

SPRAWOZDANIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2019 roku
na rzecz rolnictwa ekologicznego

Kierownik Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Koordynator projektu: dr hab. Eligio Malusá prof. IO

Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania nad innowacyjnymi metodami ochrony upraw sadowniczych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem upraw jagodowych.

na podstawie § 8 ust.1 pkt 2, ust.2 pkt 2 i ust.10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z 2016 r. poz. 1614, z 2017 r. poz.1470)

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
z dnia 24.04.2019 r., nr PJ.re.027.5.2019

DYREKTOR
INSTYTUTU OGRODNICTWA

.....
dr hab. Dorota Konopacka, prof. IO

Wykonawcy: dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusá prof. IO, mgr Wojciech Piotrowski, mgr Witold Danelski, Pracownicy Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami, Pracowni Analiz Chemicznych i inni, członkowie grupy BrzostEko z siedzibą w Brzostówce, członkowie Stowarzyszenia Producentów Żywności Metodami Ekologicznymi EKOLAND i indywidualni producenci, dr Łukasz Guz i dr hab. Grzegorz Łagód Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, dr Danuta Solecka i dr hab. Anna Szakiel Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, dr hab. Cezary Tkaczuk Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, dr Tomasz Miśkiewicz Zakład Doświadczalny CHEMIPAN w Warszawie

Skierniewice, 2019

Wstęp i cel badań

Nadrzędnym celem badań prowadzonych w ramach projektu było zaproponowanie producentom owoców w ekologicznym systemie, różnych, w tym holistycznych metod zwalczania wybranych szkodników:

- pędraki na truskawce, realizowanych w ramach **Zadania 1**,
- nasionnic uszkodzających owoce czereśni, wiśni, róży pomarszczonej i rokitnika w ramach **Zadania 2**,

w celu uzyskiwania wyższych i lepszej jakości plonów.

Zaplanowane w projekcie doświadczenia prowadzono na plantacjach i przy współpracy producentów truskawki z **Grupy producentów produktów ekologicznych BrzostEko z Brzostówki**, z producentami owoców róży pomarszczonej, między innymi w **gospodarstwie ekologicznym Bożeny i Ryszarda Jaszczowskich, którzy należą do Polskiej Izby Produktu Regionalnego i Lokalnego oraz Stowarzyszenia Producentów Żywności Metodami Ekologicznymi EKOLAND, na plantacjach dr Mirosława Anagielczyka – Dary Natury, Agnieszki Michalskiej - Róża Polska** oraz na plantacjach rokitnika między innymi **Piotra Dibowskiego, Grzegorza Maryniowskiego - BioGrim, Stanisława Trzonkowskiego** największego plantatora rokitnika w Polsce, co umożliwiło również bezpośrednie przekazywanie wyników badań i wprowadzanie ich bezpośrednio do produkcji w zainteresowanych jednostkach.

Larwy owadów żyjące w glebie, między innymi larwy chrząszczy, wyrządzają duże szkody w produkcji roślinnej. Pomimo, iż przez lata opracowywano i stosowano już wiele metod walki ze szkodnikami żyjącymi w glebie to nadal ich populacja jest liczna i powodują one liczne szkody zarówno w uprawach ogrodniczych, jak w leśnictwie. Szkody wyrządzone w naszym kraju przez pędraki, głównie larwy chrząszcza majowego – notowane są w większości rejonów, w różnych uprawach, ale szczególnie niebezpieczne są w uprawach truskawki. Problem ograniczania liczebności, zarówno chrząszczy chrząszcza majowego, jak i jego larw (pędraków) należy do najtrudniejszych zagadnień ochrony roślin w uprawach sadowniczych, szczególnie w produkcji ekologicznej. Głównym celem Zadania 1 realizowanego w projekcie było określenie przydatności innowacyjnych metod ograniczania różnych stadiów rozwojowych (larw i osobników dorosłych - chrząszczy) chrząszcza majowego w uprawach truskawek. W bieżącym sezonie prowadzono badania nad dostosowaniem 3 modeli prognozowania początku wylotu chrząszczy do warunków Polski, co może zwiększyć efektywność stosowanych pułapek do odłowu osobników dorosłych. Prowadzono również badania nad zastosowaniem metody „Attract and kill” („Przywab i zabij”) do ograniczania osobników dorosłych i larw z wykorzystaniem czynników biologicznego zwalczania, roztworów roślinnych wykazujących działanie allelopatyczne oraz dwutlenku węgla. Wykonano również próbę określenia substancji lotnych wydzielanych przez korzenie roślin truskawki, zarówno uszkodzonych przez pędraki jak i nieuszkodzonych oraz określono skład fenolowy i triterpenoidowy badanych alkoholowych ekstraktów roślinnych i biostymulację wzrostu roślin pod wpływem badanych ekstraktów. Przeprowadzono również badania pilotażowe nad określeniem spasożytozowania chrząszczy chrząszcza majowego oraz jego larw przez parazytoidy lub pasożyty.

Wychodząc naprzeciw potrzebom producentów roślin sadowniczych i prozdrowotnych: czereśni, wiśni, róży pomarszczonej (*Rosa rugosa*) i rokitnika zwyczajnego (*Hippophae rhamnoides*) w systemie ekologicznym w rozwiązywaniu problemów ze szkodnikami uszkodzającymi owoce (nasionnice), w zadaniu 2 prowadzono monitoring występowania szkodników szczególnie nasionnic: trześniówki (*Rhagoletis cerasi*), wschodniej (*Rhagoletis*

cingulata) na czereśni i wiśni, różówki (*Rhagoletis alternata*) na róży pomarszczonej i rokitnikowej (*Rhagoletis batava*) na rokitniku oraz możliwości ich ograniczania i zwalczania. Prowadzono również badania nad występowaniem innych szkodników takich jak mszyce czy szkodliwe roztocza przede wszystkim na plantacjach malin. Prowadzono również badania nad znalezieniem odpowiednich substancji, które oddziaływałyby niekorzystnie na wybrane szkodniki, przyniosłoby wyraźną poprawę i zwiększyły opłacalność produkcji niektórych owoców.

ZADANIE 1

Określenie przydatności innowacyjnych metod ograniczania różnych stadiów rozwojowych (larw i osobników dorosłych - chrząszczy) chrabąszcza majowego w uprawach truskawek.

Celem zadania było zastosowanie i ocena przydatności metod opartych na zasadzie „Attract and kill” („Przywab i zabij”) w stosunku do osobników dorosłych z wykorzystaniem pułapek świetlnych, a w stosunku do pędraków – dwutlenku węgla lub alkoholowych roztworów roślinnych uzyskanych z gryki, szałwii, nagietka i mniszka lekarskiego oraz czynników biologicznego zwalczania (grzybów entomopatogenicznych). Aby zrozumieć, która substancja chemiczna jest głównym związkiem indukującym reakcję pędraka, w zadaniu określono również skład fenolowy i triterpenoidowy dla poszczególnych wyciągów roślinnych i analizę wpływu stosowania takich substancji na wzrost roślin truskawek. Podjęto także próbę zbadania substancji lotnych wydzielanych przez korzenie truskawek. Przeprowadzono badania pilotażowe nad określeniem spasożytowania owadów dorosłych i pędraków przez ich naturalnych wrogów.

1A. Dostosowanie modelu prognozowania początku wylotu chrząszczy chrabąszcza majowego

W celu precyzyjnego wyznaczenia terminu lotu osobników dorosłych chrabąszcza majowego podjęto prace nad wykorzystaniem i dostosowaniem modeli predykcyjnych (modele matematyczne) opracowanych przez Decoppet (1920), Horber (1955) i Richter (1969) opartych na sumie temperatur efektywnych. Wyznaczenie terminu rozpoczęcia lotu osobników dorosłych, pozwoli na terminowe wywieszanie i stosowanie pułapek, a tym samym podniesienie skuteczności tej metody. Precyzyjne wyznaczenie rozpoczęcia lotu może także ułatwić podjęcie decyzji o wykonaniu zabiegów zwalczających osobniki dorosłe chrabąszcza majowego, zwłaszcza środkami, które wpływają na płodność samic. Model Decoppeta przewiduje pojawienie się chrabąszczy, gdy tylko suma temperatur przekroczy 355 stopni, sumując średnie dzienne temperatury powietrza od 1 marca i zakładając, że tzw. „zero fizjologiczne” (próg termiczny po którym rozpoczyna się rozwój szkodnika) wynosi 0°C. Według Horbera (1955) pojawienie się chrabąszcza inicjowane jest w $256,3 \pm 16,3$ stopniodni sumowanych od 1 marca, ale przy założeniu progu termicznego 8°C. A Richter (1969) postawił hipotezę o ujemnej liniowej zależności między niezbędnym do rozwoju czasem spędzonym w glebie, a wymaganą sumą temperatur dla pojawienia się dorosłych osobników to $273,5 \pm 5,39^\circ\text{C}$ stopniodni, przy założeniu progu 7,7°C.

W celu określenia sumy temperatur efektywnych w wyznaczonych lokalizacjach (Brzostówka region wschodni i Nowy Dwór rejon środkowy kraju) zainstalowane zostały stacje meteo do rejestracji temperatury i wilgotności powietrza (Fot. 1). W tych samych lokalizacjach

zostały również rozmieszczone pułapki naziemne (Fot. 2) do obserwacji wylotu chrząszczy z gleby



Fot.1. Mini stacja Meteo



Fot. 2. Pułapka naziemna do odłowu chrząszczy chrząszcza majowego

Dane o temperaturze i wilgotności powietrza dla obu lokalizacji zestawiono w Tabeli 1. Natomiast w Tabeli 2 przedstawiono prognozowane daty pojawu chrząszczy chrząszcza majowego według badanych modeli, a w Tabeli 3 i 4 faktyczne wyloty chrząszczy.

Tabela 1. Dane meteorologiczne w 2019 roku z lokalizacji w których prowadzono obserwacje

Data	Brzostówka		Nowy Dwór	
	Temp. powietrza [°C]	Wilgotność [%]	Temp. powietrza [°C]	Wilgotność [%]
2019-03-01	2,7	78,5	1,2	89,2
2019-03-02	-3	71,3	-1,1	63,7
2019-03-03	1,6	81	4,6	89,4
2019-03-04	10,5	64,1	11,7	65,2
2019-03-05	6,2	74	6,6	64,6
2019-03-06	4,5	73,8	5,2	74,8
2019-03-07	7,4	62,9	8,4	58,5
2019-03-08	10,6	60,5	9,6	60,3
2019-03-09	6,7	74,1	6	81,9
2019-03-10	6	74,9	5,3	76,7
2019-03-11	4	83,8	2,4	92,9
2019-03-12	1,5	75,9	2	78,8
2019-03-13	1,8	77,3	3,7	69,1
2019-03-14	4,1	79,1	5	76,6
2019-03-15	4,9	87,5	5,4	90
2019-03-16	5,7	71,8	6,1	70,6
2019-03-17	9,9	72,6	10,1	72,7
2019-03-18	6	86,2	6,7	68,2
2019-03-19	3,7	74,1	3,9	74,4
2019-03-20	2,4	78,2	4,8	70,4
2019-03-21	5,6	75	9,3	64,1
2019-03-22	8,3	85,4	9,1	84,8
2019-03-23	4,5	66,9	8,1	74,9
2019-03-24	6,6	64,7	7,4	66

2019-03-25	4,9	77,7	4,7	73,9
2019-03-26	3,5	81,1	2,1	90
2019-03-27	2,4	69,4	3,7	66,9
2019-03-28	5,7	79,7	7,8	80,7
2019-03-29	5,6	80,9	7,7	83,3
2019-03-30	7,7	80,1	9,9	76,1
2019-03-31	8,8	69,2	9,7	66,3
2019-04-01	4,3	59,5	3,8	56,6
2019-04-02	5,4	42,9	5,9	37,5
2019-04-03	9,4	30,8	9,6	32,7
2019-04-04	11,5	36,3	11,1	38,7
2019-04-05	12,5	43	12,5	46,4
2019-04-06	10,1	64,3	11,5	52,8
2019-04-07	9,3	84,9	9,2	75,7
2019-04-08	8,4	76,7	10,5	65,5
2019-04-09	8,8	70,3	6,3	68,9
2019-04-10	6,3	60,4	4,2	55,4
2019-04-11	3,5	89,2	3,5	60,4
2019-04-12	3,3	82	3,4	58,3
2019-04-13	6,2	70,9	3,1	80,4
2019-04-14	8,1	45,5	7,9	44,5
2019-04-15	4,1	57,8	5,9	45,4
2019-04-16	3,4	77,1	5,3	61,5
2019-04-17	9,4	73,8	10,9	54,8
2019-04-18	9,5	68,4	11,7	53
2019-04-19	10,2	58,1	12,6	46,1
2019-04-20	10,2	57,4	11,5	48,6
2019-04-21	10,8	63,2	10,8	55,6
2019-04-22	10,8	71,6	10,6	70,2
2019-04-23	13,2	39,6	13,5	37,8
2019-04-24	14,4	52	14,7	48
2019-04-25	17,4	60,2	18	59
2019-04-26	18,2	64,9	19,3	60
2019-04-27	15,4	75,2	13,8	79
2019-04-28	10,7	96,5	10,7	86,6

Tabela 2. Przewidywane daty pojawu chrząszczy chrabąszcza majowego w poszczególnych modelach prognostycznych

Data wylotu chrząszczy przewidywana w modelu:			Wilgotność [suma] w dniach, w których przewidziano wylot chrząszczy w poszczególnych modelach		
Decoppet	Horber	Richter			
Brzostówka					
24-04-2019			3867,9		
	26-04-2019			3932,7	
		27-04-2019			4007,9
	28-04-2019			4104,4	
Nowy Dwór					
2019-04-21			3453,9		
	2019-04-24			3610,0	
	2019-04-25	2019-04-25		3669,0	3669,0

Tabela 3. Odłowiony chrząszczy w izolatorach naziemnych w Brzostówce i Nowej Woli w 2019 roku

Data	Płeć	Liczba odłowionych chrząszczy w poszczególnych izolatorach				Razem
		Brzostówka I	Brzostówka II	Nowa Wola	Brzostówka III	
4.05	samice	0	0	0	0	0
	samce	1	0	0	0	1
8.05	samice	2	0	0	1	3
	samce	6	0	0	0	6
17.05	samice	37	0	0	3	40
	samce	31	2	2	3	38
21.05	samice	0	0	0	0	0
	samce	1	0	0	0	1
25.05	samice	2	0	0	0	2
	samce	0	0	0	0	0
30.05	samice	1	0	0	0	1
	samce	0	0	0	0	0
Razem		81	2	2	7	92

Tabela 4. Odłowiony chrząszczy w izolatorach naziemnych w Nowym Dworze w 2019 roku

Data	Płeć	Liczba odłowionych chrząszczy w poszczególnych izolatorach		Razem
		Nowy Dwór I	Nowy Dwór II	
6.05	samice	10	11	21
	samce	13	18	31
14.05	samice	54	49	103
	samce	66	53	119
23.05	samice	13	7	20
	samce	9	4	13
27.05	samice	1	2	3
	samce	0	3	3
Razem		166	147	313

Po analizie danych meteorologicznych z rejonu wschodniej Polski (Brzostówka, Nowa Wola k/Lubartowa), gdzie również ustawiono pułapki naziemne i porównaniu ich z badanymi modelami prognostycznymi, można wnioskować, że w 2019 roku lot chrząszczy chrabąszcza majowego na tym terenie powinien rozpocząć się według modelu Decoppet 24 kwietnia, modelu Horber – najwcześniej 26 kwietnia, a najpóźniej 28 kwietnia, natomiast wg modelu Richter – 27 kwietnia. W izolatorach naziemnych ustawionych na tym terenie pierwsze osobniki chrabąszcza odłowiono 4 maja. Jednak obserwacje prowadzone przez plantatorów wykazały, że chrząszcze były już obecne ok. tydzień wcześniej. Prawdopodobnie izolatory naziemne ustawione były w miejscach, w których nieco później gleba osiągnęła temperaturę, w której chrząszcze przemieszczają się z dolnych warstw gleby do górnych w celu wylotu. Dlatego też w przyszłych badaniach warto wziąć pod uwagę inne parametry takie jak temperatura i wilgotność gleby.

W drugiej lokalizacji – Nowy Dwór (centralna Polska) suma temperatur efektywnych wartości wyznaczonych przez modele osiągnęła: według modelu Decoppet 21 kwietnia, Horber –

najwcześniej 24 kwietnia, a najpóźniej 25 kwietnia, a Richter – 25 kwietnia, ale w izolatorach naziemnych pierwsze chrząszcze odnotowano w dniu 6.05. jednocześnie notując dużą ich liczbę - 52 (Tab. 4). Przyczyny rozbieżności mogą być podobne jak w poprzedniej lokalizacji. Porównując sumaryczną wilgotność powietrza w obu lokalizacjach, do dnia wyznaczonego przez modele, wyraźnie widać, że suma wilgotności w Nowym Dworze jest niższa niż w Brzostówce (Tab. 2). Możemy tu założyć, że wilgotność gleby nie była wystarczająca, aby chrząszcze swobodnie mogły wyjść z gleby.

Podsumowując, można stwierdzić, że badane modele po dostosowaniu do polskich warunków, mogą być przydatne do prognozowania terminu wylotu chrząszczy, ale wygląda na to, że w naszych warunkach modele prognostyczne powinny uwzględniać także inne parametry takie jak wilgotność i temperaturę gleby.

Warty odnotowania jest fakt, iż w obu lokalizacjach w początkowym okresie lotu chrząszczy (Brzostówka do 8.05.19, a Nowy Dwór do 14.05.19) liczbowo przeważały samce, co potwierdzają również doniesienia literaturowe.

1B. Zastosowanie i ocena metody „Attract and kill” do ograniczania osobników dorosłych

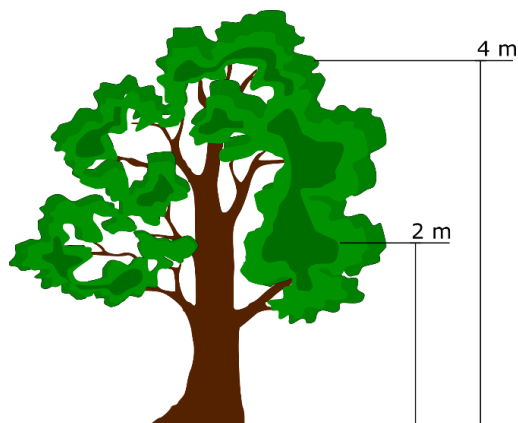
W celu wykorzystania i oceny metody „Attract and kill” w stosunku do osobników dorosłych zastosowano pułapki świetlne typu samolówki opracowane przez wykonawców projektu (Fot. 3), w których dodatkowo umieszczono czynnik biologicznego zwalczania w postaci zarodników grzybów *B. brongniartii* namnożonych na ziarnie w dawce 300 g/pułapkę, wyłożonych na substancję zdolną do zatrzymywania wilgoci w ilości 100 g/pułapkę, w celu efektywnego rozmnażania się i przeżywania grzybów. System bazuje na koncepcji, że chrząszcze zwabione światłem mogą być porażane przez czynniki biologicznego zwalczania, co może przyczyniać się do przenoszenia i infekowania nimi innych chrząszczy. Pułapki rozmieszczono w dwóch lokalizacjach Brzostówka woj. lubelskie i Nowy Dwór woj. łódzkie w każdej po 10 szt. Pułapki zawieszano na drzewach (w szczególności dębach) w pobliżu plantacji truskawek. W każdej lokalizacji co 4 dni wymieniano źródło zasilania lamp.



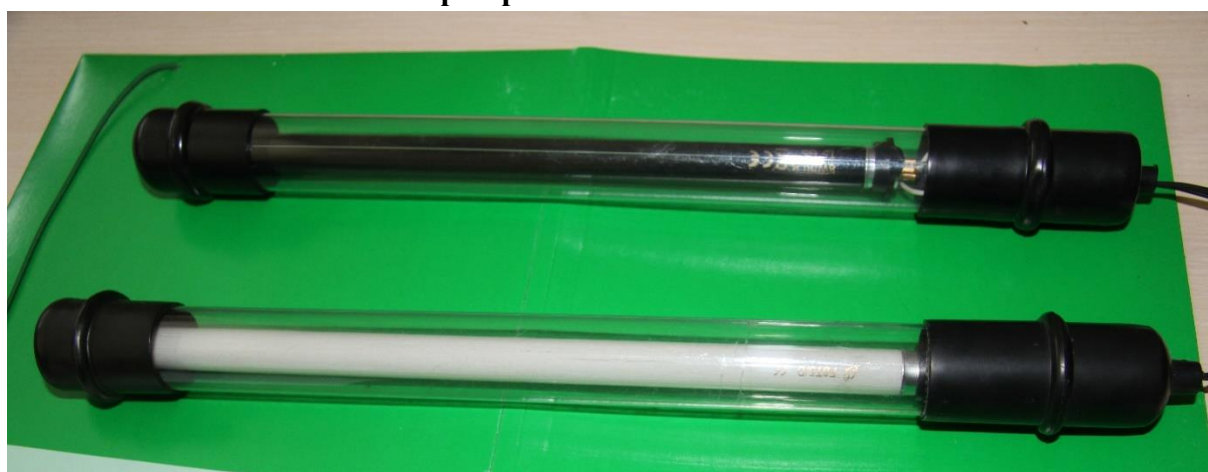
Fot. 3. Pułapka świetlna z czynnikami biologicznego zwalczania oraz odłowione chrząszcze w pułapce kontrolnej

Dodatkowo w tych samych lokalizacjach, rozwieszono również pułapki kontrolne w celu sprawdzenia, ile chrząszczy można w ten sposób zwabić do pułapek. Kontroli pułapek dokonano od 4 do 6 razy w okresie lotu chrząszczy. W lokalizacji Brzostówka wywieszono pułapki z lampą typu świetlówka UV zasilanie 12V, 8W emitującą światło białe różnicując

wysokość zawieszenia ich na drzewie ok. 2m i 4 m nad ziemią (Fot. 4). Natomiast w lokalizacji Nowy Dwór oprócz różnicy w zawieszaniu pułapek na drzewie, zróżnicowano również kolor emitowanego światła przez lampy – zastosowano świetlówki emitujące światło białe i czarne (Fot. 5).



Fot. 4. Schemat rozmieszczenia pułapek na drzewie



Fot. 5. Lampy typu świetlówka UV emitująca światło czarne (na górze), jasne (na dole), zasilanie 12V zastosowane w pułapkach

Tabela 5. Liczba odłowionych chrząszczy chrabąszcza majowego w pułapki świetlne

Brzostówka					Nowy Dwór						
Data	Płeć	Liczba odłowionych chrząszczy			Data	Płeć	Liczba odłowionych chrząszczy				
		WB	NB	Razem			WB	WC	NC	NB	Razem
4.05	samice	0	0	0	14.05	samice	42	152	12	10	216
	samce	10	0	10		samce	160	221	28	21	430
8.05	samice	2	0	2	23.05	samice	25	194	5	3	227
	samce	13	0	13		samce	482	324	36	28	870
17.05	samice	35	35	70	27.05	samice	11	19	2	1	33
	samce	150	59	209		samce	17	45	4	1	67
21.05	samice	4	6	10	3.06	samice					0
	samce	96	29	125		samce	2	4	3	1	10
25.05	samice	0	1	1	Razem		739	959	90	65	
	samce	28	21	49							
30.05	samice	0	3	3							
	samce	1	16	17							
Razem		339	170								

W – wysoko; N – nisko;

B – lampy emitujące światło białe; C – lampy emitujące światło ciemne

Z otrzymanych wyników można stwierdzić, że wszystkie pułapki kontrolne efektywnie odławiały chrząszcze chrabąszcza majowego. Jednak zarówno w Brzostówce jak i Nowym Dworze pułapki wiszące na wysokości 4 m odłowiły znacznie więcej chrząszczy niż wiszące na wysokości 2 m. Również odnotowano różnice w liczbie odłowionych chrząszczy w pułapkach z lampą emitującą ciemne światło (1048 szt.) niż z lampą emitującą jasne (804 szt.) (Tab. 5). W obu lokalizacjach i we wszystkich terminach obserwacji w odłowionych chrząszczach notowano więcej samców niż samic.

Ze względu na to, że w pułapkach kontrolnych odławiano dużą liczbę chrząszczy można przypuszczać, że również intensywnie chrząszcze odwiedzały pułapki z czynnikami biologicznego zwalczania.

Ocena efektu porażenia chrząszczy przez grzyby entomopatogeniczne

Doświadczenie laboratoryjne

Ponieważ trudno jest w warunkach naturalnych ocenić efekt porażenia przez grzyby owadobójcze chrząszczy w stosowanych pułapkach, przeprowadzono doświadczenie laboratoryjne.



