

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Марко Ж. Сретеновић

**ЕФЕКТИ ИНСЕКТИЦИДА НА РАЗЛИЧИТЕ  
ПОПУЛАЦИЈЕ ЗЕЛЕНЕ БРЕСКВИНЕ  
ВАШИ (*Myzus persicae* Sulzer) И  
МОГУЋНОСТ СУЗБИЈАЊА НА  
НЕКТАРИНИ**

Докторска дисертација

Београд, 2024

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Марко Ж. Сретеновић

**ЕФЕКТИ ИНСЕКТИЦИДА НА РАЗЛИЧИТЕ  
ПОПУЛАЦИЈЕ ЗЕЛЕНЕ БРЕСКВИНЕ  
ВАШИ (*Myzus persicae* Sulzer) И  
МОГУЋНОСТ СУЗБИЈАЊА НА  
НЕКТАРИНИ**

Докторска дисертација

Београд, 2024

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Marko Ž. Sretenović

**EFFECTS OF INSECTICIDES ON  
DIFFERENT POPULATIONS OF GREEN  
PEACH APHID (*Myzus persicae* Sulzer) AND  
POSSIBILITIES OF CONTROL ON  
NECTARINES**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024

## **МЕНТОР:**

Др Драгица Бркић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Пољоприврени факултет

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

1. Др Анђа Радоњић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Пољоприврени факултет
2. Др Петар Кљајић, научни саветник  
Институт за заштиту биља и животну средину, Београд
3. Др Јелена М. Алексић, научни саветник  
Универзитет у Београду, Институт за медицинска истраживања, Институт од националног значаја за Републику Србију
4. Др Бобан Ђорђевић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Пољоприврени факултет

Датум одбране докторске дисертације: \_\_\_\_\_

## **ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ**

*Захваљујем се својој менторки, проф. др Драгици Бркић на помоћи, саветима, подрици и разумевању током израде докторске дисертације.*

*Такође, посебну захвалност дугујем члановима комисије на прихватању, подрици и целокупном залагању које су уложили како би ова дисертација добила коначан облик. Захваљујем се проф. др Анђи Радоњић на корисним саветима и помоћи из области ентомологије, др Петру Кљајићу на саветима и сугестијама пруженим током писања дисертације, др Јелени Алексић на великом ангажовању, помоћи као и пренетим знањима и вештинама везаним за извођење молекуларно–генетичких тестова, као и проф. др Бобану Ђорђевићу на подрици и конструктивним саветима током писања као и подељеним знањима из области воћарства.*

*Велику захвалност дугујем и проф. др Ненаду Тамашу на стручној и несебичној помоћи, саветима и подрици које ми је давао током свих фаза израде дисертације као и пренетим знањима из области зооцида. Захваљујем се и проф. др Новици Милетићу на пренетим знањима и вештинама из предмета Технологија заштите биља као и практичне примене пестицида која су допринела мом стручном усавршавању.*

*Велику захвалност дугујем проф. др Мирјани Шијачић – Николић, шефу Катедре семенарства, расадничарства и пошумљавања, на могућности да део истраживања обавим у Лабораторији за биотехнологију Шумарског факултета, Универзитета у Београду. Посебно бих се захвалио колегиницама дипл. инж. шумарства Вели Јанковић и маст. инж. шумарства Ивони Керкез као и колегиници Уни - Јовани Вајић, вишем научном сараднику Института за медицинска истраживања, Институт од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду, на великом залагању и пруженој стручној и техничкој помоћи током извођења молекуларно – генетичких тестова.*

*Захвалио бих се свим својим колегама са факултета, студентима основних и мастер студија на пруженој техничкој помоћи, сарадњи и стеченом пријатељству. Такође, захвалио бих се и произвођачима који су ми омогућили извођење пољских огледа у својим засадима као и прикупљање јединки ваши за потребе лабораторијских испитивања.*

*Неизмерну захвалност дугујем својој породици на безграничној љубави, разумевању, помоћи и подрици коју су ми пружали током читавог школовања.*

**Ову дисертацију посвећујем својим родитељима, мајци Елени и оцу Живораду**

# ЕФЕКТИ ИНСЕКТИЦИДА НА РАЗЛИЧИТЕ ПОПУЛАЦИЈЕ ЗЕЛЕНЕ БРЕСКВИНЕ ВАШИ (*Myzus persicae* Sulzer) И МОГУЋНОСТ СУЗБИЈАЊА НА НЕКТАРИНИ

## САЖЕТАК

У циљу утврђивања ефикасности инсектицида различитих механизма деловања и могућности сузбијања зелене бресквине ваши (*Myzus persicae* Sulzer), у периоду од 2015. до 2024. године изведени су пољски огледи за утврђивање ефикасности инсектицида, затим биотестови у лабораторији ради утврђивања резистентности на инсектициде као и молекуларно-генетички тестови за утврђивање механизма резистентности код различитих популација ове врсте пореклом са нектарине.

Резултати изведених пољских огледа на сва три локалитета (Мачвански Метковић, Петријево и Винча) указују на ниску ефикасност хлорпирифоса, ламбда-цихалотрина и делтаметрина, као и на нижу ефикасност тиаметоксама и врло ниску ефикасност диметоата на локалитетима Петријево и Винча. Са друге стране, висока ефикасност инсектицида из групе неоникотиноида (тиаметоксама, имидаклоприда и ацетамиприда) као и флоникамида забележена је на локалитету Мачвански Метковић. Такође, високу ефикасност у сузбијању *M. persicae* испољили су имидаклоприд, флоникамид и сулфоксафлор на локалитетима Петријево и Винча, као и пиметрозин који је испитан на локалитету Винча.

Према утврђеним факторима резистентности, популација зелене бресквине ваши пореклом са локалитета Винча развила је слабу до умерену резистентност на тиаметоксам са фактором резистентности (RF) од 7,49. У нешто већем степену резистентност на тиаметоксам се развила код популације пореклом са локалитета Петријево (RF = 13,98) у поређењу са LC<sub>50</sub> вредношћу за популацију са локалитета Мачвански Метковић. Висок степен резистентности на хлорпирифос са фактором од 80,97 развила је популација *M. persicae* са локалитета Винча, док је популација ове штеточине са локалитета Петријево била врло резистентна на ово једињење са фактором резистентности од 155,96. Највиша резистентност забележена је на делтаметрин при чему је за популацију пореклом са локалитета Винча фактор резистентности износио 197,57, а за популацију са локалитета Петријево чак 271,68 пута у односу на популацију са локалитета Мачвански Метковић.

Резултати молекуларно-генетичких тестова показали су да је популација *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић имала најмањи удео резистентних (*R*) јединки које су развиле метаболичку резистентност на органофосфате и пиретроиде услед повећане продукције метаболичког ензима естеразе који је продукт амплификације E4 гена (61,11%). Нешто већи удео *R* јединки био је у популацији са локалитета Петријево (77,78%), а највише резистентних јединки са овим механизмом резистентности имала је популација са локалитета Винча (94,44%). Најмањи број резистентних јединки *M. persicae* које су развиле тачкасту мутацију у гену који кодира ацетилхолинестеразу (*AChE*) која доводи до замене аминокиселине серин фенилаланином (S431F) и настанка модификоване ацетилхолинестеразе (*MAChE*) која је одговорна за резистентност на инсектициде из групе органофосфата и карбамата, утврђено је у популацији са локалитета Мачвански Метковић (5,56%), значајно већи удео *R* јединки (27,78%) био је у популацији са локалитета Винча, а

највећи удео (29,41%) *R* јединки био је у популацији са локалитета Петријево. Највећи удео јединки зелене бресквине ваши које су развиле *kdr* механизам резистентности услед појаве тачкасте мутације у гену који кодира протеине натријумових канала која доводи до промене у њиховој структури услед замене аминокиселине леуцин фенилаланином (L1014F) и која резултира појавом резистентности на инсектициде из групе пиретроида, утврђен је у популацији са локалитета Петријево (100%), док је у популацији са локалитета Винча удео ових јединки износио 88,89%, односно 83,33% у популацији са локалитета Мачвански Метковић.

**Кључне речи:** *Myzus persicae*, инсектициди, ефикасност, резистентност

**Научна област:** Биотехничке науке

**Ужа научна област:** Пестициди

**УДК број:** 615.285.7:[632.752:634.26(043.3)]

# **EFFECTS OF INSECTICIDES ON DIFFERENT POPULATIONS OF GREEN PEACH APHID (*Myzus persicae* Sulzer) AND POSSIBILITIES OF CONTROL ON NECTARINES**

## **ABSTRACT**

In order to determine the effectiveness of insecticides with different mechanisms of action and the possibility of control green peach aphids (*Myzus persicae* Sulzer), in the period from 2015 to 2024, field trials were conducted to determine the efficacy of insecticides, followed by bioassays in the laboratory to determine resistance to insecticides as well as molecular - genetic tests to determine resistance mechanisms in different populations of this pest originating from nectarine.

The results of the field trial performed at all three locations (Mačvanski Metković, Petrijevo and Vinča) indicate the low efficiency of chlorpyrifos, lambda-cyhalothrin and deltamethrin, as well as the lower efficiency of thiamethoxam and the very low efficiency of dimethoate at the Petrijevo and Vinča locations. On the other hand, high efficiency of insecticides from the group of neonicotinoids (thiamethoxam, imidacloprid and acetamiprid) as well as flonicamide was recorded at the Mačvanski Metković site. Also, high efficiency in controlling *M. persicae* was shown by imidacloprid, flonikamid and sulfoxaflor at the locations of Petrijevo and Vinča, as well as pymetrozine, which was tested at the location of Vinča.

According to the established resistance factors, the population of green peach aphid originating from Vinča locality developed weak to moderate resistance to thiamethoxam with a resistance factor (RF) of 7.49. To a slightly higher degree, resistance to thiamethoxam developed in the population originating from the Petrijevo locality (RF = 13.98) compared to the LC50 value for the population from the Mačvanski Metković locality. A high degree of resistance to chlorpyrifos with a factor of 80.97 was developed by the population of *M. persicae* from Vinča, while the population of this pest from Petrijevo was highly resistant to this compound with a resistance factor of 155.96. The highest resistance was recorded to deltamethrin, where the resistance factor for the population originating from the Vinča locality was 197.57, and for the population from the Petrijevo locality even 271.68 times compared to the population from the Mačvanski Metković locality.

The results of molecular genetic tests showed that the *M. persicae* population from the Mačvanski Metković locality had the lowest proportion of resistant (R) individuals that developed metabolic resistance to organophosphates and pyrethroids due to increased production of the metabolic enzyme esterase, which is a product of E4 gene amplification (61,11 %). A slightly higher share of R individuals was in the population from the Petrijevo locality (77.78%), and the population from the Vinča locality had the most resistant individuals with this resistance mechanism (94.44%). The smallest number of resistant individuals of *M. persicae* that developed a point mutation in the gene encoding acetylcholinesterase (AChE) which leads to the replacement of the amino acid serine with phenylalanine (S431F) and the creation of modified acetylcholinesterase (*MACE*) which is responsible for resistance to insecticides from the group of organophosphates and carbamates, was determined in the population from the Mačvanski Metković locality (5.56%), a significantly higher share of R individuals (27.78%) was in the population from the Vinča locality, and the largest share (29.41%) of R individuals was in the



population with locality Petrijevo. The largest proportion of green peach weevils that developed a *kdr* resistance mechanism due to the occurrence of a point mutation in the gene encoding sodium channel proteins, which leads to a change in their structure due to the replacement of the amino acid leucine with phenylalanine (L1014F) and which causes resistance to insecticides from the pyrethroid group, was determined is in the population from the Petrijevo locality (100%), while in the population from the Vinča locality the share of these individuals was 88.89%, i.e. 83.33% in the population from the Mačvanski Metković locality.

**Keywords:** *Myzus persicae*, insecticides, efficacy, resistance

**Scientific field:** Biotechnical sciences

**Scientific subfield:** Pesticides

**UDC:** 615.285.7:[632.752:634.26(043.3)]

# САДРЖАЈ

|  |     |
|--|-----|
| 1. УВОД .....  | 1   |
| 2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ .....  | 4   |
| 2.1. Биолошке особине и значај <i>M. persicae</i> .....                                      | 4   |
| 2.2. Интегралне мере сузбијања <i>M. persicae</i> .....                                      | 7   |
| 2.3. Сузбијање <i>M. persicae</i> применом инсектицида .....                                 | 13  |
| 2.3.1. Историјат регистрованих инсектицида за сузбијање лисних ваши у Србији .....           | 13  |
| 2.3.2. Својства испитиваних инсектицида .....  | 14  |
| 2.4. Проблем резистентности <i>M. persicae</i> на инсектициде .....                          | 25  |
| 2.4.1. Механизми резистентности <i>M. persicae</i> на органофосфате и карбамате .....        | 25  |
| 2.4.2. Механизми резистентности <i>M. persicae</i> на пиретроиде .....                       | 26  |
| 2.4.3. Механизми резистентности <i>M. persicae</i> на неоникотиноиде .....                   | 27  |
| 2.4.4. Мере антирезистентне стратегије .....   | 28  |
| 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ .....  | 30  |
| 3.1. Пољски огледи са инсектицидима .....  | 30  |
| 3.2. Биотестови у лабораторијским условима .....   | 34  |
| 3.3. Молекуларно-генетички тестови са јединкама <i>M. persicae</i> .....                     | 36  |
| 3.3.1. Узорковање јединки <i>M. persicae</i> за потребе молекуларно-генетичких тестова ..... | 36  |
| 3.3.2. Изолација тоталне геномске ДНК .....  | 37  |
| 3.3.3. Молекуларно-генетичке методе за утврђивање механизма резистентности .....             | 40  |
| 4. РЕЗУЛТАТИ .....   | 45  |
| 4.1. Ефикасност инсектицида у сузбијању <i>M. persicae</i> у пољским условима .....          | 45  |
| 4.2. Токсичност инсектицида за јединке <i>M. persicae</i> у биотесту .....                   | 55  |
| 4.3. Резултати молекуларно-генетичких тестова са јединкама <i>M. persicae</i> .....          | 56  |
| 5. ДИСКУСИЈА .....   | 64  |
| 6. ЗАКЉУЧАК .....  | 74  |
| 7. ЛИТЕРАТУРА .....  | 77  |
| 8. ПРИЛОЗИ .....   | 96  |
| 9. БИОГРАФИЈА АУТОРА .....   | 112 |
| Изјава 1. ....   | 114 |
| Изјава 2. ....   | 115 |
| Изјава 3. ....   | 116 |

## 1. УВОД

Порекло брескве и нектарине потиче од врсте *Prunus persica* (L.) Batsch при чему је обична бресква сврстана у варијетет *Prunus persica* var. *vulgaris* (L.) који се одликује маљавом покожицом плода док се нектарина издваја као варијетет *Prunus persica* var. *nucipersica* (Schneid.) кога карактерише глатка покожица плода (Мратинић, 2012).

Укупна производња брескве и нектарине у свету, према подацима FAOSTAT за 2022. годину, износила је 26.354.497,05 t, од чега је у Европи произведено 3.448.491,39 t (13,1%). Највећи светски произвођач је Кина иза које следе Италија, Турска, Грчка, Шпанија, САД, Иран, Чиле, Египат и Мароко. У Србији се бресква и нектарина узгајају на површини од 7.079 ha са годишњом производњом од 45.387 t (FAOSTAT, 2023). Најповољнији локалитети за узгајање брескве и нектарине су смедеревско Подунавље, шире подручје Београда, Бела Црква, Нови Сад, Суботица, Сремска Митровица, Ниш, Лесковац, Чачак, Призрен, Пећ и др. (Мратинић, 2012).

Производњу брескве и нектарине током вегетације угрожава већи број штеточина и биљних болести. Једна од економски најзначајнијих штеточина ових воћних култура је зелена бресквина ваш, *Myzus persicae* (Sulzer). *M. persicae* је полифагна штеточина која се храни на преко 400 биљака из 40 биљних фамилија (Blackman & Eastop, 2000). Примарни домаћини су јој бресква и нектарина док секундарне домаћине чине различите ратарске, повртарске, украсне и коровске биљке. Инфестира цветове, наличје листова и врхове младара брескве и нектарине на којима се храни сисањем биљних сокова. Као последица присуства и исхране долази до увијања биљних органа који заостају у порасту, а нападнути плодови остају ситни и губе тржишну вредност. Такође, као последица лучења медне росе на нападнутим органима развијају се гљиве “чађавице” чиме се смањује асимилациона површина листова и додатно умањује тржишна вредност плодова (Blackman & Eastop 2000). Поред тога, зелена бресквина ваш је и вектор преко 100 перзистентних и неперзистентних вируса (Kennedy & Stroyan 1959; Bwye et al., 1997). У Србији поред *M. persicae* на брескви и нектарини може се јавити још неколико врста лисних ваши: *Brachycardys persicae* (Pass.), *Brachycardys prunicola* (Kalt.), *Brachycardys schwartzi* (Börn.), *Hyalopterys pryni* (Geoffr.), *Myzys cerasi* (Fabr.), *Myzys varians* (David), *Pterochloroides persicae* (Chol.), *Rhopalosiphum padi* (L.) (Петровић - Обрадовић, 2003).

Сузбијање зелене бресквине ваши подразумева имплементацију интегралних мера заштите. Ово укључује примену свих расположивих, како нехемијских (агротехничке, механичке, биотехничке и биолошке), тако и хемијских мера. Једна од значајних мера у контроли ове штеточине је гајење отпорних или толерантних сорти (Lambert & Pascal, 2011). Агротехничке мере подразумевају контролисану прихрану азотним ђубривима као и оптимално наводњавање у циљу смањења бујности воћака. Такође, обавезна мера је и сузбијање корова који могу бити домаћини овој штеточини. Важну улогу у регулисању бројности *M. persicae* имају њени природни непријатељи, предатори и паразитоиди. Најзначајнији предатори су из фамилија Coccinellidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera), Cecidomyiidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) и Miridae (Hemiptera), док најзначајнији паразитоиди припадају фамилији Braconidae (Hymenoptera) (Stary, 1974). Међутим, примена инсектицида је често неизоставна мера борбе против биљних ваши у условима када њихова бројност пређе економски праг штетности. У Републици Србији су за сузбијање лисних ваши тренутно регистровани препарати на бази: ацетамиприда,

азадирахтина, абамектина, сулфоксафлора, флонирамида флупирадифурана, делтаметрина, гама-цихалотрина, циперметрина, ламбда-цихалотрина, тау-флувалината, минералног уља као и из групе пиретрина (Тим приређивача, 2022). Међутим, примећено је да поједини инсектициди на неким локалитетима у нашој земљи испољавају веома ефикасност у сузбијању ове штеточине.

Слаба ефикасност инсектицида након примене у пољу може бити индиција развоја резистентности појединих популација зелене бресквине ваши. У свету постоје бројни подаци о развоју резистентности *M. persicae* на инсектициде различитих механизма деловања. Наводи се да је ова врста до сада развила резистентност на најмање 80 различитих инсектицида са више од 470 пријављених случајева резистентности широм света (APRD, 2022). Први податак о резистентности зелене бресквине ваши на инсектициде (органофосфати) саопштио је Anthon, 1955. године у САД. Током 1970-их година у Аустралији утврђена је резистентност на органофосфате и пиретроиде (Attia & Hamilton, 1978). У Западној Аустралији, током 2010. године (Mangano & Severtson, 2010) утврђен је висок ниво резистентности две популације *M. persicae* на пиримикарб (карбамати). У испитивањима спроведеним у Грчкој у периоду од 2004. до 2006. године, утврђен је низак ниво резистентности на имидаклоприд код неких популација *M. persicae* пореклом са брескве и висок ниво резистентности популација пореклом са дувана (Margaritopoulos et al., 2007). Низак ниво резистентности зелене бресквине ваши на неоникотиноиде утврђен је и на Новом Зеланду (Van Toor et al., 2008). Такође, резистентност на имидаклоприд и тиаклоприд утврђена је у Источној Француској (Mottet et al., 2016). У нашој земљи потврђена је резистентност неколико популација *M. persicae* на органофосфате и пиретроиде (Вучетић и сар., 2007). Према последњим истраживањима утврђена је резистентност популација *M. persicae* на новији инсектицид, спиротетрамат у Аустралији (Umina et al., 2022). До сада утврђени механизми резистентности лисних ваши су повећана детоксикација инсектицида услед прекомерне продукције метаболичких ензима (естеразе и цитохром P<sub>450</sub> монооксигеназе) као и промена осетљивости места деловања инсектицида. Промена места деловања може се односити на промене у структури ацетилхолинестеразе која је одговорна за резистентност лисних ваши на органофосфате и карбамате. Промена у структури натријумових канала на нервним мембранама инсеката утиче на развој резистентности на једињења из групе пиретроида, док је промена у структури никотинског рецептора за ацетилхолин одговорна за резистентност на неоникотиноиде.

Глобално посматрано, може се рећи да је примена инсектицида до сада била главна мера сузбијања популација *M. persicae*. Њихова интензивна употреба током дужег временског периода довела је до развоја резистентности многих популација ове штеточине на више група инсектицида. У овом случају, поред генетске предиспозиције, селекциони притисак је најважнији фактор одговоран за настанак резистентности. То значи да све док је селекциони притисак присутан, настанак резистентности се не може избећи. У циљу успоравања развоја резистентности неопходно је увести систем праћења ове појаве како би се регистровала свака промена осетљивости популација на инсектициде и континуирано спроводиле мере антирезистентне стратегије. Да би се очувала висока ефикасност инсектицида неопходна је њихова правилна употреба у складу са овим мерама.

Циљеви овога рада били су: да се испита ефикасност већег броја инсектицида у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини, на три локалитета, током неколико

вегетационих сезона, и то на два локалитета из интензивних засада нектарине и на једном локалитету где се нектарина гаји углавном на окућницама и не спроводе се редовне мере хемијског сузбијања; да се утврде параметри акутне токсичности ( $LC_{50}$  и  $LC_{90}$ ) за три популације и фактори резистентности за две популације из интензивних засада за три инсектицида која су у пољским огледима испољила најслабију ефикасност и то извођењем биотестова; да се утврде евентуалне промене места деловања органофосфата, карбамата, пиретроида и неоникотиноида, као и могућа појава метаболичке резистентности (амплификација естеразних гена) спровођењем молекуларно-генетичких тестова.

## 2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

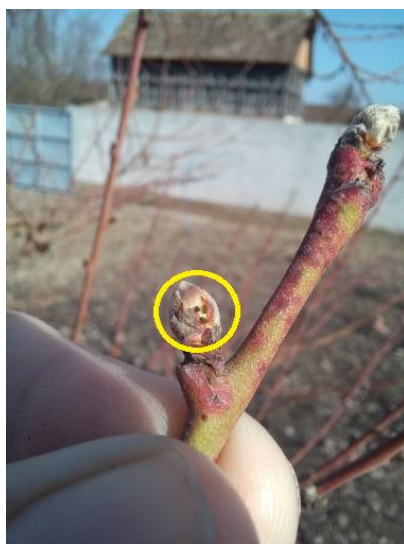
### 2.1. Биолошке особине и значај *M. persicae*

Зелена бресквина ваш (*Myzus persicae* Sulzer) припада реду Hemiptera, фамилији Aphididae. Изузетно је полифагна врста која се храни на преко 400 биљака из 40 биљних фамилија (Blackman & Eastop, 2000). Примарни домаћини су јој бресква и нектарина на којима представља најчешће присутну и економски најзначајнију врсту лисних ваши. Поред брескве и нектарине примарни домаћини јој могу бити и друге врсте рода *Prunus* као и *Lycium halimifolium* (Петровић - Обрадовић, 2003). Током лета јединке ове врсте напуштају своје примарне домаћине и прелазе на секундарне који укључују различите повртарске, ратарске, украсне и коровске биљке. Од ратарских култура као домаћини наводе се: дуван, шећерна репа и сунцокрет. Већина биљака припада фамилијама: Brassicaceae, Solanaceae, Poaceae, Fabaceae, Superaceae, Convolvulaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae и Umbelliferae (САБИ, 2021). Коровске врсте које се наводе као домаћини *M. persicae* су: *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*. Tamaki (1975) је проценио да између три и шеснаест милиона јединки може бити присутно на коровима у засадима брескве од којих су трећина вектори вируса западне жутице шећерне репе. Поред *M. persicae*, у нашој земљи на брескви и нектарини могу се јавити и врсте: *Brachycaydys persicae* (Pass.), *Brachycaydys prynicola* (Kalt.), *Brachycaydys schwartzi* (Börn.), *Hyalopterys pryni* (Geoffr.), *Myzys cerasi* (Fabr.), *Myzys varians* (David), *Pterochloroides persicae* (Chol.) и *Rhopalosiphum padi* (L.) (Петровић-Обрадовић, 2003).

У току животног циклуса зелена бресквина ваш пролази кроз три стадијума развоја: јаје, ларва и одрасла јединка (имаго) (Minks & Harrewijn, 1987). Јаја полаже обично у основи пупољака на младарима брескве и нектарине. Јаја су елиптичног облика, дужине око 0,6 mm и ширине око 0,3 mm. По полагању, јаја су жута или зелена, али убрзо постају сјајно црна (Carinera, 2001). Младе, тек испиљене ларве имају зеленкасту боју, али убрзо постају жућкасте и морфолошки су веома сличне одраслим бескрилним јединкама само што су мањих димензија. Ларве од којих настају крилате женке могу бити и ружичасте боје. Постоје крилате и бескрилне форме одраслих јединки. Са повећањем бројности јединки и/или општим физиолошким слабљењем биљака формирају се крилате форме у већем броју како би допринеле ширењу популације. Крилате форме су дужине од 1,8 до 2,1 mm, имају црну главу и груди и жућкасто-зелени абдомен са великом тамном мрљом са дорзалне стране. Крилате јединке зелене бресквине ваши имају тенденцију да колонизују све биљке у непосредној близини својих примарних домаћина. Након досељавања на нову биљку хранитељку, обично рађају неколико младих бескрилних јединки, а потом се селе на следећу биљку. Високо дисперзивна особина популације ове ваши значајно доприноси њиховој ефикасности као вектора биљних вируса. Боја бескрилних јединки може варирати од жуто-зелене, зелене, наранџасте до ружичасте. Њихова дужина износи од 1,7 до 2,0 mm. На средини или са бочне стране тела могу бити присутне зелене пруге. Корникуле су умерено дуге, неравномерно задебљале по дужини, у истој боји као и тело ваши (Carinera, 2001).



Слика 1. Јаја *M. persicae* на младарима нектарине (фото: оригинал)



Слика 2. Испилене ларве *M. persicae* из презимелих јаја (фото: оригинал)

По начину развића *M. persicae* може бити холоциклична или анхолоциклична, али се могу јавити и два прелазна циклуса, андроциклични и интермедијарни. Популације са холоцикличним начином развића карактерише то да током пролећа и лета развијају више генерација партеногенетских вивипарних женки, а да се током јесени јављају мужјаци и женке које након копулације полажу јаја на примарним домаћинима. Време насељавања је обично пред опадање лишћа брескве и нектарине. Женке стижу прве и рађају бескрилне форме које ће положити јаја (овипаре). Мужјак привлаче овипаре лучењем феромона, и један мужјак може оплодити више женки. Након копулације женка полаже од 4 до 13 јаја најчешће у основи пупољака (Слика 1) на младарима брескве и нектарине (Саринера, 2001). По правилу, уколико су презимљујућа јаја положена на другим биљкама, испилене ларве угињавају. Из презимелих јаја у пролеће, често и пре отварања пупољака, пиле се ларве (Слика 2) оснивачица (*fundatrix*) које су вивипарне, најчешће бескрилне, партеногенетске женке. Након тога, током читавог пролећа јавља се више генерација партеногенетских вивипарних женки. Брзина репродукције је у позитивној корелацији са температуром при чему се процењује да је праг развоја око  $4,3^{\circ}\text{C}$  (Саринера, 2001). Крајем маја појављују се

прве крилате форме које услед недостатка хране и пренасељености мигрирају на околна стабла брескве и нектарине. Временом се број крилатих женки повећава, а целокупна популација напушта примарне домаћине крајем јуна и почетком јула када прелазе у потпуности на секундарне домаћине. Средином јесени женке се враћају на брескву и нектарину где дају генерацију женки које након копулације са мужјацима, који су се развили на летњим хранитељкама, полажу јаја која презимљавају и циклус се понавља. Анхолоцикличне популације карактерише то да се током читаве године јављају партеногенетске женке где презимљавају као одрасле форме или као ларве на различитим зељастим биљкама. Просечна температура неопходна за преживљавање јединки зелене бресквине ваши током зиме, креће се од 4 до 10° С (Саринера, 2001). Код популација које имају андроциклични животни циклус могу се јавити вивипарне женке и одређен број мужјака, али се не образују женке које полажу јаја. Интермедијарни циклус развића карактерише то да се осим крилатих и бескрилних вивипарних женки могу јавити и мужјаци као и у ниском проценту овипарне женке (Margaritopoulos et al., 2002a). Оптималне температуре за развој зелене бресквине ваши су између 20° С и 25° С. На овим температурама развој једне генерације се заврши за две до три недеље. Број генерација током године зависи од суме дневних температура. За развој једне генерације потребна је сума температура од 170° С. У умереним климатима може имати преко 20 генерација у току године (Blackman & Eastop, 2000).



Слика 3. Јединке *M. persicae* на налицју листа нектарине (фото: оригинал)



Слика 4. Јединке *M. persicae* на врху младара и плоду нектарине (фото: оригинал)



Зелена бресквица ваш насељава цветове, наличје листова (Слика 3), врхове младара и плодове (Слика 4) брескве и нектарине на којима се храни сисањем биљних сокова. Усни апарат (стилет) лисних ваши лако продре дубоко у биљна ткива и омогућава им исхрану директно из флоема (Limburg et al., 1997). Као последица присуства и исхране долази до увијања биљних органа који заостају у порасту (Слика 5), док се нападнути плодови деформишу, остају ситни и губе тржишну вредност. Уколико се јави у великој бројности може довести до слабљења читаве биљке. Такође, јединке *M. persicae* луче медну росу која на нападнутим органима представља погодну подлогу за развој гљива “чађавица” чиме се смањује асимилациона површина листова и додатно умањује тржишна вредност плодова (Blackman & Eastop, 2000). Поред тога, зелена бресквица ваш значајна је и као вектор преко 100 перзистентних и неперзистентних биљних вируса укључујући: вирус увијености лишћа кромпира, вирус црточастог мозаика кромпира, вирус жутице шећерне репе, вирус мозаика зелене салате, вирус мозаика карфиола, вирус западне жутице шећерне репе, вирус мозаика репе, вирус мозаика краставца, вирус мозаика лубенице (Blackman & Eastop, 2000; Capinera 2001; Eigenbrode et al., 2002; Naga et al., 2020; Qi et al., 2021). Код коштичавих врста воћака веома је значајна њена улога у преношењу вируса шарке шљиве (Manachini et al., 2007). Поред имага и ларве *M. persicae* могу бити преносиоци вируса, али су одрасле јединке значајније као вектори због тога што су покретније за разлику од ларви (Flanders et al., 1991).



Слика 5. Симптоми напада *M. persicae* на младару нектарине (фото: оригинал)

## 2.2. Интегралне мере сузбијања *M. persicae*

Сузбијање *M. persicae* подразумева имплементацију интегралних мера сузбијања, што укључује примену свих расположивих мера, како нехемијских тако и хемијских. Нехемијске мере односе се на коришћење агротехничких, механичких, биотехничких и биолошких мера које за циљ имају стварање неповољних услова за развој штеточина (Abate et al., 2000). Агротехничке мере обухватају: садњу отпорних сорти, контролисану примену азотних ђубрива, оптимално наводњавање, правилну резидбу, а све у циљу смањења бујности воћака и постизања доброг општег стања биљака. Зимска резидба и примена азотних ђубрива су две веома значајне агротехничке мере за обезбеђивање

оптималног приноса и квалитета плодова брескве. Зимска резидба брескве и нектарине поред тога што утиче на родност наведених култура може допринети и смањењу бројности *M. persicae* с обзиром да се на тај начин уклања одређен део презимљујућих јаја ове штеточине. Са друге стране, оштром резидбом може се изазвати јачи пораст младара у пролеће чиме се стварају повољни услови за раст популација зелене бресквине ваши (Grechi et al., 2008b). Такође, значајна мера је механичко и хемијско сузбијање корова који могу бити домаћини овој штеточини (Gahatraj, 2019).

Као једна од економски исплативијих и еколошки прихватљивих мера у сузбијању зелене бресквине ваши наводи се садња отпорних сорти (Lambert & Pascal, 2011). Биљке су развиле различите механизме одбране од штетних инсеката као што су антиксеноза, антибиоза и толерантност. Антиксеноза представља скуп одређених особина (својстава) биљака захваљујући којима се спречава односно избегава напад штеточина. Те особине могу бити физичке, које се најчешће односе на разлике у боји и грађи саме површине биљке, као и хемијске, које се заснивају на одбијању штеточина од биљке домаћина. Антибиоза представља способност биљке да онемогући или отежа развој штеточине када се нађе на њој или у њој. То се најчешће дешава због неодговарајућих особина биљке за исхрану штеточине, као што је присуство одређених хемијских супстанци или због отежаног продора штеточине у биљно ткиво (Painter, 1951; Kogan & Ortman, 1978; Smith, 2005). Толерантност се односи на способност биљке да се нормално развија упркос присуству штетног агенса активирањем одређених физиолошких механизма (Painter, 1951; Panda & Khush, 1995; Smith, 2005). Генетика отпорности стабала брескве према зеленој бресквиној ваши проучавана је неколико деценија како би се размотрила могућност увођења у интегралне програме заштите од *M. persicae* (Massonié et al., 1982; Monet & Massonié, 1994; Niu et al., 2018). Идентификовано је неколико генотипова брескве и неких њених дивљих сродника отпорних према зеленој бресквиној ваши. Три генотипа брескве, 'Weeping Flower Peach', 'Rubira' и 'Fen Shouxing' (*P. persica* var. *densa* Makino), показују изражену отпорност типа антиксенозе (Massonié et al., 1982; Monet & Massonié, 1994; Niu et al., 2018). Отпорност сва три генотипа контролишу појединачни доминантни гени, односно *Rm1*, *Rm2* и *Rm3*, где *Rm* представља отпорност на *M. persicae* (Massonié et al., 1982; Monet & Massonié, 1994; Niu et al., 2018). Отпорност типа антиксенозе спречава колонизацију лисних ваши и већина јединки *M. persicae* напушта биљке у току прве недеље након насељавања (Sauge et al., 1998; Niu et al., 2018). Хиперсензитивна реакција региструје се на местима исхране два до три дана након инфестације код све три акцесије (Sauge et al., 1998; Niu et al., 2018). *Rm2* посредована отпорност на *M. persicae* повезана је са индукованом системском отпорношћу (Sauge et al., 2002, 2006) и накупљањем фенолних једињења (Poëssel et al., 2011). Неке студије показале су да отпорност на *M. persicae* посредством *Rm3* гена може бити повезана са секундарним метаболитима синтетисаним у биљци домаћину након инфестације лисним вашим (Niu et al., 2018). Значајно је да су гени *Rm1*, *Rm2* и *Rm3* мапирани у *3-Mb* региону на крају хромозома у геному брескве (Lambert et al., 2016; Pascal et al., 2017; Zhang et al., 2017).

Најзначајнија биотехничка мера борбе против зелене бресквине ваши је примена тзв. анти-инсект мрежа која се показала као веома ефикасна у сузбијању *M. persicae* у неким усевима (Dáder et al., 2015; Martin et al., 2013). У огледима које су спровели Martin et al. (2013) показано је да је покривање биљака купуса анти-инсект мрежама које су третиране репелентним једињењима значајно смањило инфестацију биљака јединкама *M. persicae*.

Коришћење појединих природних једињења може довести до развијања одбрамбених механизма биљака што представља још једну превентивну меру која има добар потенцијал за контролу штеточина (Ali et al., 2021). Третирање одређених биљака природним једињењима као што су бензотиадиазол, *cis*-јасмон и метил-јасмонат утицало је на висок ниво индуковане отпорности тих биљака на *M. persicae* (Ali et al., 2021; Boughton et al., 2006).

Важан део интегралне заштите представљају биолошке мере које представљају једну од нејефикаснијих и еколошки прихватљивих начина сузбијања штеточина. Односе се првенствено на очување аутохтоних популација природних непријатеља, увоз, као и њихово умножавање у контролисаним условима (Shavanov et al., 2022). У регулисању бројности *M. persicae* значајну улогу имају њени природни непријатељи, предатори и паразитоиди. Најзначајнији предатори су из фамилија: Coccinellidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera), Cecidomyiidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) и Miridae (Hemiptera), док најзначајнији паразитоиди припадају фамилији Braconidae (Hymenoptera) (Stary, 1974). Предаторске бубамаре (Coccinellidae) познате су као веома ефикасни предатори лисних ваши (Слика 6, 7). Од око 4200 описаних врста из ове фамилије, око 90% је значајно по својој предаторској улози док су остале фитофагне или микофагне (Evans, 2009; Roy & Migeon, 2010). Већина предаторских бубамара храни се или лисним или штитастицима, док се неке врсте храни грињама, затим врстама из фамилија: Adelgidae, Aleurodidae, Cicadellidae, Psilidae, затим мравима, ларвама хризомелида, стеницама, филоксером, микофагним бубамарама (Dixon 2000). Такође постоји значајна варијабилност у специјализацији у исхрани између врста (Hodek 1996). На пример, неке врсте се храни само једном врстом гриња или лисним вашима из једног рода док друге врсте имају широк распон плена. У недостатку примарне хране, многе предаторске врсте се могу хранити алтернативном храном, као што је полен, нектар, медна роса и гљиве, а такође многе прибегавају и канибализму (De Clercq et al., 2005, Hodek, 1996). У Србији је забележено укупно девет аутохтоних врста бубамара које се јављају у колонијама лисних ваши на различитим биљкама: *Adalia bipunctata* (Linnaeus), *Adalia decempunctata* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *Hippodamia apicalis* (Casey), *Hippodamia* sp. (Chevrolat); *Hippodamia variegata* (Goeze), *Hippodamia tredecimpunctata* (L.), *Hippodamia undecimnotata* (Schneider) и *Propylea quatuordecimpunctata* (L.). Поред наведених врста код нас је присутна и *Harmonia axyridis* (Pallas), вишебојна азијска бубамара, која је значајна по израженој предаторској активности (Jovičić et al., 2020). *H. axyridis* се храни лисним и штитастицима и другим ситним инсектима као и јајима и ларвама многих других инсеката укључујући и друге врсте бубамара као и лептире (Legaspi et al., 2008, Ware & Majerus 2008). Забележено је да се *H. axyridis* храни јединкама из 14 таксона лисних ваши, из девет родова, на укупно 10 врста воћака. Најчешће је присутна у колонијама врста из рода *Dysaphis* на јабуци, затим у колонијама *Myzus cerasi* на вишњи, у колонијама *Hyalopterus pruni* и *Phorodon humuli* на шљиви, као и колонијама *Brachycaudus schwaritzi*, *Myzus varians* и *Myzus persicae* на брескви (Jovičić et al., 2020). Исти аутори утврдили су да су у 52% узорака воћака инфицираних лисним вашима биле присутне популације *C. septempunctata*, *A. bipunctata*, *A. decempunctata*, *P. quatuordecimpunctata*, *H. axyridis* од којих су најбројније биле *C. septempunctata* (присутна у 24% узорака) и *A. bipunctata* (у 20% узорака). Појава предаторских бубамара у колонијама лисних ваши у засадима воћака најчешће је забележена током маја и јуна. У Грчкој је утврђено присуство пет предаторских врста бубамара, *Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata* (Schneider), *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Propylea*

*quatuordecimpunctata* L. и *Coccinella septempunctata* L. од којих је најбројнија била *H. undecimnotata* као предатор зелене бресквине ваши на дувану (Kavallieratos et al. 2004).



**Слика 6.** Јаја бубамара на наличју листа нектарине (фото: оригинал)



**Слика 7.** Имаго бубамаре на листу нектарине (фото: оригинал)



**Слика 8.** Ларва осолике муве (fam. Syrphidae) на наличју листа нектарине (фото: оригинал)

Поред бубамара важни предатори лисних ваши су ларве осоликих мува из фамилије Syrphidae (Слика 8) (Gillespie et al., 2011), а најчешћа врста која је присутна у

њиховим колонијама је *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Scholz & Poehling, 2000; Симова-Тошић и сар., 1989). *E. balteatus* је значајна као предатор бројних врста лисних ваши међу којима је и *M. persicae* (Hart & Bale, 1997). У лабораторијским огледима утврђено је да ларва осоликх мува може дневно да поједе до 100 јединки ових штеточина (Horper et al., 2011). Конкретно, наводи се да врста *Eupeodes corrolae* (Fabricius) током свог развоја може да поједе 867 ларви *M. persicae* (Schneider, 1969).

*Aphidoletes aphidimyza* Rondani се наводи као најзначајнији предатор лисних ваши из фамилије Cecidomyiidae. Храни се јединкама великог броја врста и често се користи у програмима биолошке контроле ових штеточина (Choi et al., 2004).

Важни предатори лисних ваши су из инсекатске фамилије Chrysopidae. Овој фамилији припада више предаторских врста као што су *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Chrysopa perla* L. и *Chrysopa septempunctata* Wesmael. Међутим, најзначајнија врста је *C. carnea* која је ефикасан предатор лисних ваши и других малих инсеката на различитим домаћинима. Храни се јајима и ларвама лептира, лисних ваши, гриња паучинара, штитастих ваши, лептирастих ваши, трипса и цикада (Zaki & Gesraha, 2001; Reddy, 2002, Sattar et al., 2011; Sarwar, 2014; Shareef et al., 2016). Ову врсту одликује дуговечност, добра способност летења и кретања, као и висок репродуктивни потенцијал што је чини важном у програмима интегралне заштите (Naranjo, 2001; Aziza et al., 2007). *C. carnea* је један од најефикаснијих природних непријатеља штеточина чије популације су показале велику толерантност на пестициде, што га чини релативно кориснијим биолошким агенсом у односу на друге предаторе и паразитоиде (Bigler, 1984).

Такође, значајни предатори *M. persicae* су и неке врсте из фамилије Miridae. У претходном периоду испитиван је предаторски потенцијал стеница *Nesidiocoris tenuis*, *Macrolophus rugmaeus* и *Dicyphus maroccanus* у контроли лисних ваши у усевима слатке паприке. Утврђено је да су женке све три врсте биле снажно привучене мирисом инфицираних биљака јединкама *M. persicae*. Такође, све три врсте су активно ловиле јединке зелене бресквине ваши, али је *D. maroccanus* била најефикаснија хранећи се како младим тако и одраслим ларвама. У наведеним истраживањима утврђено је да су ове врсте стеница значајно смањиле бројност зелене бресквине ваши по листу, достижући ефикасност близу 100% у поређењу са контролним биљкама. Ови резултати сугеришу да би стенице могле имати кључну улогу у регулисању бројности лисних ваши на паприци (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2015).

Паразитоиди такође имају значајну улогу у регулисању бројности штетних инсеката. Тако се врста *Aphidius colemani* може успешно користити у борби против *M. persicae* (Andorno & López, 2014). Нарочито је ефикасна у сузбијању лисних ваши у пластеницима (van Steenis, 1995). Такође, доказано је да *A. colemani* слабије контролише популације *M. persicae* са *MACE* (*Modified acetylcholinesterase*) механизмом резистентности у односу на популације које нису развиле овај тип резистентности. Поред тога забележено је и да су популације зелене бресквине ваши са *MACE* механизмом резистентности биле гушће распоређене на тачкама пораста биљака (врхови младара) у односу на популације без овог механизма резистентности тако да *A. colemani* не контролише успешно тако густе колоније (Foster et al., 2003). У кинеској провинцији Јунан пуштање паразитоида *Aphidius gifuensis* (Ashmead) значајно је допринело смањењу популације зелене бресквине ваши на пољима дувана (Yang et al., 2011). И друге врсте паразитоида као што су *Aphelinus asychis* Walker, *Aphidius matricariae* Haliday, *Aphidius ervi* Haliday показале су различите стопе паразитизма *M. persicae* у експериментима



спроведеним у стакленицима у Индији (Gavkare et al., 2014). Међутим, паразитоиди нису увек довољно ефикасни у сузбијању лисних ваши тако да је често потребно присуство и предатора како би се побољшала успешност њихове контроле (Bompard et al., 2013; Messelink et al., 2008).

Осим предатора и паразитоида познато је неколико врста гљива, бактерија, вируса и нематода који се могу користити као биолошки агенси контроле штеточина. Више од 750 врста ентомопатогених гљива из 85 родова су познати по својој способности да инфицирају артропode (Paschapur et al., 2021; Vamisile et al., 2021; Mora et al., 2016; Roberts & Hajek, 1992; Khachatourians & Qazi, 2008). Међутим, већина још увек није у комерцијалној употреби за сузбијање биљних штеточина. Ове гљиве су природно присутне у пољопривредном земљишту, али њихова ефикасност у овим условима није висока услед недовољне бројности спора. Највише проучаване врсте ентомопатогених гљива припадају родовима: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Hirsutella*, *Isaria* и *Lecanillium* (Vamisile et al., 2021). Род *Metarhizium* напада врсте из више од 150 фамилија артропода, док је род *Beauveria* ефикасан против 200 врста инсеката и гриња (De Barros et al., 2015). Две врсте, односно *Beauveria bassiana* (Vuillemin) и *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff), имају потенцијално инсектицидно деловање на више од 300 врста артропода, укључујући *M. persicae* (De Barros et al., 2015; Yun et al., 2017). Доказано је да ентомопатогене гљиве имају потенцијал да контролишу популације зелене бресквине ваши утичући на понашање јединки пре започињања исхране (Manoussopoulos et al., 2019). Такође смањују развој популација ваши као и плодност јединки (Jaber & Araj, 2018). Утврђен је висок степен морталитета ваши у биолошким тестовима са *B. bassiana* и *M. anisopliae* (Yun et al., 2017; Lee et al., 2015).

Биљне ваши немају ентомопатогене вирусе који би изазвали њихово значајно угинуће, тако да ови патогени нису заживели у комерцијалној примени. Међутим, забележено је да биљке користе биљне вирусе које преносе ваши као одбрамбено средство против бројних штеточина (Der Geest, 2000). На пример, *M. persicae* преноси парвовирус (*M. persicae* densovirus) током исхране на биљкама. Биљке користе овај биљни вирус као део своје одбрамбене стратегије и служе као извор за даље инфекције других јединки лисних ваши (Van Munster et al., 2005). Примећено је смањење раста популација зелене бресквине ваши на биљкама дувана зараженим  $\Upsilon$  вирусом кромпира као и повећана осетљивост на паразитоиде (Ren et al., 2015; Mauck et al., 2015). Међутим, поред тога забележени су и позитивни ефекти биљних вируса на *M. persicae*. Тако је забележен раст популација, повећана исхрана и плодност јединки које су се храниле на биљкама зараженим вирусом мозаика репе (Liu et al., 2019).

У биолошкој борби против лисних ваши могу се користити и неке ентомопатогене бактерије. Претходне студије показале су да се неке бактерије које се уобичајено налазе у спољашњој средини могу користити за сузбијање одређених штеточина укључујући и лисне ваши (López-Isasmendi et al., 2019; Paliwal et al., 2022; Akbar et al., 2014). Неколико врста бактерија међу којима су: *Pseudomonas fluorescens* (сој PpR24), *Bacillus amyloliquefaciens* (сојеви CBMDDrag3, PGPBacCA2, & CBMDLO3), *Saccharopolyspora spinosa*, *Bacillus thuringiensis* као и биоинсектициди на бази метаболичких продуката бактерија (Bosal 10 EC и Spinosad 240 SC) испитивано је на различитим биљкама, укључујући *Brassica oleracea*, *Arabidopsis thaliana*, *Beta vulgaris* и *Capsicum annuum*. (Priest et al., 1987; Mertz et al., 1990; Torres-Quintero et al., 2016). У огледу где су јединке *M. persicae* храњене суспензијама целих ћелија као и супернатантом без ћелија, различитих

сојева *Bacillus amyloliquefaciens* дошло је до 100% смртности како одраслих тако и нимфи ове штеточине (López-Isasmendi et al., 2019). На карфиолу након примене ових биоинсектицида забележено је смањење популације *M. persicae* за 57% (Akbar et al., 2014). Примена *P. fluorescens* соја PrR24 изазвала је смањење популација зелене бресквине ваши за 68% на *C. annuum*, 57% на *A. thaliana* и за 69% на *B. vulgaris* (Paliwal et al., 2022).

