



АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ ПЛОВДИВ
ФАКУЛТЕТ ПО РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА И
АГРОЕКОЛОГИЯ

Катедра „Химия и фитофармация“



АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен
„Доктор“

Научна област 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина
Професионално направление 6.2. Растителна защита

ИНОВАТИВНИ МЕТОДИ ЗА КОНТРОЛ НА **ИКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНИ НЕПРИЯТЕЛИ** **ПО ЗИМНА МАСЛОДАЙНА РАПИЦА**

Атанас Иванов Иванов

Научни ръководители:

доц. д-р Мирослав Титянов

доц. д-р Атанаска Стоева

ПЛОВДИВ, 2024

Проучванията са проведени през периода 2019-2023 г. при полски условия в Пловдивска, Старозагорска и Русенска област. Обект на изследване са съвременни екологосъобразни средства за контрол на икономически важни неприятели по рапицата и земеделски практики, отговарящи на стратегията за интегрирано управление на вредителите при тази култура. Проучени са видовият състав на вредна и полезна ентомофауна по зимна маслодайна рапица и влиянието на цъфтящи растителни видове върху основни групи опрашители и хищници и е изпитана ефикасността на калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) срещу рапичен цветояд и зелена шушулкова галица.

Дисертацията е с обем 108 страници, съдържа 43 таблици, 17 фигури и 44 снимки. Цитираната литература включва 92 източника, от които 2 на кирилица и 90 на латиница.

Защитата на дисертацията ще се състои на от часа в на Аграрен университет-Пловдив. Специализираното научно жури е назначено със заповед № РД

УВОД

Икономическото значение на маслодайната рапица в световен мащаб непрекъснато нараства в резултат на увеличеното ѝ търсене. От друга страна, растежът е обусловен и от увеличаващите се потребности от растителни масла и белтък както за животните, така и за хората.

Рапицата е култура, която е подложена на значителен биотичен стрес, предизвикан както от патогени, така и от насекоми-вредители. Възможностите за контрол на патогените са значително по-големи в сравнение с неприятелите, което всъщност превръща последните в истинско предизвикателство за растителната защита. Тъй като обичайните методи и средства, използвани за интегрирано управление на вредителите като сеитбооборот, почвообработка, устойчиви сортове или биоконтрол са неефективни или не са налични, контролът на насекомите до голяма степен все още се основава предимно на използването на инсектициди.

През 2013 г. Европейският орган за безопасност на храните (EFSA) обявява неоникотиноидите за продукти с неприемливо висок риск за дивите и медоносните пчели (EFSA, 2018). През 2013 г. и 2016 г. Европейската комисия и френското правителство ограничават едновременно употребата на няколко вещества, принадлежащи към химическата категория неоникотиноиди. Регламент (ЕС) 485/2013 на Европейския съюз ограничава употребата на клотианидин, тиаметоксам и имидаклоприд, докато Франция от 2018 год. освен тези три активни вещества забранява и ацетамиприд и тиаклоприд (Demortain, 2021). Употребата на клотианидин, тиаметоксам и имидаклоприд е забранена в атрактивни за пчелите култури (включително царевица, маслодайна рапица и слънчоглед) с изключение на употребата в оранжерии, на третиране на някои култури след цъфтеж и на зимни житни култури.

Ето защо търсенето на алтернативни средства за контрол, отговарящи

на стратегията за интегрирано управление на вредителите, както и включването на подходящи земеделски практики, допринасящи опазването на полезната ентомофауна (консервация) при тази култура е изключително практическо значение.

1. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящото изследване е да се проучат иновативни алтернативни средства за контрол на икономически важни неприятели по зимна маслодайна рапица и земеделски практики, отговарящи на стратегията за интегрирано управление на вредителите при тази култура.

Във връзка с изпълнението на поставената цел са определени следните задачи:

- Проучване на вредна и полезна ентомофауна по зимна маслодайна рапица в района на град Пловдив;
- Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775);
- Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на зелена шушулкова галица *Dasineura brassicae* (Winnertz, 1853);
- Проучване на влиянието на цъфтящи растителни видове върху полезната ентомофауна по зимна маслодайна рапица.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

2.1. Видов състав на вредна и полезна ентомофауна по зимна рапица в района на град Пловдив

Проучванията на видовия състав на ентомофауната в рапична агроценоза са проведени през 2020-2023 г. в района на град Пловдив, където са изведени по-голяма част от опитите за изпитване на различни средства за контрол срещу икономически важни неприятели. Обследванията за установяване на видовия състав на вредна и полезна ентомофауна по рапицата са извършвани на всеки 14 дни от началото на

вегетацията до прибирането на културата. Използвани са визуален метод и косене с ентомологичен сак. За отчитане на популационната плътност на някои неприятели – на 20 места, разположени шахматно, са правени по 5 откоса. Популационната плътност е изчислена на 1 m². Видовете, изискващи за идентификацията си микроскопска техника, са пренасяни и съхранявани в лаборатория на катедра Ентомология.

2.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд *Brassicogethes aeneus*

Изпитванията са проведени в периода 2019-2021 г. в районите на Пловдивска и Русенска област.

Използвани са 5 варианта (заедно с контролата) (табл. 1). Опитите са изведени, следвайки ЕРРО стандарт РР 1/178(3) - *Meligethes aeneus* (syn. *Brassicogethes aeneus*) по рапица.

Парцелките, представляващи повторения за отделните варианти, са с размери 10x3 m, разположени в рандомизиран блок. Всеки вариант е заложен в 4 повторения с пътека от 1 m между вариантите и 2 m между повторенията.

Калиевите соли на алифатните карбоксилни киселини (мастни киселини) с дължина на въглеродната верига C₁₄ - C₂₀ действат само при директен контакт с вредителите. Липофилните въглеродни вериги проникват и разрушават липопротеиновата матрица на клетъчните мембрани на насекомите. Първият видим ефект е незабавното прекратяване на храненето. Смъртта на насекомото е резултат от бърза дехидратация на тялото. Категорията им на употреба като ПРЗ е непрофесионална, а прилагането им не изисква карантинен срок. Всичко това ги определя като една добра алтернатива на химичните конвенционални ПРЗ, нова концепция в съвременните системи за интегрирано управление на вредителите по рапицата.

Таблица 1. Списък на изпитваните продукти срещу рапичен цветояд

	Вариант	Активно вещество	Доза	Брой приложения
1	Нетретирана контрола			
2	Калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	460 g/l калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	2,5 l/ha	1 2 (второто е 7 дни след първото)
3	Калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	460 g/l калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	5 l/ha	1 2 (второто е 7 дни след първото)
4	Децис 100 ЕК (еталон)	100 g/l делтаметрин	0,05 l/ha	1
5	Маврик 2 Ф (еталон)	240 g/l тау-флувалинат	0,2 l/ha	1

Опитът е реализиран в 4 локации, разпределени по следния начин: три в Пловдивска област (с. Желязно, с. Труд, гр. Пловдив) съответно през 2019, 2020 и 2021 год. и една в Русенска (с. Тръстеник) през 2020 год. Използвани са хибридите ДК Експауър, ЕС Капело, СИ Харнес и ДК Имплемент CL. При поддръжката на опита е следвана ДЗП (добрата земеделска практика) с изключение на инсектицидите.

Оценката на ефикасността на продуктите срещу възрастни на рапичен цветояд е направена в съответствие със стандарт РР 1/178(3) на ЕОПЗ. Използвана е формулата на Henderson-Tilton за изчисляване на ефикасността. Отчитан е брой живи бръмбари на 50 главни разклонения, избрани на случаен принцип от центъра на всяка парцелка. Популационната плътност е представена като брой възрастни на 50 разклонения. Стойността е осреднена за всички повторения (парцелки) на съответния вариант. Обследванията са извършвани рано сутрин при еднакви климатични условия във всеки вариант.

Схема на отчитане:

- отчитане преди първото третиране на изпитваните продукти;
- първо отчитане - 1 до 3 дни след първото третиране;
- второ отчитане - 5 до 7 дни след първо третиране и преди второ третиране;
- трето отчитане – 10 - 11 дни след първо третиране и 3 - 4 дни след второ третиране;
- четвърто отчитане – 14 - 15 дни след първо третиране и 7 - 8 дни след второ третиране.

2.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица *Dasineura brassicae*

Изпитванията са проведени в периода 2020-2022 г. в две локации в района на гр. Пловдив (съответно през 2020 и 2021 г.) и една в района на гр. Казанлък, Старозагорска област, с. Копринка (през 2022 г.).

Използвани са 5 варианта, заедно с една нетретирана контрола (напръскана с вода) (табл. 2). Опитите са проведени, следвайки ЕРРО стандарт - PP 1 / 220 (1) - *Dasineura brassicae*.

Таблица 2. Списък на изпитваните продукти срещу зелева шушулкова галица

	Вариант	Активно вещество	Доза	Брой приложения
1	Нетретирана контрола			
2	Калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	460 g/l калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	2,5 l/ha	1 2 (второто е 5 дни след първото)
3	Калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	460 g/l калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини C ₁₄ -C ₂₀	5 l/ha	1 2 (второто е 5 дни след първото)
4	Децис 100 ЕК (еталон)	100 g/l делтаметрин	0,5 l/ha	1
5	Маврик 2 Ф (еталон)	240 g/l тау-флувалинат	0,2 l/ha	1

Оценката на ефикасността на продуктите срещу шушулковата галица е направена в съответствие със стандарт PP 1/220(1) на ЕОПЗ - *Dasineura brassicae*. Отчитани са повредените от ларвите на галицата шушулки, които първоначално пожълтяват, подуват се, а по-късно се изкривяват, покафеняват и се разпукват преждевременно. Шушулките са отваряни и на основата на морфологичните белези на ларвите е потвърждавано, че повредите действително са от галицата. Ларвите ѝ са без обособена капсула на главата, за разлика от ларвите на шушулковия хоботник, които имат добре оформена такава. Маркирани са 25 разклонения във всяка парцелка, върху които са провеждани наблюденията. Преди първо третиране са изброени и отстранени всички повредени шушулки от маркираните разклонения. При всяко следващо отчитане са изброявани и отстранявани всички шушулки с повреди от маркираните разклонения. Броят на повредените шушулки е представен като средна стойност за отделните варианти - среден брой повредени шушулки на 25 разклонения. Ефикасността е изчислена по формулата на Abbot.

Схема на отчитане:

- отчитане преди първо третиране с изпитваните продукти;
- първо отчитане - 4 до 6 дни след първо третиране и преди второ третиране;
- второ отчитане - 14-16 дни след първо третиране.

2.3. Влияние на цъфтящи растителни видове върху полезната ентомофауна по зимна рапица

Проучването е част от работата по международен проект по програма Хоризонт 2020: EcoStack "Stacking of ecosystem services, mechanisms and interactions for optimal crop protection, pollination enhancement, and productivity" и е проведено при полски условия в УОББ на Аграрен университет, Пловдив през 2021-2023 г.