Fot. 6. Klatki hodowlane i pojemniki, w których przebywały chrząszcze

Doświadczenie założono w insektarium ZORpSz w Skierniewicach i wykonano go w trzech seriach. W Serii I wykorzystano populację chrząszczy pozyskaną z miejscowości Brzostówka w 17.05.2019 roku, natomiast w Serii II i III populację z Nowego Dworu w dniu 20.05 i 24.05.2019 roku odpowiednio. Doświadczenie założono w 3 lub 4 powtórzeniach. W Serii I i II kombinacje stanowiły 4 x 5 chrząszczy = 20 szt., a w Serii III - 3 x 9 chrząszczy = 27 szt.. Chrząszcze przed wypuszczeniem do klatek hodowlanych przebywały 10 i 15 min w pojemnikach, w których były podobnie jak w pułapkach świetlnych, czynniki biologicznego zwalczania (Fot. 6). Następnie były wpuszczone do klatek do których, co drugi dzień wkładano świeże gałęzie z liśćmi dębu.

Wykaz stosowanych kombinacji:

1. Kontrola – samice + samce „czyste”
2. Samice „porażone” + samce „czyste”
3. Samce „porażone” + samice „czyste”
4. Samice + Samce „porażone”

„czyste” – chrząszcze bez przebywania w pojemnikach z CBZ

„porażone” – chrząszcze przebywające 10 lub 15 min w pojemnikach z CBZ

Dwa razy w tygodniu klatki przeglądano i wybierano martwe chrząszcze. Wszystkie martwe chrząszcze sukcesywnie przekładano do odpowiednich pojemników w celu zabezpieczenia optymalnych warunków do rozwoju grzybów. Końcowej oceny efektywności działania

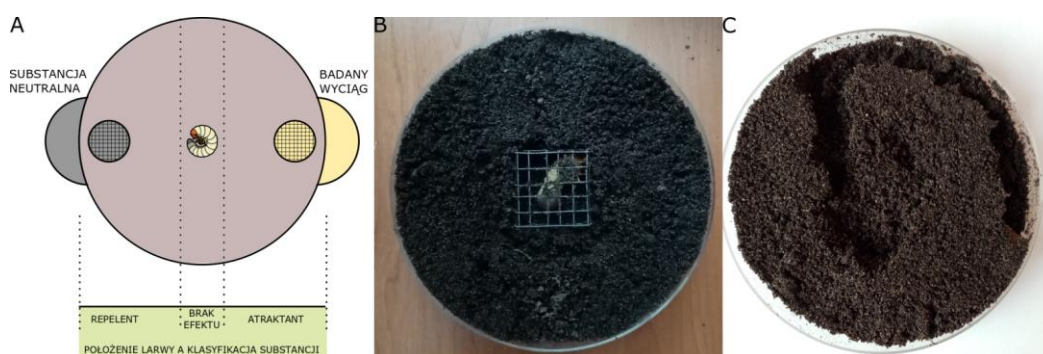
grzybów owadobójczych dokonano 26.06.2019 roku, ale w żadnej z kombinacji nie stwierdzono obecności grzybów z gatunku *Beauveria brongniartii*. Negatywny wynik tego doświadczenia nie eliminuje jednoznacznie metody, w której zastosowano pułapki świetlne z grzybami owadobójczymi, ponieważ trudno jest jednoznacznie ustalić czas przebywania chrząszczy w pułapce, albo ilość zarodników wytworzonych przez grzyby w pułapce, a także czas potrzebny do efektywnej infekcji chrząszczy.

1C. Zastosowanie i ocena metody „Attract and kill” do ograniczania larw (pędraków)

Nowatorska metoda „Attract and kill”, która w przyszłości może być stosowana w warunkach polowych wymaga wykonania badań laboratoryjnych w celu potwierdzenia i oceny jej działania. W bieżącym roku określano właściwości allelopatyczne roztworów roślinnych oraz współdziałanie z czynnikami biologicznego zwalczania – *B. brongniartii* (Melocont). Ekstrakty alkoholowe przygotowano z roślin gryki (*Fagopyrum esculentum*), nagietka (*Calendula officinalis*), szalwii (*Salvia officinalis* sp.) i mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*) (tylko korzenie). Po przygotowaniu odpowiednich materiałów roślinnych zalano je w stosunku 1:5 przygotowanym roztworem wodno-alkoholowym (1:2 v/v).

Ocena działania wybranych ekstraktów roślinnych – doświadczenie laboratoryjne (szalkowe).

Krótkotrwałą odpowiedź pędraków chrabąszcza majowego na wybrane substancje podstawowe stosowane w formie ekstraktów roślinnych zweryfikowano w doświadczeniu laboratoryjnym. Testowano wpływ ekstraktów z: gryki, szalwii, mniszka lekarskiego i nagietka zarówno w formie nierozcieńczonej jak i rozcieńczonej (1:5, v/v). Do testu wykorzystano szalki plastikowe, w których, w wieczku naprzeciw siebie przy brzegu szalki (w jednakowej odległości od środka szalki) wywiercono otwory o średnicy 25 mm, które następnie zabezpieczono siatką PCV (schemat na fot 7a). Szalki napełniano wilgotną ziemią. Na środku każdej z szalki, w metalowej klatce umieszczano pędraka chrabąszcza majowego (stadium L₃). Po minimum 15 godzinnej inkubacji w ciemności w temperaturze około 22°C przystępowano do eksperymentu (szalka z pędrakiem, tuż przed rozpoczęciem właściwego eksperymentu – fot 7b). Pędraka uwalniano z klatki, szlakę obracano do góry dnem, a pod otworami umieszczano mniejsze szalki zawierające ok. 30 µl badanej substancji lub oleju silikonowego, który jak dowodzą publikacje naukowe stanowi dla pędraków chrabąszcza majowego substancję obojętną. Po godzinnej inkubacji w ciemności w temperaturze 22°C odnotowywano pozycję pędraka i na jej podstawie określano stosunek larwy do badanego ekstraktu (schemat na fot 7c, korytarz powstały po wędrówce pędraka w odpowiedzi na badany ekstrakt).



Fot 7. Schemat testowanego układu (7a), szalka z pędrakiem tuż przed rozpoczęciem właściwego eksperymentu (7b) oraz korytarz powstały po wędrówce pędraka w odpowiedzi na jeden z badanych ekstraktów (7c)

Jednocześnie prowadzono obserwację ok. 15 larw chrabąszcza majowego. Dla każdego wariantu przetestowano minimum 45 osobników (3 powtórzenia po 15 larw każde). Wyniki eksperymentów zestawiono w Tabeli 6.

Tabela 6. Ocena właściwości wabiących lub odstraszających stosowanych wyciągów roślinnych na podstawie testów szalkowych

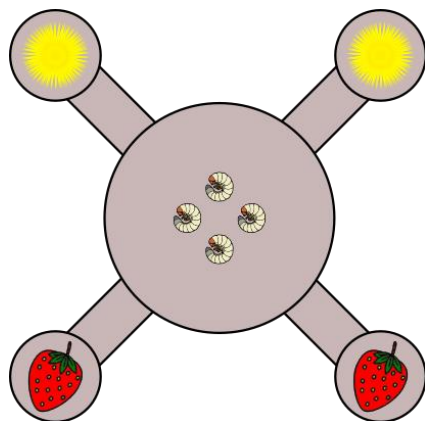
Testowana substancja	Klasyfikacja substancji na podstawie położenia pędraka		
	Atraktant	Brak efektu	Repellent
Wyciąg z:			
mniszka lekarskiego	13	19	13
szałwii	19	15	11
gryki	11	14	20
nagietka	21	11	13
Rozcieńczony (1:5 w wodzie) wyciąg z:			
mniszka lekarskiego	12	14	19
szałwii	14	13	18
gryki	14	10	21
nagietka	10	20	15
alkohol (stężenie identyczne jak w wyciągu nierozcieńczonym)	21	18	6
Razem	135	134	136

Analiza wyników pokazuje, że ok. 67% pędraków zareagowało na ekstrakty roślinne, chociaż brak jest wyraźnych różnic w ich zachowaniu, rozpatrując każdy ekstrakt oddzielnie, niezależnie od stężenia badanych wyciągów. Jednak wydaje się, że istnieje pewien trend jeśli chodzi o roztwór gryki, która jest proponowana jako jedna z upraw mająca negatywny wpływ na rozwój tego szkodnika. W obydwu badanych rozcieńczeniach odnotowano odstraszanie 44,4%-44,6% badanych pędraków. Pozostałe z testowanych wyciągów mogły być klasyfikowane odmiennie w zależności od testowanych stężeń. Wabiący efekt wywoływał również sam roztwór alkoholu (o zawartości alkoholu identycznym jak w przygotowanych ekstraktach roślinnych). Odpowiedzi te przeważnie nie były jednak wystarczająco silne i jednoznaczne. W przeprowadzonym eksperymencie stosunkowo duży odsetek testowanych pędraków (22,2%-44,4%) pozostawał obojętny wobec testowanych substancji. Również siła interakcji pędrak - badany wyciąg, w przypadku osobników wykazujących zmianę położenia względem badanych substancji, często nie była zbyt wyraźna. Świadczą o tym zwykle kręte korytarze powstałe po wędrówce pędraka na szalce (Fot 5c), które nie stanowią prostych linii łączących bezpośrednio pędraka ze źródłem badanego wyciągu. Być może wynika to ze zbyt małej powierzchni po której mógł poruszać się pędrak, również wielkość szalki może mieć wpływ na tempo rozprzestrzeniania się substancji zapachowych zawartych w wyciągach roślinnych. Również w eksperymencie tym nie brano pod uwagę wpływu gleby na tempo przemieszczania się substancji zapachowych wydzielanych przez roztwory.

Ocena działania wybranych ekstraktów roślinnych – doświadczenie laboratoryjne (z użyciem olfaktometru).

Na początku sezonu wegetacyjnego (kwiecień) w szklarni przeprowadzono wstępne badanie reakcji pędraków na dwa rodzaje rośliny (truskawki i mniszka lekarskiego) przy użyciu

specjalnie do tego celu zaprojektowanego i wykonanego olfaktometru (Fot. 8). Doświadczenie przeprowadzono w 3 seriach, które trwały od 2 do 6 dni i wpuszczano odpowiednio 9, 8 i 4 pędraki. Po okresie trwania eksperymentu przeglądano wszystkie części olfaktometru notując miejsce i liczbę znalezionych pędraków. Rośliny (mniszek i truskawka) zastosowane w doświadczeniu były wcześniej hodowane w szklarni, natomiast pędraki w stadium L₂ pozyskane były w poprzednim roku na plantacji truskawek i w okresie zimowym przechowywane były w glebie w zimnej szklarni. Wyniki zestawiono w Tabeli 7.



Fot. 8. Schemat olfaktometru do testowania reakcji pędraków na rośliny:

-  – roślina mniszka lekarskiego;
-  – roślina truskawki.

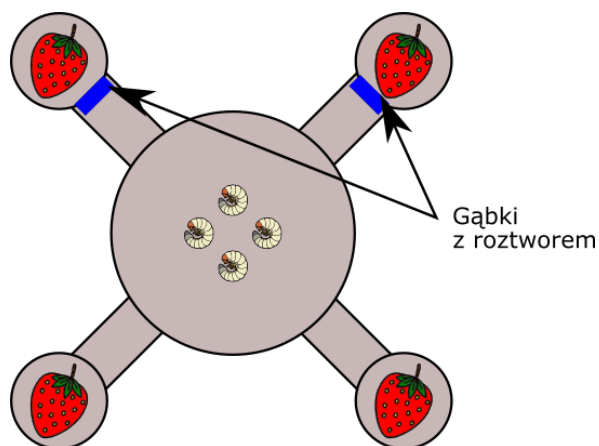
Tabela 7. Liczba i miejsce znalezienia pędraków

	Okres trwania serii	Liczba wprowadzonych pędraków	Liczba i miejsce znalezienia pędraków			
			Martwe	Arena	Truskawka	Mniszek
Seria I	27.03 - 1.04.19	9	1	1	6	1
Seria II	1.04 - 2.04.19	8		1	6	1
Seria III	24.04 - 26.04.19	4	1	1		2
Razem		21	2	3	12	4

W sumie w doświadczeniu użyto 21 pędraków z czego 12 znalezionych zostało w korzeniach truskawki, a tylko 4 w korzeniach mniszka, 3 nie wykazały żadnej reakcji.

W drugiej części sezonu wegetacyjnego przeprowadzono kolejne 4 serie doświadczenia z użyciem olfaktometru. W tym przypadku badano reakcję pędraków na te same ekstrakty roślinne użyte we wcześniejszym doświadczeniu szalkowym. Czas trwania każdej z serii to: Seria I - 3.09 -6.09.19; Seria II - 10.09 - 13.09.19; Seria III - 16.09 - 19.09.19; Seria IV - 24.09 - 29.09.19. Na 4-5 dni przed rozpoczęciem każdej serii sadzono rośliny truskawek do pojemników olfaktometrów. W każdym dniu rozpoczęcia serii w dwóch pojemnikach z roślinami umieszczano gąbki wielkości 5x3 cm nasączone odpowiednimi roztworami po 8 ml na każdą gąbkę (Fot. 9). Następnie do każdej areny w jej środku wpuszczano 4 pędraki. W kolejnych dniach (2 i 3 dniu) doświadczenia, przeglądano arenę i sprawdzano obecność pędraków. Następnie, te które nie wykazywały aktywności zostawiano w miejscu, w którym je znaleziono w arenie oraz dokładano kolejne 4 pędraki. Uzupełniano również gąbki z roztworem

8 ml roztworu. Czwarteo dnia kaźdej serii wszystkie elementy olfaktometru były przegłądane i notowano liczbę znalezionych w kaźdej z nich pędraków. Wyniki zestawiono w Tabeli 8.



Fot. 9. Schemat olfaktometru z roślinami truskawki



– roślina truskawki.



Fot. 10. Olfaktometry użyte w doświadczeniu oraz pędrak widoczny przy roślinie

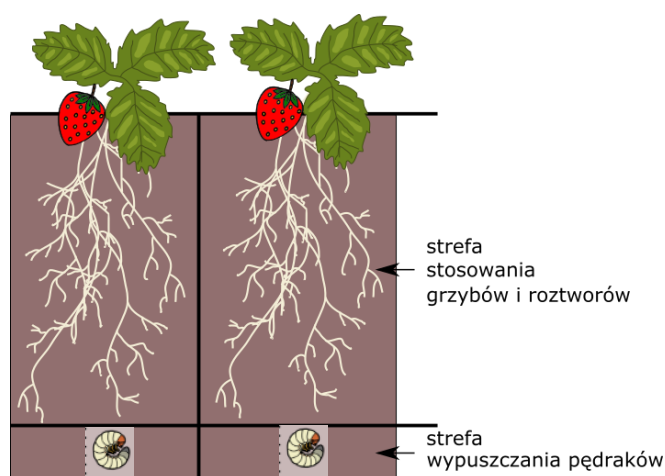
Tabela. 8. Liczba znalezionych pędraków w poszczególnych częściach olfaktometru (suma ze wszystkich serii)

	Liczba wprowadzonych pędraków	Liczba i miejsce znalezienia pędraków			
		Martwe	Arena	Truskawka	Truskawka + roztwór
mniszek	48	2	6	7	33
nagietek	48	3	1	10	34
gryka	48	3	9	11	25
szałwia	48	1	11	9	27
Razem	192	9	27	37	119

W sumie w eksperymencie użyto 192 pędraki. W tej liczbie odnotowano 9 szt. (4,7%) martwych, 27 szt. (14,1%) nie wykazało żadnej reakcji, 37 szt. (19,3%) skierowało się do korzeni truskawki, a 119 szt. (62,0%) do rośliny truskawki z roztworem. Z tej liczby najwięcej bo 34 szt. (28,6%) stwierdzono przy roślinie i roztworze z nagietka i 33 szt. (27,7%) przy roztworze z mniszka.

Ocena działania wybranych ekstraktów roślinnych wraz z czynnikami biologicznego zwalczania (*B.brongniartii* – Melocont) – doświadczenie laboratoryjne (z użyciem rizoboksów)

W celu oceny interakcji między badanymi ekstraktami roślinnymi i czynnikami biologicznego zwalczania (*B. brongniartii*) oraz ich skuteczności wykonano doświadczenie laboratoryjne z zastosowaniem specjalnie do tego celu przygotowanych rizoboksów. Na 3 tygodnie przed założeniem doświadczenia posadzono rośliny truskawki odm. Matis po 2 do jednego rizoboksu. Schemat doświadczenia przedstawia Fot. 11.



Fot. 11. Schemat rizoboksu

W dniu 22.07.19 zastosowano grzyby owadobójcze w postaci zarodników namnożonych na ziarnie w dawce - 20 g grzybów (Melocont) na 1 rizoboks (ok. 0,6 m²). Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach gdzie 1 powtórzenie stanowił jeden rizoboks.

Wykaz kombinacji:

1. Kontrola
2. *B.brongniartii*
3. *B.brongniartii* + ekstrakt z nagietka
4. *B.brongniartii* + ekstrakt z szalwii
5. *B.brongniartii* + ekstrakt z mniszka
6. *B.brongniartii* _ ekstrakt z gryki

W dniu 29.07.2019 roku wpuszczono w dolnej części rizoboksu pędraki po 1 na każdą jego połowę. Roztwory roślinne zastosowano dwukrotnie 29.07.2019 i 12.08.2019 roku po 140 ml na rizoboks. Oceny skuteczności grzybów owadobójczych dokonano 2.09.2019 roku licząc porażone pędraki oraz określając jakim rodzajem grzyba zostały zainfekowane. Interakcje między roztworami roślinnymi, a grzybami entompatogenicznymi dokonano pobierając próby gleby po zakończonym eksperymencie i ocenę jednostek infekcyjnych grzybów

owadobójczych w glebie (CFU x 103g-1) na poszczególnych roztworach. Wyniki przedstawia wykres 1, Tabela 9 oraz Tabela 10.

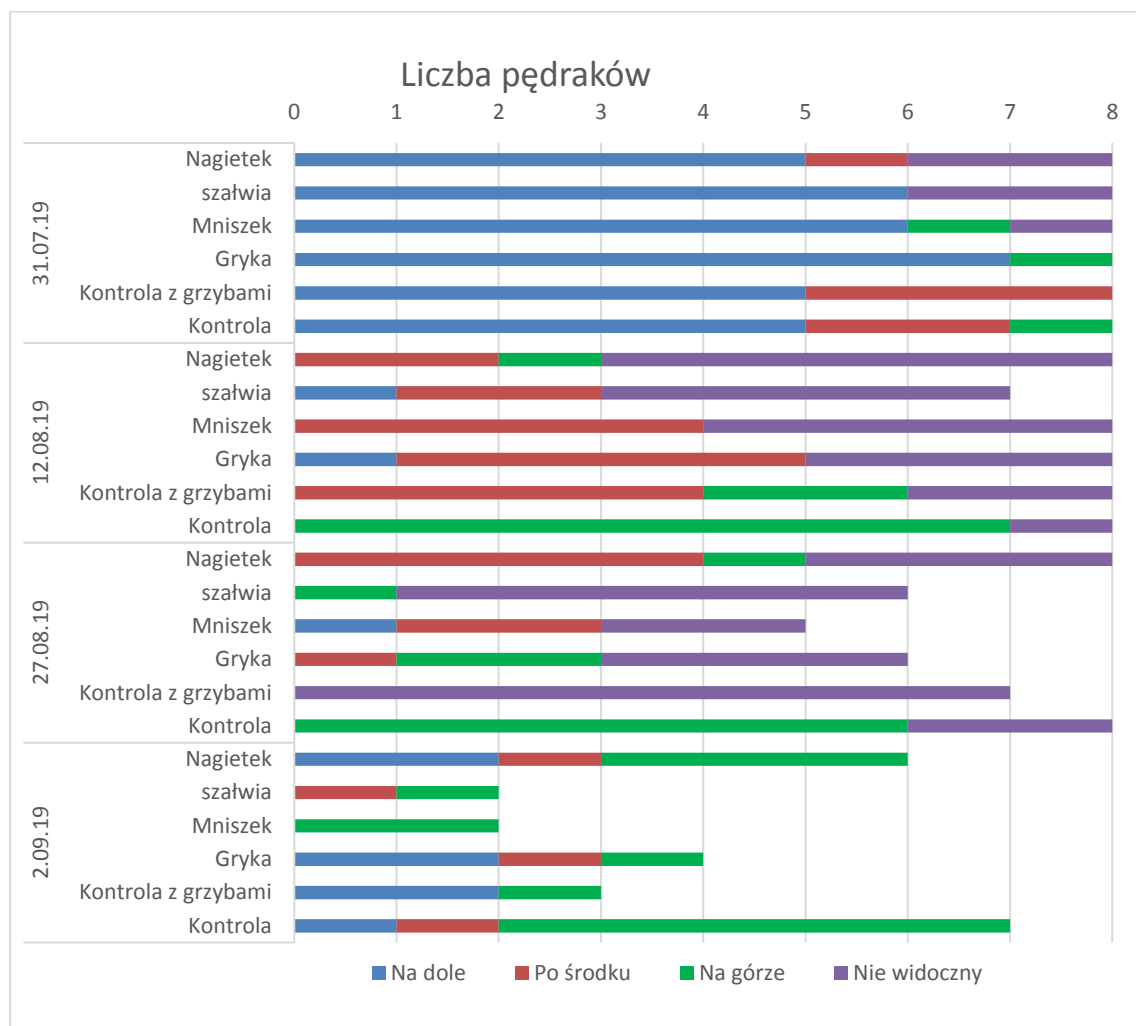


Fot. 12. Rozwój zarodników grzybów *B.brongniartii*



Fot. 13. Pędraki porażone przez grzyb *B.brongniartii*

Wykres. 1. Liczba pędraków w różnych częściach rizoboksów w poszczególnych dniach obserwacji



Na wykresie można zauważyć, że pędraki wykazały zdecydowaną aktywność ruchową we wszystkich kombinacjach. W 3 dniu od wpuszczenia pędraków (31.07.2019 roku) większość z nich przebywała w dolnej części rizoboksu. Natomiast w ostatniej obserwacji (2.09.2019 roku) więcej pędraków znajdowano w górnej części rizoboksu tuż przy szyjce korzeniowej rośliny. Najmniej pędraków przeżyło na roztworach szalwii i mniszka (2 z 8 szt.). W kombinacji, gdzie zastosowano sam grzyb przeżyły 3, a na kontroli stwierdzono 7 pędraków.

Tabela. 9. Liczba żywych i porażonych przez *B.brongniartii* pędraków

	Liczba martwych pędraków (w próbie 8 szt.)		Liczba zdrowych roślin (w próbie 8 szt.)
	inne przyczyny	porażone (<i>B.brongniartii</i>)	
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z nagietka		2	3
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z szalwii	4	2	6
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z mniszka	2	4	7
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z gryki	3	1	5
<i>B.brongniartii</i>		5	6
Kontrola		1	2
Razem	9	15	29

W pierwszym okresie eksperymentu obserwowano intensywny wzrost grzybów entomopatogenicznych (Fot. 12). W całym okresie trwania doświadczenia, w próbie 48 chrząszczy stwierdzono 24 martwe, co stanowi 50% w tym aż 15 szt. zostało efektywnie porażonych przez zastosowany grzyb *B.brongniartii* (Fot. 13). Najwięcej (5 szt.) porażonych pędraków znaleziono w kombinacji, w której zastosowano tylko grzyby. Można więc przypuszczać, że zastosowane roztwory miały wpływ na rozwój grzybów, choć były one na bazie alkoholu, który jak powszechnie się uważa, może sam ograniczać wzrost grzybów. Tylko o jeden mniej porażonych pędraków (4 szt.) znaleziono na roztworze z mniszka, co może sugerować że dłużej przebywały w części środkowej (strefa stosowania roztworu i grzybów), co pokazuje Wykres 1 i może świadczyć o atrakcyjności tej substancji dla pędraków. Na kombinacji z roztworem szalwii znaleziono znacznie więcej martwych pędraków z innych przyczyn niż porażenie przez grzyby, co może sugerować, że szalwia może być rośliną niekorzystnie wpływającą na rozwój pędraków. Tam gdzie odnotowano dużą śmiertelność pędraków odnotowano większą liczbę zdrowych roślin (Tabela 9).

Analiza obecności i identyfikacja czynników entomopatogenicznych w glebie

Z pobranych próbek sporządzona była próba średnia (ok. 1 -1,5 kg). Zagęszczenie jednostek tworzących kolonie (CFU – colony forming units) grzybów owadobójczych w glebie określono z zastosowaniem metody wysiewu odpowiednio rozcieńczonych roztworów glebowych na podłoże selektywne opracowane przez Strassera i wsp. (1996), które jest powszechnie używane do izolowania grzybów entomopatogenicznych z gleby. Jako czynniki selektywne podłoże to zawiera siarczan streptomycyny, chlorotetracyklinę, cykloheksamid oraz dodynę. Szalki Petriego z wysianymi na podłoże selektywne roztworami glebowymi umieszczano w inkubatorach w temperaturze 22°C i po upływie 8-10 dni liczono kolonie poszczególnych gatunków grzybów. W celu identyfikacji wyrastające struktury grzybowe były przeszczepiane na standardowe podłoże Sabourauda (SDA), a następnie grzyby oznaczano do gatunku na podstawie badań mikroskopowych z zastosowaniem odpowiednich kluczy. Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach.

