



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin przed Szkodnikami**

Kierownik Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Koordynator projektu: dr hab. Eligio Malusá prof. IO

Sprawozdanie z realizacji zadania w 2018 roku

Sadownictwo metodami ekologicznymi: 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.

DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Wykonawcy: dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusá prof. IO, dr Waldemar Kowalczyk, mgr Witold Danelski, Pracownicy Zakładu Ochrony Roślin przed Szkodnikami, Pracowni Analiz Chemicznych, pracownicy sezonowi (Tadeusz Mańkowski, Grzegorz Skorupiński), członkowie grupy BrzostEko z siedzibą w Brzostówce i inni

Subkontraktor: dr Danuta Solecka UW w Warszawie, dr hab. Anna Szakiel UW, dr hab. Cezary Tkaczuk prof. UPH Siedlce

Wstęp i cel badań

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 ogrodnich, jak w leśnictwie. Szkody wyrządzane w naszym kraju przez pędraki, głównie larwy chrabąszcza majowego i pokrewnego gatunku – chrabąszcza kasztanowca notowane są w większości rejonów, w różnych uprawach, ale szczególnie niebezpieczne są w uprawach truskawki. Problem ograniczania liczebności, zarówno chrząszczy chrabąszcza majowego, jak i jego larw (pędraków) należy do najtrudniejszych zagadnień ochrony roślin w uprawach sadowniczych, szczególnie w produkcji ekologicznej. Ta grupa szkodników wyrządza także duże szkody w uprawach prowadzonych metodą integrowaną czy też konwencjonalną, a problem narasta, gdyż obecnie nie ma dozwolonych żadnych metod chemicznych, które można by zastosować przed założeniem uprawy, a także podczas jej prowadzenia, niezależnie od systemu produkcji. Brakuje również skutecznych metod ograniczania chrabąszczy i pędraków w uprawach leśnych, gdzie pędraki niszczą szkółki oraz młodsze lasy, a z nich chrabąszcze przelatują na pobliskie pola uprawne i zasiedlają uprawy ogrodnicze i rolne.

Mimo, że są metody pozwalające zredukować liczebność populacji pędraków w glebie, to niestety trzeba poszukiwać ciągle nowych. W czasie, kiedy szczególny nacisk kładzie się na ograniczanie stosowania środków chemicznych, a w systemie ekologicznej produkcji owoców nie ma możliwości stosowania takich środków jest konieczność badania różnych naturalnych substancji przydatnych do zwalczania szkodników. W celu zwiększenia bezpieczeństwa produktów żywnościowych w nowatorskich metodach zwalczania pędraków, sięga się także po naturalne substancje podstawowe, które wykazują działanie allelopatyczne w stosunku do tych szkodników lub niekorzystne na ich rozwój. W latach 2014 - 2017 w Instytucie Ogrodnictwa prowadzono badania, które obejmowały między innymi badanie roztworów (gnojówki, napary, wyciągi alkoholowe) uzyskanych z różnych roślin, wykazujących działanie allelopatyczne w stosunku do larw chrabąszczy. Podczas poprzednich, wstępnych badań w ekstraktach stwierdzono bogatą reprezentację związków fenolowych i triterpenoidowych. W 2018 roku w Podzadaniu 1 poszerzono badania nad składem ekstraktów z gryki, aksamitki i mniszka lekarskiego, co przyczyni się do ustalenia związków, które mają wpływ na działanie allelopatyczne takich ekstraktów.

W oparciu o wyniki uzyskane w naszych doświadczeniach w poprzednich latach, w uprawach ekologicznych (ale nie tylko) do ograniczania szkodników żyjących w glebie, a szczególnie pędraków, zaleca się kompleksowe stosowanie różnych metod np. mechanicznej i fitosanitarnej – przed zakładaniem plantacji, fizycznej – odławianie osobników dorosłych, podczas lotu chrząszczy i biologicznej – stosowanie mikroorganizmów (grzybów i nicieni entomopatogenicznych) – przed i w czasie uprawy roślin. Metody te pozwalają na uzyskanie określonej skuteczności i dość znacznej redukcji szkodników, ale nie zawsze, szczególnie przy bardzo dużym zagrożeniu, efekty mogą być nie w pełni zadowalające dla praktyki. Może to wynikać także z cyklu rozwojowego pędraków chrabąszcza majowego, który trwa co najmniej 4 lata, a ich rozwój przebiega cały czas w glebie, natomiast osobniki dorosłe – chrabąszcze kolonizują różne uprawy na dużym obszarze. Z tego powodu polecane metody walki z pędrakami powinny być użyte jednocześnie na możliwie dużym terenie i powinni stosować je

wszyscy rolnicy uprawiający swoje rośliny na tym terenie. Dlatego też w Podzadaniu 2 projektu wykonano doświadczenie pilotażowe (demonstracyjne) na odpowiednio dużym obszarze z wykorzystaniem różnych metod. Dodatkowo wśród producentów, którzy brali czynny udział w doświadczeniu przeprowadzono anonimową ankietę, w celu sprawdzenia, które z metod mogą zostać zaakceptowane przez szeroko pojętą praktykę produkcyjną.

Wychodząc naprzeciw potrzebom i problemom ze szkodnikami uszkadzającymi owoce (nasionnice) lub liście (np. mszyce) producentów roślin sadowniczych i prozdrowotnych: czereśnia, róża pomarszczona (*Rosa rugosa*) i rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides*) w systemie ekologicznym, w podzadaniu 3, prowadzono badania nad wykorzystaniem substancji podstawowych, na przykład mleko albo zawartych w gotowych produktach np. krzem organiczny. Wykorzystano również cukier, jako substancję zwiększającą skuteczność stosowanych środków. Znalezienie odpowiednich substancji, które oddziaływałyby niekorzystnie szczególnie na szkodniki uszkadzające owoce przyniosłoby wyraźną poprawę i zwiększyło opłacalność produkcji niektórych owoców.

Nadrzędnym celem badań prowadzonych w ramach projektu było zaproponowanie producentom owoców w ekologicznym systemie metod zwalczania wybranych szkodników: pędraki na truskawce, nasionnic uszkadzających owoce róży pomarszczonej i rokitnika oraz mszyce występujących na czereśni 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** oraz 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**, co umożliwiło również bezpośrednie przekazywanie wyników badań i wprowadzanie ich bezpośrednio do produkcji w zainteresowanych jednostkach.

PODZADANIE 1

Wykorzystanie substancji podstawowych pozyskanych z roślin wykazujących allelopacyjne lub szkodliwe działanie w stosunku do larw (pędraków) chrabąszcza majowego i innych larw chrząszczy

Celem zadania była ocena wpływu na rozwój pędraków i ich przeżywalność w glebie naturalnych substancji podstawowych pozyskanych z roślin (między innymi gryka, aksamitka, mniszek lekarski) oraz gotowych produktów dostępnych w handlu wykazujących właściwości allelopacyjne. Dodatkowo, określenie możliwości wykorzystania tych substancji w rolnictwie ekologicznym, jako potencjalnego źródła mikro- i makroelementów. Ustalenie składu fenolowego i triterpenoidowego dla poszczególnych wyciągów oraz wytypowanie tych grup związków, które mogą mieć niekorzystny wpływ na rozwój pędraków. W zadaniu podjęta również została próba ustalenia koncentracji wyciągów oraz optymalnych dawek i sposobów do stosowania w praktyce.

Metoda przygotowania wyciągów alkoholowych z badanych roślin

W maju 2018 roku w szklarni zostały wysiane następujące rośliny: gryka (*Fagopyrum esculentum*), aksamitka (*Tagetes* sp.), gorczyca (*Sinapis* sp.). W dniu 1 czerwca 2018 roku przygotowano roztwory alkoholowe z tych roślin oraz z mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*) i nostrzyka (*Melilotus* sp.) pozyskanych z naturalnych miejsc ich występowania. Rośliny wraz z korzeniami zalano alkoholem 95% w stosunku 1:2 (0,5 kg roślin : 1 l alkoholu). Po około 13 dniach z wyciągów usunięto rośliny, a roztwory zostały przekazane do dalszych badań lub zostały zastosowane w doświadczeniach.

