komuška u kojoj se nalazi 20 – 40 sjemenki. Sjeme je crne boje, promjera 1,5 – 2,5 milimetara, a masa 1000 sjemenki iznosi 4 – 6 grama.



Slika 2.1.3.1. Morfologija uljane repice

Izvor: Köhler, 1887

Ozima uljana repica je kultura koja za vegetaciju zahtjeva sumu temperatura od 2715 do 2885 °C. U usporedbi s ostalim uljaricama, uljana repica može podnijeti znatno niže temperature do fenofaze cvatnje, ali za vrijeme klijanja i nicanja temperature ne bi smjele biti niže od 10 ˚C. U područjima uzgoja uljane repice u Republici Hrvatskoj, nakon nicanja i u početnim fazama rasta i razvoja, temperature nisu ograničavajući čimbenik, već nedostatak vlage u tlu (Pospišil, 2013; Juran, 2015). Repica zahtjeva visoki postotak vode u fazi intenzivnog porasta (cvatnja, oplodnja i nalijevanje zrna). Suša u vrijeme intenzivnog porasta može uzrokovati velike štete u vidu prinosa. Prevlažno tlo za vrijeme niskih temperatura vrlo je rizično za rast i razvoj uljane repice jer može doći do izmrzavanja (Vrtarić, 2017). Uljana repica biljka je dugog dana i ima velike zahtjeve za svjetlošću, ali se može uzgajati u uvjetima različitog trajanja intenziteta osvjetljenja (Pospišil, 2013).

2.1.4. Tehnologija proizvodnje uljane repice

Uljana repica je kultura koju je najpoželjnije uzgajati na humusnim, ilovasto-glinastim tlima bogatim kalcijem, iako se uz pravilnu agrotehniku može uzgajati na velikom broju tipova tala, kao što su černozem, livadsko aluvijalno i aluvijalno tlo (Pospišil, 2013; Juran, 2015).

Plodored

Uljana repica zahtjeva obavezan uzgoj u plodoredu. Najoptimalnije razdoblje unutar kojeg uljana repica ne bi smjela doći na istu površinu je pet godina, ali se to razdoblje uglavnom skraćuje radi ekonomskih razloga. Rezultat toga je snažniji napad štetočinja. Budući da se uljana repica sije vrlo rano, najbolji predusjevi su strne žitarice (ječam) i ozimi krmni usjevi, kao što je grašak (Pinova, 2014). Kako bi se optimizirao prinos sjemena i proteina u sjemenu, kao predusjev je najbolje koristiti grašak jer on ostavlja visoke doze mineralnog dušika u tlu (Rathke i sur., 2005; Juran, 2015). U uskom plodoredu je nužno izbjegavati uzgoj suncokreta, soje, djeteline i kultura iz iste porodice (Bearman, 1981). Uljana repica je dobar predusjev strnim žitaricama jer vrlo rano napušta tlo i ostavlja dovoljno vremena za obradu tla. U tablici 2.1.4.1. prikazani su primjeri plodoreda u uzgoju uljane repice.

Tablica 2.1.4.1. Primjeri plodoreda u uzgoju uljane repice

1. primjer	2. primjer	3. primjer
Uljana repica	Ozimi ječam	Ozima pšenica
Ozima pšenica	Uljana repica	Uljana repica
Kukuruz	Krumpir	Kukuruz
Krumpir	Kukuruz	Krumpir
Ozimi ječam	Ozima pšenica	Ozimi ječam
Uljana repica	Uljana repica	Uljana repica

Izvor: Pinova, 2014

Obrada tla

Uljana repica zahtjeva fino pripremljen, dobro obrađen i slegnut oranični sloj tla jer tako pripremljen sloj tla najbolje odgovara sjemenu uljane repice koje je vrlo sitno, pa se sije plitko. Ukoliko je tlo grubo pripremljeno, dio sjemena će ostati na površini, a dio otići dublje u bolje pripremljene dijelove tla, što će rezultirati izostajanjem klijanja i nicanja te prorjeđenjem sklopa usjeva (Bašić i Herceg, 2010; Jerković, 2015). Obrada tla za uljanu repicu se najčešće provodi na konvencionalni ili konzervacijski način.

Konvencionalna obrada tla obuhvaća:

1. Prašenje strništa nakon žetve žitarica, ako je kao pretkultura uljanoj repici bila strna žitarica,
2. Oranje na 25 – 30 cm dubine najkasnije tri tjedna prije sjetve, čime se postiže suzbijanje korova i zaoravanje biljnih ostataka,
3. Kvalitetnu predsjetvenu pripremu tla, koju je moguće obaviti nekim od kombiniranih oruđa - rotodrljača, rovilica i sijačica (Pospišil, 2004).

Konzervacijska obrada tla podrazumijeva usitnjavanje tla bez okretanja, što je često povezano sa sjetvom uljane repice. Da bi smanjili opasnost od pada prinosa, ovakav način reducirane obrade tla treba primjenjivati samo na vrlo plodnim tlima, u povoljnim ekološkim uvjetima, pri intenzivnom korištenju mineralnih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. Time je moguće smanjiti troškove proizvodnje, povećati brzinu rada i uštediti energiju (Bonari i sur., 1995; Juran, 2015), no da bi se to postiglo potrebna je viša razina znanja o odnosu obrada – tlo – biljka (Pospišil, 2004). Reducirana obrada tla ne utječe na povećanje prinosa uljane repice u odnosu na konvencionalnu obradu (Bonari i sur., 1995).

Način obrade tla utječe na brojnost prirodnih neprijatelja štetnika uljane repice. U organskim sustavima gdje se ne primjenjuje oranje i gdje se koristi izravna sjetva, zabilježen je značajno veći broj parazitoida, jer svako okretanje zemlje reducira broj prirodnih neprijatelja (Nitzsche i Ulber, 1998; Büchs i Katzur, 2004; Juran, 2015).

Gnojidba

Optimalna gnojidba uljane repice osnovni je preduvjet za njen pravilan rast i razvoj, odnosno za postizanje visokih prinosa. Uljana repica je kultura koja ima velike potrebe za svim makrohranivima, a osobito za dušikom, kalijem, sumporom i magnezijem. Kod uljane repice postoje izraziti nerazmjeri između količina pojedinih hraniva koje biljka treba za visoke prinose (> 3,5 t/ha) i količina hraniva koje istim prinosom iznosi iz tla (tablica 2.1.4.2.).

Tablica 2.1.4.2. Potrebe uljane repice za makrohranivima (kg/ha) za prinos od 3,5 t/ha

Hranivo	Iznošenje iz tla	Vraćanje tlu	Ukupne potrebe
N	110	134	**244**
K	29	261	**290**
S	29	57	**86**
Mg	8	44	**52**
P	20	18	**38**

Izvor: Pospišil, 2008

Gnojidba ima za cilj nadoknaditi razliku između količine hraniva koje biljci osigurava tlo u određenim uvjetima i potrebe biljke za hranivima. Za primjenu gospodarski opravdane gnojidbe uljane repice potrebno je poznavati dinamiku akumulacije suhe tvari, dinamiku apsorpcije hraniva tijekom vegetacije te efekte pojedinih hraniva na kvalitetu i kvantitetu prinosa uljane repice (Pospišil, 2008). Analiza tla i dinamika apsorpcije hraniva predstavljaju osnovni preduvjet za određivanje kada i u kojim količinama primijeniti određeno hranivo. Provedbom analize tla (Al-metoda, EUF metoda, N_{min}-metoda) na području Republike Hrvatske, utvrđene su potrebe uljane repice za čistim hranivima u odnosu na očekivani prinos (tablica 2.1.4.3.).

Tablica 2.1.4.3. Potrebna količina hraniva za uljanu repicu (kg/ha)

Očekivani prinos (t/ha)	N	K2O	S	MgO	P2O5
3,0 – 3,5	120 – 140	180 – 210	50 – 60	30 – 35	80 – 90
3,5 – 4,0	140 – 160	210 – 240	60 – 70	35 – 40	90 – 105
4,0 – 5,0	160 – 180	240 – 270	70 – 80	40 – 45	105 – 120

Izvor: Pospišil, 2008

Mineralna gnojiva P i K potrebno je primijeniti prije sjetve, jednu polovinu prije osnovne obrade, a drugu polovinu u predsjetvenoj pripremi tla. Jednu trećinu N potrebno je primijeniti predsjetveno, a ostale dvije trećine u početku proljetnog porasta uljane repice (Pospišil, 2008). U proljeće se provodi dvokratna prihrana uljane repice dušikom, neposredno prije kretanja vegetacije i u početku porasta stabljike. Rossato i sur., (2001) navode da biljke uljane repice najveće količine dušika usvajaju od faze izduživanja stabljike do cvatnje. U vrijeme suzbijanja repičinog sjajnika može se, u kombinaciji s insekticidom, koristiti 10 %-tna otopina uree ili UAN-a (Gašpar, 2008; Juran, 2015). Sumporna gnojiva treba primijeniti u rano proljeće, najkasnije do fenofaze žutog pupa (BBCH 59), tijekom prve ili druge prihrane. Uljana repica je osjetljiva na nedostatak sumpora, što utječe na smanjenje prinosa sjemena i sadržaja ulja u sjemenu (Juran, 2015).

Sjetva

Jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera u uzgoju uljane repice je vrijeme sjetve i izbor hibrida ili sorte. Za sjetvu uljane repice sve se više koriste hibridi jer postižu 5 – 10 % veći prinos u odnosu na sorte (Pospišil, 2013). Kvalitetna sjetva obavljena u pravo vrijeme jedan je od osnovnih preduvjeta za uspješnu i stabilnu proizvodnju uljane repice (Pospišil, 2014). Prema istraživanju Pospišil i sur. (2008), provedenog u uvjetima sjeverozapadne Hrvatske, od ukupno 19 istraživanih hibrida i sorata uljane repice koje se nalaze na hrvatskom tržištu, signifikantno najveći prinos sjemena i ulja ostvarili su hibridi Elvis, PR46W09 i PR46W10, dok su najveći udio ulja u sjemenu imale sorte Oase, Remy i Courage. Tijekom četverogodišnjeg (1995. – 1999.) istraživanja hibrida uljane repice u Republici Češkoj, najveći i najkvalitetniji prinos sjemena, kao i najveći udio ulja u sjemenu ostvario je hibrid Pronto (Baranyk i Zukalova, 2000). Za pravilan izbor hibrida ili sorata, nužno je dobro

poznavati njihova biološka i proizvodna svojstva, tlo i klimu određenog područja te reakciju hibrida ili sorte na agroekološke uvjete (Pospišil i sur., 2008).

Sjetva uljane repice provodi se u razdoblju od kraja kolovoza do početka rujna (25. kolovoza – 05. rujna). Sjetva uljane repice nakon optimalnog roka dovodi do sigurnog sniženja prinosa. Ranija sjetva uljane repice nosi određene rizike, kao što je povećana osjetljivost biljaka na napad štetnika u proljeće (Williams i sur., 1991), no negativnije posljedice ima prekasni rok sjetve jer biljke ulaze u zimu nedovoljno razvijene i kao takve lakše izmrznu, što se očitava u sniženju prinosa. Srednje rane sorte uljane repice potrebno je sijati u ranijim rokovima, a hibridi se zbog snažnijeg jesenskog porasta mogu sijati pri kraju optimalnih rokova sjetve (Pospišil i sur., 2009; Juran, 2015).

Optimalan sklop biljaka za hibride koji se koriste u proizvodnji je 35 – 45 biljaka/m², a za linijske sorte 50 – 70 biljaka/m² u žetvi. Za sjetvu jednog hektara potrebno je 500 000 klijavih sjemenki za hibride te 600 000 do 700 000 klijavih sjemenki za linijske sorte (Pospišil, 2014).