Tabela. 10. Zagęszczenie jednostek infekcyjnych grzybów owadobójczych w glebie (CFU x 10³g⁻¹).

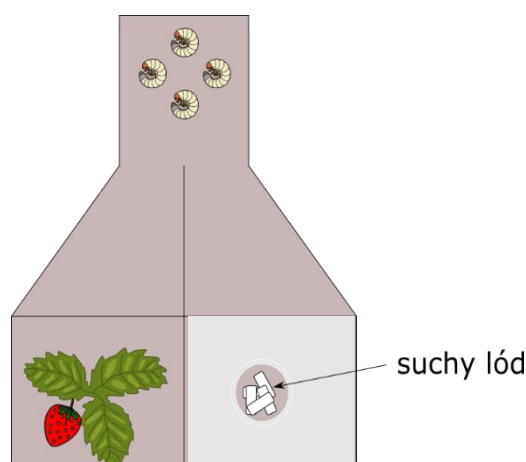
Kombinacja	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Metarhizium</i>
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z nagietka	-	4.3	
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z szalwii	-	6.5	0.2
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z mniszka	-	6.2	
<i>B.brongniartii</i> + ekstrakt z gryki	-	6.9	0.2
<i>B.brongniartii</i>	-	36.2	

W pobranych próbach gleby z tego doświadczenia określono zagęszczenie jednostek infekcyjnych poprzez określenie liczby jednostek tworzących kolonie (JTK) w przeliczeniu na 1 g suchej gleby. We wszystkich próbach gleby, w których stosowano roztwory roślinne stwierdzono obniżenie prawie sześciokrotne liczby jednostek tworzących kolonie w stosunku

do kombinacji, w której zastosowano same grzyby. Mimo tego na tych kombinacjach kolonie *B. brongniartii* występowały dość licznie (Tab. 10).

1D. Zastosowanie i ocena metody „Attract and kill” do ograniczania larw (pędraków) z wykorzystaniem dwutlenku węgla

W początkowym etapie badań przewidzianych w tym podzadaniu przeprowadzono badania wstępne nad reakcją pędraków na CO₂ pozyskany z suchego lodu. Doświadczenie przeprowadzono w sierpniu w kilku jednodniowych seriach. Do specjalnie przygotowanych rizoboksów (Fot. 14) z jednej strony sadzono roślinę truskawki, a z drugiej wkładano suchy lód w styropianowej tubie z 5 małymi otworami (średnicy 0,5 mm) (Fot. 15). Następnie zależnie od serii wpuszczano 2 lub 3 pędraki, każdą serię wykonano w 4 powtórzeniach. Oceny przemieszczenia się pędraków dokonano po 6-8 godzinach. Wyniki zestawiono w Tabeli 11.



Fot. 14. Schemat rizoboksu użytego do testowania reakcji pędraków na CO₂

Tabela 11. Liczba i miejsce znalezienia pędraków

	Liczba i miejsce znalezienia pędraków		
	roślina	CO ₂	gleba neutralna
Seria I	0	8	8
Seria II	4	8	0
Seria III	1	6	5
Seria IV	0	7	5
Seria V	1	6	5
Seria VI	6	4	2
Razem	12	39	25

Sumarycznie więcej pędraków zareagowało na dwutlenek węgla (39 szt. tj. ok. 53%) niż na substancje wydzielane przez korzenie roślin i te, które nie zareagowały na żaden sygnał (Tab. 11). A zatem można przypuszczać że pędraki mogą mocniej uzależniać swoje przemieszczanie od obecnego w glebie dwutlenku węgla (Fot. 16).



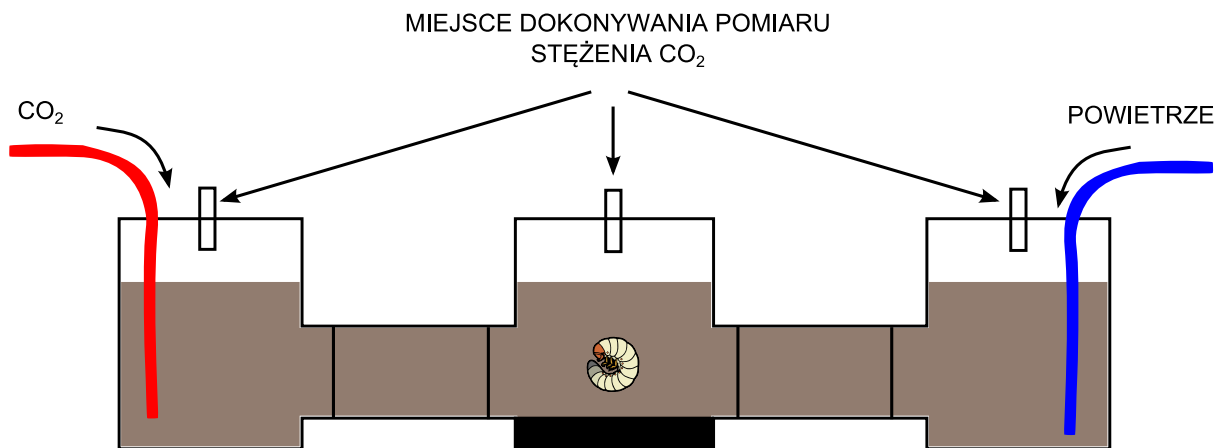
Fot. 15. Przygotowanie i zastosowanie dwutlenku węgla wydzielanego przez dekompresję suchego lodu



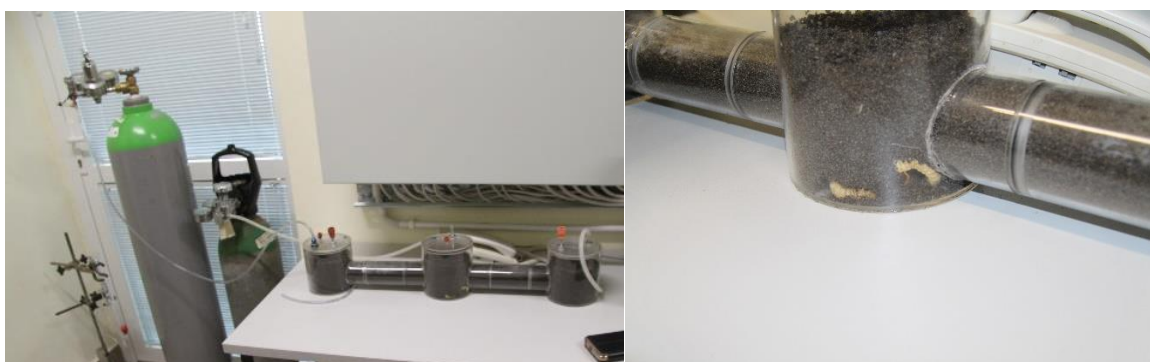
Fot. 16. Ślady reakcji pędraków na dwutlenek węgla

Badanie wpływu dwutlenku węgla na zachowanie pędraków chrabąszcza majowego w glebie (układ zamknięty)

Eksperyment przeprowadzono w specjalnie skonstruowanym układzie, którego schemat przedstawiono na Fot.17. Model ten składał się z trzech jednakowych zamykanych pojemników połączonych poziomymi rurkami. Cały system został wypełniony przesianą ziemią – tak, aby zakryć rury łączące poszczególne pojemniki. Do skrajnych pojemników dostarczano powietrze lub dwutlenek węgla (2%) przy przepływie 0,2 l/min wprowadzane za pomocą rurki umieszczonej na dnie naczynia w glebie (Fot. 18). Po każdym eksperymencie zmieniano stronę podawania mieszaniny gazów, aby wykluczyć wpływ pola elektromagnetycznego Ziemi. Co 30 minut mierzono poziom dwutlenku węgla w powietrzu znad gleby w każdym z trzech pojemników. Jednocześnie badano zachowanie 1-2 pędraków, które na początku eksperymentu umieszczano wewnątrz środkowego pojemnika. W trakcie eksperymentu w miarę możliwości monitorowano położenie larw. Pojedyncza obserwacja trwała około 6 godzin. Ostateczne położenie pędraka względem źródła gazu po 6 godzinach eksperymentu traktowano jako wynik doświadczenia.



Fot 17. Schemat układu do testowania zachowania pędraków pod wpływem dwutlenku węgla.



Fot. 18. Układ do testowania zachowania pędraków pod wpływem dwutlenku węgla oraz pędraki w dolnej części pojemnika

W doświadczeniu przetestowano łącznie 20 pędraków chrabąszcza majowego, a wyniki wszystkich obserwacji przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 12. Średnie stężenie dwutlenku węgla oraz liczebność pędraków w poszczególnych elementach układu po 6 godzinach obserwacji.

Stężenie CO ₂ w poszczególnych elementach układu		
pojemnik z CO ₂	środkowy pojemnik	pojemnik z powietrzem
1,57±0,43%	0,1±0,1%	0,21±0,06%
Liczba pędraków w pojemnikach po obserwacji		
pojemnik z CO ₂	środkowy pojemnik	pojemnik z powietrzem
11	4	5

Wyniki pokazują, że 55% z badanych pędraków kierowało się w stronę dwutlenku węgla, natomiast jedynie 25% w stronę powietrza a 20% osobników pozostawało nieaktywnych. Jednak w tym układzie istniały pewne problemy z mierzeniem obecności dwutlenku węgla w glebie, dlatego układ wymaga dopracowania i powtórzenia eksperymentu na większej liczbie pędraków.

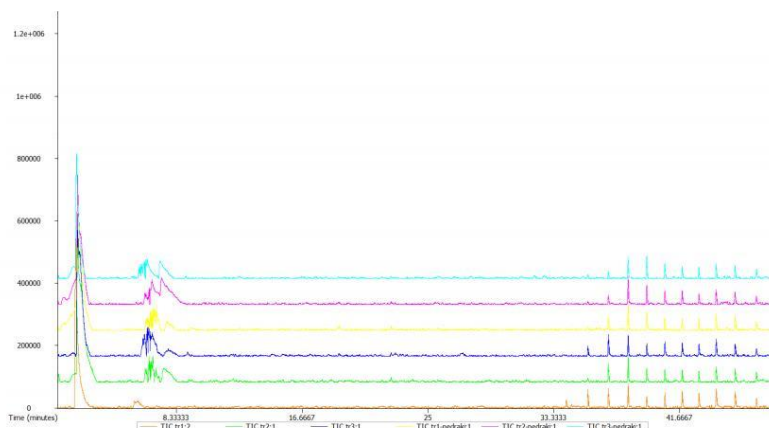
Badanie substancji lotnych wydzielanych przez korzenie truskawek

Aby lepiej zrozumieć reakcję pędraków na różne substancje wydzielane przez korzenie roślin, szczególnie na te, które mogą mieć znaczenie aktywujące przemieszczanie się pędraków w glebie, w celu znalezienia pokarmu, podjęto próbę zbadania substancji lotnych wydzielanych przez korzenie roślin truskawek. Do 3 doniczek o średnicy 10 cm, w których rosły rośliny truskawek wpuszczono po 2 pędraki w stadium L3. Po 10 dniach rośliny truskawek (3 rośliny z pędrakami i 3 rośliny zdrowe) zostały przekazane do badania. Z sadzonek pobrano część systemu korzeniowego i umieszczono w skalibrowanych szklanych rurkach (Fot.19).



Fot. 19. Szklana rurka z korzeniami roślin truskawek przygotowana do badania

Analizę identyfikacji substancji lotnych wydzielanych przez korzenie truskawek wykonano na aparacie GC-MS Pegasus 4D firmy Leco, na kolumnie BPX-5. Każda rurka z badanym materiałem umieszczona została w termicznym desorberze (TDU, Gerstel). Program temperaturowy desorbera: od 20°C do 50°C z narostem temperatury 6°C/sekundę. Próbkę desorbowana była z przepływem gazu nośnego 50ml/min. Anality osadzane były na węglu aktywnym umieszczonym w linerze dozownika chromatografu gazowego (CIS4, Gerstel) i chłodzone do -30°C. Otrzymane wyniki przedstawia Wykres 2.



Wykres 2. Chromatogramy analiz identyfikacji substancji lotnych wydzielanych przez korzenie truskawek

Nie otrzymano wyników pozwalających na identyfikację związków, które mogą być wydzielane przez korzenie truskawek. W przyszłości aby móc zidentyfikować te substancje należy zaplanować użycie innej metody na przykład metody z wykorzystaniem absorbentów.

1E. Określenie składu fenolowego i triterpenoidowego w wyciągach roślinnych

W otrzymanych ekstraktach etanolowych, pochodzących z roślin gryki, mniszka, nagietka, szalwii, oznaczono zawartość i skład związków fenolowych oraz triterpenoidów, zarówno frakcji tetracyklicznych steroidów, jak i związków pentacyklicznych.

Oznaczanie zawartości i składu terpenoidów

W celu analizy związków triterpenoidowych zastosowano metodę chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas (GC-MS), po uprzednim rozfrakcjonowaniu związków metodą chromatografii adsorpcyjnej na płytkach preparatywnych. W tym celu otrzymane ekstrakty etanolowe odparowano do sucha, rozpuszczono w mieszaninie chloroform : metanol 2:1 (v/v) i rozdzielono metodą na płytach pokrytych żelom krzemionkowym stosując układ rozwijający chloroform : metanol 97:3. Uzyskano frakcje tzw. triterpenoidów obojętnych (niekwasowych) czyli steroidów oraz alkoholi i ketonów pentacyklicznych w postaci wolnej, oraz kwasów triterpenoidowych wolnych i glikozylowanych (saponin). Kwasy triterpenowe zmetylowano diazometanem, a saponiny poddano hydrolizie kwasowej, po czym także zmetylowano. Analizy związków z poszczególnych grup przeprowadzono przy użyciu chromatografu gazowego 7890A Agilent Technologies sprzężonego ze spektrometrem masowym 5975C i wyposażonego w autosampler G4513A w programie temperaturowym o sekwencji: temperatura kolumny 160°C przez 2 min., następnie wzrost temperatury do 280°C przy szybkości 5°C/min. i temperatura 280°C przez kolejne 65 min. Inne parametry robocze: kolumna HP-5MS o wymiarach 30 m x 0.25 mm, szybkość przepływu gazu nośnego (helu) 1 ml/min, temperatura dozownika (split 10:1) i detektora FID 290°C, temperatura kwadrupola 150°C, temperatura źródła jonów 230°C, energia jonizacji (EI) 70 eV, m/z 33-500 w trybie TIC, przepływ gazów w FID H₂ 30 ml/min (generator Peak), powietrza 400 ml/min. Poszczególne związki identyfikowano przez porównanie ich czasów retencji i uzyskanych widm masowych ze wzorcami oraz danymi z baz Wiley 9th ED. & NIST 2008 Lib. SW (Version 2010).

Wszystkie analizowane ekstrakty zawierają związki triterpenoidowe: zarówno tetracykliczne steroidy, które są składnikami błon komórkowych i biorą udział w regulacji ich płynności i przepuszczalności, jak i triterpenoidowe związki pentacykliczne, uważane za związki bioaktywne biorące udział w różnych reakcjach obrony chemicznej roślin. Jednak każdy z tych ekstraktów charakteryzuje się inną proporcją tych grup związków, co może istotnie wpływać na jego właściwości biologiczne. Najbogatsze w triterpenoidy pentacykliczne są ekstrakty z mniszka, nagietka i szalwii, przy czym w każdym z tych ekstraktów dominują inne związki: w ekstrakcie z mniszka alkohole triterpenoidowe, w ekstrakcie z nagietka saponiny (glikozydy kwasu oleanolowego), a w ekstrakcie z szalwii wolne kwasy triterpenoidowe, głównie kwas ursolowy. W ekstrakcie z gryki dominują steroidy, choć triterpenoidy pentacykliczne (alkohole i kwasy) także są obecne, choć w mniejszych ilościach.

Tabela 13. Frakcje triterpenoidowych związków bioaktywnych w badanych ekstraktach.

Ekstrakt	Gryka	Mniszek	Nagietek	Szałwia
Fracja steroidów	STEROIDY - frakcja dominująca	Podstawowe fitosterole	Podstawowe fitosterole	Podstawowe fitosterole
Fracja alkoholi pentacyklicznych	Amyryny, glutinol	AMYRYNY, LUPEOL, TARAKSASTEROL – frakcja dominująca	Amyryny, erytrodiol, uwaol, faradiol	Amyryny
Fracja kwasów triterpenoidowych	Śladowe ilości kwasu ursolowego	Śladowe ilości wolnych kwasów	-	KWAS OLEANOLOWY I URSOLOWY – frakcja dominująca
Fracja saponin	-	-	GLIKOZYDY KWASU OLEANOLOWEGO – frakcja dominująca	-

Uzyskane wyniki potwierdziły obecność w badanych ekstraktach kilku grup roślinnych triterpenoidów bioaktywnych, które mogą wywierać różne działanie biologiczne w sposób addytywny lub synergiczny, także z innymi metabolitami roślinnymi, zwłaszcza polifenolami.

Oznaczanie zawartości i składu związków fenolowych w ekstraktach stosowanych do podlewania

Całkowitą zawartość związków fenolowych w ekstraktach stosowanych do podlewania roślin truskawek (ekstrakty rozcieńczono do ok. 10%) oznaczono metodą Folina i Ciocalteu'a. Do identyfikacji związków fenolowych zastosowano analizę HPLC.

Oznaczanie całkowitej zawartości związków fenolowych

Do próbek odpipetowano po 15 µl roztworów etanolowych, zawierających związki fenolowe (w 3 powtórzeniach). Próby uzupełniono wodą dejonizowaną do 250 µl, do próby kontrolnej dodano samą wodę dejonizowaną. Po tych czynnościach dodano 250 µl odczynnika Folina i Ciocalteu'a (rozcieńczonego dwukrotnie). Inkubowano dokładnie 3 min w temperaturze pokojowej. Kolejno dodano 500 µl nasyconego roztworu Na₂CO₃ i inkubowano w temperaturze około 30°C przez 1 godz. Zmierzono absorbancję próbek w spektrofotometrze Shimadzu 160A przy λ = 750 nm. Całkowitą zawartość związków fenolowych obliczano, korzystając z krzywej wzorcowej, wykonanej dla kwasu ferulowego w zakresie 0,5 - 100 µg. Wynik wyrażono w µg fenoli/ml ekstraktu.

Oznaczanie całkowitej zawartości antocyjanin

Z otrzymanych ekstraktów wyodrębniono antocyjaniny. Do prób dodano 10% (v/v) 1% HCl w metanolu, zostawiano na 1 godzinę i wirowano przy 10 000 x g przez 15 min. Następnie mierzono absorbancję próbek w spektrofotometrze Shimadzu 160A przy λ = 525 nm. Zawartość antocyjanin obliczano, korzystając z krzywej wzorcowej dla peoniny (w zakresie 5-50 µg). Wynik wyrażano w µg antocyjanin /ml ekstraktu.

Stężenie związków fenolowych w ekstraktach (Wyk. 3) było zróżnicowane: najwyższą całkowitą zawartość fenoli obserwowano w ekstraktach z szalwii i gryki, a najniższą w

ekstrakcie z nagietka. Nieco inaczej rozkładała się zawartość antocyjanin – najwyższa była w ekstraktach z gryki a najniższa – z nagietka.

Analizę HPLC wykonano przy użyciu chromatografu Shimadzu LC-20AD (Shimadzu). Rozdział prowadzono na kolumnie COSMOSIL(R) Cholesterol Packed Column 4.6mm, I.D. x 250mm z prekolumną Bionacom Filter Column Protector; 316 Stainles Steel, 2 microns.

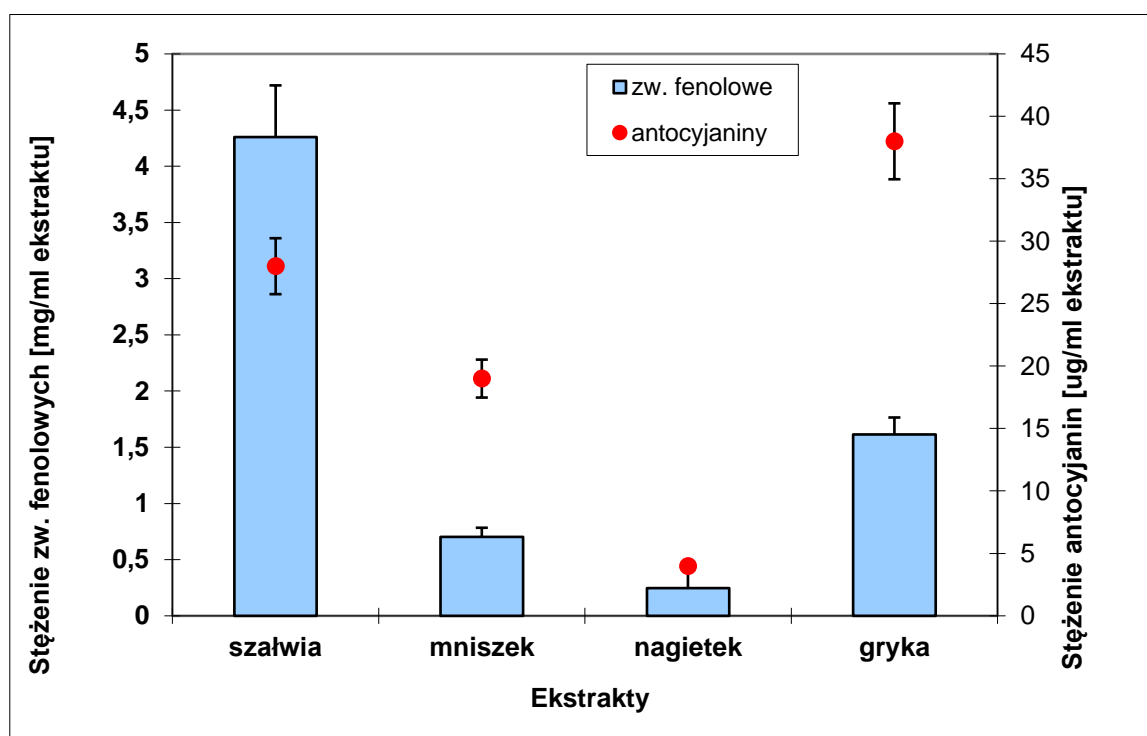
Dla poszczególnych ekstraktów zastosowano następujące fazy ruchome:

1) Ekstrakty etanolowe (związki fenolowe w postaci pochodnych)

Eluent A (metanol–kwas octowy–woda, 10 : 2 : 88) oraz B (metanol–kwas octowy–woda, 90 : 2 : 8), przy przepływie 0.4 ml/min..

2) Ekstrakty po hydrolizie kwasowej (wolne związki fenolowe)

Eluent B (0,1% kwas mrówkowy w wodzie) oraz A (0.1% kwas mrówkowy w acetonitrylu) w układzie: 0 min: 15% B do 60 min: 100% B, przy przepływie 0.4 ml/min. Temperatura rozdziału wynosiła 30°C. Rejestrację prowadzono przy 320 nm.



Wykres 3. Zawartość fenoli i antocyjanin w ekstraktach roślinnych, użytych do podlewania.

W ekstraktach stwierdzono obecność różnych związków fenolowych, zarówno kwasów fenylopropanoidowych, jak i flawonoidów różnych grup (w tym kwercetynę, kempferol i katechiny).

W ekstrakcie z szalwii głównym składnikiem były flawonoidy, głównie katechiny, kempferol i kwercetyna oraz kwas wanilinowy, galusowy i *p*-kumarowy. U gryki podstawowymi składnikami były: kwercetyna, kempferol i katechiny, kwas wanilinowy, chlorogenowy i kawowy oraz antocyjaniny. Ekstrakt z mniszka zawierał dużą ilość katechin, kempferolu, kwercetyny (flawonoidy i ich pochodne) oraz kwas wanilinowy, elagowy i galusowy. Natomiast w ekstrakcie z nagietka stwierdzono obecność kwasu kawowego, *p*-kumarowego i ferulowego oraz śladowe ilości flawonoidów.

Analiza zawartości i składu triterpenoidów oraz związków fenolowych w ekstraktach z liści i korzeni truskawek podlewanych ekstraktami

Rośliny truskawek, rosnące w standardowych doniczkach o pojemności 1,4 l, w obecności pędraków, podlewano przez 6 dni ekstraktami z roślin gryki, mniszka, nagietka lub szałwi. Stosowano 50 ml porcje odpowiednio rozcieńczonych ekstraktów (10%). Następnie przez kolejne 14 dni rośliny podlewano co drugi dzień wodą (100 ml). Kontrolę stanowiły: 1) rośliny rosnące bez pędraków, podlewane wyłącznie wodą (**K+H₂O**), 2) rośliny rosnące bez pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą (**K+EtOH**), 3) rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane wyłącznie wodą (**P+H₂O**) oraz 4) rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą (**P+EtOH**). Ze wszystkich typów roślin pobrano materiał do badań: liście oraz korzenie truskawek. Oznaczono świeżą i suchą masę organów roślinnych oraz wykonano dokumentację fotograficzną. W pobranym materiale oznaczono zawartość i skład związków fenolowych oraz triterpenoidów, zarówno frakcji tetracyklicznych steroidów, jak i związków pentacyklicznych.