Предлагането на земеделски практики, които съобразяват управлението на популациите на вредителите на зимна рапица, при която традиционно се прилагат големи количества неселективни пестициди, с изискванията на опрашващите насекоми и биоагентите, които се хранят както в културата, така и върху съседните цъфтящи растения, е подход, отговарящ на изискванията на съвременното биорационално земеделие. Засяването на ивици с цъфтящи растения по границите на полето или в рамките на културата представлява обещаващ инструмент за подпомагане на популациите от естествени врагове в агроценозата и по този начин за подобряване на консервационния биологичен контрол. Проведеният експеримент цели да установи при полски условия способността на сравнително голям брой цъфтящи едногодишни растения да привличат полезната ентомофауна и да бъдат местообитание и източник на храна, условие за запазване на популациите на ентомофагите и опрашителите.

- **Схема на полския експеримент**

За целта е създаден посев от зимна маслодайна рапица (сорт ЕС Капело), в който са обособени 4 ивици от цъфтящи растителни видове растения. Всяка от тези ивици включва по 21 вида растения (табл. 3), засети в обособени квадрати, всеки от които с площ 1 m^2 ($1\text{ m} \times 1\text{ m}$), отстоящи един от друг и от рапицата на 1 m (сн. 1).



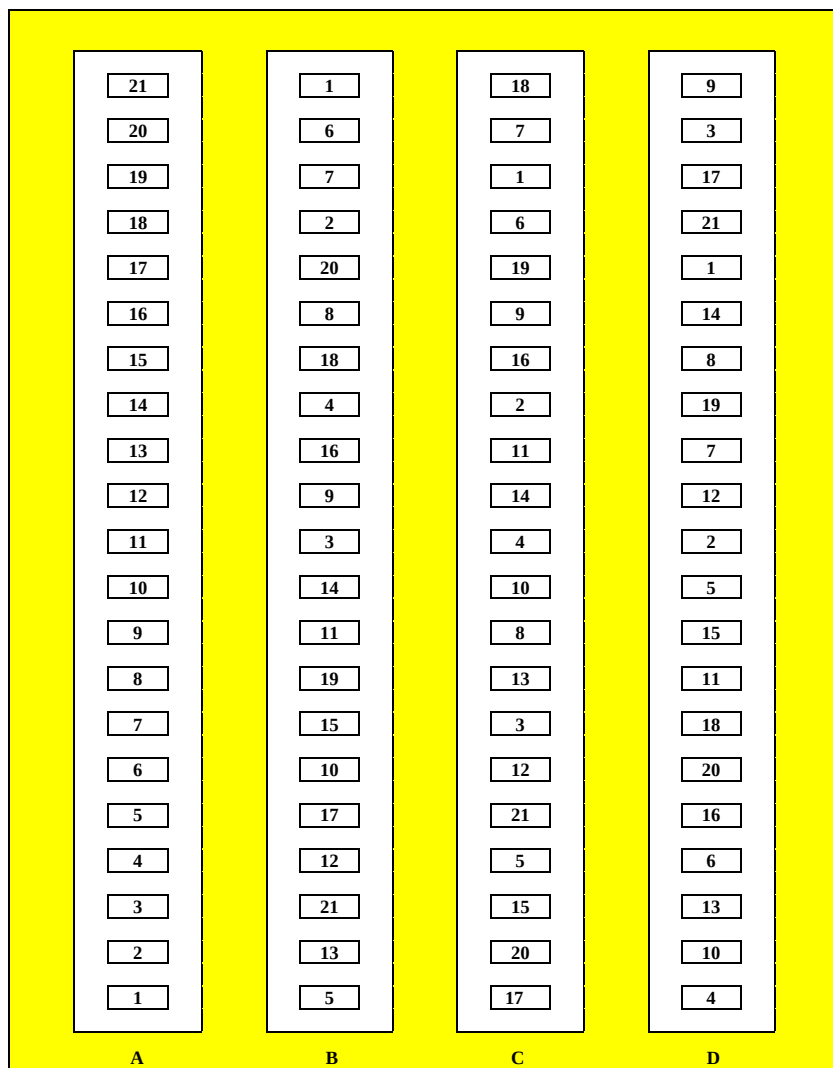
Снимка 1. Засяване на ивиците с цъфтящи растителни видове

Таблица 3. Списък на цъфтящите растителни видове, включени в полския експеримент, проведен в УОВБ на Аграрен университет, Пловдив през 2021-2023 г.

№	Цъфтящи растителни видове	
	Латинско наименование	Българско наименование
1	<i>Foeniculum vulgare</i>	Резене
2	<i>Coriandrum sativum</i>	Кориандър
3	<i>Anethum graveolens</i>	Копър
4	<i>Matricaria chamomilla</i>	Лайка
5	<i>Pimpinella anisum</i>	Анасон
6	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Елда
7	<i>Calendula officinalis</i>	Невен
8	<i>Sinapis alba</i>	Бял синап
9	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Фацелия
10	<i>Malva sylvestris</i>	Слез
11	<i>Borago officinalis</i>	Пореч, бораго
12	<i>Taraxacum officinale</i>	Глухарче
13	<i>Cuminum cyminum</i>	Кимион
14	<i>Hyssopus officinalis</i>	Исоп
15	<i>Arnica montana</i>	Планинска арника
16	<i>Nigella damascene</i>	Челебитка
17	<i>Echium plantagineum</i>	Усойниче
18	<i>Centaurea cyanus</i>	Синя метличина
19	<i>Trifolium pratense</i>	Червена детелина
20	<i>Linum sp.</i>	Лен
21	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Еспарзета

Четири цъфтящи ивици представляват четири повторения на проучваните растения и се намират една от друга на разстояние от 5 m. На фиг. 1 е представена схема на описания полски експеримент.

Фигура 1. Схема на полския експеримент, проведен в УОВБ на Аграрен университет, Пловдив през 2021-2023 г.



- **Отчитане на полезната ентомофауна**

Отчитането на полезната ентомофауна започва от началото на цъфтеж на растенията, засети в квадратите на ивиците в рапичния посев, провежда се ежеседмично или веднъж на две седмици и продължава до края на цъфтежа на съответния растителен вид.

Използвани са два метода за отчитане на опрашители и останалите посетители (хищници и паразитоиди) на цъфтящите растения.

Първият метод за отчитане представлява директно визуално наблюдение на цъфтящите растения и отчитане броя на основните групи опрашители (медоносни пчели, диви пчели, земни пчели, сирфидни мухи, мухи и пеперуди, хранещи се с нектар), паразитоиди и по-важни хищници (калинки, златоочици, хищни дървеници и др.).

При вторият метод насекомите се събират с помощта на ентомологичен сак и се поставят в малки шишенца с етилов алкохол (или се запазват сухи) за по-нататъшна идентификация.

Получените резултати са обработени статистически и данните са анализирани чрез еднофакторен дисперсионен анализ (one-way ANOVA, Tukey HSD (Honestly Significant Difference) при ниво на значимост $\alpha = 0,05$) със статистически софтуерен пакет IBM SPSS Statistics 19.

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

3.1. Вредна и полезна ентомофауна по зимна маслодайна рапица в района на гр. Пловдив

През периода 2020-2023 г. в агроценоза на рапица в района на гр. Пловдив са установени 23 вида вредни насекоми от 5 разряда и 11 семейства (табл. 4, сн. 2-15).

Таблица 4. Видов състав на вредна ентомофауна по зимна маслодайна рапица, установен през 2020-2023 год. в района на град Пловдив

Разред	Семейство	Вид
Hemiptera	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
	Pentatomidae	<i>Eurydema ornatum</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Carpocoris mediterraneus</i> Tamanini, 1958
	Miridae	<i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)
	Rhopalidae	<i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)
Coleoptera	Nitidulidae	<i>Brassicogethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)
	Chrysomelidae	<i>Psylliodes chrysocephala</i> Linnaeus, 1758
		<i>Phyllotreta undulata</i> (Kutschera, 1860)
	Curculionidae	<i>Ceutorhynchus obstrictus</i> (Marsham 1802)
		<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i> (Marsham 1802)
		<i>Ceutorhynchus assimilis</i> (Paykull, 1792)
		<i>Ceutorhynchus napi</i> Gyllenhal 1837
		<i>Ceutorhynchus typhae</i> (J.F.W.Herbst, 1795)
		<i>Ceutorhynchus erysimi</i> (Fabricius, 1787)
	Cetoniidae	<i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761)
		<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)
		<i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Athalia rosae</i> (Linnaeus, 1758)
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Dasineura brassicae</i> (Winnertz, 1853)
	Anthomyiidae	<i>Delia radicum</i> (Linnaeus, 1758)



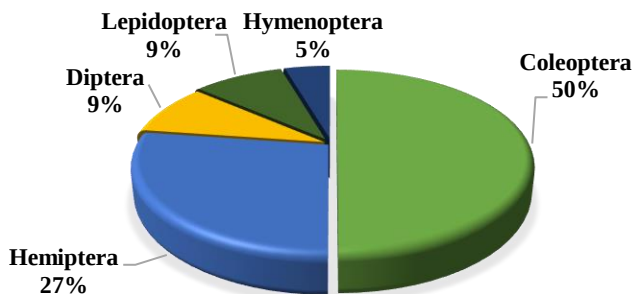
Снимка 2. Възрастна на рапичен
цветояд *Brassicogethes aeneus*



Снимка 3. Възрастни на рапичен
цветояд по цветни бутони на
рапица

С най-голямо участие е разред Coleoptera – 50% от общия брой на видовете, установени през периода на проучване, следвани от разред Hemiptera – 27% (фиг. 2).

Фигура 2. Процентно съотношение на вредна ентомофауна, представена като брой установени видове насекоми, по зимна маслодайна рапица през 2021-2022 год. в района на гр. Пловдив



През вегетацията на 2021-2022 год. е проследена популационната плътност на вредителите от разред Coleoptera и е установено, че доминиращи са рапичния цветояд *Brassicogethes aeneus* (сн. 2-3) и

хоботниците от род *Ceutorhynchus* (сн. 4-8). Средната популационна плътност на цветояда достига почти до 20 броя/м², а на хоботниците до 10 броя/м² (фиг. 3).

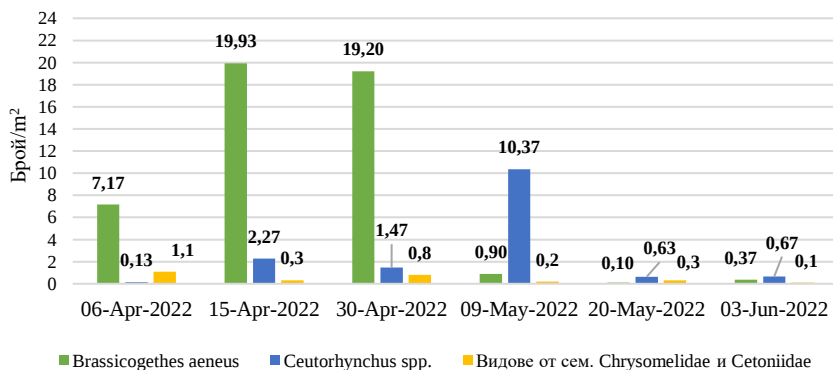


Снимка 4. Възрастно на хоботника *Ceutorhynchus pallidactylus*



Снимка 5. Възрастно на хоботника *Ceutorhynchus obstrictus*

Фигура 3. Популационна плътност на икономически важни видове от разред Coleoptera, установена в агроценоза на зимна маслодайна рапица през 2022 год. в района на гр. Пловдив



Доминиращ вид от хоботниците от род *Ceutorhynchus* е *C. pallidactylus* – над 50% от всички установени индивиди, следван от *C. obstrictus*. От общия брой (466 бр.) събрани при отчитанията за

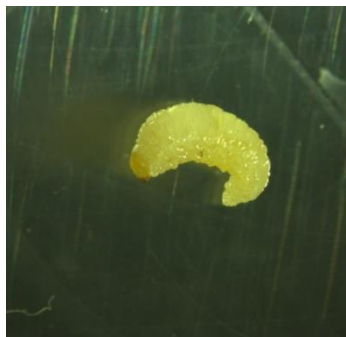
проследяване на популационната плътност хоботници 282 броя са зелев стъблен скритохоботник и 144 шушулков хоботник.