Ocena właściwości fizyko-chemicznych (zawartość mikro- i makroelementów) przygotowanych wyciągów

Roztwory mineralizowano w stężonym kwasie azotowym (65%) w stosunku próba: kwas- 1:10. Azot ogólny w badanych próbach oznaczano metodą miareczkową (wg metody Kjeldahla), po mineralizacji w stężonym kwasie siarkowym i destylacji aparatem VAPODEST firmy Gerhardt. Makro (P, K, Ca, Mg, S, Na) i mikroskładniki (Fe, Mn, Cu, Zn, B) oznaczano w zmineralizowanych roztworach, za pomocą spektrometru plazmowego – ICP model Optima 2000 DV firmy Perkin-Elmer, przy odpowiednich długościach fali, charakterystycznych dla danego pierwiastka.

Tabela 1. Wyniki analizy chemicznej wyciągów roślinnych

Oznaczenie	Jednostka miary	Wyciąg alkoholowy z				
		Aksamitki	Gorczycy	Gryki	Mniszka lekarskiego	Nostrzyka
MAKROSKŁADNIKI						
N	mg/l	-	-	-	-	-
P		6,87	15,3	82,7	20,7	16,5
K ⁺		768	605	665	1392	672
Ca ⁺²		205	146	122	117	131
Mg ⁺²		60,9	52,8	101	64	63,6
MIKROELEMENTY						
Fe	mg/l	5,32	6,06	2,01	1,27	0,93
Mn		0,18	0,07	0,36	0,08	0,07
Cu		0,96	0,41	0,35	0,40	0,35
Zn		8,38	4,84	0,38	2,02	1,34
B		16,3	9,25	4,00	2,53	0,57

Spośród badanych wyciągów najwyższą zawartością fosforu (P) i magnezu (Mg) oraz manganu (Mn) charakteryzował się wyciąg z gryki. Natomiast wyciąg z mniszka lekarskiego zawierał największą zawartością potasu (K), a wyciąg z aksamitki - wapnia (Ca). Ten ostatni wyciąg charakteryzował się również największą zawartością mikroskładników takich jak: miedź (Cu), cynk (Zn) i bor (B). Najwięcej żelaza (Fe) zawierał wyciąg z gorczycy.

Ocena przygotowanych i stosowanych wyciągów alkoholowych oraz gotowych produktów na zawartość substancji niedozwolonych w rolnictwie ekologicznym

Ekstrakcja próbek o masie 10g przeprowadzona była w 10 ml acetonitrylu, zgodnie z metodyką opisaną w normie PN-EN 15662:2008 "Żywność pochodzenia roślinnego – Oznaczanie pozostałości pestycydów metodą GC-MS i/lub LC-MS(/MS) po uprzedniej ekstrakcji i rozdziale acetonitrylem oraz oczyszczaniu metodą dyspersyjnej SPE – Metoda QuEChERS". Analizy ilościowe zostały przeprowadzone przy użyciu chromatografu Agilent Technologies GC 7890A z podwójnym detektorem masowym 7000 GC/MS Triple Quad. Do ilościowego oznaczenia służyły certyfikowane standardy analityczne.

W roztworach alkoholowych z roślin aksamitki, gorczycy, gryki, mniszka lekarskiego i nostryka nie stwierdzono szkodliwych substancji takich jak DDT ani pozostałości pestycydów wybranych grup.

Ocena zawartości oraz ilości grup fenoli i triterpenoidów oraz ustalenie tych grup związków, które wpływają niekorzystnie na pędraki

W otrzymanych ekstraktach etanolowych, pochodzących z: 1) roślin gryki (*Fagopyrum esculentum*), 2) roślin mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), 3) roślin aksamitki (*Tagetes* sp.), oznaczono zawartość i skład związków fenolowych oraz triterpenoidów, zarówno frakcji tetracyklicznych steroidów, jak i związków pentacyklicznych.

Oznaczanie składu i zawartości triterpenoidów

Analizę związków triterpenoidowych w ekstraktach z ziela aksamitki, gryki i mniszka lekarskiego przeprowadzono metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas. Ekstrakty odparowano do sucha, rozpuszczono w mieszaninie chloroform:metanol 2:1 (v/v) i rozdzielono metodą preparatywnej chromatografii adsorpcyjnej w układzie chloroform:metanol 97:3 na dwie frakcje: tzw. triterpenoidów obojętnych (niekwasowych) czyli steroidów oraz alkoholi i ketonów pentacyklicznych w postaci wolnej, oraz kwasów triterpenoidowych. Uzyskane frakcje poddano analizie GC-MS: frakcję triterpenoidów obojętnych bezpośrednio (bez derywatyzacji), a frakcje kwasów triterpenowych po zmetylowaniu diazometanem. Rozdział związków prowadzono w programie temperaturowym o sekwencji: temperatura kolumny 200°C przez 2 min., następnie wzrost temperatury do 280°C przy szybkości 3°C/min. i temperatura 280°C przez kolejne 19 min.

Wszystkie ekstrakty zawierały dwie grupy związków triterpenoidowych: tetracyklicznych steroidów, które są uważane za metabolity pierwotne roślin (jako składniki błon komórkowych biorące udział w regulacji ich płynności i przepuszczalności, a także jako prekursorzy hormonów roślinnych – brassinosteroidów), oraz triterpenoidowych związków pentacyklicznych, uważanych za związki bioaktywne biorące udział w różnych reakcjach obrony chemicznej roślin. Wśród steroidów zidentyfikowano trzy typowe sterole roślinne (fitosterole): kampesterol, stigmasterol i sitosterol, oraz produkt utleniania steroidów – keton tremulon (stigmasta-3,5-dien-7-on).

Najbogatszy skład związków pentacyklicznych zidentyfikowano w ekstrakcie z mniszka, obejmuje on mono- i dihydroksylowe alkohole triterpenowe należące do grup ursanu,