Analiza triterpenoidów w ekstraktach eterowych z liści i korzeni truskawek

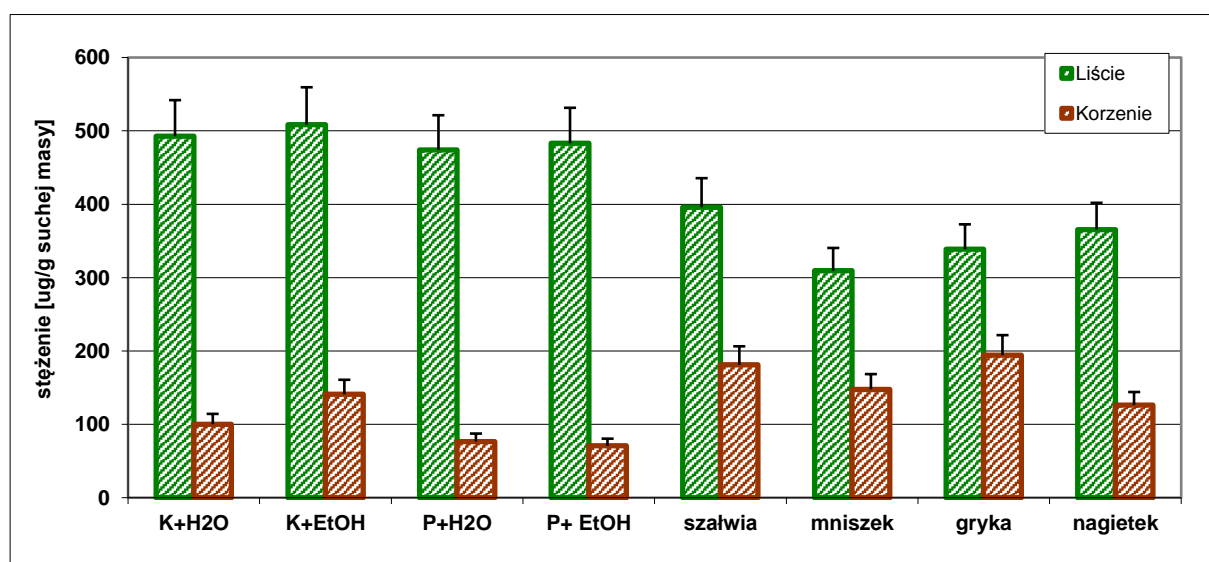
Wysuszone liście i korzenie truskawek wyekstrahowano eterem dietylowym w aparacie Soxhleta w ciągu 10 godzin w celu analizy profilu triterpenoidowego metodą GC-MS. Wykazano obecność podstawowych steroli roślinnych: dominującego sitosterolu, a ponadto kampesterolu i stigmasterolu oraz grupy prekursorów steroli (cykloartanolu i 24-metylenocykloartanolu) i ich utlenionych pochodnych ketonowych (tremulonu, czyli stigmasta-3,5-dien-7-onu oraz sitostenonu). Przeprowadzono także wstępne badanie wpływu stresu biotycznego, jakim jest żerowanie pędraków na korzeniach truskawek, na zmiany profilu oraz zawartości steroli w zaatakowanych roślinach. Wykazano, że pod wpływem stresu biotycznego nastąpiło niewielkie zmniejszenie zawartości steroli, zwłaszcza w korzeniach roślin zaatakowanych przez pędraki (o 15%), natomiast profil tych związków i wzajemny stosunek podstawowych fitosteroli (sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu) zasadniczo nie uległ zmianie. Badania te potwierdziły hipotezę, że w warunkach stresu biotycznego u roślin może następować zahamowanie biosyntezy steroli jako szlaku należącego do metabolizmu pierwotnego. W warunkach stresu rośliny aktywują szlaki metabolizmu wtórnego, czyli obronnego, kosztem podstawowego metabolizmu pierwotnego służącego procesom wzrostu i rozwoju. Sterole są związkami budującymi błony komórkowe i odpowiadają za ich płynność i przepuszczalność. W warunkach niektórych stresów abiotycznych (np. w obecności metali ciężkich lub pod wpływem promieniowania UV) może następować zmiana profilu tych związków, zwłaszcza zmiana stosunku sitosterolu do stigmasterolu (który jako jedyny z podstawowych fitosteroli ma w cząsteczce dwa wiązania podwójne). Przeprowadzone obecnie badanie wykazało, że zjawisko przebudowy profilu steroli nie zachodzi w przypadku stresu biotycznego, jakim jest atak pędraków.

Analiza związków fenolowych w ekstraktach etanolowych z liści i korzeni truskawki

Świeże liście i korzenie truskawek poddano ekstrakcji 96% etanolem, zawierającym 2% eteru etylowego. Podczas 8-godzinnej ekstrakcji próby delikatnie wstrząsano. Uzyskaną frakcję wolnych związków fenolowych i ich glikozydowych oraz estrowych pochodnych poddano dalszym badaniom - oznaczono całkowitą zawartość zw. fenolowych przy użyciu opisanej wcześniej metody Folina i Ciocalteu'a oraz poddano hydrolizie kwasowej. Zawartość związków fenolowych podano w µg/g suchej masy prób (Wyk. 4).

Z innych prób materiału roślinnego wyodrębniono antocyjaniny. Procedura ta była niezbędna ze względu na odmienną metodę ekstrakcji: tkanki homogenizowano w 1% HCl w metanolu, zostawiano na 3 godziny i wirowano przy 10 000 x g przez 15 min. Następnie mierzono absorbancję próbek w spektrofotometrze Shimadzu 160A przy $\lambda = 525$ nm. Zawartość antocyjanin obliczano, korzystając z krzywej wzorcowej dla peoniny (w zakresie 5-50 μg). Wynik wyrażano w μg antocyjanin /g suchej masy prób (Wyk. 5).

Uzyskane w wyniku hydrolizy kwasowej (opisanej wcześniej) wolne związki fenolowe z liści i korzeni, poddano analizie z użyciem HPLC. Analizę HPLC wykonano przy użyciu chromatografu Shimadzu LC-20AD (Shimadzu). Rozdział prowadzono na kolumnie COSMOSIL(R) Cholesterol Packed Column 4.6mm, I.D. x 250mm z prekolumną Bionacom Filter Column Protector; 316 Stainless Steel, 2 microns. Dla tego typu związków zastosowano odmienną fazę ruchomą: eluent A (0,1% kwas mrówkowy w wodzie) oraz B (acetonitryl) w układzie: 90–75% A do 30 min; następnie 75–40% A od 30 to 45 min, przy przepływie 1 ml/min. Temperatura rozdziału wynosiła 30°C. Rejestrację prowadzono przy 254 nm. Stwierdzono, że zawartość związków fenolowych była zbliżona w liściach roślin podlewanych wodą lub etanolem, niezależnie od obecności pędaków, natomiast w korzeniach roślin rosnących w obecności pędaków była o ok. 30% niższa niż w kontroli (Wyk. 4).

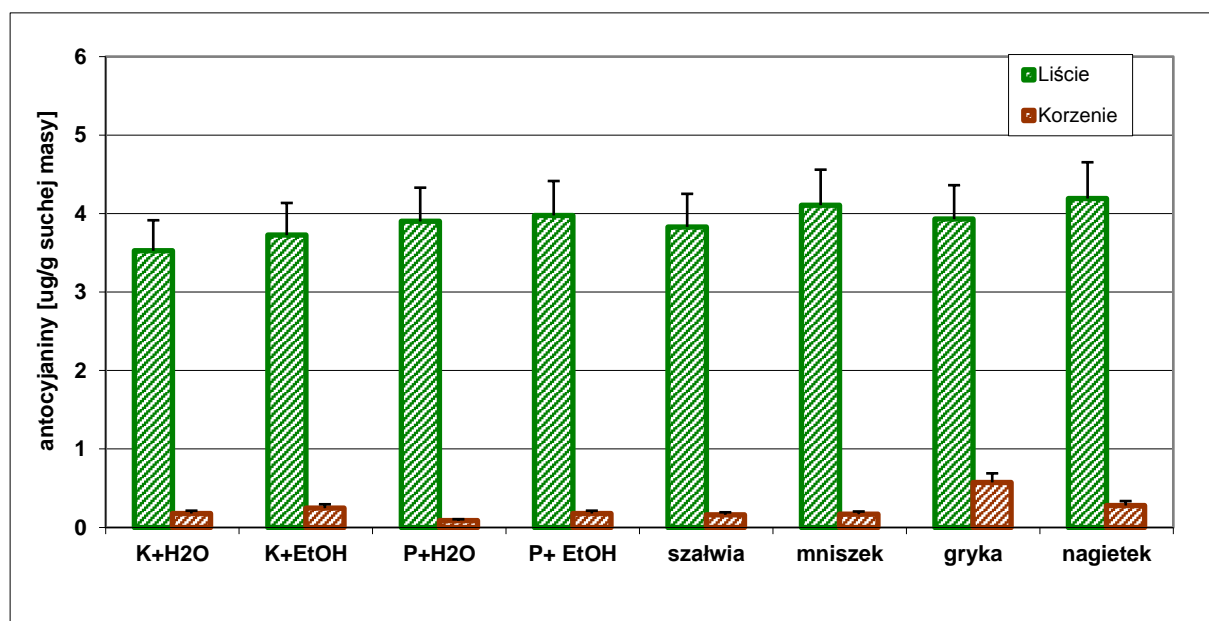


Wykres 4. Zawartość związków fenolowych w liściach i korzeniach roślin truskawki. K+H₂O - rośliny rosnące bez pędaków, podlewane wyłącznie wodą, K+EtOH - rośliny rosnące bez pędaków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, P+H₂O - rośliny rosnące w obecności pędaków, podlewane wyłącznie wodą, P+EtOH - rośliny rosnące w obecności pędaków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, "szalwia", itp - rośliny rosnące w obecności pędaków, podlewane przez 6 dni 10% ekstraktem z odpowiedniej rośliny, a następnie wodą.

Bardzo interesujące było stwierdzenie, że w liściach roślin rosnących w obecności pędaków, podlewanych ekstraktami z szalwi, mniszka, gryki lub nagietka, poziom związków fenolowych był niższy nawet o 40% w porównaniu do roślin podlewanych wyłącznie wodą lub etanolem. Zupełnie odwrotny trend zaobserwowano w korzeniach - zawartość związków fenolowych była wyższa dwukrotnie (mniszek, nagietek) a nawet trzykrotnie (szalwia, gryka), niż w roślinach nie podlewanych ekstraktami.

Świadczy to o bardzo wyraźnym i ukierunkowanym wpływie substancji dostarczonych poprzez podlewanie na zawartość obronnych i ochronnych związków w tkankach roślinnych. Wysoka zawartość związków fenolowych w ekstraktach szałwi i gryki (Wyk. 4) wyraźnie stymulowała syntezę (lub akumulację) obronnych fenoli w korzeniach roślin truskawki.

Skład związków fenolowych nie różnił się znacząco w liściach różnych typów roślin, z dominującą zawartością kwercetyny i kempferolu, choć, zwłaszcza w liściach roślin rosnących w obecności pędraków obserwowano wzrost zawartości kwasu elagowego. W przypadku korzeni, obserwowano, oprócz kwercetyny i kempferolu, także pochodne procyjanidyny oraz kwas ferulowy, galusowy i *p*-kumarowy.



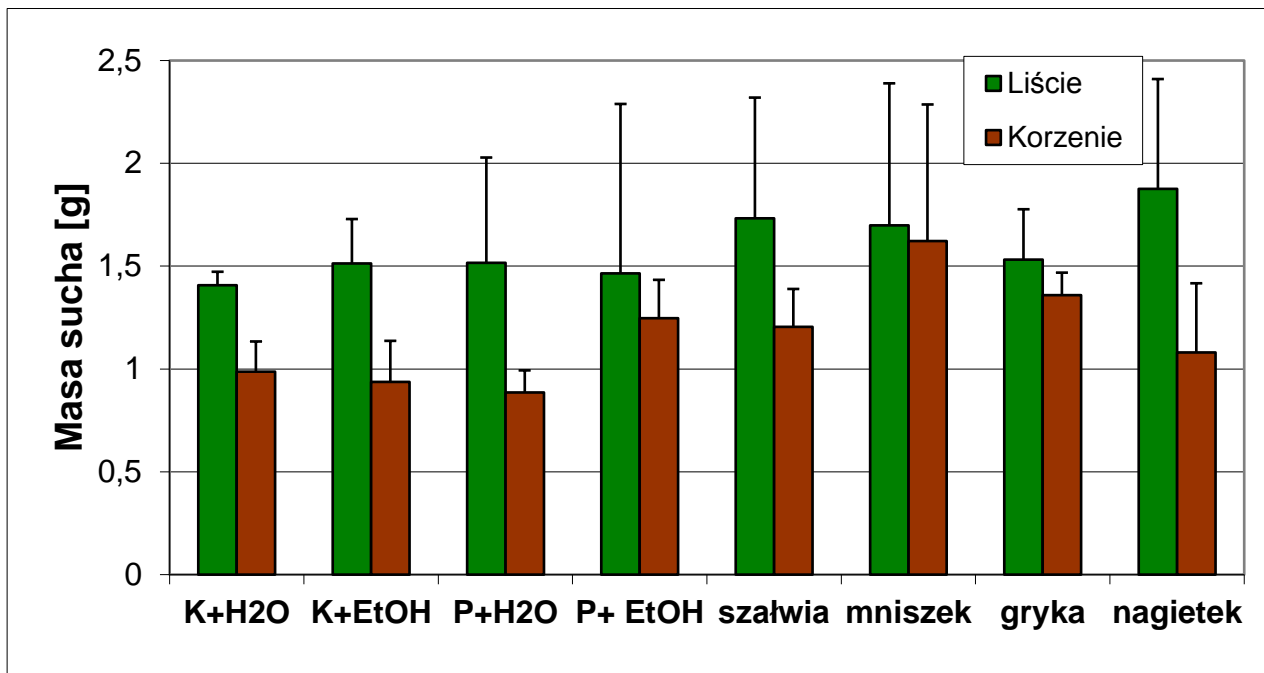
Wykres 5. Zawartość antocyjanin w liściach i korzeniach roślin truskawki. K+H₂O - rośliny rosnące bez pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **K+EtOH** - rośliny rosnące bez pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, **P+H₂O** - rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **P+EtOH** - rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, "szałwia", itp - rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% ekstraktem z odpowiedniej rośliny, a następnie wodą.

Zawartość antocyjanin w roślinach truskawek była bardzo niska w porównaniu do związków fenolowych i była wyższa w liściach niż w korzeniach. Stężenie antocyjanin w zasadzie nie zmieniało się pod wpływem podlewania. Jedynie w korzeniach roślin podlewanych ekstraktami z gryki i nagietka zaobserwowano niewielki wzrost zawartości antocyjanin.

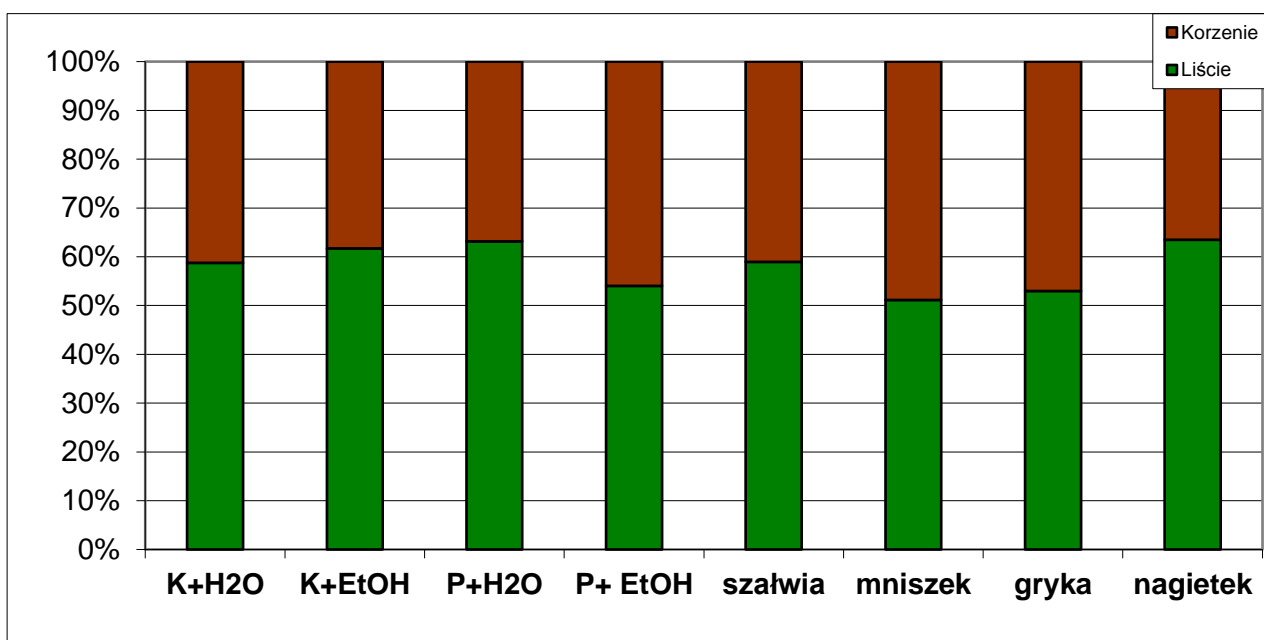
Wydaje się, że antocyjaniny, w przeciwieństwie do innych związków fenolowych nie odpowiadają na sygnały związane z obecnością pędraków i/lub podlewaniem ekstraktami zawierającymi fenole lub triterpenoidy.

Biostymulacja wzrostu roślin truskawek pod wpływem badanych ekstraktów

Obserwacja makroskopowa i analiza wagowa roślin truskawek wskazuje, że zastosowanie badanych ekstraktów może wpływać nie tylko na ochronę przed pędrakami, ale także powodować biostymulację wzrostu roślin truskawek.



Wykres 6. Sucha masa liści i korzeni roślin truskawki. **K+H₂O** - rośliny rosące bez pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **K+EtOH** - rośliny rosące bez pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, **P+H₂O** - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **P+EtOH** - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, "szalwia", itp - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% ekstraktem z odpowiedniej rośliny, a następnie wodą.





Wykres 7. Proporcja masy liści i korzeni roślin truskawki. **K+H₂O** - rośliny rosące bez pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **K+EtOH** - rośliny rosące bez pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, **P+H₂O** - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane wyłącznie wodą, **P+EtOH** - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% etanolem, a następnie wodą, "szalwia", itp - rośliny rosące w obecności pędraków, podlewane przez 6 dni 10% ekstraktem z odpowiedniej rośliny, a następnie wodą.

Wykazano, że zastosowanie ekstraktów z mniszka i nagietka powoduje zwiększenie masy liści truskawek o odpowiednio 30% i 17%, a ekstraktów z mniszka i szałwi – zwiększenie masy korzeni odpowiednio o 30% i 15% (Wykres 6, Tab. 14).

Tak więc w zjawisku biostymulacji najbardziej efektywny okazał się ekstrakt z mniszka, który spowodował 30-procentowy przyrost zarówno masy liści jak i masy korzeni, natomiast pozostałe ekstrakty działały bardziej wybiórczo, oddziałując silniej na liście (nagietek) lub na korzenie (szałwia). Zmieniało to proporcję pomiędzy częścią nadziemną a korzeniami roślin (Wykres 7), co może wpływać na plonowanie truskawki. Pozwoliłoby to zwiększać zbiory tych cennych owoców wyłącznie metodami ekologicznymi, bez dodatkowego zwiększania nawożenia mineralnego.

Tabela 14. Wygląd części nadziemnej i korzeni roślin truskawki, rosnących w obecności pędraków, po podlewaniu ekstraktami z różnych roślin.

Część nadziemna rośliny kontrolnej	Część nadziemna rośliny rosnącej w obecności pędraków
	
<p>Rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane różnymi ekstraktami + roślina kontrolna</p>	<p>Rośliny rosnące w obecności pędraków, podlewane różnymi ekstraktami</p>



Korzenie roślin kontrolnych, rosnących bez obecności lub w obecności pedraków



Korzenie roślin kontrolnych oraz podlewanych ekstraktami z mniszka i gryki



Korzenie roślin podlewanych różnymi ekstraktami



Porównanie korzeni rośliny kontrolnej (H₂O) z korzeniami roślin podlewanych różnymi ekstraktami



Określenie składu makro- i mikrośladników w badanych ekstraktach

Wyniki analizy chemicznej roztworów alkoholowych przedstawia Tabela 15.

Tabela. 15. Zawartość makro- i mikroelementów w badanych ekstraktach

Składnik	Jedn.	Szałwia	Mniszek	Gryka	Nagietek
pH (100 x)	-	5,6	5,8	5,7	5,6
EC (100 x)	mS/cm	0,04	0,03	0,03	0,04
N-NO ₃ ⁻	mg/l	517	483	383	424
P	mg/l	18,2	41,1	15,8	3,11
K ⁺	mg/l	902	448	343	539
Ca ⁺²	mg/l	24,6	<1,0	<1,0	20,6
Mg ⁺²	mg/l	46,9	17,5	50,8	46
Na ⁺	mg/l	14,1	4,68	17,5	78,8
Cl ⁻	mg/l	204	109	225	390
SO ₄ ⁻²	mg/l	172	165	261	204
Fe	mg/l	0,3	<0,05	0,09	<0,05
Mn	mg/l	0,08	<0,05	<0,05	0,05
Cu	mg/l	0,22	0,54	0,15	0,14
Zn	mg/l	0,7	<0,05	<0,05	<0,05
B	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mo	mg/l	<0,05	0,4	0,83	<0,05
Al	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pb	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cd	mg/l	0,09	0,13	0,13	0,2
Co	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ni	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cr	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hg	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Analiza makro- i mikroelementów mogących potencjalnie zwiększać dostępne źródło pokarmu dla roślin nie wykazała znacznych różnic między ekstraktami. Zaskakujące jest to, że ekstrakt z mniszka zawierał 2,5-krotnie więcej fosforu niż ekstrakt z szalwii i gryki, a prawie 13-krotnie więcej niż ekstrakt z nagietka. Podobnie ekstrakt z mniszka zawierał ponad 2-krotnie więcej miedzi niż ekstrakt z szalwii i prawie 4-krotnie więcej niż ekstrakt z gryki i nagietka. W ekstrakcie z szalwii stwierdzono prawie 2-krotnie więcej potasu niż w ekstrakcie z mniszka i nagietka, i prawie 3-krotnie więcej niż w ekstrakcie z gryki.

1F. Próba określenia spasożytowania osobników dorosłych i larw chrabąszcza majowego

W tym podzadaniu przeprowadzono obserwacje polegające na określeniu czy występują na plantacjach naturalni wrogowie (parazytoidy lub pasożyty) osobników dorosłych lub larw chrabąszcza majowego.

Spasożytowanie chrząszczy

W celu określenia spasożytowania chrząszczy chrabąszcza majowego wytypowano dwie lokalizacje (Brzostówka i Nowy Dwór), w których podczas masowego lotu odławiano je w pułapki świetlne, strząsano z drzew i odławiano w izolatorach naziemnych, a następnie

przenoszono do laboratorium w celu dalszej hodowli i obserwacji ich spasożytowania. Oceny spasożytowania dokonano na początku czerwca. Wyniki przedstawiono w Tabeli 16.

Tabela 16. Liczba odłowionych i spasożytowanych chrząszczy w Brzostówce i Nowym Dworze w 2019 roku

Rodzaj odłowu	Okres odławiania	Razem	Porażone	% porażenia
Brzostówka				
Pułapki świetlne	21.05 – 30.05	259	6	2,3
Strząsanie	17.05 - 18.05	351	0	0
Razem		610	6	1,0
Nowy Dwór				
Pułapki świetlne	14.05 - 27.05	1245	5	0,4
Strząsanie	20.05 – 24.05	972	47	4,8
Pułapki ziemne	6.05 - 15.05	38	0	0
Razem		2255	52	2,3

W bieżącym sezonie spasożytowanie chrząszczy chrabąszcza majowego było na dość niskim poziomie. W lokalizacji Brzostówka wynosiło ono ok. 1%, natomiast w Nowym Dworze ok. 2,5%. Dokonano również identyfikacji pasożytów wylęgłych z poczwerek znajdujących w ciele chrabąszcza. Identyfikacji gatunku dokonało Natural History Museum w Londynie i są to muchy z rodzaju *Sarcophaga* spp (Fot. 20). Udało się również określić gatunek i jest to *Sarcophaga argyrostoma*, ale nie są to wyspecjalizowane pasożyty. Jest to gatunek, najczęściej rozmnażający się w padlinie, a jego larwy atakują również inne owady, w tym chrząszcze, larwy motyli i koników polnych, a także atakują ślimaki. Nadal nie wyjaśniono w jaki sposób larwy pasożyta dostały się do ciała chrabąszcza.