Снимка 6. Възрастно на хоботника
Ceutorhynchus typhae



Снимка 7. Възрастно на хоботника
Ceutorhynchus sp.



Снимка 8. Ларва на хоботник
Ceutorhynchus sp.



Снимка 9. Ларви на зелева
шешулкава галица

Наесен още с поникването на зимната рапица върху растенията се установяват възрастни на земните бълхи, *Phyllotreta* spp. и *Psylliodes chrysocephala* (сн. 10-11), докато хоботниците присъстват масово в посева напролет и с напредване на вегетацията увеличават плътността си.



Снимка 10. Възрастна на *Psylliodes chrysocephala*



Снимка 11. Повреди от *Psylliodes chrysocephala*

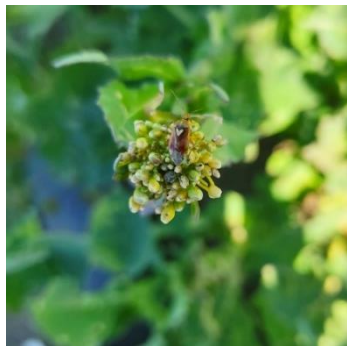
По време на цъфтеж ентомофауната е изключително богата и включва както насекоми-фитофаги, в това число и икономически важни (рапичен цветояд, шушулков хоботник, зелева шушулкова галица), атакуващи генеративните органи, така и много полезни видове – хищници, паразитоиди и опрашители.



Снимка 12. Колония от листни въшки, покриваща връхните части на рапицата



Снимка 13. Възрастна на дървеницата *Eurydema ornata*

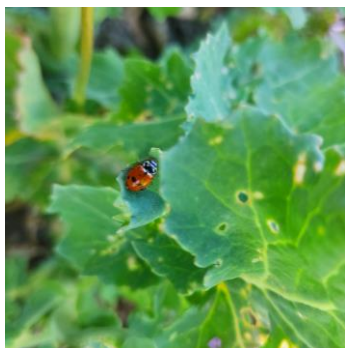


Снимка 14. Възрастна на *Lygus pratensis*



Снимка 15. Възрастна на *Oxythreca funesta* по цвят на рапица

Полезната ентомофауна, установена по маслодайна рапица в района на Пловдив, включва както хищни, така и паразитоидни видове (сн. 16-19). Установени са 14 вида хищни насекоми от 4 разряда и 7 семейства. С най-голям брой установени видове е разред Coleoptera (табл. 5).



Снимка 16. Изменчива калинка *Hippodamia variegata*



Снимка 17. Седемточкова калинка *Coccinella septempunctata*

Хищната ентомофауна е представена основно от видове, имащи широка хранителна специализация, като златоочици (Chrysopidae), мекотелки (Cantharidae) и хищни дървеници (Miridae, Nabidae). Хищните

калинки (Coccinellidae) и сирфидните мухи (Syrphidae) са специализирани афидофаги, а мухите-тахини и по-конкретно видът *Ectophasia crassipennis* е познат като имагинален паразит на дървеници от семействата Pentatomidae, Coreidae, Lygaeidae.



Снимка 18. Възрастно на *Rhagozycha fulva* по рапица



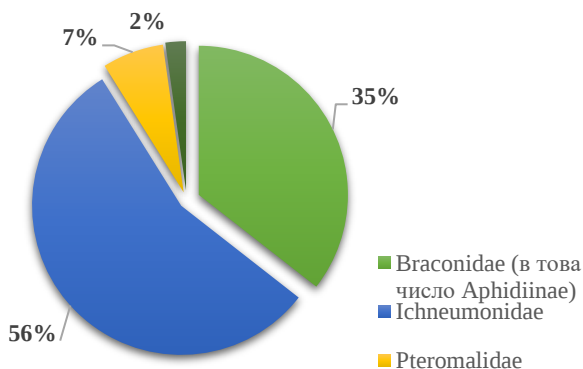
Снимка 19. Възрастно на *Harmonia axyridis* по рапица

Таблица 5. Видов състав на хищна ентомофауна по зимна маслодайна рапица, установена през 2022 год. в района на град Пловдив

Разред	Семейство	Вид
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758
		<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777
		<i>Harmonia axyridis</i> Pallas, 1773
		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)
	Cantharidae	<i>Rhagozycha fulva</i> (Scopoli, 1763)
Hemiptera	Miridae	<i>Deraeocoris ribauti</i> Wagner, 1943
	Nabidae	<i>Nabis</i> sp.
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)
		<i>Chrysopa perla</i> (Linnaeus, 1758)
Diptera	Syrphidae	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
		<i>Sphaerophoria</i> sp.
	Tachinidae	<i>Ectophasia crassipennis</i> (Fabricius, 1794)

Паразитоидната ентомофауна е регистрирана чрез метода всмукване с вакуум (D-VAC sampling) и са установени видове от 4 семейства, като доминиращо място заема сем. Ichneumonidae (фиг. 4).

Фигура 4. Процентно съотношение на основните семейства паразитоиди от разред Hymenoptera по зимна маслодайна рапица, установено през 2022 год. в района на гр. Пловдив



Съвременните проучвания показват, че в световен мащаб насекомите вредители имат по-голяма роля като причинители на биотичен стрес при зимна маслодайна рапица в сравнение с болестите. Нашите проучвания върху видовия състав на вредната ентомофауна в агроценоза на зимна маслодайна рапица потвърждават присъствието в най-голяма популационна плътност на икономически важните за цяла Европа вредители - рапичен цветояд, земни бълхи, хоботници, зелева шушулкова галица, зелева муха. До неотдавна неоникотиноидите са основна група ПРЗ, ефективно контролиращи вредителите по рапицата. Тяхната забрана в Европа превърна пиретроидите в единствена група конвенционални инсектициди, одобрени за приложение срещу

неприятелите по тази култура. Появата на резистентност в популациите на основните икономически важни неприятели, както и негативния ефект върху популациите на полезната ентомофауна, налага търсенето на алтернативни решения, целящи ефективен контрол на вредителите и минимален риск за агроecosистемата.

Проучването и разработването на нови възможности за интегрирано управление на вредителите, подходи, щадящи околната среда и намаляващи зависимостта от синтетичните инсектициди, е важна стъпка към устойчиво поддържане на популациите, както на вредителите, така и на техните естествени врагове. Предизвикателството е от една страна да се изпитат и предложат нови неконвенционални средства за контрол на рапичния цветояд и зелената шушулкова галица, като по този начин се намали или премахне изцяло употребата на силно токсични тотални ПРЗ, каквито са синтетичните пиретроиди, а от друга, да се предложи концепция за опазване на полезната ентомофауна, доставчик на ключови екосистемни услуги в рапичната агроценоза.

Още от откриването на биоцидния им ефект и използването им като продукти за РЗ калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) се съобщават с много ниска токсичност за хората и считани за безопасни за околната среда относително селективни пестициди.

Имайки предвид механизма на действието им, обяснимо е защо приложението им е насочено основно към насекоми с нежно тяло, като листни въшки, белокрылки, лъжещитоносни въшки и др., които са податливи на ефекта от контакта с тях. Все повече изследвания обаче се насочват към проучване на възможностите на тяхното прилагане и срещу бръмбари и други насекоми с по-твърд екзоскелет (Price et al., 2023).

3.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775)

Рапичният цветояд е сериозен вредител на рапицата в Европа, който атакува културата по време на цъфтеж и формиране на семената и е в състояние да нанесе сериозни щети върху добива. Устойчивостта му към определени инсектициди на фона на налагаща се тенденция за разработване на ефективни стратегии за контрол на вредителите, които минимизират въздействието върху полезната ентомофауна, предполага сериозна необходимост от ефективни и екологично устойчиви техники за контрол на популациите на този вредител.

Проведените през 2019 – 2021 год. проучвания показват, че калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини проявяват значителна ефикасност срещу възрастните на рапичния цветояд и биха могли да бъдат алтернатива на конвенционалните инсектициди (пиретроидите) и екологосъобразно средство, подходящо за интегрираните системи за управление на вредителите при зимна маслодайна рапица.

- **2019 – локация в района на с. Желязно, Пловдивско (GPS 42.223901 N; 24.772884 E)**

Непосредствено преди първото третиране се наблюдава, хомогенно разпространение на неприятеля във всички парцелки, отчетена е почти една и съща популационна плътност във всички варианти (табл. 6).

При първото отчитане (3 дни след първо третиране) се забелязва увеличаване на броя на неприятеля в нетретираната контрола за разлика от останалите варианти.

Най-голяма е разликата между контролата и варианта, третиран с Маврик 2Ф, при който ефикасността достига 98,8% (табл. 7). Близка до тази стойност е ефикасността и във вариантите, третирани с по-високата доза на калиеви соли (5 l/ha) и Децис 100ЕК – около 92% (табл. 7).

Таблица 6. Среден брой възрастни на рапичен цветояд на 50 разклонения, отчетени в експеримента в с. Желязно, Пловдивско през април 2019 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	19 ± 4.55	19.5 ± 2.38	19 ± 3.46	20 ± 2.83	20 ± 2.94
Първо отчитане	24 ± 5.10	7.5 ± 1.73	1.5 ± 0.58	2.5 ± 1.00	0.25 ± 0.50
Второ отчитане	28.5 ± 7.33	6.25 ± 5.25	1 ± 0.82	0.75 ± 0.96	0 ± 0.00
Трето отчитане	31.25 ± 5.56	11.5 ± 2.08	0.5 ± 1.00	5 ± 2.71	0 ± 0.00
Четвърто отчитане	36 ± 6.14	27 ± 2.65	13 ± 5.12	16 ± 4.08	9 ± 2.22

*Във всички таблици в този раздел под калиеви соли се разбира калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини.

Таблица 7. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд, отчетена в експеримента в с. Желязно, Пловдивско през април 2019 год.