Такође и неке врсте ентомопатогених нематода могу регулисати бројност штеточина директним сузбијањем и/или индукујући одбрамбене механизме у биљкама (Kamali et al., 2022). На пример, показало се да ентомопатогене нематодe поспешују активност полифенол-оксидазе и гвајакол-пероксидазе у корену, а истовремено и у надземним ткивима (Kamali et al., 2022; Johnson & Rasmann 2015). Међутим, спроведена су ограничена истраживања о ефикасности ентомопатогених нематода у сузбијању лисних ваши, посебно *M. persicae*, док је врста *Steinernema carpocapsae* (Weiser) показала ниску инфективност за зелену бресквину ваш (Park et al., 2013).

## **2.3. Сузбијање *M. persicae* применом инсектицида**

### **2.3.1. Историјат регистрованих инсектицида за сузбијање лисних ваши у Србији**

Током протеклих педесетак година на подручју наше земље за сузбијање лисних ваши, међу којима је и зелена бресквина ваш, били су регистровани инсектициди из различитих хемијских група. Према подацима из 1976. године за ове намене користила су се махом једињења из групе органофосфата (азинфос-метил, ацефат, диазинон, дихлорвос, диметоат, диметон-S-метил, дисулфотон, ендосулфан, фенитроотион, фентион, фосалон, фосфамидон, имидадан, малатион, метидатион, ометоат, триазофос, паратион, пиримифос-метил, вамидотион, тиаметон), карбамата (диоксакарб и метомил) као и минерална уља (Митић, 1976). Десет година касније осим регистрованих органофосфата (азинфос-метил, бромфос, бромфос-метил, диметон-S-метил, диазинон, дихлорвос, диметоат, дисулфотон, ендосулфан, фенитроотион, фентион, фентоат, фенвалерат, фенитроотион, фосалон, фосфамидон, фосмет, хептенофос, хлорпирифос, малатион, метамидофос, метидатион, мевинфос, монокротофос, оксидеметон-метил, ометоат, паратион, пиридафентион, сулфотеп, тиометон, триазофос, вамидатион), карбамата (бутоксикарбоксин, диоксакарб, метомил, оксамил, пиримикарб, пропоксур), били су у примени и пиретроиди (алфа-циперметрин, делтаметрин, циперметрин), као и циклодиени (ендосулфан) (Митић, 1986). Деведесетих година (Митић, 1994), такође су преовладавали органофосфати (азинфос-метил, диметон-S-метил, диазинон, дихлорвос, диметоат, фенитроотион, фентион, формотион, фосалон, фосфамидон, фосмет, хептенофос, хлорпирифос, хлорпирифос-метил, малатион, метидатион, ометоат, паратион, тиометон, вамидотион, пиримифос-метил), карбамати (бутоксикарбоксин, метомил, оксамил, пиримикарб, пропоксур), пиретроиди (алфа-циперметрин, бета-цифлутрин, бифентрин, делтаметрин, есфенвалерат, ламбда-цихалотрин,) као и минерална уља. Подаци из 2004. године указују на увођење неоникотиноида (ацетамиприд, имидаклоприд, тиаклоприд, тиаметоксам) за сузбијање лисних ваши, али и даље заступљених органофосфата (ацефат, азинфос-метил, диазинон, диметоат, хлорпирифос, малатион, метидатион, пиримифос-метил), карбамата (метомил, триазамат), пиретроида (бифентрин, делтаметрин), циклодиена (ендосулфан) и минералних уља (Митић, 2004). Према подацима Јањића и Елезовића (2010), и даље су били актуелни органофосфати (азинфос-метил, диметоат,

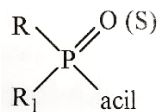
фенитротион, фосалон, хлорпирифос, малатион, пиримифос-метил), карбамати (метомил), пиретроиди (алфа-циперметрин, бифентрин, делтаметрин, циперметрин, ламбда-цихалотрин, тау-флувалинат) и неоникотиноиди (ацетамиприд, имидаклоприд, тиаклоприд, тиаметоксам), минерална уља и уље уљане репице. Последњи публиковани подаци (Тим приређивача, 2022) указују на значајно редуковану структуру понуде регистрованих инсектицида, где више нема представника некада врло заступљених органофосфата и карбамата. За сузбијање лисних ваши данас су регистровани препарати на бази: ацетамиприда, азадирахтина, абамектина, сулфоксафлора, флоникамида флупирадифурана, делтаметрина, гама-цихалотрина, циперметрина, ламбда-цихалотрина, тау-флувалината, минералног уља као и из групе пиретрина (Тим приређивача, 2022).

### 2.3.2. Својства испитиваних инсектицида

#### *Органофосфати (хлорпирифос, диметоат)*

*Настанак и развој:* Први органофосфат (OP) синтетисао је Lassaigne 1820. године од алкохола и фосфорне киселине, а Moschnin је 1854. извео синтезу тетра-етил-пирофосфата – *TEPP*, са инсектицидним деловањем, али је уједно био и најтоксичнији постојећи инсектицид. Michaelis је 1900. године открио амидо естре цијано-фосфата, а 1930. године Lange и Ktüeger синтетишу естре флуоро-фосфата, бојне отрове, сарин и соман. Gerhard Schrader и Hans Kueckenthal који су 1935. године утврдили снажно физиолошко деловање органофосфата, започели су развој нових инсектицида и акарицида из ове хемијске групе. Такође, они су синтетисали већи број једињења која су била предвиђена за примену као евентуални бојни отрови (Chambers, 1992; Јањић, 2005). Данас, након два века од првог синтетисаног органофосфата, Од некада велике групе органофосфата, данас су за примену у пољопривреди у нашој земљи остали само пиримифос–метил и малатион (Тим приређивача, 2022).

*Хемијска структура:* Године 1937. Schrader даје формулу за основну структуру једињења са контактним инсектицидним деловањем, која је 1950. године развијена у структуру са општим обликом, тзв. „Шрадерова формула“:



Пентавалентни фосфор везан је двоструком везом за кисеоник или сумпор; R и R1 су алкил (-CH<sub>3</sub>, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), алкокси (-OCH<sub>3</sub>, -OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) и/или амино групе (-NH<sub>2</sub>), а ацил група представља анјон неорганске или органске киселине (Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) или неку другу киселинску групу (фенолати, енолати, меркаптиди). Ацил група је такозвана „одлазећа група“, која се уклања када органофосфат фосфорилише *AChE* и најосетљивија је на хидролизу (Costa, 1988). Постоји неколико хемијских подгрупа органофосфата, нпр. фосфати, тиолофосфати, тионофосфати (хлорпирифос), дитиофосфата (диметоат), фосфорамидати, фосфонати и други. Тионофосфати и дитиофосфати који се користе као инсектициди имају P = S везу, прво морају бити биоактивирани *in vivo* на њихове аналоге са P = O везом да би испољили своје токсично дејство. Ова биоактивација је оксидативна десулфурација посредована ензимима цитохрома *P450* (Јањић, 2005; Chambers et al., 2010).



*Механизам деловања:*

Ацетилхолинестераза (*AChE*) је ензим задужен за разлагање ацетилхолина (*ACh*), трансмитера у нервним синапсама централног и периферног нервног система (*CNS* и *PNS*). При надражају неурона он се у малим количинама ослобађа из везикула на крају аксона и дифундује у синапсу доспевајући на постсинаптичку мембрану где се везује за своје рецепторе – мускаринске (*mAChR*) и никотинске (*nAChR*) и тиме преноси импулс на наредни неурон или мишићну ћелију (интернеуронске или неуро-мускуларне синапсе). Вишак *ACh* се у синапси брзо разграђује (1 ms) на ацетат и холин помоћу *AChE* како би се спречило накнадно стимулација постсинапсе (Fukuto, 1990; Јањић, 2005; Јањић, 2009).

Механизам деловања *OP* заснива се на ирверзибилној инхибицији ензима ацетилхолинестеразе и накупљању ацетилхолина у нервним синапсама *CNS* и *PNS* у ткивима и органима тако да тровање *OP* представља заправо тровање ендогеним ацетилхолином. Фармакофора је  $-O-P=O$  група која се преко кисеоника везује ковалентном везом за естарско место *AChE* (фосфорилација ензима), градећи прилично стабилан комплекс, што доводи до смањења броја молекула активног ензима. Фосфор није довољно електрофилан да би реаговао са водом и на тај начин хидролитички ослободио ензим. С обзиром да је фосфорилувани ензим врло постојан, угинуће штеточине наступа брже него што би дошло до реактивације ензима. Изражена стабилност везе *OP-AChE* је узрок што се органофосфати не сматрају супстратом већ инхибиторима *AChE*. Накупљање *ACh* у синапсама проузрокује прво стимулацију, односно појачавање физиолошких функција, а касније депресију холинергичког нервног система. Код инсеката се као резултат токсичног деловања *OP* јавља неконтролисано понашање, а затим парализа и угинуће (Fukuto, 1990; Јањић, 2005; Јањић, 2009).

*Проблем резистентности штеточина на органофосфате:* Органофосфати су веома дуго у примени. Поједина једињења која су до скоро била актуелна, примењивала су се неколико десетина година. Вршећи дуготрајан селекциони притисак, *OP* су код појединих врста многих штеточина проузроковали појаву резистентних популација. Механизми резистентности који су заступљени су: метаболичка резистентност (повећана продукција естераза које детоксикују пестицид) и промена места деловања (промена у структури *AChE*, која постаје неосетљива на њихово деловање).

*Хлорпирифос*

*Физичко-хемијска својства:* Активна супстанца је у форми безбојних кристала, благог мириса на меркаптан; тачка топљења (t.t.) је 42-43,5 °C; напон паре (V.p.) износи  $2,7 \times 10^{-3}$  Pa. Слабо се раствара у води (1,4 mg/l), а добро у бензену, ацетону, хлороформу и другим органским растварачима. Брзина хидролизе расте са рН и у присуству бакра и других метала који могу да формирају хелатне комплексе (полувреме разградње,  $DT_{50} = 1,5$  d (d = дана) (рН 8)) до 100 d (рН 7)). У земљишту је умерено ( $DT_{50}$  од 33-56 d), а на површини земљишта, слабо постојан (7-15 d) (MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Хлорпирифос је несистемични инсектицид са контактним, дигестивним и инхалационим деловањем. Сузбија широк спектар врста инсеката из редова: Lepidoptera, Coleoptera, Homoptera и Diptera, на надземним деловима биљке, али и земљишне штеточине, на преко 100 гајених култура (јабучасте и коштичаве воћке, цитруси, језграсте воћке, јагодичасте воћке, винова лоза, поврће, ратарске биљке, биљке у заштићеном простору, шуме). Примењује се у количини од 0,7 - 1,2 kg/ha. Такође се

користи у комуналној хигијени за сузбијање бубашваба, мува, комараца, као и у сточарству (MacBean, 2012; Hites, 2021).

*Токсиколошка и екотоксиколошка својства:* Хлорпирифос је класификован као акутно токсичан (перорално), категорија 3, за пацова ( $LD_{50}$  је од 135-163 mg/kg), а за кунића штетан (перорално), категорија 4 ( $LD_{50}$  креће се од 1000-2000 mg/kg). Токсичан је за већи број предатора и паразитоида, а веома је токсичан за пчеле (орална  $LD_{50}$  = 360 ng/пчели; контактна  $LD_{50}$  = 70 ng/ пчели). Хлорпирифос може изазвати одређене фитотоксичне промене на: виновој лози, лиснатом поврћу, краставцу, ружама, цвећу (азалеје, камелије) (ЕС, 2005; MacBean, 2012).

### *Диметоат*

Прво саопштење о синтези диметоата датира из 1951. године (Hoegberg & Cassaday, 1951). *Физичко-хемијска својства:* Активна супстанца је форми безбојних кристала; t.t. = 49-52 °C; n.p. = 0,25 mPa (25 °C). Растворљивост у води износи 39,8 g/l (pH 7, 25 °C). Релативно је стабилан у киселој средини (pH 2-7), док се у базној средини (pH 9) брзо разлаже ( $DT_{50}$  = 4,4 d). При аеробним условима је непостојан ( $DT_{50}$  = 2-4,1 d), а на површини земљишта слабо постојан ( $DT_{50}$  = 7-16 d) (MacBean, 2012; Van Scoy et al., 2016).

*Примена и спектар деловања:* Диметоат је системични инсектицид и акарицид са контактним и дигестивним деловањем на штеточине. Примењује се за сузбијање широког спектра штеточина: гриња и инсеката из фам.: Aphididae, Aleyrodidae, Coccidae, и редова: Coleoptera, Collembola, Diptera, Lepidoptera, Pseudococcidae и Thysanoptera у стрним житима, шећерној репи, кромпиру, дувану, усевима повртарских биљака, као и у засадима воћака, винове лозе и украсних биљака. Такође се примењује за сузбијање мува у стајама. Количине примене се крећу од 330-600 g/ha (Worthing & Walker, 1983; MacBean, 2012).

*Фитотоксичност:* Диметоат је фитотоксичан за неке сорте лимуна, маслине, смокве, брескве, хмеља, памука, пасуља и парадајза. Након примене, могућа је појава рђе на плодовим јабуке сорти златни и црвени делишес, као и на лишћу неких украсних биљака. Такође, може бити фитотоксичан за цвеће (бегонија, хризантема), поједине врсте коштичавих воћака, цитруса, смокву, орах и неке сорте лешника (MacBean, 2012).

*Токсиколошка и екотоксиколошка својства:* класификован је као акутно токсичан (перорално) категорија 3 и инхалационо категорија 4 (орална  $LD_{50}$ : за пацова 245 mg/kg; инхалациона 1,68 mg/L). Токсичан је за велики број корисних артропода и може довести до краткорочних поремећаја у агробиоценози. Vickerman & Sunderland (1977) наводе висок морталитет јединки (преко 85% 7 дана после третирања (ДПТ), односно 40% 14 ДПТ) код врста из фамилија: Carabidae, Coccinellidae и Syrphidae, док су јединке *Chrysoperla carnea* преживљавале у већем степену и њихова популација се обновила у краћем временском периоду након примене диметоата. Веома је токсичан за пчеле ( $LD_{50}$  (орална) износи 0,1 µg/пчели; (контактна) 0,1 µg/пчели) (Van Scoy et al., 2016; EFSA, 2006; MacBean, 2012).

### *Пиретроиди (делтаметрин, ламбда-цихалотрин)*

*Настанак и развој:* Први аналог пиретрина, односно први пиретроид, алетрин, синтетисали су Schechter & LaForge 1949. године. Алетрин је естар синтетисаног алкохола алетролона и рацемске *cis/trans* смеше хризантемске киселине. Алетрин је имао

приближан ниво токсичног деловања као и пиретрини, али је испољио много слабији *knock-down* ефекат.

Почетком 1970-их година из раствора једног од парова стереомера, (*R,S*)-  $\alpha$ -цијано-3-феноксibenзил (1*R*)-*cis*-3-(2,2-дибромвинил)-2,2-диметил-циклопропан-карбоксилата, издвојен је кристал који се састојао од облика који има (*S*)-конфигурацију (Elliott et al., 1974). Овај појединачни изомер, назван је делтаметрин и био је најактивнији до тада познати инсектицид.

О открићу и својствима ламбда-цихалотрина први пут су саопштили Jutsum et al. (1984). Крајем 1970-их утврђено је да замена једног или оба атома хлора из дихлорвинил групе трифлуорометил групама даје 3-фенокси-бензил естре јачег инсектицидног деловања. Најактивнији из ове групе био је цихалотрин. Гама-цихалотрин и ламбда-цихалотрин су активни састојци комерцијалних производа на бази цихалотрина. Оба су естри цијанохидрина *cis*-3 - [(*Z*) -2-хлоро-3,3,3-трифлуоропропенил] -2,2-диметилциклопропан-карбоксилне киселине.

*Механизам деловања:* У нервним ћелијама стварање акционог потенцијала деполаризацијом мембране укључује отварање натријумових канала ћелијске мембране и брзо повећање прилива натријумових јона. Реполаризацијом и затварањем натријумових канала почиње процес инактивације акционог потенцијала.

Пиретроиди модификују затварање напонско-зависних натријумових канала у нервним мембранама сисара и бескичмењака (Eells et al., 1992; Narahashi, 1989) тако да долази до одлагања њиховог затварања услед везивања пиретроида на  $\alpha$  подјединици натријумовог канала (Trainer et al., 1997).

Продужено отварање натријумових канала од стране неуротоксичних изомера пиретроида производи продужени прилив натријума који проузрокује продужени накнадни негативни потенцијал (Miyamoto et al., 1995; Soderlund & Bloomkuist, 1989). Ово доводи до репетитивног пражњења нервних влакана и може довести до хиперексцитације читавог нервног система (Narahashi et al., 1995). При високим концентрацијама пиретроида, продужени накнадни негативни потенцијал може бити довољно велик да потпуно деполаризује нервну мембрану, стварајући отвореније натријумове канале (Eells et al., 1992) и на крају изазвати блокаду проводљивости.

Ови ефекти на натријумове канале су заједнички за све пиретроиде, иако су специфични ефекти пиретроида типа II (делтаметрин, ламбда-цихалотрин): деполаризација нервних мембрана без репетитивних пражњења (Dorman & Beasley, 1991; Vijverberg & van den Bergken, 1982), смањење амплитуде акционог потенцијала (Dorman & Beasley, 1991), стабилизација различитих стања натријумових канала што смањује стопе прелаза између њих (Dorman & Beasley, 1991; Eells et al., 1992; Narahashi, 1989), продужено време отворености канала, што на крају доводи до блокаде проводљивости нервних влакана (Soderlund & Bloomkuist, 1989).

### *Делтаметрин*

*Физичко-хемијска својства:* Активна супстанца је у облику безбојних кристала; t.t.: 100-102 °C; V.p.  $1,4 \times 10^{-8}$  Pa; растворљивост у води < 0,2  $\mu$ g/l, а добро се раствара у циклохексанону (750), дихлорметану (700), ацетону (500 g/l). Стабилан је на ваздуху, и стабилнији је у киселој него у базној средини (DT<sub>50</sub> = 2,5 d, pH 9). У земљишту је слабо постојан (DT<sub>50</sub> < 23 d). Фотолиза на површини земљишта је релативно брза (DT<sub>50</sub> = 9 d).

Под утицајем *UV* зрачења, на сунчевој светлости долази до *cis-trans*-изомеризације, цепања естарске везе и губитка брома (WHO, 1990; MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Делтаметрин је несистемични инсектицид са контактним и дигестивним и брзим иницијалним деловањем. Примењује се за сузбијање јединки широког спектра врста у различитим количинама примене и то оних из редова: Coleoptera (2,5-7,5 g/ha), Heteroptera (5,0-7,5 g/ha), Homoptera (6,2-12,5 g/ha), Lepidoptera (5-21 g/ha), Thysanoptera (5-10 g/ha) и Orthoptera (5-12,5 g/ha), у засадима воћака, винове лозе, усевима поврћа, жита, кукуруза, уљане репице, соје. Може се применити прскањем земљишта за сузбијање гусеница совица (фам. Noctuidae). У комуналној хигијени се користи за сузбијање мува, комараца, бубашваба (12,5 mg/m<sup>2</sup>) и штеточина ускладиштеног зрна (0,25-0,5 g/t). У сточарству је погодан за сузбијање обада и крпеља на стоци и у стајама (Worthing & Walker, 1987; MacBean, 2012).

*Токсиколошка и екотоксиколошка својства:* Делтаметрин је класификован у категорију 3 (перорално и инхалационо), одоосно обележен као токсичан ако се прогута и удише (орална LD<sub>50</sub> за пацова износи 87,4 mg/kg, а инхалациона LC<sub>50</sub> 0,232 mg/L). У односу на предаторе из рода *Chrysopa* и *Stethorus* препарати на бази делтаметрина су умерено токсични, а нешто су токсичнији за предаторске стенице. Делтаметрин је изузетно токсичан за *Aphidius matricariae* (Stevenson et al., 1984). Веома је токсичан за пчеле (LD<sub>50</sub> (орална) 75 ng/пчели; (контактна) 51 ng/пчели) (MacBean, 2012; ЕС, 2017).

#### *Ламбда-цихалотрин*

*Физичко-хемијска својства:* Активна супстанца је безбојна чврста супстанца (техничка супстанца је тамно смеђа до зелена очврсла отопином); t.t. = 49,2 °C; V.p. = 2 x10<sup>-7</sup> Pa; растворљивост у води 0,005 mg/l, а добро се раствара у ацетону, метанолу, толуену, хексану, етилацетату (> 500 g/l). У земљишту се брзо разграђује под утицајем земљишних микроорганизама (DT<sub>50</sub> од 6-40 d). У земљишту није покретан с обзиром да се везује за органску материју и честице земљишта (Wollerton, 1984; MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Ламбда-цихалотрин је несистемични инсектицид са контактним и дигестивним деловањем. Моћан је инсектицид са израженим тренутним парализујућим ефектом и дугим резидуалним деловањем. Примењује се за сузбијање јединки широког спектра врста попут: лисних ваши, кромпирове златице, трипса, гусеница из реда Lepidoptera, Coleoptera и др., у усевима жита, кромпира, поврћа и др. Обезбеђује добру контролу инсеката вектора биљних вируса, с обзиром на брзо “*knock-down*“ деловање, у количини од 2-5 g/ha. Такође се примењује и у комуналној хигијени (MacBean, 2012).

*Токсиколошка и екотоксиколошка својства:* Ламбда-цихалотрин класификован у категорију 3 по акутној токсичности (перорално) (LD<sub>50</sub> за мужјака пацова износи 79, а за женку 56 mg/kg). Такође, токсичан је инхалационо (категија 2) и дермално (категија 4) (EFSA, 2014). Petzoldt et al. (2001) су утврдили да је ламбда-цихалотрин веома токсичан (категија 5: 71% - 100% морталитета) за поједине корисне врсте артропода међу којима су следеће врсте *Orius insidiosus*, *Coleomagilla maculata* (ларве), *Delphastus pusillus*, *Encarsia formosa*, *Chrysoperla carnea*, *Hippodamia convergens* (адулти) и *Trichogramma brassicae*. Веома је токсичан за пчеле (LD<sub>50</sub> (орална) = 0,91 µg/пчели; LD<sub>50</sub> (контактна) 0,038 µg/пчели) (MacBean, 2012; EFSA, 2014).

## Неоникотиноиди (имидаклоприд, тиаметоксам)

*Општа својстава:* Назив неоникотиноиди потиче од чињенице да према механизму деловања подсећају на дејство никотина као нервног отрова. Имидаклоприд је прво једињење уведено у примену 1990. године (Moriya et al., 1992). Припадају групи токсиколошки повољнијих једињења у односу на старије групе инсектицида: органофосфате, карбамате и пиретроиде (Kundoo et al., 2018).

Сви представници ове групе су веома добри системици. Добри су системици када се усвоје кореном тј. када се примене преко земљишта или третирањем семена, односно садног материјала. При фолијарној примени ограничени су системици, односно, крећу се трансламинарно (Kundoo et al., 2018). На инсекте делују првенствено контактано, али и дигестивно. Делују на све развојне стадијуме инсеката (јаја, ларве и имага). Инсекти брзо испољавају симптоме тровања и престају са исхраном (Jeschke & Nauen, 2005; Moriya et al., 1992; Kundoo et al., 2018).

Неоникотиноиди се примењују фолијарно, преко земљишта и за третирање семена и садног материјала, за сузбијање штеточина подземних и надземних биљних органа. Према намени су инсектициди, односно немају друго деловање. Спектар деловања обухвата инсекте који боду и сишу биљне сокове (лисне ваши, трипси, бела лептираста ваш) и неке који грицкају биљне органе (гусенице - минери, кромпирова златица) (Kundoo et al., 2018; MacBean, 2012). Неоникотиноиди су били намењени за сузбијање кромпирове златице. Међутим, последњих година јавио се проблем резистентности на већем броју локалитета, што је последица њихове вишегодишње и учестале примене за ове намене (Kaplanoglu et al., 2017; Scott et al., 2015).

Ова једињења испољавају знатно вишу токсичност за инсекте у односу на сисаре и зато су безбеднији за примену у односу на старије групе инсектицида (Tomizawa & Casida, 2005). Не изазивају фитотоксичне промене на гајеним биљкама. Слабо до умерено су токсични за организме у води и птице, а умерено до врло акутно токсични за пчеле. Не изазивају велике поремећаје у биоценози, тако да су погодни за укључивање у програме интегралне заштите биља (MacBean, 2012).

Због индиција о неповољним сублеталним ефектима за пчеле у децембру 2013. године Европска комисија је донела одлуку о привременој забрани употребе клотианидина, тиаметоксама и имидаклоприда за третирање семена појединих биљака (*Commission implementing regulation*, 485/2013). Према Уредби ЕУ од 13. јануара 2020. године (2020/23), тиаклоприд, тиаметоксам и клотианидин, нису добили одобрење за даљу примену у заштити биља у земљама ЕУ. Према истој уредби имидаклоприд је могао да се примењује само у трајним стакленицима до 2022. године, док је ацетамиприд и данас дозвољен за примену у периоду после цветања биљака (Тим приређивача, 2022).

*Механизам деловања:* Место деловања неоникотиноида и осталих инсектицида из IRAC 4 групе су никотински рецептори за ацетилхолин (*nAChRs*) (Sparks & Nauen, 2015). Код инсеката су идентификовани гени који кодирају више подјединица *nAChRs*, што сугерише постојање различитих подтипова рецептора код различитих врста инсеката, при чему се разликује однос и број типова подјединица у оквиру једног *nACh* рецептора (Thanu et al., 2006). Ови рецептори представљају комплекс јонских канала за брзу ексцитациону неуротрансмисију и широко су распрострањени у *CNS* како код инсеката, тако и код сисара (Thanu et al., 2007). *NACHRs* представљају примарно место деловања великог броја инсектицида (Sparks & Nauen, 2015). Код инсеката, као и код кичмењака, *nAChRs*

посредују у брзом синаптичком преносу преко ексцитационог комплекса рецептора неуротрансмитера. Већина *nAChR* су хетеропентамере које се састоје од  $\alpha$  подјединица, са паром суседних цистеина у петљи *C* екстрацелуларног *N*-терминалног региона, или домена за везивање лиганда, и  $\beta$  подјединица (Thany, 2023). *NACHRs* инсеката се јасно разликују у односу на специфичност њихове интеракције са неоникотиноидима. Постоје посебно осетљиви подтипови са местима везивања молекула неоникотиноида на *nAChR* код различитих врста инсеката (Thany et al., 2006).

Код инсеката, неоникотиноиди делују селективно на постсинаптичке *nAChRs* као конкурентни модулатори (Sparks & Nauen, 2015) и везују се за место везивања *ACh* које се налази на хидрофилном ванћелијском региону  $\alpha$  подјединица. Место везивања неоникотиноида је у основи слично или је уско повезано са местом везивања *ACh*. Инсектицидна активност неоникотиноида настаје услед њиховог деловања као агониста *nAChRs*, проузрокујући отварање јонских канала и касније њихову блокаду. Агонистичко деловање на *nAChRs* доводи прво до хиперексцитације, а затим до парализе и угинућа јединке (Sone et al., 1994).

### *Имидаклоприд*

Године 1984., откриће имидаклоприда било је резултат рада на побољшању активности модификацијом структуре првог представника са шесточланим прстеном, нитиазина који није ушао у комерцијалну примену у пољопривреди због његове ограничене ефикасности и нестабилности молекула на хидролитичке и фотолитичке процесе (Schroeder & Flattum, 1984).

*Физичко-хемијска својства:* Имидаклоприд се врло слабо раствара у води (0,61 g/l), а нешто више у дихлорметану и ацетону. У земљишту, при аеробним условима је перзистентан ( $DT_{50} = 156$  d), али се разграђује до угљен-диоксида (Jeschke & Nauen, 2005; MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Имидаклоприд је постао први представник неоникотиноида, као високо ефикасан и најпродаванији инсектицид широм света, важан за сузбијање штетних инсеката у многим усевима и засадима, регистрован у више од 120 земаља, за примену у више од 140 биљних култура (Elbert et al., 2008; Kagabu, 2003; Kagabu, 1997).

Брзо усвајање и трансламинарни транспорт имидаклоприда је изражен. Има значајну акропеталну мобилност у ксилему биљака, што га чини високо корисним за третирање семена и примену преко земљишта, а због добре трансламинарне активности примењује се и фолијарно (Elbert & Nauen, 2004).

Имидаклоприд има широк спектар деловања, као и добро резидуално деловање. Сузбија велики број штетних инсеката који боду и сишу биљне сокове, као што су: лисне ваши, лептирасте ваши, цикаде, трипси, штитасте ваши, лисне буве, неки тврдокрилци и стенице (MacBean, 2012). Многи од ових инсеката познати су и као вектори биљних вируса и фитоплазми, тако да је брзо и антифидно деловање имидаклоприда кључно у спречавању ширења болести које изазивају ови патогени.

У сузбијању неких инсеката из реда *Lepidoptera* показује и добро овицидно деловање (*Heliothis virescens*), док на друге делује у стадијуму младих ларви, L2 (*Helicoverpa armigera*, *Plutella xylostella*) (Jeschke & Nauen, 2008).

*Екотоксиколошка својства:* Испитивања Elzena (2001) показала су да је имидаклоприд погоднији од малатиона, ендосулфана, фипронила, профенофоса и цифлутрина за укључивање у програм интегралне заштите памука с обзиром да је испољио мању токсичност за предаторске стенице *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) и *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). Имидаклоприд је слабо токсичан за мраве, пауке, карабиде и стафилиниде, док је за кишне глисте врло токсичан (Kunkel et al., 1999). Albajes et al. (2003) утврдили су ниску токсичност имидаклоприда за предаторе из фам. Coccinellidae и Staphylinidae и за Araneae и умерену токсичност за Carabidae, када се примени за третирање семена кукуруза. Имидаклоприд је врло токсичан за пчеле (орална, LD<sub>50</sub> = 0,0037 µg/пчели; контактна, LD<sub>50</sub> = 0,0081 µg/пчели) (EFSA, 2008).

### *Тиаметоксам*

Тиаметоксам је први пут синтетисан 1991. године, а на тржиште је пласиран 1998. године препарат Aстара, за фолијарно третирање и третирање земљишта и препарат Cruiser, за третман семена (Maienfisch et al., 2001a).

*Физичко-хемијска својства:* Тиаметоксам је умерено до веома постојан у земљишту (DT<sub>50</sub> = 34-75 d) при оптималним условима, али деградација је често бржа у природи, под утицајем земљишних микроорганизама. Под утицајем директне сунчеве светлости, деградација је веома брза (DT<sub>50</sub> = 2-3 d). Тачка топљења је 139,1 °C, а у води се релативно добро раствара (4,1 g/l) (Maienfisch et al., 1999; MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Тиаметоксам се у биљкама брзо усваја и транспортује ксилемом. Крећући се акропетално, доспева у све делове биљке. Примењен преко земљишта или фолијарно, тиаметоксам пружа добру заштиту усева и засада од великог броја штетних инсеката, укључујући лисне ваши, лептирасте ваши, трипсе, цикаде, кромпирову златицу, бубаче, жичњаке, лисне минере, али и неке гусенице лептира (Maienfisch et al., 2001b).

Тиаметоксам испољава врло брзо деловање на циљане инсекте, са почетним симптомима који су видљиви већ након 15–30 минута након примене (лисне ваши, златица), односно након 1 сата код лептирастих ваши. Кад престане исхрана, инсекти извлаче своје стиле, протежу ноге и померају антене напред. Чак и ако инсекти угину 24 сата касније, ефекти су упоредиви са ефектима “knock down” једињења, јер је заустављање процеса исхране неповратно. Услед овако брзог деловања, долази до спречавања трансмисије биљних вируса (Maienfisch et al., 2001b).

*Механизам деловања:* Према механизму деловања, као и остали неоникотиноиди, тиаметоксам је компетитивни модулатор nAChR. Међутим, доказано је да се ово једињење за nAChR везује на другачији начин у односу на друге комерцијализоване неоникотиноиде. Такође, утврђено је да је интеракција између тиаметоксама и имидаклоприда „неконкурентна“, што значи да везивање тиаметоксама не смањује афинитет везивања рецептора са имидаклопридом. Тиаметоксам има овај необичан начин инхибиције као и неки други неоникотиноиди, који садрже N-метил групу као фармакофору (Kaysner et al., 2004). Закључено је да су овакви слаби конкуренти на nAChR често погрешно схваћени као да имају слаб афинитет према одређеном месту везивања за nAChRs, док је уствари њихов суштински афинитет према неком другом, можда чак и суседном месту везивања и можда је врло специфичан, што се посебно односи на тиаметоксам, динотефуран и сулфоксафлор (Kaysner et al., 2016). Ови резултати јасно

сугеришу да се тиаметоксам везује на јединствен начин међу комерцијалним неоникотиноидима за *nAChR* и да метаболичка трансформација у клотианидин није неопходна за његову инсектицидну активност. Оваква открића оповргавају тврдње да је тиаметоксам само прекурсор клотианидина, већ да сам по себи има биолошку активност.

*Екотоксиколошка својства:* Sterk et al. (2003) наводе да су тиаметоксам и имидаклоприд, врло токсични за *Macrolophus caliginosus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Aphidius* spp. и *Encarsia formosa*. Petzoldt et al. (2001) су утврдили да је тиаметоксам штетан (категорија 5: 71% - 100% морталитета) за поједине корисне врсте артропода међу којима су следеће врсте: *Coleomagilla maculata* (ларве), *Delphastus pusillus*, *Encarsia formosa*, и *Trichogramma brassicae*, умерено штетан (категорија 3: 31% - 70% морталитета) за *Orius insidiosus* и *Chrysoperla carnea*, и нешкодљив (категорија 1: 0% - 30% морталитета) за *Hippodamia convergens* (адулти). Веома је токсичан за пчеле (контактна,  $LD_{50} = 0,024$   $\mu\text{g}/\text{пчели}$ ; орална,  $LD_{50} = 0,005$   $\mu\text{g}/\text{пчели}$ ) (ЕС, 2006).

### *Сулфоксимини (сулфоксафлор)*

Сулфоксафлор је уведен у примену 2012. године од стране компаније *Dow Agrosciences*.

*Примена и спектар деловања:* Сулфоксафлор на инсекте делује контактано и дигестивно. Дobar је системик (креће се ка тачки пораста - акропетално) и има добро трансламинарно кретање. Такође, има добро иницијално и резидуално деловање. Примењује се у засадима воћака и украсног биља, усевима поврћа (лиснато поврће, купусњаче, фам. Cucurbitaceae; парадајз, паприка), усеву кукуруза (САД), засаду винове лозе (САД) (Babcock et al., 2011). Сулфоксафлор делује против широког спектра штетних инсеката који се хране биљним соковима (инсекти који боду и сишу) из фам. Aphididae, Aleyrodidae, штитасте ваши, лисне буве, цикаде, поједине врсте из реда Heteroptera (стенице). Слабије деловање испољава у сузбијању инсеката из редова: Coleoptera, Diptera, Lepidoptera и Thysanoptera. Сузбија и популације резистентне на неоникотиноиде и друге инсектициде (Babcock et al., 2011).

*Механизам деловања:* Према механизму деловања је компетитивни модулатор никотинског рецептора за ацетилхолин (*nAChR*) (Sparks & Nauen, 2015). Сулфоксафлор се везује за овај рецептор уместо ацетилхолина и делује као активатор *nAChR*. Као последица деловања долази до неконтролисаног стварања нервних импулса што је праћено подрхтавањем мишића (тремор), након чега долази до парализе и смрти. Сулфоксафлор делује на исте рецепторе као неоникотиноиди, бутенолиди и мезојоници, али се другачије везује. Тако је утврђено да се сулфоксафлор може везивати за различите подјединице *nAChR* у односу на неоникотиноиде (Watson et al., 2011).

*Физичко-хемијска својства:* Активна супстанца је у виду прљаво-белог праха, са тачком топљења од 112,9°C. Сулфоксафлор је врло слабо постојан у земљишту и брзо се разграђује под утицајем земљишних микроорганизама ( $DT_{50} = 3,54$  d;  $DT_{90} = 11,74$  d). Слабо се раствара у води (око 600 mg/l), а добро у органским растварачима (ацетон, метанол). Међутим, слабо је растворљив у ксилену (Anonimous, 2014a).

*Екотоксиколошка својства:* Сулфоксафлор је умерено до врло токсичан за предаторске гриње (*Amblyseius* spp., *Typhlodromus pyri*; *Phytoseiulus persimilis*), умерено токсичан за *Chrysoperla carnea* и безбедан за многе предаторске стенице и бубамаре, као и за паразитне осице (из фам. Aphelinidae, Braconidae, Encyrtidae). Веома је токсичан за пчеле (48-h, орална  $LD_{50} = 0,146$   $\mu\text{g}/\text{пчели}$ ; 72-h контактна,  $LD_{50} = 0,379$   $\mu\text{g}/\text{пчели}$ ) (EFSA, 2014).



*Селективни блокатори процеса исхране: модулатори хордотоналних органа (флоникамид и пиметрозин)*

**Класификација:** Током дужег низа година IRAC је класификовао пиметрозин и флоникамид у групу селективних блокатора процеса исхране инсеката из реда Homoptera (група 9), при чему је пиметрозин био у подгрупи 9B, а флоникамид у подгрупи 9C, док је пирифлуквиназон сврстан у групу UN као једињење са недовољно познатим местом деловања. У последње две деценије, испитивања механизма деловања довела су до закључка да ова једињења ступају у интеракцију са хордотоналним органима на непознатом месту деловања, тако да је група IRAC 9 преименована у “Модулатори хордотоналних органа” (Sparks & Nauen, 2015). Новија сазнања (Nesterov et al., 2015), указала су да пиметрозин и пирифлуквиназон ремете функцију хордотоналних органа специфично модулирајући *Nan-lav-ov* (*Nanchung – Inactive*) ванилоидни подтип пролазних рецептора импулсних канала (*TRPV*). За флоникамид је такође утврђено да модулира хордотоналне органе, везујући се на другом, до 2022. године, непознатом месту деловања. На основу ових сазнања, промењена је и IRAC *MoA* класификациона шема (IRAC, 2023):

- IRAC 9: Модулатори *TRPV* канала хордотоналних органа (деривати пиридин азометина: пиметрозин, пирифлуквиназон - IRAC 9B; пиропени: афидопиропен – IRAC 9D)
- IRAC 29: Инхибитори никотинамидазе хордотоналног органа (флоникамид)

*Флоникамид*

Флоникамид је селективни системични афицид који је откривен 1994. од стране компаније *Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd.*, а уведен је у примену 2001. године (Hancock et al., 2003). Припада групи трифлуорометил никотинамидима.

**Физичко-хемијска својства:** Флоникамид има тачку топљења од 157,5 °C, врло слабо испарава (напон паре износи  $9,43 \times 10^{-4}$  Pa), а умерено се раствара у води (5,2 g/l). У земљишту је слабо перзистентан ( $DT_{50} < 3$  d). Флоникамид показује минималну тенденцију да се задржава у земљишту због своје брзе деградације, док је његова умерена покретљивост у тлу спречена брзом деградацијом услед деловања земљишних микроорганизама и минерализацијом. Физичко-хемијска својства (нпр. низак подеони коефицијент, умерена растворљивост у води) фаворизују системичну и трансламинарну активност флоникамида (Hancock et al., 2003).

**Примена и спектар деловања:** У спектру деловања су првенствено лисне ваши, укључујући и *Eriosoma lanigerum* (афицид), бела лептираста ваш (*Trialeurodes vaporariorum*), неке цикаде, стенице (*Lygus* spp.) и трипси (*Thrips tabaci*). Примењује се у великом броју усева и засада. Уобичајене количине примене су од 40-60 g a.s./ha, а уколико је интензитет инфестације већи, и уколико треба продужити резидуално деловање, количине примене се могу повећати на 60-80 g a.s./ha (Uehara et al., 1999; Hancock et al., 2003; Hancock, 2004).

Након третирања флоникамидом, ваши потпуно престају да се хране у року од 30 минута. Са престанком исхране примењује се и смањено лучење медне росе. Остале промене у понашању интоксикованих инсеката укључују изражену осетљивост на светлост, случајне или неправилне покрете, некоординисано кретање и неправилне покрете антена. Ови

ефекти се веома разликују од оних које показују ваши третиране неоникотиноидима, којима је флоникамид донекле структурно сличан (Hancock et al., 2003).

*Механизам деловања:* Недавна испитивања показала су да флоникамид и његов снажнији биоактивни метаболит, 4-трифлуорометилникотинамид, модулирају хордотоналне органе на сличан начин као пиметрозин и пирифлуквиназон, али да не активирају *Nan-Iav* (*Nanchung – Inactive*) хетеромере, што указује да овај *Nan-Iav*-ов ванилоидни подтип пролазних рецептора импулсних канала (*TRPV*) није место деловања флоникамида. Qiao et al. (2022) су у молекуларним тестовима са *Drosophila melanogaster* и флоникамидом, идентификовали никотинамидазу као место деловања овог инсектицида. Ензим никотинамидаза се јавља у неуронима хордотоналног рецептора, а њена инхибиција метаболитом флоникамида, 4-трифлуорометилникотинамидом, индукује акумулацију никотинамида и у великој мери инхибира геотаксију код инсеката. Пчеле су отпорне на флоникамид због дупликације гена, што доводи до стварања никотинамидазе неосетљиве на 4-трифлуорометилникотинамид.

*Екотоксиколошка својства:* Флоникамид је врло је селективан за већи број корисних артропода (*Bombux mori*, *Apis mellifera*, *Harmonia axyridis*, *Phytoseiulus persimilis*) (Morita et al., 2014). Флоникамид је штетан за пчеле (орална, 48h, LD<sub>50</sub> = >53,3 µg/пчели; контактна (48h), LD<sub>50</sub> = >51,1 µg/пчели), а препарати на бази ове активне нису; орална и контактна, LD<sub>50</sub> већа је од 100 µg/пчели (EFSA, 2010).

#### *Пиридин азометини (пиметрозин)*

Пиметрозин припада групи пиридин азометина (триазинонски дериват). Откривен је 1986. (Flückiger et al., 1992), а у примену уведен 1994. године.

*Физичко-хемијска својства:* Пиметрозин има тачку топљења од 217°C, врло слабо испарава (има врло низак напон паре,  $4 \times 10^{-6}$  Pa), а слабо до умерено се раствара у води (290 mg/l). Слабо је постојан у киселој средини (pH 5, DT<sub>50</sub> = 5-10 d.), а стабилан је у базној средини, при pH 9, док је у пољским условима слабо перзистентан (DT<sub>50</sub> = 2-29 d.), тако да и поред умерене растворљивости у води, услед слабе постојаности и слабе испирљивости пиметрозина и његових метаболита, не доспева у подземне воде (MacBean, 2012).

*Примена и спектар деловања:* Пиметрозин је добар системик, који се усваја кореном и транспортује акропетално ксилемом, доспевајући у надземне органе биљке. Кроз флоем се слабо транспортује, али има добро трансламинарно кретање.

Пиметрозин је високо селективан афицид (сузбија лисне ваши), лептирасте ваши, али и неке цикаде. Од значајнијег деловања на тврдокрилце, у литератури се наводи деловање на репичиног сјајника (*Meligethes aeneus*). Количине примене варирају у односу на усев (поврће, дуван, кромпир памук, засади воћака), а најчешће се крећу од 50–300 g a.s./ha. Код лисних ваши, пиметрозин инхибира исхрану, што резултира смрћу од изгладњивања, без стварања видљивих неуротоксичних ефеката. Престанак исхране настаје одмах након примене, а угињавање јединки наступа након неколико дана (око 5 дана након примене ефекти су видљиви) (Fuog et al., 1998; MacBean, 2012).

*Екотоксиколошка својства:* Пиметрозин је високо селективан за већину корисних артропода, а није токсичан за пчеле (орална, 48h, LD<sub>50</sub> = 117 µg/пчели; контактна (48h), LD<sub>50</sub> >200 µg/пчели) (EC, 2001).

## 2.4. Проблем резистентности *M. persicae* на инсектициде

Зелена бресквина ваш се према подацима базе података *Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD)* налази на другом месту у свету према броју пријављених случајева резистентности (преко 470) као и према броју инсектицида на које су њене популације развиле резистентност (80) (APRD, 2023).

Први податак о резистентности зелене бресквине ваши на инсектициде (органофосфати) саопштио је Anthon, 1955. У свету су до сада, у периоду од готово 70 година од овог првог саопштења, публиковани бројни научни резултати како о случајевима појаве резистентних популација *M. persicae* са утврђеним факторима резистентности на поједине инсектициде тако и о механизмима резистентности на једињења из група органофосфата, карбамата, пиретроида и неоникотиноида. До данас је откривено неколико механизма резистентности популација ове врсте који укључују промену места деловања инсектицида, метаболичку резистентност и промене у понашању јединки (Bass et al., 2014).

Повећана продукција ензима за детоксикацију инсектицида дуго је била једини познат механизам резистентности код *M. persicae*. Појава овог механизма често представља и највећи изазов са аспекта њеног сузбијања с обзиром да је он најчешће одговоран за настанак вишеструке резистентности када прекомерно продуковани метаболички ензими могу да детоксикују и више једињења различитог механизма деловања. Прекомерна продукција карбоксилестераза (E4 и FE4) заслужна је за резистентност *M. persicae* на инсектициде из групе органофосфата и карбамата (Devonshire et al., 1998; Lan et al., 2005), док су метаболички ензими из ове групе такође детектовани код популација резистентних на пиретроиде (Margaritopoulos et al., 2021). Прекомерна продукција цитохром *P450* монооксигеназа утврђена је у оквиру метаболичке резистентности *M. persicae* на неоникотиноиде (Puinean et al., 2010).

Резистентност места деловања такође је утврђена код популација ове врсте резистентних на инсектициде из групе органофосфата и карбамата (промена ацетилхолинестеразе – *AChE*) (Moores et al., 1994), пиретроида (промена у структури натријумових канала, *kdr*, *super-kdr*) (Anstead et al., 2007), и неоникотиноида (промена никотинског рецептора за ацетилхолин - *nAChR*) (Bass et al., 2011).

Развој резистентности популација *M. persicae* представља ограничавајући фактор у њеном сузбијању. Управо разумевање механизма резистентности неопходно је за спровођење адекватне стратегије сузбијања као и очување високе ефикасности инсектицида који се тренутно примењују.

### 2.4.1. Механизми резистентности *M. persicae* на органофосфате и карбамате

Први извештај о резистентности лисних ваши на органофосфате објављен је 50-их година прошлог века у САД (Anthon, 1955), док је у Аустралији утврђен одређен ниво резистентност на једињења из ове групе двадесетак година касније (Attia & Hamilton, 1978).

Резистентност заснована на повећаној продукцији карбоксилестераза први пут је описана 1971. године (Needham and Sawicki, 1971). Што се тиче механизма метаболичке резистентности на органофосфате и карбамате, утврђено је да ниво резистентности популација *M. persicae* зависи од укупне количине продукованих естераза у јединкама

ваши (Needham and Sawicki 1971). Установљено је да код најрезистентнијих јединки ваши може бити и до 60 пута већа активност естераза у односу на нормално осетљиве јединке (Hedley et al., 1998). Код резистентних популација зелене бресквине ваши јављају се два типа прекомерно продукованих естераза, E4 и FE4. Генетску основу прекомерне продукције ова два типа естераза представља амплификација гена који кодирају ове естеразе.

Познато је и да је тип естеразних гена (E4 и FE4) повезан са начином развића *M. persicae*. Тако клонови зелене бресквине ваши који имају амплификоване E4 гене обично имају анхолоциклични животни циклус, док клонови са нормалним кариотипом као и они са амплификованим FE4 генима имају холоциклично развиће (Spence & Blackman, 1997).