Fot. 20. Owad dorosły *Sarcophaga* spp. wyhodowany z poczwarki znalezionej w ciele chrabąszcza

Spasożytowanie larw chrabąszcza majowego

W celu określenia czy larwy chrabąszcza majowego są porażane przez parazytoidy lub pasożyty kilkakrotnie pod koniec sierpnia na wytypowanych plantacjach wykładano do gleby pędraki w odpowiednio przygotowanych klatkach hodowlanych (Fot. 21) na plantacje truskawek i malin. Po okresie ok. tygodnia pędraki były wyjmowane z gleby i hodowane

pojedynczo w odpowiednich pojemnikach w insektarium. Martwe pędraki sukcesywnie wyjmowano i sprawdzano czy w ich ciele nie ma larw lub jaj parazytoidów. Wyniki przedstawia Tabela 17.



Fot. 21. Przygotowanie klatki i klatka z pędrakiem przed zakopaniem na plantacji

Tabela 17. Ocena spasożytowania pędraków chrabąszcza majowego w 2019 roku

Lokalizacja i uprawa oraz okresy przebywania pędraków na plantacji	Liczba wprowadzonych pędraków	Data kontroli	Liczba pędraków		
			Martwe	Porażone przez grzyby	z larwami
Brzostówka I - Truskawka 30.07 – 8.08.19 i 8.08 – 14.08.19	42	26.08	0	2	0
		3.09	4	0	0
		12.09	1	1	1
		25.09	0	4	0
Nowa Wola - Truskawka 8.08 – 14.08.19 i 14.08 – 23.08.19	24	26.08	1	0	0
		3.09	0	1	1
		12.09	0	0	0
		25.09	0	1	0
Brzostówka I - Malina 14.08 – 23.08.19 i 23.08 – 30.08.19	20	26.08	2	0	1
		3.09	4	0	1
		12.09	0	0	0
		25.09	0	0	0
Brzostówka II - Malina 14.08 – 23.08.19 i 23.08 – 30.08.19	30	26.08	0	0	0
		3.09	0	0	0
		12.09	0	0	0
		25.09	0	0	0
Skierniewice - Truskawka 13.08 – 22.08.19 i 22.08 – 29.07.19	20	26.08	2	0	0
		3.09	5	1	0
		12.09	1	0	0
		25.09	0	0	0
Razem	136		20	10	4

W sumie w doświadczeniu obserwowano 136 pędraków, w tym stwierdzono 20 pędraków martwych, ale nie można było dokładnie określić przyczyny ich śmierci, 10 pędraków stwierdzono porażenie przez grzyby entomopatogeniczne sklasyfikowane jako *Beauveria brongniartii* i *Metarhizium anisopliae* (Fot. 22). Natomiast w ciele 4 pędraków znaleziono żywe larwy jednak nie udało się z ich wyhodować postaci dorosłych.



Fot. 22. Pędraki porażone przez grzyby entomopatogeniczne *Beauveria brongniartii* (z lewej) i *Metarhizium anisopliae* (z prawej)

PODSUMOWANIE

Wytypowane do badań modele prognostyczne opracowane przez Decoppeta, Horbera i Richtera po dostosowaniu do polskich warunków mogą być przydatne do prognozowania terminu wylotu chrząszczy. W naszych warunkach aby dokładnie wyznaczać datę rozpoczęcia lotu chrząszczy na danym terenie modele prognostyczne powinny uwzględniać także inne parametry takie jak wilgotność i temperatura gleby.

Zastosowanie modelu predykcyjnego do przewidywania początku lotu chrząszczy może skutecznie przyczynić się do zwiększenia efektywności metod polegających na wylapywaniu/odławianiu (np. pułapki świetlne) oraz przeprowadzenia zabiegów zwalczających osobniki dorosłe.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że w początkowym okresie lotu chrząszczy, obecne są w większej liczbie samce niż samice.

Metoda „Attract and kill” opracowana przez wykonawców projektu w stosunku do osobników dorosłych z zastosowaniem pułapek świetlnych typu samolówki zawierających grzyby entomopatogeniczne efektywnie odławiała chrząszcze (zostało to potwierdzone w pułapce kontrolnej). Jednak aby obiektywnie ocenić skuteczność tej metody wymagany jest dłuższy okres czasu oraz określenie czasu efektywnego porażenia chrząszczy przez grzyby owadobójcze.

Przy rozwieszaniu pułapek do odłowu chrząszczy chrząszcza majowego należy uwzględnić wysokość zawieszania pułapek na drzewie. Pułapki zawieszane na wysokości 4 m odławiały chrząszcze bardziej efektywnie niż zawieszane na wysokości 2 m. Na liczbę odłowionych chrząszczy może mieć również wpływ kolor emitowanego światła przez lampy – świetlówka UV zasilanie 12V, emitujące światło ciemne odławiała więcej osobników dorosłych chrząszcza majowego niż tego samego typu świetlówka emitująca światło białe.

Najprawdopodobniej samce chrząszcza majowego są bardziej zainteresowane światłem niż samice ponieważ w całym okresie odłowu w pułapkach obserwowano więcej samców niż samic.

Bardzo ciekawe, ale wymagające dalszych badań są wyniki badań nad zastosowaniem metody „Attract and kill” do ograniczania larw pędraków, w której zastosowano ekstrakty z gryki, szalwii, mniszka lekarskiego i nagietka oraz czynniki biologicznego zwalczania w postaci zarodników *B. brongniarii* namnożonych na ziarnie.

- a) Testy wpływu ekstraktów roślinnych przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych w teście szalkowym, wykazały, że badane ekstrakty wykazywały zmienne działania od repelentu do atraktantu, lecz nie było to jednoznaczne. Jednak w doświadczeniu z użyciem olfaktometru w którym stosowano ekstrakty wraz z roślinami truskawki reakcja pędraków na wszystkie ekstrakty znacznie się zwiększyła.
- b) Na aktywność przemieszczania się pędraków, może mieć wpływ dwutlenek węgla. W obu przeprowadzonych doświadczeniach z użyciem tej substancji, zauważono u niektórych osobników znaczną aktywność pod wpływem tego bodźca.
- c) Zastosowanie czynników biologicznego zwalczania (*B.brongniartii*) z alkoholowymi ekstraktami roślinnymi, co prawda obniżyło obecność zarodników tego grzyba w glebie, ale odnotowano dość efektywne porażenie przez nie pędraków.

Równie ciekawe wyniki, ale wymagające potwierdzenia w kolejnym etapie badań otrzymano w badaniu określenia składu fenolowego i triterpenoidowego w wyciągach roślinnych oraz w roślinnych podlewanych tymi ekstraktami. Okazało się, że ekstrakty miały dość duży wpływ (największy ekstrakt z mniszka i szałwii) na zjawisko biostymulacji roślin truskawki, co może mieć wpływ na plonowanie.

ZADANIE 2

Monitoring i określenie możliwości zwalczania szkodników na wybranych roślinach prozdrowotnych i sadowniczych

Celem zadania było poszukiwanie nowatorskich rozwiązań (na przykład wykorzystanie pułapek z substancją wabiącą, które mogłyby być wykorzystane do masowych odłowów muchówek) co skutecznie mogłoby ograniczać populację wybranych szkodników uszkadzających owoce rokitnika (nasionnica rokitnikowa), róży pomarszczonej (nasionnica różówka, owocówka różoweczka), czereśni lub wiśni (nasionnica trześniówka i nasionnica wschodnia) i malinie (muszka plamoskrzydła). Drugim ważnym celem zadania był monitoring i określenie zagrożenia plantacji malin lub roślin prozdrowotnych ze strony innych szkodników co może w przyszłości ułatwić opracowanie wytycznych i metodyk dla roślin uprawianych w systemie ekologicznym. Oprócz prowadzenia obserwacji na wyznaczonych plantacjach, w tym zadaniu przeprowadzono również ankietę wśród producentów różnych ekologicznych upraw w celu ustalenia najbardziej szkodliwych owadów oraz nowych zagrożeń.

1A. Monitoring występowania i możliwości ograniczania nasionnic na rokitniku, róży pomarszczonej i czereśni lub wiśni

Monitoring występowania nasionnic na różnych gatunkach roślin przeprowadzono w 4 sadach czereśniowych i w 2 sadach wiśniowych położonych w Polsce centralnej; na 7 plantacjach róży pomarszczonej (1 plantacja Polska północno-zachodnia, 2 Polska wschodnia i 4 Polska południowo-zachodnia) oraz na 6 plantacjach rokitnika (1 Polska centralna, 3 Polska północna, 1 Polska wschodnia i 1 Polska północno-wschodnia). Do monitorowania obecności nasionnic użyto żółtych pułapek lepowych. Wyniki zestawiono w Tabeli 18.

Tabela 18. Odłowy różnych gatunków nasionnic w pułapki lepowe

	Rejon Polski	Początek lotu	Gatunek nasionnicy	Liczba odłowionych osobników
Czereśnia				
Dąbrowice	centralny	27.05	R.cerasi	258
		2.07	R.cingulata	5
Nowy Dwór	centralny	3.06	R.cerasi	65
Józefatów	centralny	10.06	R.cerasi	89
Sk-ce Kątna	centralny	31.05	R.cerasi	293
		22.07	R.cingulata	7
Wiśnia				
Dębowa Góra	centralny	3.06	R.cerasi	174
		8.07	R.cingulata	15
Józefatów	centralny	30.05	R.cerasi	454
		17.06	R.cingulata	20
Róża				
Dolice	Północno-zachodni	17.06	R.alternata	15
Koryciny I	wschodni	18.06	R.alternata	108
Koryciny II		18.06	R.alternata	34
Lądek Zdrój I	Południowo-zachodni	20.08	R.alternata	0
Lądek Zdrój II		20.08	R.alternata	2
Lądek Zdrój III		20.08	R.alternata	3
Lądek Zdrój IV		20.08	R.alternata	1
Rokitnik				
Dąbrowice	centralny	10.06	R.batava	640
Pereszczówka	wschodni	18.06	R.batava	3490
Ostrów Północny	Północno-wschodni	25.06	R.batava	3
Przezmark I	północny	22.06	R.batava	2095
Przezmark II		22.06	R.batava	5917
Przezmark III		22.06	R.batava	6947

Na wiśni i czereśni podobnie jak w latach ubiegłych wystąpiły dwa gatunki nasionnic: *Rhagoletis cerasi* (nasionnica trześniówka) i *Rhagoletis cingulata* (nasionnica wschodnia). Ten drugi gatunek liczniej wystąpił na wiśni niż na czereśni. Muchy nasionnicy trześniówki na czereśni swój lot w Polsce centralnej rozpoczęły pod koniec maja, natomiast nasionnicy wschodniej na początku lipca. Na wiśni pierwsze muchy *R. cerasi* pokazały się pod koniec maja lub na początku czerwca, natomiast *R.cingulata* w zależności od sadu w połowie czerwca lub na początku lipca (Tabela. 18).

W obecnym sezonie odnotowano mniejszą liczebność nasionnicy różówki (*Rhagoletis alternata*) prawie we wszystkich rejonach objętych badaniami. Najwięcej much tego gatunku odłowiono we wschodnim rejonie kraju (Tabela 18).

Podobnie jak w roku poprzednim bardzo licznie wystąpiła nasionnica rokitnikowa (*Rhagoletis batava*) i to prawie na wszystkich plantacjach wytypowanych do badań. Jedynie na plantacji w Ostrowcu Północnym wystąpiła mało licznie (odłowiono tylko średnio 3 muchy/pułapkę)

i w Dąbrowicach (640/pułapkę). Na pozostałych plantacjach odławiano średnio od 2000 do prawie 7000 tysięcy na pułapkę. (Tabela 18).

Badanie skuteczności nowych atraktantów

W projekcie badano atraktanty do odłowu różnych gatunków nasionnic w celu wyselekcjonowania najlepszego, który może być użyty do masowych odłowów tych szkodników. Do badania pozyskano atraktant do odłowu *Ceratitis capitata* produkcji ZD CHEMIPAN (A1), atraktant przygotowany samodzielnie (A2) - 4% roztwór nawozu NP+S na bazie fosforanu amonu oraz atraktant dla *Ceratitis capitata* (firmy ProboDelt) – A3. Do testów stosowano również typy pułapek, między innymi:

1. Pułapka lepowa (Fot. 23) z atraktantem A1
2. Pułapka kubelkowa (Fot. 23) z atraktantem A1 lub A2
3. Pułapka butelkowa (Fot. 23) z rozpuszczonym atraktantem A1 lub A2. Do butelki 1,5 l wlewano 0,7 l roztworu i wykonywano w niej 3 otwory o średnicy 0,5 cm.
4. Pułapka stożkowa (Fot. 23) z atraktantem A3 lub A1



Fot. 23. Różne typy pułapek do odłowu nasionnic (od lewej pułapka lepowa; kubelkowa; butelkowa; stożkowa)

Wyniki odłowów zestawiono w Tabeli 19, 20, 21.

Tabela 19. Odłowu much *R.cerasi* i *R.cingulata* na wiśni i czereśni w zależności od typu pułapki i atraktantu

Rodzaj pułapki i atraktantu	Gatunek nasionnic	Liczba odłowionych much średnio na 1 pułapkę	
		Skierniewice	Józefatów
		czereśnia	wiśnia
lepowa	<i>R.cerasi</i>	293	454
	<i>R.cingulata</i>	7	20
lepowa z A1	<i>R.cerasi</i>	132	783
	<i>R.cingulata</i>		51
stożkowa z A3	<i>R.cerasi</i>	38	
	<i>R.cingulata</i>	3	
stożkowa z A1	<i>R.cerasi</i>	7	
	<i>R.cingulata</i>	41	
kubelkowa z A2	<i>R.cerasi</i>	493	128
	<i>R.cingulata</i>	26	5
kubelkowa z A1	<i>R.cerasi</i>	89	214
	<i>R.cingulata</i>	13	8
butelkowa z A2	<i>R.cerasi</i>	73	80

	<i>R.cingulata</i>	19	16
butelkowa z A1	<i>R.cerasi</i>	270	23
	<i>R.cingulata</i>	56	6
Razem A1 (kubelkowa + butelkowa)	<i>R.cerasi</i>	359	237
	<i>R.cingulata</i>	69	14
Razem A2 (kubelkowa + butelkowa)	<i>R.cerasi</i>	566	208
	<i>R.cingulata</i>	45	21

Wszystkie badane atraktanty i wszystkie typy pułapek odławiały muchy *R. cerasi* i *R. cingulata* na czereśni i wiśni, jednak nie wszystkie w takiej samej liczbie. Na czereśni atraktant A1 najwięcej much *R. cerasi* i *R. cingulata* odłowił w pułapce butelkowej, a na wiśni na pułapce lepowej. Natomiast atraktant A2 najwięcej much tych gatunków odłowił na obu uprawach w pułapce kubelkowej. W sumie więcej much *R. cerasi* na czereśni odłowił atraktant A2 (566 szt.), ale atraktant A1 odłowił więcej much *R. cingulata* (69 szt.). Na wiśni natomiast było odwrotnie atraktant A1 – 237 *R. cerasi*, a A2 – 21 *R. cingulata*.

Tabela 20. Odłowy much *R. alternata* na róży pomarszczonej w zależności od typu pułapki i atraktantu

Rodzaj pułapki i atraktantu	Liczba odłowionych much/ 1 pułapkę	
	Dolice	Koryciny
lepowa	15	142
lepowa z A1	22	180
stożkowa z A3	1	2
stożkowa z A1	1	28
kubelkowa z A2	2	
kubelkowa z A1	3	23

W obecnym sezonie wegetacyjnym odnotowano bardzo słaby wylot much nasionnicy różówki (*R. alternata*) we wszystkich lokalizacjach, w których prowadzono badania. Tym niemniej odnotowano zgoła inne wyniki niż na wiśni i czereśni. Prawie we wszystkich typach pułapek i w obu lokalizacjach atraktant A1 odłowił więcej much niż pozostałe atraktanty. Najwięcej much tego gatunku (180 szt.) odnotowano w pułapce lepowej z atraktantem A1 w lokalizacji Koryciny.

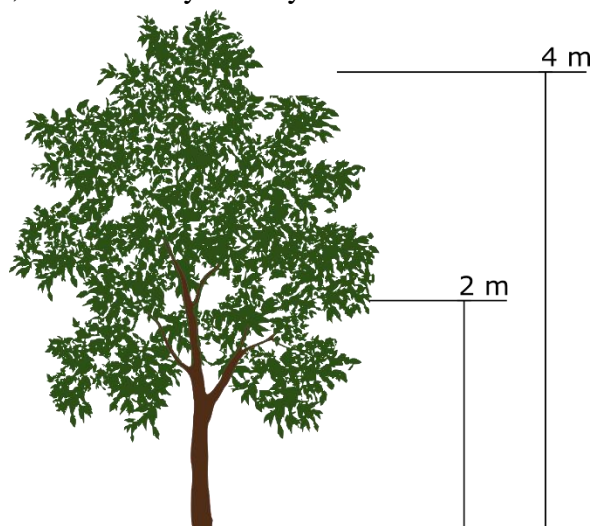
Tabela 21. Odłowy much *R. batava* na rokitniku w zależności od typu pułapki i atraktantu

Rodzaj pułapki i atraktantu	Liczba odłowionych much/ 1 pułapkę	
	Pereszczówka	Przezmark
lepowa	3490	5917
lepowa z A1	2065	2149
stożkowa z A3	1301	922
stożkowa z A1	958	147
kubelkowa z A2	655	107
kubelkowa z A1	135	12
butelkowa z A2	537	
butelkowa z A1	85	

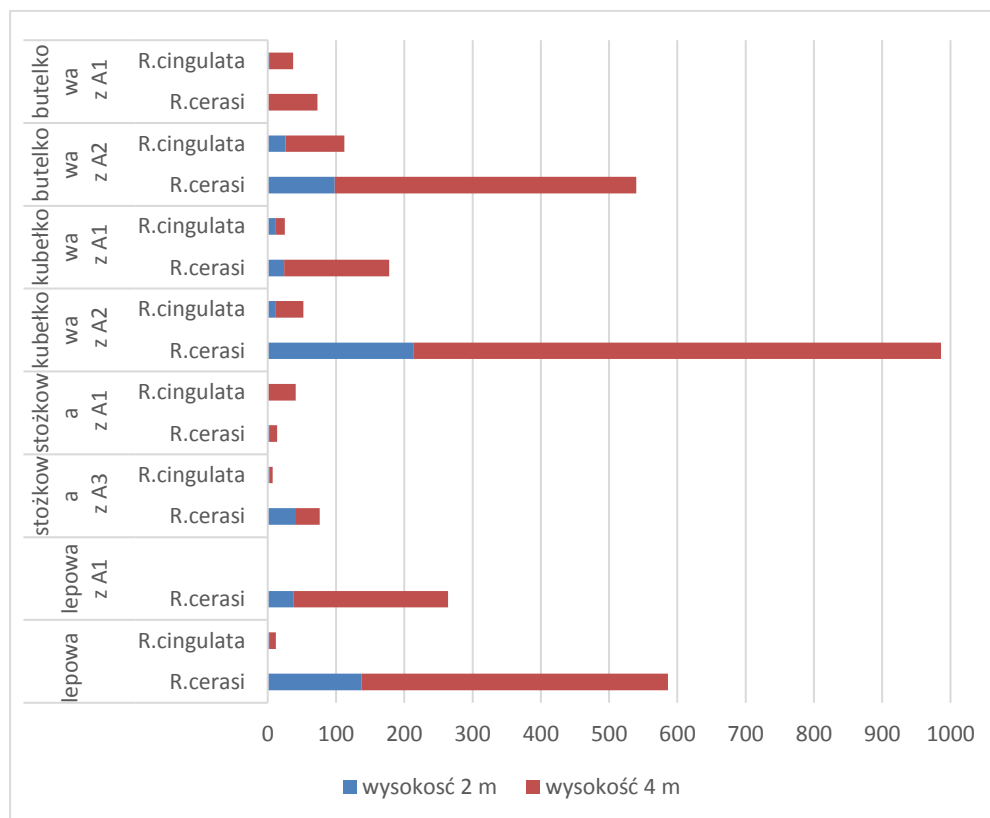
Na rokitniku muchy *R. batava* lepiej odławiał atraktant A2 niż atraktant A1. Ale najwięcej much tego gatunku w obu lokalizacjach odławiało się w pułapce lepowej (3490 szt. – Pereszczówka i 5917 szt. – Przezmark).

Ocena skuteczności nowych atraktantów w zależności od wysokości zawieszenia pułapki w sadzie

W jednym z sadów czereśniowych, w którym rosły wysokie drzewa pułapki do odłowu nasionnic rozmieszczono w koronach drzew na dwóch wysokościach (2 m i 4 m) w celu sprawdzenia wpływu miejsca zawieszenia na skuteczność pułapki. Schemat rozmieszczenia przedstawia Fot. 24, natomiast wyniki Wykres 8.



Fot. 24. Schemat rozmieszczenia pułapek do odłowu nasionnicy trześniówki i wschodniej



Wykres. 8. Efektywność odłowu much *R. cerasi* i *R. cingulata* na czereśni w zależności od typu pułapki i atraktantu oraz wysokości zawieszenia pułapki

Otrzymane wyniki wskazują, że wszystkie typy pułapek i atraktantów zdecydowanie więcej much nasionnic trześniówki i wschodniej odłowiły w wyższej partii (4 m) korony drzew niż na wysokości 2 m. A zatem wysokość zawieszania pułapek zarówno do monitorowania obecności, jak i do masowych odłowów tych gatunków powinna być dobierana indywidualnie w każdym sadzie (szczególnie w sadach starszych z wysokimi koronami).

Wykorzystanie pułapek do masowego odłowu nasionnic

Do masowego odłowu nasionnic: *R. alternata* na róży pomarszczonej (3 lokalizacje: Dolice, Koryciny, Łądek Zdrój) i *R. batava* na rokitniku (2 lokalizacje: Przezmark, Perszczówka) użyto podobnie jak w poprzednim roku hiszpańskich pułapek firmy Probodelt z atraktantem dedykowanym dla *C. capitata* (A3) oraz pułapek butelkowych wykonanych samodzielnie (podobnie jak przy badaniu skuteczności nowych atraktantów) (A2). Na niektórych plantacjach zastosowano dwa systemy zawieszania pułapek. Pierwszy z nich to butelka zakręcona zakrętką ze specjalnie wykonanym haczykiem (A2H), natomiast drugi sposób to na zakrętce butelki montowano żółty daszek wyprodukowany przez włoską firmę Prodotto DA (A2D).

Na jednej plantacji rokitnika w Przezmarku producent zastosował dwa dodatkowe typy pułapek: pułapki butelkowe zawierające amoniak i po 1 sztuce sardeli europejskiej (A4) oraz żółte pułapki tablicowe (T). Pułapki zastosowano w ilości ok. 80 pułapek na 1 ha sadu lub plantacji. Wszystkie stosowane pułapki przedstawia Fot. 25.

W Przezmarku wykonano dwa doświadczenia: Doświadczenie I – z rozwieszeniem różnego typu pułapek z różnymi atraktantami oraz Doświadczenie II na plantacji, na której w poprzednim roku stwierdzono bardzo wysoką populację nasionnicy (ok. 4000 much/pułapkę lepową). Na tej plantacji w poprzednim sezonie były już stosowane pułapki stożkowe z atraktantem A3, a w okresie zimowym producent usunął wszystkie drzewa zapyłające (męskie osobniki) w celu ograniczenia owocowania i zmniejszenia możliwości składania jaj przez samice nasionnic. Następnie w okresie lotu much w tym sezonie zostały ponownie wywieszane pułapki do masowego odłowu much stożkowe A3 i butelkowe A2.

Pułapki na poszczególnych plantacjach zostały zawieszane tuż przed początkiem lotu odpowiednich gatunków nasionnic. W ciągu sezonu w we wszystkich doświadczeniach pułapki były kilkakrotnie opróżniane i liczone złowione w ten sposób muchy nasionnic. W czasie zbiorów poszczególnych upraw sprawdzono również uszkodzenie owoców pobierając 4 x 100 owoców (rokitnik) i 4 x 25 owoców (róža pomarszczona) z części, w których rozwieszono były pułapki i z części bez pułapek.



Fot.25. Pułapki stosowane do masowych odłowów nasionnic *R. alternata* i *R. batava* (od lewej Tablicowa (T), Butelkowa (A4), stożkowa (A3), butelkowa (A2D), butelkowa (A2H)

Wyniki zestawiono w Tabeli 22, 23, 24.