Uljana repica se sije u vlažni površinski sloj tla, na dubinu od 1,5 do 2,5 centimetara te na međuredni razmak od 12,5 ili 25 centimetara. Međuredni razmak značajno utječe na prinos, odnosno s povećanjem međurednog razmaka prinos sjemena se smanjuje (Clarke i sur., 1978).

Žetva

Prilikom žetve uljane repice, točnije prilikom prolaska kombajna kroz usjev, treba biti vrlo oprezan. Razlog tome je što je dozrijevanje komuški neravnomjerno – na dnu se nalaze poluzrele komuške, a na vrhu zrele komuške koje vrlo lako pucaju i osipaju se pa gubici zrna mogu iznositi i do 12 % (Juras, 2008). Uljana repica na području Republike Hrvatske dozrijeva krajem lipnja i početkom srpnja, a žetvu je najbolje obaviti kada je 80 % komuški u usjevu zrelo ili kada je više od 50 % stabljika poprimilo žuto-smeđu boju. Prinosi uljane repice kreću se od 2 do 3 t/ha, ali uz potpunu agrotehniku i pogodne agroekološke uvjete prinosi mogu biti veći i od 4 t/ha (Jerković, 2015).

2.2. ŠTETNICI ULJANE REPICE

2.2.1. Jesenski i proljetni štetnici uljane repice

Uljanu repicu napada veliki broj štetnika koji mogu biti jesenski ili proljetni s obzirom na vrijeme njihove pojave na usjevu. Štetnici koji se pojavljuju na usjevima uljane repice u zemljama Europe su:

1. Crvenoglavi repičin buhač (*Psylliodes chrysocephala* Linnaeus, 1758)
2. Repičina osa listarica (*Athalia rosae* Linnaeus, 1758)
3. Kupusna lisna uš (*Brevicorynae brassicae* Linnaeus, 1758)
4. Pipa terminalnog pupa (*Ceutorrhynchus picitarsis* Gyllenhal, 1837)
5. Mala proljetna repičina pipa (*Ceutorhynchus pallydactylus* Marsham, 1802) i velika proljetna repičina pipa (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837)
6. Repičina pipa komušarica (*Ceutorrhynchus obstrictus* Marsham, 1802)
7. Repičina mušica komušarica (*Dassineura brassicae* Winnertz, 1853)
8. Kupusni moljac (*Plutella xylostella* Linnaeus, 1758)
9. Repičin sjajnik (*Brassicogethes* spp.)

2.2.2. Repičin sjajnik (*Brassicogethes* spp.) – najvažniji štetnik uljane repice

Sistematska pripadnost i rasprostranjenost

Red: Coleoptera
Porodica: Nitidulidae
Potporodica: Meligethinae
Rod: *Brassicogethes* (sin. *Meligethes*)
Vrste: *Brassicogethes aeneus* Fabricius, 1775, *Brassicogethes viridescens* Fabricius, 1787, *Fabogethes nigrescens* Stephens, 1830, *Brassicogethes coracinus* Sturm, 1845, *Clypeogethes lepidii* Miller, 1851 i dr.

U literaturi se repičin sjajnik navodi kao rod (spp.) i prati kao kompleks štetnika jer u zemljama Europe, pa tako i u Republici Hrvatskoj i Republici Češkoj, razlikujemo više vrsta repičinih sjajnika (Gotlin Čuljak i Juran, 2014; Rubil, 2015).

Brassicogethes aeneus, Fabricius 1775 najčešće je pisana vrsta u literaturi jer je najdominantnija od svih vrsta repičinih sjajnika. Repičin sjajnik jedan je od najvažnijih štetnika ozime uljane repice u zemljama Europe (slika 2.2.2.1.).



Slika 2.2.2.1. Rasprostranjenost repičinih sjajnika u svijetu

Izvor: IRAC, 2017; Gotlin Čuljak i sur., 2017

Morfologija, biologija i ekologija

Rod *Brassicogethes* predstavljaju kornjaši spljoštenog ovalnog tijela dužine 2 – 2,5 centimetara. Odrasli oblici roda *Brassicogethes* karakteristični su zbog metalnog odsjaja na tijelu, čija je boja tamnozelena, tamnoplava ili tamnosmeđa (slika 2.2.2.2. c), ovisno o vrsti. Boja nogu i ticala uglavnom je smeđa ili žuta (Audisio i sur., 2001; Rubil, 2015). Ličinke su oligopodne, tamne glave i žuto-bijele boje tijela, veličine do četiri milimetara (slika 2.2.2.2. b). Jaja su bijela, izdužena i ovalna te manja od jednog milimetra (slika 2.2.2.2. a).

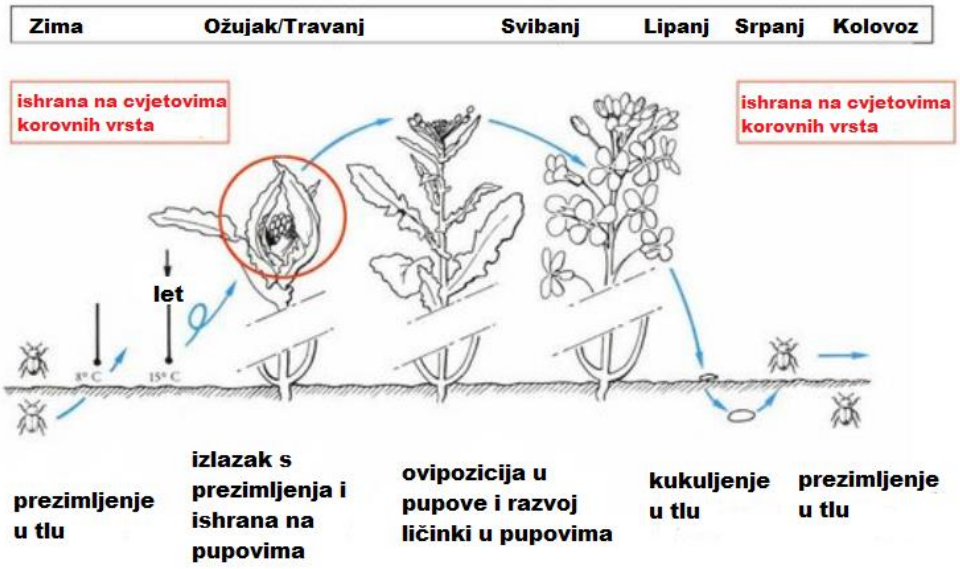


Slika 2.2.2.2. Razvojni stadiji repičina sjajnika; jaje (a), ličinka (b) i odrasli oblik (c)

Izvor: Rubil, 2015 (a); Pflanzenkrankheiten, 2014 (b,c)

Odrasli oblici prezimljuju uz rubove polja ili puteva na dubini tla od 2 – 5 centimetara (Fritzsche, 1957), a s prezimljenja izlaze u rano proljeće te se na poljima mogu naći od travnja nadalje. Dominantna vrsta *Brassicogethes aeneus*, Fabricius 1775 pojavljuje se ranije i u znatno većem broju od ostalih vrsta repičina sjajnika (Audisio i sur., 2001). Da bi odrasli oblici izašli s prezimljenja, potrebna je temperatura tla iznad 8 ˚C, a temperatura zraka iznad 12 ˚C (Maceljski, 2002). Odrasli oblici u početku vrše ishranu na cvjetovima korovnih vrsta. Takva ishrana vrlo je značajna za ženke repičina sjajnika, koje s mjesta prezimljenja izlaze s nerazvijenim ovarijima, dok su u isto vrijeme mužjaci spolno zreli. Kada temperatura dosegne oko 15 ˚C, odrasli oblici pronalaze polja uljane repice i započinju ishranu na pupovima uljane repice pričinjavajući značajne štete u vidu smanjenja prinosa. Izgrizaju i buše pupove te ženke u njih odlažu jaja. Najpovoljniji pupovi za ovipoziciju ženki su oni duljine 2 – 3 milimetara, BBCH 51 – 61 (Fritzsche, 1957), pa su takvi pupovi najoštećeniji i nisu u mogućnosti procvasti. Prema Fritzsche (1957), broj odloženih jaja ovisi o temperaturi, vlagi i ishrani ženki. Nilsson (1988) je potvrdio da ženke, prilikom povoljnih vremenskih uvjeta, odlože 200 – 300 jaja tijekom života. Pri temperaturi od 20 do 22 ˚C i relativnoj vlagi zraka većoj od 95 %, ličinke izlaze iz jaja četiri dana nakon ovipozicije (Fritzsche, 1957). Nakon izlaska iz jaja, ličinke se hrane peludom uljane repice u razdoblju od tri do četiri tjedna, prolazeći kroz dva ličinačka stadija, a zatim se kukulje u tlu. Ličinke ne pričinjavaju značajne štete. Odrasli oblici koji izlaze iz kukuljica javljaju se u kasno ljeto i u to vrijeme hrane se cvjetovima raznih biljaka, ali tada su štete od repičina sjajnika zanemarive. U kolovozu odrasli oblik odlazi na prezimljenje (Maceljski, 2002). Potpuni razvojni ciklus repičina sjajnika od jaja do odraslog oblika traje 40 – 50 dana, ovisno o temperaturi (Nilsson, 1988).

Repičin sjajnik ima jednu generaciju godišnje. Razvojni ciklus repičina sjajnika ukratko je prikazan na slici 2.2.2.3.

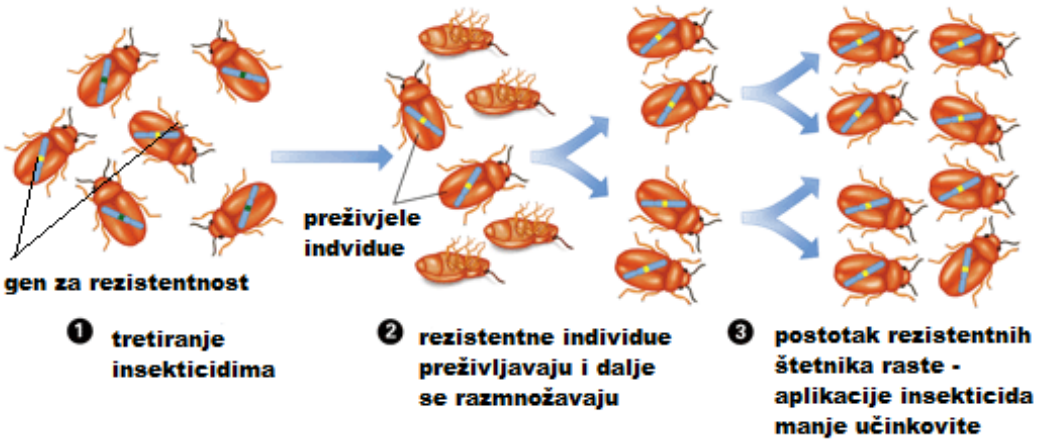


Slika 2.2.2.3. Razvojni ciklus repičina sjajnika

Izvor: EPPO, 2007

2.3. UZROCI I MEHANIZMI NASTANKA REZISTENTNOSTI KOD ŠTETNIKA

Pojava rezistentnosti kod štetnika ozbiljan je problem na svjetskoj razini. Rezistentnost se javlja kada se pri rodnim mutacijama u malim razmjerima unutar određene populacije zabilježi umanjeno djelovanje insekticida. Ako se takvo svojstvo očuva kontinuiranom primjenom insekticida, rezistentnost će se prenijeti na potomstvo sa svim genetskim promjenama i samim time povećat će se brojnost rezistentnih jedinki u populaciji (slika 2.2.3.1.). Insekticid koji je pokazivao učinkovitost, nakon nekoliko godina uzastopne primjene kroz veći broj generacija štetnika, potpuno izgubi djelovanje (Maceljski, 1967). Takvu rezistentnost nazivamo i stečena rezistentnost te se ona ne smije zamijeniti sa prirođenom rezistentnošću pojedinih vrsta, rodova ili porodica štetnika na insekticide.