Клонови *M. persicae* обично имају умножене гене који кодирају само један тип естераза, али су временом детектовани и клонови који су поседовали амплификоване гене обе естеразе.

Резистентност на карбамат пиримикарб утврђена је у популацијама *M. persicae* у Грчкој 1990. године (Moore et al., 1994). Такође, Herron et al. (1993) потврдили су резистентност на органофосфате и утврдили низак ниво резистентности на карбамате у популацијама ове ваши прикупљеним из различитих засада брескве. Молекуларно-генетички тестови показали су да резистентност проистиче из неосетљивости места деловања односно ензима ацетилхолинестеразе, тако да се физиолошки процес одвија уобичајено, односно прекида се пренос нервних импулса брзом хидролизом неуротрансмитера ацетилхолина у холинергичким синапсама. Механизам је назван *MACE* (*Modified AChE*) кога карактерише тачкаста мутација *S431F* гена *ace-1* где долази до замене аминокиселине серина са фенилаланином на макромолекулу *AChE* (Nabeshima et al., 2003, Andrews et al., 2004). Тако промењена *AChE* више није место деловања органофосфата и карбамата и ови инсектициди се не могу везати за њу, тако да долази до изостанка очекиваних ефеката.

#### 2.4.2. Механизми резистентности *M. persicae* на пиретроиде

Метаболичка резистентност која је повезана са прекомерном продукцијом карбоксилестераза, која поред високе резистентности на органофосфате и карбамате у одређеној мери пружа резистентност и на пиретроиде, забележена је у високом степену у популацијама *M. persicae* са брескве и дувана у периоду од 1998–2013. године. У огледима где је испитивана укупна активност карбоксилестераза на укупно 7797 јединки лисних ваши (из гајених клонова или пољских популација) у већини случајева (преко 60%, а често и 80–100%) били су присутни резистентни фенотипови који припадају највишим категоријама фактора резистентности. Учесталост осетљивих фенотипова *M. persicae* била је веома ниска током свих година испитивања (Margaritopoulos et al., 2021).

Два најважнија механизма резистентности *M. persicae* на инсектициде из групе пиретроида односе се на промену места деловања и названа су *kdr* (енг. „*knockdown resistance*“) (мутација L1014F) и *super-kdr* (мутација M918T) и оба механизма су распрострањена широм света (Anstead et al., 2007; Bass et al., 2014). *Kdr* мутација први пут је описана 1997. године када је код неколико клонова *M. persicae* откривено да је дошло до замене леуцина са фенилаланином (L1014F) у трансмембранском сегменту II S6 натријумовог канала (Martinez-Torres et al., 1997, 1999). Клонови *M. persicae*, хомозиготи за резистентан (*R*) алел (*kdr*), испољавали су резистентност већу и до 35 пута на

делтаметрин (Devonshire et al., 1998; Martinez-Torres et al., 1999). Појава мутације M918T довела је до још екстремнијег нивоа резистентности у односу на самостално присутну *kdr* (Eleftherianos et al., 2008). У биотестовима са неколико пиретроида типа I и II, клонови *M. persicae* хетерозиготи за мутацију L1014F имали су фактор резистентности (*RF*) између 23 и 73, док је у присуству M918T мутације резистентност била вишеструко већа. Клон који је био хетерозигот за обе мутације имао је фактор резистентности између 49 и 455 у зависности од испитиваног пиретроида (Eleftherianos et al., 2008). У оквиру *super-kdr* касније су утврђене две варијанте мутација, од којих је једна узрокована супституцијом аденина цитозиним, а друга заменом аденина тиминим. За сада није утврђено да су обе варијанте мутације M918L (*super-kdr*) повезане са мутацијом L1014F (*kdr*). Како би разликовали варијанте M918L мутација, Fontaine et al. (2011), користе ознаку M918L -WE (прва варијанта), а Panini et al. (2014), M918L-SE (друга варијанта). Важно је истаћи да се код већине инсеката *kdr* односно *super-kdr* мутације наслеђују рецесивно са ограниченом или никаквом експресијом резистентног фенотипа код хетерозигота (Davies et al., 2007). Међутим, хетерозиготи *M. persicae* за L1014F, M918T и M918L мутације испољавају *R* фенотип (Eleftherianos et al., 2008; Fontaine et al., 2011).

У истраживањима спроведеним у Грчкој, од 1087 јединки ваши тестираних на мутацију L1014F (*kdr*) и 416 јединки тестираних на мутацију M918T (*super-kdr*) коришћењем метода *PASA* (Margaritoropoulos et al., 2007b), *PCR-RFLP* (Voudouris et al., 2016) и *Taqman* тестова (Anstead et al., 2004; Anstead et al., 2007), обе мутације су потврђене. Мутација L1014F је детектована у већем проценту и то више код популација прикупљених са брескве него са дувана. У огледима изведеним са ДДТ на 835 клонова *M. persicae* (Cox et al., 2004) ради утврђивања постојања *kdr* механизма резистентности између 1998. и 2000. године у Грчкој, само 4,9% клонова је поседовало овај механизам, док је након 2000. године дошло до значајног повећања удела оваквих клонова. Мутација M918T је детектована у мањем проценту него мутација L1014F. Такође, у огледима спроведеним у Грчкој 2012-2013. године као и 2016. није потврђено присуство мутације M918L-SE у популацијама *M. persicae* са брескве као ни са дувана (Voudouris et al., 2016). Међутим, мутација M918L-WE откривена је у ниском проценту 2015. и 2016. године у клоновима са брескве. У Великој Британији, ова мутација је уобичајена у теренским узорцима од 2011. године (Foster et al., 2017).

### 2.4.3. Механизми резистентности *M. persicae* на неоникотиноиде

Први откривени механизам резистентности на неоникотиноиде односи се на прекомерну експресију гена *CYP6CY3* која доводи до продукције већих количина ензима цитохром *P450* монооксигеназа који метаболишу молекуле неоникотиноида. Прекомерна експресија је последица амплификације наведеног гена која код неких генотипова *M. persicae* може достићи и до 100 копија (Puinean et al., 2010; Bass et al., 2014). Механизам је откривен у грчким популацијама *M. persicae*. Од укупног броја тестираних, 58,6% клонова прикупљених са брескве и дувана у периоду 2012–2013. године показало је прекомерну експресију гена *CYP6CY3* (9–36 пута) (Voudouris et al., 2016), што је у опсегу раније објављених резултата (10–75 пута) (Puinean et al., 2010; Bass et al., 2011; Bass et al., 2014). У изведеним биотестовима, резистентни клон био је од 27,5 до 56,5 пута резистентнији на различите инсектициде из групе неоникотиноида у поређењу са осетљивим референтним клоном (Philippou et al., 2010; Puinean et al., 2010; Bass et al., 2011). Сматра се да такви

нивои резистентности нису довољни да значајно смање ефикасност неоникотиноида у производним условима, када се примењују у препорученим количинама примене (Bass et al., 2014). Ово је примарни механизам резистентности ове врсте на неоникотиноиде, а аутори наводе да и остали механизми могу допринети повећаној резистентности на ова једињења (Puinean et al., 2010). Додатно, заштитни антиоксидативни ензими, односно супероксид дисмутаза (*SOD*), пероксидаза (*POD*) и каталаза (*CAT*) играју важну улогу у отпорности инсеката помажући одржавање стања равнотеже ензима након излагања инсектицидима (Kayser & Palivan, 2006; Qin et al., 2021; Zhou et al., 2019).

Други механизам резистентности *M. persicae* на неоникотиноиде откривен је након открића веома резистентног клона сакупљеног са брескве у јужној Француској 2009. године, а то је промена места деловања, односно промена у структури никотинског рецептора за ацетилхолин (*nAChR*). Висок афинитет имидаклоприда за место везивања на *nAChR* код осетљивих, није више био присутан код резистентних клонова код којих се овај афинитет везивања за рецептор изразито смањило. Поредиши нуклеотидне секвенце шест *nAChR* подјединица (*Mpa1-5* и *Mpβ1*) гена из резистентних и осетљивих клонова *M. persicae* откривена је једна тачкаста мутација у петљи D региона *nAChRβ1* подјединице резистентног клона која је проузроковала замену аминокиселина аргинина треонином (R81T) (Bass et al., 2011). Због начина деловања неоникотиноида на *nAChR*, предвиђа се развој унакрсне резистентности на све неоникотиноиде.

#### 2.4.4. Мере антирезистентне стратегије

Резистентност штеточина на инсектициде постаје велики проблем са којим се све више суочава савремена пољопривредна производња. Лисне ваши су једне од економски најзначајнијих штеточина многих гајених биљака. С обзиром на редовност појаве ових штеточина њихово сузбијање је неизбежно у интензивним засадима.

Под јаким селекционим притиском услед примене једињења сличног механизма деловања, дошло је до селекције *R* популација *M. persicae* са различитим нивоима и механизмима резистентности. Такође, услед дуготрајне и учестале примене појединих инсектицида различитих механизма деловања дошло је до развоја вишеструке резистентности код многих популација *M. persicae*.

Међународна организација која се бави различитим аспектима резистентности штеточина на зооциде, IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*), предложила је принципе антирезистентне стратегије, а који се могу имплементирати у стратегији сузбијања лисних ваши на нектарини међу којима је и зелена бресквина ваш, а то су следећи: са кретањем вегетације нектарине почети са праћењем динамике бројности популације *M. persicae* као и њених предатора и паразитоида и са праћењем наставити током вегетације, а инсектициде примењивати искључиво када бројност јединки ваши пређе прописани праг штетности; уколико постоји могућност, бирати отпорне или толерантне сорте на напад ваши; спроводити програме сузбијања *M. persicae* искључиво применом интегралних мера које обухватају нехемијске (агротехничке, механичке, биотехничке и биолошке мере) и хемијске мере (примена инсектицида у случају повећане бројности, односно преласка економског прага штетности); примена инсектицида различитих механизма деловања, укључујући биоинсектициде током вегетације; уколико се примењује смеша инсектицида морају бити различитог механизма деловања; уколико је утврђена само метаболичка резистентност код популација ваши, била би пожељна

примена инсектицида у смеси са синергистима који ће инактивирати прекомерно продуковане ензиме; у програме заштите пожељно је укључити и нове инсектициде регистроване за сузбијање лисних ваши у алтернацији са већ постојећим једињењима; приликом избора инсектицида дати предност селективнијим једињењима како би се очувале популације природних непријатеља; инсектициде за сузбијање лисних ваши увек примењивати у препорученим количинама, а никако не повећавати нити смањивати количине инсектицида што би код популација убрзало развој резистентности; правилна употреба и редовно одржавање уређаја за примену (прскалице, атомизери), како би се обезбедила оптимална покривност биљака; инсектициде за сузбијање *M. persicae* треба примењивати при оптималним временским условима (температура до 28°C, брзина ветра до 3 m/s, временски услови без падавина 2-3 h пре и после третирања, услови смањене инсолације) како би инсектициди испољили максималну ефикасност; уколико се примети слабији ефекти инсектицида, та једињења не треба даље примењивати, а такође не треба користити инсектициде сличног механизма деловања у програмима заштите против лисних ваши (IRAC, 2023).

### 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Утврђивање ефеката различитих инсектицида на јединкама из популација зелене бресквине ваши (*M. persicae*) обављено је у периоду од 2015. до 2021. године у пољским и лабораторијским испитивањима, као и извођењем молекуларно-генетичких тестова. Пољски огледи су изведени у засадима нектарине на локалитетима Петријево (Смедерево), Винча (Топола) и Мачвански Метковић (Богатић). Биотестови су одрађени у лабораторији Пољопривредног факултета у Београду, а молекуларно-генетички тестови у лабораторијама Шумарског факултета и Института за медицинска истраживања Универзитета у Београду.

#### 3.1. Пољски огледи са инсектицидима

Извођењем пољских огледа одређена је ефикасност инсектицида у сузбијању *M. persicae*.

Пољски огледи су изведени применом делимично прилагођене стандардне EPPO методе за утврђивање ефикасности инсектицида у сузбијању лисних ваши у засадима воћака, РР 1/258(1), а коришћена је и општа стандардна метода РР 1/152 (4). Дизајн огледа подразумевао је примену потпуног случајног блок система у четири понављања, при чему је величина огледне парцеле била три стабла нектарине на локалитетима Петријево и Винча, односно два стабла на локалитету Мачвански Метковић.

Огледна поља су постављена у засадима нектарине сорти: Maria Lucia (локалитет Петријево), Caldesi 2000 (локалитет Винча и Мачвански Метковић), узгојног облика - вретенаст жбун, са размаком садње од 4 x 2 m на три локалитета: Петријево (приватни посед); Винча (приватни посед) и Мачвански Метковић (приватни посед).

На сваком локалитету током сезоне испитивања изведено је по једно третирање за сузбијање бескрилних јединки *M. persicae*: 2015., 2016. и 2021. године на локалитету Петријево, односно 2016., 2017. и 2021. године на локалитету Винча и 2019. и 2020. године на локалитету Мачвански Метковић. Третирања су обављена током маја, односно јуна, на почетку формирања првих колонија.

Препарати инсектицида су примењени орошавањем до почетка капања радне течности, коришћењем леђног атомизера марке "Solo PORT 423" (Слика 9), са протоком ваздуха од 590 m<sup>3</sup>/h и протоком радне течности од 1,7 l/min, уз утрошак воде од 1000 l/ha.

На локалитету Петријево током 2015. и 2016. године, као и на локалитету Винча током 2016. године (Табела 1) утврђена је ефикасност неоникотиноида: имидаклоприда (0,12%) и тиаметоксама (конц. 0,0045%), органофосфата: хлорпирифоса (конц. 0,072%) и диметоата (конц. 0,04%), пиретроида: ламбда-цихалотрина (конц. 0,00125%) и делтаметрина (0,00125%) и флонирамида (конц. 0,007%). На овим локалитетима током 2021. године (Табела 2) утврђена је ефикасност већ поменутих неоникотиноида, али и хлорпирифоса, делтаметрина, флонирамида и једињења из групе сулфоксимида, сулфоксафлора (конц. 0,0025%). На локалитету Винча, током 2017. године (Табела 3) утврђена је ефикасност: горе наведених неоникотиноида, хлорпирифоса, делтаметрина, флонирамида, сулфоксафлора и пиметрозина (конц. 0,025%). Током 2019. године, на локалитету Мачвански Метковић утврђена је ефикасност: имидаклоприда, тиаметоксама и ацетамиприда (конц. 0,005%) (Табела 4), док је током 2020. године на овом локалитету



(Табела 5) утврђена ефикасност: хлорпирифоса, ламбда-цихалотрина, делтаметрина и флонирамида у сузбијању бескрилних јединки зелене бресквине ваши у засаду нектарине.

Непосредно пре сваког третирања маркирано је белим канапом (Слика 10) дужине 70 cm десет гранчица са присутним бескрилним јединкама зелене бресквине ваши у оквиру огледне парцеле, на два стабла. На обележеним гранчицама, у свим оценама, вршено је утврђивање бројности бескрилних ваши *M. persicae* (Слика 11).

**Табела 1.** Испитивани третмани на локалитетима Петријево (2015. – 2016. година) и Винча (2016. година)

| Редни број третмана | Инсектицид        | Концентрација активне супстанце (%) | Препарат (количина а.с.)     | Концентрација препарата (%) |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1                   | Имидаклоприд      | 0,12                                | Confidor 200 SL (200 g/l)    | 0,06                        |
| 2                   | Тиаметоксам       | 0,0045                              | Actara 25 WG (250 g/kg)      | 0,018                       |
| 3                   | Хлорпирифос       | 0,072                               | Pyrinex 48-EC (480 g/L a.s.) | 0,15                        |
| 4                   | Диметоат          | 0,04                                | Perfekthion (400 g/l a.s.)   | 0,1                         |
| 5                   | Ламбда-цихалотрин | 0,00125                             | Lamdex 5 CS (50 g/L a.s.)    | 0,025                       |
| 6                   | Делтаметрин       | 0,00125                             | Decis 2,5-EC (25 g/l)        | 0,05                        |
| 7                   | Флонирамид        | 0,007                               | Terpeki 500 WG (500 g/kg)    | 0,014                       |
| 8                   | КОНТРОЛА          | -                                   | -                            | -                           |

**Табела 2.** Испитивани третмани на локалитетима Петријево и Винча (2021. година)

| Редни број третмана | Инсектицид   | Концентрација активне супстанце (%) | Препарат (количина а.с.)     | Концентрација препарата (%) |
|---------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1                   | Имидаклоприд | 0,12                                | Confidor 200 SL (200 g/l)    | 0,06                        |
| 2                   | Тиаметоксам  | 0,0045                              | Actara 25 WG (250 g/kg)      | 0,018                       |
| 3                   | Хлорпирифос  | 0,072                               | Pyrinex 48-EC (480 g/L a.s.) | 0,15                        |
| 4                   | Делтаметрин  | 0,00125                             | Decis 2,5-EC (25 g/l)        | 0,05                        |
| 5                   | Флонирамид   | 0,007                               | Terpeki 500 WG (500 g/kg)    | 0,014                       |
| 6                   | Сулфоксафлор | 0,0025                              | Transform 500 WG (500 g/kg)  | 0,005                       |
| 7                   | КОНТРОЛА     | -                                   | -                            | -                           |

**Табела 3.** Испитивани третмани на локалитету Винча (2017. година)

| Редни број третмана | Инсектицид   | Концентрација активне супстанце (%) | Препарат (количина а.с.)     | Концентрација препарата (%) |
|---------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1                   | Имидаклоприд | 0,12                                | Confidor 200 SL (200 g/l)    | 0,06                        |
| 2                   | Тиаметоксам  | 0,0045                              | Actara 25 WG (250 g/kg)      | 0,018                       |
| 3                   | Хлорпирифос  | 0,072                               | Pyrinex 48-EC (480 g/L a.s.) | 0,15                        |
| 4                   | Делтаметрин  | 0,00125                             | Decis 2,5-EC (25 g/l)        | 0,05                        |
| 5                   | Флонирамид   | 0,007                               | Terpeki 500 WG (500 g/kg)    | 0,014                       |
| 6                   | Сулфоксафлор | 0,0025                              | Transform 500 WG (500 g/kg)  | 0,005                       |
| 7                   | Пиметрозин   | 0,025                               | Chess 50-WG (500 g/kg a.s.)  | 0,05                        |
| 8                   | КОНТРОЛА     | -                                   | -                            | -                           |

**Табела 4. Испитивани третмани на локалитету Мачвански Метковић (2019. година)**

| Редни број третмана | Инсектицид   | Концентрација активне супстанце (%) | Препарат (количина а.с.)  | Концентрација препарата (%) |
|---------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1                   | Имидаклоприд | 0,12                                | Confidor 200 SL (200 g/l) | 0,06                        |
| 2                   | Тиаметоксам  | 0,0045                              | Actara 25 WG (250 g/kg)   | 0,018                       |
| 3                   | Ацетамиприд  | 0,005                               | Tonus (200 g/kg)          | 0,025                       |
| 7                   | КОНТРОЛА     | -                                   | -                         | -                           |

**Табела 5. Испитивани третмани на локалитету Мачвански Метковић (2020. година)**

| Редни број третмана | Инсектицид        | Концентрација активне супстанце (%) | Препарат (количина а.с.)   | Концентрација препарата (%) |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1                   | Хлорпирифос       | 0,072                               | Pyrix 48-EC (480 g/L a.s.) | 0,15                        |
| 2                   | Ламбда-цихалотрин | 0,00125                             | Lamdex 5 CS (50 g/L a.s.)  | 0,025                       |
| 3                   | Делтаметрин       | 0,00125                             | Decis 2,5-EC (25 g/l)      | 0,05                        |
| 4                   | Флоникамид        | 0,007                               | Terpeki 500 WG (500 g/kg)  | 0,014                       |
| 5                   | КОНТРОЛА          | -                                   | -                          | -                           |

**Табела 6. Време оцене бројности бескрилних форми *M. persicae* на нектарини**

| Петријево           |       |       |       |       |       | Винча |       |       |       |       |       | Мачвански Метковић |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| Време оцене ефеката |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                    |       |       |       |
| 2015                |       | 2016  |       | 2021  |       | 2016  |       | 2017  |       | 2021  |       | 2019               |       | 2020  |       |
| Оцена               | Датум | Оцена | Датум | Оцена | Датум | Оцена | Датум | Оцена | Датум | Оцена | Датум | Оцена              | Датум | Оцена | Датум |
| НПТ*                | 3.5.  | НПТ   | 20.4. | НПТ   | 7.5.  | НПТ   | 18.4. | НПТ   | 19.5. | НПТ   | 23.4. | НПТ                | 28.5. | НПТ   | 23.5. |
| 2ДПТ*               | 5.5.  | 2ДПТ  | 22.4. | 2ДПТ  | 9.5.  | 3ДПТ  | 21.4. | 2ДПТ  | 21.5. | 3ДПТ  | 26.4. | 3ДПТ               | 31.5. | 3ДПТ  | 26.5. |
| 8ДПТ                | 11.5. | 8ДПТ  | 28.4. | 7ДПТ  | 16.5. | 7ДПТ  | 25.4. | 8ДПТ  | 27.5. | 7ДПТ  | 30.4. | 7ДПТ               | 4.6.  | 7ДПТ  | 30.5. |
| 15ДПТ               | 18.5. | 15ДПТ | 5.5.  | 13ДПТ | 22.5. | 14ДПТ | 2.5.  | 13ДПТ | 1.6.  | 14ДПТ | 7.5.  | -                  | -     | -     | -     |

\* НПТ - непосредно пре третирања; ДПТ - дана после третирања

Процена броја бескрилних јединки *M. persicae* (Табела 6) рађена је у четири наврата: непосредно пре третирања (НПТ); 2, или 3 дана после третирања; 7 или 8 дана после третирања и 13, 14, или 15 дана после третирања (ДПТ).

#### Статистичка обрада резултата:

Обрада резултата пољских огледа за утврђивање ефикасности инсектицида утврђена је у складу са општом стандардном методом РР 1/152 (4). Израчуната је средња вредност броја бескрилних јединки зелене бресквине ваши и варирање (стандардна девијација) у третманима. Ефикасност инсектицида утврђена је коришћењем *Henderson-Tiltonove* формуле.

Статистичка обрада резултата пољских огледа одрађена је анализом варијансе (*ANOVA: Two-Factor Without Replication, MS Office 2021, Excel*) и применом *t*-теста. С обзиром да подаци о ефикасности једињења изражени у процентима имају биномну

расподелу, одрађена је њихова трансформација коришћењем формуле:  $y = 2 \arcsin \sqrt{(x/100)}$ .



Слика 9. Третирање стабала нектарине леђним атомизером (фото: оригинал)



Слика 10. Обележене гранчице са јединкама *M. persicae* (фото: оригинал)



Слика 11. Оцена бројности бескрилних јединки *M. persicae* (фото: оригинал)

### 3.2. Биотестови у лабораторијским условима

Основни циљ извођења биотестова са инсектицидима и јединкама зелене бресквине ваши био је да се првенствено утврде средње леталне концентрације ( $LC_{50}$ ) неколико инсектицида за три популације *M. persicae*. Метода коришћена у биотестовима (IRAC, 2001: Method No. 1) одобрена је од међународне организације која се бави проблемима резистентности инсеката и гриња на инсектициде и акарициде IRAC.

Биотестови су спроведени са одраслим бескрилним женкама *M. persicae* сакупљеним директно са стабала нектарине, из популација пореклом са три локалитета: Петријево (Смедерево - SD), Винча (Топола - TO) и Мачвански Метковић (Богатић - BC), у периоду мај-јун 2019. године. У биотестовима су утврђивани ефекти: хлорпирифоса, делтаметрина и тиаметоксама на јединке *M. persicae*.

На основу података добијених извођењем неколико прелиминарних биотестова ради утврђивања прагова осетљивости јединки из три популације зелене бресквине ваши, постављене су серије концентрација за финалне биотестове изведене за утврђивање параметара акутне токсичности инсектицида. Одмеравањем одређене количине инсектицидног препарата направљена је прва радна течност највише концентрације, а остале радне течности су справљене разблаживањем водом од прве радне течности по принципу симетрично распоређених концентрација. Тестиране серије концентрација инсектицида приказане су у Табели 7.

#### Материјал:

Петри посуде ( $r = 9 \text{ cm}$ ), пластичне кесе, памучна вата, нетретирани листови нектарине, пинцета, танка зашиљена четкица, стаклене бочице (100 ml), мензура (100 ml), пипета (1 ml), стаклена чаша (1 l), стаклена чаша (200 ml), стереомикроскоп, термостат, ручни фрижидер.

**Табела 7.** Серије концентрација инсектицида коришћене у биотесту са јединкама *M. persicae*

| Популација SD             |             |             | Популација TO |             |             | Популација BC |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Хлорпирифос               | делтаметрин | Тиаметоксам | Хлорпирифос   | Делтаметрин | тиаметоксам | хлорпирифос   | Делтаметрин | тиаметоксам |
| Концентрација а.с. (mg/l) |             |             |               |             |             |               |             |             |
| 25000                     | 40000       | 104         | 15000         | 31250       | 48,6        | 180           | 160         | 15          |
| 15000                     | 32000       | 62,5        | 9000          | 25000       | 29,16       | 108           | 128         | 7,5         |
| 9000                      | 25600       | 37,5        | 5400          | 20000       | 17,496      | 64,8          | 102,4       | 3,75        |
| 5400                      | 20480       | 22,5        | 3240          | 16000       | 10,4976     | 38,88         | 81,92       | 1,875       |
| 3240                      | 16384       | 13,5        | 1944          | 12800       | 6,29856     | 23,328        | 65,536      | 0,9375      |

*Поступак извођења биотеста (слике 12 – 15):*

- Узоркован је одређен број инфестираних листова на границама нектарине са присутним колонијама зелене бресквине ваши из засада нектарине са сваког локалитета; узорци ових листова су упаковани у пластичне кесе и стављени у ручни фрижидер ради транспорта у лабораторију.
- Такође, сакупљен је и одређен број здравих, неинфестираних листова са нетретираних стабала нектарине, који су такође упаковани у кесе и транспортовани у ручном фрижидеру до лабораторије.
- Справљене су радне течности.
- У радне течности су потапани неинфестирани листови у трајању од 5 секунди. Листови из контроле потапани су у воду.
- Биотест је изведен у 5 понављања.
- Након сушења депозита, листови су смештани појединачно у Петри посуде, лицем окренутим према дну суда, а потом је извршена инфестација сваког листа са 20 бескрилних женки, под стереомикроскопом, помоћу четкице.
- На петелку сваког листа нанет је мали комад навлажене вате како би листови задржали свежину.
- Петри судови су прекривани танком перфорираном пластичном фолијом како би се обезбедила оптимална аерација суда
- Петри судови су одлагани у термостат на температури од 20°C и релативној влажности ваздуха од 40-50%.
- Коришћењем стереомикроскопа утврђивана је бројност уинулих, односно преживелих јединки 24 h после третирања. Јединке су сматране живим уколико су правиле координисане покрете као одговор на надражај четкицом.



**Слика 12.** Справљање раствора инсектицида (фото: оригинал)



**Слика 13.** Боце са радним растворима инсектицида (фото: оригинал)



**Слика 14.** Потапање неинфицираних листова нектарине у раствор инсектицида (фото: оригинал)



**Слика 15.** Модел Петри посуда са истретираним листовима са вашима пре оцене (фото: оригинал)

*Статистичка обрада:* Након утврђивања бројности преживелих, односно уинулих јединки, резултати су изражени у % смртности јединки коришћењем *Abbottove* формуле. Параметри акутне токсичности, односно, средња летална концентрација ( $LC_{50}$ ), као и  $LC_{90}$  одређени су у поступку пробит анализе (Finney, 1971; Raymond, 1985).

### **3.3. Молекуларно-генетички тестови са јединкама *M. persicae***

#### **3.3.1. Узорковање јединки *M. persicae* за потребе молекуларно-генетичких тестова**

Узорковање бескрилних јединки женки *M. persicae* обављено је почетком априла 2024. године на три локалитета, Петријево (Смедерево), Винча (Топола) и Мачвански Метковић (Богатић). Са стабала нектарине прикупљене су гранчице са инфицираним листовима, које су затим одлагане у пластичне кесе и транспортоване у лабораторију. Након допремања у лабораторију, бескрилне јединке су са листова помоћу четкице пребачене у микротубе запремине 2 ml са 70% етанолом. У сваку микротубу одлагана је по једна јединка ваши. Са сваког локалитета прикупљено је по 18 јединки. До тренутка изоловања тоталне геномске ДНК јединке су чуване на  $-20^{\circ}\text{C}$ .



### 3.3.2. Изолација тоталне геномске ДНК

Изолација укупне геномске ДНК обављена је коришћењем DNeasy Blood & Tissue Kits (QIAGEN) према протоколу произвођача уз одређене модификације. Непосредно пре поступка изолације ДНК, јединке чуване у 70% етанолу испиране су тако што је свака појединачна ваш пребачена у микротубу са 50% етанолом, затим у микротубу са 30% етанолом и на крају у тубу са дејонизованом водом у трајању од по 5 минута. Пре почетка екстракције извршена је припрема пуфера за испирање (Buffer AW1 and Buffer AW2) додавањем адекватне количине 100% етанола.

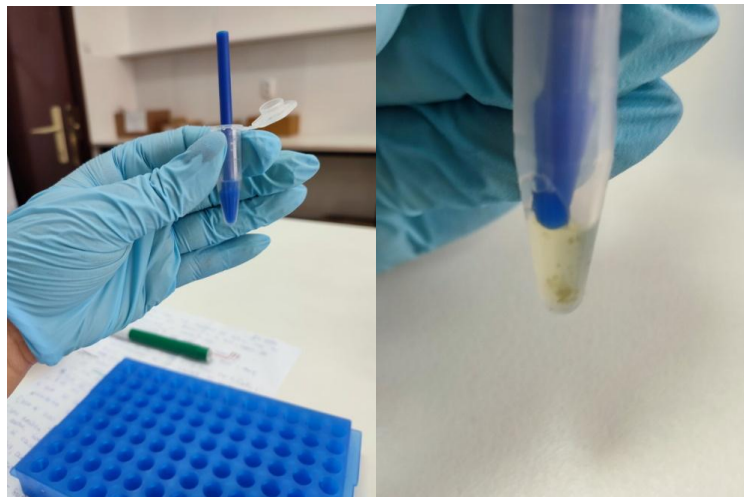
Протокол за екстракцију тоталне геномске ДНК састојао се из следећих корака:

1. У сваку микротубу са појединачном ваши додато је по 180  $\mu$ l ATL пуфера.
2. Затим је додато 20  $\mu$ l протеиназе К и извршена је хомогенизација ваши помоћу тучка (Слика 16)
3. У сваку микротубу додата је мала количина (на врх шпатуле) PVPP и активног угља.
4. Након тога извршена је инкубација на 56°C у трајању од 1h.
5. Затим је у сваку микротубу додато по 200  $\mu$ l пуфера AL а затим је извршено вортексовање.
6. Након тога извршена је инкубација на 56°C у трајању од 10 минута.
7. Додато је 200  $\mu$ l (96%-100%) етанола и извршено је вортексовање.
8. Сва количина добијеног раствора прената је у тубе са колоном за везивање ДНК (DNeasy Mini spin column) које су постављене у колекционе тубе запремине 2 ml.
9. Тубе су центрифугиране на  $\geq 6.000 \times g$  ( $\geq 8.000 \text{ rpm}$ ) у трајању од 1 min.
10. Колоне за везивање ДНК извађене су из колекционих туба и пребачене у нове колекционе тубе запремине 2 ml, а течни остатак је одбачен;
11. Затим је у нове тубе са колонама додато по 500  $\mu$ l AW1 пуфера.
12. Тубе су центрифугиране на  $\geq 6.000 \times g$  у трајању од 1 min. након чега је течни остатак одбачен.
13. Након тога су колоне са везаном ДНК пребачене у нове колекционе тубе запремине 2 ml и у сваку тубу додато је 500  $\mu$ l AW2 пуфера.
14. Затим је обављено центрифугирање на 20.000  $\times g$  (14.000 rpm) у трајању од 1 min. након чега је течни остатак одбачен.
15. Колоне са везаном ДНК пребачене су у нове микротубе и центрифугиране 1 min. на  $\geq 6000 \times g$  како би се „просушила“ мембрана колоне.
16. Након тога у сваку микротубу додато је по 15  $\mu$ l елуционог пуфера (*Elution Buffer*) и тубе су остављене отворене на собној температури у трајању од 1 min а затим центрифугиране на  $\geq 6.000 \times g$  у трајању од 1 min.
17. Корак 17. је поновљен и као крајњи резултат добијен је изолат ДНК.

Модификација у односу на протокол произвођача подразумевала је додавање активног угља и мале количине поливинил - поли - пиролидона (PVPP) (на врх шпатуле) након хомогенизације ваши. Наведене компоненте имале су улогу да апсорбују секундарне метаболите који могу да ступе у реакцију са компонентама које се користе током екстракције и ензиматске реакције са полимеразом (Aleksić et al. 2012). Друга

модификација протокола изолације ДНК односила се на поступак елуције који је у овом случају одрађен у два корака.

Након екстракције ДНК изолати су складиштени у микроепрувете од 1,5 ml са силиконским затварачем и стављени у фрижидер (+4° C).



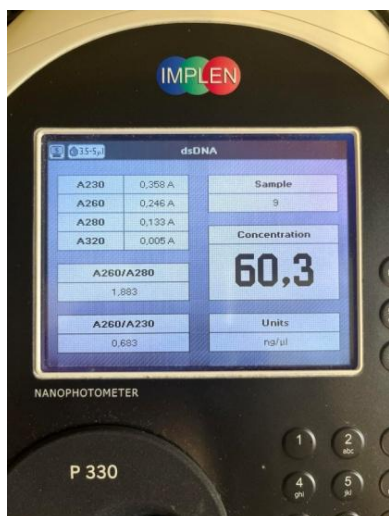
**Слика 16.** Хомегенизација јединки ваши помоћу тучка (фото: оригинал)

#### *Провера приноса и квалитета ДНК изолата*

Принос и квалитет ДНК изолата проверен је на два начина, мерењем апсорбације помоћу спектрофотометра Nano Photometer (Implen GmbH), и на основу електрофорезе геномске ДНК на 1% агарозном гелу.

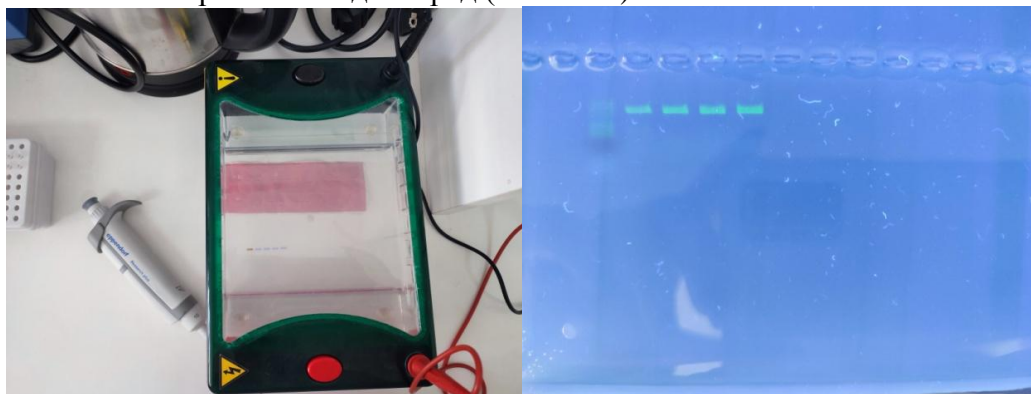
Апсорбација је мерена на таласним дужинама од 230 nm, 260 nm и 280 nm. Максимум апсорбације молекула ДНК има на дужини од 260 nm и на основу овог податка се врши прерачунавање концентрације ДНК у изолату, док однос адсорбација 260/280 nm и 260/230 nm указује на чистоћу изолата. Однос адсорбација 260/230 nm треба да је у опсегу вредности 1,8 - 2,0, а ниже вредности указују на контаминацију полисахаридима и полифенолима, као и однос адсорбација 260/280 nm који треба да је у истом опсегу вредности, јер ниже вредности указују на контаминацију протеинима, док више указују на постојање РНК у изолату. Сви изолати имали су задовољавајући принос и квалитет. Концентрација ДНК у изолатима кретала се од 30,8 до 60,3 ng/ $\mu$ L. (Слика 17)





**Слика 17.** Провера приноса и квалитета ДНК изолата помоћу спектрофотометра (фото: оригинал)

Провера приноса и квалитета ДНК изолата изведена је и поступком електрофорезе на 1% агарозном гелу. Агарозни гел припремљен је тако што је 1 g агарозе растворене у 100 ml 1 × TAE (*Tris Acetate-EDTA*) пуфера загрејан до кључања. Бистри раствор је разливен у калуп за електрофорезу у који су постављени чешљеви, и остављен да се охлади и стврдне. Након тога је гел у калупу постављен у кадицу за електрофорезу напуњену 1 × TAE пуфером а потом су извађени чешљеви који су служили за прављење бунарића у гелу. По 5  $\mu$ l тоталне геномске ДНК је помешано са по 5  $\mu$ l боје *Midory green* (Nippon Genetics Europe GmbH) на парафилму за сваки узорак посебно. *Midory green* интеркалира са молекулом ДНК и омогућава његову визуелизацију под ултраљубичастим (UV) светлом. ДНК помешана са бојом нанета је помоћу микропипете у бунариће на гелу након чега је кроз гел пропуштена струја јачине 80 V и 100 mA. Током електрофорезе у трајању од 1-1,5 сата долази до миграције негативно наелектрисане ДНК у гелу, која се креће се ка позитивној електроди. Присуство ДНК је визуелизовано уз помоћ UV светла. Уочавање јасних трака (*bend*-ова) на гелу указује на добар принос и квалитет ДНК и да се таква може користити за даљи рад (Слика 18).



**Слика 18.** Провера квалитета ДНК изолата поступком електрофорезе на агарозном гелу (фото: оригинал)

### 3.3.3. Молекуларно-генетичке методе за утврђивање механизма резистентности

Молекуларно-генетичке методе за утврђивање механизма резистентности од интереса, и то механизма за детоксикацију инсектицида путем повећане активности E4 или FE4 гена (естераза тест), као и 2 механизма промене места деловања инсектицида, и то промена структуре ацетилхолинестераза (*MACE* модификација), која настаје услед појаве тачкасте мутације у AchE гену која резултира заменом аминокиселине серина са фенилаланином на макромолекулу AchE (S431F) и промена у структури протеина Na-канала на нервним ћелијама инсеката (*kdr* модификација), која настаје услед појаве тачкасте мутације у гену који кодира протеин Na-канала а која доводи до замене леуцина са фенилаланином у овом протеину (L1014F) заснивају се на ланчаној реакцији полимеразе (*PCR-Polymerase Chain Reaction*) уз коришћење одговарајућих прајмера (естераза тест), која може бити допуњена дигестијом добијених PCR продуката одговарајућим рестрикционим ензимима (Restriction Fragment Length Polymorphism PCR, RFLP-PCR) (*MACE* и *kdr* модификације), и утврђивањем дужине PCR и RFLP-PCR продуката применом агарозне електрофорезе. PCR реакција заснива се на селективном *in vitro* умножавању ДНК секвенци. Кроз PCR реакцију долази до умножавања одређених ДНК фрагмената кроз поновљене циклусе топлотне денатурације ДНК и синтезе нових ланаца коришћењем *Taq* полимеразе (Saiki, 1990).

Принцип PCR амплификације жељеног дела ДНК молекула заснива се на имитацији репликације ДНК која се нормално одвија у свим живим бићима. Репликација ДНК представља процес у коме од једног молекула ДНК настају два нова, идентична молекула ДНК.

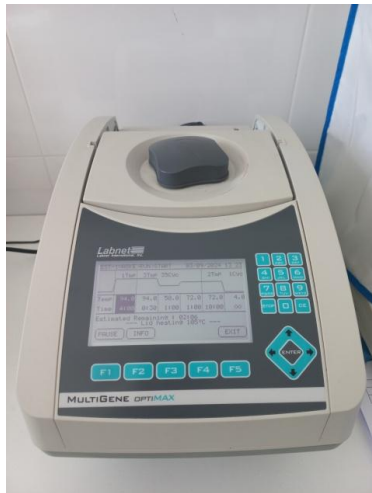
За процес репликације ДНК потребна је ДНК матрица (једноланчана ДНК тј. денатурисана дволанчана ДНА) која се умножава, као и прајмери, који представљају кратке низове олигонуклеотида који су комплементарни крајевима секвенце која се умножава, затим градивни блокови (нуклеотиди),  $MgCl_2$ , као и ензим који врши уградњу нуклеотида по принципу комплементарности са матрицом. Ензим је ДНК зависна ДНК полимеразе јер користи ДНК као матрицу за синтезу комплементарног ДНК ланца. Један циклус PCR реакције састоји се од три корака: денатурације циљане ДНК где долази до раскидања водоничних веза између два комплементарна ДНК ланца под утицајем температуре; хибридизације прајмера са матрицом где долази до успостављања водоничних веза између прајмера и комплементарне секвенце једноланчане ДНК; елонгација прајмера односно полимеризација нових ланаца, која је катализована ДНК полимеразом у присуству  $MgCl_2$ . PCR метода се састоји у цикличном понављању ова три основна корака при чему се циљана ДНК умножава у великом броју копија (Ромац и сар., 1999). Снага PCR -а се базира на чињеници да продукти једног циклуса чине основу за следећи циклус. Сваки наредни битно умножава ДНК синтетизовану у претходном циклусу. Количина циљне ДНК је приближно  $2^n$ , гдје  $n$  представља број циклуса.

За успешан PCR неопходни су одговарајући прајмери као и све остале компоненте. Многе модификације PCR односе се на разлике у броју, величини и специфичности прајмера које користе (Ноу, 1994). Прајмери представљају кратке, једноланчане ДНК молекуле који су комплементарни крајевима секвенце ДНК која се жели умножити. Прајмери се често означавају као олигонуклеотиди који се састоје од 20 до 30 нуклеотида. Прајмери се спајају са жељеном ДНК матрицом тако што се комплементарне базе спарују

(A – T, C - G). Специфичне секвенце база у традиционалном пару прајмера базирају се на познатим ДНК секвенцама у геному инсекта, које ће постати амплификоване (Ной, 1994).

### *PCR - естераза тест*

Естераза тест је изведен према протоколу који су дали Field et al. (1999). Умножавање жељених делова ДНК, односно E4 и FE4 гена обављено је ланчаном реакцијом полимеразе (*PCR - Polymerase chain reaction*) помоћу уређаја MultiGene™ OptiMax Thermal Cycler (Слика 19). *PCR* реакција обављена је у реакционој смеши запремине 25  $\mu$ l која се састојала од пуфера 10x (Fermentas), 0,2 mM dNTP, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2  $\mu$ l заједничког директног прајмера за E4 и FE4 гене (5'-GGGAATTTTGGATTCT-3'), 0,1  $\mu$ l реверзног прајмера специфичног за E4 ген (5'-GGCGGACCTGACGACTC-3'), 0,1  $\mu$ l заједничког реверзног прајмера за E4 и FE4 ген (5'-TGGTTGGGATCTAGGG-3'), 1  $\mu$ l изоловане укупне геномске ДНК, 16,875  $\mu$ l H<sub>2</sub>O и 0,025 U/ $\mu$ l полимеразе K (Thermo Fisher). Сви кораци за припрему *PCR* смеше су обављени на леду. *PCR* реакција је обављена под следећим условима: почетна денатурација на 94°C у трајању од 4 min, денатурација на 94°C у трајању од 30 s, хибридизација прајмера на 50°C у трајању од 1 min и елонгација на 72°C у трајању 1 min, при чему су кораци денатурације, хибридизације и елонгације обављени у 35 циклуса док је завршна елонгација обављена на температури од 72°C у трајању од 10 min. Овим тестом тестирано је по 18 јединки са сваког локалитета.



**Слика 19.** Уређај за PCR (MultiGene™ OptiMax Thermal Cycler) (фото: оригинал)

Детекција *PCR* продуката обављена је помоћу хоризонталне електрофорезе на 1% агарозном гелу, уз коришћење етидијум бромида за визуелизацију под UV светлом, боје за пуњење бунарића (loading dye) која се меша са *PCR* продуктима, и у присуству одговарајућег маркера (лествице). Фрагменти различитих дужина се под утицајем електричне струје крећу кроз гел, и у зависности од своје величине, заузимају различит положају у гелу. Јединке ваши са амплификованим E4 геном дају *PCR* продукт величине 572 bp, док јединке код којих је амплификован FE4 ген дају продукт величине 865 bp. Код индивидуа код којих је амплификован FE4 ген се очекује и продукт дужине преко 2000 нуклеотида, али је његова појава спречена специфичним условима *PCR* реакције. Код

осетљивих јединки се на гелу уочавају PCR продукти величине 572 bp и 865 bp слабе јачине.

Након пуштања PCR продуката на 1% агарозни гел уочени су бендови слабе јачине. Због тога је урађен *RE-PCR* за све узорке. Уместо ДНК матрице за *RE-PCR* реакцију је коришћен 1  $\mu$ l PCR продукта док су сви остали поступци били исти као за први PCR.

#### *RFLP-PCR тест за утврђивање модификоване AChE (MACE)*

Тест се заснива на чињеници да код осетљивих индивидуа постоји место деловања рестрикционог ензима SspI, док је код резистентних индивидуа дошло до појаве тачкасте мутације у месту деловања наведеног рестрикционог ензима. PCR реакцијом се уз помоћ специфичног директног и реверзног прајмера добија ДНК сегмент величине 1269bp. Након дигестије рестрикционим ензимом код осетљивих јединки код којих није дошло до мутације добијају се три фрагмента величине 435, 780 и 54 bp, док код резистентних јединки које поседују мутацију S431F фрагменти величине 780 и 54 bp су спојени, те се детектује само један фрагмент дужине 834 bp.

Тест је изведен према протоколу који су дали Cassanelli et al. (2005). За умножавање жељених делова генома коришћен је уређај MultiGene™ OptiMax Thermal Cycler. PCR реакција обављена је у реакционој смеши запремине 25  $\mu$ l која се састојала од пуфера 10x (Fermentas), 0,2 mM dNTP, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,1  $\mu$ l директног прајмера 5'-GAGCCAGAATACACAGAGAAGCG-3', 0,1  $\mu$ l реверзног прајмера 5'-CGAGACACCACCACGTTTTCCTC-3', 2  $\mu$ l изоловане укупне геномске ДНК, 14,125  $\mu$ l H<sub>2</sub>O и 0,025 U/ $\mu$ l полимеразе K (Thermo Fisher). Сви кораци за припрему PCR смеше су обављени на леду. PCR реакција обављена је под следећим условима: почетна денатурација на 94°C у трајању од 4 min, денатурација на 94°C у трајању од 30 s, хибридизација прајмера на 52°C у трајању од 30 s и елонгација на 72°C у трајању 1 min при чему су кораци денатурације, хибридизације и елонгације обављени у 30 циклуса док је завршна елонгација обављена на температури од 72°C у трајању од 10 min. Након PCR реакције, извршена је дигестија PCR продукта са рестрикционим ензимом SspI према следећем протоколу: 1  $\mu$ g ДНК, 5  $\mu$ l 10x NEBuffer, 1  $\mu$ l рестрикционог ензима, 43  $\mu$ l дејонизоване H<sub>2</sub>O. Инкубација је обављена на 37°C у трајању од 15 min а затим је извршена инактивација на 65°C у трајању од 20 min. Овим тестом тестирано је по 18 јединки са сваког локалитета.

Детекција PCR продуката обављена је помоћу хоризонталне електрофорезе на 1% агарозном гелу, уз коришћење етидијум бромиде за визуелизацију под UV светлом, боје за пуњење бунарића (loading dye) која се меша са PCR продуктима, и у присуству одговарајућег маркера (лествице). Након пуштања PCR продуката на 1% агарозни гел уочени су бендови слабе јачине. Због тога је урађен *RE-PCR* за све узорке. Уместо ДНК матрице за *RE-PCR* реакцију је коришћен 1  $\mu$ l PCR продукта док су сви остали поступци били исти као за први PCR.