Tabela. 22. Skuteczność odłowu much *R. alternata* na róży pomarszczonej

Typ pułapki i atraktantu	Średnia liczba odłowionych much/pułapkę			Średnia liczba uszkodzonych w próbie 100 owoców		
	Dolice	Koryciny	Lądek Zdrój	Dolice	Koryciny	Lądek Zdrój
Pułapka (A2)	1,1	2,5	0	0	29	21
Pułapka (A3)	0,25	0,6	0,1	0	25,7	15
Kontrola				1,5	35,7	36

Mimo tego, że w bieżącym sezonie odnotowano małą liczebność much *R. alternata* również w testowanych pułapkach, to na niektórych plantacjach odnotowano uszkodzenia owoców przez tego szkodnika. Najwięcej uszkodzeń, a i najwięcej much odnotowano na plantacji róży pomarszczonej w miejscowości Koryciny. Natomiast o wiele mniej uszkodzeń i much zanotowano w lokalizacji Dolice. Warto podkreślić, że na tej plantacji pułapki wywieszane były już drugi sezon. W lokalizacji Lądek Zdrój, mimo że odnotowano małą liczebność much, to w owocach odnotowano dość dużo larw. Jednak warto zauważyć, że tam gdzie były zastosowane pułapki uszkodzeń było nieco mniej.

Tabela. 23. Skuteczność odłowu much *R. batava* na rokitniku w Pereszczówce

Typ pułapki	Liczba odłowionych much/pułapkę	Liczba uszkodzonych w próbie 100 owoców
Pułapka (A2)	429,1	59,7
Pułapka (A3)	459,6	41,2
Kontrola		75,5

Przy wysokiej populacji nasionnicy rokitnikowej jaka była w lokalizacji Pereszczówka zastosowanie pułapek ograniczyło uszkodzenia owoców w ok. 50% (Tabela 23). Z pewnością zastosowanie pułapek w kolejnych sezonach może spowodować większe ograniczenie uszkodzeń.

Tabela. 24. Skuteczność odłowu much *R. batava* na rokitniku w Przemarku

Rodzaj pułapki	Liczba odłowionych much / pułapkę	Liczba uszkodzonych w próbie 100 owoców
Doświadczenie I		
Pułapki A4	335,2	86,5
Pułapki A2D	1755,7	78,5
Pułapki A2H	2835,2	71,7
Pułapki A3	3758,1	67,7
Pułapki T	82,6	93,2
kontrola	-	99,2
Doświadczenie II		
Pułapki A3	1037,7	99,7
Pułapki A2	381,1	98,2
kontrola		99,7

W doświadczeniu I przy bardzo wysokiej populacji nasionnicy rokitnikowej najefektywniej odławiały pułapki z atraktantem A3 i na tych poletkach zanotowano również najmniejszy procent uszkodzonych owoców. Pozostałe pułapki oprócz tablicowych (T) również dość skutecznie odławiały muchy, ale na tych poletkach stwierdzono nieco więcej uszkodzonych owoców.

W doświadczeniu II pułapki z atraktantem (A2) odławiały nieco słabiej muchy nasionnicy niż pułapki stożkowe z atraktantem (A3). Jednak w tym doświadczeniu prawie na wszystkich poletkach stwierdzono nieomal 100% uszkodzonych owoców. Wydaje się, że słabe zawiązanie (z powodu wycięcia drzew zapylających), wywołało dużą presję samic na te nieliczne owoce i to spowodowało tak duży procent ich uszkodzenia.

Analiza pułapek na owady za pomocą wieloczynnikowego analizatora gazu (elektronicznego nosa)

W celu wyjaśnienia mechanizmu działania i charakterystyki atraktantów przeprowadzono analizę substancji przez nie wydzielanych za pomocą wieloczynnikowego analizatora gazu.

Do badań użyto próbek, których opis zestawiono w Tabeli 25. W celu określenia dodatkowych punktów odniesienia zwłaszcza dla substancji organicznych pułapek, zbadane zostały związki metyloamina i dimetyloamina (substancje referencyjne).

Tabela 25. Oznaczenia badanych próbek

Oznaczenie	Opis
M	Atraktant A2 (substancja mineralna płynna (20 g na jałowej gazie))
O	Atraktant A3N (substancja organiczna świeża (saszetka 15,4 g, wymiary 10x8 cm) – otwarta bezpośrednio przed badaniem)
Os	Atraktant A3S (substancja organiczna skryształizowana (saszetka 12,0 g, wymiary 10x8 cm) – otwarta po okresie użytkowania)
p	pułapka stożkowa (osłona z substancją paraliżującą (cypermetryna))
Op	Atraktant A3N + pułapka stożkowa (substancja organiczna świeża w pułapce)
K	kontrola (powietrze syntetyczne w worku PTFE)
dim	dimetyloamina Fluke 38950, dawka 10 µl, roztwór 33%, 45,08 M, 0,76 g/cm ³
met	metyloamina Fluke 65580, dawka 10 µl roztwór 41%, 31,06 M, 0,897 g/cm ³

Badane próbki zostały umieszczone w workach z PTFE o objętości 15 dm³, który z jednej strony posiadał sondę 2/4 mm (d_z/d_w) do uzupełniania powietrza i poboru próby gazowej (Fot 26). Worki zostały uzupełnione do całej swojej objętości powietrzem filtrowanym na złożu z węglem aktywnym. Wykorzystane zostało powietrze syntetyczne bez węglowodorów Linde o zawartości C_nH_m < 0,1ppm i NO_x < 0,1 ppm.

Badania przeprowadzone zostały za pomocą analizatora z matrycą 17 czujników gazu typu MOS – *metal oxide semiconductors* (elektroniczny nos). W skład matrycy wchodzi czujniki:

1. TGS-2600-B00 – Czujnik ogólnych zanieczyszczeń powietrza 1-30ppm (dla H₂)
2. TGS-2602-B00 – Czujnik toksycznych zanieczyszczeń powietrza (NH₃, H₂S, C₂H₅OH, C₆H₅-CH₃) 1-30ppm (dla alkoh. etylow.)
3. TGS-2610-D00 – Czujnik propanu i butanu z filtrem węglowym (C₃H₈, C₄H₁₀) 500-10000ppm
4. TGS-2611-E00 – Czujnik metanu z filtrem węglowym (CH₄) 500-10000ppm

5. TGS-2620-C00 – Czujnik alkoholu etylowego, 50-5000ppm
6. TGS-4161 – tlenek węgla 350-10000ppm
7. TGS-2444 – amoniak 10-100ppm
8. TGS-2442-B02 – Czujnik tlenku węgla CO 30-1000ppm
9. TGS-800 – ogólne zanieczyszczenia powietrza 1-1000ppm (dla izobutanu)
10. TGS-825-A00 – siarkowodór 5-100ppm
11. TGS-813-A00 – Czujnik gazów palnych 500-10000ppm
12. TGS-821 – Wodór 10-5000ppm
13. TGS-823-A00 – opary rozpuszczalników 50-5000ppm
14. TGS-812 – Czujnik gazów wybuchowych i toksycznych 100-5000ppm (dla metanu, izobutanu, wodoru, CO)
15. TGS-830 – chlorofluorowęglowodory 100-3000ppm
16. TGS-832-A00 – chlorofluorowęglowodory 100-3000ppm
17. TGS-2106 – czujnik spalin, gazów odlotowych z silników spalinowych diesla 0,1-10ppm (dla NO₂)

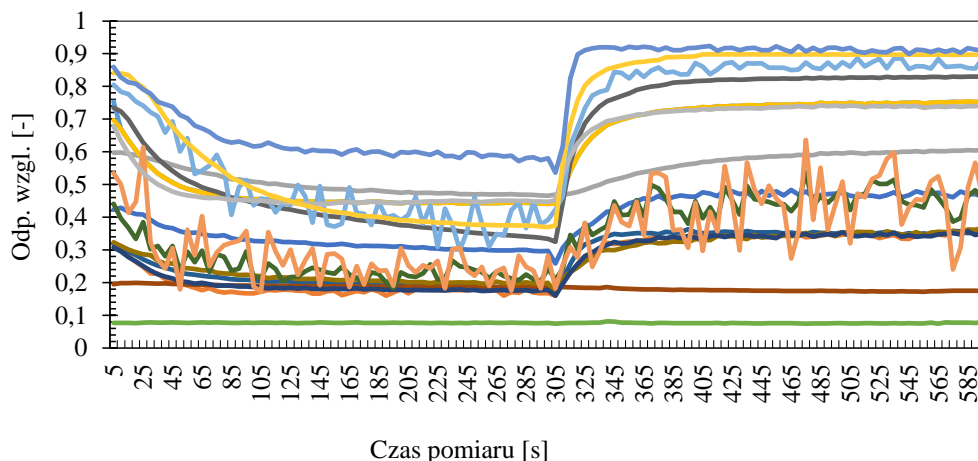
Każdy pomiar trwał 10 min i obejmował fazę 5 min płukania czujników syntetycznym powietrzem oraz 5 min pomiaru. Przepływ powietrza płuczącego oraz poboru próbki wynosił 0,5 L/min.

Wyznaczone zostały podstawowe statystyki dla poszczególnych czujników. W dalszym etapie wielowymiarowe dane poddane zostały analizie głównych składowych PCA, opartej na macierzy kowariancji.



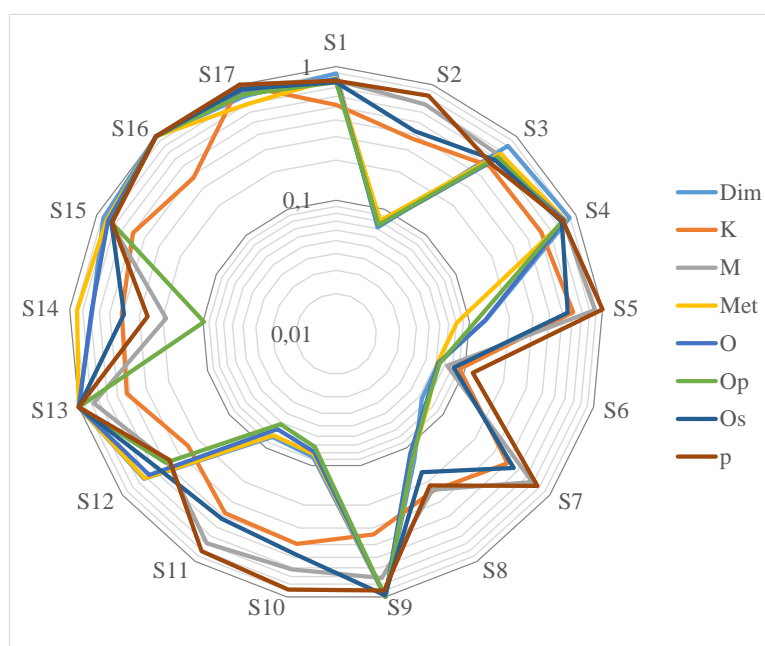
Fot. 26. Zdjęcie badanych próbek (od lewej: kontrola, osłona pułapki, substancja organiczna)

Przykładową zmianę odpowiedzi względnej czujników podczas płukania matrycy czujników i próbkowania pokazano na Wykresie 9. Odpowiedź względna jest niższa dla czystego powietrza, zaś wyższa w przypadku zanieczyszczonych próbek. Odpowiedzi czujników matrycy stabilizowały się pod koniec 5-minutowych okresów płukania oraz próbkowania.



Wykres 9. Zmiana odpowiedzi względnej czujników podczas płukania matrycy czujników i próbkowania

Na Wykresie 10 przedstawiono wykres polarny (w literaturze opisywany jako tzw. *gas fingerprint*) wykreślony ze średniej wartości odpowiedzi względnej poszczególnych czujników, wyliczonej z ostatniej minuty pomiaru. Każda z próbek posiada unikalną kombinację odpowiedzi czujników, która pozwala na jej rozróżnienie i identyfikację. Najbardziej zbliżone charakterystyki posiadają: substancja organiczna w osłonie pułapki (Op), metyloamina (met) i dimetyloamina (dim).

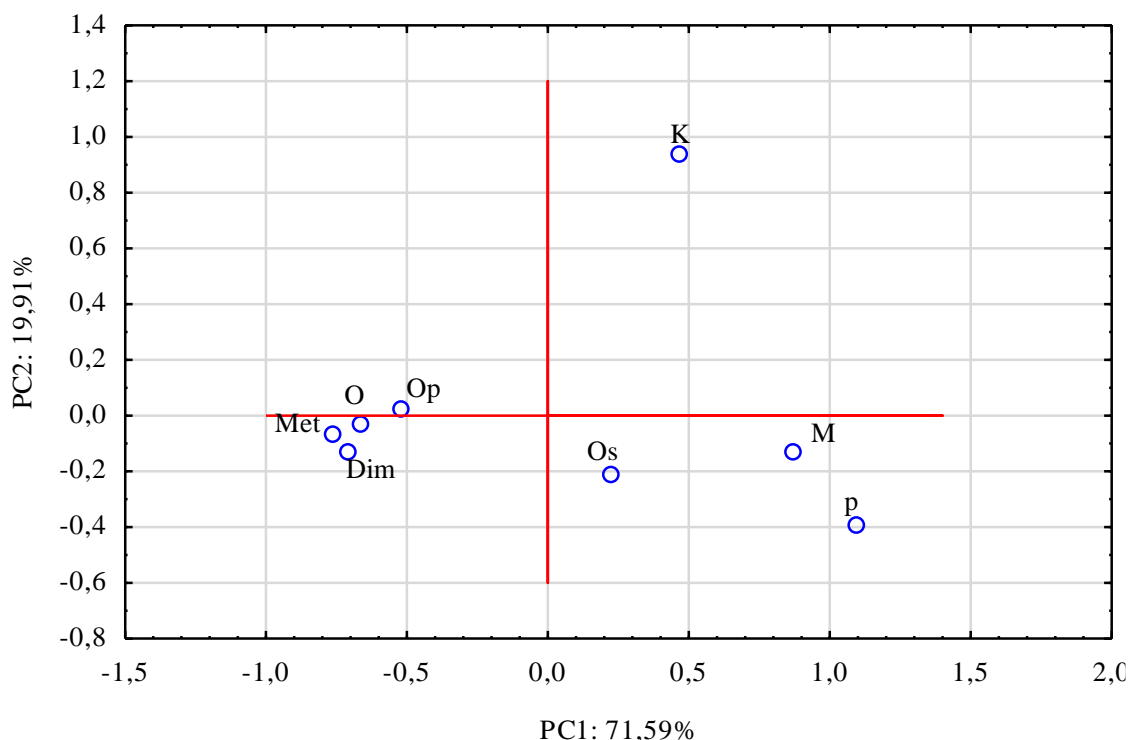


Wykres 10. Wykres polarny z średnich wartości odpowiedzi względnej poszczególnych czujników wyliczonej z ostatniej minuty pomiaru

Analiza PCA umożliwiła wyznaczenie dwóch nowych zmiennych (głównych składowych) PC1 i PC2, objaśniających odpowiednio 71,5% oraz 19,9% całkowitej wariancji pierwotnego zbioru danych.

Wyniki analizy PCA zamieszczone są na Wykresie 11. Przedstawione punkty reprezentują wartości średnie dla poszczególnych zbadanych próbek. Z zakresu przebadanych próbek możliwa jest ogólna klasyfikacja oraz rozróżnienie pomiędzy substancją organiczną (O) oraz mineralną (M). Pułapki organiczne posiadały bardzo intensywny zapach sklasyfikowany

wstępnie przez zespół badawczy jako związki z grupy amin. Ta cecha spowodowała, że punkty reprezentujące próbki metyloaminy (met) i dimetyloaminy (dim) lokują się w przestrzeni głównych składowych w obrębie klastra substancji organicznych. Substancja organiczna skryształizowana (zużyta), charakteryzowała się znacznie mniej intensywnym zapachem. Punkt reprezentujący substancję organiczną skryształizowaną odsunięty jest w prawą stronę od substancji organicznych. Główna składowa PC1 określa zatem odwrotnie proporcjonalnie intensywność emitowanych lotnych związków organicznych (LZO) do otaczającego powietrza.



Wykres 11. Wykres analizy PCA dla przebadanych próbek

Potwierdzenie przynależności gatunkowej *R. batava*.

W 2019 roku pozyskane z hodowli dorosłe osobniki *R. batava* zostały przekazane do Natural History Museum w Londynie w celu potwierdzenia przynależności gatunkowej. Wyniki badań potwierdzają, że występująca w Polsce *R. batava* należy do Tephritidae i jest to gatunek rozpowszechniony, ale do niedawna rzadko rejestrowany. Głównie w Europie Środkowej i zachodniej Rosji, obecnie najwyraźniej rozprzestrzeniający się w Europie Północnej. Larwy rozwijają się w owocach rokitnika zwyczajnego.

Wykorzystanie biopreparatów do zwalczania nasionnicy rokitnikowej

W tym sezonie wykonano doświadczenie polegające na zastosowaniu biopreparatów do zwalczania much nasionnicy rokitnikowej. Podczas lotu much wykonano 3 zabiegi zwalczające w dniach: 3.07.19, 16.07.19 i 23.07.19. opryskiwaczem motoro-plecakowym Stihl używając 750 l cieczy roboczej na 1 ha. Oceny skuteczności dokonano podczas zbioru owoców 6.08.2019 roku. Doświadczenie wykonano metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Wyniki zestawiono w Tabeli 26.

Tabela 26. Skuteczność biopreparatów w zwalczaniu nasionnicy rokitnikowej

Kombinacja i dawka środka	Średnia liczba uszkodzonych w próbie 100 owoców	Skuteczność wg wz Abbotta
Kontrola	96,7	-
NeemAzal - 3,5 l/ha	99,2	0,0
SpinTor 240 SC - 0,8 l/ha	63,7	34,1
Naturalis - 150 ml/100 l/wody	84,2	12,9
Olejek pomarańczowy - 2%	89,0	8,0
Quasia - 2 g/1 l	78,7	18,6

W bieżącym sezonie populacja nasionnicy rokitnikowej była bardzo wysoka, mimo że wykonano 3 opryskiwania, skuteczność środków nie była zadowalająca. Najwyższą skuteczność wykazał środek Spintor 240 SC. Stosowanie środków biologicznych do zwalczania tego szkodnika wymagać będzie opracowania zintegrowanych metod. Na przykład połączenia opryskiwań ze stosowaniem pułapek do masowych odłowów much, lub opracowanie metod ograniczających poczwarki zimujące w glebie.

1B. Monitoring występowania owocówki różoweczki na plantacjach róży pomarszczonej i próby określenia możliwości jej ograniczenia

Od kilku lat na polskich szczególnie ekologicznych plantacjach róży pomarszczonej owoce uszkadza owocówka różoweczka. W tym podzadaniu prowadzono monitoring występowania oraz podjęto próbę określenia możliwości zastosowania biopreparatów do ograniczania populacji tego szkodnika, a także określenie terminów ich stosowania.

Monitoring występowania owocówki różoweczki prowadzono na 3 plantacjach róży pomarszczonej. Na 2 z nich rozwieszono pułapki feromonowe do odłowu samców owocówki śliwkoweczki, które odławiają również samce owocówki różoweczki. Natomiast na wszystkich wyznaczonych plantacjach prowadzono obserwacje porażenia przez gąsienice owocówki różoweczki zawiązków i owoców. Wyniki zestawiono w Tabeli 27 i 28.

Tabela 27. Liczba samców owocówki różoweczki odłowionych na plantacjach róży pomarszczonej

Dolice		Łądek Zdrój	
Data obserwacji	Liczba odłowionych motyli	Data obserwacji	Liczba odłowionych motyli
21.06.19	1	19.06.19	2,5
4.07.19	26,5	9.07.19	18
1.08.19	78,5	20.08.19	6

Tabela 28. Liczba uszkodzonych owoców róży pomarszczonej przez owocówkę różoweczkę

Lokalizacja	Średnia liczba uszkodzonych w próbie 100 owoców					
	18.06	5.08	13.06	4.07	1.08	20.08
Koryciny	9,0	29,1				
Dolice			10,0	10,0	7,5	
Łądek Zdrój						16,0

Na wszystkich monitorowanych plantacjach róży pomarszczonej odnotowano motyle owocówki różoweczki. Więcej odłowiono ich na plantacji w Dolicach niż na plantacji w Łądku

Zdroju. Jednak w sierpniu na wszystkich plantacjach w ok. 10 - 20% owoców znajdowano gąsienice owocówki różoweczki.

Na jednej z plantacji w Dolicach, tam gdzie więcej odłowiono samców owocówki różoweczki wykonano doświadczenie nad wykorzystaniem środków biologicznych do ograniczania jej gąsienic. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Zabieg przeprowadzono przy pomocy plecakowo-motorowego opryskiwacza typu Stihl zużywając 750 l cieczy na ha. Zabieg wykonano tuż przed wylęgiem gąsienic z jaj i powtórzono po ok. 14 dniach: 21.06.2019 i 4.07.2019 roku.

Wykaz kombinacji:

1. Kontrola
2. Madex Max (Cydia pomonella granulovirus CpGV)- 0,05 l/ha /1 m wys. korony
3. Dipel WG (Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki) - 1,0 kg/ha

Oceny efektywności dokonano 1.08.2019 roku licząc uszkodzone owoce 4 x 25 owoców z kombinacji, a wyniki zamieszczono w Tabeli 29.

Tabela 29. Skuteczność środków zastosowanych do zwalczania owocówki różoweczki na róży pomarszczonej

Kombinacja	Średnia liczba uszkodzonych owoców	Skuteczność wg wz Abbotta
Kontrola	14	
Madex Max	12	14,3
Dipel WG	8	42,8

W tym sezonie mimo wykonania dwóch zabiegów, skuteczność biopreparatów nie była zadowalająca. Być może wpływ miały warunki atmosferyczne, okresy suszy i wysokie temperatury być może nie sprzyjały działaniu biopreparatów.

1C. Monitoring występowania szkodników na róży pomarszczonej, malinie i rokitniku

Występowanie szkodników na plantacjach roślin prozdrowotnych jest dość istotnym problemem. Poznanie, jakie gatunki i w jakim nasileniu występują może pomóc w planowaniu i wyborze metod ich ograniczania. W tym podzadaniu prowadzono obserwacje występowania szkodników na wytypowanych plantacjach róży pomarszczonej, malinie i rokitniku.

Róża pomarszczona

Lustracje na plantacjach róży pomarszczonej prowadzono metodą przeglądania prób liści (4 x 25 liści lub rozet) lustrację przeprowadzono w maju (20/22.05.19) oraz metodą otrząsania na płachtę entomologiczną, lustrację przeprowadzono w czerwcu.

Wyniki zestawiono w Tabeli 30 i 31. Pozostałe obserwacje prowadzono przeglądając owoce, a wyniki zostały przedstawione przy omawianiu monitoringu nasionnicy różówki i owocówki różoweczki.

Tabela 30. Występowanie szkodników na liściach róży pomarszczonej w maju

	Liczba znalezionych osobników			
	Dolice I	Dolice II	Koryciny I	Koryciny II
mszyce	12	14	26	60
gąsienice zwójkówek	3	3	5	
gąsienice piórolotka	2	1	78	6
wciornastki		2	2	

Tabela 31. Wyniki lustracji metodą otrząsania wykonanej w czerwcu na plantacjach róży pomarszczonej

	Średnia liczba znalezionych osobników					
	Lądek Zdrój I	Lądek Zdrój II	Lądek Zdrój III	Koryciny	Dolice I	Dolice II
ogrodnica niszczylistka	2	1	1	2	1	
sprężykowata	2,5	4	2,5			
pluskiwaki	3	6	3	2		1
słodyszki	39,5	37,5	51		10	15
piórolotki				16	3	1
zwójkówki liściowe	1	4	2			

Przeprowadzone lustracje wykazały, że wiosną zagrożeniem dla plantacji róży pomarszczonej mogą być gąsienice zwójkówek liściowych i piórolotków, które mogą uszkadzać młode zawiązki redukując plon owoców. Natomiast w czerwcu dużym zagrożeniem są różnego gatunki chrząszczy, szczególnie z rodzaju *Meligethes* spp. (słodyszki), które uszkadzają płatki róży pozbawiając ich wartości użytkowej. Zagrożeniem dla owoców róży mogą być również nasionnica różówka (*Rhagoletis alternata*) oraz owocówka różoweczka (*Cydia tenebrosana*), których larwy żerują w miąższu owoców pozbawiając ich wartości użytkowej – wyniki przedstawiono wcześniej.

Malina

Monitoring występowania szkodników prowadzono na 8 plantacjach maliny, w tym na 4 owocujących na pędach dwuletnich i 4 owocujących na pędach jednorocznych. Plantacje były zlokalizowane w województwie łódzkim, tj. w miejscowościach Jasień (Glen Ample), Lnisno (Glen Ample), Skierniewice (Polka), Turowa Wola (Polka), Chlebów (Polka), oraz w województwie mazowieckim w miejscowościach Wycześniak (uprawa w polu – Laszka, oraz w tunelu – Laszka) i Nowe Miasto nad Pilicą (Polka).

Obserwacje prowadzono raz na miesiąc pobierając z każdej plantacji po 60 pojedynczych liści. Liście przeglądano pod mikroskopem stereoskopowym i określano na nich obecność i liczebność szkodników takich jak: mszyca, przędziorek chmielowiec, przebarwiacz malinowy i wciornastek różówek.