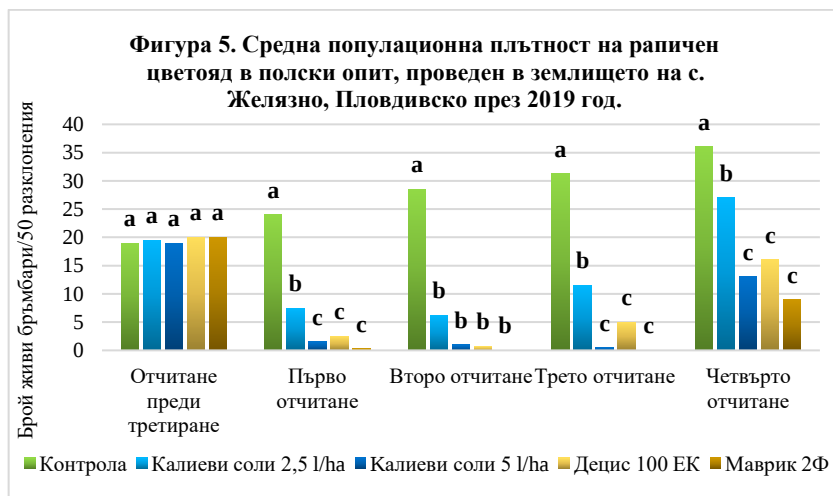
Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	69.6	92.7	92.4	98.8
Второ отчитане	0	78.6	95.9	97.6	100
Трето отчитане	0	64.1	98.1	85.3	100
Четвърто отчитане	0	27.3	56.4	58.7	69.5

При второто отчитане (7 дни след първото третиране) (табл. 7) се наблюдава повишаване на ефикасността при всички варианти, като във

варианта с еталонния продукт Маврик 2Ф тя достига 100%. Вариантите, третириани с калиеви соли в по-високата доза и делтаметрин отново са със сходни стойности на констатирана ефикасност. В същия ден са третириани за втори път вариантите с калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини.

При третото отчитане (табл. 7) ефикасността във вариантите, третириани с калиеви соли в ниската доза и делтаметрин намалява. При варианта, третиран с калиеви соли в доза 5 l/ha, ефикасността се увеличава с 2,2%. Във варианта с еталонен продукт на база тау-флувалинат ефикасността остава 100% - не са отчетени живи възрастни на рапичен цветояд (табл. 7).

При финалното отчитане (табл. 7) последните три варианта, третириани съответно с калиеви соли в по-високата доза, делтаметрин и тау-флувалинат, задържат значителните разлики спрямо контролата и варианта, напръскан с калиеви соли в по-ниската доза (фиг. 5).



Статистическият анализ на данните показва, че най-силно доказани разлики между вариантите, третиран с по-високата доза на калиеви соли, и контролата се наблюдават при отчитанията след първото и второто третиране (фиг. 5).

Анализът на количествените и качествените характеристики на добива показват, че във вариантите, третиран с калиеви соли или еталонни продукти, техните стойности са по-високи в сравнение с контролата. При варианта с калиеви соли в доза 5 l/ha резултатите са с 5% по-добри от контролата, а при доза 2 l/ha с 2,7%.

- **2020 – локация в землището на с. Тръстеник, Русенско (GPS 43.708899 N; 25.946042 E)**

Данните за популационната плътност на вредителя в деня на първото третиране с калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини и еталонните продукти показват, че няма съществени разлики в броя на установените бръмбари между вариантите към този момент (табл. 8).

Таблица 8. Среден брой възрастни на рапичен цветояд на 50 разклонения, отчетени в експеримента в с. Тръстеник, Русенско през април 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	20 ± 6.48	18 ± 8.29	14 ± 5.35	21.75 ± 4.57	19 ± 7.53
Първо отчитане	23.5 ± 5.69	6.75 ± 1.89	2.5 ± 1.29	0 ± 0	4 ± 1.83
Второ отчитане	25 ± 5.48	3.75 ± 0.96	0	0	0
Трето отчитане	28.25±5.56	10.5 ± 2.38	0	5.8 ± 2.06	2.5 ± 1.91
Четвърто отчитане	27.3 ± 6.13	17.8 ± 3.69	5.3 ± 1.50	17.8 ± 2.99	10.3 ± 1.89

Първото отчитане, проведено два дни след третиране, показва че двата продукта, съдържащи калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини, имат много добър инсектициден ефект. Третирането в доза 2,5 l/ha води до трикратно намаляване на отчетения брой живи бръмбари в сравнение с контролата, докато при по-високата доза това намаление е седем пъти. Ефикасността е съответно 70,9% и 88,1% (табл. 9).

При второто отчитане, направено седем дни след първото третиране и съвпадащо с второто третиране, броят на живите бръмбари във варианта с ниската доза на калиеви соли е 6 пъти по-малък в сравнение с контролата, а във варианта, третиран с доза 5 l/ha – не са регистрирани живи бръмбари (табл. 8). Ефикасността във варианта с калиеви соли във високата доза е 100%, същата е регистрирана и за еталонните продукти (табл. 9).

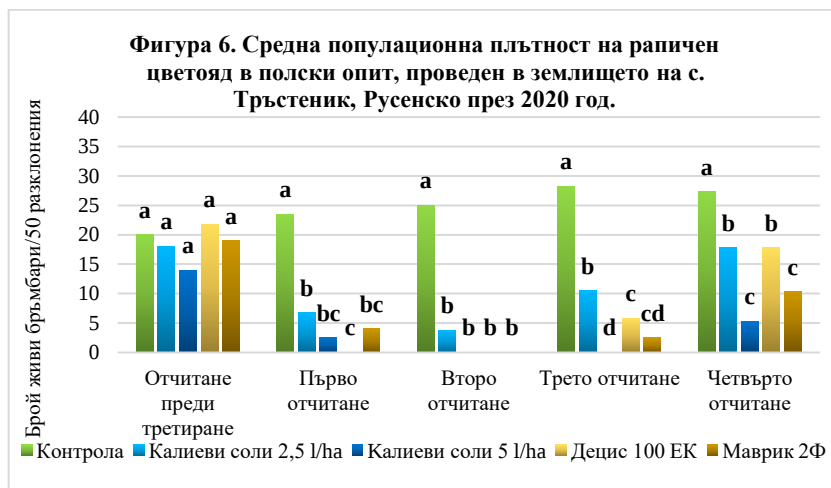
Таблица 9. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд, отчетена в експеримента в с. Тръстеник, Русенско през април 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	70.9	88.1	100.0	82.8
Второ отчитане	0	84.8	100	100	100
Трето отчитане	0	62.3	100	80.7	91.0
Четвърто отчитане	0	34.0	78.5	38.1	61.9

Три дни след второто третиране (табл. 9) се наблюдава намаляване на ефикасността на повечето продукти, но при калиевите соли в доза 5 l/ha ефикасността е 100%, по-висока от еталонните продукти.

При четвъртото отчитане, седем дни след второто третиране (табл. 8) на опитните участъци с калиеви соли в доза 2,5 l/ha намаляването на броя на живите бръмбари е почти двукратно, ефикасността съответно 34,0%, а при по-високата доза от 5 l/ha ефикасността е 78,5%, остава по-висока спрямо двата еталонни продукта (табл. 9).

Анализът на данните от експеримента, проведен в с. Тръстеник, Русенско през 2020 год., също показва, че най-големи и статистически доказани са разликите между вариантите с калиеви соли в доза 5 l/ha и контролата при отчитанията след първо и второ третиране (фиг. 6).



Количествените показатели на добива показват незначително по-високи добиви при варианта, третиран с калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини в доза 5 l/ha.

- **2020 – локация в района на с. Труд, Пловдивско (GPS 42.213480 N; 25.799381 E)**

Експериментът в с. Труд, Пловдивско през 2020 г. е стратиран също

при относително изравнена плътност на вредителя в опитните парцелки на отделните варианти (табл. 10).

Един ден след първото третиране двата продукта, съдържащи калиеви соли, показват много добър инсектициден ефект. Третирането в доза 2,5 l/ha показва почти двукратно, а по-високата доза четирикратно намаляване на броя на бръмбарите в сравнение с контролата, ефикасността е над 50%. При еталонните продукти ефикасността достига до 100% (табл. 11).

При второто отчитане, когато е извършено и второ третиране на вариантите с калиеви соли, ефикасността е най-висока при варианта, третиран с по-високата доза на тествания продукт – 96,1%. Три дни след второто третиране се наблюдава намаляване на ефикасността на всички продукти, но най-висока (54,3%) остава във варианта с калиеви соли в доза 5 l/ha (табл. 11).

Таблица 10. Среден брой възрастни на рапичен цветояд на 50 разклонения, отчетени в експеримента в с. Труд, Пловдивско през април 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Депис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	11.75 ± 1.9	15.25 ± 10.3	10 ± 2.2	10.5 ± 5.8	17 ± 5.5
Първо отчитане	11.75 ± 4	7 ± 4.8	3 ± 2.2	0	1 ± 2
Второ отчитане	7.5 ± 7.9	3 ± 2.9	0.25 ± 0.5	0.75 ± 0.5	1.3 ± 1.7
Трето отчитане	7 ± 6.4	4 ± 5.7	4 ± 2.4	4 ± 6.7	5 ± 6.4
Четвърто отчитане	11.8 ± 8.1	5 ± 2.4	2.5 ± 3.7	1.8 ± 1.7	1.8 ± 2.1

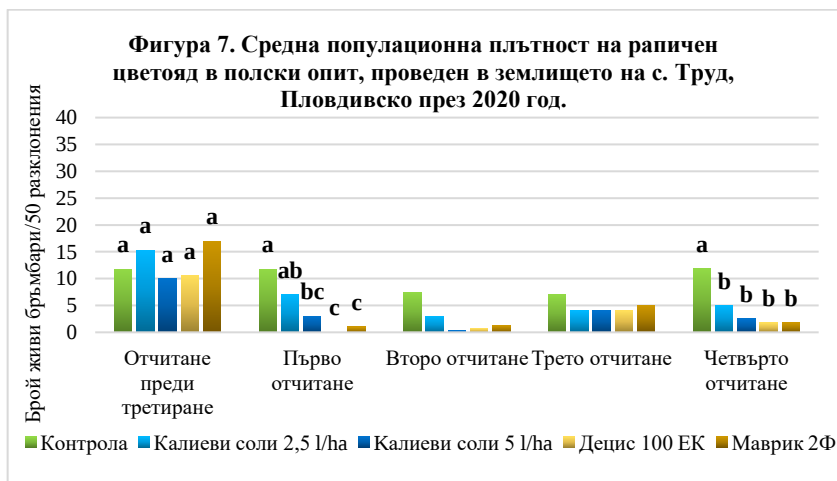
При последното отчитане ефикасността на калиевите соли, приложени в по-високата доза от 5 l/ha, е 75%, с 14,7% по-ниска от тау-

флувалинат.

Таблица 11. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд, отчетена в експеримента в с. Труд, Пловдивско през април 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	54.1	70	100	94.1
Второ отчитане	0	69.2	96.1	88.8	86.2
Трето отчитане	0	26	54.3	29.5	46.2
Четвърто отчитане	0	67.2	75	83.3	89.7

При този опит плътността на вредителя като цяло е била по-ниска и при две от отчитанията установените разлики в броя на възрастните на вредителя нямат статистическа доказаност (фиг. 7).



Въпреки това още при първото отчитане след третиране се вижда, че вариантът с приложени калиеви соли във високата доза се отличава рязко от контролата и попада в една група с двата еталонни продукта.