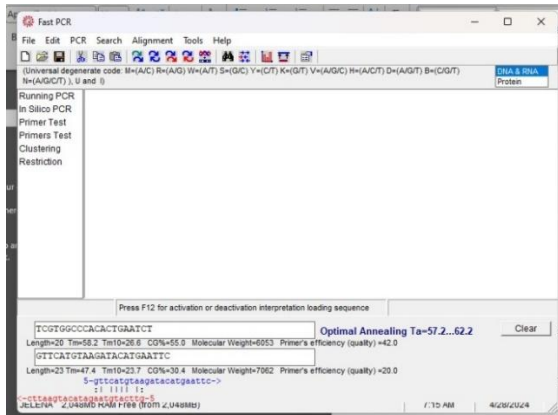
## *RFLP-PCR тест за утврђивање *kdr* механизма резистентности*

Тест се заснива на чињеници да код осетљивих индивидуа постоји место деловања рестрикционог ензима *BssSI*, док је код резистентних индивидуа дошло до појаве тачкасте мутације у месту деловања наведеног рестрикционог ензима.

Тест је изведен према делимично модификованом протоколу који су дали Cassanelli et al. (2005). *PCR* реакција обављена је у реакционој смеши запремине 25  $\mu$ l која се састојала од 2,5  $\mu$ l пуфера 10x (Fermentas), 0,2 mM dNTP, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2  $\mu$ l директног прајмера 5'-TCGTGGCCCCACACTGAATCT-3', 0,2  $\mu$ l реверзног прајмера 5'-GTTCATGTAAGATACATGAATTC-3', 1  $\mu$ l изоловане укупне геномске ДНК, 16,375  $\mu$ l H<sub>2</sub>O и 0,025 U/ $\mu$ l полимеразе K (Thermo Fisher). Сви кораци за припрему *PCR* смеше су обављени на леду. *PCR* реакција обављена је под следећим условима: почетна денатурација на 94°C у трајању од 4 min, денатурација на 94°C у трајању од 30 s, хибридизација прајмера на 52°C у трајању од 30 s и елонгација на 72°C у трајању 1 min при чему су кораци денатурације, хибридизације и елонгације обављени у 30 циклуса док је завршна елонгација обављена на температури од 72°C у трајању од 10 min. Након *PCR* реакције извршена је дигестија добијених *PCR* продукта са рестрикционим ензимом *BssSI* према следећем протоколу: 1  $\mu$ g ДНК, 5  $\mu$ l 10x NEBuffer, 1  $\mu$ l рестрикционог ензима, 43  $\mu$ l дејонизоване H<sub>2</sub>O. Инкубација је обављена на 37°C у трајању од 15 min. Као резултат *PCR* реакције добија се амплификован ДНК сегмент величине 578bp док се након дигестије *PCR* продукта рестрикционим ензимом код осетљивих јединки, односно индивидуа код којих није дошло до мутације уочавају четири фрагмента величине 89, 137, 159 и 193 bp. Код јединки код којих је дошло до мутације уочавају се три сегмента и то величине 89 bp, 137 bp, док су сегменти величине 159 и 193 bp сједињени у један фрагмент дужине 352 bp. Овим тестом тестирано је по 18 јединки са сваког локалитета.

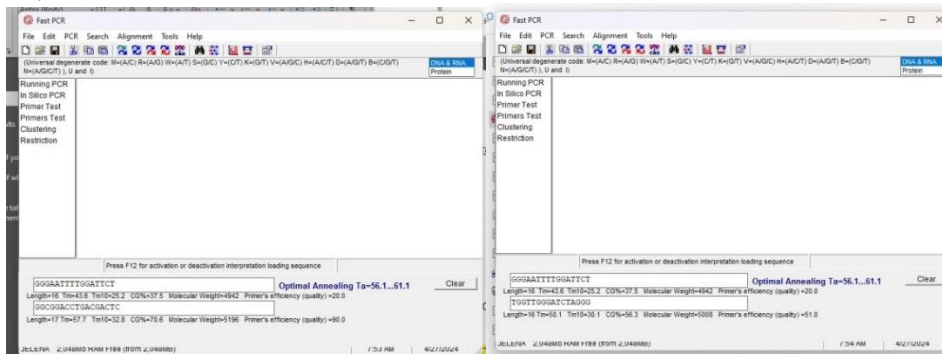
Детекција *PCR* продукта обављена је помоћу хоризонталне електрофорезе на 1% агарозном гелу, уз коришћење етидијум бромида за визуелизацију под UV светлом, боје за пуњење бунарића (loading dye) која се меша са *PCR* продуктима, и у присуству одговарајућег маркера (лествице). Међутим, услед слабе јачине бендова на гелу, проверене су температуре хибридизације прајмера коришћењем програма *FastPCR* (Kalendar et al., 2009) и утврђена је температура везивања (T<sub>a</sub>) 57,2 – 62,2°C (Слика 20). Стога је обављен нови *PCR*, код којег је температура хибридизације прајмера повећана у односу на протокол који су дали Cassanelli et al. (2005), и то на 58°C. Након тога обављен је и *RE-PCR*, код којег је уместо ДНК матрице коришћен 1  $\mu$ l *PCR* продукта док су сви остали поступци били исти као за први *PCR*.

Визуелизација *PCR* продукта обављена је помоћу хоризонталне електрофорезе на 1% агарозном гелу на претходно описан начин.

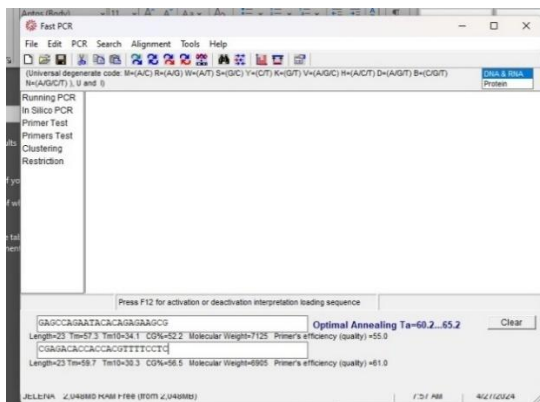


Слика 20. Температуре везивања ( $T_a$ ) прајмера коришћених у *kdr*-testu проверене у програму *FastPCR* (фото: оригинал)

Накнадно су проверене и температуре везивања ( $T_a$ ) за прајмере коришћене за друга два теста, односно у *PCR* - естераза тесту као и у *RFLP-PCR MACE* тесту. Након провере утврђено је да се температуре разликују у односу на протоколе које су дали Field et al. (1999) и Cassanelli et al. (2005). Тако је утврђено да се температура везивања прајмера коришћених у *PCR*-естераза тесту креће од 56,1–61,1°C (Слика 21.). Температура везивања прајмера коришћених у *RFLP-PCR MACE* тесту је између 60,2–65,2°C. (Слика 22)



Слика 21. Температуре везивања ( $T_a$ ) прајмера коришћених у *PCR*-естераза тесту проверене у програму *FastPCR* (фото: оригинал)



Слика 22. Температуре везивања ( $T_a$ ) прајмера коришћених за *RFLP - PCR* тест проверене у програму *FastPCR* (фото: оригинал)

## 4. РЕЗУЛТАТИ

### 4.1. Ефикасност инсектицида у сузбијању *M. persicae* у пољским условима

Локалитет: Петријево (Смедерево)

**Табела 8.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Петријево, 2015.)

| Инсектицид        | Conc,* (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |       |       |       | Ms*   | Sd*  | Ефикасност (%) |
|-------------------|------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|----------------|
|                   |            |                          | А                                    | Б     | Ц     | Д     |       |      |                |
| Имидаклоприд      | 0,12       | НПТ                      | 28,0                                 | 37,6  | 55,4  | 47,8  | 42,2  | 12,0 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 3,7                                  | 4,8   | 6,2   | 5,7   | 5,1   | 1,1  | 91,68          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 0,6                                  | 1,1   | 2,0   | 1,4   | 1,3   | 0,6  | 98,27          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 0                                    | 0     | 0,6   | 0,3   | 0,2   | 0,3  | 99,81          |
| Тиаметоксам       | 0,0045     | НПТ                      | 76,2                                 | 48,5  | 68,4  | 88,1  | 70,3  | 16,6 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 51,3                                 | 21,8  | 42,5  | 72,4  | 47    | 21,0 | 53,95          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 37,6                                 | 18,0  | 35,4  | 68,6  | 39,9  | 21,1 | 68,21          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 20,1                                 | 14,6  | 12,5  | 24,8  | 18,0  | 5,6  | 89,76          |
| Хлорпирифос       | 0,072      | НПТ                      | 62,4                                 | 46,2  | 39,6  | 77,8  | 56,5  | 17,1 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 60,5                                 | 35,3  | 41,2  | 71,4  | 52,1  | 16,8 | 36,49          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 97,2                                 | 78,6  | 100,2 | 145,2 | 105,3 | 28,3 | -4,40          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 105,3                                | 95,4  | 119,8 | 132,3 | 113,2 | 16,2 | 19,83          |
| Диметоат          | 0,04       | НПТ                      | 36,3                                 | 44,5  | 67,6  | 53,2  | 50,4  | 13,4 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 39,0                                 | 47,2  | 69,4  | 76,8  | 58,1  | 17,9 | 20,60          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 82,1                                 | 87,2  | 102,5 | 112,2 | 96,0  | 13,9 | -6,70          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 89,8                                 | 95,5  | 108,0 | 115,9 | 102,3 | 11,8 | 18,79          |
| Ламбда-цихалотрин | 0,00125    | НПТ                      | 77,4                                 | 51,3  | 68,0  | 53,7  | 62,6  | 12,3 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 71,6                                 | 45,9  | 62,2  | 44,7  | 56,1  | 13,1 | 38,27          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 94,4                                 | 74,5  | 86,9  | 77,0  | 83,2  | 9,2  | 25,55          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 109,2                                | 93,1  | 105,4 | 97,9  | 101,4 | 7,3  | 35,19          |
| Делтаметрин       | 0,00125    | НПТ                      | 42,0                                 | 37,4  | 25,8  | 33,6  | 34,7  | 6,9  | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 30,7                                 | 24,6  | 14,4  | 17,5  | 21,8  | 7,3  | 56,73          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 90,4                                 | 77,8  | 53,0  | 72,8  | 73,5  | 15,5 | -18,65         |
|                   |            | 15ДПТ                    | 151,3                                | 119,5 | 98,9  | 122,7 | 123,1 | 21,6 | -41,94         |
| Флоникамид        | 0,007      | НПТ                      | 47,2                                 | 69,1  | 97,5  | 88,2  | 75,5  | 22,3 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 21,3                                 | 36,2  | 44,1  | 28,8  | 32,6  | 9,8  | 70,26          |
|                   |            | 8ДПТ                     | 0,8                                  | 4,2   | 7,8   | 2     | 3,7   | 3,1  | 97,25          |
|                   |            | 15ДПТ                    | 0                                    | 1,9   | 2,2   | 0,3   | 1,1   | 1,1  | 99,42          |
| Контрола          | -          | НПТ                      | 56,1                                 | 80,9  | 45,6  | 87,4  | 67,5  | 19,9 | -              |
|                   |            | 2ДПТ                     | 84,5                                 | 105,7 | 90,3  | 111,5 | 98,0  | 12,7 | -              |
|                   |            | 8ДПТ                     | 99,1                                 | 118,5 | 112,4 | 152,0 | 120,5 | 22,5 | -              |
|                   |            | 15ДПТ                    | 145,4                                | 175,5 | 159,2 | 194,7 | 168,7 | 21,3 | -              |

\* Conc, – концентрација активне супстанце; Ms – средња вредност броја ваши на граници у третману; Sd – стандардна девијација

Огледи у пољским условима за утврђивање ефикасности инсектицида у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини спроведени су 2015., 2016. и 2021. године на локалитету Петријево (Смедерево).

Инфестација гранчица нектарине непосредно пре третирања (НПТ) била је умерена уз умерено варирање бројности јединки по понављањима огледних третмана током, 2015. године (Табела 8). Просечна бројност бескрилних ваши у контроли била је 67,5 јединки по гранчици.

У контроли два дана после третирања (2ДПТ), утврђен је пораст бројности јединки за 1,45 пута у односу на оцену НПТ, док је просечна бројност јединки по младару била 98,0. Ефикасност инсектицида у сузбијању *M. persicae* у овој оцени износила је: 91,68% за имидаклоприд, 53,95% за тиаметоксам, 36,49% за хлорпирифос, 20,60% за диметоат, 38,27% за ламбда-цихалотрин, 56,73% за делтаметрин и 70,26% за флоникамид.

У контроли у оцени осам дана после третирања (8ДПТ), бројност бескрилних јединки зелене бресквине ваши повећала се за 1,23 пута у односу на оцену 2ДПТ, и 1,79 пута у односу на стање бројности НПТ, са просечним бројем јединки по гранчици од 120,5. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 98,27% за имидаклоприд, 68,21% за тиаметоксам, -4,40% за хлорпирифос, -6,70% за диметоат, 25,55% за ламбда-цихалотрин, -18,65% за делтаметрин и 97,25% за флоникамид.

Пораст бројности бескрилних ваши *M. persicae* у контроли, у оцени 15 дана после третирања (15ДПТ) износио је 1,4 пута у односу на оцену 8ДПТ, 1,72 пута у односу на стање 2ДПТ и 2,5 пута у односу на бројност НПТ. Просечна бројност јединки по младару 15ДПТ износила је 168,7 у контроли. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 99,81% за имидаклоприд, 89,76% за тиаметоксам, 19,83% за хлорпирифос, 18,79% за диметоат, 35,19% за ламбда-цихалотрин, -41,94% за делтаметрин и 99,42% за флоникамид (Табела 8).

Двофакторијалном анализом варијансе без понављања и применом *t*-теста (Табела 1П), утврђене су значајне разлике у ефикасности између флоникамида и ламбда-цихалотрина као и тиаметоксама са једне стране и хлорпирифоса, диметоата и делтаметрина, са друге стране. Веома значајне разлике у ефикасности утврђене су између третмана са флоникамидом и хлорпирифосом, диметоатом и делтаметрином, као и између ефикасности имидаклоприда и хлорпирифоса, диметоата, ламбда-цихалотрина и делтаметрина.

Када се упореде периоди оцењивања, нема статистички значајних разлика између оцена 2ДПТ, 8ДПТ и 15ДПТ (Табела 1П).

Током 2016. године инфестација младара нектарине непосредно пре третирања (НПТ) била је умерена уз умерено варирање бројности јединки по понављањима огледних третмана (Табела 9). Просечна бројност ваши у контроли износила је 55,5 јединки по гранчици.

У контроли два дана после третирања (2ДПТ) забележен је пораст бројности јединки за 1,14 пута у односу на оцену НПТ, а просечна бројност јединки по младару била 63,3. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 92,09% за имидаклоприд, 49,00% за тиаметоксам, 30,96% за хлорпирифос, 16,44% за диметоат, 35,38% за ламбда-цихалотрин, 50,32% за делтаметрин и 66,01% за флоникамид.

У оцени осам дана после третирања (8ДПТ), дошло је повећања бројности јединки *M. persicae* у контроли за 1,26 пута у односу на оцену 2ДПТ, и 1,43 пута у односу на бројност НПТ, при чему је просечна бројност јединки по гранчици износила 79,8. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 99,18% за имидаклоприд, 63,22% за



тиаметоксам, -8,04% за хлорпирифос, -10,40% за диметоат, 21,60% за ламбда-цихалотрин, -24,19% за делтаметрин и 98,33% за флоникамид.

Пораст бројности бескрилних јединки зелене бресквине ваши у контроли, у оцени 15 дана после третирања (15ДПТ) износио је 1,81 пута у односу на оцену 8ДПТ и 2,27 пута у односу на стање 2ДПТ и 2,6 пута у односу на бројност НПТ. Просечна бројност јединки по гранчици 15ДПТ у контроли била је 144,1. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 99,47% за имидаклоприд, 85,19% за тиаметоксам, 14,25% за хлорпирифос, 14,33% за диметоат, 33,33% за ламбда-цихалотрин, -47,64% за делтаметрин и 99,88% за флоникамид. (Табела 9).

**Табела 9.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Петријево, 2016.)

| Инсектицид        | Conc.<br>(%) | Време<br>очитавања<br>резултата | Просечна бројност јединки по младару |      |       |      | Ms    | Sd   | Ефикасност<br>(%) |
|-------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------------------|
|                   |              |                                 | А                                    | Б    | Ц     | Д    |       |      |                   |
| Имидаклоприд      | 0,12         | НПТ                             | 48                                   | 59   | 44,5  | 52,5 | 51    | 6,3  | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 2,6                                  | 2,5  | 11    | 2,2  | 4,6   | 4,3  | 92,09             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 0,2                                  | 1    | 0,9   | 0,3  | 0,6   | 0,4  | 99,18             |
|                   |              | 15ДПТ                           | 0                                    | 0,9  | 2     | 0    | 0,7   | 1,0  | 99,47             |
| Тиаметоксам       | 0,0045       | НПТ                             | 14                                   | 13   | 42    | 14   | 20,8  | 14,2 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 10                                   | 5,8  | 30    | 2,7  | 12,1  | 12,3 | 49,00             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 4,6                                  | 2,6  | 36    | 0,6  | 11,0  | 16,8 | 63,22             |
|                   |              | 15ДПТ                           | 0                                    | 0    | 32    | 0    | 8,0   | 16,0 | 85,19             |
| Хлорпирифос       | 0,072        | НПТ                             | 90                                   | 58   | 75    | 95   | 79,5  | 16,7 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 42,5                                 | 41   | 73    | 94   | 62,6  | 25,6 | 30,96             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 164                                  | 89   | 131   | 110  | 123,5 | 32,0 | -8,04             |
|                   |              | 15ДПТ                           | 231                                  | 196  | 145   | 136  | 177   | 44,7 | 14,25             |
| Диметоат          | 0,04         | НПТ                             | 57                                   | 31,5 | 53    | 50   | 47,88 | 11,3 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 39,5                                 | 44   | 50    | 49   | 45,63 | 4,9  | 16,44             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 76                                   | 43,5 | 89    | 95,5 | 76    | 23,1 | -10,40            |
|                   |              | 15ДПТ                           | 107                                  | 71   | 135   | 113  | 106,5 | 26,6 | 14,33             |
| Ламбда-цихалотрин | 0,00125      | НПТ                             | 90                                   | 77   | 92    | 71   | 82,5  | 10,2 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 23                                   | 53,5 | 88,6  | 78   | 60,8  | 29,2 | 35,38             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 50                                   | 88   | 144   | 90   | 93    | 38,7 | 21,60             |
|                   |              | 15ДПТ                           | 110                                  | 153  | 223   | 85   | 142,8 | 60,4 | 33,33             |
| Делтаметрин       | 0,00125      | НПТ                             | 20                                   | 20   | 31    | 13   | 21    | 7,4  | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 18,5                                 | 19   | 3,5   | 6,5  | 11,9  | 8,0  | 50,32             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 86                                   | 17   | 15    | 32   | 37,5  | 33,2 | -24,19            |
|                   |              | 15ДПТ                           | 116                                  | 92   | 44    | 70   | 80,5  | 30,7 | -47,64            |
| Флоникамид        | 0,007        | НПТ                             | 72                                   | 81   | 56    | 58   | 66,8  | 11,9 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 23,5                                 | 24,1 | 26,9  | 28,9 | 25,9  | 2,5  | 66,01             |
|                   |              | 8ДПТ                            | 0,9                                  | 2,2  | 0,4   | 3    | 1,6   | 1,2  | 98,33             |
|                   |              | 15ДПТ                           | 0,3                                  | 0    | 0,6   | 0    | 0,2   | 0,3  | 99,88             |
| Контрола          | -            | НПТ                             | 71                                   | 89   | 36    | 26   | 55,5  | 29,5 | -                 |
|                   |              | 2ДПТ                            | 77                                   | 101  | 45    | 30   | 63,3  | 31,9 | -                 |
|                   |              | 8ДПТ                            | 92                                   | 122  | 61    | 44   | 79,8  | 34,5 | -                 |
|                   |              | 15ДПТ                           | 147                                  | 193  | 157,5 | 79   | 144,1 | 47,7 | -                 |

Обрадом резултата анализом варијансе (Табела 2П), утврђене су значајне разлике у ефикасности између флонирамида и ламбда-цихалотрина као и тиаметоксама са једне стране и хлорпирифоса, диметоата и делтаметрина, са друге стране. Веома значајне разлике утврђене су између ефикасности флонирамида и хлорпирифоса, диметоата и делтаметрина, као и између ефикасности имидаклоприда и хлорпирифоса, диметоата, ламбда-цихалотрина и делтаметрина.

Поређењем периода оцењивања утврђено је да нема статистички значајних разлика између оцена 2ДПТ, 8ДПТ и 15ДПТ (Табела 2П).

**Табела 10.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Петријево, 2021.)

| Инсектицид   | Конц. (%) | Време очитавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |       |       |       | Ms     | Sd    | Ефикасност (%) |
|--------------|-----------|---------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|----------------|
|              |           |                           | А                                    | Б     | Ц     | Д     |        |       |                |
| Имидаклоприд | 0,12      | НПТ                       | 73                                   | 86    | 57,5  | 72    | 72,13  | 11,65 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 9                                    | 10,5  | 5,5   | 7     | 8,0    | 2,20  | <b>91,52</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 2                                    | 2,5   | 1,5   | 1,5   | 1,88   | 0,48  | <b>98,63</b>   |
|              |           | 13ДПТ                     | 0                                    | 0     | 0     | 0     | 0      | -     | <b>100</b>     |
| Тиаметоксам  | 0,0045    | НПТ                       | 61                                   | 43,5  | 70,5  | 55    | 57,5   | 11,31 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 29,5                                 | 20    | 32    | 23,5  | 26,25  | 5,48  | <b>65,10</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 31                                   | 18    | 34    | 28    | 27,75  | 6,95  | <b>74,48</b>   |
|              |           | 13ДПТ                     | 28,5                                 | 15,5  | 31    | 25    | 25,0   | 6,79  | <b>76,53</b>   |
| Хлорпирифос  | 0,072     | НПТ                       | 67                                   | 42    | 53    | 73,5  | 58,88  | 14,13 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 64                                   | 55    | 61,5  | 71,5  | 63,0   | 6,82  | <b>18,19</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 130,5                                | 110,5 | 121,5 | 138,5 | 125,25 | 12,04 | <b>-12,49</b>  |
|              |           | 13ДПТ                     | 128,5                                | 99    | 118,5 | 134   | 120,0  | 15,40 | <b>-10,05</b>  |
| Делтаметрин  | 0,00125   | НПТ                       | 78                                   | 62    | 44,5  | 55    | 59,88  | 14,06 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 52,5                                 | 46    | 37    | 45,5  | 45,25  | 6,36  | <b>42,22</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 145,5                                | 132,5 | 127   | 130   | 133,75 | 8,15  | <b>-18,12</b>  |
|              |           | 13ДПТ                     | 174,5                                | 149,5 | 135,5 | 147,5 | 151,75 | 16,38 | <b>-36,84</b>  |
| Флонирамид   | 0,007     | НПТ                       | 70,5                                 | 51    | 42,5  | 64    | 57,0   | 12,62 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 14,5                                 | 13,5  | 8,5   | 10    | 11,63  | 2,84  | <b>84,41</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 3,5                                  | 2,5   | 0     | 0     | 1,5    | 1,78  | <b>98,61</b>   |
|              |           | 13ДПТ                     | 1                                    | 1     | 0     | 0     | 0,5    | 0,58  | <b>99,53</b>   |
| Сулфоксафлор | 0,0025    | НПТ                       | 81,5                                 | 56    | 72    | 51    | 65,13  | 14,12 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 13,5                                 | 7     | 10,5  | 8,5   | 9,88   | 2,81  | <b>88,41</b>   |
|              |           | 7ДПТ                      | 1,5                                  | 0     | 1,5   | 1     | 1,0    | 0,71  | <b>99,15</b>   |
|              |           | 13ДПТ                     | 4                                    | 0     | 5     | 1,5   | 2,63   | 2,29  | <b>97,82</b>   |
| Контрола     | -         | НПТ                       | 54,5                                 | 83    | 48    | 58    | 60,88  | 15,32 | -              |
|              |           | 2ДПТ                      | 78,5                                 | 102,5 | 56,5  | 81    | 79,63  | 18,81 | -              |
|              |           | 7ДПТ                      | 102,5                                | 138   | 97,5  | 122,5 | 115,13 | 18,69 | -              |
|              |           | 13ДПТ                     | 104,5                                | 125   | 101,5 | 120   | 112,75 | 11,51 | -              |

Инфестација гранчица нектарине непосредно пре третирања (НПТ) била је умерена уз умерено варирање бројности јединки по понављањима огледних третмана током 2021. године (Табела 10) уз просечну бројност ваши од 60,88 јединки по гранчици.

У контроли два дана после третирања (2ДПТ) дошло је до повећања бројности ваши за 1,31 пута у односу на оцену НПТ, док је просечна бројност јединки по младару износила 79,63. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 91,52% за

имидаклоприд, 65,10% за тиаметоксам, 18,19% за хлорпирифос, 42,22% за делтаметрин, 84,41% за флоникамид и 88,41 за сулфоксафлор.

У контроли седам дана после третирања (7ДПТ), бројност јединки *M. persicae* се повећала за 1,45 пута у односу на оцену 2ДПТ, и 1,89 пута у односу на бројност НПТ док је просечна бројност јединки по граници износила 115,13. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 98,63% за имидаклоприд, 74,48% за тиаметоксам, -12,49% за хлорпирифос, -18,12% за делтаметрин, 98,61% за флоникамид и 99,15 за сулфоксафлор.

У оцени 13 дана после третирања (13ДПТ) дошло је до смањења бројности ваши у контроли за 1,02 пута у односу на оцену 7ДПТ односно до повећања бројности за 1,42 пута у односу на стање 2ДПТ и 1,85 пута у односу на бројност НПТ. Просечна бројност јединки по граници 13ДПТ у контроли износила је 112,75. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 100% за имидаклоприд, 76,53% за тиаметоксам, -10,05% за хлорпирифос, -36,84% за делтаметрин, 99,53% за флоникамид и 97,82 за сулфоксафлор. (Табела 10).

Анализом варијансе (Табела 3П) утврђено је да није било значајних разлика у ефикасности између испитиваних инсектицида док су веома значајне разлике утврђене између ефикасности флоникамида и делтаметрина и хлорпирифа, између ефикасности имидаклоприда и делтаметрина и хлорпирифоса, затим између ефикасности тиаметоксама и делтаметрина и хлорпирифоса, као и између сулфоксафлора и делтаметрина и хлорпирифоса.

Поређењем периода оцењивања утврђено је да нема статистички значајних разлика између оцена 2ДПТ, 7ДПТ и 13ДПТ (Табела 3П).

#### *Локалитет: Винча (Топола)*

Током 2016. године инфестација граници нектарине непосредно пре третирања (НПТ) била је умерена уз умерено варирање бројности јединки по понављањима огледних третмана (Табела 11). Просечна бројност ваши у контроли износила је 27,8 јединки по граници.

У контроли три дана после третирања (3ДПТ) дошло је до пораста бројности јединки за 1,2 пута у односу на оцену НПТ, а просечна бројност јединки по младару била 33,3. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 95,21% за имидаклоприд, 93,81% за тиаметоксам, 18,31% за хлорпирифос, 22,23% за диметоат, 25,56% за ламбда-цихалотрин, 51,77% за делтаметрин и 69,38% за флоникамид.

У оцени седам дана после третирања (7ДПТ), бројност јединки *M. persicae* у контроли се повећала за 1,4 пута у односу на оцену 3ДПТ, и 1,6 пута у односу на бројност НПТ, при чему је просечна бројност јединки по граници била 44,6. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 99,86% за имидаклоприд, 96,78% за тиаметоксам, -17,24% за хлорпирифос, 4,01% за диметоат, 4,42% за ламбда-цихалотрин, 43,6% за делтаметрин и 99,06% за флоникамид.

Бројности бескрилних јединки зелене бресквине ваши у контроли, у оцени 14 дана после третирања (14ДПТ) била је већа за 1,63 пута у односу на оцену 7ДПТ односно 2,18 пута у односу на стање 3ДПТ и 2,62 пута у односу на бројност НПТ. Просечна бројност јединки по младару 14ДПТ у контроли била је 72,7. Ефикасност инсектицида у овом периоду износила је: 98,06% за имидаклоприд, 90,13% за тиаметоксам, 24,89% за

хлорпирифос, 19,3% за диметоат, -39,68% за ламбда-цихалотрин, 4,71% за делтаметрин и 95,96% за флоникамид. (Табела 11).

**Табела 11.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Винча, 2016.)

| Инсектицид        | Conc, (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |       |      |      | Ms    | Sd   | Ефикасност (%) |
|-------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|-------|------|------|-------|------|----------------|
|                   |           |                          | А                                    | Б     | Ц    | Д    |       |      |                |
| Имидаклоприд      | 0,12      | НПТ                      | 40,5                                 | 45,5  | 43   | 52   | 45,3  | 4,9  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 1,5                                  | 2,5   | 3    | 3,5  | 2,6   | 0,9  | 95,21          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 0                                    | 0,1   | 0,1  | 0,2  | 0,1   | 0,1  | 99,86          |
|                   |           | 14ДПТ                    | 1,6                                  | 2     | 2,5  | 3,1  | 2,3   | 0,7  | 98,06          |
| Тиаметоксам       | 0,0045    | НПТ                      | 46                                   | 24    | 34   | 20   | 31,0  | 11,6 | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 3,1                                  | 2     | 2,4  | 1,5  | 2,3   | 0,7  | 93,81          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 1,7                                  | 1,5   | 1,9  | 1,2  | 1,6   | 0,3  | 96,78          |
|                   |           | 14ДПТ                    | 8,4                                  | 7,6   | 8,2  | 7,8  | 8,0   | 0,4  | 90,13          |
| Хлорпирифос       | 0,072     | НПТ                      | 38                                   | 46    | 51   | 33   | 42,0  | 8,0  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 37,2                                 | 45,5  | 49,5 | 32   | 41,1  | 7,9  | 18,31          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 73,5                                 | 88    | 84,5 | 70   | 79,0  | 8,6  | -17,24         |
|                   |           | 14ДПТ                    | 76,5                                 | 83,5  | 92   | 78   | 82,5  | 7,0  | 24,89          |
| Диметоат          | 0,04      | НПТ                      | 27                                   | 20    | 19   | 39   | 26,3  | 9,2  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 24,8                                 | 18    | 17   | 38   | 24,5  | 9,7  | 22,23          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 51                                   | 11,1  | 39,5 | 60,4 | 40,5  | 21,4 | 4,01           |
|                   |           | 14ДПТ                    | 70,9                                 | 19,1  | 53   | 79   | 55,5  | 26,6 | 19,30          |
| Ламбда-цихалотрин | 0,00125   | НПТ                      | 42                                   | 27,5  | 52,5 | 22   | 36    | 13,9 | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 37,5                                 | 25,3  | 48   | 17,6 | 32,1  | 13,4 | 25,56          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 71                                   | 39    | 72,3 | 38,5 | 55,2  | 19,0 | 4,42           |
|                   |           | 14ДПТ                    | 142                                  | 122,7 | 164  | 97,3 | 131,5 | 28,4 | - 39,68        |
| Делтаметрин       | 0,00125   | НПТ                      | 26                                   | 33    | 31   | 36   | 31,5  | 4,2  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 14,5                                 | 24    | 19   | 15,3 | 18,2  | 4,3  | 51,77          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 19,3                                 | 32,7  | 24,5 | 37,5 | 28,5  | 8,2  | 43,60          |
|                   |           | 14ДПТ                    | 60,9                                 | 88,9  | 70   | 94,2 | 78,5  | 15,7 | 4,71           |
| Флоникамид        | 0,007     | НПТ                      | 34                                   | 41,5  | 45   | 38,5 | 39,8  | 4,7  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 12                                   | 14    | 16,5 | 16   | 14,6  | 2,1  | 69,38          |
|                   |           | 7ДПТ                     | 0,6                                  | 1,1   | 0,4  | 0,3  | 0,6   | 0,4  | 99,06          |
|                   |           | 14ДПТ                    | 4,7                                  | 4,2   | 4,4  | 3,5  | 4,2   | 0,5  | 95,96          |
| Контрола          | -         | НПТ                      | 27                                   | 29    | 31   | 24   | 27,8  | 3,0  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 31,1                                 | 30    | 39,1 | 33   | 33,3  | 4,1  | -              |
|                   |           | 7ДПТ                     | 42,3                                 | 40,1  | 52,4 | 43,7 | 44,6  | 5,4  | -              |
|                   |           | 14ДПТ                    | 69,2                                 | 64,7  | 85,8 | 71,1 | 72,7  | 9,1  | -              |

Анализом варијансе (Табела 4П) нису утврђене значајне разлике у ефикасности између испитиваних инсектицида. Веома значајне разлике утврђене су између ефикасности флоникамида, имидаклоприда и тиаметоксама са једне стране и хлорпирифа, диметоата, ламбда цихалотрина и делтаметрина са друге стране.

Поређењем периода оцењивања нису утврђене статистички значајне разлике између оцена 3ДПТ, 7ДПТ и 14ДПТ (Табела 4П).

**Табела 12.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Винча, 2017.)

| Инсектицид        | Конц. (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |       |       |       | Ms    | Sd   | Ефикасност (%) |
|-------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|----------------|
|                   |           |                          | А                                    | Б     | Ц     | Д     |       |      |                |
| Имидаклоприд      | 0,12      | НПТ                      | 33,5                                 | 55    | 11    | 24,9  | 31,1  | 18,4 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 7,2                                  | 0,2   | 3,9   | 2,8   | 3,53  | 2,9  | 90,06          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 0                                    | 0     | 0,5   | 0,3   | 0,2   | 0,2  | 99,53          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 0,3                                  | 0     | 3,9   | 1,1   | 1,3   | 1,8  | 96,64          |
| Тиаметоксам       | 0,0045    | НПТ                      | 92,6                                 | 86,7  | 71,9  | 62    | 78,3  | 13,9 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 12,7                                 | 11,3  | 9,4   | 7,6   | 10,3  | 2,2  | 88,14          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 8,7                                  | 5,2   | 7,4   | 3,8   | 6,28  | 2,2  | 94,15          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 13                                   | 11,5  | 14,6  | 11,1  | 12,55 | 1,6  | 87,13          |
| Хлорпирифос       | 0,072     | НПТ                      | 162,5                                | 145   | 119,9 | 98    | 131,4 | 28,3 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 282,6                                | 182   | 143,5 | 96    | 176,0 | 79,3 | - 17,32        |
|                   |           | 8ДПТ                     | 294,5                                | 272   | 176,3 | 110   | 213,2 | 85,8 | -18,42         |
|                   |           | 13ДПТ                    | 198                                  | 162,5 | 89    | 60,3  | 127,5 | 63,8 | 22,09          |
| Диметоат          | 0,04      | НПТ                      | 125                                  | 109,5 | 131   | 95,4  | 115,2 | 16,0 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 126,1                                | 110,5 | 129   | 97,7  | 115,8 | 14,6 | 11,95          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 164,5                                | 180,6 | 162   | 121,5 | 157,2 | 25,2 | 0,41           |
|                   |           | 13ДПТ                    | 115,5                                | 123,1 | 146   | 98,3  | 120,7 | 19,8 | 15,88          |
| Ламбда-цихалотрин | 0,00125   | НПТ                      | 83,5                                 | 62    | 76    | 78    | 74,9  | 9,2  | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 76,5                                 | 55,5  | 71,5  | 73    | 69,13 | 9,3  | 19,15          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 116,8                                | 92,7  | 123,3 | 75    | 102   | 22,3 | 0,61           |
|                   |           | 13ДПТ                    | 146,2                                | 135   | 168   | 118   | 141,8 | 21,0 | -52,0          |
| Делтаметрин       | 0,00125   | НПТ                      | 98                                   | 105,4 | 120,5 | 78,8  | 100,7 | 17,3 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 41,2                                 | 48,1  | 51,6  | 39,8  | 45,2  | 5,6  | 60,68          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 61,1                                 | 48,7  | 55,6  | 58    | 55,9  | 5,3  | 59,49          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 123,5                                | 115   | 112   | 143,1 | 123,4 | 14,0 | 1,61           |
| Флоникамид        | 0,007     | НПТ                      | 69                                   | 75,5  | 62    | 67,6  | 68,52 | 5,6  | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 16,2                                 | 14,5  | 18,5  | 19    | 17,1  | 2,1  | 78,14          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 0,9                                  | 0,1   | 0,2   | 0,5   | 0,4   | 0,4  | 99,57          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 3,4                                  | 1,6   | 2     | 3     | 2,5   | 0,8  | 97,07          |
| Сулфосафлор       | 0,0025    | НПТ                      | 98,5                                 | 121   | 105   | 117,6 | 110,5 | 10,6 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 10,5                                 | 13,2  | 11,5  | 14,5  | 12,4  | 1,8  | 90,17          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 0                                    | 0,1   | 0     | 0,2   | 0,08  | 0,1  | 99,95          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 0                                    | 0,8   | 0     | 1,2   | 0,5   | 0,6  | 99,64          |
| Пиметрозин        | 0,025     | НПТ                      | 39                                   | 46    | 41,5  | 42,3  | 42,2  | 2,9  | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 19,5                                 | 25    | 21,5  | 22,5  | 22,1  | 2,3  | 54,13          |
|                   |           | 8ДПТ                     | 0                                    | 0,8   | 0,2   | 1,1   | 0,5   | 0,5  | 99,14          |
|                   |           | 13ДПТ                    | 0                                    | 1     | 0,4   | 1,6   | 0,8   | 0,7  | 98,48          |
| Контрола          | -         | НПТ                      | 131                                  | 116   | 103   | 73,5  | 105,9 | 24,4 | -              |
|                   |           | 2ДПТ                     | 148                                  | 124,4 | 119,5 | 91,6  | 120,9 | 23,2 | -              |
|                   |           | 8ДПТ                     | 159,2                                | 144   | 132,5 | 144,5 | 145,1 | 10,9 | -              |
|                   |           | 13ДПТ                    | 129,5                                | 132,1 | 129,4 | 136,5 | 131,9 | 3,3  | -              |

Инфестација младара нектарине непосредно пре третирања (НПТ) током 2017. године била је умерена уз умерено варирање бројности јединки по понављањима огледних третмана (Табела 12). Просечна бројност ваши у контроли износила је 105,9 јединки по граници.

Два дана после третирања (2ДПТ) дошло је до пораста бројности јединки у контроли за 1,14 пута у односу на оцену НПТ, а просечна бројност јединки по младару износила је 120,9. Ефикасност инсектицида у овом периоду оцењивања износила је: 90,06% за имидаклоприд, 88,14% за тиаметоксам, -17,32% за хлорпирифос, 11,95% за диметоат, 19,15% за ламбда-цихалотрин, 60,68% за делтаметрин, 78,14% за флоникамид, 90,17% за сулфоксафлор и 54,13% за пиметрозин.

У оцени осам дана после третирања (8ДПТ), бројност јединки зелене бресквине ваши у контроли се повећала за 1,2 пута у односу на оцену 2ДПТ, и 1,37 пута у односу на бројност НПТ, док је просечна бројност јединки по гранчици била 145,1. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 99,53% за имидаклоприд, 94,15% за тиаметоксам, -18,42% за хлорпирифос, 0,41% за диметоат, 0,61% за ламбда-цихалотрин, 59,49% за делтаметрин, 99,57% за флоникамид, 99,95% за сулфоксафлор и 99,14% за пиметрозин.

Бројности бескрилних јединки *M. persicae* у контроли, у оцени 13 дана после третирања (13ДПТ) смањила се за 1,1 пут у односу на оцену 8ДПТ односно повећала се за 1,09 пута у односу на оцену 2ДПТ и 1,25 пута у односу на бројност НПТ. Просечна бројност јединки по гранчици 13ДПТ у контроли била је 131,9. Ефикасност инсектицида износила је: 96,64% за имидаклоприд, 87,13% за тиаметоксам, 22,09% за хлорпирифос, 15,88% за диметоат, -52,0% за ламбда-цихалотрин, 1,61% за делтаметрин, 97,07% за флоникамид, 99,64% за сулфоксафлор и 98,48% за пиметрозин (Табела 12).

Применом анализе варијансе (Табела 5П) утврђене су значајне разлике у ефикасности између тиаметоксама и делтаметрина као и између делтаметрина и пиметрозина. Веома значајне разлике утврђене су између ефикасности имидаклоприда и хлорпирифоса, диметоата, ламбда-цихалотрина, делтаметрина; тиаметоксама и хлорпирифоса, диметоата ламбда-цихалотрина; хлорпирифоса и флоникамида, пиметрозина, сулфоксафлора; диметоата и флоникамида, пиметрозина, сулфоксафлора; ламбда-цихалотрина и флоникамида, пиметрозина, сулфоксафлора као и између делтаметрина и сулфоксафлора.

Када се упореде периоди оцењивања, статистички значајне разлике нису утврђене између оцена 2ДПТ, 8ДПТ и 13ДПТ (Табела 5П).

Током 2021. године инфестација гранчица нектарине непосредно пре третирања била је слаба до умерена уз умерено варирање бројности ваши по понављањима огледних третмана (Табела 13). Просечна бројност ваши у контроли износила је 39,38 јединке по гранчици.

Пораст бројности ваши за 1,17 пута у односу на стање пре третирања, констатован је у контроли 3ДПТ, а просечна бројност јединки по гранчици износила је 46,25. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 88,65% за имидаклоприд, 85,16% за тиаметоксам, -5,98 за хлорпирифос, 47,43% за делтаметрин, 82,06% за флоникамид и 92,51% за сулфоксафлор.

У оцени 7ДПТ дошло је повећања бројности ваши за 1,41 пут у односу на претходну оцену, док је просечна бројност јединки по гранчици у контроли била 65,13. Ефикасност инсектицида у овој оцени износила је: 95,78% за имидаклоприд, 90,65% за тиаметоксам, -11,05 за хлорпирифос, 32,75% за делтаметрин, 98,38% за флоникамид и 99,15% за сулфоксафлор.

У оцени 14ДПТ бројност ваши се смањила за 0,98 пута у односу на претходну оцену, а просечна бројност јединки по гранчици у контроли износила је 63,75. Ефикасност

инсектицида у овој оцени износила је: 92,75% за имидаклоприд, 83,14% за тиаметоксам, 2,94% за хлорпирифос, -3,16% за делтаметрин, 97,31% за флониламид и 96,52% за сулфоксафлор.

Применом т-теста (Табела 6П), нису утврђене значајне разлике у ефикасности између испитиваних инсектицида. Међутим, веома значајне разлике утврђене су између ефикасности имидаклоприда и тиаметоксама са једне стране и хлорпирифоса и делтаметрина са друге; Такође, веома значајне разлике утврђене су између ефикасности хлорпирифоса и делтаметрина са једне стране и флониламида и сулфоксафлора са друге.

Када се упореде периоди оцењивања, статистички значајне разлике нису утврђене између оцена 3ДПТ, 7ДПТ и 14ДПТ (Табела 6П).

**Табела 13.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Винча, 2021.)

| Инсектицид   | Конс, (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |      |      |      | Ms     | Sd     | Ефикасност (%) |
|--------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|------|------|------|--------|--------|----------------|
|              |           |                          | А                                    | Б    | Ц    | Д    |        |        |                |
| Имидаклоприд | 0,12      | НПТ                      | 36                                   | 42,5 | 28   | 51   | 39,38  | 9,76   | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 5                                    | 5    | 3,5  | 7,5  | 5,25   | 1,66   | <b>88,65</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 2                                    | 3    | 2,5  | 3,5  | 2,75   | 0,65   | <b>95,78</b>   |
|              |           | 14ДПТ                    | 2                                    | 4    | 4,5  | 8    | 4,63   | 2,50   | <b>92,75</b>   |
| Тиаметоксам  | 0,0045    | НПТ                      | 47                                   | 23,5 | 44   | 37,5 | 38,00  | 10,45  | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 8,5                                  | 5    | 7,5  | 5,5  | 6,63   | 1,65   | <b>85,16</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 7                                    | 4,5  | 7    | 5    | 5,88   | 1,31   | <b>90,65</b>   |
|              |           | 14ДПТ                    | 11,5                                 | 8,5  | 11   | 10,5 | 10,38  | 1,31   | <b>83,14</b>   |
| Хлорпирифос  | 0,072     | НПТ                      | 33                                   | 38,5 | 26   | 49,5 | 36,75  | 9,92   | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 42                                   | 42,5 | 33   | 65,5 | 45,75  | 13,87  | <b>-5,98</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 69                                   | 59,5 | 53,5 | 88   | 67,50  | 15,08  | <b>-11,05</b>  |
|              |           | 14ДПТ                    | 61,5                                 | 52   | 45,5 | 72   | 57,75  | 11,55  | <b>2,94</b>    |
| Делтаметрин  | 0,00125   | НПТ                      | 28,5                                 | 38   | 41,5 | 34,5 | 35,63  | 5,54   | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 12,5                                 | 15,5 | 32,5 | 27,5 | 25,17  | 8,74   | <b>47,43</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 29,5                                 | 34,5 | 57   | 37,5 | 39,63  | 12,04  | <b>32,75</b>   |
|              |           | 14ДПТ                    | 43,5                                 | 58,0 | 72,5 | 64   | 59,50  | 12,21  | <b>-3,16</b>   |
| Флониламид   | 0,007     | НПТ                      | 41                                   | 430  | 38   | 27,5 | 134,13 | 197,33 | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 8                                    | 9,5  | 7,5  | 6,5  | 7,88   | 1,25   | <b>82,06</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 1                                    | 1,5  | 1    | 0,5  | 1,00   | 0,41   | <b>98,38</b>   |
|              |           | 14ДПТ                    | 2                                    | 3    | 1,5  | 0    | 1,63   | 1,25   | <b>97,31</b>   |
| Сулфоксафлор | 0,0025    | НПТ                      | 34,5                                 | 36   | 48   | 23,5 | 35,50  | 10,02  | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 3                                    | 3,5  | 4,5  | 1,5  | 3,13   | 1,25   | <b>92,51</b>   |
|              |           | 7ДПТ                     | 0,5                                  | 1    | 1    | 0,5  | 0,75   | 0,29   | <b>99,15</b>   |
|              |           | 14ДПТ                    | 1                                    | 3    | 4    | 0    | 2,00   | 1,83   | <b>96,52</b>   |
| Контрола     | -         | НПТ                      | 26                                   | 54   | 36,5 | 41   | 39,38  | 11,60  | -              |
|              |           | 3ДПТ                     | 32                                   | 61   | 43,5 | 48,5 | 46,25  | 12,02  | -              |
|              |           | 7ДПТ                     | 43,5                                 | 85,5 | 63,5 | 68   | 65,13  | 17,26  | -              |
|              |           | 14ДПТ                    | 48                                   | 81,5 | 60   | 65,5 | 63,75  | 13,91  | -              |

Локалитет: Мачвански Метковић (Богатић)

Пољски огледи на локалитету Мачвански Метковић у циљу сузбијања *M. persicae* изведени су током 2019. и 2020. године.