Slika 2.2.3.1. Razvoj rezistentnih populacija štetnika

Izvor: Pest and pollinators, 2018

Postoji veliki broj čimbenika koji utječu na brzinu razvoja rezistentnosti, a kratko ih možemo podijeliti na čimbenike ovisne o insekticidu, kukcu, čovjeku i tretiranoj biljci (slika 2.2.3.2.).



Slika 2.2.3.2. Shematski prikaz čimbenika koji utječu na brzinu razvoja rezistentnosti

Izvor: Bažok i Lemić, 2017

Kada je riječ o insekticidu, najvažniji čimbenik koji uzrokuje nastanak rezistentnosti kod štetnika je mehanizam djelovanja insekticida. Na područjima gdje su populacije štetnika potencijalno izložene insekticidima s istim mehanizmom djelovanja postoji visoka opasnost od nastanka rezistentnosti. Repičin sjajnik je štetnik koji se godinama intenzivno suzbija insekticidima iz skupine piretroida. Primarni mehanizam nastanka rezistentnosti repičinih sjajnika na piretroide podrazumijeva promjenu metabolizma (IRAC, 2017). Glavni enzimski sustavi uključeni u metabolizam piretroida su citokrom P450 monooksidaze (CYP450), a provedbom istraživanja utvrđena je značajna razlika u razini CYP450 između osjetljivih i rezistentnih populacija repičinih sjajnika (Milovanović i sur., 2013). Drugi važan čimbenik koji uzrokuje nastanak rezistentnosti je učinkovitost insekticida, koja određuje razinu selekcijskog pritiska na populaciju tretiranih štetnika. Ako je učinkovitost veća, veći je i selekcijski pritisak. U tom slučaju, u tretiranoj populaciji ostaje manje jedinki koje su nosioci gena za osjetljivost na insekticid, što uzrokuje brži razvoj rezistentnosti. Treći važan čimbenik je način prodora insketicida u tijelo kukca (želučano ili kontaktno). Insekticidi koji u tijelo kukca prodiru na više načina postižu bolju učinkovitost, pa se tada rezistentnost brže javlja (Bažok i Lemić, 2017).

Pojedine vrste kukaca različito su sklone razvoju rezistentnosti. Kod kukaca koji razvijaju više generacija godišnje, genetski se materijal izmjenjuje više puta i broj tretiranja je veći te je u konačnici veća mogućnost da se razvije rezistentnost. Isto se odnosi i na broj potomaka po generaciji. Veća pokretljivost kukaca pridonosi razmjeni gena s tretiranih i netretiranih područja čime se razvoj rezistentnosti usporava. Različita osjetljivost razvojnih stadija kukaca podrazumijeva da će se rezistentnost javiti brže ako se suzbija razvojni stadij koji je manje osjetljiv (Bažok i Lemić, 2017).

Čimbenici ovisni o čovjeku i tretiranoj biljci su od velike važnosti jer je na njih moguće utjecati s ciljem usporavanja razvoja rezistentnosti. Jedan od osnovnih čimbenika je veličina tretiranog područja. Što je tretirano područje veće, a pokretljivost kukaca manja, dolazak osjetljivih jedinki s netretiranih područja je teži pa se rezistentnost brže razvija. Dobra gospodarska praksa utječe na smanjenje populacija štetnika i povećanje prirodnih neprijatelja, a time i na smanjenu primjenu insekticida te u konačnici usporavanje razvoja rezistentnosti. Pri odabiru insekticida valja biti vrlo oprezan. Nužno je nastojati da se isti štetnik ne suzbija uzastopnim tretiranjem insekticidima istog mehanizma djelovanja te da se tretiranje obavlja u preporučenim dozama, odnosno da se doze insekticida ne povećavaju jer

to neće povećati učinak insekticida. Naprotiv, povećana doza povećava selekcijski pritisak insekticida što u konačnici može dovesti do ubrzanog razvoja rezistentnosti (Bažok i Lemić, 2017).

Maceljski (1967) razlikuje tri osnovna tipa rezistentnosti, a IRAC (2017) navodi četiri mehanizma rezistentnosti kod kukaca:

a) *fiziološki uvjetovana rezistentnost* – sposobnost organizma da putem biokemijskih reakcija umanji djelovanje insekticida;

b) *morfološki uvjetovana rezistentnost* – svojstvo kukca da spriječi prodor insekticida u tijelo;

c) *psihofizički uvjetovana rezistentnost* – promijenjeno ponašanje kukca koje dovodi do smanjenog kontakta s insekticidom;

d) *odredišno-položajna uvjetovana rezistentnost* - svojstvo kukca da spriječi djelovanje insekticida na mjestu njegova specifičnoga djelovanja.

Ostali tipovi rezistentnosti su:

a) *cross-rezistentnost* – kukci otporni na jedan insekticid pokazuju otpornost i na druge insekticide istog mehanizma djelovanja;

b) *višestruka rezistentnost* – posljedica genetskih mutacija kojima su kukci stekli rezistentnost na više insekticida različitih mehanizama djelovanja.

Rezistentnost repičina sjajnika na piretroide u Europi

Rezistentnost repičinih sjajnika na piretroide prvi je put utvrđena 1999. godine u sjeveroistočnoj Francuskoj, u regiji Champagne (Ballanger i sur., 2007; Seidenglanz i sur., 2015; Gotlin Čuljak i sur., 2017). Na temelju te spoznaje, počeo je monitoring rezistentnosti i u ostalim zemljama Europe. Rezistentne populacije repičinih sjajnika utvrđene su 2000. godine u Švicarskoj i Švedskoj, 2002. godine u Njemačkoj, 2003. godine u Finskoj, 2004. godine u Poljskoj te 2007. godine u Luksemburgu. Prvi slučajevi rezistentnosti u Danskoj spomenuti su 2000. i 2001. godine, a službeno su potvrđeni 2003. godine (Seidenglanz i sur., 2015). Prvi slučajevi rezistentnosti u Republici Češkoj zabilježeni su 2007. godine (Kocourek i sur., 2007; Seidenglanz i sur., 2015). U Republici Hrvatskoj rezistentnost repičinih sjajnika na piretroide zabilježena je iste godine kao i u Republici Češkoj, i to na području Županje, Kutine i Komarnice (Gotlin Čuljak i sur., 2013; Gotlin Čuljak i sur., 2017). Rezistentnost

populacija repičinih sjajnika na piretroide smatra se ozbiljnim europskim problemom od 2006. godine, kad je na 2/3 polja zasijanih uljanom repicom zabilježena neučinkovitost primijenjenih piretroida u suzbijanju repičina sjajnika (Gotlin Čuljak i sur., 2017). U Republici Češkoj problem rezistentnosti postaje znatno veći 2011. godine, kada su rezistentne populacije repičinih sjajnika utvrđene u svim dijelovima zemlje, a ne samo u sjevernom dijelu kao što je to bilo prethodnih godina (Seidenglanz i sur., 2012; Seidenglanz i sur., 2015). Postotak visoko rezistentnih populacija repičinih sjajnika je od 2005. do 2015. godine porastao sa 7 % na 92 % u zemljama Europe (Brandes i Heimbach, 2016). Rezistentnost populacija repičina sjajnika na piretroide nije utvrđena u Estoniji (Veromann i Toome, 2011) i Republici Srbiji (Milovanović i sur., 2013).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I SAKUPLJANJA POPULACIJA

Repičini sjajnici su 2017. godine sakupljeni sa 52 lokaliteta u Republici Češkoj. Odrasli oblici su kečerom prikupljeni sa različitih točaka na poljima uljane repice. Lokaliteti i njihove GPS koordinate, kao i datumi sakupljanja prikazani su u tablici 3.1.1.

Tablica 3.1.1. Lokaliteti, GPS koordinate i datumi sakupljanja repičinih sjajnika

Lokalitet	GPS koordinate	Datum sakupljanja
1. Třemešek	N 49°57.16255', E 16°59.73660'	10.4.2017.
2. Trutnov	N 50°34.35773', E 15°53.15050'	16.5.2017.
3. Nekoř-Bredůvka	N 50°3.94727', E 16°32.02015'	23.5.2017.
4. Helvíkovice	N 50°5.69217', E 16°25.81975'	23.5.2017.
5. Brteč u Vysokého Mýta	N 49°55.28612', E 16°7.24593'	23.5.2017.
6. Moravská Třebová	N 49°45.42207', E 16°37.11650'	23.5.2017.
7. Zbudov u Klášterce nad Orlicí	N 50°6.46843', E 16°32.59288'	26.5.2017.
8. Rapotín Jirsák	N 49°58.03967', E 17°0.49233'	29.5.2017.
9. Trutnov II	N 50°33.97832', E 15°53.48008'	13.6.2017.
10. Slavoňov	N 49°49.58822', E 16°53.39800'	21.6.2017.
11. Postřelmov	N 49°53.86405', E 16°53.99538'	21.6.2017.
12. Annov Krásné	N 49°58.12032', E 17°2.17333'	21.6.2017.
13. Kujavy	N 49°42.13077', E 17°57.74487'	22.6.2017.
14. Rokytnice u Přerova	N 49°28.11543', E 17°22.37830'	23.5.2017.
15. Velká Bystřice - Olomouc	N 49°35.03668', E 17°21.26073'	23.5.2017.
16. Vyškov	N 49°17.77185', E 16°59.69368'	23.5.2017.
17. Vidnava	N 50°22.11188', E 17°10.17575'	26.5.2017.
18. Domažlice	N 49°25.70162', E 12°55.88837'	16.5.2017.
19. Hejlov u Tábora	N 49°26.44542', E 14°38.24437'	16.5.2017.
20. Katovice u Strakonic	N 49°16.62582', E 13°49.20557'	16.5.2017.
21. Tisová u Bohutína	N 49°39.17093', E 13°57.46353'	10.7.2017.
22. Troubsko	N 49°10.28267', E 16°29.80352'	4.4.2017.
23. Ořechov	N 49°6.01277', E 16°31.06785'	10.4.2017.
24. Dolní Dunajovice	N 48°51.69898', E 16°34.60108'	10.4.2017.

Lokalitet	GPS koordinate	Datum sakupljanja
25. Valtice	N 48°45.14505', E 16°44.92555'	10.4.2017.
26. Horní Dunajovice	N 48°57.24598', E 16°9.79502'	11.4.2017.
27. Ivančice	N 49°7.08727', E 16°22.33272'	11.4.2017.
28. Hodonín	N 48°50', E 17°07'	29.5.2017.
29. Žabčice	N 49°0.39740', E 16°34.17377'	14.6.2017.
30. Kožušice	N 49°8.83393', E 17°10.29737'	13.6.2017.
31. Bukovina	N 49°18.04158', E 16°46.29943'	24.5.2017.
32. Zubří-Březovec	N 49°28.16835', E 18°5.05028'	21.5.2017.
33. Popovice u Rajhardu	N 49°5.98945', E 16°36.52993'	10.4.2017.
34. Příbor	N 49°37.84065', E 18°9.60853'	15.5.2017.
35. Zubří	N 49°28.01982', E 18°6.04938'	15.5.2017.
36. Nový Jičín	N 49°34.67878', E 17°59.40622'	15.5.2017.
37. Sosnová	N 50°0.16007', E 17°39.98858'	25.5.2017.
38. Trnávka	N 49°41.16083', E 18°11.17195'	23.5.2017.
39. Kyjovice	N 49°50.11538', E 18°2.13925'	23.5.2017.
40. Opava-Kylešovice	N 49°54.57627', E 17°55.93715'	18.5.2017.
41. Hořejší Kunčice	N 49°53.27087', E 17°38.39325'	19.5.2017.
42. Žehuň	N 50°8.16953', E 15°17.99212'	26.4.2017.
43. Sezemice	N 50°3.99573', E 15°52.24260'	27.4.2017.
44. Best - Chlumec nad Cidlinou	N 50°7.72035', E 15°28.36585'	27.4.2017.
45. Ruzyně	N 50°5.26665', E 14°17.98750'	3.5.2017.
46. Lety	N 49°30.67197', E 14°6.70708'	3.5.2017.
47. Pašice	N 49°3.44083', E 14°19.74128'	3.5.2017.
48. Karlštejn	N 49°55.26943', E 14°9.77402'	10.5.2017.
49. Doksany	N 50°25.87467', E 14°11.19702'	11.5.2017.
50. Doksy	N 50°35.19388', E 14°36.94868'	15.5.2017.
51. Petrašovice	N 50°40.57300', E 15°3.83508'	19.5.2017.
52. Přímětice	N 48°53.74465', E 16°1.88897'	11.4.2017.