При доза 2,5 l/h и 5 l/ha на калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини добивът се повлиява съответно с около 4% и 5%.

- **2021 – локация в района на гр. Пловдив (GPS 42.205723 N; 24.714811 E)**

Експериментът, заложен в района на гр. Пловдив през 2021 год. потвърждава резултатите за добрия ефект на калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини срещу възрастните на рапичен цветояд – плътността намалява от два до четири пъти след първото третиране и многократно повече след второто (табл. 12).

Таблица 12. Среден брой възрастни на рапичен цветояд на 50 разклонения, отчетени в експеримента в гр. Пловдив през април 2021 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Депис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	16.25 ± 5.7	24 ± 8	16 ± 8.1	17 ± 10.4	24 ± 13.4
Първо отчитане	17.5 ± 5.3	13.5 ± 13.1	3.5 ± 2.4	3.75 ± 2.6	3 ± 2.9
Второ отчитане	27.75 ± 4.9	11.25 ± 6.5	0	0	0
Трето отчитане	29 ± 4.3	4 ± 2.5	0	1 ± 0.1	0
Четвърто отчитане	11 ± 2.2	7.3 ± 6.2	0	0.3 ± 0.5	2.3 ± 2.9

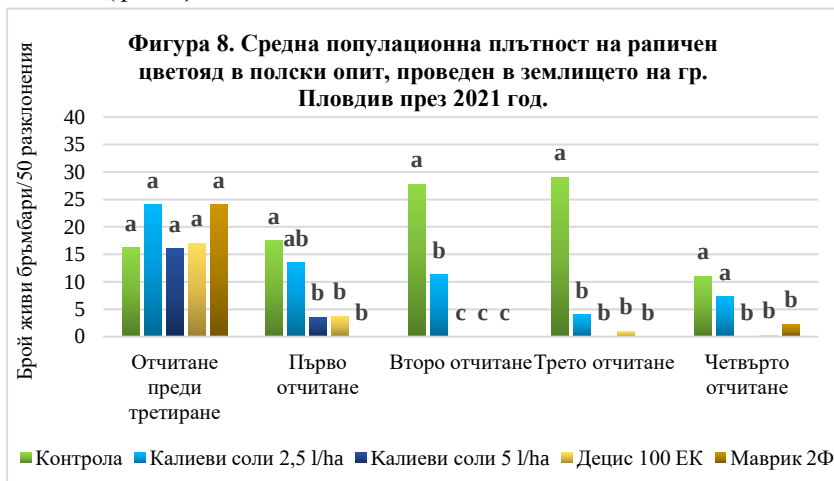
Ефикасността достига до 91,8% при третиране с калиеви соли в ниската доза и до 100% при прилагането им в по-високата доза от 5 l/ha (табл. 13). Във вариантите с еталонните продукти тя варира от 82,2 до

100%.

Таблица 13. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд, отчетена в експеримента в гр. Пловдив през април 2021 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	47.8	79.7	82.2	88.4
Второ отчитане	0	72.6	100	100	100
Трето отчитане	0	91.8	100	97.5	100
Четвърто отчитане	0	55.4	100	97.8	86.2

Направеният статистически анализ на данните показва, че най-големи са разликите между контролата и варианта с високата доза на калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини при второ и трето отчитане (фиг. 8).



Продуктивността на културата в този опит почти не се повлиява след прилагането на калиевите соли в доза 2,5 l/ha, докато при 5 l/ha има увеличение на добива с около 4% в сравнение с нетретираната контрола.

В заключение можем да кажем, че резултатите от опитите, проведени в четири локации в три календарни години, показват, че ефикасността при по-високата доза от 5 l/ha варира от 70 до 92,7 % при първото отчитане (1-3 дни след третиране), от 95,9 до 100 % при второто отчитане (7 дни след третиране), от 54,3 до 100 % при трето отчитане (10-11 дни след първото и 3-4 дни след второто третиране) и от 56,4 до 100 % при последното отчитане (14-15 дни след първо и 7-8 дни след второ третиране). В сравнение с еталонните продукти (Децис 100ЕК и Маврик 2Ф), резултатите от третирането с тези соли са близки или по-добри. При по-ниската доза 2,5 l/ha ефикасността варира от 26 % до 91,8 % в различните години и локации, в които са проведени изпитванията.

По отношение на добивите всички варианти в почти всички локации показват по-високи резултати спрямо контролата, с изключение на опита, проведен в района на гр. Пловдив през 2020 г., при който най-висок добив е отчетен за варианта, третиран с Децис 100ЕК. При всички останали локации вариантът, третиран със соли на алифатни карбоксилни киселини в доза 5 l/ha показва най-добри резултати.

3.3. Изпитване на екологисъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица *Dasineura brassicae* (Winnertz, 1853)

Зелевата шушулкова галица *Dasineura brassicae* е друг основен вредител в Европа, който поврежда генеративните органи на маслодайната рапица и може да нанесе сериозна щета върху продуктивността на културата. Използването на инсектициди при цъфтеж на рапицата, когато започва летежът на галицата, често противоречи с опазването на опрашителите и другите полезни насекоми.

Проучванията, проведени през 2020-2022 год. показват, че калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини имат потенциал като средство, което да се използва за контрол на популациите на този вредител.

- **2020 – локация в района на с. Войводиново, Пловдивско (GPS 42.213480 N; 25.799381 E)**

Броят на повредените шушулки, отчетени преди първото третиране е без значителни различия между контролата и вариантите, т.е. експериментът е заложен при една и съща първоначална степен на нападение от шушулкова галица (табл. 14).

Таблица 14. Среден брой повредени шушулки от ларви на шушулкова галица, отчетени на 25 разклонения в експеримента в с. Войводиново, Пловдивско през май 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	5.25 ± 2.22	4.5 ± 1.73	5.5 ± 1.73	5.0 ± 2.94	4.75 ± 1.71
Първо отчитане	2.25 ± 0.5	1.5 ± 0.58	1.0 ± 0.82	0.75 ± 0.5	0.5 ± 0.58
Второ отчитане	10.5 ± 2.65	10.5 ± 2.89	5.75 ± 1.71	5.5 ± 3.11	5.5 ± 3.42

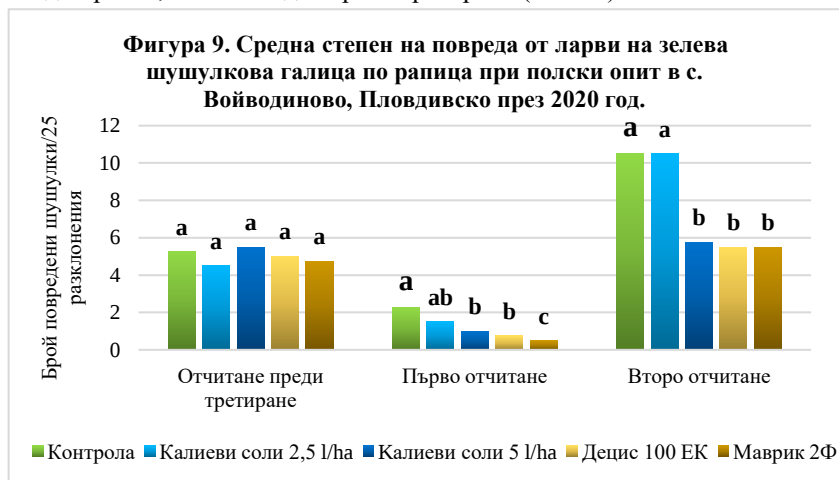
Опитът, проведен в района на с. Войводиново, Пловдивско показва, че степента на повредите от ларви на шушулкова галица след първото третиране е почти два пъти по-ниска в третираните варианти в сравнение с контролата (табл. 14). Ефикасността достига до 55,6% при прилагането на калиевите соли на алифатните карбоксилни киселини в доза 5 l/ha, което като стойност е много близко до стойностите при еталонните продукти, съответно 66,7% при делтаметрина и 77,7% при тауфлувалинат (табл. 15). Тенденцията се запазва и при второто отчитане. При по-високата доза на калиеви соли 5 l/ha повредените шушулки са два пъти

по-малко отколкото в контролата (табл. 14), а ефикасността 45,24 %, близка до тази на еталонните продукти, Децис 100 ЕК и Маврик 2Ф, при които ефикасността е 47,62% (табл. 15).

Таблица 15. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица, отчетена в експеримента в с. Войводиново, Пловдивско през май 2020 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	33.3	55.6	66.7	77.7
Второ отчитане	0	0	45.24	47.62	47.62

Статистическата обработка на данните от опита в с. Войводиново показват, че са налице доказани разлики в степента на нападение от ларви на шушулкова галица само между варианта, третиран с по-високата доза на калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини и контролата, както след първото, така и след второто третиране (табл. 9).



Във варианта с прилагане на продукта в по-ниска доза броят на повредените шушулки е също по-малък, но разликата с контролата не е статистически доказана (фиг. 9).

Анализът на количествените и качествени характеристики на добива и в този опит показват, че прилагането на калиевите соли в доза 2,5 l/ha повишава добива с 2,1 % спрямо контролата, а при доза 5 l/ha увеличението е с 3,9 %. Повишаването на добива в участъците, третирани с делтаметрин и тау-флувалинат, е съответно с 9,9 % и 10,6 %.

- **2021 – локация в района на гр. Пловдив (GPS 42.205128N; 24.715333E)**

При изследването, проведено във втората локация в района на гр. Пловдив през 2021 год., още при първото отчитане се наблюдава намаляване на степента на нападение от ларви на шушулковата галица (табл.16).

Таблица 16. Среден брой повредени шушулки от ларви на шушулкова галица, отчетени на 25 разклонения в експеримента в гр. Пловдив през май 2021 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	3.0 ± 1.41	4.25 ± 0.96	3.5 ± 2.08	4.0 ± 2.71	4.0 ± 0.82
Първо отчитане	1.75 ± 0.96	1.5 ± 1.00	0.5 ± 1	0.25 ± 0.5	0.25 ± 0.5
Второ отчитане	6.5 ± 2.08	5.0 ± 2.58	2.5 ± 1.00	3.0 ± 2.16	2.5 ± 1.29

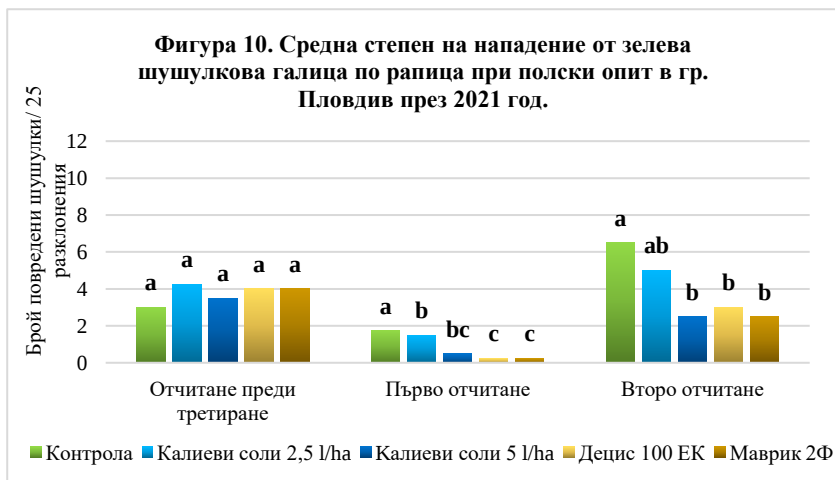
Ефикасността във варианта, третиран с ниски дози на калиеви соли е малка (достига до 23,08%), докато във варианта, третиран с по-високата доза, стойностите ѝ се доближават до еталонните продукти – 71,4% (табл.