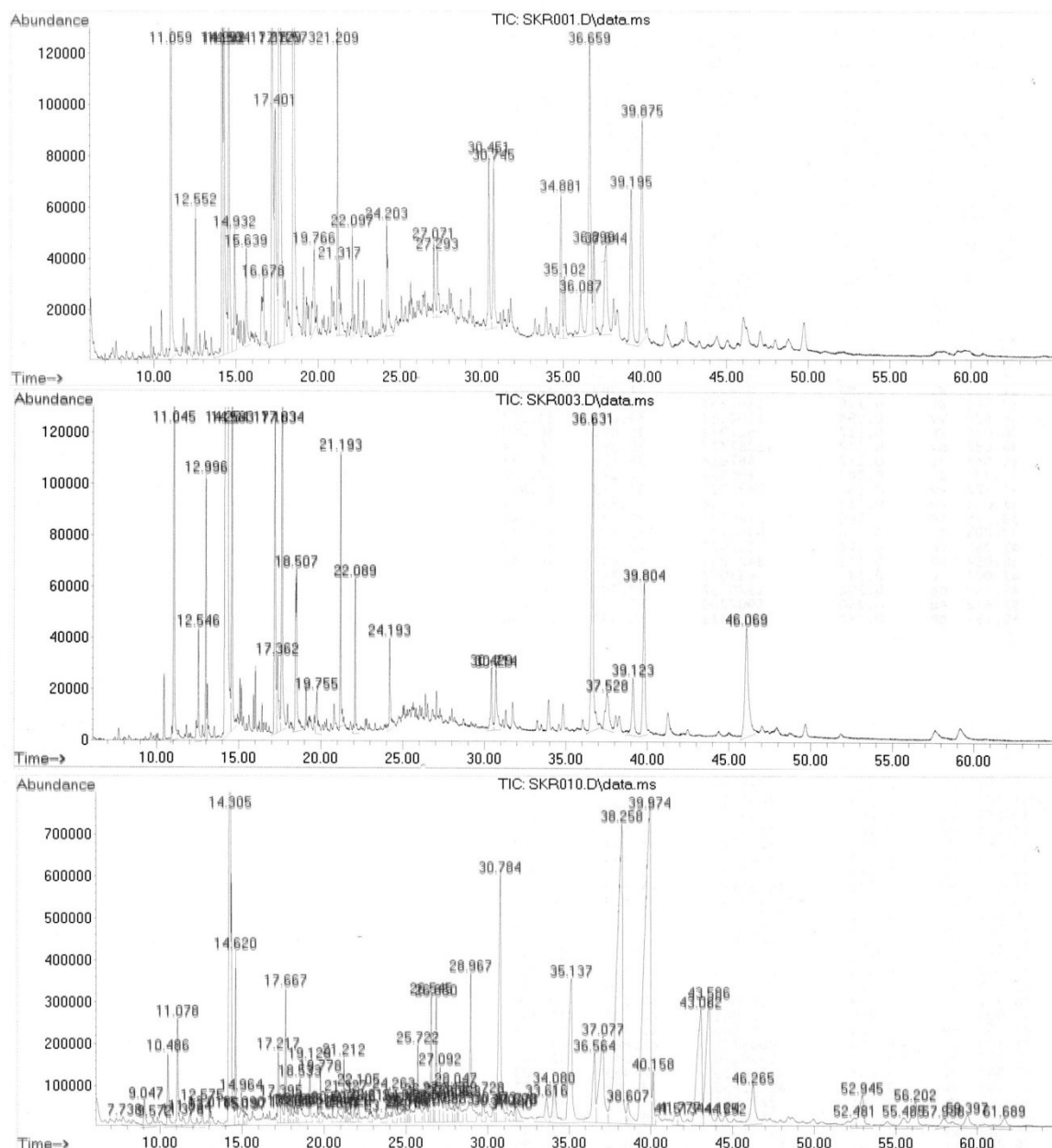
oleananu, lupanu i taraksasteranu (α - i β -amyrynę, lupeol i jego ester: octan lupeolu, erytrodiol, uwaol, taraksasterol), keton α -amyrenon, a ponadto bardzo niewielkie ilości kwasów oleanolowego i ursolowego (zbyt małe do oznaczenia ilościowego). Zawartość triterpenoidów w tym ekstrakcie także jest najwyższa, wynosi blisko 190 $\mu\text{g/ml}$, czyli 3-krotnie więcej niż w ekstrakcie z aksamitki i prawie 4-krotnie więcej niż w ekstrakcie z gryki. Co istotne, w ekstrakcie z mniszka wykazano najwyższą zawartość triterpenoidów pentacyklicznych o potencjalnych aktywnościach biobójczych i odstraszających (amyryny, lupeol, taraksasterol).

Wydaje się, że ekstrakt z mniszka jest jedynym z badanych ekstraktów, w którym triterpenoidy mogą odgrywać bezpośrednią rolę, jako repelenty. W ekstraktach z aksamitki i gryki związki te mogą pełnić raczej rolę pomocniczą, np. ułatwiając migrację innych związków przez błony biologiczne, lub oddziałując synergistycznie z innymi aktywnymi grupami związków biologicznie czynnych.

Tabela 2. Zawartość triterpenoidów w ekstraktach z aksamitki, gryki i mniszka lekarskiego ($\mu\text{g/ml}$)

Związek	Czas retencji [min]	Ekstrakt z aksamitki	Ekstrakt z gryki	Ekstrakt z mniszka
Steroidy:				
kampesterol	33,9-34,1	2,21	2,18	3,51
stigmasterol	34,8-35,1	7,30	1,77	27,95
sitosterol	36,6-37,0	20,03	18,22	33,50
tremulon	39,8-40,1	1,14	10,24	14,82
suma steroidów		30,95	32,41	79,78
Triterpeny pentacykliczne:				
α -amyryna/lupeol*	39,1-39,8	15,54	4,39	34,45
β -amyryna	38,0-38,3	11,48	3,25	30,34
octan lupeolu	43,6	-	-	25,10
α -amyrenon	38,6-38,8	2,59	1,19	0,93
taraksasterol	43,1	-	-	16,84
erytrodiol	52,4	-	-	0,12
uwaol	56,2	-	-	0,23
suma triterpenów pentacyklicznych		29,61	8,83	108,01
Suma wszystkich triterpenoidów		60,56	41,24	187,79

*związki oznaczano sumarycznie, gdyż nie rozdzielają się one na stosowanej kolumnie



Ryc. 1. Chromatogramy frakcji triterpenoidów obojętnych z aksamitki (chromatogram górny), gryki (środkowy) i mniszka (dolny). Zakresy czasów retencji zidentyfikowanych związków podano w tabeli z oznaczeniem ilościowym.

Oznaczanie zawartości i składu związków fenolowych

Oznaczanie całkowitej zawartości związków fenolowych (TPC)

Całkowitą zawartość związków fenolowych oznaczono metodą Folina i Ciocalteu'a. 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 $\lambda = 750$ nm.

Całkowitą zawartość związków fenolowych obliczano, korzystając z krzywej wzorcowej, wykonanej dla kwasu ferulowego w zakresie 0,5 - 20 μg . Wynik wyrażono w μg fenoli/ml ekstraktu.

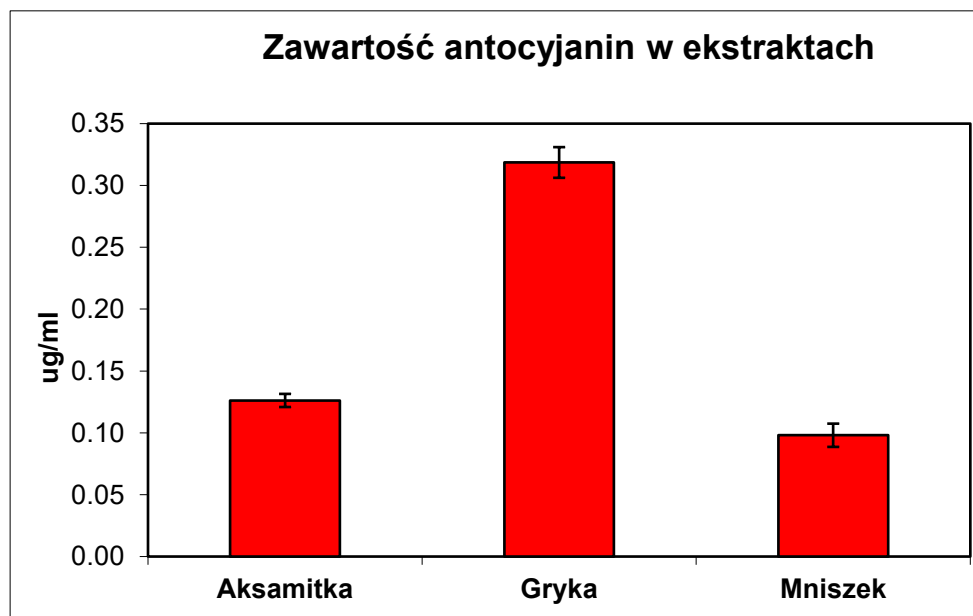
Tabela 3. Całkowita zawartość związków fenolowych w ekstraktach z aksamitki, gryki i mniszka

GATUNEK	ZAWARTOŚĆ ZW. FENOLOWYCH (μG /ML EKSTRAKTU)
Gryka	2380
Mniszek	3800
Aksamitka	11466

Oznaczanie całkowitej zawartości antocyjanin

Z otrzymanego dodatkowo materiału roślinnego wyodrębniono antocyjaniny. Procedura ta była niezbędna ze względu na odmienną metodę ekstrakcji: tkanki homogenizowano w 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 $\lambda = 525$ nm. Zawartość antocyjanin obliczano, korzystając z krzywej wzorcowej dla peoniny (w zakresie 5-50 μg . Wynik wyrażano w μg antocyjanin /ml ekstraktu.