Tabela 32. Liczebność szkodników na poszczególnych plantacjach

	Liczba osobników na 1 liść			
	Mszyce	Przędziorek chmielowiec	Przebarwiacz malinowy	Wciornastek różówek
Jasień	1,3	2,5	0,3	0,1
Lnisno	0,8	0,7	2	0
Wycześniak - tunel	4,9	9,5	1,3	0,3
Wycześniak - pole	0,5	3,3	1,3	0,2
Skierniewice	0,7	4,8	0,2	0,6
Turowa Wola	0,5	5,5	0	0
Chlebów	0,6	6	0	0
Nowe Miasto nad Pilicą	0,8	3,9	0	0

Wśród monitorowanych szkodników największe zagrożenie stanowiły mszyce i przędziorek chmielowiec, zwłaszcza na plantacji zlokalizowanej w tunelu. Natomiast przebarwiacz malinowy i wciornastek różówek nie stanowiły problemu na monitorowanych plantacjach (Tab. 32).

Monitoring szkodników przy pomocy pułapek zapachowych na plantacjach malin

Monitoring muszki płamoskrzydłej (*Drosophila suzukii*) i urazka czteropłamek (*Glischrochilus quadripunctatus*) prowadzono w 9 lokalizacjach na plantacjach malin owocujących na pędach dwuletnich i jednorocznych. Plantacje były zlokalizowane w województwie łódzkim, tj. w miejscowościach Jasień (Glen Ample), Lnisno (Glen Ample), Skierniewice (Polka), Turowa Wola (Polka), Chlebów (Polka), w województwie mazowieckim w miejscowościach Wycześniak (uprawa w polu – Laszka, oraz w tunelu – Laszka) i Nowe Miasto nad Pilicą (Polka), oraz lubelskim w miejscowości Brzostówka (Polka). Pułapki z atraktantem zapachowym zawieszono na początku czerwca w ww. lokalizacjach, na obrzeżach plantacji malin. Kontrolowano je 1-2 razy w miesiącu, precedując przez sitko odłowione owady i w laboratorium pod binokulem dokonywano identyfikacji gatunkowej.

Tabela 33. Odłowy muchówek muszki płamoskrzydłej oraz chrząszczy urazka czteropłamek w poszczególnych lokalizacjach

	Liczba osobników w okresie od czerwca do października	
	Muszka płamoskrzydła	Urazek czteropłamek
Jasień	8	21
Lnisno		12
Wycześniak - tunel		16
Wycześniak - pole	6	57
Skierniewice	4	10
Turowa Wola		4
Chlebów		6
Nowe Miasto nad Pilicą		8
Brzostówka	13	6

Pierwsze odłowy muchówek muszki płamoskrzydłej miały miejsce dopiero w trzeciej dekadzie października, po zbiorze owoców w miejscowościach Jasień, Wycześniak (pole), Skierniewice oraz Brzostówka. W pozostałych lokalizacjach nie notowano muchówek *D. suzukii* w

pułapkach. Chrząszcze urazka czteroplamka odławiano od lipca do października na wszystkich monitorowanych plantacjach. Najwięcej było ich w pułapkach zlokalizowanych w miejscowości Wycześniak (plantacja w polu), a najmniej na plantacji w Turowej Woli (Tab. 33).

Rokitnik

Wiosną zagrożeniem dla upraw rokitnika były zwójkówki liściowe. Monitoring występowania tych szkodników przeprowadzono na 2 plantacjach (Przeżmark, Pereszczówka). W maju pobrano próby rozet liściowych (4 x 25), które przeglądano na obecność gąsienic zwójkówek liściowych. Znalezione gąsienice hodowano do czasu wylotu owada dorosłego (motyli). Na pierwszej plantacji (Przeżmark) odnotowano 17% rozet, a na drugiej (Pereszczówka) 24% rozet uszkodzonych przez gąsienice zwójki różóweczki.

Przeprowadzenie ankiety

W tym zadaniu przeprowadzono także ankietę wśród producentów produkujących owoce w systemie ekologicznym, w celu ustalenia największych problemów występujących na plantacjach roślin sadowniczych związanych szczególnie z występującymi szkodnikami.

W celu przeprowadzenia ankiety został opracowany kwestionariusz (Aneks I), który następnie został przesłany do jednostek certyfikujących w celu przekazania do zainteresowanych producentów, szczególnie truskawek, wiśni, czereśni, rokitnika i róży pomarszczonej. Równocześnie, po uzyskaniu danych producentów roślin w systemie ekologicznym z IHARS, wytypowano 240 uczestników ankiety. Kryteria wyboru producentów były następujące:

1. sklasyfikowani jako producenci: truskawek, wiśni, maliny, pozostałych drzew pestkowych, pozostałych krzewów jagodowych bądź innych upraw wieloletnich;
2. obszar zawężono do producentów posiadających plantacje większe niż 0,3 ha;
3. wybrano producentów z największym obszarem upraw ekologicznych z każdego powiatu.

Kwestionariusz został wysłany pocztą z załączoną kopertą zwrotną. Podany został również adres e-mail, na który można było również wysłać ankietę drogą elektroniczną. Z 240 wysłanych ankiet wróciło 25, czyli ok. 10%. W Tabeli 34 zestawiono dane na temat liczby ankiet wysłanych dla każdego województwa oraz ich zwrot. Pozostałe wyniki ankiety zestawiono w Tabeli 35 – 38.

Tabela 34. Liczba ankiet wysłana w poszczególnych województwach oraz ich zwrot

Województwo	wysłane	zwrot	Województwo	wysłane	zwrot
lubelskie	7	4	wielkopolskie	16	1
mazowieckie	32	4	kujawsko-pomorskie	14	1
podkarpackie	21	4	świętokrzyskie	11	1
dolnośląskie	16	2	warmińsko-mazurskie	18	1
pomorskie	13	2	podlaskie	16	1
łódzkie	17	2	opolskie	1	0
małopolskie	15	1	śląskie	5	0
lubuskie	24	1	zachodniopomorskie	16	0

Tabela 35. Dane o respondentach

		Liczba odpowiedzi
Płeć ankietowanego	K	5
	M	20
Wiek:	<26	1
	27-50	13
	>50	11
Wykształcenie:	podstawowe	1
	zawodowe	2
	średnie	4
	wyższe	18
Czy wykształcenie związane jest z kierunkiem rolniczym:	TAK	13
	NIE	12
Doświadczenie związane z rolnictwem:	<10	5
	od 10 do 30	11
	>30	9

W zdecydowanej większości ankietę wypełnili mężczyźni. Ankietowani byli w wieku powyżej 27 lat i posiadali wykształcenie wyższe z doświadczeniem w rolnictwie ekologicznym powyżej 10 lat (Tabela 33). W gospodarstwach, w których była przeprowadzona ankieta, 23 z nich posiada certyfikat ekologicznej produkcji (minimalny okres posiadania certyfikatu 1 rok, maksymalny 18 lat), a 2 są w trakcie konwersji. Z tych wyników można wnioskować, że osoby wypełniające ankietę posiadają przygotowanie i doświadczenie w tej dziedzinie.

Tabela 36. Maksymalna i minimalna powierzchnia upraw oraz liczba gospodarstw z daną uprawą

Uprawa	Powierzchnia uprawy		Liczba gospodarstw z daną uprawą
	Max	Min	
Jabłoń	12	0,05	10
Grusza	2	0,02	6
Śliwa	3	0,05	9
Czereśnia	2	0,12	6
Wiśnia	26	0,15	6
Truskawka	11	0,1	8
Malina	60	0,1	12
Porzeczka czarna/kolorowa	32	2	7
Aronia	28	1	2
Rokitnik		pojedyncze drzewa	1
Róża pomarszczona/jabłkowata/dzika	1,5	1,5	2
Borówka wysoka/amerykańska	0,66	0,66	3
Brzoskwinie	0,5	0,5	1
Agrest	7	7	2
Pigwowiec	4	4	2
Jagoda kamczacka	6,5	0,53	6
Świdośliwa	1	1	3
Dereń jadalny	3	3	3
Morwa		pojedyncze drzewa	1
Jeżyna		pojedyncze rośliny	1

Orzech		pojedyncze drzewa	1
Czarny bez	0,5	0,5	1
Morela	0,03	0,03	1
Aktinidia		pojedyncze rośliny	1
Jagody goi		pojedyncze rośliny	1
Rabarbar	3	3	1

Wśród ankietowanych osób najczęściej z nich uprawia malinę, jabłoń, śliwy i truskawki (Tabela 36). Ciekawym spostrzeżeniem może być to, że dość popularne w ekologicznych gospodarstwach są uprawy tzw. roślin niszowych, takich jak jagoda kamczacka (6), świdośliwa (3), pigwowiec (2), dereń jadalny (3) (Tabela 36). Według deklaracji respondentów w jednym gospodarstwie znajduje się od 1 do 16 upraw, ale w 6 gospodarstwach po 5 upraw, a w 9 tylko jedna uprawa. A zatem można stwierdzić, że są gospodarstwa ekologiczne, które specjalizują się tylko w jednej lub kilku uprawach, ale są również takie które stawiają na różnorodność gatunkową.

Tabela 37. Szkodniki, które zostały wymienione w ankiecie

	Mszyce	Zwójkówki	Pryszczarki	Przędziorki	Szpeciele	Owocówki	Nasionnice	Owocnice	Roztocz truskawkowiec wielkopąkowiec	opuchlaki	Pędraki	kwieciki
Aronia	1											
Porzeczka	2		1	1	1				1		1	
Czereśnia	5	1		2			4					
Grusza	5	1	1	2								
Jabłoń	7	2	1	2		6		1				
Jagoda kamczacka		2									1	
Malina	2	2		3	1						3	
Orzech	1											
Pigwowiec	1											
Śliwa	7	2		2		6		1				
Świdośliwa	2	2										
Truskawka	1									1	1	1
Wiśnia	3	1		2			2					
Borówka wysoka/amerykańska											1	
Razem	37	13	3	14	2	12	6	2	1	1	7	1

Jeśli chodzi o problemy jakie występują na ekologicznych plantacjach roślin ogrodniczych, to według ankietowanych największym problemem są mszyce i to na różnych uprawach (37 wskazań). Największy problem z mszycami występuje na jabłoni i śliwie (7 wskazań), następnie czereśni i gruszy (5), wiśnia (3) (Tabela 37). Kolejny szkodnik, z którym ankietowani mają problem na swoich plantacjach to przędziorki (14 wskazań), ale tu najczęściej wskazań

miała uprawa maliny (3) i po 2 czereśnia, jabłoń, śliwa, wiśnia. Kolejna grupa to zwójkówki liściowe (13 wskazań) i pędraki (7 wskazań). Wymienione szkodniki są polifagami, mogą występować na wielu uprawach i dlatego stanowią tak duże zagrożenie. Jako problem związany z kilkoma lub jedną uprawą, ankietowani wskazywali szkodniki uszkadzające owoce: owocówki oraz nasionnice (Tabela 37). Ankietowani nadmieniali również, że lokalnie występują problemy z gryzoniami (myszy, nornice), ptakami, zwierzyną łowną i ślimakami. W tabeli 38 są prezentowane dane dotyczące odpowiedzi na pozostałe pytania.

Tabela 38. Odpowiedzi na pozostałe pytania

Pytanie		liczba odp.
6. Jakie metody ochrony roślin przed szkodnikami preferowane są w Pana/Pani gospodarstwie?		
Opryskiwania środkami	TAK	6
	NIE	5
Mechaniczne niszczenie	TAK	17
	NIE	3
Introdukcja organizmów pożytecznych	TAK (jakie)	7
	NIE	6
Komentarze: dobroczynek gruszowy, efektywne mikroorganizmy, bioemy		
7. Z jakich środków ochrony roślin korzysta Pan/Pani najczęściej:		
a) Z gotowych produktów handlowych		9
b) Przygotowanych samodzielnie (np. gnojówki)		11
Komentarze: stosowanie gnojówki z pokrzywy; gnojówki z wrotycza; wyciągi roślinne; gnojówki; dobór terminu zwalczania; stosowanie przedplonów nietolerowanych przez pędraki; oleje, mydło potasowe; opryskiwania roztworem wrotyczu; opryskiwanie EM + wrotycz, siarka, saletra potasowa		
8. Czy uważa Pan/Pani asortyment środków dozwolonych do ekologicznego systemu uprawy za wystarczający:		
TAK		4
NIE (co należy zrobić)		14
Komentarze: środki są za drogie; wyraźne oznaczenie środków ekologicznych; poszerzenie gamy środków; rejestracja środków tak jak w innych krajach; szerszy zakres możliwych do stosowania środków; mniejsze opakowania, obniżenie cen, mała dostępność na prowincji; powinny być dostępne środki skutecznie eliminujące szkodniki; ekologiczne na mszyce; pozwolenie na zastosowanie środków chemicznych w uzasadnionych przypadkach; nie wiem; zbyt mały zakres stosowania środków; w przypadku wielkopakowca powinny być dopuszczone jakieś SOR skutecznie go ograniczające; unifikacja środków dopuszczonych do ekologii w ramach całej UE; niższe ceny produktów - polskie odpowiedniki; uproszczony system wprowadzania środków do produkcji ekologicznej; szkolenia dla producentów ekologicznych; rejestracja środków do zwalczania chwastów i gryzoni		
9. Czy prowadzi Pan/Pani regularny monitoring występujących na plantacji/w sadzie szkodników?		
TAK	a) Pułapki lepowe, z feromonem, z atraktantem	4
	b) Modele prognostyczne pojawu szkodników	3
	c) Regularne obserwacje planacji/sad	19
NIE		6
10. Czy korzysta Pan/Pani z usług doradców:		

	TAK	a) ODR	8
		b) doradztwo prywatne	7
		c) jednostki naukowe (np. Instytuty, uczelnie)	5
		d) inne (np. sąsiedzkie rozmowy)	11
	NIE		5
11. Jakie problemy Pan/Pani uważa za naglące, które powinny być rozwiązane w prowadzonych badaniach w ramach projektów wspierających rolnictwo ekologiczne?			
		Ochrona roślin przed szkodnikami	15
		Ochrona przed chorobami	13
		Ochrona przed chwastami	13
		Nawożenie	9
		Agrotechnika (zarządzenie glebą)	7
		Inne	6
Komentarze: brak możliwości skutecznego nawożenia azotem; niszczenie samosiewów brzozy i sosny; Edukacja społeczeństwa; reklama w mediach – brak; zwrócenie dotacji do owoców bardzo miękkich jakimi są maliny; sprzedaż w punktach rozprowadzania środków do produkcji ekologicznej; godny handel produktami; wycofanie z rynku bardzo toksycznych środków chemicznych zakłócających równowagę w przyrodzie, skażenie gleby; brak w TV, prasie informacji o zrównoważonym rolnictwie			
12. Skąd dotychczas czerpie Pan/Pani wiedzę na temat produkcji ekologicznej:			
		Prasa fachowa	12
		Doradcy	15
		Internet	20
		Szkolenia	2
		Własna praktyka	2
Komentarze: Internet - chociaż brak konkretnego, wiarygodnego programu			
13. Czy podjąłby/podjęłaby Pan/Pani współpracę z Instytutem badawczym w celu realizacji doświadczeń badawczych na Pana/Pani plantacji/w sadzie			
		TAK	16
		NIE	7

Najciekawsze wyniki, które wyłaniają się z analizy odpowiedzi ankietowych, to:

- 68% z pośród wszystkich ankietowanych osób preferuje mechanicznie niszczenie, a 30% do ochrony roślin przed szkodnikami wprowadza organizmy pożyteczne.
- 45% gospodarstwach przygotowuje własne środki biologiczne (gnojówki, wyciągi z roślin)
- 84% ankietowanych osób uważa, że asortyment środków w produkcji ekologicznej nie jest wystarczający
- tylko 10% gospodarstw korzysta się z modeli prognostycznych, a 16% z różnego rodzaju pułapek jak narzędzi do monitorowania.
- 75% korzysta się z usług doradczych, ok. 33% z doradztwa ODR i tyle samo z doradztwa prywatnego. Jednak największa liczba ankietowanych (40%) wymienia swoje doświadczenia między sąsiadami i innymi plantatorami.
- do naglących problemów wymagających szybkiego rozwiązania wskazano ochronę przed szkodnikami (60%), przed chorobami i chwastami (ok. 52%), nawożenie roślin (ok. 36%), i zarządzanie glebą (ok. 28%). Respondenci przy okazji tego pytania w pozycji inne problemy do rozwiązania poruszali także kwestie handlu produktami i dotacji (Tabela 38).
- spośród wszystkich ankietowanych aż 75% czerpie wiedzę na temat produkcji ekologicznej z Internetu, ale w komentarzu zamieszczono: „chociaż brak konkretnego, wiarygodnego

programu”. Z wiedzy doradców korzysta 60%, z prasy fachowej 48%, a ze szkoleń i własnej praktyki po ok. 8% (Tabela 38).

- Chęć współpracy z jednostką badawczą w celu prowadzenia lub udzielenia powierzchni plantacji do badań zadeklarowało 16 osób (65%) (Tabela 38).

Ankieta dostarczyła ciekawych informacji, dzięki którym można ukierunkować dalsze badania oraz usystematyzować informacje przy utworzeniu aplikacji internetowej poświęconej produkcji ekologicznej.

1D. Monitoring występowania parazytoidów muszki plamoskrzydłej na plantacjach malin

W pierwszym etapie realizacji zadania w laboratorium Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami (ZORpS) założono hodowlę muszki plamoskrzydłej (*Drosophila suzukii*). Następnie wyhodowane muchówki przenoszono do klatek hodowlanych, w których umieszczono świeże owoce borówki wysokiej, aby złożyły jaja do owoców. Następnie owoce z jajami i larwami umieszczano w plastikowych kubkach przykrytych siatką o małych oczkach, średnicy około 1 mm², aby uniemożliwić wydostanie się z nich muchówek oraz w celu zabezpieczenia ich zawartości przed innymi organizmami np. ptakami. Parazytoidy są mniejsze niż muchówki *D. suzukii* i przez oczka takiej wielkości przedostawały się do wnętrza kubków. Kubki z zasiedlonymi owocami zostały wstawione do pułapek typu delta w celu zabezpieczenia przed dostaniem się do środka wody deszczowej i wywieszono w trzech lokalizacjach, tj. Lnisno, Wycześniak (plantacja polowa) i Skierniewice. Pułapki zawieszono w zacienionym miejscu, na wysokości około 1,0-1,5 m w refugiach znajdujących się w sąsiedztwie plantacji malin. Przynęta była wymieniana co około 14 dni. Łącznie wykonano 5 takich wymian.

Po ekspozycji w warunkach terenowych, kubki z owocami były systematycznie przewożone do laboratorium ZORpS i umieszczane w temperaturze pokojowej, tj. około 22°C i 65% wilgotności przez 40 dni. Systematycznie dwa razy w tygodniu sprawdzano je na obecność form dorosłych parazytoidów. Pojawiające się muchówki *D. suzukii* były usuwane z pojemników, aby uniknąć rozwoju kolejnych, nakładających się pokoleń szkodnika. Parazytoidy, które wyleciały z kubków były usypiane i liczone.

Tabela 39. Sumaryczna liczba form dorosłych *Leptopilina heterotoma*, które wyleciały z kubków

Lokalizacje	Liczba odłowionych parazytoidów		
	Samica	Samiec	Suma
Lnisno	8	6	14
Wycześniak - pole	12	7	19
Skierniewice	20	13	33

Wśród owadów, które wyleciały z kubków z zainfekowanymi owocami zidentyfikowano jeden gatunek parazytoida *Drosophila suzukii* tj. parazytoida larw - *Leptopilina heterotoma*. Łącznie odłowiono go 66 sztuk, najwięcej w miejscowości Skierniewice (Tabela 39). We wszystkich lokalizacjach odłowy samic były bardziej liczne niż odłowy samców tego gatunku.

PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników wykonanego monitoringu występowania nasionnicy na roślinach prozdrowotnych, można stwierdzić, że zagrożeniem dla czereśni i wiśni jest

nasionnica trześniówka i wschodnia (*R. cerasi* i *cingulata*), dla róży pomarszczonej - nasionnica różówka (*R. alternata*) oraz dla upraw rokitnika nasionnica rokitnikowa (*R. batava*).

Wszystkie atraktanty (nowy A1 i A2 oraz już stosowany wcześniej A3) i typy pułapek (stożkowe, butelkowe, kubelkowe i lepowe) zastosowane do monitoringu efektywnie odławiały wszystkie gatunki nasionnic. Niektóre z nich odławiały również i inne gatunki nasionnic niezwiązane bezpośrednio z tymi uprawami, np. nasionnicę głógówkę (*A. prumunda*).

Efektywne było również użycie pułapek butelkowych (wykonanych samodzielnie 4% roztwór nawozu NP+S na bazie fosforanu amonu) do masowych odłowów nasionnicy *R. alternata* na róży pomarszczonej i nasionnicy *R. batava* na rokitniku, chociaż odławiały nieco mniej much niż pułapki firmy ProboDelt. Jednak, być może, aby zwiększyć efektywność odławiania tych pułapek w naszych warunkach, należy wymienić w ciągu sezonu atraktant lub zwiększyć ilość wywieszanych pułapek. Mogą mieć one również znaczenie ekonomiczne. Przygotowanie jednej takiej pułapki to bez kosztów robocizny ok. 1 zł, natomiast dostępne obecnie na rynku europejskim pułapki to koszt ok. 20 zł. Także w trakcie opracowania jest również polski atraktant do odłowu tych szkodników.

Przy wywieszaniu pułapek należy zwrócić uwagę na wysokość jej zawieszenia. W sadzie, w których rosły wysokie drzewa lepszą efektywność wykazały pułapki, które były zawieszane na wysokości 4 m niż na wysokości 2 m.

Stwierdzono też różnice w rozpoczęciu wylotu muchówek poszczególnych gatunków nasionnic z gleby. W centralnej Polsce, jako pierwsza swój lot rozpoczęła nasionnica trześniówka na czereśni (ok. 27 maja) i wiśni (30 maja), następnie nasionnica rokitnikowa na rokitniku (10 czerwca), a jeszcze później nasionnica wschodnia na wiśni (18 czerwca). Odnotowano również różnice w rozpoczęciu lotu tego samego gatunku, ale w różnych rejonach kraju na przykład nasionnica rokitnikowa w Polsce centralnej swój lot zaczęła 10 czerwca, w rejonie wschodnim – 18 czerwca, w rejonie północnym – 22 czerwca, a w północno-wschodnim – 25 czerwca.

Zastosowanie kilku środków o różnym działaniu do zwalczania nasionnicy rokitnikowej na rokitniku przyniosło obniżenie liczby uszkodzonych owoców na tych poletkach.

Zastosowanie produktu zawierającego bakterie *Bacillus thuringiensis* oraz granulovirus *Cydia pomonella* dało dobre wyniki w ograniczaniu uszkodzeń powodowanych przez owocówkę różoweczkę na róży pomarszczonej.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji oraz analizy wyników ankiety można stwierdzić, że największe problemy plantatorzy mają z mszycami i to na różnych uprawach. Kolejna grupa szkodników to zwójkówki liściowe i pędraki oraz przedziorki i nasionnice.

Działalność upowszechnieniowa w 2019

Tartanus M., Malusa E., 2019. Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi metodami ochrony upraw sadowniczych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem upraw jagodowych. Organizowane przez Centrum Doradztwa Rolniczego oddział w Radomiu. 27-28.11.2019 Warszawa.

Tartanus M., Malusa E., 2019. Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi metodami ochrony upraw sadowniczych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem upraw jagodowych. Spotkanie sprawozdawcze w MRiRW 14.11.2019. Panel II

Tartanus M., Malusa E., Danelski W., Piotrowski W., 2019. Nowe możliwości monitorowania i ograniczania populacji nasionnic na różnych gatunkach roślin uprawianych w systemie

- ekologicznym. Materiały z 59. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin Państwowego Instytutu Badawczego „Nowoczesne rozwiązania w ochronie roślin”, Poznań 12–14 lutego 2019
- Tartanus M., Malusa E., Soika G., 2019. Monitoring występowania szkodników na ekologicznych plantacjach róży pomarszczonej oraz możliwości zintegrowanej strategii zwalczania. Materiały z 59. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin Państwowego Instytutu Badawczego „Nowoczesne rozwiązania w ochronie roślin”, Poznań 12–14 lutego 2019
- Tartanus M., Malusa E., Piotrowski W., 2019. Występowanie szkodników i fauny pożytecznej na ekologicznych plantacjach malin. Materiały z 59. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin Państwowego Instytutu Badawczego „Nowoczesne rozwiązania w ochronie roślin”, Poznań 12–14 lutego 2019
- Tartanus M., Malusa E., 2019. Szkodniki żerujące w glebie. *Hasło Ogrodnicze* 1:24-29.
- Małgorzata Tartanus, Eligio Malusá, Grażyna Soika, 2019. Róża pomarszczona – problemy ze szkodnikami – podsumowanie sezonu. *Truskawka Malina Jagody* 4: 72-73
- Łabanowska B.Ł., Piotrowski W., Tartanus, M, 2019 Szkodniki w sadach czereśniowych. *Sad Miesięcznik Praktycznego Sadownictwa*, 5:54-60
- Małgorzata Tartanus, 2019. Wybrane szkodniki roślin sadowniczych w uprawach ekologicznych. Samodzielny Zakład Entomologii Stosowanej SGGW w Warszawie 11 kwietnia 2019 roku. Wykład dla studentów
- Małgorzata Tartanus, Eligio Malusá, 2019. Badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw sadowniczych w uprawie ekologicznej. Wykorzystanie podstawowych substancji do ograniczania populacji pędraków w uprawach truskawki oraz do zwalczania innych szkodników na roślinach sadowniczych. Spotkanie sprawozdawcze marzec 2019 w Centrum Doradztwa Rolniczego oddział w Radomiu

Szanowni Państwo

Zwracamy się z prośbą do Państwa o wzięcie udziału w anonimowej ankiecie, która przeprowadzana jest w ramach realizacji projektu: Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi metodami ochrony upraw sadowniczych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem upraw jagodowych, który jest finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Ankiety przeprowadzamy za zgodą Głównego Inspektoratu Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych w Warszawie, który udostępnił adresy producentów żywności ekologicznej oraz przy współpracy Jednostek Certyfikujących w rolnictwie ekologicznym.