Nakon prikupljanja odraslih oblika sa gore navedenih lokaliteta, repičini sjajnici su aspiratorom preneseni iz mreža u posude (slika 3.1.1.) i transportirani u laboratorij istraživačkog instituta „Agritec“ u Šumperku te na Zavod za entomologiju Agronomskog fakulteta na Mendel Sveučilištu u Brnu.



Slika 3.1.1. Prikupljanje odraslih oblika repičinih sjajnika aspiratorom za transport u laboratorij

3.2. VARIJANTE U POKUSIMA

Nakon 24 sata od prikupljanja i transporta repičinih sjajnika u laboratorij, provedena su testiranja odraslih oblika na različite grupe insekticida. U pokusima su korištene čiste djelatne tvari iz skupine piretroida (3A), organofosfornih insekticida (1B) i oksadiazina - indoksakarb (22A) te jedini pripravak iz skupine neonikotinoida (4A). Sa pojedinih lokaliteta sakupljen je nedovoljan broj odraslih oblika te se u tom slučaju testiranje nije moglo provesti na sve djelatne tvari. U pokusima su korištene staklene bočice, prema čijim dimenzijama je pripremljena doza pojedine djelatne tvari. U tablici 3.2.1. prikazane su djelatne tvari, pripravci, doze (μg / cm^2 staklene bočice) i % preporučene doze djelatnih tvari u pokusima.

Tablica 3.2.1. Djelatne tvari, pripravci, doza i % preporučene doze djelatnih tvari u pokusima

Djelatna tvar	Pripravak	Doza po bočici [µg/cm²]	% preporučene doze
Lambda-cihalotrin	Čista aktivna tvar	0,075 0,015	100 20
Tau-fluvalinat	Čista aktivna tvar	0,48 0,096	100 20
Tiakloprid	Biscaya 240 OD	0,72 0,144	100 20
Klorpirifos-etil	Čista aktivna tvar	3,07* 0,96 0,3 0,094	164* 50 16 5
Indoksakarb	Čista aktivna tvar	0,255 0,0905 0,0638	100 35 25

* preporučena doza u Republici Češkoj;
preporučena doza u Europi: 187,5 g djelatne tvari / ha

Piretroidi

Sintetski piretroidi su analozi i derivati prirodnog insekticida piretrina sintetizirani 1950. godine (Šarkanj i sur., 2010). Slične su strukture i djelovanja kao piretrin, a na tržištu su se pojavili 1970-ih godina. Uvođenje sintetskih piretroida u uporabu značilo je novu eru ekološki prihvatljivijih, učinkovitijih i selektivnijih insekticida od onih ranije dostupnih na tržištu, kao primjerice kloriranih ugljikovodika (Juran i sur., 2012). Piretroidi su perzistentniji od prirodnog piretrina pa u zaštiti bilja uspješno zamjenjuju klorirane insekticide, karbamate i organofosforne insekticide. Piretroidi imaju vrlo povoljan koeficijent toksičnosti te se koriste u niskim dozama što povoljno djeluje na okoliš. Rezidue piretroida koje dospijevaju u tlo stvaraju polarne produkte koji se vežu na čestice tla gdje se dalje razlažu, a rezidue nepolarnih produkata se ne akumuliraju i samim time ne onečišćuju okoliš (Demoute, 1989). Otrovni su

za pčele i ribe, ali toksičnost za sisavce relativno je niska. Piretroidi kao grupa nesistemičnih insekticida imaju širok spektar djelovanja na štetnike, ali i brzo kontaktno i želučano djelovanje. Utječu na živčani sustav kukaca što rezultira njihovom paralizom i smrću. Piretroidi postižu bolju učinkovitost na nižim temperaturama, a njihovu primjenu treba izbjegavati na temperaturama iznad 28 ˚C zbog moguće razgradnje djelatne tvari (Cvjetković i sur., 2017). Negativno svojstvo piretroida je brz nastanak rezistentnosti kod štetnika i djelovanje na prirodne neprijatelje (Šarkanj i sur., 2010). Kako bi se spriječila pojava rezistentnosti, preporuča se naizmjenično korištenje piretroida sa drugim skupinama insekticida kao i njihovo rjeđe korištenje.

Lambda-cihalotrin

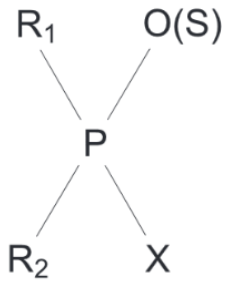
Lambda-cihalotrin je sintetski piretroid širokog spektra djelovanja. Na ciljane organizme djeluje kontaktno i želučano te se odlikuje brzim „*knock-down*“ učinkom i rezidualnim djelovanjem. Pokazuje i određena repelentna svojstva (Tomlin, 1994). Primjenu djelatne tvari lambda-cihalotrin treba naročito izbjegavati u cvatnji kulture jer je visoko toksična za pčele. Lambda-cihalotrin visoke je toksičnosti i za ribe, pa je nužno pridržavati se propisanih doza za primjenu. U suprotnom, niske je toksičnosti za ptice. Vrijeme poluraspada djelatne tvari lambda-cihalotrin pod utjecajem sunčevog svjetla na tlu i vodi iznosi prosječno 30 dana, a na površini biljnih organa 5 dana. Zbog niske topivosti u vodi i visoke sposobnosti vezanja za čestice tla, rizik od kontaminacije podzemnih voda navedenim piretroidom vrlo je nizak (Juran i sur., 2012).

Tau-fluvalinat

Tau-fluvalinat je djelatna tvar iz skupine piretroida koja je prvi put registrirana u SAD-u 1983. godine (Juran i sur., 2012). Nije toksičan za ptice i pčele, a akutna toksičnost za sisavce vrlo je niska. Koristi se za primjenu u košnicama jer ne ostavlja rezidue u medu, ali se akumulira u pčelinjem vosku pa postoji opasnost od akumulacije i u medu nakon dugotrajne uporabe (Tsigouri i sur., 2001; Gotlin Čuljak i Matejaš, 2016). Tau-fluvalinat je vrlo nepokretan u vodi pa je opasnost od rezidua u vodi vrlo mala. U aerobnim uvjetima se brzo razgrađuje, a u anaerobnim uvjetima je vrlo perzistentan (Juran i sur., 2012).

Organofosforni insekticidi

Organofosforni insekticidi su esteri fosforne ili tiofosforne kiseline. Opća formula organofosfata prikazana je na slici 3.2.1. Radikali R1 i R2 mogu biti alkilna, arilna, aloksilna ili amidna grupa, a X je najčešće hijalid, cijanid, fosfat, tiocijanid ili karboksilat.



Slika 3.2.1. Opća formula organofosfata

Izvor: Šarkanj i sur., 2010

Organofosforni spojevi najčešće su tekućine, rjeđe krute tvari. Djeluju inhalacijski zbog povećanog isparavanja. Dobro se otapaju u organskim otapalima i u mastima, što omogućuje prodiranje kroz kožu. Biorazgradivi su i bioakumulativni te se pri pH većim od 7 brzo razlažu na neotrovne spojeve, a nestabilni su i u kiselom mediju (pH < 2). Organofosforne insekticide su prvi puta sintetizirali biolog Kükenthal i njemački kemičar Schrader 1935. godine, a kemičar Schrader je ujedno otkrio djelovanje organofosfornih spojeva u zaštiti bilja. Organofosforni insekticidi imaju mnoge prednosti, a neke od glavnih su njihova visoka insekticidna i akaricidna svojstva, širok spektar djelovanja na štetnike, brzo djelovanje na štetnike, niska perzistentnost te niska kronična toksičnost (Šarkanj i sur., 2010).

Klorpirifos-etil

Klorpirifos-etil je kontaktni i želučani organofosforni insekticid vrlo širokog spektra djelovanja. Djeluje i na štetnike u tlu. Osim insekticidnog, ima i akaricidno djelovanje (Cvjetković i sur., 2017). Toksičan je za pčele. Hlapljiv je i brzo se veže za čestice tla.

Neonikotinoidi

Neonikotinoidi su insekticidi izrazito sistemičnog djelovanja što im osigurava dobru učinkovitost na štetnike koji se hrane sisanjem. Uzrokuju pobuđivanje živčanih stanica što rezultira paralizom i u konačnici ugibanjem štetnika (Cvjetković i sur., 2017). Početkom 2018. godine Europska Unija je zabranila korištenje tri djelatne tvari iz ove skupine – imidakloprid, klotianidin i tiametoksam jer je dokazano njihovo negativno djelovanje subletalnih doza na pčele (EFSA, 2018).

Tiakloprid

Tiakloprid je djelatna tvar iz grupe neonikotinoida koja utječe na prijenos živčanih impulsa kod štetnika (Gavkare i sur., 2013). Izraziti je sistemik te na štetnike djeluje kontaktno i želučano. U usporedbi s ostalim djelatnim tvarima iz skupine neonikotinoida, tiakloprid je fotostabilniji na površini tla, a u tlu se razgrađuje velikom brzinom te ne predstavlja opasnost za prijenos u podzemne vode (Elbert i sur., 2001.; Gotlin Čuljak i Matejaš, 2016). Dvostruko je manje perzistentnosti od zabranjene djelatne tvari iz iste skupine, imidakloprida (Cvjetković i sur., 2017).

Oksadiazini

Oksadiazini predstavljaju novu kemijsku skupinu insekticida sa djelatnom tvari indoksakarb, koja je ujedno i jedini predstavnik ove grupe insekticida.

Indoksakarb

Djelatna tvar indoksakarb predstavlja posljednji napredak u tehnologiji proizvodnje insekticida širokog spektra djelovanja. Indoksakarb blokira živčane impulse, spriječavajući prolazak natrijevih iona što uzrokuje paralizu i ugibanje štetnika (Gavkare i sur., 2013) Selektivni je insekticid te u organizam prodire kontaktnim i želučanim putem. Djeluje larvicidno i ovicidno (Cvjetković i sur., 2017).

3.3. POSTAVLJANJE I OČITAVANJE LABORATORIJSKIH POKUSA

Testiranja repičinih sjajnika na insekticide provedena su prema IRAC test metodama. Testiranja na piretroide provedena su prema IRAC test metodi 011, varijanta 3. Testiranja na neonikotinoide provedena su prema IRAC test metodi 021, na organofosforne insekticide prema IRAC test metodi 025 te na djelatnu tvar indoksakarb prema IRAC test metodi 027 (IRAC, 2017).

Metoda br. 011, varijanta 3 podrazumijeva:

a) priprema otopine miješanjem djelatne tvari i acetona - svaka staklena bočica treba sadržavati 500 do 1500 µl otopine, ovisno o dimenziji bočice; aceton se koristi kao kontrola;

b) nakon pipetiranja otopine u staklene bočice, iste su stavljene na roler da bi se djelatna tvar ravnomjerno rasporedila po stjenkama, a aceton ispario (slika 3.3.1.);

c) u svaku bočicu s djelatnom tvari i u svaku bočicu s acetonom kao kontrolom stavljeno je deset odraslih oblika repičinih sjajnika;

d) nakon 24 sata, sadržaj bočice je stavljen na papir s iscrtanim krugom promjera 15 cm i očitavan je broj živih i mrtvih jedinki praćenjem kretanja jedinki. Jedinke koje su unutar jedne minute izašle iz kruga ocijenjene su živima, a jedinke koje su ostale unutar kruga ocijenjene su mrtvima.