Wykres 1. Zawartość antocyjanin w ekstraktach z badanych roślin



Ogólnie najwięcej związków fenolowych stwierdzono w ekstrakcie z roślin aksamitki (*Tagetes*), natomiast w antocyjaniny najbogatszy był ekstrakt z roślin gryki (*Fagopyrum*).

Oznaczanie składu związków fenolowych

Część otrzymanych ekstraktów rozdzielano bezpośrednio na stereospecyficznej kolumnie Cholest (Nacalai Tesque, Inc.). Próby przygotowano do rozdziału filtrując je przez filtr XYZ w celu usunięcia zanieczyszczeń stałych oraz rozcieńczając do odpowiedniego stężenia związków fenolowych.

Drugą część poddano hydrolizie kwasowej, w celu uzyskania wolnych związków fenolowych, ponieważ w otrzymanym ekstrakcie większość z nich występowała w postaci pochodnych: glikozydów, estrów i eterów. Identyfikacja składników takiej mieszaniny metodą HPLC była bardzo trudna.

Hydroliza związków fenolowych z ekstraktów metanolowych

Do szklanych próbek (Pyrex) dodano 500 µl ekstraktów metanolowych zawierających związki fenolowe z roślin aksamitki, gryki i mniszka. Następnie dodano 10 ml wody destylowanej i 1 ml 4 M kwasu trójfluorooctowego. Probówki lekko zakręcono i wstawiono na 30 min. do suszarki o temp. 110°C. Po zakończonej hydrolizie, probówki ostudzono pod zimną wodą. Przeprowadzono trzykrotną ekstrakcję octanem etylu. Połączone ekstrakty odparowano do sucha. Na końcu kwasy fenolowe rozpuszczono w 1 ml metanolu do HPLC.

Analizę HPLC wykonano przy użyciu chromatografu Shimadzu LC-20AD (Shimadzu). Związki fenolowe rozdzielano wg różnych metod, w zależności od przypuszczalnego składu. Rozdział prowadzono na kolumnie COSMOSIL(R) Cholest Packed Column 4.6mm, I.D. x 250mm z prekolumną Bionacom Filter Column Protector; 316 Stainless 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, rejestracja przy 320 nm.

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, rejestracja przy 320 nm. Temperatura rozdziału wynosiła 30°C.

Identyfikacja związków fenolowych metodą HPLC

W ekstraktach stwierdzono obecność co najmniej 20 różnych związków fenolowych, zarówno kwasów fenylopropanoidowych, jak i flawonoidów oraz ich pochodnych (w tym kwercetynę, kempferol i katechiny).

W ekstrakcie z aksamitki głównym składnikiem były flawonoidy (kempferol i kwercetyna) oraz kwas wanilinowy i elagowy.

U gryki podstawowymi składnikami były: kwercetyna, kempferol i katechiny, kwas wanilinowy, chlorogenowy i kawowy, oraz antocyjaniny.

Ekstrakt z mniszka zawierał bardzo dużą ilość katechin, kempferolu, kwercetyny (flawonoidy i ich pochodne) oraz kwas wanilinowy, elagowy i galusowy.

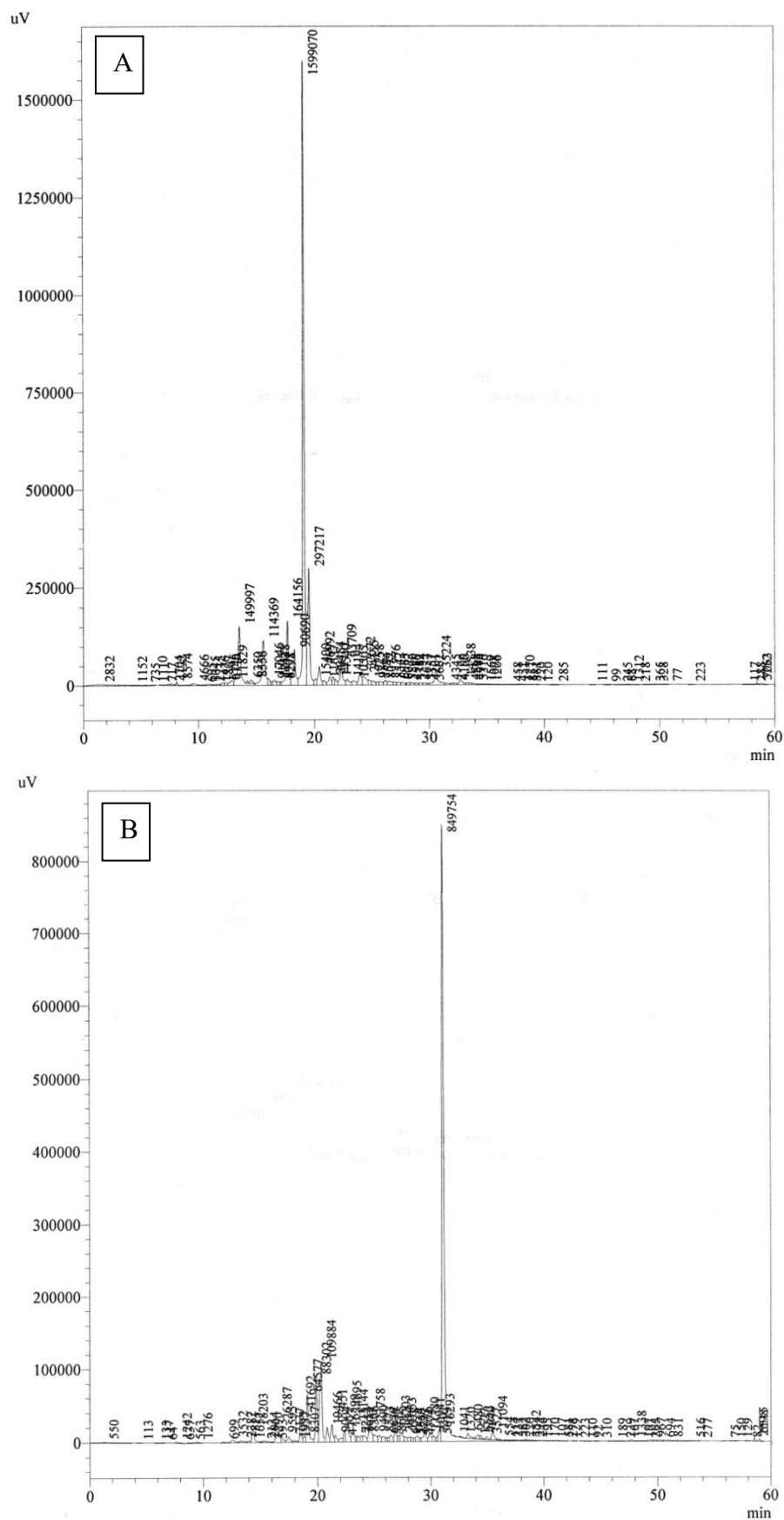
Tabela 4. Zawartość związków fenolowych w ekstraktach z aksamitki, gryki i mniszka po hydrolizie kwasowej (w µg/ml)

	Związek	Ekstrakty po hydrolizie kwasowej		
		Aksamitka	Gryka	Mniszek
1	Galusan katechiny	57,14		0,00
2	Katechina		679,17	3568,74
3	Kwas chlorogenowy		32,16	
4	Kwas ferulowy	śl	śl	
5	Kwas galusowy			244,25
6	Hesperydyna		śl	
7	Kempferol	3159,68	174,81	1519,29
8	Kwas <i>p</i> -kumarowy	5,35	śl	
9	Kwas protokatechusowy		śl	5,52
10	Kwercetyna	32,53		
11	Kwercetyna-O-galaktozyd		24,51	12,62
12	Kwercetyna-O-glukozyd		38,04	14,21
13	Kwercetyna (hydrat)		97,79	78,84
14	Ramnetyna			1,35
15	Rutyna (hydrat)		13,24	11,50
16	Kwas synapinowy	4,14		
17	Kwas <i>t</i> -cynamonowy			24,29
18	Kwas wanilinowy	132,01	134,28	294,26
19	Kwas elagowy	69,18		33,90
20	Kwas kawowy	8,25	6,91	3,31