17). Регистрираната ефикасност при този опит е най-висока при двата еталона (85,7%), макар че и в тези варианти стойностите ѝ не достигат 100%.

Таблица 17. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица, отчетена в експеримента в гр. Пловдив през май 2021 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	14.3	71.4	85.7	85.7
Второ отчитане	0	23.08	61.54	53.85	61.54

При второто отчитане броят на повредени шушулки във варианта с ниската доза на калиеви соли е близка до стойностите регистрирани в контролата (табл. 16). Във варианта, третиран с високата доза на калиеви соли, е регистрирана най-висока ефикасност - 61,54%, съвпадаща с ефикасността на еталонния продукт Маврик 2 Ф (табл. 17).



Анализирайки статистически резултатите от опита в района на гр. Пловдив, можем да кажем, че в три от вариантите (калиевите соли 5 l/ha и двата еталона) степента на нападение е по-ниска в сравнение с контролата и тази разлика има статистическа доказаност (фиг. 10).

• **2022 – локация в района на с. Копринка, Старозагорско (GPS 42.205128N; 24.715333E)**

В експеримента, проведен в с. Копринка, област Стара Загора през 2022 год. още първото отчитане констатира статистически доказани разлики в броя на нападнатите шушулки в третираните варианти и контролата (табл. 18 и фиг. 11).

Вариантите с калиеви соли показват ефикасност 100% и в двете дози на приложение 2,5 l/ha и 5 l/ha (табл. 19). За сравнение ефикасността и на двата еталона делтаметрин и тау-флувалинат е по-ниска - 75%.

Таблица 18. Среден брой повредени шушулки оот ларви на шушулкова галица, отчетени на 25 разклонения в експеримента в с. Копринка, Старозагорско през май-юни 2022 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Преди третиране	4.0 ± 1.63	6.0 ± 1.41	3.25 ± 0.5	5.0 ± 0.81	4.25 ± 2.62
Първо отчитане	2 ± 0.82	0	0	0.5 ± 0.58	0.5 ± 0.85
Второ отчитане	7.25 ± 1.26	2.75 ± -0.96	0.75 ± 0.5	3.5 ± 2.08	2.75 ± 1.26

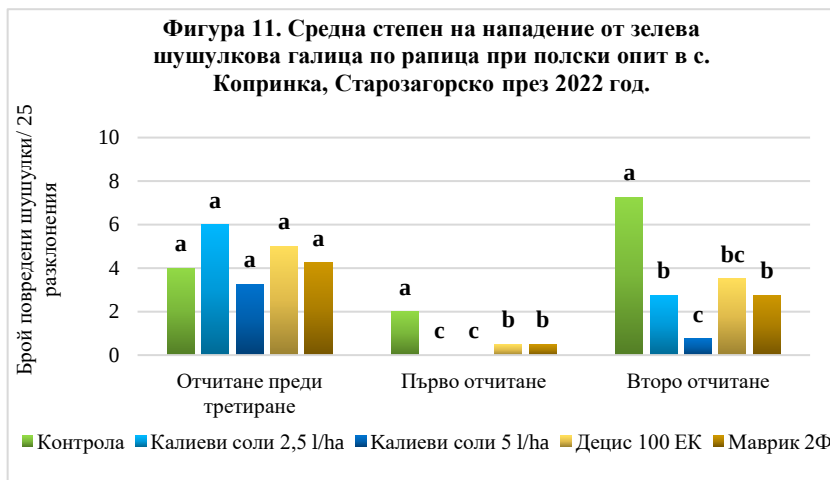
При второто отчитане е установено, че в опитните участъци, третиран с калиеви соли в доза 2,5 l/ha, ефикасността е 62,1%, като при по-високата доза от 5 l/ha броят на повредените шушулки е значително по-малък в сравнение с контролата, съответно ефикасността е 89,7%

(табл. 19). Еталонните продукти запазват по-ниска ефикасност, съответно 51,7% и 62,1%.

Таблица 19. Ефикасност (%) на екологосъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица, отчетена в експеримента в с. Копринка, Старозагорско през май-юни 2022 год.

Поредно отчитане	Варианти				
	Контрола	Калиеви соли* - 2,5 l/ha	Калиеви соли* - 5 l/ha	Децис 100 ЕК	Маврик 2Ф
Първо отчитане	0	100	100	75	75
Второ отчитане	0	62.1	89.7	51.7	62,1

Анализът на резултатите представя статистическата значимост на разликите в степента на нападение от шушулкова галица в отделните варианти при опита в района на с. Копринка (фиг. 11).



При този опит степента на нападение е значително по-ниска и в двата варианта с калиеви соли и разликата им с контролата е статистически

значима.

Във варианта с доза на калиевите соли на мастни киселини 2,5 l/ha повишаването на добива е едва с 0,6%, докато при доза 5 l/ha увеличението е с около 4,87% в сравнение с нетретираната контрола. Повишаването на добива във вариантите с еталонни продукти, делтаметрин и тау-флувалинат, е съответно с 6,12% и с 4,19% по-високо от контролата.

В заключение може да се каже, че изпитваните калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини, прилагани в по-високата доза от 5 l/ha, показват ефикасност близка до еталонните продукти по отношение на повредите от зелева шушулкова галица. При първото отчитане (5-ти-6-ти ден след третиране) ефикасността варира от 55,6 до 100 % в различните локации и години, а при второто отчитане (15-ти-16-ти ден след първо третиране), тя е от 45,24 до 89,7 %. При по-ниската доза ефикасността е между 14,3% и 100%. През 2022 г. при опита в с. Копринка, Старозагорско показват дори по-висока ефикасност в сравнение с еталоните Децис 100ЕК и Марвик 2Ф. По отношение на реколтираната продукция всички продукти показват повишаване на добивите спрямо нетретираната контрола.

3.4. Влияние на цъфтящи растителни видове върху полезната ентомофауна по зимна маслодайна рапица

Както вече беше посочено проблемът с резистентността на икономически важни вредители по рапицата към пиретроидите и забраната в Европа на неоникотиноидите, създава необходимостта от проучване и предлагане на алтернативни стратегии за контрол на популациите на насекомите-фитофаги, като особено предизвикателство представляват онези от тях, които се размножават и вредят по време на

цъфтеж, когато агроценозата е масово посещавана от опрашители и други полезни насекоми.

Пространствената диверсификация на агроecosистемите представлява жизнеспособна стратегия за подобряване на биологичния контрол на вредителите и насърчаване на биоразнообразието. Невинаги наличието на цъфтящи ивици по периферията на културата или в нея има очаквания благоприятен ефект, като една от причините е потенциалната несъвместимост между естествените врагове и засетите растителни видове.

Целта на това проучване е да се разработят специфични за България цветни ивици от цъфтящи растителни видове, които от една страна да привличат, подобряват и поддържат популациите на важни доставчици на екосистемни услуги, с основен фокус върху опрашителите и естествените врагове на вредителите по рапицата, а от друга, да минимизират отрицателните ефекти от провежданите третираня на културата, осигурявайки алтернативни местообитания на полезните насекоми. Проучването следва цялостен подход, включващ избор на различни цъфтящи видове растения, лесни за засяване и отглеждане при полски условия, оценка на тяхната привлекателност за посетителите на цветовете им и предоставяне на списък с видове, оптимизирани за местните условия.

От тестваните 21 растителни вида, засети по схема в специално създаден за целите на полевия експеримент посев от зимна рапица в района на гр. Пловдив през 2021-2022 год., 18 се развиват успешно, а 3 не поникват и са изключени от анализа на резултатите. Това са: лечебен исоп (*Hyssopus officinalis*), планинска арника (*Arnica montana*) и живовелеково усойниче (*Echium plantagineum*). През 2022-2023 год. отпадналите видове са 4: слез, глухарче, кимион и планинска арника.

Отчитаната полезна ентомофауна, установена по цъфтящите

растения, е разделена на две – опрашители (медоносни пчели, земни пчели и сирфидни мухи) (фиг. 12 и 14) и ентомофаги, посещаващи цветовете (най-вече хищници) (фиг. 13 и 15).

През вегетацията на 2021-2022 год. най-голям брой опрашители е привлякла фацелията (*Phacelia tanacetifolia*) – средно 3,45 броя за периода на цъфтеж, следвана от резене (*Foeniculum vulgare*) – 1,65, кориандр (*Coriandrum sativum*) и бораго или пореч (*Borago officinalis*) – 1,5 (фиг. 12). Най-малък брой опрашители са привлечени от кимион, лайка, елда и лен – средно под 0,5 броя за цялата вегетация.

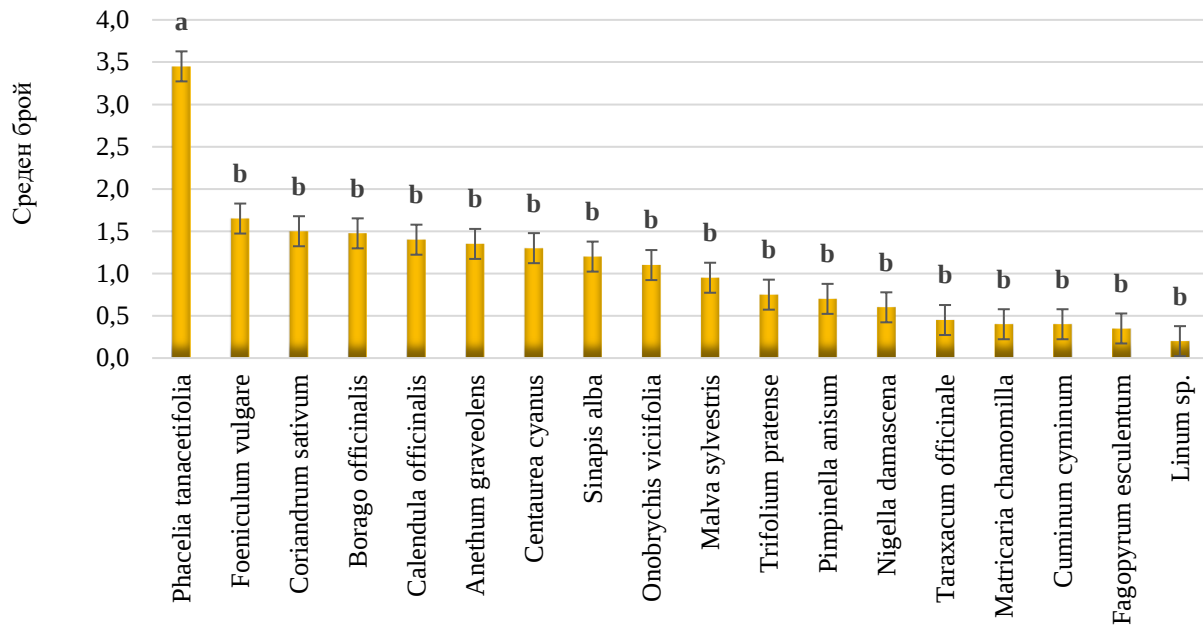
Еднофакторен дисперсионен анализ (one-way ANOVA) на получените резултати и тест на Tukey HSD (Honestly Significant Difference) при ниво на значимост $\alpha = 0,05$ доказват статистически достоверни различия в броя на регистрираните опрашители при отделните цъфтящи видове ($F=4,58$, $p=0,00<0,05$).