**Табела 14.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Мачвански Метковић, 2019.)

| Инсектицид   | Conc. (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |     |     |     | Ms     | Sd    | Ефикасност (%) |
|--------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|--------|-------|----------------|
|              |           |                          | А                                    | Б   | Ц   | Д   |        |       |                |
| Имидаклоприд | 0,12      | НПТ                      | 48                                   | 81  | 55  | 72  | 64     | 15,17 | -              |
|              |           | ЗДПТ                     | 0                                    | 0   | 0   | 0   | 0      | 0     | 100            |
|              |           | 7ДПТ                     | 0                                    | 0   | 0   | 0   | 0      | 0     | 100            |
| Тиаметоксам  | 0,0045    | НПТ                      | 91                                   | 110 | 69  | 52  | 80,5   | 25,33 | -              |
|              |           | ЗДПТ                     | 0,4                                  | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 0,35   | 0,26  | 99,69          |
|              |           | 7ДПТ                     | 0,2                                  | 0,3 | 0   | 0,1 | 0,15   | 0,13  | 99,92          |
| Ацетамиприд  | 0,005     | НПТ                      | 72                                   | 38  | 53  | 61  | 56     | 14,31 | -              |
|              |           | ЗДПТ                     | 1,6                                  | 0,9 | 1,2 | 1,9 | 1,4    | 0,44  | 98,23          |
|              |           | 7ДПТ                     | 0,8                                  | 0,3 | 0,7 | 1   | 0,7    | 0,29  | 99,43          |
| Контрола     | -         | НПТ                      | 88                                   | 62  | 96  | 71  | 79,25  | 15,52 | -              |
|              |           | ЗДПТ                     | 123                                  | 82  | 144 | 100 | 112,25 | 27,01 | -              |
|              |           | 7ДПТ                     | 187                                  | 124 | 220 | 165 | 174    | 35,52 | -              |

У току 2019. године, инфестација младара нектарине на овом локалитету, непосредно пре третирања, била је умерена уз незнатно варирање бројности ваши по понављањима третмана (Табела 14). Просечна бројност ваши у контроли била је 79,25 јединки по младару.

У оцени ЗДПТ, констатован је пораст бројности ваши за 1,42 пута у односу на стање пре третирања, а просечна бројност јединки по младару у контроли износила је 112,25. Ефикасност инсектицида у сузбијању *M. persicae* у овом периоду износила је 100% за имидаклоприд, 99,69% за тиаметоксам, 98, 23% за ацетамиприд.

Пораст бројности ваши за 1,55 пута у односу на претходну оцену констатован је 7ДПТ, уз просечну бројност јединки по младару од 174 у контроли. Ефикасност инсектицида у овом периоду износила је 100% за имидаклоприд, 99,92% за тиаметоксам, 99, 43% за ацетамиприд.

Применом т-теста (Табела 7П), статистички значајне разлике утврђене су у ефикасности између ацетамиприда и имидаклоприда.

Када се упореде периоди оцењивања, статистички значајне разлике нису утврђене између оцена ЗДПТ и 7ДПТ (Табела 7П).

У току 2020. године, инфестација младара нектарине на овом локалитету, непосредно пре третирања, била је умерена уз незнатно варирање бројности ваши по понављањима третмана (Табела 15). Просечна бројност ваши у контроли износила је 53 јединки по младару.

У оцени ЗДПТ, дошло је до пораста бројности ваши за 1,71 пута у односу на стање пре третирања. Просечна бројност јединки по младару у контроли износила је 90,5. Ефикасност инсектицида у сузбијању *M. persicae* у овом периоду износила је 68,84% за



хлорпирифос, 43,5% за ламбда – цихалотрин, 61,37% за делтаметрин и 82,13% за флоникамид.

У оцени 7ДПТ констатован је пораст бројности ваши за 1,4 пута у односу на претходну оцену, уз просечну бројност јединки по младару од 127 у контроли. Ефикасност инсектицида у овом периоду износила је 31,75% за хлорпирифос, 34,99% за ламбда – цихалотрин, 47,17% за делтаметрин и 99,65% за флоникамид.

Анализом варијансе (Табела 8П), нису утврђене статистички значајне у ефикасности између примењених инсектицида.

Упоређивањем периода оцењивања, такође нису утврђене статистички значајне разлике између оцена 3ДПТ и 7ДПТ (Табела 8П).

**Табела 15.** Ефикасност примењених инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини (Мачвански Метковић, 2020.)

| Инсектицид        | Conc. (%) | Време читавања резултата | Просечна бројност јединки по младару |      |      |     | Ms    | Sd    | Ефикасност (%) |
|-------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|------|------|-----|-------|-------|----------------|
|                   |           |                          | А                                    | Б    | Ц    | Д   |       |       |                |
| Хлорпирифос       | 0,072     | НПТ                      | 45                                   | 59   | 63   | 36  | 50,75 | 12,5  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 29                                   | 32   | 28   | 19  | 27    | 5,6   | <b>68,84</b>   |
|                   |           | 7ДПТ                     | 111                                  | 86   | 77   | 58  | 83    | 22,02 | <b>31,75</b>   |
| Ламбда-цихалотрин | 0,00125   | НПТ                      | 59,5                                 | 45   | 29,5 | 65  | 49,75 | 15,92 | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 58                                   | 42,5 | 28,5 | 63  | 48    | 15,66 | <b>43,50</b>   |
|                   |           | 7ДПТ                     | 94                                   | 72   | 45   | 99  | 77,5  | 24,64 | <b>34,99</b>   |
| Делтаметрин       | 0,00125   | НПТ                      | 64                                   | 31   | 49   | 44  | 47    | 13,64 | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 43                                   | 19   | 34   | 28  | 31    | 10,1  | <b>61,37</b>   |
|                   |           | 7ДПТ                     | 82                                   | 45   | 58   | 53  | 59,5  | 15,93 | <b>47,17</b>   |
| Флоникамид        | 0,007     | НПТ                      | 79                                   | 55   | 43   | 59  | 59    | 14,97 | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 24                                   | 19   | 14   | 15  | 18    | 4,55  | <b>82,13</b>   |
|                   |           | 7ДПТ                     | 0,8                                  | 0,6  | 0,4  | 0,2 | 0,5   | 0,26  | <b>99,65</b>   |
| Контрола          | -         | НПТ                      | 75                                   | 46   | 52   | 39  | 53    | 15,6  | -              |
|                   |           | 3ДПТ                     | 130                                  | 78   | 88   | 66  | 90,5  | 27,83 | -              |
|                   |           | 7ДПТ                     | 182                                  | 110  | 124  | 92  | 127   | 38,94 | -              |

#### 4.2. Токсичност инсектицида за јединке *M. persicae* у биотесту

У Табелама 9П – 17П у прилогу приказани су резултати лабораторијских огледа са јединкама *M. persicae* које потичу са локалитета Перијево (СД), Винча (ТО) и Мачвански Метковић (БЋ) и инсектицидима који су испитивани (хлорпирифос, делтаметрин, тиаметоксам). Свака концентрација испитиваног једињења изазвала је одређен степен морталитета јединки 24 h након третирања.

Након обраде података методом пробит анализе добијене су вредности основних параметара као и  $LC_{50}$  вредности за сва три испитана инсектицида, а детаљан приказ дат је у прилогу, у Табелама 18П – 26П.

У Табели 16 дати су основни параметри (нагиб регресионе праве са стандардном грешком,  $LC_{50}$  и  $LC_{90}$  вредности са интервалима поверења, *hi kvadrat* вредности са вероватноћом). У оквиру табеле, приказане су и вредности фактора резистентности популација *M. persicae* са локалитета Петријево (СД) и Винча (ТО) за сваки испитивани инсектицид.  $LC_{50}$  вредности (mg/l) за хлорпирифос износиле су: 8.445,42 (СД), 4.384,30

(ТО) и 54,15 (БЋ); за делтаметрин: 26.741,75 (СД), 19.447,09 (ТО) и 98,43 (БЋ); за тиаметоксам: 36,34 (СД), 19,48 (ТО) и 2,60 (БЋ).

Фактори резистентности износили су за: хлорпирифос 155,96 (СД) и 80,97 (ТО); делтаметрин 271,68 (СД) и 197,57 (ТО); тиаметоксам 13,98 (СД) и 7,49 (ТО).

**Табела 16.** Токсичност инсектицида за јединке *M. persicae* из популација СД, ТО и БЋ (LC<sub>50</sub> и LC<sub>90</sub>)

| Тест супстанца | Локалитет* | Slope (SE)** | LC <sub>50</sub> (mg/l)<br>(95% CI)     | LC <sub>90</sub> (mg/l)<br>(95% CI) | χ <sup>2</sup> (P)*** | Фактор резистентности |
|----------------|------------|--------------|---|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ХЛОРПИРИФОС    | СД         | 2,65 (0,25)  | <b>8.445,42</b><br>(7.435,6-9.515,7)    | 25.766,85<br>(21.241,8-33.619,4)    | 2,09 (0,56)           | <b>155,96</b>         |
|                | ТО         | 2,43 (0,25)  | <b>4.384,30</b><br>(3.785,68-4.995,40)  | 14.795,63<br>(12.028,8-19.790,4)    | 1,80 (0,61)           | <b>80,97</b>          |
|                | БЋ         | 2,50 (0,25)  | <b>54,15</b><br>(46,89-61,59)           | 176,16<br>(143,88-233,95)           | 0,60 (0,90)           | -                     |
| ДЕЛТАМЕТРИН    | СД         | 5,73 (0,58)  | <b>26.741,75</b><br>(25.271,3-28.272,2) | 44.767,52<br>(40.616,8-51.401,1)    | 1,5 (0,68)            | <b>271,68</b>         |
|                | ТО         | 5,62 (0,57)  | <b>19.447,09</b><br>(18.299,8-20.575,2) | 32.869,36<br>(29.917,1-37.554,2)    | 0,94 (0,82)           | <b>197,57</b>         |
|                | БЋ         | 5,60 (0,58)  | <b>98,43</b><br>(92,47-104,21)          | 166,70<br>(151,71-190,56)           | 0,13 (0,99)           | -                     |
| ТИАМЕТОКСАМ    | СД         | 2,15 (0,23)  | <b>36,34</b><br>(31,32-41,83)           | 143,17<br>(110,59-208,90)           | 3,48 (0,32)           | <b>13,98</b>          |
|                | ТО         | 2,27 (0,25)  | <b>19,48</b><br>(16,88-22,43)           | 71,34<br>(55,09-104,46)             | 2,17 (0,54)           | <b>7,49</b>           |
|                | БЋ         | 1,74 (0,18)  | <b>2,60</b><br>(2,10-3,12)              | 14,21<br>(10,66-21,35)              | 0,90 (0,83)           | -                     |

\*Локалитет (порекао популација *M. persicae*): СД – Смедерево (Петријево); ТО – Топола (Винча); БЋ – Богатић (Мачвански Метковић)

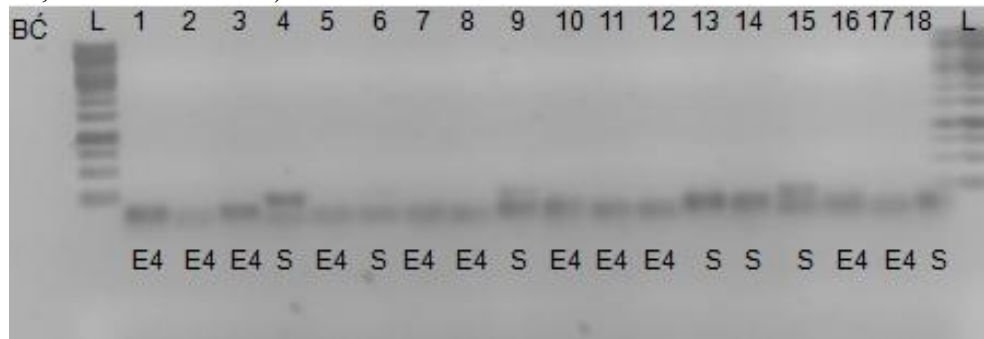
\*\*кофицијент регресије и стандардна грешка; \*\*\*вредност и вероватноћа за χ<sup>2</sup>

### 4.3. Резултати молекуларно-генетичких тестова са јединкама *M. persicae*

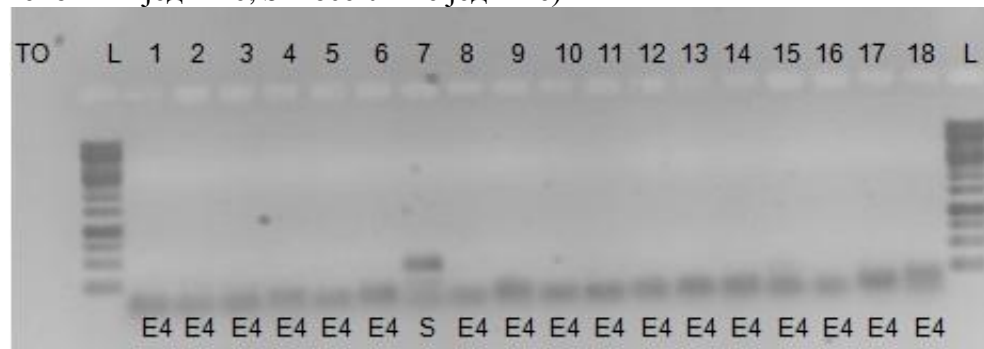
#### Резултати PCR – естераза теста

Присуство механизма резистентности који се заснива на детоксикацији инсектицида путем прекомерне продукције естераза које разграђују инсектициде, као и детерминација гена који продукују естеразе у већем обиму (Е4 или FE4 ген) обављена је коришћењем PCR – естераза теста. Овај тест је успешно обављен код по 18 јединки из популација *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић (Богатић), Петријево (Смедерево) и Винча (Топола). Резултати теста показали су да је на локалитету Мачвански Метковић од 18 тестираних јединки, код 11 јединки (61,11% *R* јединки) детектован по један PCR продукт дужине 572 бп, што указује да су ове јединке развиле резистентност на инсектициде, по критеријуму метаболичке резистентности, односно прекомерно продукције естеразе коју кодира Е4 ген, док је код 7 јединки детектовано истовремено присуство 2 PCR продукта дужина 572 бп и 865 бп који су били слабе јачине, што указује да су ове јединке осетљиве на инсектициде по овом критеријуму (38,89% *S* јединки) (Слика 23, Табеле 17 и 27П). На локалитету Винча, од укупног броја тестираних јединки (18), код 17 је утврђено присуство само једног PCR продукта дужине 572 бп, што указује да су ове јединке развиле резистентност на инсектициде, по критеријуму метаболичке резистентности, односно прекомерне продукције естеразе коју кодира Е4 ген, (94,44% *R* јединки), док је само једна индивидуа била осетљива (5,56% *S* јединки) што је закључено

на основу присуства 2 PCR продукта дужина 572 bp и 865 bp слабе јачине (Слика 24, табеле 17 и 28П). На локалитету Петријево од 18 тестираних јединки, код 4 јединке је уочено присуство 2 PCR продукта дужина 572 bp и 865 bp слабе јачине, што је указивало на то да се ради о јединкама које су осетљиве на инсектициде (22,22% *S* јединки), док је код осталих 14 био присутан само 1 PCR продукта дужине 572 bp, што је указивало на прекомерну амплификацију *E4* гена као извора резистентности (77,78% *R* јединки) (Слика 25, табеле 17 и 29П).



**Слика 23.** Фотографија гела са продуктима PCR – естераза теста за јединке *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић (BC) (*E4* – јединке са прекомерно амплификованим *E4* геном - *R* јединке; *S* – осетљиве јединке)



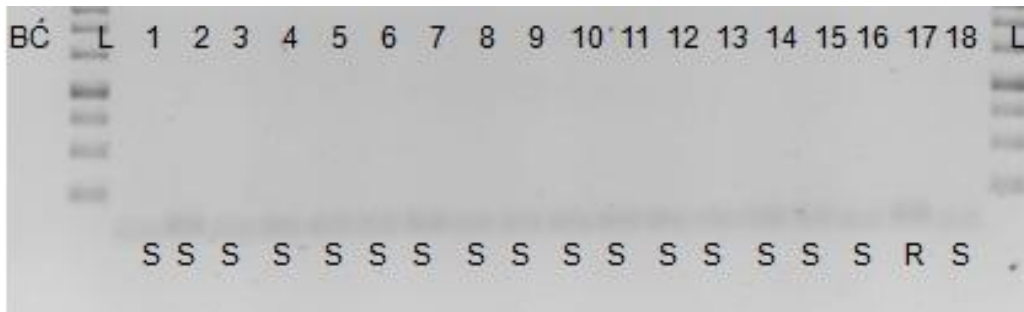
**Слика 24.** Фотографија гела са продуктима PCR – естераза теста за јединке *M. persicae* са локалитета Винча (TO) (*E4* – јединке са прекомерно амплификованим *E4* геном - *R* јединке; *S* – осетљиве јединке)



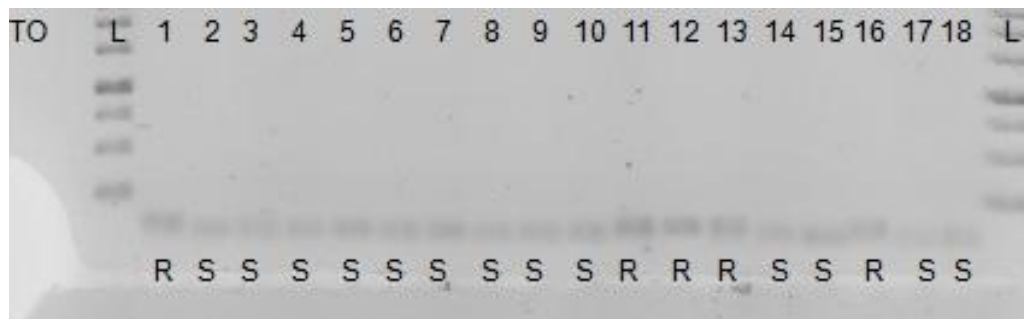
**Слика 25.** Фотографија гела са продуктима PCR – естераза теста за јединке *M. persicae* са локалитета Петријево (SD) (*E4* – јединке са прекомерно амплификованим *E4* геном - *R* јединке; *S* – осетљиве јединке)

### Резултати RFLP-PCR теста за утврђивање модификоване AChE (MACE)

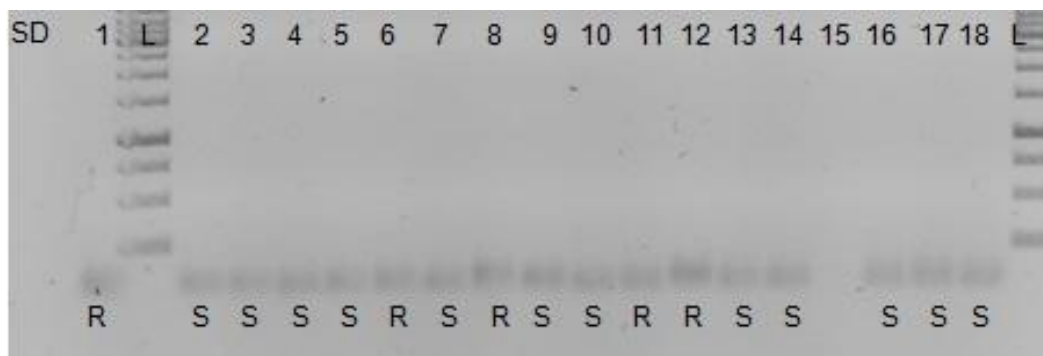
Присуство механизма резистентности који се заснива на промени осетљивости места деловања инсектицида услед тачкасте мутације у AChE гену који резултира заменом аминокиселине серин у фенилаланин (S431F) у генском продукту, односно појави модификоване ацетилхолинестеразе (MACE) услед губитка места деловања инсектицида обављено је извођењем RFLP-PCR теста. Овај тест је успешно обављен код 18 јединки из популације *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић (Богатић) и Винча (Топола), док је на локалитету Петријево (Смедерево) тест успешно обављен код 17 јединки. Резултати теста показали су да је на локалитету Мачвански Метковић од 18 тестираних јединки, код једне јединке детектован PCR продукт дужине 834 bp, што указује на присуство тачкасте мутације у AChE гену која резултира у настанку модификованог продукта AChE - MACE модификација, односно протеина код којег је аминокиселина серин замењена аминкиселином фенилаланин (5,56% R јединки). Код осталих 17 јединки ова мутација није детектована (94,44% S јединки), пошто је код њих детектован PCR продукт дужине 780 bp, као и продукт дужине 54 bp (Слика 26, Табеле 17 и 27П). На локалитету Винча, од укупног броја тестираних јединки код пет индивидуа утврђена је MACE резистентност на основу присуства PCR продукта дужине 834 bp (27,78% R јединки), док код преосталих 13 јединки није утврђено присуство наведене мутације (72,22% S јединки) и код којих је детектовано два PCR продукта дужине 780 bp и 54 bp (Слика 27, Табеле 17 и 28П). Од 17 јединки са локалитета Петријево код којих је успешно обављен RFLP-PCR тест за утврђивање MACE модификација AChE, код пет јединки је детектован један PCR продукт дужине 834 bp (29,41% R јединки), што је указивало на то да се ради о резистентним јединкама, док је код преосталих 12 индивидуа детектовано по два PCR продукта дужине 780 bp и 54 bp (70,59% S јединки), што је указивало на то да се ради о осетљивим јединкама (Слика 28, Табеле 17 и 29П).



**Слика 26.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR MACE теста за јединке *M. persicae* са локалитета Петријево (BC) (R – резистентне јединке; S – осетљиве јединке)



**Слика 27.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR MACE теста за јединке *M. persicae* са локалитета Винча (ТО) (*R* – резистентне јединке; *S* – осетљиве јединке)



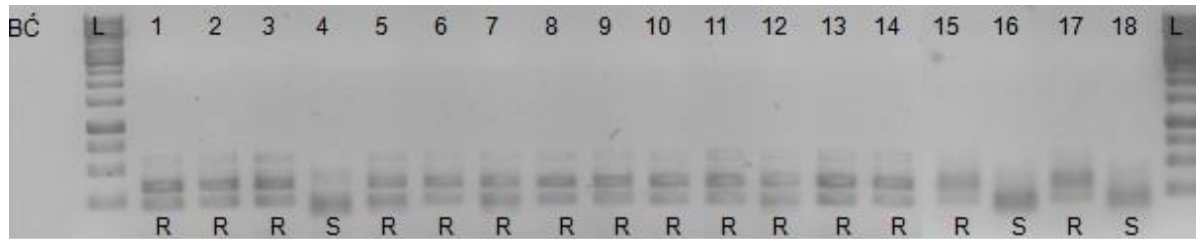
**Слика 28.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR MACE теста за јединке *M. persicae* са локалитета Петријево (SD) (*R* – резистентне јединке; *S* – осетљиве јединке)

Потребно је напоменути да на основу положаја бендова на геловима није било могуће направити разлику између резистентних хомозигота (код којих се очекује 1 бенд дужине 834 bp), осетљивих хомозигота (код којих се очекују 2 бенда дужина 780 bp и 54 bp) и хетерозигота (код којих се очекују 3 бенда дужина 834 bp, 780 bp и 54 bp), због веома мале разлике у дужини појединих бендова (834 bp и 780 bp) коју није било могуће уочити. То је највероватније последица температуре везивања прајмера за матрицу, за коју је показано да је нижа од оптималне, што је резултирало појавом нешто мање јаснијих бендова на гелу.

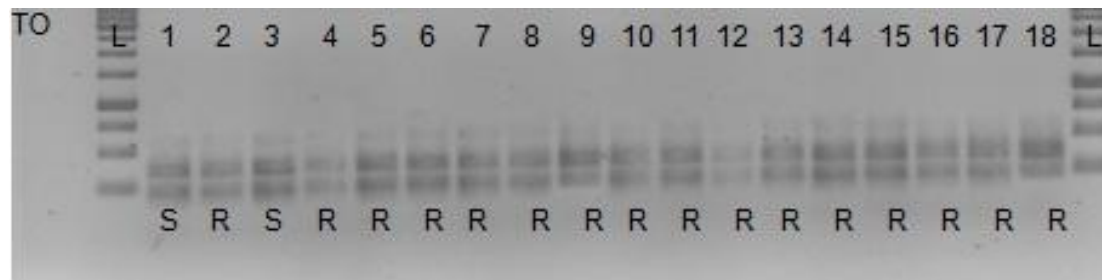
#### *Резултати RFLP – PCR теста за доказивање kdr-резистентности*

Утврђивање присуства *kdr* механизма резистентности код јединки *M. persicae* које потичу са три локалитета обављено је извођењем RFLP-PCR теста. Овај тест успешно је обављен код 18 јединки из популације *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић (Богатић) и Винча (Топола), док је на локалитету Петријево (Смедерево) тест успешно обављен код 17 јединки. Резултати теста показали су да је на локалитету Мачвански Метковић од 18 тестираних јединки, 15 јединки поседовало PCR продукт дужине 352 bp, који се очекује само код резистентних хомозигота и хетерозигота (83,33% *R* јединки). С обзиром да су код свих јединки уочени и бендови дужина 137 bp и 159 bp, који су очекивани само код резистентних хетерозигота, закључено је да су све резистентне јединке хетерозиготи. Код три јединке на локалитету Мачвански Метковић детектована су по три PCR продукта дужине 137 bp, 159 bp и 193 bp што указује да се ради о осетљивим

јединкама (16,67% *S* јединки) (Слика 29, Табеле 17 и 27П). На локалитету Винча, од укупног броја тестираних јединки код 16 јединки утврђено је присуство PCR продукта дужине 352 бр, који се очекује само код резистентних хомозигота и хетерозигота (88,89% *R* јединки), а на основу присуства бендова дужине 137 бр и 159 бр, закључено је да су све резистентне јединке хетерозиготи. Преостале две јединке поседовале су по три PCR продукта дужине 137 бр, 159 бр и 193 бр што указује да се ради о осетљивим јединкама (11,11% *S* јединки) (Слика 30, Табеле 17 и 28П). Код свих 17 тестираних јединки са локалитета Петријево утврђено је присуство PCR продукта дужине 352 бр (100% *R* јединки) (Слика 28, Табеле 17 и 29П, Графикон 1), а на основу присуства бендова дужине 137 бр и 159 бр, закључено је да су све резистентне јединке хетерозиготи.



**Слика 29.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR *kdr* теста за јединке *M. persicae* са локалитета Мачвански Метковић (BC) (*R* – резистентне јединке, са *kdr* механизмом резистентности; *S* – осетљиве јединке)



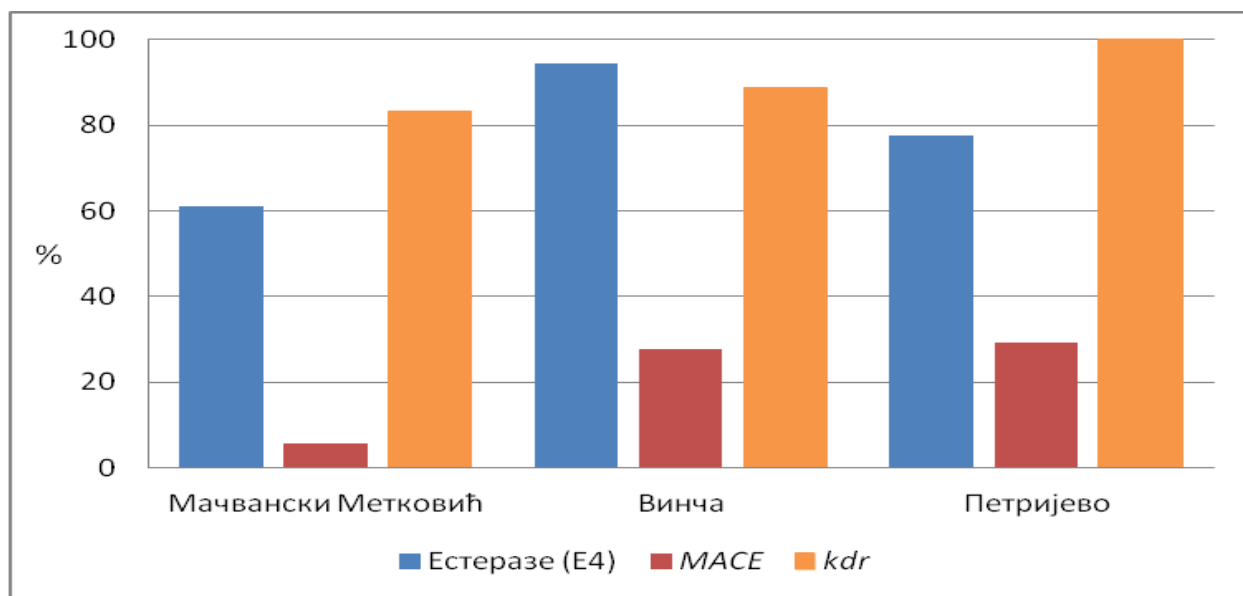
**Слика 30.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR *kdr* теста за јединке *M. persicae* са локалитета Винча (TO) (*R* – резистентне јединке, са *kdr* механизмом резистентности; *S* – осетљиве јединке)



**Слика 31.** Фотографија гела са продуктима RFLP – PCR *kdr* теста за јединке *M. persicae* са локалитета Петријево (SD) (*R* – резистентне јединке, са *kdr* механизмом резистентности; *S* – осетљиве јединке)

**Табела 17:** Укупни резултати молекуларно-генетичких тестова за утврђивање механизма резистентности јединки *M. persicae* на инсектициде са локалитета Мачвански Метковић (Бћ), Винча (ТО) и Петријево (СД)

|                                    | PCR – естераза тест |        |        | RFLP-PCR тест ( <i>MACE</i> ) |        |        | RFLP-PCR тест ( <i>kdr</i> ) |        |      |
|------------------------------------|---------------------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|------------------------------|--------|------|
|                                    | Бћ                  | ТО     | СД     | Бћ                            | ТО     | СД     | Бћ                           | ТО     | СД   |
| Укупан број тестираних јединки     | 18                  | 18     | 18     | 18                            | 18     | 17     | 18                           | 18     | 17   |
| Укупан број <i>R</i> јединки       | 11                  | 17     | 14     | 1                             | 5      | 5      | 15                           | 16     | 17   |
| Укупан број <i>S</i> јединки       | 7                   | 1      | 4      | 17                            | 13     | 12     | 3                            | 2      | 0    |
| Удео <i>R</i> јединки у популацији | 61,11%              | 94,44% | 77,78% | 5,56%                         | 27,78% | 29,41% | 83,33%                       | 88,89% | 100% |
| Удео <i>S</i> јединки у популацији | 38,89%              | 5,56%  | 22,22% | 94,44%                        | 72,22% | 70,59% | 16,67%                       | 11,11% | 0%   |



**Графикон 1.** Заступљеност јединки *M. persicae* са присутним механизмима резистентности по локалитетима

С обзиром да PCR – естераза тест указује на присуство механизма резистентности који се заснива на детоксикацији инсектицида (органофосфата, карбамата и пиретроида) путем прекомерне продукције естераза које разграђују инсектициде, а RFLP – PCR *MACE* тест на присуство механизма резистентности који се занима на промени осетљивости места деловања инсектицида услед тачкасте мутације у AChE гену који резултира заменом аминокиселине серин у фенилаланин (S431F) у генском продукту и појаве модификоване ацетилхолинестеразе (*MACE*) која је одговорна за резистентност на органофосфате и карбамате, резултати молекуларно-генетичких тестова су представљени и за сваку појединачну јединку са сва три испитивана локалитета, односно, на основу

присуства/одсуства сваког од три испитивана механизма резистентности код сваке тестиране јединке (Табеле 18, 27П - 29П, Графикон 2).

**Табела 18.** Карактеризација присуства/одсуства механизма резистентности код појединачних јединки ваши

| Шифра за карактеризацију присуства/одсуства механизма резистентности | Естеразе (E4) | <i>MACE</i> | <i>kdr</i> |
|--|---------------|-------------|------------|
| 1  | R             | R           | R          |
| 2  | R             | R           | S          |
| 3  | R             | S           | R          |
| 4  | S             | R           | R          |
| 5  | R             | S           | S          |
| 6  | S             | R           | S          |
| 7  | S             | S           | R          |
| 8  | S             | S           | S          |

\*R – присутан механизам резистентности; S – одсутан механизам резистентности

У Табели 18. дат је приказ свих могућих комбинација присуства, односно одсуства испитиваних механизма резистентности код појединачних тестираних јединки ваши.

**Табела 19.** Удео јединки са различитим комбинацијама присутних механизма резистентности на локалитету Мачвански Метковић

| Шифра        | 1   | 2 | 3    | 4 | 5   | 6 | 7    | 8    |
|--------------|-----|---|------|---|-----|---|------|------|
| Број јединки | 1   | 0 | 9    | 0 | 1   | 0 | 5    | 2    |
| %            | 5.6 | 0 | 50.0 | 0 | 5.6 | 0 | 27.8 | 11.1 |

Према резултатима приказаним у Табели 19 и Графикону 2, удео јединки са присутним свим испитиваним механизмима резистентности (RRR) у популацији са локалитета Мачвански Метковић износио је 5,6%, док код 11,1% јединки није био присутан ниједан испитивани механизам резистентности (SSS). Највећи удео јединки (50%) имао је развијену и метаболичку резистентност са прекомерном продукцијом естераза, односно механизам који се заснива на прекомерној продукцији естераза коју кодира E4 ген као и *kdr* резистентност (RSR), 27,8% тестираних јединки имало је развијен само *kdr* механизам резистентности (SSR) док је код 5,6% тестираних јединки била заступљена само метаболичка резистентност која се односи на прекомерну продукцију естераза (RSS). Није утврђено присуство јединки са осталим комбинацијама испитиваних механизма резистентности (RRS, SRR, SRS) на овом локалитету.

**Табела 20.** Удео јединки са различитим комбинацијама присутних механизма резистентности на локалитету Винча

| Шифра        | 1    | 2   | 3    | 4 | 5   | 6 | 7   | 8 |
|--------------|------|-----|------|---|-----|---|-----|---|
| Број јединки | 4    | 1   | 11   | 0 | 1   | 0 | 1   | 0 |
| %            | 22.2 | 5.6 | 61.1 | 0 | 5.6 | 0 | 5.6 | 0 |

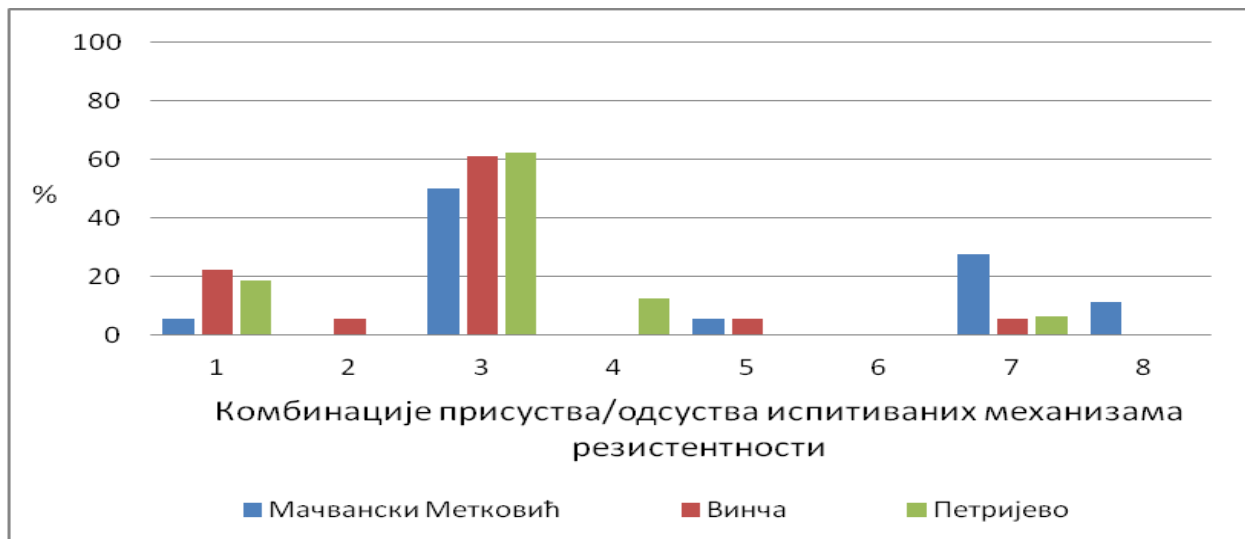


Удео јединки са присутним свим испитиваним механизмима резистентности (RRR) у популацији са локалитета Винча износио је 22,2%. Код највећег удела испитаних јединки (61,1%) била је истовремено присутна и метаболичка резистентност са прекомерном продукцијом естераза и *kdr* резистентност (RSR). Удео јединки са *kdr* механизмом резистентности износио је 5,6% (SSR) док је исто толико јединки са овог локалитета имало развијену само метаболичку резистентност која се односи на прекомерну продукцију естераза (RSS). Није утврђено присуство јединки са осталим комбинацијама испитиваних механизма резистентности (RRS, SRR, SRS) на овом локалитету (Табела 20, Графикон 2).

**Табела 21.** Удео јединки са различитим комбинацијама присутних механизма резистентности на локалитету Петријево

| Шифра        | 1    | 2 | 3    | 4    | 5 | 6 | 7    | 8 |
|--------------|------|---|------|------|---|---|------|---|
| Број јединки | 3    | 0 | 10   | 2    | 0 | 0 | 1    | 0 |
| %            | 18.7 | 0 | 62.5 | 12.5 | 0 | 0 | 6.25 | 0 |

На основу резултата из Табеле 21 и Графикона 2, удео јединки са присутна сва три испитивана механизма резистентности (RRR) у популацији са локалитета Петријево износио је 18,7%. Највећи удео тестираних јединки (62,5%) имао је развијен механизам резистентности који се заснива на прекомерној продукцији естераза и *kdr* резистентност (RSR) док је 12,5% испитаних јединки имало развијен и *MACE* механизам резистентност и *kdr* резистентност (SRR). Код 6,25% тестираних јединки била заступљена само *kdr* резистентност (SSR). На овом локалитету није утврђено присуство јединки са осталим комбинацијама испитиваних механизма резистентности (RRS, SRR, SRS).



**Графикон 2.** Заступљеност јединки са присуством/одсуством испитиваних механизма резистентности на испитиваним локалитетима

## 5. ДИСКУСИЈА

### *Пољски огледи са *M. persicae**

У оквиру пољских огледа на три локалитета испитана је ефикасност више инсектицида различитих механизма деловања у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини. Два локалитета су одабрана у рејонима где се нектарина интензивно гаји, односно спроводе се редовне хемијске мере заштите од штеточина (локалитети Петријево и Винча) са претпоставком да је дошло до смањења ефикасности старијих инсектицида попут органофосфата, пиретроида и евентуално неоникотиноида. На трећем локалитету (Мачвански Метковић) у ширем подручју, нема интензивних засада нектарине нити брескве, већ само појединачна стабла по окућницама која се махом не третирају инсектицидима током вегетације. У таквом окружењу током 2016. године заснован је мањи засад нектарине где су изведени двогодишњи огледи у сврху провере ефикасности инсектицида за сузбијање *M. persicae*, са претпоставком да ће и старији инсектициди испољити већу ефикасност у сузбијању ове штеточине нектарине у односу на њихову ефикасност у интензивним засадима.

У циљу провере ефикасности дуго примењиваних једињења испитани су ефекти представника органофосфата (хлорпирифос и диметоат), пиретроида (делтаметрин и ламбда-цихалотрин), неоникотиноида (имидаклоприд и тиаметоксам), као и представника инсектицида са новијим механизмима деловања (сулфоксафлор, флоникамид, пиметрозин) који би били евентуална алтернатива слабо ефикасним једињењима у програмима заштите нектарине од лисних ваши.

Резултати пољских огледа, дали су даље смернице за испитивање акутне токсичности у циљу утврђивања  $LC_{50}$  одабраних инсектицида, са крајњим циљем утврђивање фактора резистентности за две популације зелене бресквине ваши пореклом са локалитета Петријево и Винча, а у поређењу са осетљивијом популацијом са локалитета Мачвански Метковић.

Ефикасност појединих инсектицида која се покаже у пољским огледима као слаба или веома слаба може бити први индикатор промене осетљивости популације лисних ваши, при чему се резистентност популације лисних ваши, у складу са овим информацијама, може и доказати у биотесту. Проблематика резистентности лисних ваши се интензивно проучава у дужем временском периоду, а веома је актуелна и данас. Према референтној бази података *APRD (Arthropod Pesticide Resistance Database)*, сваке године се пријављују нови случајеви резистентности популација ове групе штеточина, уз утврђене механизме резистентности на инсектициде различитих механизма деловања међу којима су највише они из група: органофосфата, пиретроида, а у последњој деценији и неоникотиноида (*APRD*, 2022).

У последњих двадесетак година у домаћој литератури нема публикованих резултата, ван ове студије, који би се односили на испитивање ефикасности инсектицида у сузбијању *M. persicae* на нектарини. Постоји податак о слабој ефикасности диметоата у сузбијању ове штеточине на дувану (Marčić et al., 1998). У нашој земљи су рађена испитивања ефикасности инсектицида у сузбијању других врста лисних ваши. Тако су Тамаш и сар. (2012) утврдили слабу ефикасност диметоата (40,9-75,7%), пиримикарба (37,6-46,8%), као и слабо резидуално деловање ламбда-цихалотрина (57,7% - 14ДПТ) и хлорпирифоса (83,1% - 15ДПТ) у сузбијању *Aphis pomi* на јабуци, на локалитету Радмиловац.

Према искуствима из праксе, обиласком појединих интензивних засада регистрована је слаба ефикасност појединих инсектицида, нарочито оних из групе органофосфата и пиретроида, у сузбијању *M. persicae* на нектарини и брескви. С обзиром на ове информације, у недостатку домаћих литературних података о овој проблематици и великом броју података о резистентности популација ове штеточине у иностраној литератури, приступило се најпре спровођењу пољских огледа, затим лабораторијских биотестова за утврђивање фактора резистентности и на крају молекуларно-генетичких испитивања.

На локалитету Мачвански Метковић утврђена је ефикасност представника неоникотиноида: имидаклоприда (конц. 0,12%), тиаметоксама (0,0045%) и ацетамиприда (0,005%) током 2019. године, као и ефикасност: хлорпирифоса (конц. 0,072%), ламбда-цихалотрина (0,00125%), делтаметрина (0,00125%) и флонирамида (0,007%) током 2020. године у сузбијању *M. persicae* на нектарини. Сви испитивани инсектициди из групе неоникотиноида, током 2019. године, испољили су веома добро иницијално (3 дана после третирања - ДПТ) и резидуално деловање (7 ДПТ), при чему је ефикасност износила: 100% (имидаклоприд: 3ДПТ и 7ДПТ); 99,69% (тиаметоксам – 3ДПТ) и 99,92% (тиаметоксам – 7ДПТ); 98,23% (ацетамиприд – 3ДПТ) и 99,43% (ацетамиприд – 7ДПТ). Овакви резултати сугеришу на високу осетљивост популације зелене бресквине ваши на неоникотиноиде на нектарини на локалитету Мачвански Метковић. У другој години испитивања (2020.), хлорпирифос је испољио слабо иницијално и слабо резидуално деловање (ефикасност: 68,84% - 3ДПТ; 31,75% - 7ДПТ), али значајно боље деловање у сузбијању ове штеточине на нектарини у односу на ефикасност на локалитетима са интензивном производњом нектарине (Петријево и Винча) што је, такође био случај и са ефикасности ламбда-цихалотрина и делтаметрина у поређењу са резултатима са ових локалитета. Ламбда-цихалотрин је испољио на локалитету Мачвански Метковић слабо иницијално и слабо резидуално деловање (ефикасност: 43,50% - 3ДПТ; 34,99% - 7ДПТ), слично као и делтаметрин (ефикасност: 61,37% - 3ДПТ; 47,37% - 7ДПТ). Слабо резидуално деловање хлорпирифоса, ламбда-цихалотрина и делтаметрина указују на потребу за поновним третирањем засада нектарине, у циљу сузбијања зелене бресквине ваши, ефикаснијим инсектицидима. У складу са специфичним механизмом деловања, флонирамид је имао слабије иницијално (ефикасност: 82,13% - 3ДПТ), али добро резидуално деловање (ефикасност: 99,65% - 7ДПТ) на овом локалитету.

На локалитетима Перијево (2015., 2016. и 2021. година) и Винча (2016., 2017 и 2021. година), представник неоникотиноида, имидаклоприд (конц. 0,12%) имао је добро почетно и продужено деловање у свим терминима оцењивања бројности бескрилних јединки зелене бресквине ваши на нектарини. Тако је ово једињење имало добро иницијално деловање на локалитету Петријево (ефикасност: 91,68% - 2ДПТ, 2015. године; 92,09% - 2ДПТ, 2016. године; 91,52% - 2ДПТ, 2021. године) и добро резидуално деловање (ефикасност: 98,27% - 8ДПТ и 99,81% - 15ДПТ, 2015. године), а слични резултати су утврђени и у огледу спроведеном 2016. године (ефикасност: 99,18% - 8ДПТ и 99,47% - 15ДПТ), односно 2021. године (ефикасност: 98,63% - 7ДПТ и 100% - 13ДПТ). Имидаклоприд је такође имао добро иницијално (ефикасност: 95,21% - 3ДПТ, 2016. године; 90,06% - 2ДПТ, 2017. године; 88,65% - 3ДПТ, 2021. године) и резидуално деловање (ефикасност: 99,86% - 7ДПТ, 2016. године; 99,53% - 8ДПТ, 2017. године; 95,78% - 7ДПТ, 2021. године; ефикасност: 99,06% - 14ДПТ, 2016. године; 96,64% - 13ДПТ, 2017.

године; 92,75% - 14ДПТ, 2021. године) на локалитету Винча у сузбијању *M. persicae* на нектарини.

На локалитетима Петријево (2015., 2016. и 2021. година) и Винча (2016., 2017 и 2021. година), други представник неоникотиноида, тиаметоксам (конц. 0,0045%) испољио је значајно слабије деловање на зелену бресквину ваш у односу на имидаклоприд. Овде се може истаћи његова добра ефикасност током 2016. године на локалитету Винча (ефикасност: 93,81% - 3ДПТ; 96,78% - 7ДПТ; 90,13% - 14ДПТ), са тенденцијом слабљења ефикасности током 2017. године (ефикасност: 88,14% - 2ДПТ; 94,15% - 8ДПТ; 87,13% - 13ДПТ), односно 2021. године (ефикасност: 85,16% - 3ДПТ; 90,65% - 7ДПТ; 83,14% - 14ДПТ). На локалитету Петријево, током трогодишњег испитивања, ефикасност тиаметоксама је била слаба до задовољавајућа (ефикасност: 53,95% - 2ДПТ, 2015. године; 49,0% - 2ДПТ, 2016. године; 65,10% - 2ДПТ, 2021. године; 68,21% - 8ДПТ, 2015. године; 63,22% - 8ДПТ, 2016. године; 74,48% - 7ДПТ, 2021. године; 89,76% - 15ДПТ, 2015. године; 85,19% - 8ДПТ, 2016. године; 76,53% - 13ДПТ, 2021. године). Слабо резидуално деловање тиаметоксама на локалитетима Петријево и Винча указује на потребу за поновним третирањем засада нектарине у циљу сузбијања *M. persicae*, инсектицидима који испољавају добру ефикасност у њеном сузбијању.