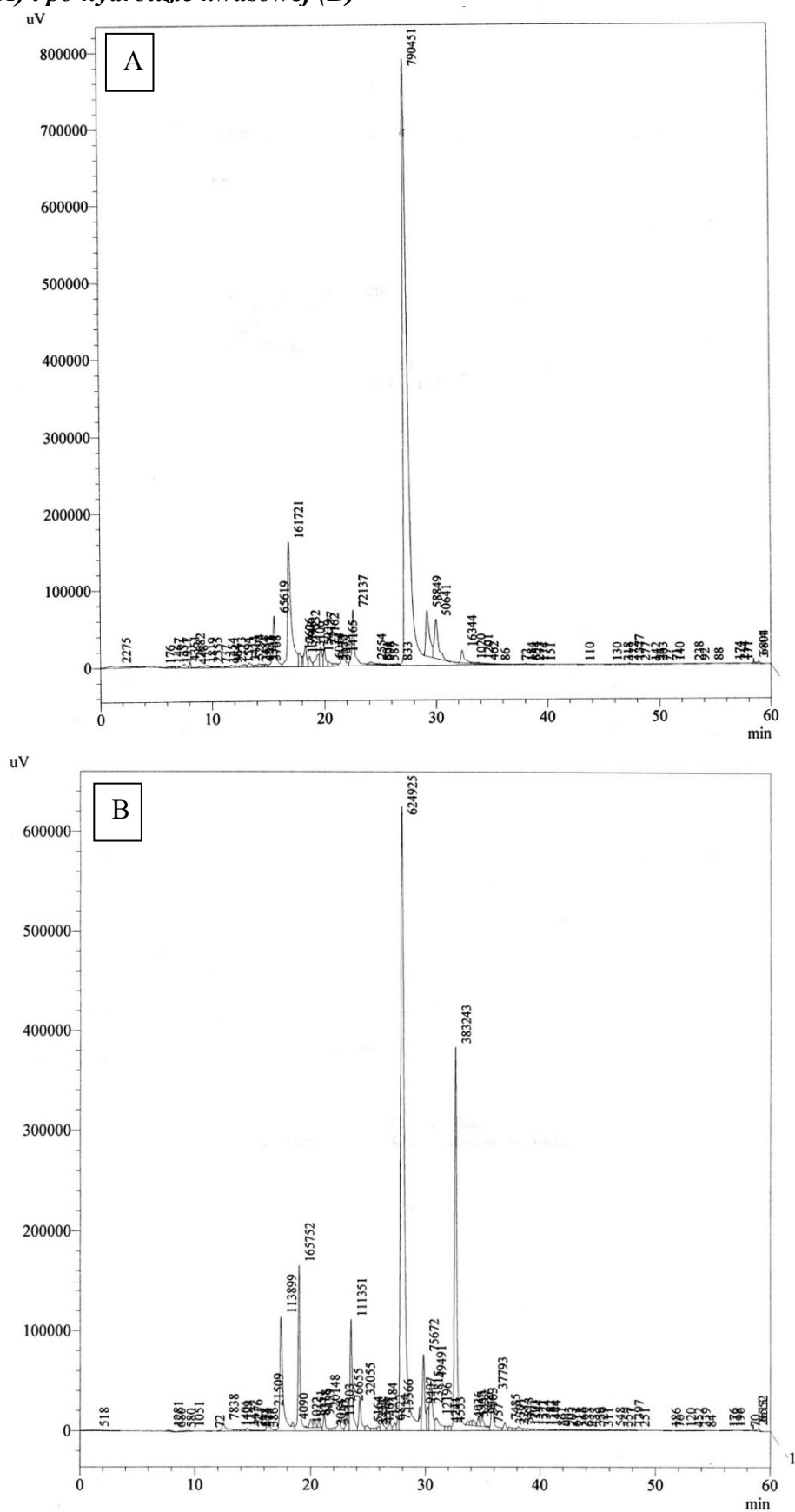
uV



Ryc. 3. Przykładowe chromatogramy ekstraktów z roślin gryki - *ekstrakt przed hydrolizą (A) i po hydrolizie kwasowej (B)*



Ryc. 4. Przykładowe chromatogramy ekstraktów z roślin mniszka - ekstrakt przed hydrolizą (A) i po hydrolizie kwasowej (B)



Ocena działania różnych substancji i formulacji w stosunku do pędraków

W celu oceny skuteczności różnych podstawowych substancji „solo” jak i w połączeniu z innymi oraz ich formulacji w stosunku do larw (pędraków) chrabąszcza majowego wykonano doświadczenia wazonowe.

Doświadczenie I

Doświadczenie założono w pojemnikach (skrzynkach) o pojemności 25 l, w które posadzono rośliny truskawki odm. Matis po 10 szt. w skrzynkę. Przygotowane roztwory (sposób przygotowania opisany w *Metodzie przygotowania wyciągów alkoholowych*), przed stosowaniem były rozcieńczane wodą w stosunku 1:3 (50 ml roztworu : 150 ml wody). Jako drugą formulację zastosowano żele z neutralnego zapachowo substratu przygotowanego przez Instytut Chemii Fizycznej PAN ZD Chemipan nasączone wyciągami roślinnymi. Do przygotowania żelu użyto 4 g neutralnego substratu 20 ml odpowiedniego wyciągu roślinnego oraz 20 ml żelatyny spożywczej rozpuszczonej w wodzie, po 2-3 godzinach (po stężeniu) żele były gotowe do użycia.

W doświadczeniu stosowano również gotowe produkty: Biochar w postaci stałej mieszając go z glebą 1 kg/10 l gleby i płynnej do podlewania w postaci zawiesiny wodnej 50 ml/150 l wody oraz produktu zawierającego krzem w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej – AdeSil w stężeniu 3% oraz AdeSil w stężeniu 3% z dodatkiem adiuwantu Silwet Gold - 1,5 ml/0,5 l wody do podlewania.

Schemat stosowania

Skrzynki podlewane roztworami

Gleba zwykła	Gleba podlewana roztworami lub stosowane żele
--------------	---

Skrzynki ze Biochar w postaci stałej

Gleba	Mieszanina gleby z Biochar
-------	----------------------------

Kombinację stanowiły 4 skrzynki, do pierwszych dwóch wpuszczono po 4 pędraki w stadium L4 a do następnych po 5 szt. w stadium L1. Pędraki do skrzynek wpuszczano po stronie stosowania roztworów lub badanych mieszanin. W dniu 3.07 i 5.07.2018 zastosowano roztwory podlewając nimi glebę wokół roślin w ilości 200 ml cieczy lub 2 x 20 ml roztworu w postaci przygotowanego żelu na 1/2 skrzynki. Oceny skuteczności zabiegów dokonano 30.07.2018 roku licząc żywe pędraki w skrzynkach zarówno po stronie, gdzie były stosowane roztwory lub żele jak i po stronie, gdzie rośliny podlewano tylko wodą.