Анализът показва, че изследваните растителни видове се разделят в две групи (отбелязани на фиг. 12 с различна буква) в зависимост от способността си да привличат опрашители. Фацелията значително се отличава от останалите, включени в теста цъфтящи растения.

Групата на ентомофагите (предимно хищни видове), посещаващи цъфтящите растения, проявява най-голямо предпочитание към фацелия (*Phacelia tanacetifolia*), детелина (*Trifolium pratense*) и еспарзета (*Onobrychus vicifolia*) (фиг. 13). И при трите растителни вида средният брой на привлечените през вегетацията на 2022 год. хищни насекоми е над 1. Над 0,5 е средният брой привлечени хищници при кориандр, кимион, резене и анасон.

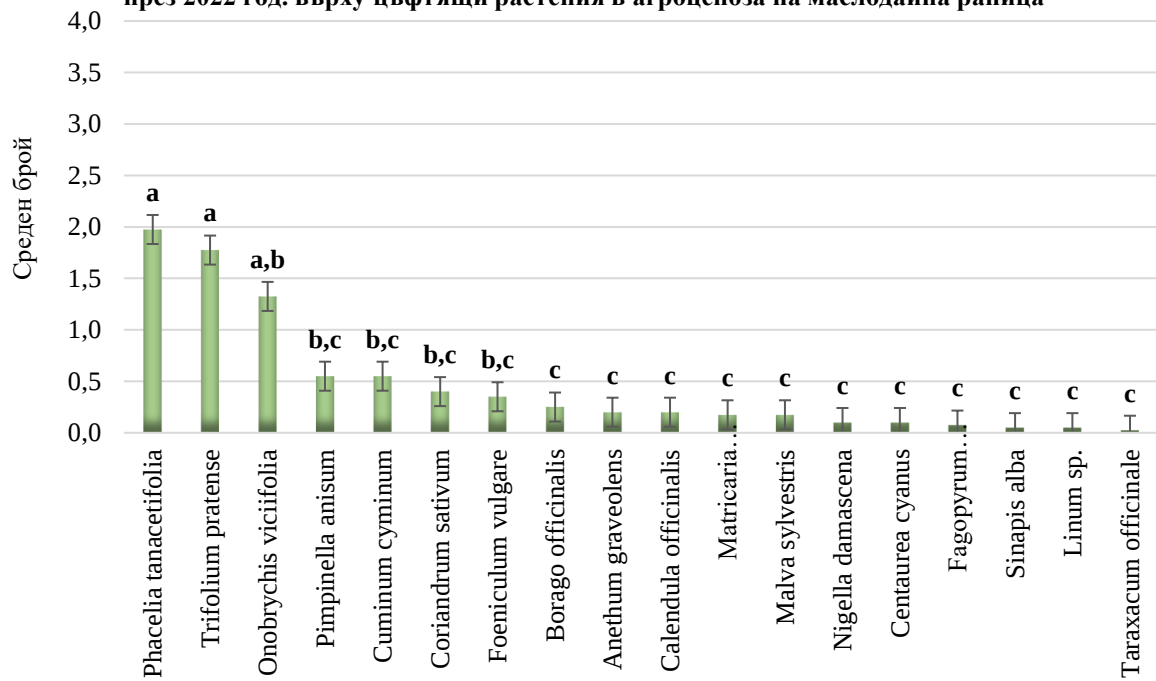
Най-малък брой хищни насекоми (под 5 за целия вегетационен период) са привлекли видовете: глухарче (*Taraxacum officinale*), лен (*Linum* sp.) и бял синап (*Sinapis alba*) – средно под 0,05 броя хищни насекоми за цялата вегетация (фиг. 13).

Фигура 12. Средна популационна плътност на насекоми-опрашители, установена през 2022 год. върху цъфтящи растения в агроценоза на маслодайна рапица



*ANOVA, Tukey's HD (Различните букви означават статистически значимите разлики, доказани с тест на Tukey's ($p < 0.05$))

Фигура 13. Средна популационна плътност на хищни насекоми, установена през 2022 год. върху цъфтящи растения в агроценоза на маслодайна рапица



Резултатите от дисперсионния анализ показват, че установените разлики между отделните цъфтящи видове и способността им да привличат хищници, са статистически доказани ($F=7,608$, $p=0,00<0,05$). Тестваните растения са разделени в 3 групи (фиг. 13), като фацелията и детелината се отличават най-съществено от останалите.

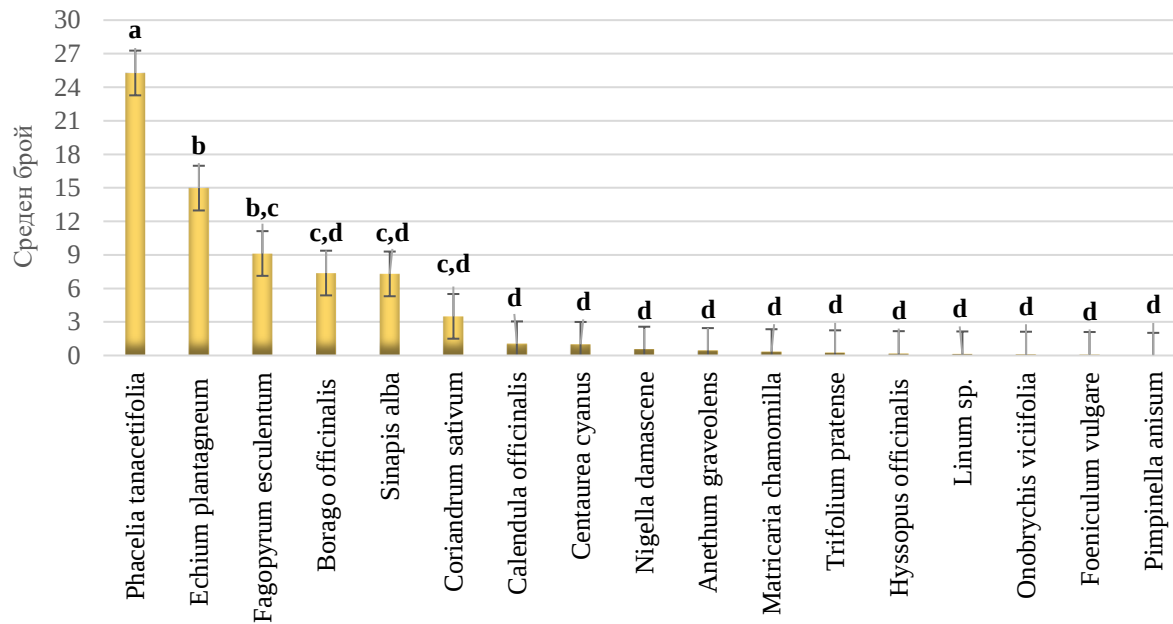
През 2022-2023 год. опитът е изпълнен по същата схема, но при отпадане на 4 от видовете, което означава, че 17 успяват да се развият.

Резултатите през втората експериментална година до известна степен повтарят получените през предходната с тази разлика, че като цяло броят на установените насекоми (най-вече на опрашители), посещаващи цветовете е по-голям. Най-голям брой опрашители са привлечени отново от фацелия (средно 25,28 броя), следвана от живовлеково усойниче (*Echium plantagineum*) (14,98), елда (9,13), бораго (7,38), бял синап (7,30) и кориандър (3,50). Фацелията, борагото и кориандърът затвърждават своето място на видове, имащи добра способност да привличат опрашители (фиг. 14).

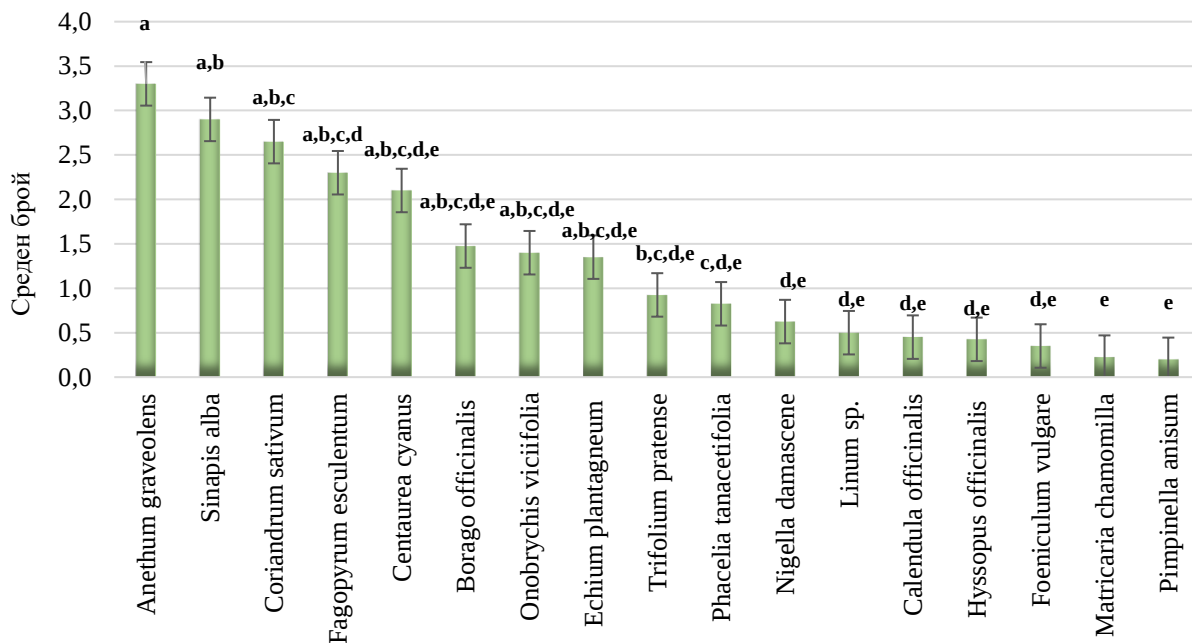
Еднофакторният дисперсионен анализ доказва статистическата значимост на установените различия в броя на установените опрашители при различните цъфтящи видове ($F=20,17$, $p=0,00<0,05$). Тестът за достоверност на разликите между средните стойности разделя цъфтящите растителни видове в 4 групи (фиг. 14).

По отношение на естествените врагове (хищници) се наблюдава известно различие в сравнение с 2022 год. (фиг. 15). Най-голям брой насекоми от тези групи са привлекли копър (*Anethum graveolens*), бял синап (*Sinapis alba*) и кориандър (*Coriandrum sativum*) – съответно 3,3, 2,9 и 2,65 среден брой привлечени насекоми. Бораго и фацелия също попадат в групата на видовете, предпочитани от ентомофагите (фиг. 15).