На оба ова локалитета, могу се издвојити једињења са веома slabим иницијалним и резидуалним деловањем која се не могу препоручити у програмима заштите нектарине од *M. persicae*, а реч је о инсектицидима из групе органофосфата и пиретроида. Слабо резидуално деловање ових једињења поред тога што указује на немогућност њихове примене за сузбијање *M. persicae* у засадима нектарине на овим локалитетима, указује и на потребу за изналагањем алтернативних решења, односно укључивање у програме заштите инсектицида са другачијим механизмима деловања, а који ће испољити добру ефикасност. Хлорпирифос је испољио веома слабу ефикасност у сузбијању ове штеточине на локалитету Петријево (36,49% - 2ДПТ, 2015. године; 30,96% - 2ДПТ, 2016. године; 18,19% - 2ДПТ, 2021. године; -4,40% - 8ДПТ, 2015. године; -8,04% - 8ДПТ, 2016. године; -12,49% - 7ДПТ, 2021. године; 19,83% - 15ДПТ, 2015. године; 14,25% - 15ДПТ, 2016. године; -10,05% - 13ДПТ, 2021. године), а слична, веома слаба ефикасност остварена је и на локалитету Винча (18,31% - 3ДПТ, 2016. године; -17,32% - 2ДПТ, 2017. године; -5,98% - 3ДПТ, 2021. године; -17,24% - 7ДПТ, 2016. године; -18,42% - 8ДПТ, 2017. године; -11,05% - 7ДПТ, 2021. године; 24,89% - 14ДПТ, 2016. године; 22,09% - 13ДПТ, 2017. године; 2,94% - 14ДПТ, 2021. године). Диметоат је други представник органофосфата који је имао слабу ефикасност у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини на локалитету Петријево (20,60% - 2ДПТ, 2015. године; 16,44% - 2ДПТ, 2016. године; -6,70% - 8ДПТ, 2015. године; -10,40% - 8ДПТ, 2016. године; 18,79% - 15ДПТ, 2015. године; 14,33% - 15ДПТ, 2016. године), али и на локалитету Винча (22,23% - 3ДПТ, 2016. године; 11,95% - 2ДПТ, 2017. године; 4,01% - 7ДПТ, 2016. године; 0,41% - 8ДПТ, 2017. године; 19,30% - 14ДПТ, 2016. године; 15,88% - 13ДПТ, 2017. године). Такође, слабу ефикасност испољили су и пиретроиди, и то ламбда-цихалотрин (38,27% - 2ДПТ, 2015. године; 35,38% - 2ДПТ, 2016. године; 25,55% - 8ДПТ, 2015. године; 21,60% - 8ДПТ, 2016. године; 35,19% - 15ДПТ, 2015. године; 33,33% - 15ДПТ, 2016. године) на локалитету Петријево, односно на локалитету Винча (25,56% - 3ДПТ, 2016. године; 19,15% - 2ДПТ, 2017. године; 4,42% - 7ДПТ, 2016. године; 0,61% - 8ДПТ, 2017. године; -39,68% - 14ДПТ, 2016. године; -52,0% - 13ДПТ, 2017. године). Сличну, слабу ефикасност испољио је и делтаметрин на локалитету Петријево (56,73% - 2ДПТ, 2015. године; 50,32% - 2ДПТ, 2016. године; 42,22% - 2ДПТ,

2021. године; -18,65% - 8ДПТ, 2015. године; -24,19% - 8ДПТ, 2016. године; -18,12% - 7ДПТ, 2021. године; -41,94% - 15ДПТ, 2015. године; -47,64% - 15ДПТ, 2016. године; -36,84% - 13ДПТ, 2021. године) и у нешто вишем степену у прве две оцене након третирања, на локалитету Винча (51,77% - 3ДПТ, 2016. године; 60,68% - 2ДПТ, 2017. године; 47,43% - 3ДПТ, 2021. године; 43,60% - 7ДПТ, 2016. године; 59,49% - 8ДПТ, 2017. године; 32,75% - 7ДПТ, 2021. године; 4,71% - 14ДПТ, 2016. године; 1,61% - 13ДПТ, 2017. године; -3,16% - 14ДПТ, 2021. године).

У циљу изналажења адекватних алтернатива ефикасним неоникотиноидима, у условима слабе ефикасности органофосфата и пиретроида, на локалитетима Петријево и Винча испитана је ефикасност и релативно новијих инсектицида, са другачијим механизмима деловања, међу којима су: флоникамид (конц. 0,007%), сулфоксафлор (0,0025%) и пиметрозин (0,025%).

На локалитетима Петријево и Винча, слично као и на локалитету Мачвански Метковић, у складу са специфичним механизмом деловања, флоникамид је имао, слабије иницијално (Петријево: ефикасност, 70,26% - 2ДПТ, 2015. године; 66,01% - 2ДПТ, 2016. године; 84,41% - 2ДПТ, 2021. године; Винча: ефикасност, 69,38% - 3ДПТ, 2016. године; 78,14% - 2ДПТ, 2017. године; 82,06% - 3ДПТ, 2021. године), али добро резидуално деловање (Петријево: ефикасност, 97,25% - 8ДПТ, 99,42% - 15ДПТ, 2015. године; 98,33% - 8ДПТ, 99,88% - 15ДПТ, 2016. године; 98,61% - 7ДПТ, 99,53% - 13ДПТ, 2021. године; Винча: ефикасност, 99,06% - 7ДПТ, 95,96% - 14ДПТ, 2016. године; 99,57% - 8ДПТ, 97,07% - 13ДПТ, 2017. године; 98,38% - 7ДПТ, 97,31% - 14ДПТ, 2021. године;) у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини. Слично флоникамиду, пиметрозин испитан током 2017. године на локалитету Винча имао је слабо иницијално (ефикасност: 54,13% - 2ДПТ) и добро резидуално деловање (ефикасност: 99,14% - 8ДПТ; 98,48% - 13ДПТ), без указане потребе за поновним третирањем засада нектарине у циљу сузбијања *M. persicae* 13 до 15 дана после третирања овим селективним афицидима, односно инхибиторима процеса исхране лисних ваши.

Сулфоксафлор, као једињење које је недавно уведено у примену, а не показује укрштenu резистентност са неоникотиноидима (као са флоникамидом, нити пиметрозином) испољило је добро иницијално (Винча: ефикасност 90,17% - 2ДПТ, 2017. године; 92,51% - 3ДПТ, 2021. године; Петријево: 88,41% - 2ДПТ, 2021. године), и веома добро резидуално деловање (Винча: ефикасност 99,95% - 8ДПТ, 99,64% - 13ДПТ, 2017. године; 99,15% - 7ДПТ, 96,52 - 14ДПТ, 2021. године; Петријево: 99,15% - 7ДПТ, 97,82% - 13ДПТ, 2021. године), без потребе за поновним третирањем засада нектарине у циљу сузбијања зелене бресквине ваши након две седмице.

Сумирањем резултата изведених пољских огледа долази се до закључка о слабој ефикасности хлорпирифоса, ламбда-цихалотрина и делтаметрина на сва три локалитета где су испитивања спроведена (Мачвански Метковић, Петријево и Винча), као и на нешто слабију ефикасност тиаметоксама и врло слабу ефикасност диметоата на локалитетима Петријево и Винча. Са друге стране, висока ефикасност тиаметоксама и осталих неоникотиноида (имидаклоприда и ацетамиприда) забележена је на локалитету Мачвански Метковић као и имидаклоприда, флоникамида и сулфоксафлора на сва три локалитета, уз високу ефикасност испољио је и пиметрозин на локалитету Винча. У оквиру спровођења мера антирезистентне стратегије (IRAC, 2023), као значајан податак може се издвојити висока ефикасност селективних афицида, флоникамида и пиметрозина, као и новијег инсектицида сулфоксафлора као потенцијалних алтернативних једињења у програмима

заштите нектарине од зелене бресквине ваши слабо ефикасним органофосфатима, пиретроидима, али и делом неоникотиноидима (тиаметоксам).

У испитивањима спроведеним 2008. године у Србији утврђен је задовољавајућ степен ефикасности диметоата (68% - 75%) у сузбијању зелене бресквине ваши на паприци у стаклинику (Marčić et al., 2009). Vea and Palmer (2015) наводе високу ефикасност (>93%) бифентрина, инсектицида из групе пиретроида, у сузбијању зелене бресквине ваши на украсној биљци *Verbena peruviana*. У истраживању које је спровео Das (2013), истиче се, такође, висока ефикасност (>87%) овог једињења у сузбијању *M. persicae* на паприци. Shengyun et al. (2005) наводе слабу ефикасност хлорпирифоса (52,83%) у сузбијању *M. persicae* на ротквици, док је ефикасност овог једињења у сузбијању врсте *Lipaphis erysimi*, била добра (99,83%). У огледима спроведеним 2005. године у Србији утврђена је висока ефикасност пиметрозина (95,0% – 99,7%) у сузбијању *M. persicae* на паприци (Перић и Марчић, 2007). У испитивањима спроведеним у периоду од 2008 – 2011. утврђено је да сулфоксафлор у количини 25-50 g a.s./ha обезбеђује добро деловање у сузбијању зелене бресквине ваши (Castro et al., 2011).

Према подацима различитих аутора тиаметоксам је имао високу ефикасност у сузбијању зелене бресквине ваши на купусњачама, салати и кромпиру, у условима високе инфестације биљака (Vea and Palmer 2015). У огледима изведеним у циљу испитивања ефикасности различитих инсектицида у сузбијању *M. persicae* на дувану у Пакистану током 2003. године најмања бројност јединки по листу дувана забележена након третмана са тиаметоксамом и имидаклопридом док је највећа бројност ваши регистрована након третмана са метомилом (Syed et al., 2005). Такође, у експериментима спроведеним у Индији током 2011. године на паприци у пластенику ефикасност тиаметоксама се кретала од 89,5% (1ДПТ) до 84,2% (10ДПТ) док је ефикасност имидаклоприда износила од 88,1% (1ДПТ) до 86% (10ДПТ) у сузбијању *M. persicae*. Ламбда-цихалотрин као представник пиретроида у истом огледу имао је ефикасност од 80,2% (1ДПТ) до 76,8% (10ДПТ) (Kumar and Gavkare, 2015). О доброј ефикасности (>95%) имидаклоприда и тиаклоприда у сузбијању зелене бресквине ваши на паприци у нашој земљи саопштили су Marčić et al., (2009). У пољским огледима са популацијама зелене бресквине ваши код којих је утврђена мутација R81T одговорна за резистентност на неоникотиноиде, сулфоксафлор је показао високу ефикасност за разлику од имидаклоприда чија ефикасност је била слаба. Ови подаци указују да сулфоксафлор представља одлично решење у сузбијању популација *M. persicae* резистентних на неоникотиноиде (Mezei et al., 2017). Према подацима које су објавили Vea and Palmer (2015), флоникамид је имао високу ефикасност у сузбијању *M. persicae* на различитим повртарским биљкама, међу којима су купус, броколи и кромпир. У огледима спроведеним у Индији у циљу изналажења адекватних замена за инсектициде из групе неоникотиноида, утврђено је да су сулфоксафлор, флупирадифурон, флоникамид и пиметрозин остварили високу ефикасност у сузбијању зелене бресквине ваши на дувану (Sreedhar, 2020).

#### *Биотестови са M. persicae*

Биотестирања инсектицида у лабораторији спроведена су на основу резултата пољских огледа и утврђивања ефикасности примењених инсектицида. Одабрани инсектициди за ова испитивања били су они који су испољили слабу ефикасност на локалитетима Петријево и Винча, и значајно вишу ефикасност на локалитету Мачвански Метковић. Одабрани инсектициди су били из три различите хемијске групе, односно три

различита механизма деловања и то: хлорпирифос, делтаметрин и тиаметоксам. За ова три инсектицида утврђене су медијалне леталне концентрације ( $LC_{50}$ ), као и  $LC_{90}$  за популације *M. persicae* које потичу са локалитета са интензивном производњом нектарине, где се примењују редовне мере хемијске заштите у циљу сузбијања ове штеточине (Петријево и Винча) и са локалитета Мачвански Метковић где нема интензивне производње брескве и нектарине и где је заступљена минимална примена инсектицида за сузбијање зелене бресквине ваши. Дакле, различити селекциони притисци инсектицидима на популације зелене бресквине ваши и значајна разлика у ефикасности инсектицида, били су повод да се упореде медијалне ефективне концентрације и добију фактори резистентности на инсектициде и то поређењем  $LC_{50}$  вредности за популације пореклом са локалитета Петријево и Винча са  $LC_{50}$  вредношћу за референтну, осетљивију популацију са локалитета Мачвански Метковић,

Према утврђеним факторима резистентности, популација пореклом са локалитета Винча развила је слабу до умерену резистентност на тиаметоксам са фактором резистентности (RF) од 7,49. У нешто већем степену резистентност на тиаметоксам се развила код популације пореклом са локалитета Петријево (RF = 13,98) у поређењу са  $LC_{50}$  вредношћу за референтну популацију са локалитета Мачвански Метковић.

Висок степен резистентности на хлорпирифос са фактором од 80,97 развила је популација *M. persicae* са локалитета Винча, док је популација ове штеточине са локалитета Петријево била врло резистентна на ово једињење са фактором резистентности од 155,96.

Највиша резистентност забележена је на делтаметрин при чему је за популацију пореклом са локалитета Винча фактор резистентности износио 197,57, а за популацију са локалитета Петријево чак 271,68 пута у односу на референтну, осетљивију популацију са локалитета Мачвански Метковић.

Сагледавајући ове резултате, али и резултате изведених пољских огледа, може се претпоставити да би ниво резистентности на хлорпирифос и делтаметрин био још виши уколико би се медијалне леталне концентрације упоредили са истом вредношћу за изворно осетљиву (тзв. „дивљу“) популацију зелене бресквине ваши.

Поредећи осетљивост популација пореклом са сва три локалитета, може се извести закључак да је популација пореклом са локалитета Мачвански Метковић најосетљивија на хлорпирифос, делтаметрин и тиаметоксам. Популација пореклом са локалитета Петријево је према свим параметрима најрезистентнија на сва три испитивана инсектицида у поређењу како са резистентном популацијом пореклом са локалитета Винча, тако и са популацијом која потиче са локалитета Мачвански Метковић која је у овом случају била најосетљивија на испитиване инсектициде.

У свету постоје бројни подаци о резистентности *M. persicae* на неоникотиноиде. Тако је у испитивањима спроведеним у Грчкој у периоду од 2004 до 2006, утврђен је низак ниво резистентности на имидаклоприд код неких популација *M. persicae* пореклом са брескве и висок ниво резистентности популација пореклом са дувана. Од свих тестираних узорака 39% имало је факторе резистентности (RF) испод 5, док су се код 29% узорака фактори резистентности кретали између 5 и 10. Међутим, 9% узорака од којих су сви пореклом са дувана имало је релативно високе вредности RF који су били између 24 и 73. Утврђене су разлике између усева, при чему су забележене веће вредности RF у узорцима пореклом са дувана него у узорцима са брескве. Такође, у испитиваним популацијама извођењем биотестова утврђена је изражена резистентност на делтаметрин при чему су

фактори резистентности углавном били већи од 23, док су у 29% узорак били изузетно високи (152–436) (Margaritopoulos et al., 2007). Низак ниво резистентности зелене бресквине ваши на неоникотиноиде утврђен је од стране Van Toor et al. 2008, на Новом Зеланду. Такође, резистентност на имидаклоприд и тиаклоприд утврђена је у источној Француској (Mottet et al., 2016). У Кини су током 2022. године извођени биотестови са популацијом *M. persicae* пореклом са купуса и осетљивом популацијом гајеном у лабораторији. Популација пореклом са купуса показала је смањену осетљивост на пет инсектицида при чему је LC<sub>50</sub> вредност за имидаклоприд била 116,48 mg/l, тиаклоприд 54,86 mg/l, тиаметоксам 33,2 mg/l, сулфоксафлор 51,51 mg/l и флупирадифулон 12,67 mg/l. Поређењем наведених вредности са LC<sub>50</sub> вредностима за осетљиву популацију фактор резистентности износио је 106,9 за имидаклоприд, 29 за тиаклоприд, 12,9 за тиаметоксам, 32,4 за сулфоксафлор и 9,5 за флупирадифулон (Hu et al., 2023).

Извођењем биотестова техником прскања листова утврђене су вредности фактора резистентности од 1679 за имидаклоприд и 225 за тиаметоксам (Bass et al. 2011). У другој студији, са истим клоном *M. persicae*, где је примењена техника потапања листова у раствор инсектицида, пријављене су RF вредности од 2350 за имидаклоприд, 270 за тиаметоксам, преко 2500 за тиаклоприд и 82 за ацетамиприд (Slater et al., 2012). Такође, Cutler et al. (2013) у биотестовима помоћу технике прскања листова са клоном *M. persicae*, пријавили су RF вредности од 3013 за клотианидин, 182 за динотефуран и 54 за нитенпирам у Француској.

Умерени или високи нивои унакрсне резистентности на сулфоксафлор (сулфоксимин, МоА група 4) забележени су у клоновима *M. persicae* из Француске (RF = 43) (Cutler et al., 2013), затим у клону из Шпаније хомозиготном за мутацију R81T (RF = 70) (Bass et al., 2015). Поред *M. persicae*, резистентност услед промене места деловања (R81T) откривена је 2012 и код популација *A. gossypii* пореклом из Јапана (Hirata et al., 2015) и 2014. пореклом из Кине (RF = 260) (Chen et al., 2017) дајући умерену до високу резистентност на различите неоникотиноиде.

#### *Молекуларно-генетички тестови са M. persicae*

Резултати изведеног PCR – естераза теста спроведеног у циљу утврђивања присуства амплификованих E4 и FE4 гена у геному јединки *M. persicae* указали су да је највећи удео осетљивих (*S*) јединки зелене бресквине ваши, односно, оних које нису развиле метаболичку резистентност на инсектициде (повећана продукција естеразе E4) у референтној популацији пореклом са локалитета Мачвански Метковић (38,89%), нешто мањи удео у популацији која потиче са локалитета Петријево (22,22%), а најмањи код јединки са локалитета Винча (5,56%).

Са друге стране, резултати PCR – естераза теста указују да је највећи удео јединки које су имале амплификоване E4 гене и које су развиле метаболичку резистентност на инсектициде (органофосфати и пиретроиди) услед повећане продукције естеразе E4, био у популацији која потиче са локалитета Винча (94,44%). Мањи удео *R* јединки са амплификованим E4 геном, био је у популацији са локалитета Петријево (77,78%), а најмањи удео ових *R* јединки од 61,11% био је у популацији са локалитета Мачвански Метковић.

Сагледавајући ове резултате, може се извести закључак да је метаболичка резистентност услед прекомерне продукције естеразе E4, присутна код јединки пореклом из све три испитиване популације, при чему је популација која потиче са локалитета



Винча најрезистентнија, односно има највећи удео јединки које су развиле E4 метаболичку резистентност на органофосфате, карбамате и пиретроиде.

Амплификација гена који кодирају естеразе E4 и FE4 широко је распрострањен механизам резистентности на инсектициде код зелене бресквине ваши (*M. persicae*). Познато је да је овај механизам одговоран за резистентност на органофосфате, пиретроиде и у мањој мери карбамате (Field et al., 1988; Field and Devonshire, 1997, 1998; Field et al., 1999; ). У огледима изведеним у Енглеској у периоду од 1997. до 2000. године утврђено је да су 194 клона *M. persicae* имала повећану продукцију E4 и FE4 гена (Field and Foster, 2002). У истраживањима спроведеним у САД у периоду од 2004-2007. године, од укупно 25 тестираних колонија *M. persicae* пореклом са дувана код 24 утврђена је повећана амплификација гена одговорних за повећану продукцију естераза. Петнаест колонија имало је амплификован E4 ген, четири колоније FE4 ген док су код пет колонија била амплификована оба гена (Srigiriraju et al., 2009). Bizzaro et al. (2005) утврдили су повећану амплификацију FE4 гена код 22 популације *M. persicae* пореклом са брескве.

На основу резултата RFLP-PCR теста који је коришћен за утврђивање присуства тачкасте мутације у гену који кодира *AChE* у геному јединки *M. persicae*, односно за доказивање присуства модификоване ацетилхолин естеразе (*MACE*) код које је аминокиселина серин на позицији 431 замењена аминокиселином фенилаланин због чега је такав генски продукт изгубио место деловања инсектицида, утврђено је да је највећи удео осетљивих (*S*) јединки *M. persicae*, односно, јединки које нису поседовале мутацију S431F пореклом са локалитета Мачвански Метковић (94,44%), нешто мањи удео у популацији која потиче са локалитета Винча (72,22%), а најмањи код јединки са локалитета Петријево (70,59%).

Са друге стране, резултати RFLP-PCR теста указују да је удео јединки које су поседовале мутацију S431F (*R* јединке) био највећи у популацији која потиче са локалитета Петријево (29,41%) док је нешто мањи удео јединки са истом мутацијом, био је у популацији са локалитета Винча (27,78%). Најмањи удео *R* јединки био је у популацији са локалитета Мачвански Метковић (5,56%).

На основу наведених резултата може се закључити да модификована *AChE* присутна код све три популације с тим да је највећи удео резистентних јединки био пореклом са локалитета Петријево.

Према бројним истраживањима других аутора може се констатовати да је модификована *AChE* одговорна за резистентност *M. persicae* и *Aphis gossypii* на инсектициде из групе органофосфата и карбамата (Cao et al., 2008; Chouaibou et al., 2012; Benting and Nauen 2004; Mazzoni and Cravedi 2002; Moores et al., 1996). Утврђено је да је неосетљива *AChE* резултат мутације на *MpAChE2* гену која доводи до замене аминокиселине серин на позицији 431 фенилаланином (S431F) (Nabeshima et al. 2003). Ова мутација која доводи до резистентности на пиримикарб пронађена је у популацијама *M. persicae* у Аустралији, Чилеу, Француској, Грчкој, Италији, САД, Великој Британији (Bass et al. 2014, Cassanelli et al., 2005; Fontaine et al., 2011; Rubiano-Rodríguez et al., 2014; Srigiriraju et al., 2010; Umina et al., 2014; Voudouris et al., 2016). У огледима спроведеним у Кини од 14 популација резистентних на пиримикарб (RF 16,3 – 101,9), код девет популација учесталост мутације S431F била је преко 85% (Xiaolan et al., 2017).

Резултати RFLP-PCR теста који је коришћен за доказивање присуства мутације на гену који кодира натријумове канале, односно тзв. *kdr* механизма резистентности код јединки *M. persicae*, указали су да је највећи удео осетљивих (*S*) јединки *M. persicae* био из

популације пореклом са локалитета Мачвански Метковић (16,67%). Нешто мањи удео осетљивих јединки био у популацији са локалитета Винча (11,11%), док у популацији са локалитета Петријево нису детектоване осетљиве јединке.

Резултати изведеног теста указују да је удео јединки које су развиле *kdr* резистентност (*R* јединке) био највећи у популацији са локалитета Петријево (100%), док је нешто мањи удео резистентних јединки био је у популацији са локалитета Винча (88,89%). Најмањи удео *R* јединки био је у популацији са локалитета Мачвански Метковић (83,33%).

На основу резултата овог теста може се закључити да је код све три популације присутна *kdr* резистентност при чему се популација са локалитета Петријево може издвојити као веома резистентна.

Прегледом литературе могу се пронаћи бројни подаци о високој резистентности на синтетичке пиретроиде широм Европе (Nauen and Elbert, 2003), Велике Британије (Foster et al., 2000; Anstead et al., 2007), Новог Зеланда (Toor et al., 2008), Јапана (Field et al., 1997). *Kdr* мутација први пут је описана 1997. године код неколико клонова *M. persicae* (Martinez-Torres et al., 1997, 1999). Клонови *M. persicae*, хомозиготи за резистентан (*R*) алел (*kdr*), испољавали су резистентност већу и до 35 пута на делтаметрин (Devonshire et al., 1998; Martinez-Torres et al., 1999).

Према литературним подацима (Fenton, 2010) присуство полне репродукције код холоцикличних популација *M. persicae* доводи до повећања удела хетерозигота (*RS*) који испољавају мањи степен *kdr* и *MACE* резистентности у односу на резистентне хомозиготе (*RR*). Спровођењем молекуларно-генетичких тестова са популацијама зелене бресквине ваши у Чилеу, где су утврђени *kdr*, *super-kdr* и *MACE* механизми резистентности (Rubiano-Rodrigues et al., 2019), потврђено је да је удео хетерозигота за све механизме значајно већи у односу на удео хомозигота, како на брескви, тако и на секундарним домаћинима (корови и паприка).

Раздвајање резистентних хомозигота и хетерозигота извођењем PCR тестова, овом приликом није спроведено, али би се могло утврдити даљом оптимизацијом услова PCR реакције, односно, повећањем температуре везивања прајмера на вишу температуру и то у PCR-естераза тесту на температуру од 56,1–61,1°C (Слика 21), односно у *RFLP-PCR MACE* тесту на температуру од 60,2–65,2°C (Слика 22) чиме се повећава специфичност реакције.

Извођењем вишегодишњих пољских огледа потврђена је континуирана слаба ефикасност инсектицида из групе органофосфата и пиретроида у сузбијању јединки из популација *M. persicae* на локалитетима Петријево, Винча и Мачвански Метковић. Овакви резултати указивали су на потенцијални развој резистентности испитиваних популација на једињења из наведених група. Изведени биотестови потврдили су развој резистентности на инсектициде из групе органофосфата (хлорпирифос) и пиретроида (делтаметрин) на локалитетима Петријево и Винча при чему је популација са локалитета Мачвански Метковић била најосетљивија. Да је популација пореклом са локалитета Мачвански Метковић најосетљивија у односу на друге две испитане популације говори и податак молекуларно – генетичких тестова да је једино на овом локалитету уочено присуство јединки које нису имале ниједан од испитиваних механизма резистентности (*SSS*). Даље, на основу могућих комбинација присуства, односно одсуства испитиваних механизма резистентности код појединачних тестираних јединки ваши утврђено је да је на сва три

локалитета најзастуљенија комбинација метаболичке резистентности и *kdr* резистентности (RSR), што је у складу са уоченом преваленцијом оба механизма резистентности на свим испитиваним локалитетима (Графикон 2). Такође, може се констатовати и да је резистентност на органофосфате у највећој мери последица прекомерне амплификација E4 гена на сва три локалитета с обзиром да је *MACE* механизам резистентности такође био заступљен али у знатно био мањем проценту. *Kdr* механизам резистентности који је одговоран за резистентност на пиретроиде био је подједнако заступљен на свим локалитетима (Графикон 1).

## 6. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата спроведених истраживања могу се извести следећи закључци:

Резултати спроведених пољских огледа указују да су на локалитету Мачвански Метковић сви испитивани инсектициди из групе неоникотиноида током 2019. године испољили високу ефикасност у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини. Ефикасност имидаклоприда износила је 100% у свим периодима оцењивања. Ефикасност тиаметоксама била је  $\geq 99,69\%$ , док је ефикасност ацетамиприда била  $\geq 98,23\%$ . У 2020. години ефикасност хлорпирифоса на овом локалитету била је ниска у свим периодима оцењивања али значајно боља у односу на ефикасност на локалитетима са интензивном производњом нектарине (Петријево и Винча). Слична ситуација била је и са ефикасношћу ламбда-цихалотрина и делтаметрина у поређењу са резултатима са ових локалитета. На локалитету Мачвански Метковић оба једињења су испољила слабу ефикасност у сузбијању *M. persicae*. Флоникамид је на овом локалитету три дана након третирања имао нешто нижу ефикасност (82,13%), док је седам дана након третирања његова ефикасност била значајно виша (99,65%). На локалитетима Петријево током 2015., 2016. и 2021. године и Винча током 2016., 2017 и 2021. године ефикасност имидаклоприда била је добра у свим терминима оцењивања бројности бескрилних јединки зелене бресквине ваши на нектарини. Тако је његова ефикасност на локалитету Петријево износила  $>91,52\%$ , док је на локалитету Винча ефикасност овог једињења била између  $>88,65\%$ . Тиаметоксам на локалитетима Петријево и Винча испољио је слабије деловање на зелену бресквину ваш у односу на имидаклоприд. Његова ефикасност током 2016. године на локалитету Винча била је добра ( $>90,13\%$ ) са тенденцијом слабљења током 2017. године ( $\geq 87,13\%$ ) као и 2021. године ( $\geq 83,14\%$ ). Такође, и на локалитету Петријево, током три године испитивања, ефикасност тиаметоксама била је слаба до задовољавајућа (49,0% - 89,76%).

Инсектициди из групе органофосфата и пиретроида показали су ниску ефикасност у сузбијању *M. persicae* на локалитетима Петријево и Винча. Тако је ефикасност хлорпирифоса била веома слаба на локалитету Петријево ( $\leq 36,49\%$ ) као и на локалитету Винча ( $\leq 24,89\%$ ). Диметоат, други представник органофосфата, такође је имао ниску ефикасност у сузбијању зелене бресквине ваши на нектарини како на локалитету Петријево ( $\leq 20,60\%$ ), тако и на локалитету Винча ( $\leq 22,23\%$ ). Слабу ефикасност испољила су и једињења из групе пиретроида. Ефикасност ламбда-цихалотрина била је ниска и на локалитету Петријево ( $\leq 38,27\%$ ), и на локалитету Винча ( $\leq 25,56\%$ ). Слабу ефикасност испољио је и делтаметрин на локалитету Петријево ( $\leq 56,73\%$ ) док је на локалитету Винча ефикасност била нешто виша, али и даље ниска ( $\leq 60,68\%$ ).

У циљу изналажења адекватних алтернатива инсектицидима из групе органофосфата и пиретроида који су показали слабу ефикасност у сузбијању *M. persicae* на локалитетима Петријево и Винча, испитани су и релативно новији инсектициди и то флоникамид, сулфоксафлор и пиметрозин. На локалитетима Петријево и Винча, слично као и на локалитету Мачвански Метковић, флоникамид је имао слабије почетно деловање. Међутим, у каснијим терминима оцењивања ово једињење имало је високу ефикасност на оба локалитета. Тако је његова ефикасност на локалитету Петријево била  $\geq 97,25\%$ , а на локалитету Винча  $\geq 95,96\%$ . Слично као и флоникамид, и пиметрозин је током 2017. године на локалитету Винча имао слабо почетно деловање (54,13%) у односу на касније

термине оцењивања где је показао изузетно добро деловање ( $\geq 98,48\%$ ). Сулфоксафлор, једињење за које не постоји опасност од настанка укрштене резистентности са неоникотиноидима, показало је добру ефикасност како у првим терминима оцене на локалитетима Винча ( $>90,17\%$ ) и Петријево (88,41%), тако и у каснијим оценама, при чему је ефикасност била  $\geq 96,52\%$  на локалитету Винча односно  $\geq 97,82\%$  на локалитету Петријево.

На основу резултата изведених биотестова у лабораторији може се закључити да је популација пореклом са локалитета Винча развила слабу до умерену резистентност на тиаметоксам (RF = 7,49) док је популација са локалитета Петријево развила резистентност на ово једињење у нешто већем степену (RF = 13,98). Такође, висок степен резистентности на хлорпирифос (RF = 80,97) забележен је код популације *M. persicae* са локалитета Винча, док је популација са локалитета Петријево била врло резистентна на ово једињење (RF = 155,96). Највиши степен резистентности забележен је на делтаметрин код популације са локалитета Петријево (RF = 271,68) док је фактор резистентности за популацију пореклом са локалитета Винча износио 197,57.

Резултати изведеног PCR – естераза теста указали су да је највећи удео јединки које су развиле метаболичку резистентност на инсектициде из групе органофосфата и пиретроида био највећи у популацији која потиче са локалитета Винча (94,44%). На локалитету Петријево удео јединки које су развиле овај механизам резистентности износио је 77,78%, док је најмањи удео резистентних (*R*) јединки (61,11%) био у популацији са локалитета Мачвански Метковић.

На основу резултата RFLP-PCR теста који је коришћен за доказивање присуства модификоване ацетилхолин естеразе (*MACE*) која је одговорна за резистентност на инсектициде из групе органофосфата и карбамата, утврђено је да је највећи удео *R* јединки, са овим механизмом резистентности, био у популацији са локалитета Петријево (29,41%), нешто мањи удео јединки са истом мутацијом гена, био је у популацији са локалитета Винча (27,78%), док је најмањи удео *R* јединки био у популацији са локалитета Мачвански Метковић (5,56%). На основу ових резултата може се закључити да је модификована *AChE* присутна код све три популације при чему је највећи удео *R* јединки у популацији пореклом са локалитета Петријево.

Према резултатима молекуларног теста за утврђивање *kdr* механизма резистентности који је карактеристичан за групу пиретроида, утврђено је да је удео јединки које су развиле овај механизам резистентности (*R* јединке) био највећи у популацији са локалитета Петријево (100%). Удео *R* јединки у популацији са локалитета Винча био је 88,89%, док је најмањи удео *R* јединки био је у популацији са локалитета Мачвански Метковић (83,33%). На основу резултата овог теста закључује се да је код све три популације присутна *kdr* резистентност при чему се популација са локалитета Петријево може издвојити као веома резистентна.

Сагледавајући укупне резултате спроведених истраживања може се закључити да је примена инсектицида из група органофосфата и пиретроида за сузбијање зелене бресквине ваши на нектарини неприхватљива, с обзиром на слабу ефикасност ових једињења и детектоване механизме резистентности код све три испитиване популације. Као добра алтернатива овим инсектицидима издвојили су се високо селективни флоникамид, пиметрозин, сулфоксафлор, али и ацетамиприд, као једини представник неоникотиноида који је тренутно дозвољен за примену у нашој земљи. Примена ових селективних једињења у програмима заштите нектарине од зелене бресквине ваши, за

разлику од неселеktivних органофосфата и пиретроида, даће додатни допринос у очувању аутохтоних популација предатора и паразитоида које су незаобилазан фактор у интегралној заштити засада од штеточина. На овај начин ће се имплементирати и мере антирезистентне стратегије које подразумевају примену нехемијских мера заштите биља, пре свега биолошких мера, затим примену селективнијих једињења за природне непријатеље штеточина, као и алтернативну примену инсектицида са различитим механизмима деловања.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Aleksić, M. J., Stojanović, D., Banović, B., Jančić R. (2012): A Simple and Efficient DNA Isolation Method for *Salvia officinalis*. *Biochemical Genetics*, 50: 881–892.
2. Andorno, A.V., López, S.N. (2014): Biological control of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) through banker plant system in protected crops. *Biological Control*, 78: 9–14.
3. Abate, T., van Huis, A., Ampofo, J.K.O. (2000): Pest management strategies in traditional agriculture: An African perspective, *Annual Review Entomology*, 45: 631–659.
4. Akbar, M.F., Rana, H.U., Perveen, F. (2014): Management of cauliflower aphid (*Myzus persicae* (Sulzer) Aphididae: Hemiptera) through environment friendly bioinsecticides. *Pakistan Entomology*, 36, 25–30.
5. Albajes, R., López, C., Pons, X. (2003): Predatory Fauna in Cornfields and Response to Imidacloprid Seed Treatment. *Journal of Economic Entomology* 96: 1805-1813.
6. Ali, J., Covaci, A.D., Roberts, J.M., Sobhy, I.S., Kirk, W.D.J., Bruce, T.J.A. (2021): Effects of cis-Jasmone Treatment of Brassicas on Interactions with *Myzus persicae* Aphids and Their Parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Frontiers Plant Science*, 12: 711896.
7. Andrews, M.C., Callaghan, A., Bass, C., Williamson, M.S., Field, L.M., Moores, G.D., (2002): A single amino acid substitution found in pirimicarb-insensitive acetylcholinesterase of the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). In: *Cholinergic Mechanisms: Function and Dysfunction*, St Moritz, Switzerland.
8. Anonymous (2014a): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sylfoxaflo. *EFSA Journal*, 12(5): 3692.
9. Anonymous (2014b): Public Release Summary on the Evaluation of the new active Fonicamid in the product Mainman 500 WG - Insecticide. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, 1–52, [www.apvma.gov.au](http://www.apvma.gov.au)
10. Anstead, J.A., Mallet, J., Denholm, I. (2007): Temporal and spatial incidence of alleles conferring knockdown resistance to pyrethroids in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), and their association with other insecticide resistance mechanisms. *Bulletin of entomological research*, 97: 243–252.
11. Anstead, J.A., Williamson, M.S., Eleftherianos, I., Denholm, I. (2004): High-throughput detection of knockdown resistance in *Myzus persicae* using allelic discriminating quantitative PCR. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 34: 871–877.
12. Anthon, E. W. (1955): Evidence for green peach aphid resistance to organophosphorous insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 48: 56–57.
13. APRD, Arthropod Pesticide Resistance Database (2022): <https://www.pesticideresistance.org/>
14. Attia, F. E., Hamilton, J. T. (1978): Insecticide resistance in *Myzus persicae* in Australia. *Journal of Economic Entomology*, 71: 851-853.
15. Aziza, M. El-Gantiry, S. A. El-Arnaouty, H. M. Badawy, Nevien, M. Gaber. (2007): Biochemical variation in the life stages and populations of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 85: 2121–2138.

16. Babcock, J.M., Gerwick, C.B., Huang, J.X., Loso, M.R., Nakamura, G., Nolting, S.P., Rogers, R.B., Sparks, T.C., Thomas, J., Watson, G.B., Zhy, Y. (2011): Biological characterization of sulfoxaflor, a novel insecticide. *Pest Management Science*, 67: 328–334.
17. Bamisile, B.S., Akutse, K.S., Siddiqui, J.A., Xu, Y. (2021): Model application of entomopathogenic fungi as alternatives to chemical pesticides: Prospects, challenges and insights for next-generation sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science* 12: 741804.
18. Bass, C., Puinean, A.M., Andrews, M., Cutler, P., Daniels, M., Elias, J., Paul, V.L., Crosssthaite, A.J., Denholm, I., Field, L.M., Foster, S.P., Lind, R., Williamson, M.S. and Slater, R. (2011): Mutation of a nicotinic acetylcholine receptor  $\beta$  subunit is associated with resistance to neonicotinoid insecticides in the aphid *Myzus persicae*. *BMC Neuroscience*, 12: 51.
19. 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.
20. Bass, C., Denholm, I., Williamson, M. S., Nauen, R. (2015). The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 78–87.
21. Benting, J., Nauen, R. (2004): Biochemical evidence that an S431F mutation in acetylcholinesterase-1 of *Aphis gossypii* mediates resistance to pirimicarb and omethoate. *Pest Management Science*, 60, 1051–1055.
22. Bigler, F. (1984): Biological control by chrysopids: integration with pesticides, 233–245. In M. Canard et al. (eds.), *Biology of Chrysopidae*. Junk, Boston.
23. Bizzaro, D., Mazzoni, E., Barbolini, E., Giannini, S., Cassanelli, S., Pavesi, F., Cravedi P., Manicardi, G. C. (2005): Relationship among expression, amplification, and methylation of FE4 esterase genes in Italian populations of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 81(1), 51–58.
24. Blackman, R. L., Eastop, V. F. (2000): *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*; John Wiley and Sons Ltd.: New York, NY, USA.
25. Bompard, A., Jaworski, C.C., Bearez, P., Desneux, N. (2013): Sharing a predator: Can an invasive alien pest affect the predation on a local pest? *Population Ecology*, 55: 433–440.
26. Boughton, A.J., Hoover, K., Felton, G.W. (2006): Impact of chemical elicitor applications on greenhouse tomato plants and population growth of the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 120: 175–188.
27. Bwye, A. M., Proudlove, W., Berlandier, F. A., Jones, R.A.C. (1997): Effects of applying insecticides to control aphid vectors and cucumber mosaic virus in narrow leafed lupins (*Lupinus angustifolius*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 37: 93 – 102.
28. CABI (2021): *Myzus persicae* (green peach aphid). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.35642>.



29. Cao, C-W., Zhang, J., Gao, X-W., Liang, P., Guo, H-L. (2008): Overexpression of carboxylesterase gene associated with organophosphorous insecticide resistance in cotton aphids, *Aphis gossypii* (Glover). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 90, 175–180.
30. Capinera, J. L. (2001): Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Insecta: Hemiptera: Aphididae); University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, EDIS: Panama City, FL, USA
31. Cassanelli, S., Cerchiari, B., Giannini, S., Bizzaro, D., Mazzoni, E., Manicardi G.C. (2005): Use of the RFLP-PCR diagnostic test for characterizing MACE and *kdr* insecticide resistance in the peach potato aphid *Myzus persicae*. *Pest Management Science*, 61, 91–96.
32. Castro B., Richardson J., Paniagua L., Palumbo J., Thomas J.D. (2011): Sulfoxaflor insecticide to manage aphids and whiteflies in vegetable crops. Conference: Entomological Society of America Annual Meeting.
33. Chambers, H.W. (1992): Organophosphorus compounds: An overview. In *Organophosphates: Chemistry, Fate and Effects* (eds. by Chambers J.E., Levi P.E.), 3–17. Academic Press, San Diego.
34. Chambers, J.E., Meek, E.C., Chambers, H.W. (2010): The metabolism of organophosphorus insecticides. In: *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology* (eds. by Krieger R.), 1399–1407, Academic Press, San Diego.
35. Chen, X., Li, F., Chen, A., Ma, K., Liang, P., Liu, Y., Song, D., Gao, X. (2017): Both point mutations and low expression levels of the nicotinic acetylcholine receptor  $\beta 1$  subunit are associated with imidacloprid resistance in an *Aphis gossypii* (Glover) population from a Bt cotton field in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 141, 1–8.
36. Choi, M. Y., Roitberg, B. D., Shani, A., Raworth, D. A., Lee, G. H. (2004): Olfactory response by the aphidophagous gall midge, *Aphidoletes aphidimyza* to honeydew from green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111(1): 37–45.
37. Chouaibou, M.S., Chabi, J., Bingham, G.V., Knox, T.B., N'Dri, L., Kesse, N.B., Bonfoh, B., Jamet, H.V.P. (2012): Increase in susceptibility to insecticides with aging of wild *Anopheles gambiae* mosquitoes from Côte d'Ivoire. *BMC Infectious Diseases*, 12, 214
38. Costa, L.G. (1988): Organophosphorus compounds. In: *Recent Advances in Nervous System Toxicology* (eds. by Galli. C.L., Manzo L., Spencer P.S.), 203–246. Plenum Press, New York, USA.
39. Cox, D., Denholm, I., Devonshire, A., Foster, S. (2004): Monitoring of insecticide resistance in *Myzus persicae* from Greece. In Simon J.C, Dedryver C.A., Rispe, C. and Hullé, M. (eds), *Aphids in A new millennium*. Paris: INRA Editions, 275–280.
40. Cutler, P., Slater, R., Edmunds, A.J.F., Maienfisch, P., Hall, R.G., Earley, F.G.P., Pitterna, T., Pal, S., Paul, V-L., Goodchild, J., Blacker, M., Hagmann, L., Crossthwaite, A.J. (2013): Investigating the mode of action of sulfoxaflor: a fourth-generation neonicotinoid. *Pest Management Science*, 69 (5): 607–619.
41. Dáder, B.; Legarrea, S.; Moreno, A.; Plaza, M.; Carmo-Sousa, M.; Amor, F.; Viñuela, E.; Fereres, A. (2015): Control of insect vectors and plant viruses in protected crops by novel pyrethroid-treated nets. *Pest Management Science*, 71: 1397–1406.

42. Das G. (2013): Efficacy of imidacloprid, a nicotinoid group of insecticide against the infestation of chilli aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). International Journal of Biology and Biological Sciences, 2 (11), 154-159.
43. Davies, T.G.E., Field, L.M., Usherwood, P.N.R., Williamson, M.S. (2007): DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. IUBMB Life, 59. 151–162.
44. De Barros, N. M., Fronza, E., Bertholdo-Vargas, L. R. (2015): Use of fungi as biopesticides. Biopesticides Handbook, 247–281.
45. De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K., Deforce, K. (2005): Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. Pest Management Science, 61: 1129–1132.
46. Der Geest, V. (2000): Can plants use entomopathogens as bodyguards? Ecology Letters, 3: 228–235.
47. Devonshire, A.L., Field, L.M., Foster, S.P., Moores, G.D., Williamson, M.S., Blackman, R.L. (1998): The evolution of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 353: 1677–1684.
48. Dixon, A. FG. (2000): Insect predator-prey dynamics: Ladybird beetles and Biological Control. Cambridge: Cambridge University Press, 257.
49. Dorman, D.C., Beasley, V.R. (1991): Neurotoxicology of pyrethrin and the pyrethroid insecticides. Veterinary and Human Toxicology, 33: 238-43.
50. EC (2002): Review report for the active substance pymetrozine. European Commission, health & consumer protection directorate; Directorate E - Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions: E1 - Plant health. 7455/VI/98-Final. European Commission, Brussels, Belgium.
51. EC (2005): Review report for the active substance chlorpyrifos. European Commission, health & consumer protection directorate-General; Directorate D Food Safety: Production and distribution chain. Unit D.3 – Chemicals, contaminants and pesticides. SANCO/3059/99-rev. 1.5. European Commission, Brussels, Belgium.
52. EC (2006): Review report for the active substance thiamethoxam. European Commission, health & consumer protection directorate-General; Directorate E Safety of the food chain: Unit E1.3 – Chemicals, contaminants, pesticides. SANCO/10390/2002-rev. final. European Commission, Brussels, Belgium.
53. EC (2017): Deltamethrin - Draft Renewal Assessment Report prepared according to the Commission Regulation (EU) No 1107/2009. Rapporteur Member State United Kingdom, Co-Rapporteur member State Austria. European Commission, Brussels, Belgium.
54. Eells, J.T., Bandettini, P.A., Holman, P.A., Propp, J.M. (1992): Pyrethroid insecticide-induced alterations in mammalian synaptic membrane potential. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 262: 1173-81.
55. EFSA (2006): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dimethoate. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA scientific report, 84, 1-102.
56. EFSA (2008): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance imidacloprid. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA scientific report 148, 1-120.

57. EFSA (2010): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flonicamid. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA Journal: 8 (5): 1445.
58. EFSA (2014): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance lambda-cyhalothrin. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA Journal: 12 (5): 3677.
59. EFSA (2014): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfoxaflor. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA Journal: 12 (5): 3692.
60. Eigenbrode, S.D.; Ding, H.; Shiel, P.; Berger, P.H. (2002): Volatiles from potato plants infected with potato leafroll virys attract and arrest the virus vector, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 269: 455–460.
61. Elbert, A., Nauen, R. (2004). New Applications for Neonicotinoid Insecticides Using Imidacloprid as an Example. In: Insect Pest Management – Field and Protected Crops (ed. by A.R. Horowitz and I. Ishaaya), 29–44. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
62. Elbert, A., Haas, M., Springer, B., Thielert, W., Nauen, R. (2008): Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. Pest Management Science 64: 1099–1105.
63. Eleftherianos, I., Foster, S.P., Williamson, M.S., Denholm, I. (2008): Characterization of the M918T sodium channel gene mutation associated with strong resistance to pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). Bulletin of Entomological Research, 98. 183–191.
64. Elliott, M., Farnham, A.W., Janes, N.F., Needham, P.H., Pulman, D.A. (1974): Synthetic insecticide with a new order of activity. Nature, 248: 710–711.
65. Elzen, G.W. (2001): Lethal and Sublethal Effects of Insecticide Residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). Journal of Economic Entomology, 94: 55-59.
66. EPPO STANDARDS - PP 1/152 (4) (2012): Design and analysis of efficacy evaluation trials. Efficacy evaluation of plant protection products, EPPO Bulletin, 42 (3): 367–381.
67. EPPO STANDARDS - PP 1/258 (1) (2007): Aphids on top fruit. Efficacy evaluation of insecticides, EPPO Bulletin 37 (3): 486 – 490.
68. Evans, E.W. (2009): Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera. Biological Control, 51(2): 255-267.
69. Fenton, B., Margaritopoulos, J.T., Malloch, G.L., Foster, S.P. (2010): Micro- evolutionary change in relation to insecticide resistance in the potato aphid, *Myzus persicae*. Ecological Entomology, 35(1), 131-146.
70. Field, L.M., Devonshire, A.L., Forde, B.G. (1988): Molecular evidence that insecticide resistance in peach potato aphids (*Myzus persicae* Sulz.) results from amplification of an esterase gene, Biochemical Journal, 251, 309-312.
71. Field, L.M., Devonshire A.L. (1997): Structure and organization of amplicons containing the E4 esterase genes responsible for insecticide resistance in the aphid *Myzus persicae* (Sulzer), Biochemical Journal., 322, 867-871.