Tabela 5. Ocena właściwości allelopatycznych roztworów roślinnych i użytych formułacji

Kombinacja	Formulacja	Liczba żywych pędraków w stadium						Liczba martwych i nieodnalezionych pędraków	
		L4		L2		L4+L2		L4	L2
		r/ż	w	r/ż	w	r/ż	w		
Wyciąg z mniszka	płyn	4	0	2	1	6	1	4	7
	żel	2	4	1	2	3	6	2	7
Wyciąg z gryki	płyn	1	1	4	4	5	5	6	2
	żel	0	1	2	2	2	3	7	6
Wyciąg z gorczycy	płyn	1	1	2	1	3	2	6	7
	żel	2	0	2	1	4	1	6	7
Wyciąg z aksamitki	płyn	2	2	1	4	3	6	4	5
	żel	1	2	3	1	4	3	5	6
Wyciąg z nostrzyka	płyn	4	4	5	5	9	9	0	0
Alkohol	płyn	4	2	4	4	8	6	2	2
Biochar	płyn	1	3	2	1	3	4	4	7
Biochar	granulat	2	2	3	0	5	2	4	7
AdeSil	płyn	2	1	2	1	4	2	5	7
AdeSil + zwilżacz	płyn	3	3	0	2	3	5	2	8

r/ż – roztwór lub żel; w – woda;

Analizując uzyskane wyniki można powiedzieć, że nie odnotowano istotnych różnic w zachowaniach pędraków pod wpływem zastosowanych roztworów zarówno w formułacji płynnej jak i żelowej (wyciąg z mniszka, gryki, gorczycy, aksamitki). Po zastosowaniu roztworów w formie płynnej tylko 45,2% pędraków przemieściło się w stronę roślin podlewanych wodą, a po zastosowaniu w formie żelu 50,0%. Jednak rozpatrując wyniki w ogólny sposób można stwierdzić, że zastosowane produkty (wyciągi, gotowe produkty) mogą w pewien sposób wpływać na zdrowotność, czy też śmiertelność pędraków. W doświadczeniu więcej niż połowy pędraków w przypadku stadium L4 – 52,7%, a L2 – 58,6% nie odnaleziono w skrzynkach, przyczyną może być właśnie wpływ tych substancji na śmiertelność lub niejasne zachowania (np. kanibalizm pędraków między sobą lub szybszy rozkład martwych pędraków). Wydaje się również, że pędraki w młodszym stadium rozwojowym są bardziej wrażliwe na stosowane roztwory i gotowe produkty.

Zastosowany w doświadczeniu wyciąg alkoholowy z mniszka lekarskiego (w literaturze wskazywana, jako roślina repelentna dla pędraków) w formie płynu wykazała pewne potwierdzenie tego faktu, ponieważ w sumie tylko jeden pędrak na tej kombinacji przemieścił się do roślin podlewanych wodą. Natomiast zastosowany w formie żelu wykazał odmienne działanie. W kombinacji z wyciągiem z gryki w formie płynnej pod roślinami podlewanymi roztworem znaleziono 5 pędraków, ale taką samą liczbę znaleziono pod roślinami podlewanymi wodą. Natomiast tam gdzie zastosowano ten roztwór w formułacji żelowej stwierdzono o 1 pędraka mniej niż tam gdzie zastosowano wodę. Po zastosowaniu wyciągu z gorczycy zarówno

w formie żelu jak i płynnej odnotowano pewne przemieszczenie się pędraków w stronę roślin podlewanych wodą (odpowiednio 1 i 2 pędraki), ale niestety większość z nich pozostała jednak po stronie stosowania roztworów (odpowiednio 4 i 3). Pod roślinami podlanymi wyciągiem z aksamitki w formie płynnej stwierdzono 2 razy mniej pędraków niż pod roślinami podlewanymi wodą, ale inne było zachowanie pędraków po zastosowaniu tego wyciągu w formie żelu.

Z przedstawionych w tabeli wyników można stwierdzić, że sam alkohol nie miał istotnego wpływu na zachowanie pędraków. Gotowe produkty takie jak Biochar lub AdeSil wykazywały zmienne działanie allelopatyczne w stosunku do pędraków chrabąszcza majowego.

Doświadczenie II

W pojemniki wielkości 34 cm x 15 cm posadzono po 5 roślin truskawki odm. Matis. Doświadczenie wykonano w dwóch powtórzeniach, gdzie jedno powtórzenie stanowił 1 pojemnik. Pod koniec czerwca 2018 roku do jednego pojemnika wkładano 5 pędraków w stadium L4, a do drugiego 3 w stadium L2. W lipcu 2018 roku przygotowano alkoholowe roztwory z gryki i aksamitki w różnych stosunkach ilościowych: 1:1; 2:1; 3:1 (100g, 200g, 300g rośliny : 100 ml alkoholu). Podobnie jak w przygotowaniu roztworów do poprzedniego doświadczenia po około 3 tygodniach z roztworów usunięto rośliny, a same roztwory w dniu 1 sierpnia 2018 roku zastosowano w doświadczeniu. Dawka roztworów to 40 ml rozpuszczone w 1 l wody na 1 skrzynkę. Oceny skuteczności zastosowanych zabiegów dokonano w dniu 30.08.18 roku, licząc martwe i żywe pędraki.

Tabela 6. Ocena skuteczności zabiegów, w których użyto roztwory alkoholowe z gryki i aksamitki w różnych stosunkach wagowych

Kombinacja	Liczba pędraków w stadium				Razem pędraki w stadium	
	L2		L4		L2+L4	
	żywych	martwych	żywych	martwych	żywe	martwe
Kontrola	3	0	5	0	8	0
Aksamitka 1:1	3	0	4	1	7	1
Aksamitka 2:1	2	1	4	1	6	2
Aksamitka 3:1	2	1	4	1	6	2
Gryka 1:1	2	1	4	1	6	2
Gryka 2:1	3	0	5	0	8	0
Gryka 3:1	3	0	3	2	6	2

Wyniki zestawione w powyższej tabeli pokazują, że wszystkie zastosowane roztwory przygotowane z różnych proporcji wagowych roślin gryki i aksamitki miały wpływ na przeżywalność pędraków, chociaż w różnym stopniu. Różnice w liczbie znalezionych martwych pędraków w stosunku do kombinacji kontrolnej na większości stosowanych roztworów wynosi 2 pędraki na korzyść stosowanych roztworów. Przy zastosowaniu roztworów z aksamitki stwierdzono niewielki wpływ użytych stosunków wagowych roślin przy przygotowywaniu wyciągów. Przy najniższym stosunku 1:1 stwierdzono o jednego mniej pędraka niż na wyższych proporcjach czyli 2:1 i 3:1. Jednak w roztworach gryki nie zostało to

potwierdzone. Ogólna analiza wyników otrzymanych w tym doświadczeniu wskazuje na to, że mniej wrażliwe na stosowane wyciągi były pędraki w młodszych stadiach rozwojowych (tu L2 z 18 tylko 3 były martwe), natomiast bardziej wrażliwe były w najstarszym stadium rozwojowym (L4 – na 30 żywych - martwych było 6). Może to być spowodowane tym, że substancje zawarte w aksamitce podobnie jak te zawarte gryka (co dla tej rośliny jest już udokumentowane w literaturze) mogą mieć wpływ na rozwój pędraków (hamowanie przejścia do kolejnego stadium rozwojowego). Pędraki ostatniego stadium w warunkach naturalnych bardzo wcześnie przygotowują się do przepoczwarczenia i dlatego może są bardziej wrażliwe na te substancje.

Doświadczenie III

W doświadczeniu III badano wpływ substancji podstawowych takich jak otręby pszenne lub wyciąg alkoholowy z mniszka w połączeniu z grzybami entomopatogenicznymi *Beauveria bassiana* w ograniczaniu pędraków chrabąszcza majowego.

Na początku maja do pojemników wielkości 34 cm x 15 cm posadzono po 5 sadzonek „frygo” truskawki odm. Matis. Doświadczenie wykonano w 9 powtórzeniach. Jeden pojemnik stanowił 1 powtórzenie. W czerwcu do 7 pojemników wpuszczano po 5 pędraków w stadium L4, do jednego – 8 szt. L2-L3 i jednego 5 szt. w stadium L1. W dniu 9 lipca 2018 roku zastosowano otręby pszenne i wyciąg alkoholowy z mniszka lekarskiego wraz z inokulum *Beauveria bassiana* oraz gotowe produkty: Naturalis zawierający *B.bassiana* i NeemAzal zawierający ekstrakt z nasion miodli indyjskiej (*Azadirachta indica*). Oceny skuteczności zastosowanych zabiegów dokonano w dniu 20.08.2018 roku licząc żywe i martwe pędraki oraz pobierając próby gleby do przeprowadzenia testów obecności jednostek infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych.

W drugiej serii tego doświadczenia założonej 27.08.2018 roku zastosowano dodatkowo produkt zawierający krzem (ten sam co w doświadczeniu I) i drugi nowy produkt, którego składnikiem jest wyciąg z gorzkiej właściwej (*Quassia amara*). Serię tę wykonano w 3 powtórzeniach wkładając do 1 skrzynki 5 pędraków w stadium L3-L4. Oceny skuteczności stosowanych produktów dokonano 19.09.2018 roku, licząc żywe i martwe pędraki.