Metoda br. 021 podrazumijeva:

a) priprema otopine otapanjem pripravka Biscaya u destiliranoj vodi (2 % od ukupnog volumena otapala) i acetonu (98 % od ukupnog volumena otapala) - svaka staklena bočica treba sadržavati 500 do 1500 µl otopine, ovisno o dimenziji bočice; aceton se koristi kao kontrola;

b) nakon pipetiranja otopine u staklene bočice, iste su stavljene na roler da bi se djelatna tvar ravnomjerno rasporedila po stjenkama, a aceton ispario (slika 3.3.1.) - zbog uljne formulacije insekticida i niske količine vode u otopini, bočice je nužno ostaviti na roleru minimalno 2 sata te nakon toga na sobnoj temperaturi bez rotacije minimalno 2 sata;

c) u svaku bočicu s djelatnom tvari i u svaku bočicu s acetonom kao kontrolom stavljeno je deset odraslih oblika repičinih sjajnika;

d) nakon 24 sata, sadržaj bočice je stavljen na papir s iscrtanim krugom promjera 15 cm i očitavan je broj živih i mrtvih jedinki praćenjem kretanja jedinki. Prije stavljanja sadržaja bočice na papir, bočice je nužno protresti radi lakšeg razlikovanja živih i mrtvih jedinki.

Metoda br. 025 podrazumijeva:

a) priprema otopine miješanjem djelatne tvari i acetona - svaka staklena bočica treba sadržavati 500 do 1500 µl otopine, ovisno o dimenziji bočice; aceton se koristi kao kontrola;

b) nakon pipetiranja otopine u staklene bočice, iste su stavljene na roler da bi se djelatna tvar ravnomjerno rasporedila po stjenkama, a aceton ispario (slika 3.3.1.);

c) u svaku bočicu s djelatnom tvari i u svaku bočicu s acetonom kao kontrolom stavljeno je deset odraslih oblika repičinih sjajnika;

d) nakon 24 sata, sadržaj bočice je stavljen na papir s iscrtanim krugom promjera 8 cm i očitavan je broj živih i mrtvih jedinki praćenjem kretanja jedinki. Jedinke koje su unutar jedne minute izašle iz kruga ocijenjene su živima, a jedinke koje su ostale unutar kruga ocijenjene su mrtvima.

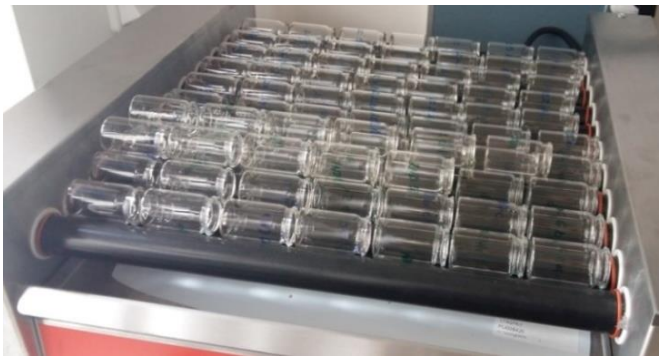
Metoda br. 027 podrazumijeva:

a) priprema otopine miješanjem djelatne tvari sa 5 % destilirane vode i 95 % acetona – svaka staklena bočica treba sadržavati 500 do 1500 µl otopine, ovisno o dimenziji bočice; aceton + voda se koristi kao kontrola;

b) nakon pipetiranja otopine u staklene bočice, iste su stavljene na roler da bi se djelatna tvar ravnomjerno rasporedila po stjenkama, a aceton ispario (slika 3.3.1.) – minimalno 4 sata;

c) u svaku bočicu s djelatnom tvari i u svaku bočicu s acetonom kao kontrolom stavljeno je deset odraslih oblika repičinih sjajnika;

d) nakon 24 sata, sadržaj bočice je stavljen na papir s iscrtanim krugom promjera 15 cm i očitavan je broj živih i mrtvih jedinki praćenjem kretanja jedinki. Jedinke koje su unutar jedne minute izašle iz kruga ocijenjene su živima, a jedinke koje su ostale unutar kruga ocijenjene su mrtvima.



Slika 3.3.1. Ravnomjerno raspoređivanje pojedinih djelatnih tvari po stjenkama staklenih bočica na roleru

Snimila: Rubil, 2017

3.4. ANALIZA PODATAKA

Učinkovitost insekticida izračunata je prema formuli po Abbott-u:

% učinkovitosti = b – K / 100 – K × 100 (Abbott, 1925),

gdje je b % mrtvih jedinki na tretiranoj parceli, a K % mrtvih jedinki na kontrolnoj parceli.

Testirane populacije svrstane su u jednu od sljedećih kategorija prema IRAC shemi osjetljivosti: vrlo osjetljiva, osjetljiva, umjereno rezistentna, rezistentna i vrlo rezistentna (tablica 3.4.1. i tablica 3.4.2.).

Tablica 3.4.1. Shema osjetljivosti prema IRAC-u za organofosforne insekticide

Postotak preporučene doze	Učinkovitost	Kategorija	Oznaka
100 % 20 % 16 %	100 % 100 % 90 % – 100 %	Vrlo osjetljiva populacija	1
100 % 20 % 16 %	100 % < 100 % < 90 %	Osjetljiva populacija	2
100 %	< 100 do ≥ 90 %	Umjereno rezistentna populacija	3
100 %	< 90 % do ≥ 50 %	Rezistentna populacija	4
100 %	< 50 %	Vrlo rezistentna populacija	5

Izvor: IRAC, 2017

Tablica 3.4.2. Shema osjetljivosti prema IRAC-u za piretroide, neonikotinoide i oksadiazine

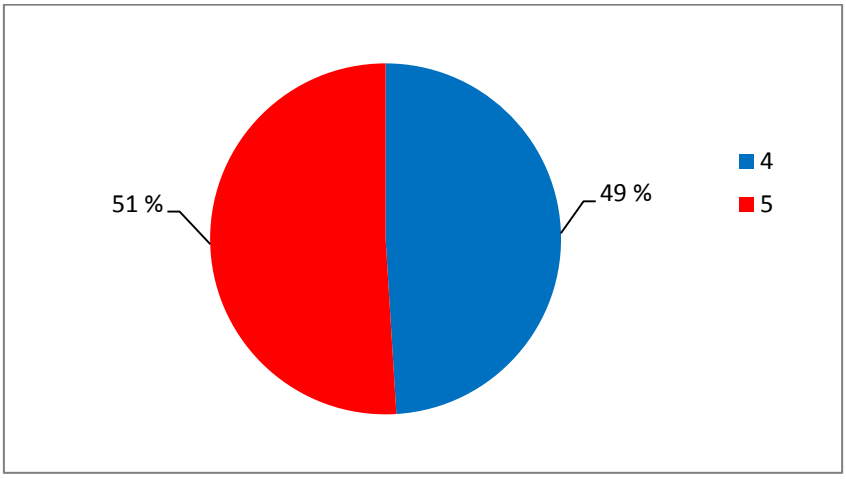
Postotak preporučene doze	Učinkovitost	Kategorija	Oznaka
100 % 20 %	100 % 100 %	Vrlo osjetljiva populacija	1
100 % 20 %	100 % < 100 %	Osjetljiva populacija	2
100 %	< 100 do ≥ 90 %	Umjereno rezistentna populacija	3
100 %	< 90 % do ≥ 50 %	Rezistentna populacija	4
100 %	< 50 %	Vrlo rezistentna populacija	5

Izvor: IRAC, 2017

4. REZULTATI I RASPRAVA

Lambda-cihalotrin

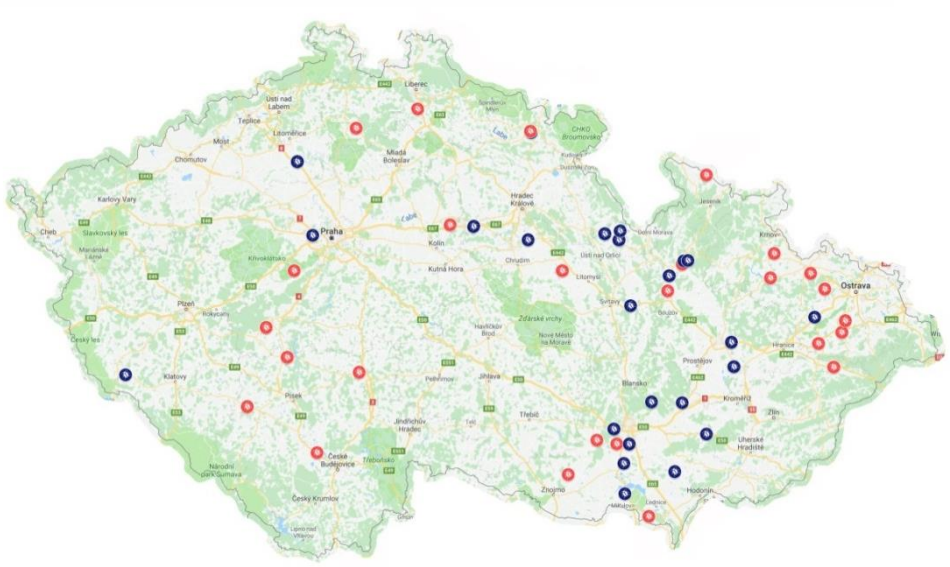
Sveukupno 51 populacija repičinih sjajnika testirana je na djelatnu tvar lambda-cihalotrin. 25 testiranih populacija se pokazalo rezistentnima, a ostalih 26 testiranih populacija visoko rezistentnima na djelatnu tvar lambda-cihalotrin (grafikon 4.1).



Grafikon 4.1. Odnos [%] između populacija repičinih sjajnika visoko rezistentnih i rezistentnih na djelatnu tvar lambda-cihalotrin u Republici Češkoj.

Legenda: 4 – rezistentna populacija; 5 – visoko rezistentna populacija
Izvor: Rubil, 2017

Rezistentne populacije repičinih sjajnika zabilježene su na lokalitetima Nekoř-Bredůvka, Helvíkovice, Moravská Třebová, Zbudov u Klášterce nad Orlicí, Rapotín Jirsák, Trutnov II, Postřelmov, Annov Krásné, Kujavy, Rokytnice u Přerova, Velká Bystřice - Olomouc, Vyškov, Domažlice, Troubsko, Dolní Dunajovice, Hodonín, Žabčice, Kožušice, Bukovina, Zubří-Březovec, Popovice u Rajhardu, Sezemice, Best – Chlumec nad Cidlinou, Ruzyně i Doksany. Visoko rezistentne populacije repičinih sjajnika zabilježene su na lokalitetima Třemešek, Trutnov, Brteč u Vysokého Mýta, Slavoňov, Vidnava, Hejlov u Tábora, Katovice u Strakonic, Tisová u Bohutína, Ořechov, Valtice, Horní Dunajovice, Ivančice, Příbor, Zubří, Nový Jičín, Sosnová, Trnávka, Kyjovice, Opava-Kylešovice, Hořejší Kunčice, Žehuň, Lety, Pašice, Karlštejn, Doksy i Petrašovice. Prostorna distribucija populacija repičinih sjajnika rezistentnih i visoko rezistentnih na djelatnu tvar lambda-cihalotrin u Republici Češkoj prikazana je na slici 4.1.