72. Field, L.M., Anderson, A.P., Denholm, I., Foster, S. P., Harling, Z.K., Javed, N., Martinez Torres, D., Moores, G.D., Williamson, M.S., Devonshire, A.L. (1997): Use of biochemical and DNA diagnostics for characterising multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), Pesticide Science, 51, 283-289.
73. Field, L.M., Devonshire, A.L. (1998): Evidence that the E4 and FE4 esterase genes responsible for insecticide resistance in the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) are part of a gene family, Biochemical Journal, 330, 169-173.
74. Field, L.M., Blackman, R.L., Tyler-Smith, C., Devonshire, A.L. (1999): Relationship between amount of esterase and gene copy number in insecticide-resistant *Myzus persicae* (Sulzer), Biochemical Journal, 339, 737-742.
75. Field, L. M., Foster, S. P. (2002): Amplified esterase genes and their relationship with other insecticide resistance mechanisms in English field populations of the aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). Pest Management Science, 58(9), 889-894
76. Finney, D.J. (1971): Probit analysis. Cambridge University Press, 3<sup>rd</sup> Edition.
77. Flanders, K.L., Radcliffe, E.B., Ragsdale, D.W. (1991): Potato leafroll virus spread in relation to densities of green peach aphid (Homoptera: Aphididae): implications for management thresholds for Minnesota seed potatoes. Journal of Economic Entomology, 84: 1028-1036.
78. Flückiger, C.R., Kristinsson, H., Senn, R., Rindlisbacher, A., Buholzer, H., Voss, G. (1992): CGA 215'944 - A novel agent to control aphids and whiteflies. Brighton Crop Protection Conference (Pests and Diseases), 1:43-50.
79. Fontaine, S., Caddoux, L., Brazier, C., Bertho, C., Bertolla, P., Micoud, A., Roy, L. (2011): Uncommon associations in target resistance among French populations of *Myzus persicae* from oilseed rape crops. Pest Management Science, 67: 881-885.
80. Foster, S.P., Denholm, I., Devonshire A.L. (2000): The ups and downs of insecticide resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*) in the UK, Crop Protection, 19, 873-879.
81. Foster S. P., Kift N. B., Baverstock J., Sime S., Reynolds K., Jones J. E., Tatchell G. M. (2003): Association of MACE based insecticide resistance in *Myzus persicae* with reproductive rate, response to alarm pheromone and vulnerability to attack by *Aphidius colemani*. Pest Management Science. 59: 1169-1179.
82. Foster, S.P., Devine, G., Devonshire, A.L. (2017): Insecticide resistance. In van Emden HF and Harrington R (eds), Aphids as Crop Pests. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, 426-446.
83. Fukuto, T.R. (1990): Mechanism of Action of Organophosphorics and Carbamate Insecticides. Environmental Health Perspectives, 87: 245-254.
84. Fuog, D., Fergusson, S.J., Flückiger, C. (1998): Pymetrozine: A Novel Insecticide Affecting Aphids and Whiteflies. In: Insecticides with Novel Modes of Action (eds. By Ishaaua, I. and Degheele, D.). Applied Agriculture, Springer, Berlin, Heidelberg.
85. Gahatraj, S. (2019): Integrated management of green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). International Journal of Entomology Research, 4 (2): 42-45.
86. Gavkare, O., Kumar, S., Japoshvili, G. (2014): Effectiveness of native parasitoids of *Myzus persicae* in greenhouse environments in India. *Phytoparasitica*, 42: 141-144.

87. Gillespie, M., Wratten, S., Sedcole, R., Colfer, R. (2011): Manipulating floral resources dispersion for hoverflies (Diptera: syrphidae) in a California lettuce agro-ecosystem. *Biology Control*, 59: 215–220.
88. Grechi, I., Sauge, M-H., Sauphanor, B., Hilgert, N., Senoussi, R., Lescourret, F. (2008b): How does winter pruning affect peach tree – *Myzus persicae* interactions? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128: 369–379.
89. Hancock, H.G. (2004): Field performance of flonicamid (F1785) in cotton. Proceedings, Beltwide Cotton Conference (5–9 January), 1629–1636, San Antonio, USA.
90. Hancock, H.G., de Lourdes Fustaino, F.M., Morita, M. (2003): Flonicamid (F1785, IKI220): Novel insecticide chemistry for cotton and other crops. Proc. Beltwide Cotton Conference, 2: 83–88.
91. Hart, A.J., Bale, J.S. (1997): Cold tolerance of the aphid predator *Episyrphus balteatus* (DeGeer) (Diptera, Syrphidae). *Physiological Entomology*, 22: 332 – 338.
92. Hedley, D., Khambay, B.P.S., Hooper, A., Thomas, R.D., Devonshire, A (1998): Proinsecticides effective against insecticide-resistant peach-potato aphid (*Myzus persicae* (Sulzer)). *Pesticide Science*, 53: 201-208.
93. Herron, G.A., Gibson, T.S., Horwoo, M.A. (1993): Insecticide resistance in *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in Southernastern Australia. NSW Agriculture, Biological and Chemical Research Institute, 32: 23-27.
94. Hirata, K., Kiyota, R., Matsuura, A., Toda, S., Yamamoto, A., Iwasa, T. (2015): Association between the R81T mutation in the nicotinic acetylcholine receptor  $\beta$ 1 subunit of *Aphis gossypii* and the differential resistance to acetamiprid and imidacloprid. *Journal of Pesticide Science*, 40 (1): 25–31.
95. Hites, R.A. (2021): The Rise and Fall of Chlorpyrifos in the United States. *Environmental Science and Technology*, 55: 1354–1358.
96. Hodek, I. (1996): Food Relationships. In: Hodek I, Honek A (Eds) *Ecology of Coccinellidae*. The Hague: Kluwer Academic Pyblishers, 143–238.
97. Hoegberg, E.I., Cassaday, J.T. (1951): The Reaction of O,O-Dialkyl Thiophosphoric Acid Salts with Some  $\alpha$ -Haloacyl Derivatives. *Journal of the American Chemical Society*, 73 (2): 557–559.
98. Hopper, J.V., Nelson, E.H., Daane, K.M., Mills, N.J. (2011): Growth, development and consumption by four syrphid species associated with the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri*, in California. *Biology Control*, 58: 271–276.
99. Hoy, M. A. (1994): *Insect Molecular Genetics; An Introduction to Principles and Applications*. Academic Press.
100. Hu, J., Chen, F., Wang, J., Rao, W., Lin, L., Fan, G. (2023): Multiple Insecticide Resistance and Associated Metabolic-Based Mechanisms in a *Myzus persicae* (Sulzer) Population. *Agronomy*, 13, 2276.
101. IRAC (2001): Proposed Insecticide & Acaricide Susceptibility Tests. Global Crop protection Federation, Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), IRAC Method No. 1, 4, [www.iraac-online.org](http://www.iraac-online.org).
102. IRAC (2023): Mode of Action Classification Scheme, Version 10.6 – September 2023. <https://iraac-online.org>

103. Jaber, L. R., Araj, S. E. (2018): Interactions among endophytic fungal entomopathogens (Ascomycota: Hypocreales), the green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae), and the aphid endoparasitoid *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). *Biology Control*, 116: 53–61.
104. Jeschke, P., Nauen, R. (2005): Neonicotinoid insecticides. In: *Comprehensive Molecular Insect Science* (ed. by Gilbert, L.I., Iatroy, K. and Gill, S.S.), 53-106. Elsevier Ltd, Oxford, UK.
105. Jeschke, P., Nauen, R. (2008): Neonicotinoids - from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science*, 64: 1084 – 1098.
106. Johnson, S.N., Rasmann, S. (2015): Root-feeding insects and their interactions with organisms in the rhizosphere. *Annual Review of Entomology*, 60: 517–535.
107. Jovičić, I., Radonjić, A., Kljajić, P., Andrić, G., Pražić Golić M., Petrović-Obradović O. (2020): *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Serbia: its presence on aphid-infested plants and co-occurrence with native aphidophagous coccinellids. *Pesticide and Phytomedicine* (Belgrade), 35 (3): 145-159.
108. Jutsum, A.R., Collins, M.D., Perrin, R.M., Evans, D.D., Davies, R.A.H., Ruscoe, C.N.E. (1984): PP321 – a novel pyrethroid insecticide. *Proceedings of the British Crop Protection Conference Pests and Diseases*, 2: 421–428.
109. Kagabu, S. (1997): Chloronicotinyl insecticides-discovery, application and future perspective. *Rev. Toxicol.* 1: 75–129.
110. Kagabu, S. (2003): Molecular design of neonicotinoids: past, present and future. In: *Chemistry of Crop Protection: Progress and Prospects in Science and Regulation* (ed. by G. Voss and G. Ramos), 193–212. New York: Wiley-VCH.
111. Kalendar, R., Lee, D., & Schulman, A. H. (2009). FastPCR software for PCR primer and probe design and repeat search. *Genes, genomes and genomics*, 3(1), 1-14
112. Kamali, S., Javadmanesh, A., Stelinski, L. L., Kyndt, T., Seifi, A., Cheniany, M., Zaki-Aghl, M., Hosseini, M., Heydarpour, M., Asili, J., Karimi, J. (2022): Beneficial worm allies warn plants of parasite attack below-ground and reduce above-ground herbivore preference and performance. *Molecular Ecology*, 31(2), 691–712.
113. Kaplanoglu, E., Chapman, P., Scott, I.M., Donly, C. (2017): Overexpression of a cytochrome P450 and a UDP glycosyltransferase is associated with imidacloprid resistance in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Scientific Reports*, 7: 1762, 1-10.
114. Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Tomanović, Ž., Papadopoulos, D.G., Vayias, J.B. (2004): Seasonal abundance and effect of predators (Coleoptera, Coccinellidae) and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) on *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphidoidea) densities on tobacco: a two – year study from Central Greece. *Biologia, Bratislava*, 59(5): 613 – 619.
115. Kayser, H., Lee, C., Decock, A., Baur, M., Haettenschwilerand, J., Maienfisch, P. (2004): Comparative analysis of neonicotinoid binding to insect membranes: I. A structure – activity study of the mode of [<sup>3</sup>H] imidacloprid displacement in *Myzus persicae* and *Aphis craccivora*. *Pest Management Science*, 60: 945–958.

116. Kayser, H., Lehmann, K., Gomes, M., Schleicher, W., Dotzauer, K., Moronand, M., Maienfisch, P. (2016): Binding of imidacloprid, thiamethoxam and N-desmethylthiamethoxam to nicotinic receptors of *Myzus persicae*: pharmacological profiling using neonicotinoids, natural agonists and antagonists. *Pest Management Science*, 72: 2166–2175.
117. Kayser, H., Palivan, C.G. (2006): Stable free radicals in insect cuticles: Electron spin resonance spectroscopy reveals differences between melanization and sclerotization. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 453(2), 179–187.
118. Kennedy, J. S., Stroyan, H.L.G. (1959): Biology of aphids. *Annual Review of Entomology*, 4: 139 – 160.
119. Khachatourians, G. G., Qazi, S.S. (2008): Entomopathogenic fungi: Biochemistry and molecular biology. In *Human and Animal Relationships*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 33–61.
120. Kirkland, L.S., Chirgwin, E., Ward, S.E., Congdon, B.S., van Rooyen, A., Umina, P.A. (2023): P450-mediated resistance in *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) reduces the efficacy of neonicotinoid seed treatments in *Brassica napus*. *Pest Management Science*, 79: 1851–1859.
121. Kogan, M., Ortman, E.F. (1978): Antixenosis—a new term proposed to define Painter’s “nonpreference” modality of resistance. *Bylletin of the Entomological Society of America*, 24: 175 – 176.
122. Kundoo, A.A., Dar, S.A., Mushtaq, M., Bashir, Z., Dar, M.S., Gul, S., Ali, M.T., Gulzar, S. (2018): Role of neonicotinoids in insect pest management: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (1): 333-339.
123. Kumar, C. and Gavkare, O. (2015): Efficacy of chemical and botanical insecticides against green peach aphid, *Myzus persicae* on sweet pepper under protected environment. *Indian Journal of Plant Protection*, 43(4), 508-510.
124. Kunkel, B.A., Held, D.W. Potter, D.A. (1999): Impact of Halofenozide, Imidacloprid, and Bendiocarb on Beneficial Invertebrates and Predatory Activity in Turfgrass. *Journal of Economic Entomology* 92: 922-930.
125. Lambert, P., Pascal, T. (2011): Mapping *Rm2* gene conferring resistance to the green peach aphid (*Myzus persicae* Sülzer) in the peach cultivar ‘Rubira’. *Tree Genetics & Genomes*, 7: 1057 – 1068.
126. Lambert, P., Campoy, JA., Pachec, I., Mauroux, JB., Linge, C.d.S., Micheletti, D., Pascal, T., Bassi, D., Rossini, L., Dirlewanger, E. (2016): Identifying SNP markers tightly associated with six major genes in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) using a high-density SNP array with an objective of marker-assisted selection (MAS). *Tree Genetics & Genomes*, 12: 121.
127. Lan, W.S., Cong, J., Jiang, H., Jiang, S.R., Qiao, C.L. (2005): Expression & characterization of carboxylesterase E4 gene from peach-potato aphid (*Myzus persicae*) for degradation of carbaryl and malathion. *Biotechnology Letters*, 27: 1141–1146.
128. Lee, W.W., Shin, T.Y., Bae, S.M., Woo, S.D. (2015): Screening and evaluation of entomopathogenic fungi against the green peach aphid, *Myzus persicae*, using multiple tools. *Journal of Asia Pacific Entomology*, 18: 607–615.
129. Legaspi, J.C., Legaspi, B.C., Simmons, A.M., Soumare, M. (2008): Life table analysis for immature and female adults of the predatory beetle, *Delphastus catalinae*, feeding on whiteflies under three constant temperatures. *Journal of Insect Science*, 8: 07.

130. Limburg, D.D., Mayk, P.A., Godfrey, L.D. (1997): Characteristics of beet yellows closterovirus transmission to sugar beets by *Aphis fabae*. *Phytopathology*, 87(7): 766–771.
131. Liu, J., Liu, Y., Donkersley, P., Dong, Y., Chen, X., Zang, Y., Xu, P., Ren, G. (2019): Preference of the aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) for tobacco plants at specific stages of potato virus Y infection. *Archives of Virology*, 164(6): 1567–1573.
132. López-Isasmendi, G., Alvarez, A.E., Petroselli, G., Erra-Balsells, R., Audisio, M.C. (2019): Aphicidal activity of *Bacillus amyloliquefaciens* strains in the peach-potato aphid (*Myzus persicae*). *Microbiological Research Journal*, 226: 41–47.
133. MacBean, C. (Ed.) (2012): *The Pesticide Manual – A World Compendium* (16<sup>th</sup> Edition). British Crop Production Council (BCPC). Omega Park, Alton, Hampshire GU34 2QD, UK.
134. Maienfisch, P., Angst, M., Brandl, F., Fischer, W., Hofer, D., Kayser, H., Kobel, W., Rindlisbacher, A., Senn, R., Steinemann, A., Widmer, H. (2001b): Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest Management Science*, 57: 906–913.
135. Maienfisch, P., Brandl, F., Kobel, W., Rindlisbacher, A., Senn, R. (1999): CGA 293'343: A novel, broad-spectrum neonicotinoid insecticide. In: *Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor* (eds. by Yamamoto, I. and Casida, J.), 177–209, Springer-Verlag, Tokyo, Japan.
136. Maienfisch, P., Huerlimann, H., Rindlisbacher, A., Gsell, L., Dettwiler, H., Haettenschwiler, J., Sieger, E., Walti, M. (2001a): The discovery of thiamethoxam: a second-generation neonicotinoid. *Pest Management Science*, 57: 165–196.
137. Manachini, B., Casati P., Cinanni, L., Bianco, P. A. (2007): Role of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) and Its Secondary Hosts in Plum Pox Virus Propagation. *Journal of Economic Entomology*, 100 (4): 1047-52.
138. Mangano, P., Severtson, D. (2010): Pest Fax No. 19. Western Australian Department of Agriculture and Food, Perth, Australia.
139. Manoussopoulos, Y., Mantzoukas, S., Lagogiannis, I., Goudoudaki, S., Kambouris, M. (2019 ): Effects of three strawberry entomopathogenic fungi on the prefeeding behavior of the aphid *Myzus persicae*. *Journal of Insect Behavior*, 32: 99–108.
140. Marčić, D., Kljajić, P., Perić, I., Živić, J. i Stančić, I. (1998): Efficacy of several insecticides against *Myzus persicae* on tobacco in Serbia. *Proc. 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium Field Crops*, Novi Sad, Serbia, 2, 207-210.
141. Marčić, D., Perić, P., Prijović M., Ogrulić I. (2009): Field and greenhouse evaluation of rapeseed spray oil against spider mites, green peach aphid and pear psylla in Serbia. *Bulletin of Insectology*, 62 (2), 159 – 167.
142. Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Goudoudaki, S., Blackman, R.L. (2002a): Life cycle variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in Greece. *Bulletin of Entomological Research*, 92: 309 – 319.
143. Margaritopoulos, J.T., Skouras, P.J., Nikolaidou, P., Manolikaki, J., Maritsa, K., Tsamandani, K., Kanavaki, O.M., Bacandritsos, N., Zarpas, K.D., Tsitsipis, J.A. (2007b): Insecticide resistance status of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations from peach and tobacco in mainland Greece. *Pest Management Science*, 63 (8): 821–829.



144. Margaritopoulos, J.T., Kati, A.N., Voudouris, C.Ch., Skouras, P.J., Tsitsipis, J.A. (2021): Long - term studies on the evolution of resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to insecticides in Greece. *Bulletin of Entomological Research* 111(1): 1–16.
145. Martin, T., Palix, R., Kamal, A., Deletre, E., Bonafos, R., Simon, S., Ngouajio, M. (2013): A repellent net as a new technology to protect cabbage crops. *Journal of Economic Entomology*, 106: 1699–1706.
146. Martinez-Torres, D., Devonshire, A.L., Williamson, M.S. (1997): Molecular studies of knockdown resistance to pyrethroids: cloning of domain II sodium channel gene sequences from insects. *Journal of Pesticide Science*, 51: 265e270.
147. Martinez-Torres, D., Foster, S.P., Field, L.M., Devonshire, A.L., Williamson, M.S. (1999): A sodium channel point mutation is associated with resistance to DDT and pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Insect Molecular Biology*, 8: 339–346.
148. Massonié, G., Maison, P., Monet, R., Grasselly, C. (1982): Résistance au puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* Sulzer chez *Prunus persica* (L.) Batsch et d'autres espèces de *Prunus*. *Agronomie*, 2, 63–70.
149. Mauck, K.E., De Moraes, C.M., Mescher, M.C. (2015): Infection of host plants by Cucumber mosaic virus increases the susceptibility of *Myzus persicae* aphids to the parasitoid *Aphidius colemani*. *Scientific Reports*, 5: 10963.
150. Mazzoni, E., Cravedi, P. (2002): Analysis of insecticide-resistant *Myzus persicae* (Sulzer) populations collected in Italian peach orchards. *Pest Management Science*, 58, 975–980,
151. Mertz, F.P., Yao, R.C. (1990): *Saccharopolyspora spinosa* sp. nov. isolated from soil collected in a sugar mill rum still. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 40: 34–39.
152. Messelink, G.J., Maanen, R.v., van Steenpaal, S.E.F., Janssen, A. (2008): Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. *Biological Control*, 44: 372–379.
153. Mezei, I., Jacquet, V., Gomez, L.E., Moyano, R. A., Torne, M. (2017): Managing neonicotinoid target site resistant *Myzus persicae* (Sulzer) infestations in stone fruit orchards by Isoclast™ active. *Écologie Chimique: nouvelles contributions à la protection des cultures contre les ravageurs et 11<sup>e</sup> Conférence Internationale sur les Ravageurs et Auxiliaires en Agriculture*, 24 au 26 octobre 2017, Montpellier, France, ref. 18, 219-226.
154. Minks, A.K., P. Harrewijn, (1987). *Aphids, their Control: Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo. Vol. B: 171-310.
155. Miyamoto, J., Kaneko, H., Tsuji, R., Okuno, Y. (1995): Pyrethroids, nerve poisons: How their risks to human health should be assessed. *Toxicology Letters*, 82-83: 933-40.
156. Monet, R., Massonié, G. (1994): Déterminisme génétique de la résistance au puceron vert (*Myzus persicae*) chez le pêcher. Résultats complémentaires. *Agronomie*, 2: 177 – 182.
157. Moores, G.D., Devine, G.J., Devonshire, A.L. (1994): Insecticide-insensitive acetylcholinesterase can enhance esterase-based resistance in *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 49: 114–120.

158. Moores, G.D., Gao, X., Denholm, I. & Devonshire, A.L. (1996): Characterisation of Insensitive Acetylcholinesterase in Insecticide-Resistant Cotton Aphids, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 56, 102–110
159. Mora, M. A. E., Rouws, J. R. C., Fraga, M. E. (2016): Occurrence of entomopathogenic fungi in Atlantic forest soils. *Microbiology Discovery*, 4: 1–7.
160. Morita, M., Yoneda, T., Akiyoshi, N. (2014): Research and development of a novel insecticide, flonicamid. *Journal of Pesticide Science*, 39 (3): 179–180.
161. Moriya, K., Shibuya, K., Hattori, Y., Tsuboi, S., Shiokawa, K., Kagabu, K.: (1992): 1-(6-Chloronicotinyl)-2-nitroimino-imidazolidines and Related Compounds as Potential New Insecticides. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 56: 364–365.
162. Mottet, C., Fontaine, S., Caddoux, L., Brazier, C., Maheo, F., Simon, J., Micoud, A., Roy, L. (2016): Assessment of the Dominance Level of the R81T Target Resistance to Two Neonicotinoid Insecticides in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 109 (5): 2182-2189.
163. Nabeshima, T., Kozaki, T., Tomita, T., Kono, Y., (2003): An amino acid substitution on the second acetylcholinesterase in the pirimicarb-resistant strains of the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 307: 15-22.
164. Naga, K.C., Buckseth, T., Subhash, S., Bairwa, A., Verma, G., Kumar, R., Malik, K., Sharma, S., Chakrabarti, S.K. (2020): Transmission efficiency of Potato leaf roll virus (PLRV) by potato aphid *Aulacorthum solani* and green peach aphid *Myzus persicae*. *Indian Journal of Entomology*, 82(1), 68–71.
165. Nakao, T., Kawashima, M., Banba, S. (2019): Differential metabolism of neonicotinoids by *Myzus persicae* CYP6CY3 stably expressed in *Drosophila* S2 cells. *Journal of Pesticide Science*, 44, 177–180.
166. Narahashi, T. (1989): The role of ion channels in insecticide action. In: *Insecticide action: from molecule to organism* (eds. by Narahashi, T., Chambers, J.E.). Plenum Press, 55-84.
167. Narahashi, T., Carter, D.B., Frey, J., Ginsburg, K., Hamilton, B.J., Nagata, K., Roy, M.L., Song J-H., Tatebayashi, H. (1995): Sodium channels and GABA<sub>A</sub> receptor-channel complex as targets of environmental toxicants. *Toxicology Letters*, 82-83, 239-45.
168. Naranjo, S. E. (2001): Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Journal of Crop Protection*, 20, 835–852.
169. Nauen, R., Elbert A. (2003): European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid, *Bulletin of Entomological Research*, 93, 47-54.
170. Needham, P. H., Sawicki, R. M. (1971): Diagnosis of resistance to organophosphorus insecticides in *Myzus persicae* (Sulz). *Nature*, 230: 125–126.
171. Nesterov, A., Spalthoff, C., Kandasamy, R., Katana, R., Rankl, N.B., Andrés, M., Jähde, P., Dorsch, J.A., Stam, L.F., Braun, F.J., Warren, B., Salgado, V.L., Göpfert, M.C. (2015): TRP channels in insect stretch receptors as insecticide targets. *Neuron*. 86: 665–671.
172. Newton, C. R. and Graham, A. (1994): PCR. BIOS Scientific Publishers.

173. Niu, L., Pan, L., Zeng, W.F., Lu, Z.H., Cui, G.C., Fan, M.L., Xu, Q., Wang, Z.Q., Li, G.H. (2018): Dynamic transcriptomes of resistant and susceptible peach lines after infestation by green peach aphids (*Myzus persicae* Sülzer) reveal defence responses controlled by the *Rm3* locus. *BMC Genomics*, 19 (1): 846.
174. Painter, R.H. (1951): *Insect resistance in crop plants*. Lawrence, KS: University of Kansas Press.
175. Paliwal, D., Hamilton, A.J., Barrett, G.A., Alberti, F., Van Emden, H., Monteil, C.L., Mauchline, T.H., Nauen, R., Wagstaff, C., Bass, C. (2022): Identification of novel aphid-killing bacteria to protect plants. *Microbial Biotechnology*, 15: 1203–1220.
176. Pan, Y., Xu, P., Zeng, X., Liu, X., Shang, Q. (2019): Characterization of UDP-glucuronosyltransferases and the potential contribution to nicotine tolerance in *Myzus persicae*. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (15): 3637.
177. Panda, N., Khysh, G.S. (1995): *Host plant resistance to insects*. Wallingford, UK: CABI.
178. Park, H.W., Kim, H.H., Cho, M.R., Kang, T.J., Ahn, S.-J., Jeon, S.W., Choo, H.Y. (2013): Infectivity of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* Pocheon strain (Nematoda: Steinernematidae) on the green peach aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) and its parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*, 23: 637–645.
179. Pascal, T., Aberlenc, R., Confolent, C., Hoerter, M., Lecerf, E., Tyéro, C., Lambert, P. (2017): Mapping of new resistance (*Vr2*, *Rm1*) and ornamental (*Di2*, *pl*) Mendelian trait loci in peach. *Euphytica*, 213, 132.
180. Paschapur, A., Subbanna, A., Singh, A.K., Jeevan, B., Stanley, J., Rajashekhar, H.; Mishra, K.K.(2021): Unraveling the Importance of Metabolites from Entomopathogenic Fungi in Insect Pest Management. In: *Microbes for Sustainable Insect Pest Management*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 89–120.
181. Pérez-Hedo, M., Urbaneja, A. (2015): Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. *Journal of Pest Science*, 88 (1): 65-73.
182. Petzoldt, C., Kovach, J., Engel, J. (2001): *Evaluating pesticides for their impact on beneficial organisms*. The Ohio State University, Ohio.
183. Philippou, D., Field, L., Moores, G. (2010): Metabolic enzyme(s) confer imidacloprid resistance in a clone of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) from Greece. *Pest Management Science*, 66(4): 390–395.
184. Poëssel, J-L., Sayge, M-H., Staudt, M., Dufour, C., Deborde, C., Rahbé, Y., Jackson, B., Renaud, C., Maucourt, M., Corre, M.N., El-Aouni, H., Lacroze, J.P., Moing, A. (2011): Metabolite profiling and feeding bioassays suggest a major role for a dicaffeoylquinic acid in induced resistance of peach to *Myzus persicae* aphid. In: *Abstract book for the Joint International Workshop ‘PR-proteins Workshop’ and the ‘Working Group Induced Resistance in Plants Against Insects and Diseases’ (PRR+ 2011)*, Neuchâtel, Switzerland, 112.
185. Priest, F.G., Goodfellow, M., Shute, L.A., Berkeley, R.C.W. (1987): *Bacillus amyloliquefaciens* sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 37: 69–71.

186. Pym, A., Umina, P.A., Reidy-Crofts, J., Troczka, B.J., Matthews, A., Gardner, J., Hunt, B.J., van Rooyen, A.R., Edwards, O.R., Bass, C. (2022): Overexpression of UDP-glucuronosyltransferase and cytochrome P450 enzymes confers resistance to sulfoxaflor in field populations of the aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 143: 103743.
187. Puinean, A.M., Foster, S.P., Oliphant, L., Denholm, I., Field, L.M., Millar, N.S., Williamson, M.S., Bass, C. (2010): Amplification of a cytochrome P450 gene is associated with resistance to neonicotinoid insecticides in the aphid *Myzus persicae*. *PLoS Genetics*, 6,e1000999..
188. Qi, Y.-H.; He, Y.-J.; Wang, X.; Zhang, C.-X.; Chen, J.-P.; Ly, G.; Li, J.-M. (2021): Physical contact transmission of Cucumber green mottle mosaic virus by *Myzus persicae*. *PLoS ONE*, 16 (6): e0252856.
189. Qiao, X., Zhang, X., Zhou, Z., Guo, L., Wu, W., Ma, S., Zhang, X., Montell, C., Huang, J. (2022): An insecticide target in mechanoreceptor neurons. *Science Advances*, 8 (47): 1-10.
190. Qin, D.; Liu, B.; Zhang, P.; Zheng, Q.; Luo, P.; Ye, C.; Zhao, W.; Zhang, Z. (2021): Treating green pea aphids, *Myzus persicae*, with azadirachtin affects the predatory ability and protective enzyme activity of harlequin ladybirds, *Harmonia axyridis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 212: 111984.
191. Raymond, M. (1985): Présentation d'un programme d'analyse log-probit pour micro-ordinateur. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. med et Parasitol.*, 22: 117-121
192. Reddy, G. V. P. (2002): Plant volatiles mediate orientation and plant preference by the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control*. 25: 49–55.
193. Ren, G., Wang, X., Chen, D., Wang, X., Fan, X., Liu, X. (2015): Potato virus Y-infected tobacco affects the growth, reproduction and feeding behavior of a vector aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Applied Entomology and Zoology*, 50: 239–243.
194. Roberts, D.W., Hajek, A.E.(1992): Entomopathogenic fungi as bioinsecticides. In *Frontiers in Industrial Mycology*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 144–159.
195. Roy, H., Migeon, A. (2010): Lady beetles (Coccinellidae). Chapter 8.4. Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment (*BioRisk*). 4, 293 – 313.
196. Rubiano-Rodríguez, J.A., Fuentes-Contreras, E., Figueroa, C.C., Margaritopoulos, J.T., Briones, L.M. & Ramírez, C.C. (2014): Genetic diversity and insecticide resistance during the growing season in the green peach aphid (Hemiptera: Aphididae) on primary and secondary hosts: A farmscale study in Central Chile. *Bulletin of Entomological Research*, 104, 182–194.
197. Rubiano-Rodríguez, J. A., Fuentes-Contreras, E., Ramirez, C. (2019): Neutral genetic variability and resistance mechanisms present in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) from different hosts in central Chile. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 635-657.
198. Saiki, R.K., Gelfand, D.H., Stoffel, S., Scharf, S.J., Higuchi, R., Horn, G.T., Mullis, K.B., Erlich, H.A. (1988): Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239(4839), 487–491.

199. Sarwar, M. (2014): The propensity of different larval stages of lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) to control aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) evaluated on Canola *Brassica napus* L. Songklanakarin Journal of Science and Technology (SJST), 36: 143–148.
200. Sauge, M., Kervella, J., Pascal, T. (1998): Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*. Experimental and Applied Acarology, 89: 233 – 242.
201. Sauge, M., Lacroze, J., Poëssel, J., Pascal, T., Kervella, J. (2002): Induced resistance by *Myzus persicae* in the peach cultivar ‘Rubira’. Experimental and Applied Acarology, 102: 29 – 37.
202. Sauge, MH., Mus, F., Lacroze, JP., Pascal, T., Kervella, J., Poëssel, JL. (2006): Genotypic variation in induced resistance and induced susceptibility in the peach *Myzus persicae* aphid system. Oikos, 113: 305 – 313.
203. Syed, F., Khan, M.S., Khan, M.H., & Badshah, H. (2005): Efficacy of Different Insecticides Against Aphid *Myzus persicae* L. on Tobacco Crop. Pakistan Journal of Zoology, 37(3), 193-197.
204. Schechter, M.S., Green N., LaForge F.B. (1949): Constituents of pyrethrum flowers XIII. Cinerolone and the synthesis of related cyclopentenolones. Journal of American Chemical Society, 71: 3165–3173.
205. Schneider, F. (1969): Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. Annual Review of Entomology, 14: 103–124.
206. Scholz, D., Poehling, H.M. (2000): Oviposition site selection of *Episyrphus balteatus*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 94: 149 – 158.
207. Schroeder, M.E., Flattum, R.F. (1984): The mode of action and neurotoxic properties of the nitromethylene heterocycle insecticides. Pesticide Biochemistry and Physiology. 22: 148–160.
208. Scott, I.M., Tolman, J.H., Mac Arthur, D.C. (2015): Insecticide resistance and cross-resistance development in Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) populations in Canada 2008–2011. Pest Management Science, 71(5): 712-721.
209. Shareef, M.F.A.B.M. Raza, M. Z. Majeed, K. S. Ahmed, W. Raza, M.A. Ali. (2016): Efficiency of *Chrysoperla carnea* and *Trichogramma chilonis* against infestation of Citrus Leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Academic Journal of Entomology (AJE), 9: 14–19.
210. Shavanov, M.V., Shigapov, I.I., Niaz, A. (2022): Biological methods for pests and diseases control in agricultural plants. In *Proceedings of the AIP Conference Proceedings*; AIP Publishing LLC: New York, NY, USA, 30081.
211. Shengyun, S., Xiaoming, L., Renfeng, W., Yong, W. (2005): Efficacy of Several Insecticides on the Control of *Myzus persicae* and *Lipaphis erysimi*. Pesticide Science and Administration, 7, 12-14.
212. Srigiriraju, L., Semtner, P.J., Anderson, T.D. & Bloomquist, J.R. (2009): Esterase-based resistance in the tobacco-adapted form of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) in the eastern United States. – Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 72(2), 105–123.

213. Slater, R., Paul, V.L., Andrews, M., Garbay, M., Camblin, P. (2012): Identifying the presence of neonicotinoid resistant peach-potato aphid (*Myzus persicae*) in the peach-growing regions of southern France and northern Spain. *Pest Management Science*, 68(4): 634– 638.
214. Smith, C.M. (2005): Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Dordrecht: Springer.
215. Soderlund, D.M., Bloomquist, J.R. (1989): Neurotoxic actions of pyrethroid insecticides. *Annual Review of Entomology*, 34: 77-96.
216. Sone, S., Nagata, K., Tsuboi, S., Shono, T. (1994): Toxic symptoms and neural effect of a new class of insecticide, imidacloprid, on the American cockroach, *Periplaneta americana* (L.). *Journal of Pesticide Science*, 19: 69–72.
217. Sparks, T.C., Nauen, R. (2015): IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121: 122 – 128.
218. Spence, J.M., Blackman, R.L. (1997): Chromosomal rearrangements in the *Myzus persicae* group and their evolutionary significance. *Proceedings of the Fifth International Symposium on Aphids. Aphids in natural and managed ecosystems*. Leon (Spain), 113-118.
219. Sreedhar, U. (2020): Field efficacy of new insecticides for management of tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) and impact on natural enemies in flue cured Virginia tobacco. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(5), 1662-1666.
220. Stary, P. (1974): Parasite spectrum (Hymenoptera: Aphidiidae) of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri*, 31: 61–98.
221. Sterk, G., Jans, K., Put, K., Wulandari, O. V., Uyttebroek, M. (2003): Toxicity of chemical and biological plant protection products to beneficial arthropods. *Colloque international tomate sous abri, protection intégrée - agriculture biologique*, Avignon, France.
222. Stevenson, J.H., Smart, L.E., Walters, J.H.H. (1984): Laboratory assesment of insecticide selectivity – practical relevance. *Br. Crop Protection Conference – Pests and Diseases, Proceedings*, 1: 355-358.
223. Tamaki, G. (1975): Weeds in orchards as important alternate sources of green peach aphids in late spring. *Environmental Entomology*, 4: 958-960.
224. Thany, S.H. (2023): Molecular Mechanism of Action of Neonicotinoid Insecticides. *International Journal of Molecular Sciences*, 24 (5484): 1-4.
225. Thany, S.H., Lenaers, G., Raymond-Delpech, V., Sattelle, D.B., Lapied, B. (2007): Exploring the pharmacological properties of insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends Pharmacology Science*, 28: 14–22.
226. Thany, S.H., Lenears, G., Raymond-Delpech, V., Sattelle, D.B., Lapied, B. (2006): Exploring the pharmacological properties of insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends Pharmacology Science*, 28: 14–22.
227. Tomizawa M., Casida J.E. (2005): Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45: 247- 268.
228. Toor, R.F.V., Foster, S.P., Anstead, J.A., Mitchinson, S., Fenton, B., Kasprowicz L. (2008): Insecticide resistance and genetic composition of *Myzus persicae* (Homiptera: Aphididae) on field potatoes in New Zealand, *Crop Protection*, 27, 236- 247.

229. Torres-Quintero, M.C., Arenas-Sosa, I., Hernández-Velázquez, V.M., Suárez-Rodríguez, R., Peña-Chora, G. (2016): Characterization of *Bacillus thuringiensis* (Bacillaceae) strains pathogenic to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomology*, 99: 639–643.
230. Trainer, V.L., McPhee, J.C., Boutelet-Bochan, H., Baker, C., Scheuer, T., Babin, D., Demoute, J-P., Guedin, D., Catteral, W.A. (1997): High affinity binding of pyrethroids to the alpha subunit of brain sodium channels. *Molecular Pharmacology* 51: 651-7.
231. Uehara, M., Shimizu, T., Fyjioka, S., Kimyra, M., Seo, A. (1999): Synthesis and insecticidal activity of 3-aminoquinazolinone derivatives. *Pesticides Science*, 55: 359–362.
232. Umina, P.A., Edwards, O., Carson, P., Rooyen, A.V., Anderson, A. (2014): High levels of resistance to carbamate and pyrethroid chemicals widespread in Australian *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations. *Journal of Economic Entomology*, 107, 1626–1638.
233. Umina, P.A., Bass, C., van Rooyen, A., Chirgwin, E., Arthur, A.L., Pym, A., Mackisack, J., Mathews, A., Kirkland, L. (2022): Spirotetramat resistance in *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) & its association with the presence of the A2666V mutation. *Pest Management Science*, 78(11): 4822-4831.
234. Van Munster, M.; Janssen, A.; Clériveret, A.; Van den Heuvel, J. (2005): Can plants use an entomopathogenic virus as a defense against herbivores? *Oecologia*, 143(3): 396–401.
235. Van Scoy, A., Pennell, A., Zhang, X. (2016): Environmental Fate and Toxicology of Dimethoate. In: *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (eds. by de Voogt, W. Volume), 237, Springer, Cham.
236. van Steenis, M. (1995): Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. PhD Thesis, Agricultural University Wageningen, Wageningen.
237. Van Toor, R. F., Foster, S. P., Anstead, J. A., Mitchinson, S., Fenton, B., Kasprovicz, L. (2008): Insecticide resistance and genetic composition of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on field potatoes in New Zealand. *Crop Protection*, 27: 236–247.
238. Veal E., Palmer, C.L. Aphid Efficacy: A Literature Review. The IR-4 Project: Ornamental Horticulture Program. 2015.  
<https://ir4.cals.ncsu.edu/ehc/RegSupport/ResearchSummary/AphidEfficacy2015.pdf>
239. Vickerman, G.P., Sunderland, K.D. (1977): Some effects of dimethoate on arthropods in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 14, 767 - 777.
240. Vijverberg, H.P.M., van den Bercken, J. (1982): Action of pyrethroid insecticides on the vertebrate nervous system. *Neuropathol. Appl. Neurobiol.* 8: 421-40.
241. Voudouris, C.C., Kati, A.N., Sadikoglou, E., Williamson, M., Skouras, P.J., Dimotisiou, O., Georgiou, S., Fenton, B., Skavdis, G., Margaritopoulos, J.T. (2016): Insecticide resistance status of *Myzus persicae* in Greece: long-term surveys and new diagnostics for resistance mechanisms. *Pest Management Science*, 72(4): 671–683.
242. Ware, R.L., Majerus, M.E.N. (2008): Intraguild predation of immature stages of British and Japanese coccinellids by the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. *Biocontrol*, 53: 169–188.

243. Watson, G.B., Loso, M.R., Babcock, J.M., Hasler, J.M., Letherer, T.J., Young, C.D., Zhu, Y., Casida, J.E., Sparks, T.C. (2011): Novel nicotinic action of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41: 432-439.
244. WHO (1990): Deltamethrin (Environmental Health Criteria 97), Geneva.
245. Wollerton, C. (1984): PP321: Physico-chemical data file ICI Agrochemicals, Bracknell, Berkshire, United Kingdom, Syngenta Report No RJ0366B, not GLP, not Published Syngenta File N° PP321/1616. Worthing, C.R., Walker, S.B. (1983): The pesticide manual, 7<sup>th</sup> ed., British Crop Protection Council, Lavenham United Kingdom.
246. Worthing, C.R., Walker, S.B. (1987): The Pesticide Manual - A World Compendium, 8th ed., Thornton Heath, British Crop Protection Council, 234-235.
247. Xiaolan, L., Qiuling, T., Yongdan, L., Mateus R, C., Pei, L., Xiwu, G. (2017): Widespread resistance of the aphid *Myzus persicae* to pirimicarb across China, and insights on ace2 mutation frequency in this species. *Entomologia Generalis*, 36(4), 285– 299.
248. Yang, S., Wei, J., Yang, S., Kuang, R. (2011): Current Status and Future Trends of Augmentative Release of *Aphidius gifuensis* for Control of *Myzus persicae* in China's Yunnan Province, *Journal of the Entomological Research Society*, 13 (3): 87-99
249. Yun, H. G., Kim, D. J., Gwak, W. S., Shin, T. Y., Woo, S. D. (2017): Entomopathogenic fungi as dual control agents against both the pest *Myzus persicae* and phytopathogen *Botrytis cinerea*. *Mycobiology*, 45: 192–198.
250. Zaki, F. N., & Gesraha M. A. (2001): Production of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) reared on semiartificial diet based on algae, *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied Entomology*, 125: 97–98.
251. Zhang, NN., Lu, ZH., Cui, GC., Pan, L., Zeng, WF., Niu, L., Wang, ZQ. (2017): Gene mapping of aphid-resistant for peach using SNP markers. *Scientia Agricyltyra Sinica*, 50: 4613 – 4621.
252. Zhou, C.; Yang, H.; Wang, Z.; Long G-Y, Jin, D-C. (2019): Protective and detoxifying enzyme activity and ABCG subfamily gene expression in *Sogatella furcifera* under insecticide stress. *Frontiers in Physiology*, 9, 1890.
253. Вучетић, А., Петровић-Обрадовић, О., Margaritopoulos, J. i Skouras, P. (2007): Утврђивање нивоа резистентности *Myzus persicae* (Sulzer) биохемијским методама. *Пестициди и фитомедицина*, 22: 291-299.
254. Јањић, В. (2005): Фитофармација. Друштво за заштиту биља, Београд.
255. Јањић, В. (2009): Механизам деловања пестицида. Друштво за заштиту биља Србије, Београд; Академија наука и умјетности Републике Српске, Бањалука; Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд.
256. Јањић, В., Елезовић И. (2010): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији. Седамнаесто, измењено и допуњено издање. Друштво за заштиту биља, Београд.
257. Митић, Н. (1976): Пестициди у промету у Југославији. Привредни преглед.
258. Митић, Н. (1986): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Југославији, Шесто, измењено и допуњено издање. Привредни преглед.
259. Митић, Н. (1994): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Југославији, Десето, измењено и допуњено издање. ПС „Грмеч“ АД – „Привредни преглед“, Београд.
260. Митић, Н. (2004): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији и Црној Гори, Петнаесто, измењено и допуњено издање. Друштво за заштиту биља, Београд.



261. Мратинић, Е. (2012): Бресква. Партенон М.А.М. Систем, Београд.
262. Перић, П., Марчић, Д. (2007): Пиметрозин – биорационални инсектицид за сузбијање биљних и лептирастих ваши. Биљни лекар, 6, 583-588.
263. Петровић – Обрадовић, О. (2003): Биљне ваши (Homoptera: Aphididae) Србије. Пољопривредни факултет универзитета у Београду.
264. Ромац, С., Вукосавић, С., Стојковић, О. и Чуљковић, Б. (1999): PCR у клиничкој дијагностици. Биолошки факултет у Београду.
265. Симова – Тошић, Д., Вуковић, М и Гајић, М. (1989): Прилог проучавању осоликних мува (Diptera, Syrphidae) предатора лисних ваши. Заштита биља, 40 (2) 188: 109 – 114.
266. Тамаш, Н., Милетић, Н., Елезовић, И. (2012): Ефикасност инсектицида различитих механизма деловања у сузбијању зелене ваши јабуке (*Aphis pomi* De Geer) на јабуци. Биљни лекар, 40 (6), 489 - 498.
267. Тим приређивача (2022): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији. Двадесетпрво, измењено и допуњено издање. Друштво за заштиту биља Србије, Београд.