Tabela 7. Ocena skuteczności zastosowanych substancji podstawowych wraz z inokulum grzybów do zwalczania pędraków

Kombinacja	Dawka na pow. 0,05 m ²	Liczba żywych pędraków			Razem żywe L1-L4	Liczba martwych pędraków L1-L4
		L4	L3-L2	L1		
Kontrola	-	30	7	0	37	11
Inokulum <i>B.bassiana</i>	1 g	25	8	0	33	15
Inokulum <i>B.bassiana</i> + otręby pszenne	1 g + 0,35 g	36	7	0	42	6
Inokulum <i>B.bassiana</i> + wyciąg z mniszka	1 g + 100 ml	44	8	0	43	5
Naturalis	3 ml/1 l wody	25	2	0	27	21
NeemAzal	1 ml/1 l wody	23	5	0	28	20

Z wyników otrzymanych w tym doświadczeniu można wnioskować, że najbardziej wrażliwe na zastosowane produkty były pędraki w stadium L1 – na żadnej z zastosowanych kombinacji nie znaleziono ani jednego żywego pędraka w tym stadium. W stadium L2-L3 ogólnie na kombinacjach (oprócz kontroli) przeżyło ok. 75%, a w stadium L4 – ok. 81% pędraków. W sumie najwięcej (21 szt.) pędraków martwych stwierdzono po zastosowaniu szczepu *B.bassiana* zawartego w produkcie Naturalis. Najmniej (5 szt.) martwych pędraków zanotowano po zastosowaniu inokulum *B.bassiana* wraz z roztworem alkoholowym z mniszka lekarskiego. Po zastosowaniu inokulum *B.bassiana* wraz z otrębami pszennymi stwierdzono tylko 6 martwych pędraków, jednak tylko na tej kombinacji, podczas oceny, na co najmniej 3 martwych pędrakach stwierdzono wyraźną infekcję grzybów entomopatogenicznych Fot. 1. Być może do uzyskania wyższej skuteczności potrzebny jest dłuższy czas oddziaływania grzybów.



Fot.1. Pędraki porażone przez grzyb entomopatogeniczny – *B. bassiana*

Tabela 8. Liczba jednostek infekcyjnych (CFU x 10³g⁻¹) grzybów owadobójczych w glebie po zastosowaniu substancji podstawowych z inokulum grzybów *B.bassiana*

Kombinacja	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Isaria fumosorosea</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Lecanicillium</i> sp.
Kontrola	0,7	5,7	-	0,5	-
Inokulum <i>B. bassiana</i>	1,1	-	0,1	0,5	-
Inokulum <i>B. bassiana</i> + otręby	0,7	1,1	0,1	0,5	
Inokulum <i>B. bassiana</i> + wyciąg z mniszka	0,1	-	-	0,7	-
Naturalis	2,5	-	0,2	0,6	-

Po zastosowaniu inokulum *B. bassiana* „solo” liczba jednostek infekcyjnych (JFK – Jednostki Formujące Kolonie) tego grzyba w glebie wzrosła, ale liczba JFK *Beauveria brongniartii* spadła (nie wykryto) w porównaniu do kombinacji kontrolnej. W glebie, do której zastosowano inokulum *B.bassiana* wraz z otrębami liczba JFK tego grzyba pozostała na tym samym poziomie. Najmniej JFK *B.bassiana* zanotowano na kombinacji, gdzie stosowano inokulum tego grzyba i alkoholowy wyciąg z mniszka. Niestety przyczyna tego zjawiska nie została wyjaśniona. Jaki wpływ na obecność JFK grzybów entomopatogenicznych z rodzaju *Beauveria* ma alkohol, a jakie substancje roślinne zawarte w wyciągu. Wymaga to dalszych, precyzyjniejszych badań.

Tabela 9. Ocena skuteczności gotowych produktów zastosowanych do zwalczania pędraków – Seria II

Kombinacja	Dawka na pow. 0,05 m ²	Liczba pędraków	
		żywych	martwych
Kontrola	-	9	6
Naturalis	3 ml/1 l wody	9	6
NeemAzal	1 ml/1 l wody	9	6
AdeSil	3%	8	7
Wyciąg z gorzkiej włośnicy	1g/1 l wody	8	7

Po zastosowaniu gotowych produktów takich jak Naturalis zawierający szczep *B.bassiana* i NeemAzal śmiertelność pędraków była na poziomie śmiertelności tych szkodników w kontroli. Śmiertelność pędraków była nieco wyższa po zastosowaniu AdeSil (zawierający krzem) oraz wyciągu z gorzkiej włośnicy jednak nie była ona wystarczająca. Być może zastosowanie takich środków w dość późnym okresie (sierpień), kiedy pędraki nie są już w pełni aktywne może obniżać ich skuteczność.

Ustalenie okresu oddziaływania substancji na pędraki

W celu realizacji tego zagadnienia wykonano dwa doświadczenia w kilku seriach.

Doświadczenie I

Doświadczenie wykonano w laboratorium ZORpSz IO w dwóch seriach, aby określić czas uwalniania się roztworów roślinnych z neutralnego zapachowo substratu (przygotowany przez Instytut Chemii Fizycznej PAN ZD Chemipan). W tym celu przygotowano szalki z substratem i do każdej dodano po 40 ml odpowiednich alkoholowych roztworów roślinnych w Serii I z: aksamitki, mniszka lekarskiego i samego alkoholu, a w Serii II z: aksamitki i alkoholu. Jedno- lub dwukrotnie w ciągu dnia wykonywano pomiary ciężaru właściwego szalek aż do momentu, kiedy waga nie ulegała znacznej zmianie. Szalki przetrzymywano w temperaturze 18-20°C (Fot.2).



Fot. 2. Szalki z neutralnym substratem i roztworami roślinnymi po okresie odparowywania

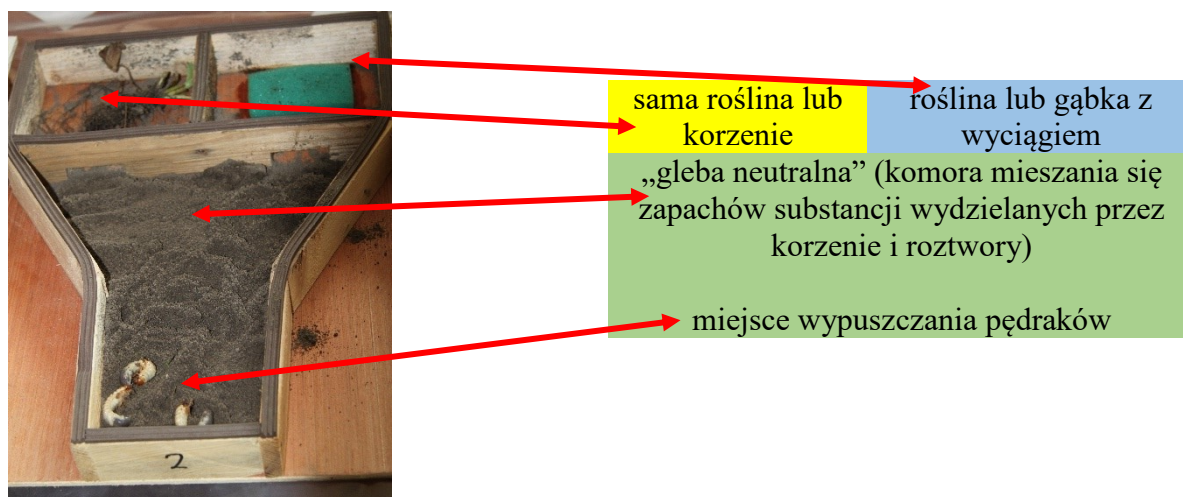
Tabela 10. Okres odparowywania alkoholu i wyciągów roślinnych w neutralnym zapachowo substracie