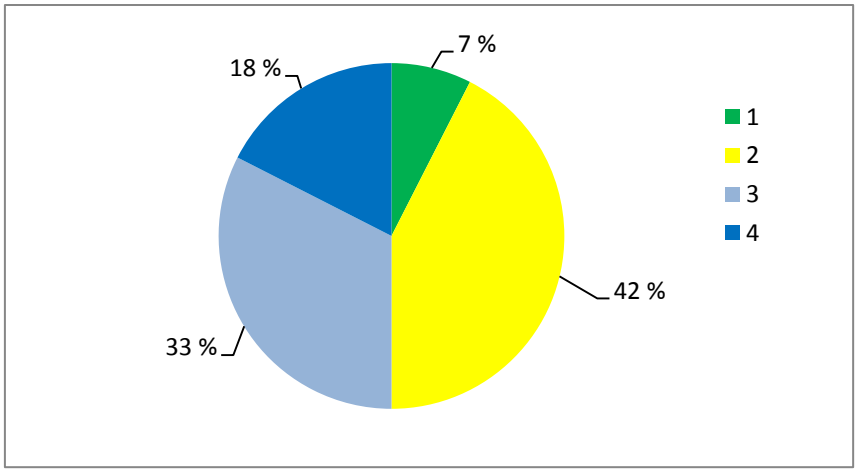


Slika 4.1. Prostorna distribucija populacija repičina sjajnika rezistentnih i visoko rezistentnih na djelatnu tvar lambda-cihalotrin u Republici Češkoj.

Legenda: tamno plavi kružić– rezistentna populacija; crveni kružić – visoko rezistentna populacija
Izvor: Google Maps, 2017

Tau-fluvalinat

Sveukupno 40 populacija repičinih sjajnika testirano je na djelatnu tvar tau-fluvalinat. Ni jedna populacija nije pokazala visoku rezistentnost na ovu djelatnu tvar, dok je ukupno 7 populacija pokazalo rezistentnost, a ukupno 13 populacija umjerenu rezistentnost. Rezultati su pokazali da je ukupno 17 testiranih populacija osjetljivo na tau-fluvalinat, dok su preostale 3 populacije rezultirale visokom osjetljivošću na tau-fluvalinat. Odnos između osjetljivih i rezistentnih populacija repičinih sjajnika prikazan je u grafikonu 4.2.

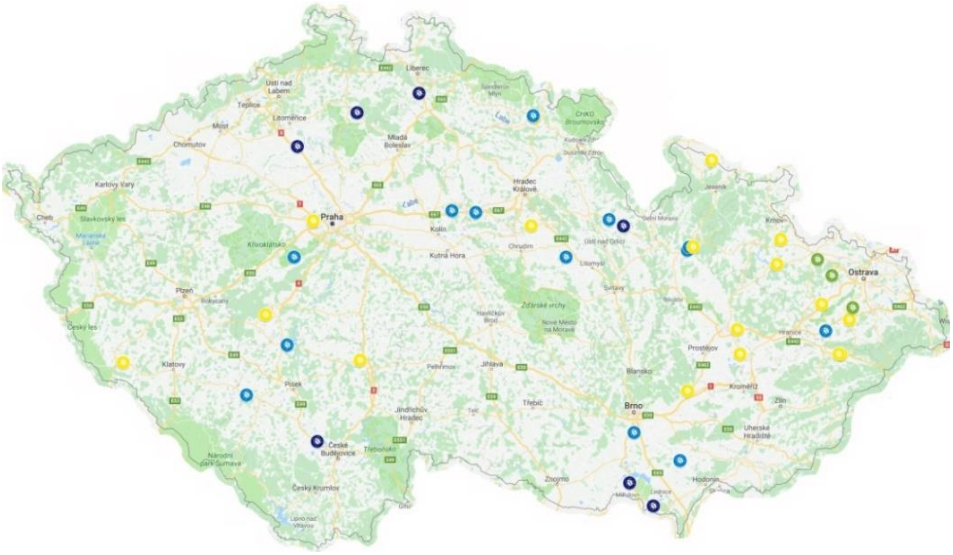


Grafikon 4.2. Odnos [%] između populacija repičinih sjajnika osjetljivih i rezistentnih na djelatnu tvar tau-fluvalinat u Republici Češkoj.

Legenda: 1 – visoko osjetljiva populacija; 2 – osjetljiva populacija; 3 – umjereno rezistentna populacija; 4 – rezistentna populacija

Izvor: Rubil, 2017

Visoko osjetljive populacije repičinih sjajnika na djelatnu tvar tau-fluvalinat zabilježene su na lokalitetima Trnávka, Kyjovice i Opava-Kylešovice. Osjetljive populacije zabilježene su na lokalitetima Trutnov II, Annov Krásné, Kujavy, Rokytnice u Přerova, Velká Bystřice - Olomouc, Vyškov, Vidnava, Domažlice, Hejlov u Tábora, Tisová u Bohutína, Zubří-Březovec, Příbor, Zubří, Sosnová, Hořejší Kunčice, Sezemice i Ruzyně. Umjereno rezistentne populacije zabilježene su na lokalitetima Třemešek, Trutnov, Helvíkovice, Brteč u Vysokého Mýta, Rapotín Jirsák, Katovice u Strakonic, Hodonín, Popovice u Rajhardu, Nový Jičín, Žehuň, Best - Chlumec nad Cidlinou, Lety i Karlštejn. Rezistentne populacije zabilježene su na lokalitetima Nekoř-Bredůvka, Dolní Dunajovice, Valtice, Pašice, Doksany, Doksy i Petrašovice. Prostorna distribucija populacija repičinih sjajnika osjetljivih i rezistentnih na djelatnu tvar tau-fluvalinat prikazana je na slici 4.2.



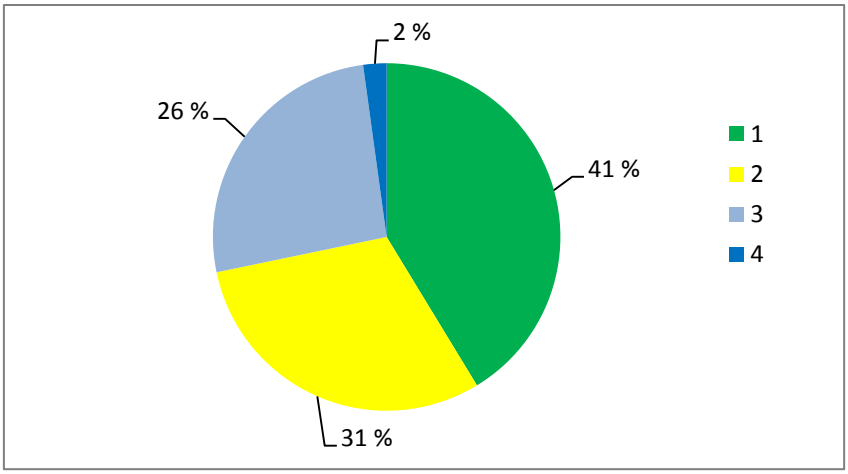
Slika 4.2. Prostorna distribucija populacija repičinih sjajnika osjetljivih i rezistentnih na djelatnu tvar tau-fluvalinat u Republici Češkoj.

Legenda: zeleni kružić – visoko osjetljiva populacija; žuti kružić – osjetljiva populacija; svijetlo plavi kružić– umjereno rezistentna populacija; tamno plavi kružić – rezistentna populacija

Izvor: Google Maps, 2017

Tiakloprid

Sveukupno 46 populacija repičina sjajnika testirano je na djelatnu tvar tiakloprid. Od svih testiranih populacija, ni jedna populacija se nije pokazala visoko rezistentnom na tiakloprid, dok se svega 19 populacija pokazalo visoko osjetljivima na ovu djelatnu tvar iz skupine neonikotinoida. Ukupno 14 testiranih populacija rezultiralo je osjetljivima, ukupno 12 populacija se pokazalo umjereno rezistentnima, a samo jedna populacija rezultirala je rezistentnošću na tiakloprid. Odnos između osjetljivih i rezistentnih populacija repičinih sjajnika prikazan je u grafikonu 4.3.

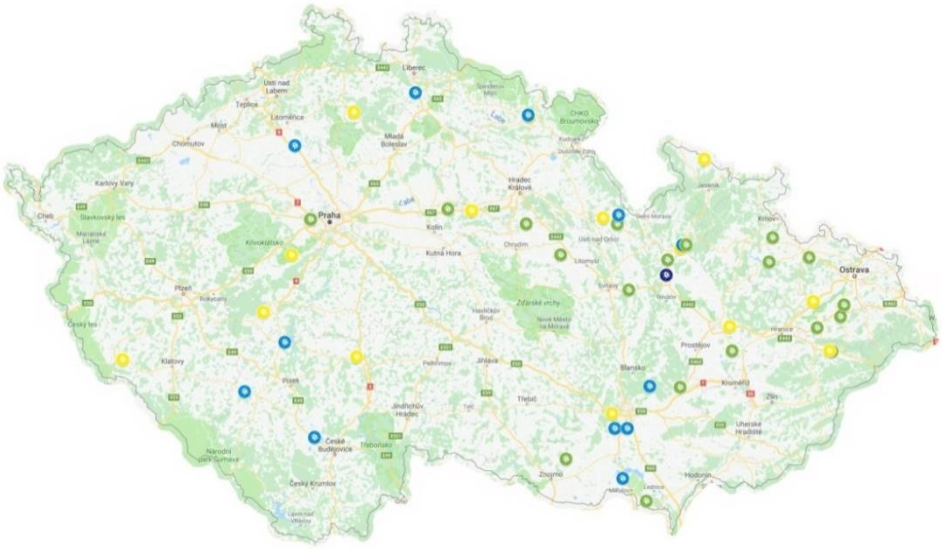


Grafikon 4.3. Odnos [%] između populacija repičinih sjajnika osjetljivih i rezistentnih na djelatnu tvar tiakloprid u Republici Češkoj.

Legenda: 1 – visoko osjetljiva populacija; 2 – osjetljiva populacija; 3 – umjereno rezistentna populacija; 4 – rezistentna populacija

Izvor: Rubil, 2017

Visoko osjetljive populacije na djelatnu tvar tiakloprid zabilježene su na lokalitetima Nekoř-Bredůvka, Brteč u Vysokého Mýta, Moravská Třebová, Postřelmov, Annov Krásné, Rokytnice u Přerova, Vyškov, Valtice, Horní Dunajovice, Příbor, Zubří, Nový Jičín, Sosnová, Trnávka, Opava-Kylešovice, Hořejší Kunčice, Žehuň, Sezemice i Ruzyně. Osjetljive populacije zabilježene su na lokalitetima Třemešek, Helvíkovice, Trutnov II, Kujavy, Velká Bystřice - Olomouc, Vidnava, Domažlice, Hejlov u Tábora, Tisová u Bohutína, Troubsko, Zubří-Březovec, Best - Chlumec nad Cidlinou, Karlštejn i Doksy. Umjereno rezistentne populacije zabilježene su na lokalitetima Trutnov, Zbudov u Klášterce nad Orlicí, Rapotín Jirsák, Katovice u Strakonic, Ořechov, Dolní Dunajovice, Bukovina, Popovice u Rajhardu, Lety, Pašice, Doksany i Petrašovice. Rezistentna populacija repičinih sjajnika na tiakloprid zabilježena je samo na lokalitetu Slavoňov. Prostorna distribucija repičinih sjajnika s obzirom na osjetljivost na djelatnu tvar tiakloprid u Republici Češkoj prikazana je na slici 4.3.

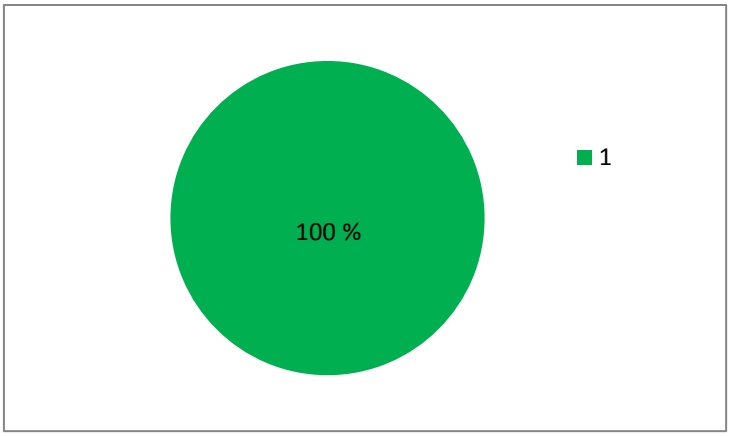


Slika 4.3. Prostorna distribucija repičinih sjajnika osjetljivih i rezistentnih na djelatnu tvar tiakloprid u Republici Češkoj.