Prosimy o wypełnienie oraz odesłanie załączonego formularza.

W przypadku, kiedy ankieta została już przeprowadzona przez Jednostkę nie musicie Państwo wypełniać jej ponownie, ale prosimy tylko o informacje o tym fakcie.

Celem ankiety jest zaplanowanie prowadzenia badań nad rozwiązaniem problemów związanych ze zwalczaniem szkodników, które stanowią zagrożenie w ekologicznych uprawach roślin sadowniczych i prozdrowotnych.

Ankiety można odesłać w dołączonej kopercie lub e-mail na adres: malgorzata.tartanus@inhort.pl

Z góry dziękujemy za poświęcony czas i wypełnienie formularza

Z poważaniem

Dr Małgorzata Tartanus
Kierownik projektu

ANKIETA

W ramach projektu:

Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi metodami ochrony upraw sadowniczych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem upraw jagodowych;

1. Jakie są trzy główne uprawy sadownicze w gospodarstwie i jaki jest ich areal?

(proszę odpowiednie zakreślić)

Areał w ha Areał w ha

Jabłoń		Malina	
Grusza		Porzeczka czarna/kolorowa	
Śliwa Aronia			
Czereśnia		Rokitnik	
Wiśnia		Róża pomarszczona/jabłkowata/dzika	
Truskawka		Borówka wysoka/amerykańska	
Inna (proszę podać)			

2. Jakie główne problemy ze strony szkodników odnotował/a Pan/Pani na tej uprawie?

Szkodniki Uprawa: (poniżej proszę wpisać uprawy wybrane w pkt.1)

I

II

III

Mszyce
Zwójkówki
Pryszczarki
Przędziorki
Szpeciele
Owocówki
Nasionnice
Owocnice
Inne (proszę podać)

3. Uprawa: a) Certyfikowana (ile lat) b) w konwersji

4. Czy w gospodarstwie są uprawiane inne rośliny sadownicze?

TAK (proszę podać jakie oraz ich areał)

.....

NIE

5. Jakie problemy ze strony szkodników wystąpiły na tych uprawach? (proszę podać) ...

.....

.....

6. Jakie metody ochrony roślin przed szkodnikami preferowane są w Pana/Pani gospodarstwie?

a) Opryskiwania środkami TAK NIE

b) Mechaniczne niszczenie TAK NIE

c) introdukcja organizmów pożytecznych TAK NIE (jeśli TAK proszę podać jakie):

.....

Inne (np. samodzielnie opracowane) proszę podać

7. Z jakich środków ochrony roślin korzysta Pan/Pani najczęściej:

- a) Z gotowych produktów handlowych
- b) Przygotowanych samodzielnie (np. gnojówki)

8. Czy uważa Pan/Pani asortyment środków dozwolonych do ekologicznego systemu uprawy za wystarczający: TAK NIE

Jeśli NIE to jakie działania powinny być podjęte (proszę napisać):

9. Czy prowadzi Pan/Pani regularny monitoring występujących na plantacji/w sadzie szkodników?

TAK NIE jeśli TAK to z jakich narzędzi monitorowania Pan/Pani korzysta

- a) Pułapki lepowe, z feromonem, z atraktantem
- b) Modele prognostyczne pojawu szkodników
- c) Regularne obserwacje planacji/sad

10. Czy korzysta Pan/Pani z usług doradców: TAK NIE jeśli TAK to:

- a) ODR
- b) doradztwo prywatne
- c) Jednostki naukowe (np. Instytuty, uczelnie)
- d) Inne (np. sąsiedzkie rozmowy)

11. Jakie problemy Pan/Pani uważa za naglące, które powinny być rozwiązane w prowadzonych badaniach w ramach projektów wspierających rolnictwo ekologiczne?

- a) Ochrona roślin przed szkodnikami
- b) Ochrona przed chorobami
- c) Ochrona przed chwastami
- d) Nawożenie
- e) Agrotechnika (zarządzenie glebą)
- f) Inne

12. Skąd dotychczas czerpie Pan/Pani wiedzę na temat produkcji ekologicznej:

- a) Prasa fachowa
- b) Doradcy
- c) Internet

13. Czy podjąłby/podjęłaby Pan/Pani współpracę z Instytutem badawczym w celu realizacji doświadczeń badawczych na Pana/Pani plantacji/w sadzie

TAK NIE

Metryka

Płeć ankietowanego: K M

Wiek: <26 27-50 >50

Wykształcenie: zawodowe średnie wyższe

Czy wykształcenie związane jest z kierunkiem rolniczym: TAK NIE

Doświadczenie związane z rolnictwem: <10 10-30 >30

Ile lat w gospodarstwie prowadzony jest ekologiczny system produkcji: <5 5-15 >15

Województwo (proszę wpisać)

Zalecenia dla sadownictwa ekologicznego

Wyniki badań i obserwacji polowych wskazują, że straty powodowane przez pędraki w uprawach ogrodnich, w tym prowadzonych zgodnie z zasadami produkcji ekologicznej, w wielu rejonach Polski są bardzo duże. Z roku na rok przybywa upraw, na których występują pędraki. Przyczyn wzrostu zagrożenia należy upatrywać również w bardzo ograniczonych możliwościach zwalczania chrząszczy i pędraków chrabąszcza majowego - *Melolontha melolontha*, także w lasach oraz w innych uprawach sadowniczych czy rolnych. Ponadto prowadzone badania i obserwacje wskazują, że szkodniki żyjące w glebie bardzo łatwo aklimatyzują się na „nowych” dla nich uprawach. Z badań i doświadczeń wykonanych w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach wynika, że walka z chrabąszczem majowym i jego larwami, powszechnie zwanymi pędrakami, powinna być prowadzona kompleksowo, z wykorzystaniem wszystkich dostępnych metod i sposobów. Ochrona powinna być prowadzona we wszystkich rejonach występowania szkodnika i na wszystkich uprawach, na których występuje, na dużych powierzchniowo obszarach. Tylko kompleksowe i systematyczne zwalczanie szkodników żyjących w glebie może przynieść oczekiwane rezultaty w ograniczeniu ich liczebności i uszkodzeń przez nie powodowanych.

Taki sposób rozwiązania lub przynajmniej zmniejszenia problemu, podyktowany jest przebiegiem cyklu rozwojowego chrabąszcza majowego. Przez 3-4 lata larwy żyją i rozwijają się w glebie i dopiero po osiągnięciu ostatniego stadium rozwojowego (czerwiec-lipiec) schodzą do głębszych warstw gleby, przepoczwarzają się. Wkrótce wychodzą owady dorosłe czyli chrząszcze, ale pozostają one w glebie do wiosny następnego roku. Pod koniec kwietnia i w maju wychodzą z gleby, następuje kopulacja i zapłodnione samice składają jaja do wierzchniej warstwy gleby, w grupach (złożach) po kilka-kilkanaście sztuk dając początek nowemu pokoleniu.

Ponadto, trzeba mieć świadomość, że chrabąszcz majowy jest gatunkiem polifagicznym, czyli jego larwy (pędraki) żerują i rozwijają się na korzeniach wielu różnych roślin. Prawidłowe podejście do walki z tym szkodnikiem wymaga od rolnika, np. producenta owoców truskawki czy innych roślin, znajomości biologii szkodnika oraz wiedzy teoretycznej i technicznej o możliwości stosowania metod ich ograniczania. Podkreślenia wymaga również fakt, że kompleksowe stosowanie różnych metod zwalczania chrabąszczy i pędraków wymaga dużych nakładów zarówno finansowych jak i pracy ludzkiej.

W celu efektywnego ograniczenia szkód wyrządzanych przez pędraki chrabąszczy na podstawie badań prowadzonych w 2019 roku oraz wyników wcześniejszych doświadczeń zaleca się podejmować następujące działania:

Przed założeniem plantacji

- w rejonach występowania pędraków, które stanowią duże lub bardzo duże zagrożenie dla prowadzonych upraw, należy wstępnie kontrolować glebę w celu określenia obecności i zagęszczenia szkodników na polu przed założeniem plantacji. Ocena liczebności pędraków w glebie należy prowadzić stosując metodę pobierania próbek gleby z minimum 32 dołków o wymiarach 25cmx25cm, głębokości 30 cm, co stanowi 2 m² z 1ha powierzchni pola). Dla upraw ogrodnich jako próg zagrożenia przyjęto zagęszczenie na poziomie **1 pędrak na 2m²** powierzchni pola.
- bardzo ważne jest, by prowadzić kompleksową walkę z pędrakami chrabąszcza majowego podczas przygotowania gleby pod plantację stosując metodę mechaniczną (użycie do

uprawy gleby maszyn z ostrymi elementami np. glebogryzarka, kultywator). Taka uprawa powinna być wykonana w okresie, kiedy larwy (pędraki) obecne są w górnej warstwie gleby, a użycie maszyn z wirującymi elementami zwiększa liczbę uszkodzonych larw. Warto też zwracać uwagę na warunki glebowo-klimatyczne (tj. temperatura i wilgotność gleby), które sprzyjają przebywaniu larw w górnej warstwie gleby i niszczeniu ich w sposób mechaniczny.

- dodatkową praktyką, którą należy wprowadzić i stosować w połączeniu z uprawkami mechanicznymi, jest zbieranie pędraków podczas orki, bezpośrednio po przejściu pługa, co istotnie redukuje (w doświadczeniach było to około 50%) liczebność pędraków chrabąszczy w glebie. Wiadomo jednak, że niektóre z nich pozostają nieuszkodzone i nadal zerują na korzeniach. Metoda ta jest jednak pracochłonna, a znacznie lepsze efekty uzyskuje się na mniejszych powierzchniach, gdzie orkę przeprowadza się przy pomocy pługów jedno-dwuskbowych a nie stosuje się pługów wieloskbowych.
- należy stosować także metodę fitosanitarną, a głównie właściwy przedplon, czyli uprawiać rośliny działające niekorzystnie na rozwój populacji pędraków w glebie. W badaniach potwierdzono największy wpływ gryki (zawarte w niej taniny hamują rozwój pędraków). Wyniki wstępnych doświadczeń wskazują także na korzystny wpływ gorczycy, ale wymaga to dalszych badań i obserwacji. Ważne jest, aby ta roślina zakwitła, a wówczas jej części nadziemne należy rozdrobnić i przyorać.

Podczas prowadzenia plantacji

- Stosować metodę fizyczną polegającą na wabieniu i odławianiu chrabąszczy, a następnie utylizacji odłowionych osobników. Do odławiania lub wabienia chrząszczy można stosować:
 - Pułapki świetlne (ekrany) do odłowu chrząszczy, wykorzystujące światło lampy do wabienia chrząszczy, dodatkowo ekrany mogą być pokryte odpowiednim klejem, co nie pozwoli chrząszczom odlatywać z ekranu.
 - Pułapki świetlne (samołówki) do odłowu chrząszczy, z wykorzystaniem świetlówek, które emitują światło białe lub czarne.
 - Strząsanie chrząszczy z drzew, na których odbywają dzienny żer uzupełniający.W ten sposób skutecznie ogranicza się populację chrabąszcza majowego, ale najlepiej metodę tę stosować od początku lotu chrabąszczy, bezpośrednio po ich wylocie, by zniszczyć je zanim samice złożą jaja do gleby. Na przykład w jedną pułapkę świetlną (ekran) można odłowić do 400 osobników dorosłych w ciągu zaledwie 2 godzin wieczornych, samołówka (o. 50 dziennie) lub jednego godzinnego strząsania chrząszczy z drzew, na których prowadzą dzienny żer uzupełniający można zebrać ok. 1000 chrząszczy. Redukcja chrząszczy, to mniej złożonych jaj przez samice, a tym samym mniejsze zagęszczenie pędraków na polach uprawnych. By uzyskać jak najlepszy efekt, metodę tę wskazane byłoby stosować również:
 - na sąsiadujących plantacjach, by objąć nią większą powierzchnię;
 - odławiać je od początku lotu chrząszczy chrabąszcza majowego, który to wylot zaczyna się zależnie od warunków atmosferycznych, pod koniec kwietnia lub na początku maja i trwa do pierwszych dni czerwca (termin stosowania pułapek odławiających musi być ustalany indywidualnie dla danego sezonu);
 - rozstawianie pułapek w pobliżu lasów lub nawet pojedynczych drzew dębów, ponieważ chrząszcze (osobniki dorosłe) bardzo często przebywają na tych

drzewach, prowadząc żer uzupełniający i jest duże prawdopodobieństwo odłowienia ich w pułapki.

- w celu określenia optymalnego terminu wywieszania pułapek można wykorzystać modele predykcyjne prognozujące datę wylotu pierwszych chrząszczy chrabąszcza majowego.

- stosować metodę fizyczną polegającą na rozkładaniu agrowłókniny na powierzchni pola, obejmując rośliny i glebę na początku sezonu (koniec kwietnia- maj), przed spodziewanym wylotem chrabąszczy. Metoda jest dość kosztowna, ale bywa coraz częściej stosowana, do przyspieszania wzrostu i owocowania roślin. W takim przypadku zmniejsza się liczba złożonych jaj przez samice (nie mogą przedostać się pod agrowłókninę), a tym samym mniejsze jest zagęszczenie pędraków na polach uprawnych.
- stosować metodę mechaniczną polegającą na usuwaniu pędraków spod uszkodzonych roślin podczas ręcznego odchwaszczania plantacji. Roślina, która ma mocno uszkodzony system korzeniowy w początkowym okresie dość szybko więdnie w ten sposób niekiedy łatwo rozpoznać pod, którymi roślinami mogą być pędraki.
- stosować metodę biologiczną, wykorzystując czynniki biologicznego zwalczania (CBZ), które mogą z dobrym skutkiem ograniczyć populację pędraków w glebie. Obecnie są dwie grupy CBZ: nicienie entomopatogeniczne i grzyby entomopatogeniczne:
 - A) nicienie entomopatogeniczne są już dostępne na rynku na przykład *Steinernema kraussei* oraz *Heterorhabditis bacteriophora*, i mogą być stosowane przez plantatorów. Należy je wprowadzać do gleby zgodnie z instrukcją podaną na opakowaniu, przestrzegając proponowanych dawek, sposobów stosowania oraz terminów zalecanych przez producentów. Jednak skuteczność CBZ w dużym stopniu zależy od warunków fizyko-chemicznych gleby: jej struktury, temperatury i wilgotności względnej (zawartości wody). Nicienie mogą być podatne na wysokie temperatury i ograniczoną zawartość wody w glebie, co może niekorzystnie wpływać na liczebność populacji (może być notowane jej zmniejszenie). Struktura gleby może być przyczyną zwiększenia śmiertelności nicieni: w glebach piaszczystych, które są bardziej wrażliwe na brak wody, następuje większa śmiertelność nicieni, ze względu na szybkość i stopień wysuszenia. Dlatego też rolnicy muszą utrzymywać wystarczający poziom wilgotności gleby, która odgrywa bardzo ważną rolę w przemieszczaniu się nicieni w kierunku larw i kolonizowania ich, co bezpośrednio wpływa na skuteczność biologicznego zwalczania szkodników żyjących w glebie.
 - B) grzyby entomopatogeniczne, by mogły być polecane do stosowania w praktyce, muszą uzyskać rejestrację. Jednak działanie tego rodzaju CBZ wymaga dłuższego okresu czasu (czas na zwiększenie zagęszczenia przez namnożenie się grzybów w glebie, oraz czasu na znalezienie i skolonizowanie żywiciela, czyli pędraka i jego zniszczenie. Również i w tym przypadku, podobnie jak u pierwszej grupy CBZ (nicienie) dużą rolę odgrywają warunki fizyko-chemiczne gleby.
- w celu zwiększenia skuteczności działania stosowanych metod zwalczania (szczególnie metody biologicznej) należy wykorzystywać wszelkie dostępne sposoby np. przykrywanie gleby z pominięciem roślin, na czas lotu chrabąszczy (co uniemożliwia składanie jaj przez samice), a pozostawienie okrywy dłużej, może również zwiększać wilgotność gleby potrzebną do namnażania się nicieni entomopatogenicznych i grzybów owadobójczych.
- zwracać baczniejszą uwagę na jakość i strukturę gleby oraz zawartość składników pokarmowych dla roślin, co może pomóc w doborze zastosowanej metody oraz pozwolić

na lepszą regenerację częściowo uszkodzonych roślin (w małym stopniu dotyczy to truskawki, w większym krzewów i drzew, gdzie nie cały system korzeniowy jest zniszczony przez pędraki w krótkim czasie).

- stosowanie metody allelopatycznej może również przyczyniać się do ochrony plantacji przed pędrakami, ale wymaga dalszych badań, w celu wytypowania najbardziej skutecznych substancji. Allelopatia odnosi się głównie do substancji chemicznych wydzielanych przez rośliny do podłoża, które wpływają na wzrost innych organizmów w bezpośrednim otoczeniu. Na podstawie badań zawartości związków fenolowych i antocyjanin (w bieżącym roku i w latach poprzednich) w wyciągach alkoholowych z mniszka lekarskiego, gryki i aksamitki, nagietka i szaławii można stwierdzić, że wyciągi te mogą również niekorzystnie wpływać na rozwój pędraków, a na podstawie tegorocznych badań można wnioskować, że ekstrakty z mniszka i szaławii mogą również stymulować rośliny do lepszego wzrostu, a także wytwarzania mechanizmów obronnych przeciw pędrakom. Jednak, aby można było to wykorzystywać w dalszej praktyce, należy dokładnie określić jakie związki mają wpływ na rozwój pędraków i jaki jest mechanizm tego działania, a następnie przygotować odpowiednie produkty.
- w zagrożonych rejonach do ograniczenia populacji chrabąszczy i pędraków wprowadzić do praktyki stosowanie na szeroką skalę (obejmować większe rejony) **zintegrowane metody zwalczania**, które obejmują metody ukierunkowane zarówno na ograniczanie populacji owadów dorosłych (chrabąszczy), jak i larw (pędraków) obecnych w danej uprawie/plantacji i ich sąsiedztwie (jeśli to możliwe). Tylko przy takim podejściu jest szansa na skuteczne zmniejszenie szkód. Jednak podstawowym wymogiem jest prowadzenie tej walki systematycznie przez kilka kolejnych lat, co wynika z cyklu rozwojowego szkodnika. Stosując metody zwalczania szkodników żyjących w glebie w sposób zintegrowany, zwiększa się efektywność ich redukcji.

Roślinom prozdrowotnym takim jak czereśnia, wiśnia, malina, róża pomarszczona i rokitnik w różnych sezonach mogą zagrażać różne szkodliwe owady. Prowadzenie systematycznych obserwacji (co deklarowali uczestnicy prowadzonej w ramach projektu ankiety) jest dobrym sposobem sprawdzania obecności przede wszystkim szkodników. Jednak, aby prawidłowo zdefiniować występujący na plantacji problem, plantator musi posiadać wiedzę na temat objawów żerowania, terminów występowania, czy też fenologii danego szkodnika. Na podstawie przeprowadzonych badań oraz ankiety wśród producentów produktów ekologicznych można stwierdzić, że dużym problemem są lub w najbliższym czasie będą oraz wymagają lub będą wymagać rozwiązań:

- nasionnic uszkodzających owoce czereśni, wiśni, róży pomarszczonej i rokitnik. W naszym kraju na czereśni i wiśni występuje nasionnica trześniówka (*Rhagoletis cerasi*) i nasionnica wschodnia (*Rhagoletis cingulata*), na róży pomarszczonej nasionnica różówka (*Rhagoletis alternata*) oraz na rokitniku nasionnica rokitnikowa (*Rhagoletis batava*). Producenci tych owoców muszą prowadzić coroczny monitoring występowania tych szkodników na swoich plantacjach i w sadach. W monitoringu wszystkich gatunków nasionnicy bardzo pomocne są żółte pułapki lepowe. Natomiast do ograniczenia populacji tych szkodników dobre działanie wykazują pułapki z atraktantem do masowego odłowu owocanki południówki *Ceratitis capitata* oraz po wprowadzeniu do handlu również z atraktantem dla nasionnicy trześniówki *Rhagoletis cerasi*. Jednak według zaleceń producenta na 1 ha sadu należy wywiesić ok. 75-80 szt. Pułapek;

- w przyszłości będą miały również zastosowanie (jeszcze muszą przejść ponowne testy) pułapki przygotowywane samodzielnie na bazie rozpuszczonego nawozu zawierającego fosforan amonu, które także odławiały wszystkie gatunki nasionnic;
- należy zwrócić uwagę na wysokość na jakiej wywieszane są pułapki zarówno do monitoringu jak i masowych odłowów. W sadach, w których rosną wysokie drzewa pułapki powinny być wywieszane w górnych partiach korony;
- na mniejszych arealach plantacji lub sadu (szczególnie róży pomarszczonej i czereśni) ważne jest zbieranie porażonych owoców, szczególnie wtedy, kiedy żerują w nich jeszcze larwy, aby uniemożliwić im schodzenie na zimowanie i rozwój następnego pokolenia;
- w przypadku bardzo wysokiej populacji nasionnicy rokitnikowej na rokitniku, pewnym rozwiązaniem może być silne przycięcie drzew, aby sprzyjać dynamicznemu wzrostowi roślin, ale bez owocowania, przez co najmniej 1 rok, a nawet lepiej dwa, ponieważ zimująca forma owada (poczwarka) może przetrwać w glebie nawet kilka lat. W okresie, kiedy krzewy nie będą owocować należy również bacznie monitorować występowanie nasionnicy, a także prowadzić jej zwalczanie lub wyłapywanie w pułapki;
- w monitoringu i w prawidłowym określaniu terminu pojawu nasionnic mogą być przydatne modele predykcyjne (matematyczne), które na podstawie parametrów wpływających na rozwój owadów (zazwyczaj jest to temperatura powietrza lub gleby) mogą prognozować pojawianie się pierwszych osobników danego gatunku;
- na róży pomarszczonej problemem jest i w kolejnych latach może być owocówka różoweczka. Jest to szkodnik, który uszkadza owoce powodując ich tzw. „robaczywienie” co pozbawia je wartości handlowej. W bieżącym sezonie na wszystkich planacjach objętych badaniami szkodnik ten występował i notowano uszkodzenia owoców. Do monitoringu tego szkodnika można stosować pułapki z feromonoem do odłowu samców owocówki śliwkóweczki.

Z tej samej grupy szkodników ankietowani wymieniali jako duże zagrożenie upraw jabłoni – owocówkę jabłkóweczkę i śliw - owocówkę śliwkóweczkę;

- na podstawie tegorocznych obserwacji można stwierdzić, że na rokitniku, róży pomarszczonej i malinie zagrożeniem mogą być gąsienice zwójkówek liściowych. Uszkadzają one zarówno liście, jak i młode zawiązki co może mieć wpływ na jakość i wielkość plonu. Szkodniki te są również zagrożeniem dla wielu innych upraw;
- na róży pomarszczonej wiosną duże zagrożenie stwarzają gąsienice piórolotków, a podczas intensywnego kwitnienia krzewów chrząszcze, szczególnie z rodziny łyżczykowatych (ślodyszki), które uszkadzają płatki róży pozbawiając je wartości przetwórczej;
- zroztoczy na malinie należy kontrolować przedziorka chmielowca i przebarwiacza malinowego, które uszkadzają liście maliny, co niekorzystnie wpływa na fotosyntezę. Przebarwiacz malinowy powoduje również nierównomierne dojrzewanie lub rozsypywanie się owoców i jest wektorem wirusa plamistości liści maliny;
- na podstawie przeprowadzonej ankiety największym problemem w bardzo wielu uprawach są mszyce, na które należy zwrócić baczniejszą uwagę w przyszłym sezonie wegetacyjnym. Na różnych gatunkach upraw występują różne gatunki mszyc jednak większość z nich pod wpływem żerowania powoduje zwijanie i skręcanie się liści, dlatego ważne jest aby zabiegi zwalczające przeprowadzać na początku pojawienia się tych szkodników.