Табела 2II. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 9

| Anova: Two-Factor Without Replication |          |            |              |                                  |                 |                 |                   |                 |
|---------------------------------------|----------|------------|--------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| SUMMARY                               | Count    | Sum        | Average      | Variance                         |                 |                 |                   |                 |
| Flonikamid                            | 3        | 7,851445   | 2,617148     | 0,398258                         |                 |                 |                   |                 |
| Imidakloprid                          | 3        | 8,527504   | 2,842501     | 0,055437                         |                 |                 |                   |                 |
| Tiametoksam                           | 3        | 5,740702   | 1,913567     | 0,164534                         |                 |                 |                   |                 |
| Hlorpirifos                           | 3        | 1,954307   | 0,651436     | 0,359478                         |                 |                 |                   |                 |
| Dimetoat                              | 3        | 1,611428   | 0,537143     | 0,217248                         |                 |                 |                   |                 |
| Lambda-cihalotrin                     | 3        | 3,471672   | 1,157224     | 0,027684                         |                 |                 |                   |                 |
| Deltametrin                           | 3        | 1,577196   | 0,525732     | 0,829183                         |                 |                 |                   |                 |
| 2DPT                                  | 7        | 10,8853    | 1,555043     | 0,314711                         |                 |                 |                   |                 |
| 8DPT                                  | 7        | 8,647748   | 1,235393     | 1,783686                         |                 |                 |                   |                 |
| 15DPT                                 | 7        | 11,20121   | 1,600172     | 1,456223                         |                 |                 |                   |                 |
| ANOVA                                 |          |            |              |                                  |                 |                 |                   |                 |
| Source of Variation                   | SS       | Df         | MS           | F                                | P-value         | F crit          |                   |                 |
| Rows                                  | 17,77773 | 6          | 2,962954     | 10,01563                         | 0,000438        | 2,99612         |                   |                 |
| Columns                               | 0,553647 | 2          | 0,276823     | 0,935742                         | 0,419131        | 3,885294        |                   |                 |
| Error                                 | 3,549996 | 12         | 0,295833     |                                  |                 |                 |                   |                 |
| Total                                 | 21,88137 | 20         |              |                                  |                 |                 |                   |                 |
|                                       |          |            |              | Parna poredjenja tretmana T-test | t(0.005)=       | 3,428444        | t(0.025)=         | 2,560033        |
| Tretmani                              |          | Flonikamid | Imidakloprid | Tiametoksam                      | Hlorpirifos     | Dimetoat        | Lambda-cihalotrin | Deltametrin     |
|                                       | Sredine  | 2,617148   | 2,842501     | 1,913567                         | 0,651436        | 0,537143        | 1,157224          | 0,525732        |
| Flonikamid                            | 2,617148 |            | 0,507441     | 1,584296                         | <b>4,426315</b> | <b>4,683676</b> | <u>3,287401</u>   | <b>4,709369</b> |
| Imidakloprid                          | 2,842501 |            |              | 2,091737                         | <b>4,933756</b> | <b>5,191117</b> | <b>3,794842</b>   | <b>5,216811</b> |
| Tiametoksam                           | 1,913567 |            |              |                                  | <u>2,842019</u> | <u>3,099379</u> | 1,703104          | <u>3,125073</u> |
| Hlorpirifos                           | 0,651436 |            |              |                                  |                 | 0,257361        | 1,138914          | 0,283055        |
| Dimetoat                              | 0,537143 |            |              |                                  |                 |                 | 1,396275          | 0,025694        |
| Lambda-cihalotrin                     | 1,157224 |            |              |                                  |                 |                 |                   | 1,421969        |
| Deltametrin                           | 0,525732 |            |              |                                  |                 |                 |                   |                 |
|                                       |          |            |              | Parna poredjenja tretmana T-test | t(0.005)=       | 3,428444        | t(0.025)=         | 2,560033        |
| Ocene                                 |          | 2DPT       | 8DPT         | 15DPT                            |                 |                 |                   |                 |
|                                       | Sredine  | 1,555043   | 1,235393     | 1,600172                         |                 |                 |                   |                 |
| 2DPT                                  | 1,555043 |            | 1,246688     | 0,176013                         |                 |                 |                   |                 |
| 8DPT                                  | 1,235393 |            |              | 1,422701                         |                 |                 |                   |                 |
| 15DPT                                 | 1,600172 |            |              |                                  |                 |                 |                   |                 |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 3II. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 10**

| Anova: Two-Factor Without Replication |              |                   |                                  |                    |                     |                    |                    |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <i>SUMMARY</i>                        | <i>Count</i> | <i>Sum</i>        | <i>Average</i>                   | <i>Variance</i>    |                     |                    |                    |
| <b>Flonikamid</b>                     | 3            | 8,23942           | 2,746473                         | 0,132668           |                     |                    |                    |
| <b>Imidaklopid</b>                    | 3            | 8,599175          | 2,866392                         | 0,088546           |                     |                    |                    |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 3            | 6,090118          | 2,030039                         | 0,018              |                     |                    |                    |
| <b>Sulfoksaflor</b>                   | 3            | 8,248973          | 2,749658                         | 0,071903           |                     |                    |                    |
| <b>Deltametrin</b>                    | 3            | 1,414562          | 0,471521                         | 0,666995           |                     |                    |                    |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 3            | 0,881233          | 0,293744                         | 0,258857           |                     |                    |                    |
| <b>2DPT</b>                           | 6            | 11,50063          | 1,916771                         | 0,43588            |                     |                    |                    |
| <b>7DPT</b>                           | 6            | 10,85157          | 1,808596                         | 2,068953           |                     |                    |                    |
| <b>13DPT</b>                          | 6            | 11,12128          | 1,853547                         | 2,182923           |                     |                    |                    |
| ANOVA                                 |              |                   |                                  |                    |                     |                    |                    |
| <i>Source of Variation</i>            | <i>SS</i>    | <i>Df</i>         | <i>MS</i>                        | <i>F</i>           | <i>P-value</i>      | <i>F crit</i>      |                    |
| Rows                                  | 21,00028     | 5                 | 4,200057                         | 17,22394           | 0,000125            | 3,325835           |                    |
| Columns                               | 0,03544      | 2                 | 0,01772                          | 0,072667           | 0,930397            | 4,102821           |                    |
| Error                                 | 2,438499     | 10                | 0,24385                          |                    |                     |                    |                    |
| Total                                 | 23,47422     | 17                |                                  |                    |                     |                    |                    |
|                                       |              |                   | Parna poredjenja tretmana T-test | <b>t(0.005)=</b>   | <b>3,581406</b>     | <b>t(0.025)=</b>   | <b>2,633767</b>    |
| Tretmani                              |              | <b>Flonikamid</b> | <b>Imidaklopid</b>               | <b>Tiametoksam</b> | <b>Sulfoksaflor</b> | <b>Deltametrin</b> | <b>Hlorpirifos</b> |
|                                       | Sredine      | 2,746473          | 2,866392                         | 2,030039           | 2,749658            | 0,471521           | 0,293744           |
| <b>Flonikamid</b>                     | 2,746473     |                   | 0,29742                          | 1,77689            | 0,007898            | <b>5,642307</b>    | <b>6,083225</b>    |
| <b>Imidaklopid</b>                    | 2,866392     |                   |                                  | 2,07431            | 0,289522            | <b>5,939727</b>    | <b>6,380645</b>    |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 2,030039     |                   |                                  |                    | 1,784788            | <b>3,865417</b>    | <b>4,306335</b>    |
| <b>Sulfoksaflor</b>                   | 2,749658     |                   |                                  |                    |                     | <b>5,650205</b>    | <b>6,091123</b>    |
| <b>Deltametrin</b>                    | 0,471521     |                   |                                  |                    |                     |                    | 0,440918           |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 0,293744     |                   |                                  |                    |                     |                    |                    |
|                                       |              |                   | Parna poredjenja tretmana T-test | <b>t(0.005)=</b>   | <b>3,581406</b>     | <b>t(0.025)=</b>   | <b>2,633767</b>    |
| Ocene                                 |              | <b>2DPT</b>       | <b>7DPT</b>                      | <b>13DPT</b>       |                     |                    |                    |
|                                       | Sredine      | 1,916771          | 1,808596                         | 1,853547           |                     |                    |                    |
| <b>2DPT</b>                           | 1,916771     |                   | 0,4647                           | 0,271598           |                     |                    |                    |
| <b>7DPT</b>                           | 1,808596     |                   |                                  | 0,193102           |                     |                    |                    |
| <b>13DPT</b>                          | 1,853547     |                   |                                  |                    |                     |                    |                    |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 4П. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 11**

| Anova: Two-Factor Without Replication |          |            |             |                                  |             |          |                   |             |
|---------------------------------------|----------|------------|-------------|----------------------------------|-------------|----------|-------------------|-------------|
| SUMMARY                               | Count    | Sum        | Average     | Variance                         |             |          |                   |             |
| Flonikamid                            | 3        | 7,653044   | 2,551015    | 0,265292                         |             |          |                   |             |
| Imidaklopid                           | 3        | 8,629158   | 2,876386    | 0,033723                         |             |          |                   |             |
| Tiametoksam                           | 3        | 7,921905   | 2,640635    | 0,019367                         |             |          |                   |             |
| Hlorpirifos                           | 3        | 1,928996   | 0,642999    | 0,316511                         |             |          |                   |             |
| Dimetoat                              | 3        | 2,294856   | 0,764952    | 0,09944                          |             |          |                   |             |
| Lambda-cihalotrin                     | 3        | 1,483719   | 0,494573    | 0,284718                         |             |          |                   |             |
| Deltametrin                           | 3        | 3,48618    | 1,16206     | 0,40041                          |             |          |                   |             |
| 3DPT                                  | 7        | 11,84042   | 1,691488    | 0,592122                         |             |          |                   |             |
| 7DPT                                  | 7        | 11,06418   | 1,580597    | 1,793204                         |             |          |                   |             |
| 14DPT                                 | 7        | 10,49326   | 1,499037    | 1,387444                         |             |          |                   |             |
| ANOVA                                 |          |            |             |                                  |             |          |                   |             |
| Source of Variation                   | SS       | Df         | MS          | F                                | P-value     | F crit   |                   |             |
| Rows                                  | 19,92834 | 6          | 3,32139     | 14,71657                         | 6,62E-05    | 2,99612  |                   |             |
| Columns                               | 0,130635 | 2          | 0,065317    | 0,289411                         | 0,753785    | 3,885294 |                   |             |
| Error                                 | 2,708286 | 12         | 0,225691    |                                  |             |          |                   |             |
| Total                                 | 22,76726 | 20         |             |                                  |             |          |                   |             |
|                                       |          |            |             | Parna poredjenja tretmana T-test | t(0.005)=   | 3,428444 | t(0.025)=         | 2,560033    |
| Tretmani                              |          | Flonikamid | Imidaklopid | Tiametoksam                      | Hlorpirifos | Dimetoat | Lambda-cihalotrin | Deltametrin |
|                                       | Sredine  | 2,551015   | 2,876386    | 2,640635                         | 0,642999    | 0,764952 | 0,494573          | 1,16206     |
| Flonikamid                            | 2,551015 |            | 0,838819    | 0,231045                         | 4,918934    | 4,604533 | 5,30158           | 3,580775    |
| Imidaklopid                           | 2,876386 |            |             | 0,607774                         | 5,757753    | 5,443352 | 6,140399          | 4,419593    |
| Tiametoksam                           | 2,640635 |            |             |                                  | 5,149979    | 4,835578 | 5,532625          | 3,811819    |
| Hlorpirifos                           | 0,642999 |            |             |                                  |             | 0,314401 | 0,382646          | 1,338159    |
| Dimetoat                              | 0,764952 |            |             |                                  |             |          | 0,697047          | 1,023759    |
| Lambda-cihalotrin                     | 0,494573 |            |             |                                  |             |          |                   | 1,720805    |
| Deltametrin                           | 1,16206  |            |             |                                  |             |          |                   |             |
|                                       |          |            |             | Parna poredjenja tretmana T-test | t(0.005)=   | 3,428444 | t(0.025)=         | 2,560033    |
| Ocene                                 |          | 3DPT       | 7DPT        | 14DPT                            |             |          |                   |             |
|                                       | Sredine  | 1,691488   | 1,580597    | 1,499037                         |             |          |                   |             |
| 3DPT                                  | 1,691488 |            | 0,495161    | 0,85935                          |             |          |                   |             |
| 7DPT                                  | 1,580597 |            |             | 0,364189                         |             |          |                   |             |
| 14DPT                                 | 1,499037 |            |             |                                  |             |          |                   |             |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 5II. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 12**

| Anova: Two-Factor Without Replication |          |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
|---------------------------------------|----------|---------------------|--------------------|---|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SUMMARY                               | Count    | Sum                 | Average            | Variance                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Imidakloprid                          | 3        | 8,277368            | 2,759123           | 0,063716                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Tiametoksam                           | 3        | 7,499181            | 2,499727           | 0,017858                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Hlorpirifos                           | 3        | 0,978582            | 0,326194           | 0,319207                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Dimetoat                              | 3        | 1,653849            | 0,551283           | 0,137519                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Lambda-cihalotrin                     | 3        | 1,062236            | 0,354079           | 0,234469                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Deltametrin                           | 3        | 3,802267            | 1,267422           | 0,769721                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Flonikamid                            | 3        | 7,976469            | 2,658823           | 0,191585                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Pimetrozin                            | 3        | 7,503731            | 2,501244           | 0,539959                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Sulfoksaflor                          | 3        | 8,622168            | 2,874056           | 0,104248                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| 2DPT                                  | 9        | 14,66223            | 1,629136           | 0,815526                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| 8DPT                                  | 9        | 16,76672            | 1,862969           | 1,920418                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| 13DPT                                 | 9        | 15,9469             | 1,771878           | 1,532248                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| ANOVA                                 |          |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Source of Variation                   | SS       | Df                  | MS                 | F                                       | P-value         | F crit                   |                    |                   |                   |                     |
| Rows                                  | 29,63903 | 8                   | 3,704879           | 13,15387                                | 1,05E-05        | 2,591096                 |                    |                   |                   |                     |
| Columns                               | 0,250052 | 2                   | 0,125026           | 0,443894                                | 0,649199        | 3,633723                 |                    |                   |                   |                     |
| Error                                 | 4,506512 | 16                  | 0,281657           |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Total                                 | 34,39559 | 26                  |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| Parna poredjenja tretmana T-test      |          |                     | t(0.005)=          | <b>3,251993</b>                         | t(0.025)=       | <b>2,472878</b>          |                    |                   |                   |                     |
| Tretmani                              |          | <b>Imidakloprid</b> | <b>Tiametoksam</b> | <b>Hlorpirifos</b>                      | <b>Dimetoat</b> | <b>Lambda-cihalotrin</b> | <b>Deltametrin</b> | <b>Flonikamid</b> | <b>Pimetrozin</b> | <b>Sulfoksaflor</b> |
|                                       | Sredine  | 2,759123            | 2,499727           | 0,326194                                | 0,551283        | 0,354079                 | 1,267422           | 2,658823          | 2,501244          | 2,874056            |
| <b>Imidakloprid</b>                   | 2,759123 |                     | 0,598616           | <b>5,614548</b>                         | <b>5,095102</b> | <b>5,550197</b>          | <b>3,442445</b>    | 0,231465          | 0,595116          | 0,265235            |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 2,499727 |                     |                    | <b>5,015932</b>                         | <b>4,496487</b> | <b>4,951582</b>          | <u>2,843829</u>    | 0,367151          | 0,0035            | 0,863851            |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 0,326194 |                     |                    |   | 0,519445        | 0,06435                  | 2,172103           | <b>5,383083</b>   | <b>5,019432</b>   | <b>5,879783</b>     |
| <b>Dimetoat</b>                       | 0,551283 |                     |                    |   |                 | 0,455095                 | 1,652658           | <b>4,863638</b>   | <b>4,499987</b>   | <b>5,360338</b>     |
| <b>Lambda-cihalotrin</b>              | 0,354079 |                     |                    |   |                 |                          | 2,107753           | <b>5,318732</b>   | <b>4,955082</b>   | <b>5,815432</b>     |
| <b>Deltametrin</b>                    | 1,267422 |                     |                    |   |                 |                          |                    | 3,21098           | <u>2,847329</u>   | <b>3,70768</b>      |
| <b>Flonikamid</b>                     | 2,658823 |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   | 0,363651          | 0,4967              |
| <b>Pimetrozin</b>                     | 2,501244 |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   | 0,860351            |
| <b>Sulfoksaflor</b>                   | 2,874056 |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
|                                       |          |                     |                    | <b>Parna poredjenja tretmana T-test</b> | t(0.005)=       | <b>3,251993</b>          | t(0.025)=          | <b>2,472878</b>   |                   |                     |
| Ocene                                 |          | <b>2DPT</b>         | <b>8DPT</b>        | <b>13DPT</b>                            |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
|                                       | Sredine  | 1,629136            | 1,862969           | 1,771878                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| <b>2DPT</b>                           | 1,629136 |                     | 0,934655           | 0,570552                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| <b>8DPT</b>                           | 1,862969 |                     |                    | 0,364104                                |                 |                          |                    |                   |                   |                     |
| <b>13DPT</b>                          | 1,771878 |                     |                    |   |                 |                          |                    |                   |                   |                     |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 6П. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 13**

| Anova: Two-Factor Without Replication |          |                    |                    |                    |                    |                   |                     |
|---------------------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| SUMMARY                               | Count    | Sum                | Average            | Variance           |                    |                   |                     |
| Imidaklopid                           | 3        | 7,778494           | 2,592831           | 0,018702           |                    |                   |                     |
| Tiametoksam                           | 3        | 7,166115           | 2,388705           | 0,013711           |                    |                   |                     |
| Hlorpirifos                           | 3        | 0,344632           | 0,114877           | 0,03959            |                    |                   |                     |
| Deltametrin                           | 3        | 2,737931           | 0,912644           | 0,647312           |                    |                   |                     |
| Flonikamid                            | 3        | 7,965279           | 2,655093           | 0,114424           |                    |                   |                     |
| Sulfoksaflor                          | 3        | 8,3104             | 2,770133           | 0,034195           |                    |                   |                     |
| 3DPT                                  | 6        | 11,17843           | 1,863072           | 0,972779           |                    |                   |                     |
| 7DPT                                  | 6        | 12,30972           | 2,051619           | 1,419234           |                    |                   |                     |
| 14DPT                                 | 6        | 10,81471           | 1,802451           | 1,639128           |                    |                   |                     |
| ANOVA                                 |          |                    |                    |                    |                    |                   |                     |
| Source of Variation                   | SS       | Df                 | MS                 | F                  | P-value            | F crit            |                     |
| Rows                                  | 18,62246 | 5                  | 3,724491           | 24,29154           | 2,71E-05           | 3,325835          |                     |
| Columns                               | 0,20262  | 2                  | 0,10131            | 0,660754           | 0,537624           | 4,102821          |                     |
| Error                                 | 1,533246 | 10                 | 0,153325           |                    |                    |                   |                     |
| Total                                 | 20,35832 | 17                 |                    |                    |                    |                   |                     |
| Parna poredjenja tretmana T-test      |          |                    |                    | <b>t(0.005)=</b>   | <b>3,581406</b>    | <b>t(0.025)=</b>  | <b>2,633767</b>     |
| Tretmani                              |          | <b>Imidaklopid</b> | <b>Tiametoksam</b> | <b>Hlorpirifos</b> | <b>Deltametrin</b> | <b>Flonikamid</b> | <b>Sulfoksaflor</b> |
|                                       | Sredine  | 2,592831           | 2,388705           | 0,114877           | 0,912644           | 2,655093          | 2,770133            |
| <b>Imidaklopid</b>                    | 2,592831 |                    | 0,638467           | <b>7,750558</b>    | <b>5,255299</b>    | 0,194742          | 0,554566            |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 2,388705 |                    |                    | <b>7,112091</b>    | <b>4,616832</b>    | 0,833209          | 1,193033            |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 0,114877 |                    |                    |                    | 2,495258           | <b>7,9453</b>     | <b>8,305124</b>     |
| <b>Deltametrin</b>                    | 0,912644 |                    |                    |                    |                    | <b>5,450041</b>   | <b>5,809865</b>     |
| <b>Flonikamid</b>                     | 2,655093 |                    |                    |                    |                    |                   | 0,359824            |
| <b>Sulfoksaflor</b>                   | 2,770133 |                    |                    |                    |                    |                   |                     |
| Parna poredjenja tretmana T-test      |          |                    |                    | <b>t(0.005)=</b>   | <b>3,581406</b>    | <b>t(0.025)=</b>  | <b>2,633767</b>     |
| Ocene                                 |          | <b>3DPT</b>        | <b>7DPT</b>        | <b>14DPT</b>       |                    |                   |                     |
|                                       | Sredine  | 1,863072           | 2,051619           | 1,802451           |                    |                   |                     |
| <b>3DPT</b>                           | 1,863072 |                    | 1,02146            | 0,328414           |                    |                   |                     |
| <b>7DPT</b>                           | 2,051619 |                    |                    | 1,349874           |                    |                   |                     |
| <b>14DPT</b>                          | 1,802451 |                    |                    |                    |                    |                   |                     |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 7II. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 14**

| Anova: Two-Factor Without Replication |              |                                  |                    |                    |                  |                 |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| <i>SUMMARY</i>                        | <i>Count</i> | <i>Sum</i>                       | <i>Average</i>     | <i>Variance</i>    |                  |                 |
| <b>Acetamiprid</b>                    | 2            | 5,865171                         | 2,932585           | 0,006697           |                  |                 |
| <b>Imidaklopid</b>                    | 2            | 6,283185                         | 3,141593           | 0                  |                  |                 |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 2            | 6,115196                         | 3,057598           | 0,001504           |                  |                 |
| <b>3DPT</b>                           | 3            | 9,046491                         | 3,015497           | 0,017967           |                  |                 |
| <b>7DPT</b>                           | 3            | 9,217061                         | 3,072354           | 0,005831           |                  |                 |
| ANOVA                                 |              |                                  |                    |                    |                  |                 |
| <i>Source of Variation</i>            | <i>SS</i>    | <i>Df</i>                        | <i>MS</i>          | <i>F</i>           | <i>P-value</i>   | <i>F crit</i>   |
| Rows                                  | 0,044245     | 2                                | 0,022122           | 13,20104           | 0,070417         | 19              |
| Columns                               | 0,004849     | 1                                | 0,004849           | 2,893549           | 0,231041         | 18,51282        |
| Error                                 | 0,003352     | 2                                | 0,001676           |                    |                  |                 |
| Total                                 | 0,052446     | 5                                |                    |                    |                  |                 |
|                                       |              | Parna poredjenja tretmana T-test | <b>t(0.005)=</b>   | <b>14,08905</b>    | <b>t(0.025)=</b> | <b>6,205347</b> |
| Tretmani                              |              | <b>Acetamiprid</b>               | <b>Imidaklopid</b> | <b>Tiametoksam</b> |                  |                 |
|                                       | Sredine      | 2,932585                         | 3,141593           | 3,057598           |                  |                 |
| <b>Acetamiprid</b>                    | 2,932585     |                                  | 6,25309            | 3,740138           |                  |                 |
| <b>Imidaklopid</b>                    | 3,141593     |                                  |                    | 2,512952           |                  |                 |
| <b>Tiametoksam</b>                    | 3,057598     |                                  |                    |                    |                  |                 |
|                                       |              | Parna poredjenja tretmana T-test | <b>t(0.005)=</b>   | <b>14,08905</b>    | <b>t(0.025)=</b> | <b>6,205347</b> |
| Ocene                                 |              | <b>3DPT</b>                      | <b>7DPT</b>        |                    |                  |                 |
|                                       | Sredine      | 3,015497                         | 3,072354           |                    |                  |                 |
| <b>3DPT</b>                           | 3,015497     |                                  | 2,946294           |                    |                  |                 |
| <b>7DPT</b>                           | 3,072354     |                                  |                    |                    |                  |                 |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике



**Табела 8II. Анализа варијансе и t-тест на основу података из табеле 15**

| Anova: Two-Factor Without Replication |              |                                  |                    |                    |                          |                  |                 |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| <i>SUMMARY</i>                        | <i>Count</i> | <i>Sum</i>                       | <i>Average</i>     | <i>Variance</i>    |                          |                  |                 |
| <b>Flonikamid</b>                     | 2            | 5,291885                         | 2,645943           | 0,284649           |                          |                  |                 |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 2            | 3,154299                         | 1,57715            | 0,288779           |                          |                  |                 |
| <b>Deltametrin</b>                    | 2            | 3,314369                         | 1,657185           | 0,040909           |                          |                  |                 |
| <b>Lambda-cihalotrin</b>              | 2            | 2,706321                         | 1,353161           | 0,015231           |                          |                  |                 |
| <b>3DPT</b>                           | 4            | 7,466449                         | 1,866612           | 0,118633           |                          |                  |                 |
| <b>7DPT</b>                           | 4            | 7,000426                         | 1,750106           | 0,738883           |                          |                  |                 |
| ANOVA                                 |              |                                  |                    |                    |                          |                  |                 |
| <i>Source of Variation</i>            | <i>SS</i>    | <i>Df</i>                        | <i>MS</i>          | <i>F</i>           | <i>P-value</i>           | <i>F crit</i>    |                 |
| Rows                                  | 1,970126     | 3                                | 0,656709           | 3,270352           | 0,178238                 | 9,276628         |                 |
| Columns                               | 0,027147     | 1                                | 0,027147           | 0,135191           | 0,737518                 | 10,12796         |                 |
| Error                                 | 0,60242      | 3                                | 0,200807           |                    |                          |                  |                 |
| Total                                 | 2,599694     | 7                                |                    |                    |                          |                  |                 |
|                                       |              | Parna poredjenja tretmana T-test |                    | <b>t(0.005)=</b>   | <b>7,453319</b>          | <b>t(0.025)=</b> | <b>4,176535</b> |
| Tretmani                              |              | <b>Flonikamid</b>                | <b>Hlorpirifos</b> | <b>Deltametrin</b> | <b>Lambda-cihalotrin</b> |                  |                 |
|                                       | Sredine      | 2,645943                         | 1,57715            | 1,657185           | 1,353161                 |                  |                 |
| <b>Flonikamid</b>                     | 2,645943     |                                  | 2,921124           | 2,70238            | 3,53331                  |                  |                 |
| <b>Hlorpirifos</b>                    | 1,57715      |                                  |                    | 0,218744           | 0,612185                 |                  |                 |
| <b>Deltametrin</b>                    | 1,657185     |                                  |                    |                    | 0,83093                  |                  |                 |
| <b>Lambda-cihalotrin</b>              | 1,353161     |                                  |                    |                    |                          |                  |                 |
|                                       |              | Parna poredjenja tretmana T-test |                    | <b>t(0.005)=</b>   | <b>7,453319</b>          | <b>t(0.025)=</b> | <b>4,176535</b> |
| Ocene                                 |              | <b>3DPT</b>                      | <b>7DPT</b>        |                    |                          |                  |                 |
|                                       | Sredine      | 1,866612                         | 1,750106           |                    |                          |                  |                 |
| <b>3DPT</b>                           | 1,866612     |                                  | 0,551525           |                    |                          |                  |                 |
| <b>7DPT</b>                           | 1,750106     |                                  |                    |                    |                          |                  |                 |

\*значајне разлике; \*\*врло значајне разлике

**Табела 9П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са хлорпирифосом (популација СД)

| Третман<br>(концентрација<br>хлорпирифоса<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    | Ж      | У  |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  |        |    |                 |
| <b>25000</b>   | 1                  | 19 | 3  | 17 | 4  | 16 | 1  | 19 | 0  | 20 | 9      | 91 | <b>90,22</b>    |
| <b>15000</b>   | 6                  | 14 | 5  | 15 | 2  | 18 | 6  | 14 | 3  | 17 | 22     | 78 | <b>76,09</b>    |
| <b>9000</b>  | 10                 | 10 | 11 | 9  | 12 | 8  | 9  | 11 | 5  | 15 | 47     | 53 | <b>48,91</b>    |
| <b>5400</b>  | 16                 | 4  | 17 | 3  | 9  | 11 | 10 | 10 | 12 | 8  | 64     | 36 | <b>30,43</b>    |
| <b>3240</b>  | 18                 | 2  | 16 | 4  | 16 | 4  | 14 | 6  | 13 | 7  | 77     | 23 | <b>16,30</b>    |
| КОНТРОЛА   | 19                 | 1  | 18 | 2  | 19 | 1  | 17 | 3  | 19 | 1  | 92     | 8  | -               |

Ж- број преживелих женки; У – број уинулих женки

**Табела 10П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са делтаметрином (популација СД)

| Третман<br>(концентрација<br>делтаметрина<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    | Ж      | У  |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  |        |    |                 |
| <b>40000</b>   | 3                  | 17 | 2  | 18 | 0  | 20 | 3  | 17 | 5  | 15 | 13     | 87 | <b>85,87</b>    |
| <b>32000</b>   | 8                  | 12 | 7  | 13 | 2  | 18 | 1  | 19 | 13 | 7  | 31     | 69 | <b>66,30</b>    |
| <b>25600</b>   | 10                 | 10 | 12 | 8  | 7  | 13 | 9  | 11 | 14 | 6  | 52     | 48 | <b>43,48</b>    |
| <b>20480</b>   | 15                 | 5  | 13 | 7  | 11 | 9  | 14 | 6  | 15 | 5  | 68     | 32 | <b>26,09</b>    |
| <b>16384</b>   | 16                 | 4  | 18 | 2  | 14 | 6  | 17 | 3  | 15 | 5  | 80     | 20 | <b>13,04</b>    |
| КОНТРОЛА   | 19                 | 1  | 18 | 2  | 19 | 1  | 17 | 3  | 19 | 1  | 92     | 8  | -               |

**Табела 11П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са тиаметоксамом (популација СД)

| Третман<br>(концентрација<br>тиаметоксама<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    | Ж      | У  |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  |        |    |                 |
| <b>104</b>   | 5                  | 15 | 2  | 18 | 3  | 17 | 1  | 19 | 0  | 20 | 11     | 89 | <b>88,04</b>    |
| <b>62,5</b>  | 6                  | 14 | 8  | 12 | 9  | 11 | 3  | 17 | 7  | 13 | 33     | 67 | <b>64,13</b>    |
| <b>37,5</b>  | 1                  | 19 | 5  | 15 | 16 | 4  | 11 | 9  | 14 | 6  | 47     | 53 | <b>48,91</b>    |
| <b>22,5</b>  | 15                 | 5  | 11 | 9  | 12 | 8  | 6  | 14 | 16 | 4  | 60     | 40 | <b>34,78</b>    |
| <b>13,5</b>  | 17                 | 3  | 15 | 5  | 13 | 7  | 16 | 4  | 13 | 7  | 74     | 26 | <b>19,57</b>    |
| КОНТРОЛА   | 19                 | 1  | 18 | 2  | 19 | 1  | 17 | 3  | 19 | 1  | 92     | 8  | -               |

**Табела 12П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са хлорпирифосом (популација ТО)

| Третман<br>(концентрација<br>хлорпирифоса<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| <b>15000</b>   | 1                  | 19 | 1  | 19 | 2  | 18 | 1  | 19 | 2  | 18 | 7      | 93 | <b>92,22</b>    |
| <b>9000</b>  | 3                  | 17 | 3  | 17 | 4  | 16 | 5  | 15 | 6  | 14 | 21     | 79 | <b>76,67</b>    |
| <b>5400</b>  | 9                  | 11 | 7  | 13 | 7  | 13 | 10 | 10 | 7  | 13 | 40     | 60 | <b>55,56</b>    |
| <b>3240</b>  | 13                 | 7  | 9  | 11 | 11 | 9  | 13 | 7  | 10 | 10 | 56     | 44 | <b>37,78</b>    |
| <b>1944</b>  | 11                 | 9  | 15 | 5  | 12 | 8  | 18 | 2  | 14 | 6  | 70     | 30 | <b>22,22</b>    |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 18 | 2  | 18 | 2  | 90     | 10 | -               |

**Табела 13П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са делтаметрином (популација ТО)

| Третман<br>(концентрација<br>делтаметрина<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| <b>31250</b>   | 2                  | 18 | 1  | 19 | 2  | 18 | 3  | 17 | 2  | 18 | 10     | 90 | <b>88,89</b>    |
| <b>25000</b>   | 5                  | 15 | 7  | 13 | 4  | 16 | 5  | 15 | 4  | 16 | 25     | 75 | <b>72,22</b>    |
| <b>20000</b>   | 11                 | 9  | 10 | 10 | 9  | 11 | 7  | 13 | 7  | 13 | 44     | 56 | <b>51,11</b>    |
| <b>16000</b>   | 15                 | 5  | 11 | 9  | 12 | 8  | 10 | 10 | 13 | 7  | 61     | 39 | <b>32,22</b>    |
| <b>12800</b>   | 14                 | 6  | 16 | 4  | 12 | 8  | 18 | 2  | 15 | 5  | 75     | 25 | <b>16,67</b>    |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 18 | 2  | 18 | 2  | 90     | 10 | -               |

**Табела 14П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са тиаметоксамом (популација ТО)

| Третман<br>(концентрација<br>тиаметоксама<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| <b>48,6</b>  | 3                  | 17 | 4  | 16 | 2  | 18 | 2  | 18 | 3  | 17 | 14     | 86 | <b>84,44</b>    |
| <b>29,16</b>   | 7                  | 13 | 5  | 15 | 5  | 15 | 8  | 12 | 10 | 10 | 35     | 65 | <b>61,11</b>    |
| <b>17,496</b>  | 12                 | 8  | 8  | 12 | 10 | 10 | 9  | 11 | 11 | 9  | 50     | 50 | <b>44,44</b>    |
| <b>10,4976</b>   | 14                 | 6  | 11 | 9  | 13 | 7  | 10 | 10 | 14 | 6  | 62     | 38 | <b>31,11</b>    |
| <b>6,29856</b>   | 17                 | 3  | 14 | 6  | 16 | 4  | 15 | 5  | 17 | 3  | 79     | 21 | <b>12,22</b>    |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 18 | 2  | 18 | 2  | 90     | 10 | -               |

**Табела 15П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са хлорпирифосом (популација Бћ)

| Третман<br>(концентрација<br>хлорпирифоса<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| 180  | 2                  | 18 | 0  | 20 | 3  | 17 | 1  | 19 | 2  | 18 | 8      | 92 | 91,01           |
| 108  | 3                  | 17 | 6  | 14 | 2  | 18 | 5  | 15 | 6  | 14 | 22     | 79 | 76,40           |
| 64,8   | 7                  | 13 | 8  | 12 | 9  | 11 | 8  | 12 | 5  | 15 | 37     | 63 | 58,43           |
| 38,88  | 12                 | 8  | 10 | 10 | 13 | 7  | 16 | 4  | 7  | 13 | 58     | 42 | 34,83           |
| 23,328   | 16                 | 4  | 14 | 6  | 12 | 8  | 17 | 3  | 13 | 7  | 72     | 28 | 19,10           |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 19 | 1  | 16 | 4  | 89     | 11 | -               |

**Табела 16П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са делтаметрином (популација Бћ)

| Третман<br>(концентрација<br>делтаметрина<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| 160  | 6                  | 14 | 1  | 19 | 2  | 18 | 1  | 19 | 1  | 19 | 11     | 89 | 87,64           |
| 128  | 8                  | 12 | 6  | 14 | 1  | 19 | 5  | 15 | 4  | 16 | 24     | 76 | 73,03           |
| 102,4  | 9                  | 11 | 8  | 12 | 5  | 15 | 4  | 16 | 13 | 7  | 39     | 61 | 56,18           |
| 81,92  | 16                 | 4  | 10 | 10 | 13 | 7  | 5  | 15 | 16 | 4  | 60     | 40 | 32,58           |
| 65,536   | 18                 | 2  | 15 | 5  | 14 | 6  | 17 | 3  | 12 | 8  | 76     | 24 | 14,61           |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 19 | 1  | 16 | 4  | 89     | 11 | -               |

**Табела 17П.** Морталитет јединки *M. persicae* у биотесту са тиаметоксамом (популација Бћ)

| Третман<br>(концентрација<br>тиаметоксама<br>у раствору)<br>mg/l | Понављања третмана |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Укупно |    | Морталитет<br>% |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|-----------------|
|  | 1                  |    | 2  |    | 3  |    | 4  |    | 5  |    |        |    |                 |
|  | Ж                  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж  | У  | Ж      | У  |                 |
| 15   | 1                  | 19 | 4  | 16 | 0  | 20 | 2  | 18 | 0  | 20 | 7      | 93 | 92,13           |
| 7,5  | 5                  | 15 | 6  | 14 | 2  | 18 | 1  | 19 | 6  | 14 | 20     | 80 | 77,53           |
| 3,75   | 9                  | 11 | 13 | 7  | 6  | 14 | 5  | 15 | 3  | 17 | 36     | 64 | 59,55           |
| 1,875  | 12                 | 8  | 5  | 15 | 16 | 4  | 7  | 13 | 13 | 7  | 53     | 47 | 40,45           |
| 0,9375   | 14                 | 6  | 12 | 8  | 14 | 6  | 11 | 9  | 17 | 3  | 68     | 32 | 23,60           |
| КОНТРОЛА   | 18                 | 2  | 17 | 3  | 19 | 1  | 19 | 1  | 16 | 4  | 89     | 11 | -               |

**Обрада резултата лабораторијских огледа са јединкама *M. persicae* пробит анализом (Finney, 1971)**

Резултати огледа обрађени су помоћу рачунарског програма за пробит анализу који је описао Raymond 1985. године (верзија програма из 1987. године).

**Табела 18П.**

|   |  |
|---|--|
| Lokalitet: Мачвански Метковић                     | 2019.  |
| Test supstanca: hlorpirifos                       | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$             | Broj iteracija: 2  |
| $A = 5,203077 \pm 0,07096259$                     | $5,132115 < A < 5,27404$   |
| $B = 2,501889 \pm 0,2527568$                      | $2,249132 < B < 2,754646$  |
| $M = 11,81478$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 0,1879689$ , $df(3) \geq 0,02049223$ | $\chi^2(P): 0,596(0,897)$  |
| $LC_{50} = 54,15146$ mg/l                         | $LC_{90} = 176,16330$ mg/l   |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95%  | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$46,88881 < LC_{50} < 61,58938$<br>$143,87670 < LC_{90} < 233,95480$ |

**Табела 19П.**

|   |   |
|---|---|
| Lokalitet: Мачвански Метковић                     | 2019.   |
| Test supstanca: deltametrin                       | Test organizam: <i>M. persicae</i>  |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$             | Broj iteracija: 3   |
| $A = 5,150562 \pm 0,07078681$                     | $5,079775 < A < 5,221349$   |
| $B = 5,601599 \pm 0,5767177$                      | $5,024881 < B < 6,178316$   |
| $M = 12,01999$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)   |
| $p(\chi^2) = 0,3323432$ , $df(3) \geq 0,04616472$ | $\chi^2(P): 0,125(0,989)$   |
| $LC_{50} = 98,42642$ mg/l                         | $LC_{90} = 166,69660$ mg/l  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95%  | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$92,47320 < LC_{50} < 104,21220$<br>$151,70930 < LC_{90} < 190,56190$ |

**Табела 20П.**

|   |  |
|---|--|
| Lokalitet: Мачвански Метковић                     | 2019.  |
| Test supstanca: tiametoksam                       | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$             | Broj iteracija: 2  |
| $A = 5,24601 \pm 0,069961$                        | $5,176049 < A < 5,315971$  |
| $B = 1,736437 \pm 0,1808715$                      | $1,555565 < B < 1,917308$  |
| $M = 10,55619$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 0,4197847$ , $df(3) \geq 0,06387367$ | $\chi^2(P): 0,899(0,826)$  |
| $LC_{50} = 2,59723$ mg/l                          | $LC_{90} = 14,21177$ mg/l  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95%  | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$2,09930 < LC_{50} < 3,12311$<br>$10,66418 < LC_{90} < 21,35043$ |

**Табела 21П.**

|  |   |
|--|---|
| Lokalitet: Petrijevo                             | 2016.   |
| Test supstanca: hlорpirifos                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>  |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 3   |
| $A = 5,127209 \pm 0,06984385$                    | $5,057365 < A < 5,197053$   |
| $B = 2,645795 \pm 0,252209$                      | $2,393586 < B < 2,898004$   |
| $M = 13,9747$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)   |
| $p(\chi^2) = 1,149307, df(3) \geq 0,2348129$     | $\chi^2(P): 2,086(0,555)$   |
| $LC_{50} = 8445,423 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 25766,85 \text{ mg/l}$   |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$7435,58 < LC_{50} < 9515,668$<br>$21241,79 < LC_{90} < 33619,36$ |

**Табела 22П.**

|  |  |
|--|--|
| Lokalitet: Petrijevo                             | 2016.  |
| Test supstanca: deltametrin                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 3  |
| $A = 5,02775 \pm 0,06965018$                     | $4,9581 < A < 5,0974$  |
| $B = 5,727803 \pm 0,5760167$                     | $5,151787 < B < 6,30382$   |
| $M = 14,43204$                                   | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 0,6183916, df(3) \geq 0,1077904$    | $\chi^2(P): 1,513(0,679)$  |
| $LC_{50} = 26741,75 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 44767,52 \text{ mg/l}$  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$25271,27 < LC_{50} < 28272,21$<br>$40616,77 < LC_{90} < 51401,05$ |

**Табела 23П.**

|  |  |
|--|--|
| Lokalitet: Petrijevo                             | 2016.  |
| Test supstanca: tiametoksam                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 3  |
| $A = 5,078406 \pm 0,06682155$                    | $5,011584 < A < 5,145227$  |
| $B = 2,152403 \pm 0,231025$                      | $1,921378 < B < 2,383428$  |
| $M = 11,5968$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 2,746445, df(3) \geq 0,5676073$     | $\chi^2(P): 3,484(0,323)$  |
| $LC_{50} = 36,33903 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 143,1729 \text{ mg/l}$  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$31,32078 < LC_{50} < 41,83401$<br>$110,5889 < LC_{90} < 208,9006$ |

**Tabela 24П.**

|  |  |
|--|--|
| Lokalitet: Винча                                 | 2017.  |
| Test supstanca: hlorpirifos                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 3  |
| $A = 5,200886 \pm 0,06968178$                    | $5,139179 < A < 5,278542$  |
| $B = 2,42645 \pm 0,2458424$                      | $2,180607 < B < 2,672292$  |
| $M = 13,72798$                                   | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 1,029441, df(3) \geq 0,2058711$     | $\chi^2(P): 1,804(0,614)$  |
| $LC_{50} = 4384,307 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 14795,63 \text{ mg/l}$  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$3785,682 < LC_{50} < 4995,397$<br>$12028,82 < LC_{90} < 19790,43$ |

**Табела 25П.**

|  |  |
|--|--|
| Lokalitet: Винча                                 | 2017.  |
| Test supstanca: deltametrin                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 3  |
| $A = 5,130074 \pm 0,07015622$                    | $5,059918 < A < 5,20023$   |
| $B = 5,623171 \pm 0,5718562$                     | $5,051315 < B < 6,195027$  |
| $M = 14,31199$                                   | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 0,314577, df(3) \geq 0,04273585$    | $\chi^2(P): 0,939(0,816)$  |
| $LC_{50} = 19447,09 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 32869,36 \text{ mg/l}$  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$18299,78 < LC_{50} < 20575,24$<br>$29917,1 < LC_{90} < 37554,2$ |

**Tabela 26П.**

|  |  |
|--|--|
| Lokalitet: Винча                                 | 2017.  |
| Test supstanca: tiametoksam                      | Test organizam: <i>M. persicae</i>   |
| Regresiona linija: $y = A + B(x - M)$            | Broj iteracija: 2  |
| $A = 5,020492 \pm 0,06985436$                    | $4,950638 < A < 5,090346$  |
| $B = 2,273082 \pm 0,2479228$                     | $2,02516 < B < 2,521005$   |
| $M = 11,2985$                                    | Heterogenost = 1 (eng. heterogeneity)  |
| $p(\chi^2) = 1,898947, df(3) \geq 0,4063545$     | $\chi^2(P): 2,173(0,537)$  |
| $LC_{50} = 19,47525 \text{ mg/l}$                | $LC_{90} = 71,34368 \text{ mg/l}$  |
| Nivo značajnosti (eng. Level of confidence): 95% | Granice pouzdanosti LC (eng. Range):<br>$16,87591 < LC_{50} < 22,43019$<br>$55,08636 < LC_{90} < 104,4638$ |

Резултати молекуларно-генетичких тестова представљени за сваку јединку појединачно, на сваком од испитиваних локалитета, са шифром за карактеризацију присуства/одсуства механизма резистентности

Табела 27П. Резултати молекуларно-генетичких тестова представљени за сваку појединачну јединку са локалитета Мачвански Метковић (Богатић)

| Р. бр. Јединке | PCR – естераза тест (E4) | RFLP-PCR тест (MACE) | RFLP-PCR тест (kdr) | Шифра за карактеризацију присуства/одсуства механизма резистентности |
|----------------|--------------------------|----------------------|---------------------|--|
| 1.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 2.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 3.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 4.             | S                        | S                    | S                   | 8  |
| 5.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 6.             | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 7.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 8.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 9.             | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 10.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 11.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 12.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 13.            | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 14.            | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 15.            | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 16.            | R                        | S                    | S                   | 5  |
| 17.            | R                        | R                    | R                   | 1  |
| 18.            | S                        | S                    | S                   | 8  |

Табела 28П. Резултати молекуларно-генетичких тестова представљени за сваку појединачну јединку са локалитета Винча (Топола)

| Р. бр. јединке | PCR – естераза тест (E4) | RFLP-PCR тест (MACE) | RFLP-PCR тест (kdr) | Шифра за карактеризацију присуства/одсуства механизма резистентности |
|----------------|--------------------------|----------------------|---------------------|--|
| 1.             | R                        | R                    | S                   | 2  |
| 2.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 3.             | R                        | S                    | S                   | 5  |
| 4.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 5.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 6.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 7.             | S                        | S                    | R                   | 7  |
| 8.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 9.             | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 10.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 11.            | R                        | R                    | R                   | 1  |
| 12.            | R                        | R                    | R                   | 1  |
| 13.            | R                        | R                    | R                   | 1  |
| 14.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 15.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 16.            | R                        | R                    | R                   | 1  |
| 17.            | R                        | S                    | R                   | 3  |
| 18.            | R                        | S                    | R                   | 3  |



**Табела 29II.** Резултати молекуларно-генетичких тестова представљени за сваку појединачну јединку са локалитета Петријево (Смедерево)

| <b>Р. бр. јединке</b> | <b>PCR – естераза тест (E4)</b> | <b>RFLP-PCR тест (MACE)</b> | <b>RFLP-PCR тест (kdr)</b> | <b>Шифра за карактеризацију присуства/одсуства механизма резистентности</b> |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| 1.                    | S                               | R                           | R                          | 4   |
| 2.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 3.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 4.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 5.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 6.                    | R                               | R                           | R                          | 1   |
| 7.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 8.                    | S                               | R                           | R                          | 4   |
| 9.                    | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 10.                   | R                               | S                           | -                          |   |
| 11.                   | R                               | R                           | R                          | 1   |
| 12.                   | R                               | R                           | R                          | 1   |
| 13.                   | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 14.                   | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 15.                   | S                               | -                           | R                          |   |
| 16.                   | R                               | S                           | R                          | 3   |
| 17.                   | S                               | S                           | R                          | 7   |
| 18.                   | R                               | S                           | R                          | 3   |

## 9. БИОГРАФИЈА АУТОРА

Марко Сретеновић рођен је 17. јануара 1989. године у Лозници. Средњу пољопривредну школу – смер пољопривредни техничар, завршио је у Шапцу 2008.

Пољопривредни факултет, Универзитета у Београду, студијски програм Биљна производња, модул Фитомедицина уписао је школске 2008/09. Завршни рад под називом “Ефикасност препарата RADAR 250 ME (хлорпирифос) у сузбијању биљних ваши у засаду вишње“, одбранио је 18. септембра 2012. године са оценом 10 (десет), чиме је стекао стручни назив дипломирани инжењер пољопривреде. Основне студије завршио је са просечном оценом 9,39.

Дипломске академске студије (мастер) уписао је школске 2012/13. године на истом факултету. Положио је све испите прописане студијским програмом мастер академских студија Фитомедицина и на дан 15. јула 2013. године одбранио мастер рад под насловом “Испитивање ефикасности емаектин-бензоата и цијантранилипрола у сузбијању *Cydia pomonella* на јабуци“, чиме је завршио мастер академске студије (други ниво студија, 60 ЕСПБ бодова) са просечном оценом 9,88 и стекао академски назив мастер инжењер пољопривреде.

Докторске академске студије из области Биотехничких наука, гране Пољопривреда, научне дисциплине Заштита биљака, и уже научне дисциплине Фитофармација и токсикологија, на Пољопривредном факултету у Земуну уписао је школске 2013/2014. године. Истраживања везана за докторску дисертацију обављао је на Катедри за пестициде и хербологију где се бавио испитивањем осетљивости популација зелене бресквине ваши (*Myzus persicae* Sulzer) на инсектициде и утврђивањем резистентности. У периоду од 2014 до 2018. године био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Од маја 2018. до јуна 2023. године био је запослен на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, на Катедри за пестициде и хербологију, Института за фитомедицину као истраживач приправник а потом као истраживач сарадник.

Од априла 2014. до јуна 2023. године учествовао је у извођењу вежби студентима основних академских студија из предмета: Основи резистентности на пестициде (Студијски програм Биљна производња, модул Фитомедицина), Фитофармација (Студијски програм Биљна производња, модул Хортикултура), Заштита воћака и винове лозе (Студијски програм Биљна производња, модул Воћарство и виноградарство), Технологија заштите биља (Студијски програм Биљна производња, модул Фитомедицина) као и у извођењу Стручне праксе 2 и 3 студентима IV године основних академских студија на модулу за Фитомедицину. У школској 2016/2017. години учествовао је у одржавању вежби из предмета Општа фитофармација (Студијски програм Биљна производња, модул Фитомедицина). Од априла 2014. године као стипендиста а након тога као истраживач приправник и истраживач сарадник био је ангажован на пројекту “Развој интегрисаних система управљања штетним организмима у биљној производњи са циљем превазилажења резистентности и унапређења квалитета и безбедности хране“, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ев. бр. ИИИ46008). Такође, у периоду од 2014. до 2023. године активно је учествовао у извођењу пољских огледа за испитивање биолошке ефикасности зооцида у циљу њихове регистрације на територији Републике Србије. Члан је Друштва за заштиту биља Србије и Друштва воћара Војводине.

Као аутор и коаутор научних радова у међународним часописима са импакт фактором објавио је:

1. **Sretenovic, M.**, Miletic, N., Tamas, N. (2019): Efficacy of Different Insecticides for the Control of Green Peach Aphid (*Myzus persicae* Sulzer) in Nectarine Orchards. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, **56** (3), 661-668. DOI:10.21162/PAKJAS/19.8690
2. **Sretenović, M.**, Tamaš, N., Zec, G., Stojanoski, M., Tešić, N., Miletić N., Djordjević, B. (2024): Productivity, biocontrol and postharvest fruit quality of strawberry cultivar ‘Clery’ using plant growth promoting microorganisms. Cogent Food & Agriculture, 10:1, 2310896, DOI: 10.1080/23311932.2024.2310896

## Изјава 1.

### Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: **Марко Сретеновић**  
Број индекса: **ФМ 13/18**

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**Ефекти инсектицида на различите популације зелене бресквине ваши (*Myzus persicae* Sulzer) и могућност сузбијања на нектарини**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава 2.

### Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: **Марко Сретеновић**

Број индекса: **ФМ 13/18**

Студијски програм: **Пољопривредне науке, модул Фитомедицина**

Наслов рада: **Ефекти инсектицида на различите популације зелене бресквине ваши (*Myzus persicae* Sulzer) и могућност сузбијања на нектарини**

Ментор: **др Драгица Бркић, редовни професор**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења, као и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Изјава 3.

#### Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**Ефекти инсектицида на различите популације зелене бресквине ваши (*Myzus persicae* Sulzer) и могућност сузбијања на нектарини**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство (CC BY)

**2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)**

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**1. Ауторство.** Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

**2. Ауторство** - некомерцијално. Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

**3. Ауторство** - некомерцијално - без прераде. Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

**4. Ауторство** - некомерцијално - делити под истим условима. Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

**5. Ауторство** - без прерада. Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

**6. Ауторство** - делити под истим условима. Дозвољава те умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.