Legenda: zeleni kružić – visoko osjetljiva populacija; žuti kružić – osjetljiva populacija; svijetlo plavi kružić – umjereno rezistentna populacija; tamno plavi kružić – rezistentna populacija
Izvor: Google Maps, 2017

Klorpirifos-etil

Sveukupno 37 populacija repičinih sjajnika testirano je na djelatnu tvar klorpirifos-etil. Sve testirane populacije u Republici Češkoj rezultirale su visokom osjetljivošću na navedenu djelatnu tvar iz skupine organofosfornih insekticida, a navedeno je prikazano u grafikonu 4.4.



Grafikon 4.4. Osjetljivost [%] repičinih sjajnika na djelatnu tvar klorpirifos-etil u Republici Češkoj.

Legenda: 1 – visoko osjetljiva populacija
Izvor: Rubil, 2017

Visoka osjetljivost populacija repičinih sjajnika na djelatnu tvar klorpirifos-etil zabilježena je na lokalitetima Třemešek, Trutnov, Nekoř-Bredůvka, Helvíkovice, Brteč u Vysokého Mýta, Moravská Třebová, Zbudov u Klášterce nad Orlicí, Rapotín Jirsák, Trutnov II, Annov Krásné, Kujavy, Rokytnice u Přerova, Velká Bystřice - Olomouc, Vyškov, Vidnava, Domažlice, Hejlov u Tábora, Katovice u Strakonic, Tisová u Bohutína, Troubsko, Dolní Dunajovice, Valtice, Horní Dunajovice, Ivančice, Přímětice, Popovice u Rajhardu, Příbor, Žehuň, Sezemice, Best - Chlumec nad Cidlinou, Ruzyně, Lety, Pašice, Karlštejn, Doksany, Doksy i Petrašovice. Prostorna distribucija populacija repičinih sjajnika visoko osjetljivih na djelatnu tvar klorpirifos-etil u Republici Češkoj prikazana je na slici 4.4.

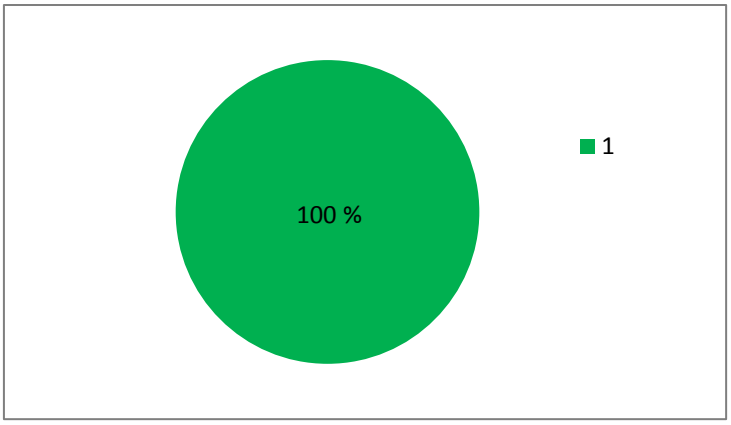


Slika 4.4. Prostorna distribucija populacija repičinih sjajnika visoko osjetljivih na djelatnu tvar klorpirifos-etil u Republici Češkoj.

Legenda: zeleni kružić – visoko osjetljiva populacija
Izvor: Google Maps, 2017

Indoksakarb

Sveukupno 42 populacije repičina sjajnika testirane su na djelatnu tvar indoksakarb. Sve testirane populacije u Republici Češkoj pokazale su visoku osjetljivost na navedenu djelatnu tvar iz skupine oksadiazina, što je prikazano u grafikonu 4.5.



Grafikon 4.5. Osjetljivost [%] repičinih sjajnika na djelatnu tvar indoksakarb u Republici Češkoj.

Legenda: 1 – visoko osjetljiva populacija
Izvor: Rubil, 2017

Visoka osjetljivost populacija repičinih sjajnika na djelatnu tvar indoksakarb zabilježena je na lokalitetima Třemešek, Trutnov, Nekoř-Bredůvka, Helvíkovice, Brteč u Vysokého Mýta, Moravská Třebová, Zbudov u Klášterce nad Orlicí, Rapotín Jirsák, Trutnov II, Annov Krásné, Kujavy, Rokytnice u Přerova, Velká Bystřice – Olomouc, Vyškov, Vidnava, Domažlice, Hejlov u Tábora, Katovice u Strakonic, Tisová u Bohutína, Troubsko, Dolní Dunajovice, Valtice, Přímětice, Popovice u Rajhardu, Příbor, Zubří, Nový Jičín, Sosnová, Trnávka, Kyjovice, Opava-Kylešovice, Hořejší Kunčice, Žehuň, Sezemice, Best - Chlumec nad Cidlinou, Ruzyně, Lety, Pašice, Karlštejn, Doksany, Doksy i Petrašovice. Prostorna distribucija repičinih sjajnika visoko osjetljivih na djelatnu tvar indoksakarb u Republici Češkoj prikazana je na slici 4.5.



Slika 4.5. Prostorna distribucija visoko osjetljivih populacija na djelatnu tvar indoksakarb u Republici Češkoj.

Legenda: zeleni kružić – visoko osjetljiva populacija
Izvor: Google Maps, 2017

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. Djelatna tvar lambda-cihalotrin iz skupine piretroida ne preporuča se za suzbijanje repičina sjajnika u Republici Češkoj zbog zabilježene rezistentnosti i visoke rezistentnosti na svim testiranim populacijama štetnika.

2. Djelatna tvar tau-fluvalinat iz skupine piretroida nije pokazala visoku rezistentnost ni na jednoj testiranoj populaciji, ali je zabilježena rezistentnost i umjerena rezistentnost na više od 50 % testiranih populacija štetnika. Tau-fluvalinat se može preporučiti za suzbijanje repičina sjajnika samo na područjima gdje su zabilježene osjetljive i visoko osjetljive populacije.

3. Preporučena doza djelatne tvari tiakloprid iz skupine neonikotinoida pokazala je osjetljivost i visoku osjetljivost na više od 70 % testiranih populacija štetnika, dok je na 30 % testiranih populacija zabilježena rezistentnost. Tiakloprid se može preporučiti za suzbijanje repičina sjajnika samo na područjima gdje su zabilježene osjetljive i visoko osjetljive populacije.

4. Čak 16 % preporučene doze djelatne tvari klorpirifos-etil iz skupine organofosfornih insekticida postiglo je 100 %-tnu učinkovitost na svim testiranim populacijama, odnosno sve testirane populacije su se pokazale visoko osjetljivima na ovu djelatnu tvar. Klorpirifos-etil se preporuča primjenjivati u suzbijanju repičina sjajnika.

5. Preporučena doza djelatne tvari indoksakarb iz skupine oksadiazina postigla je 100 %-tnu učinkovitost na svim testiranim populacijama, odnosno sve testirane populacije su se pokazale visoko osjetljivima na ovu djelatnu tvar. Niže doze ove djelatne tvari su također pokazale visoku učinkovitost. Indoksakarb se preporuča primjenjivati u suzbijanju repičina sjajnika.

6. U zamjenu za piretroide, odnosno za razvijanje antirezistentne strategije, treba koristiti organofosforne insekticide i indoksakarb. Pozornost treba obratiti na vrijeme primjene zbog opasnosti za pčele. Tau-fluvalinat i tiakloprid koristiti samo na područjima gdje nije zabilježena rezistentnost.

6. POPIS LITERATURE

1. Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265 – 267.
2. Abrol, D. P. (1997). Honeybees and rapeseed: A pollinator-plant interaction. Advances in Botanical Research 45: 337 – 367.
3. Agropartner (2007). Tehnologija proizvodnje ozime uljane repice, <http://www.agropartner.rs>. Pristupljeno 10. siječnja 2018.
4. Audisio, P. A., Belfiore, C., De Biase, A., Antonini, G. (2001). Identification of Meligethes matronalis and M. subaeneus based on morphometric and ecological characters (Coleoptera: Nitidulidae). European Journal of Entomology 98 (1): 87 – 97.
5. Ballanger, Y., Détourné, D., Delorme, R., Pinochet, X. (2007). France, difficulties to manage insect pests of winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera*): Resistances to insecticides. Proceedings GCIRC 12th International. Rapeseed Congress, Wuhan, China, March 26–30, 2007, Vol. 4: 276 – 279.
6. Banožić, S. (1997). Uljana repica - značajna paša. Gospodarski list 7: 97.
7. Baranyk, P., Zukalova, H. (2000). Seed yield, oil content and oil yield of hybrid oilseed rape in conditions of the Czech Republic. Rostlinná výroba 46 (11): 521 – 526.
8. Bašić, F., Herceg, N. (2010). Temelji bilinogojstva. Synopsis d.o.o., Zagreb.
9. Bažok, R., Lemić, D. (2017). Rezistentnost štetnika na insekticide. Glasilo biljne zaštite 5: 429 – 438.
10. Bearman, M. (1981). Oilseed Rape Book-A Manual for Growers, farmers and advisors. Cambridge University Press, Cambridge.
11. Berry, P. M., Spink, J. H. (2006). A physiological analysis of oilseed rape yields: Past and future. The Journal of Agriculture Science 144 (5): 381 – 392.
12. Bonari, E., Mazzoncini, M., Peruzzi, A. (1995). Effects of conventional and minimum tilage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. Soil and Tillage Research 33: 91 – 108.
13. Brandes, M., Heimbach, U. (2016). Resistenz bei Rapsschädlingen – Management in 2016. Raps 34 (2): 16 – 19.
14. Büchs, W., Katzur, K. (2004). Means to control pests in organic oilseed rape production. IOBC/wprs Bulletin 27 (10): 225 – 238.

15. Clarke, J. M., Clarke, F. R., Simpson, G. M. (1978). Effect of method and rate of seeding on yield of *Brassica napus*. Canadian Journal Plant Sciences 58: 549 – 550.
16. Cvjetković, B., Bažok, R., Igrc Barčić, J., Barić, K., Ostojić, Z. (2017). Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2017. godinu. Glasilo biljne zaštite, br. 1-2: 13 – 109.
17. Demoute J.-P. (1989). A brief review of the environmental fate and metabolism of pyrethroids. Pestic. Sci. 27: 375 – 385.
18. Duran, X. A., Ulloa, R. B., Carrillo, J. A., Contreras, J. L., Bastidas, M. T. (2010). Evaluation of Yield Component Traits of Honeybee-Pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapeseed Canola (*Brassica napus* L.). Chilean Journal of Agricultural Research 70 (2): 309 – 314.
19. EFSA (2018). European Food Safety Authority, <https://www.efsa.europa.eu>. Pristupljeno 01. srpnja 2018.
20. Elbert, A., Becker, B., Hartwig, J., Erdelen, C. (2001). Imidacloprid – a new systemic insecticide. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 44 (62): 113 – 136.
21. EPPO (2007). European and Mediterranean Plant Protection Organization, <http://archives.eppo.int/MEETINGS/2007_meetings/meligethes/02UlberThieme/02UlberThieme5.html>. Pristupljeno 01. srpnja 2018.
22. EPPO (2015). European and Mediterranean Plant Protection Organization, <http://archives.eppo.int>. Pristupljeno 04. srpnja 2018.
23. Evans, K. A., Allen Williams, L. J. (1998). Response of Cabbage Seed Weevil (*Ceutorhynchus assimilis*) to Baits of Extracted and Synthetic Host-Plant Odor. Journal of Chemical Ecology, 24 (12): 2101 – 2114.
24. FAOSTAT (2016). FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations,<http://faostat.fao.org>. Pristupljeno 26. lipnja 2018.
25. FEDIOL (2014) - The EU Vegetable Oil and Proteinmeal Industry, < http://www.fediol.be/>. Pristupljeno 28. rujna 2014.
26. Fritzsche, R. (1957). Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Zeitschrift für angewandte Entomologie 40: 222 – 280.
27. Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A. (2011). Industrijsko bilje. Fojnica, Sarajevo.
28. Gašpar, I. (2008). Uljana repica (*Brassica napus* var. *oleifera*) obrada i gnojidba. Glasilo zaštite bilja 31 (5): 283 – 284.
29. Gavkare, O., Patil, M. U., Kulkarni, A. V., Gupta, S. (2013). New Group of Insecticides. Popular Kheti, 1 (3): 34 – 39.
30. Google Maps (2017). <https://google.com/maps>. Pristupljeno 20. listopada 2017.