**Фигура 14. Средна популационна плътност на насекоми-опрашители,
установена през 2023 год. върху цъфтящи растения в агроценоза на маслодайна
рапица**



Фигура 15. Средна популационна плътност на хищни насекоми, установена през 2023 год. върху цъфтящи растения в агроценоза на маслодайна рапица



Анализът на данните показва статистически значимо различие в способността на различните цъфтящи растения да привличат хищници (табл. 44), като се оформят 5 групи, чиито средни стойности имат статистически доказани разлики ($F=6,23$, $p=0,00<0,05$) (фиг. 15).

Анализирането на целия комплекс от насекоми, посещаващи цветовете показва, че разнообразието му е различно при различните цъфтящи растения. През 2022 год. няколко вида растения, бораго (пореч), копър, фацелия и еспарзета, са привлекли насекоми от всички наблюдавани групи, а кориандър, резене и червена детелина, привличат повече от две групи полезни насекоми (табл. 20).

Анализът на данните от 2023 год., представящи способността на различните цъфтящи растения да привличат опрашители от повече от една група, показва, че четири от изследваните видове растения са атрактивни за всички групи наблюдавани насекоми – бораго, елда, фацелия и живовлеково усойниче (табл. 21).

Таблица 20. Списък на най-предпочитаните цъфтящи видове от повечето групи опрашители и хищници, установени през 2022 год.

Растения*	Пчели	Сирфидни мухи	Хищни калинки	Хищни дървеници	Хищни златооочици
<i>A.graveolens</i>	+	+	+	+	+
<i>B. officinalis</i>	+	+	+	+	+
<i>C. sativum</i>	+	+	+		
<i>F. vulgare</i>	+	+	+		
<i>O. viciifolia</i>	+	+	+	+	+
<i>P.tanacetifolia</i>	+	+	+	+	+
<i>T.pratense</i>	+	+	+		

*В оранжево са маркирани видовете растения, които привличат насекоми от всички групи полезни видове, включени в изследването.

Таблица 21. Списък на най-предпочитаните цъфтящи видове от повечето групи опрашители, установени през 2023 год.

Растения*	Сирфидни мухи	Медоносни пчели	Земни пчели	Други опрашители и от разред Hymenoptera	Други опрашители и от разред Diptera	Lepidoptera
<i>B.officinalis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>E.plantagineum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>F. esculentum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>P. tanacetifolia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>S. alba</i>	+	+	+	-	+	+
<i>C. cyanus</i>	+	+	-	+	+	+
<i>T.pratense</i>	-	+	-	-	+	-

*В оранжево са маркирани видовете растения, които привличат насекоми от всички групи опрашители.

Анализирайки по подобен начин видовете, имащи способност да привличат хищни насекоми от по-голям брой семейства, можем да кажем, че 10 от наблюдаваните 17 вида през 2023 год. са атрактивни за повече от една група хищници, обект на мониторинг – хищни калинки, хищни дървеници, златоочици и мекотелки (табл. 22).

Таблица 22. Списък на най-предпочитаните цъфтящи видове от повечето групи хищници, установени през 2021-2023 год.

Растения*	Хищни калинки	Хищни дървеници	Хищни златоочици	Мекотелки
<i>C. sativum</i>	+	+	+	+
<i>A.graveolens</i>	+	+	+	+
<i>C. officinalis</i>	+	+	-	+
<i>S. alba</i>	+	+	-	+
<i>P. tanacetifolia</i>	+	+	-	+
<i>B. officinalis</i>	+	+	-	+
<i>E. plantagineum</i>	+	-	-	+
<i>C. cyanus</i>	+	-	-	+
<i>T. pratense</i>	+	-	-	+
<i>O. viciifolia</i>	+	+	-	+

*В зелено са маркирани видовете растения, които привличат насекоми от всички групи хищници, включени в мониторинга.

Седем от изследваните цъфтящи растения са посещавани от почти всички групи хищници.

В обобщение на получените резултати от експеримента с цъфтящи растителни видове, проведен през 2021-2023 год., и извършения анализ на данните можем да кажем, че три вида цъфтящи растения могат да бъдат препоръчани за създаване на цветни ивици в агроценоза от зимна маслодайна рапица и това са: фацелия (*Phacelia tanacetifolia*), пореч (*Borago officinalis*) и кориандър (*Coriandrum sativum*). Те се отличават като растения, които привличат най-голям брой опрашители и хищници, при това от най-широк кръг таксономични групи.

ИЗВОДИ

На основата на проведените проучвания и получените резултати могат да се направят следните по-важни изводи:

1. Вредната ентомофауна в агроценоза на зимна маслодайна рапица се отличава с богат видов състав, включващ насекоми от 5 разряда, 11 семейства. Доминираща група са видовете от разред Coleoptera, следвани от Hemiptera.
2. Доминиращи видове насекоми-фитофаги, размножаващи се в голяма плътност и атакуващи генеративните органи на рапицата, са рапичния цветояд *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775), шушулковият хоботник *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham 1802) и зелевата шушулкова галица *Dasineura brassicae* (Winnertz, 1853).
3. Калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) с дължина на въглеродната верига C_{14} - C_{20} проявяват добри инсектицидни свойства срещу възрастни на рапичен цветояд и зелева шушулкова галица и са подходяща алтернатива на пиретроидите.
4. Ефикасността на калиевите соли на алифатни карбоксилни

киселини (C₁₄-C₂₀), тествани срещу възрастни на рапичен цветояд зависи от дозата на приложение, варира съответно от 26 % до 91,8 % при доза 2,5 l/ha и от 54,3 до 100% при доза 5 l/ha. Перзистентността продължава до 15 дни след първото третиране.

5. Ефикасността на калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (C₁₄-C₂₀), тествани срещу зелена шушулкова галица варира от 14,3% до 100% при доза 2,5 l/ha и от 45,24% до 100% при доза 5 l/ha. При един от проведените тестове ефикасността на втората доза е по-висока в сравнение с тази на еталонните пиретроиди – делтаметрин и тау-флувалинат.
6. Третирането с калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини (C₁₄-C₂₀) не повлиява негативно добива при рапицата, а при доза 5 l/ha дори се наблюдава леко увеличаване.
7. Ивиците с цъфтящи видове растения в посевите от рапица привличат полезни насекоми и повишават екосистемните услуги, като опрашване и биологичен контрол.
8. Най-голям брой опрашители и през двете години на проучване са установени по фацелия (*Phacelia tanacetifolia*).
9. Най-голям брой хищници през 2022 год. са установени по фацелия, а през 2023 год. – по копър (*Anethum graveolens*).
10. Фацелия, бораго (пореч) (*Borago officinalis*), кориандър (*Coriandrum sativum*), бял синап (*Sinapis alba*), копър (*Anethum graveolens*), невен (*Calendula officinalis*) и еспарзета (*Onobrychis vicifolia*) са растителните видове, чиито цветове привличат опрашители и хищници от най-широк кръг семейства.
11. Три вида цъфтящи растения могат да бъдат препоръчани за създаване на цветни ивици в агроценоза от зимна маслодайна рапица и това са: фацелия (*Phacelia tanacetifolia*), бораго (*Borago officinalis*) и кориандър (*Coriandrum sativum*).

СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни приноси с оригинален характер

- За първи път в България е установен ефекта на продукти, съдържащи калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) срещу рапичен цветояд *Brassicogethes aeneus* и зелева шушулкова галица *Dasineura brassicae*.
- Установено е, че калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) с дължина на въглеродната верига C₁₄-C₂₀ проявяват добри инсектицидни свойства срещу възрастни на рапичен цветояд и зелева шушулкова галица и са подходяща алтернатива на пиретроидите.
- Установено е, че ефикасността на калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) (C₁₄-C₂₀) срещу възрастни на рапичен цветояд и зелева шушулкова галица зависи от дозата на приложение и може да достигне 100% при доза 5 l/ha, като перзистентността продължава до 15 дни след третиране.
- За първи път у нас е установено, че третирането с калиеви соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) (C₁₄-C₂₀) е напълно безопасно за зимната рапица и не повлиява негативно добива на културата, а в някои случаи го повишава.
- За първи път в България се проучва ролята на цъфтящи видове растения за повишаване на екосистемни услуги, като опрашване и биологичен контрол, в агроценоза на зимна маслодайна рапица.
- Установено е, че фацелия (*Phacelia tancetifolia*), бораго (пореч) (*Borago officinalis*), кориандър (*Coriandrum sativum*), бял синап (*Sinapis alba*), копър (*Anethum graveolens*), невен (*Calendula officinalis*) и еспарзета (*Onobrychis vicifolia*) са растителните

видове, чиито цветове привличат опрашители и хищници от най-широк кръг семейства.

- Три вида фацелия (*Phacelia tanacetifolia*), бораго (*Borago officinalis*) и кориандр (*Coriandrum sativum*) могат да бъдат препоръчани за създаване на буферни ивици от цъфтящи видове растения в агроценоза от зимна маслодайна рапица.

Приноси с приложен характер

- Доказано е, че калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) с дължина на въглеродната верига C₁₄-C₂₀ са подходяща алтернатива на пиретроидните ПРЗ и инструмент за управление на резистентността.
- Калиевите соли на алифатни карбоксилни киселини (мастни киселини) могат да намерят практическо приложение при разработване на схеми за ИРЗ при производството на зимна маслодайна рапица. Дългата перзистентност ги прави подходящи за прилагане в критичните фази на културата.
- Резултатите от проучванията за ролята на цъфтящи видове растения в рапичен посев могат да намерят практическо приложение при създаването на ивици от такива растения, подпомагащи полезната ентомофауна в агроценозата.

ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Ivanov, A., A. Harizanova, 2022. The use of ammonium sulphate has an adjuvant effect on the productivity of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Scientific Papers. Series A. Agronomy 65 (2), 231-238.

https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_2/Art30.pdf

Ivanov, A., A. Harizanova. 2022. The effect of the carboxyl fatty acids as a biological control product against *Brassicoglyphus aeneus* F. on canola. Scientific Papers. Series A. Agronomy 65 (1), 379-385.

https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_1/Art55.pdf

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД	2
1. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ	4
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ	4
2.1. Видов състав на вредна и полезна ентомофауна по зимна рапица в района на град Пловдив	4
2.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд <i>Brassicogethes aeneus</i>	5
2.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица <i>Dasineura brassicae</i>	7
2.3. Влияние на цъфтящи растителни видове върху полезната ентомофауна по зимна рапица	8
3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ	12
3.1. Вредна и полезна ентомофауна по зимна маслодайна рапица в района на гр. Пловдив	12
3.2. Изпитване на екологосъобразни средства за контрол на рапичен цветояд <i>Brassicogethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)	22
3.3. Изпитване на екологисъобразни средства за контрол на зелева шушулкова галица <i>Dasineura brassicae</i> (Winnertz, 1853)	32
3.4. Влияние на цъфтящи растителни видове върху полезната ентомофауна по зимна маслодайна рапица	39
ИЗВОДИ	49
СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	51
Научни приноси с оригинален характер	51
Приноси с приложен характер	52
ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	53