31. Gotlin Čuljak, T., Jelovčan, S., Grubišić, D., Juran, I., Ilić Buljan, M. (2013). Pojava rezistentnosti repičinog sjajnika (*Meligethes* spp.) na piretroide u usjevima uljane repice (*Brassica napus* L.) u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 13 (5): 379 – 383.
32. Gotlin Čuljak, T., Juran, I. (2014). Raznolikost vrsta potporodice Meligethinae u usjevima uljane repice u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 6: 443 – 446
33. Gotlin Čuljak, T., Matejaš, D. (2016). Suzbijanje repičina sjajnika u usjevima ozime uljane repice. Glasilo biljne zaštite 3: 318 – 325.
34. Gotlin Čuljak, T., Juran, I., Grubišić, D., Uglješić, I., Šinjur, H. (2017). Razvoj rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide u europskim zemljama. Glasilo biljne zaštite 5: 446 – 454.
35. Goyens, P. L. L., Spilker, M. E., Zock, P. L., Katan, M. B., Mensink, R. P. (2006). Convension of α-linoleic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. American Journal of Clinical Nutrition 84: 44 – 53.
36. Grundy, S. M. (1997). Whats the desirable ratio of saturated, polyunsaturated, and monosaturated fatty acids in the diet?. American Journal of Clinical Nutrition 66: 98 – 90.
37. IRAC (2017). Insecticide Resistance Action Committee, <http://www.irac-online.org/pests/meligethes-aeneus>. Pristupljeno: 25. veljače 2018.
38. Jerković, L. (2015). Agrotehnika uljane repice. Završni rad. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
39. Juran, I., Gotlin Čuljak, T., Bažok, R. (2012). Sintetski piretroidi. Glasilo biljne zaštite 12 (3): 196 – 210.
40. Juran, I. (2015). Velika (Ceutorhynchus napi Gyllenhal, 1837) i mala (Ceutorhynchus pallidactylus Marsham, 1802) repičina pipa – biologija, ekologija i suzbijanje. Doktorski rad. Agronomski fakultet, Zagreb.
41. Juras, I. (2008). Kombajniranje uljane repice. Glasnik zaštite bilja 31 (4): 60 – 61.
42. Kevan, P. G., Lee, H., Shuel, R. W. (1991). Sugar ratios in nectars of varieties of canola (*Brassica napus*). Journal of Apicultural Research 30: 99 – 102.
43. Kocourek, F., Stará, J., Herda, G. (2007). Rizika výskytu rezistentních populací blýskáčka řepkového v ČR. 24. vyhodnocovacího semináře Systém výroby řepky systém výroby slunečnice, 21.–22. 11. 2007, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, SPZO s.r.o., Dolňácko, a.s. Hluk: 106 – 114.

44. Köhler, F. E. (1887). Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte. Band I. Gera-Untermhaus, Germany.
45. Maceljski, M. (1967). Fitofarmacija, opći dio: odabrana poglavlja iz problematike kemijskog suzbijanja štetnika. Sveučilište u Zagrebu.
46. Maceljski, M. (2002). Poljoprivredna entomologija. Zrinski, Čakovec.
47. Milovanović, P., Kljajić, P., Andrić, G., Pražić-Golić, M., Popović, T. (2013). Efficacy of Different Insecticides in Controlling Pollen Beetle (*Meligethes aeneus*, F.) in Rapeseed Crop. Pestic Phytomed 28 (4): 255 – 263.
48. Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta (2010). Nacionalni akcijski plan poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje 2011. – 2020., <https://www.mingo.hr>. Pristupljeno 10. siječnja 2018.
49. Nilsson, C. (1988). The pollen beetle (*Meligethes aeneus*, F.) in winter and spring rape at Alnarp 1976 - 1978. I. Migration and Sex Ratio. Växtskyddsnotiser 52 (6): 134 – 138.
50. Nitzsche, O., Ulber, B. (1998). Einfluß der Bodenbearbeitung nach Winterraps auf die Schlupfabundanz der Parasitoiden von *Ceutorhynchus napi*, *Ceutorhynchus pallidactylus* und *Meligethes aeneus*. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt 357: 62 – 63.
51. Pests and pollinators (2018). Expand your Knowledge of Insects and the Natural World, <https://pestsandpollinators.com>. Pristupljeno 20. srpnja 2018.
52. Pflanzenkrankheiten (2014). Rapsglanzkäfer, <http://www.pflanzenkrankheiten.ch>. Pristupljeno 25. veljače 2018.
53. Pinova (2014). Plodored uljane repice. <http://pinova.hr>. Pristupljeno 24. siječnja 2018.
54. Pospišil, M. (2004). Uzgoj uljane repice za biodizel. Glasnik zaštite bilja 27 (5): 45 – 48.
55. Pospišil, M. (2008). Gnojidba uljane repice. Glasnik zaštite bilja 31 (4): 30 – 37.
56. Pospišil, M., Pospišil A., Mustapić Z., Žepanec J., Kristek, S. (2008). Agronomska svojstva novih hibrida i sorata uljane repice u agroekološkim uvjetima sjeverozapadne Hrvatske. Glasnik zaštite bilja 31 (4): 22 – 29.
57. Pospišil, M., Pospišil, A., Bošnjak, K., Drača, S. (2009). Utjecaj roka sjetve na razvijenost biljaka uljane repice prije zime i prinos sjemena. Glasnik zaštite bilja 32 (5): 6 – 12.
58. Pospišil, M. (2013). Ratarstvo II. dio – Industrijsko bilje. Zrinski, Čakovec.
59. Pospišil, M. (2014). Sjetva uljane repice. Glasnik zaštite bilja 37 (4): 77 – 80.
60. Rathke, G.-W., Christen, O., Diepenbrock, W. (2005). Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research 94: 103 – 113.

61. Rossato, L., Lainé, P., Ourry, A. (2001). Nitrogen storage and remobilisation in *Brassica napus* L. during the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. Journal of Experimental Botany 52: 1655 – 1663.
62. Rubil, N. (2015). Fauna repičinih sjajnika u Republici Hrvatskoj. Završni rad. Agronomski fakultet, Zagreb.
63. Seidenglanz, M., Poslušná, J., Kolařík, P., Rotrekl, J., Havel, J., Hrudová, E., Tóth, P., Bernardová, M., Spitzer, T. (2012). Co je příčinou nižší citlivosti blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) na pyretroidy. Úroda – příloha Řepka 60: 31 – 35.
64. Seidenglanz, M., Poslušná, J., Rotrekl, J., Kolařík, P., Hrudová, E., Tóth, P., Havel, J., Spitzer, T., Bernardová, M. (2015). Changes in *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) susceptibility to lambda-cyhalothrin in the Czech Republic between 2009 and 2011. Plant Protection Science 51 (1): 13 – 32.
65. Stojanović, M. (2013). Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu. Pregledni rad. Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.
66. Straková, E., Šerman, V., Suchý, P., Mas, N., Staňa, J., Večerek, V. (2009). Usporedba hranidbene vrijednosti ulja uljarica najviše korištenih u Europi. Krmiva 51 (5): 243 – 261.
67. Šarkanj, B., Kipčić, D., Vasić-Rački, Đ., Delaš, F., Galić, K., Katalenić, M., Dimitrov, N., Klapec, T. (2010). Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani. Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osijek.
68. The Taxonomicon (2018). <http://taxonomicon.taxonomy.nl>. Pristupljeno 11. siječnja 2018.
69. Tomlin, C. (1994). The Pesticide Manual, Incorporating The Agrochemicals Handbook. The British Crop Protection Council and The Royal Society of Chemistry. The Bath Press, Bath, United Kingdom.
70. Tsigouri, A. D., Menkissoglu-Spiroudi, U., Thrasyvoulou, A. (2001). Study of taufluvalinate persistance in honey. Pest. Manag. Sci. 57 (5): 467 – 471.
71. USDA (2014) – United States Department of Agriculture, < http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. Pristupljeno 16. srpnja 2014.
72. Veromann, E., Saarniit, M., Kevväi, R., Luik, A. (2009). Effect of crop management on the incidence of *Meligethes aeneus* Fab. and their larval parasitism rate in organic and conventional winter oilseed rape. Agronomy Research 7 (Special issue I): 548 – 554.
73. Veromann, E., Toome, M. (2011). Pollen beetle (*Meligethes aeneus*, F.) susceptibility to synthetic pyrethroids – pilot study in Estonia. Agronomy Research 9 (1 – 2): 365 – 369.

74. Voća, N.; Krička, T.; Jukić, Ž.; Janušić, V.; Matin A. (2007). Proizvodnja biodizelskoga goriva u sustavima održive poljoprivrede. Zbornik radova znanstvenog skupa „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“: 135 – 144.
75. Voća, N. (2008). Proizvodnja biodizela iz sjemenki uljane repice u Hrvatskoj. Glasnik zaštite bilja 31 (4): 38 – 48.
76. Volmarej, M., Kegl, B. (2003). Biodizel i otpadno jestivo ulje kao alternativna goriva: Analiza s aspekta procesa ubrizgavanja. Goriva i maziva 42 (3): 177 – 197.
77. Vrtarić, M. (2017). Zaštita uljane repice. Završni rad. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
78. Zimmer C. T., Nauen, R. (2011). Pyrethroid resistance and thiacloprid baseline susceptibility of European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) collected in winter oilseed rape. Pest Management Science 67: 599 – 608.
79. Williams, I. H., Darby, R. J., Leach, J. E., Rawlinson, C. J. (1991). An analysis of factors affecting yield in winter rape. Eighth International Rapeseed Congress, 09.–11. srpnja 1991., Saskatoon, Canada.

Životopis

Nikoleta Rubil rođena je 28. listopada 1993. godine u Puli. Osnovnu školu pohađala je i završila 2008. godine u Rovinju. Srednjoškolsko obrazovanje nastavila je u Pazinskom kolegiju u klasičnoj gimnaziji te je maturirala 2012. godine. Iste godine upisuje Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, preddiplomski studij Zaštite bilja. Obranom završnog rada „Fauna repičinih sjajnika u Republici Hrvatskoj“ završava preddiplomski studij 2015. godine, a u listopadu iste godine upisuje diplomski studij Fitomedicine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom diplomskog studija 2017. godine ostvaruje pravo na CEEPUS stipendiju za studijski boravak u razdoblju od dva mjeseca na Mendel Sveučilištu u Brnu i istraživačkom institutu „Agritec“ u Šumperku. U 2018. godini ponovno ostvaruje pravo na CEEPUS stipendiju za studijski boravak u razdoblju od dva mjeseca na istraživačkom institutu za eksperimentalnu botaniku (Ústav experimentální botaniky AV ČR, v.v.i.) u Pragu. Odlično se koristi engleskim jezikom, a 2018. godine postiže B2.2 razinu u školi stranih jezika „Eureka“ u Zagrebu.