Roztwór z	Waga szalek z neutralnym zapachowo substratem i wyciągami roślinnymi:				
	przed stosowaniem	po zastosowaniu			
	21.09.18 godz.8.00	21.09.18 godz.8.30	22.09.18 godz.8.00	23.09.18 godz.9.20	24.09.18 godz.9.50
Seria I					
mniszka	17,89	35,05	26,10	19,05	19,04
mniszka	18,29	34,73	25,10	19,46	19,46
aksamitki	17,52	32,37	23,55	18,23	18,21
aksamitki	17,50	32,82	27,67	18,18	18,17
alkoholu	17,92	22,68	17,93	17,63	17,63
alkoholu	17,93	22,32	17,94	17,93	17,93
Seria II					
	1.10.18 godz.8.30	1.10.18 godz.9.00	1.10.18 godz.15.00	2.10.18 godz.10.00	2.10.18 godz.16.00
aksamitki	20,00	47,96	39,43	27,04	24,27
aksamitki	20,00	47,87	39,71	27,09	24,99
alkoholu	20,00	43,88	29,01	20,04	20,03
alkoholu	20,00	43,88	29,31	20,04	20,01

W obu wykonanych seriach odparowywanie samego alkoholu trwało ok. 24 godziny i w tym przypadku ostatni pomiar wagowy był prawie równy pomiarowi wagowemu przed stosowaniem, świadczy to o tym, że alkohol całkowicie odparował i pozostał sam substrat. Podobnie odparowywały alkoholowe roztwory roślinne, jednak w tym przypadku ostatni pomiar wagowy i pomiar przed wprowadzeniem roztworów jest nieco inny, zatem z roztworu odparował alkohol, a pozostały same substancje roślinne.

Doświadczenie II

Drugie doświadczenie wykonano również w laboratorium w specjalnie do tego celu przygotowanych rizoboksach (Fot.3) w kilku seriach. Do dwóch części sadzono rośliny truskawki, następnie jedną podlewano przygotowanym roztworem. W drugiej serii do jednej wkładano korzenie truskawki, a do drugiej gąbkę nasączoną odpowiednim roztworem. Pędraki wpuszczano do neutralnej gleby i obserwowano, w którym kierunku będą się przemieszczać. W każdej serii wpuszczano po 3 szt. L4 lub L1.



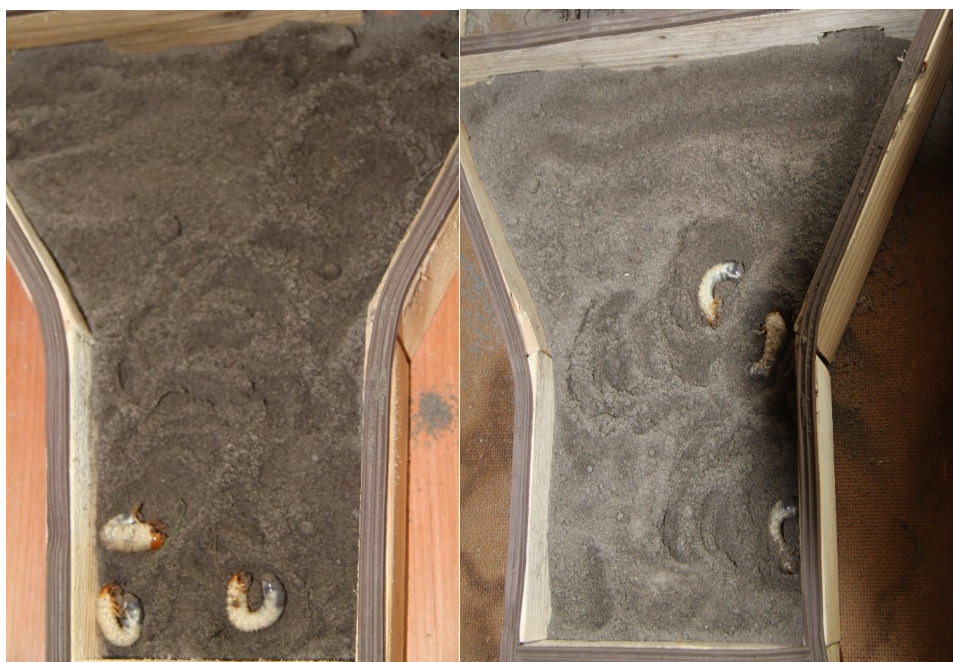
Fot.3. Specjalna konstrukcja rizoboxu i jego schemat

Tabela 11. Wpływ alkoholowych wyciągów roślinnych na aktywność pędraków

	Czas trwania serii			Liczba pędraków w		
	Data wypuszczenia	Data kontroli	Liczba dni	glebie z samą rośliną lub korzeniami	„gleba neutralna”	glebie z rośliną lub przy gąbce z roztworem
Mniszek						
Seria I	13.07	16.07	3	1	2	0
Seria II	13.07	16.07	3	1	2	0
Seria III	13.07	16.07	3	0	3	0
Seria IV	16.07	17.07	1	1	2	0
Seria V	16.07	17.07	1	0	3	0
Seria VI	16.07	17.07	1	0	3	0
Seria VII	17.07	25.07	8	1	2	0
Seria VIII	17.07	25.07	8	0	2	1
Seria IX	17.07	25.07	8	0	2	0
Seria X	17.07	25.07	8	0	2	0
Seria XI	6.08	8.08	2	0	3	0
Seria XII	8.08	13.08	5	1	2	0
Razem				5	28	1
Aksamitka						

Seria I	17.07	25.07	8	0	2	1
Seria II	17.07	25.07	8	0	2	1
Seria III	17.07	25.07	8	0	2	1
Seria IV	6.08	8.08	2	0	3	0
Seria V	8.08	13.08	5	3	0	0
Razem				3	9	3
Gryka						
Seria I	6.08	8.08	2	2	1	0
Seria II	8.08	13.08	5	3	0	0
Razem				5	1	0
Nostrzyk						
Seria I	6.08	8.08	2	1	2	0
Seria II	8.08	13.08	5	0	3	0
Razem				1	5	0

W przeprowadzonym doświadczeniu wyraźnie widać było aktywność w przemieszczaniu się pędraków (Fot.4). Jednak najmniej pędraków znajdowano po stronie gdzie była roślina podlewana lub gąbka z wyciągiem. Najwięcej pędraków znajdowano w „neutralnej glebie” właściwie tam gdzie koncentrowały się zapachy wydzielane zarówno przez korzenie roślin jak i ze stosowanych wyciągów. Jednak nader często obserwowano ślady przemieszczania się pędraków w stronę miejsca, gdzie były stosowane roztwory, ale pozostawały one w „neutralnej glebie”. Wykonanie tego doświadczenia pozwoliło na potwierdzenie danych literaturowych, że pędraki przemieszczają się w glebie reagując na zapachy. Jednak, aby spostrzeżenia te mogły być wykorzystane w szerszej praktyce, istnieje potrzeba pogłębienia i rozszerzenia badań, a przynajmniej wyjaśnienia, na jaką dawkę substancji mogą zareagować pozytywnie lub negatywnie pędraki (czyli będzie dla nich bardziej atrakcyjna niż korzenie roślin).



Fot. 4. Ślady aktywności pędraków na glebie

PODSUMOWANIE

Wykorzystanie substancji podstawowych pozyskanych z roślin (gryka, aksamitka, mniszek lekarski) i wykorzystanie ich działania allelopatycznego wydaje się dobrym sposobem na ograniczanie populacji pędraków chrabąszcza majowego. Prowadzone badania wykazały, że substancje te mogą mieć dodatkowe zastosowanie w uprawie roślin, jako źródło makro- i mikroelementów potrzebnych do prawidłowego wzrostu roślin.

W badaniach stwierdzono również, że wyciągi te zawierają dwie grupy związków triterpenoidowych: tetracykliczne steroidy (4 związki), wśród których zidentyfikowano między innymi fitosterole: kampesterol, stigmasterol i sitosterol oraz triterpenoidowe związki pentacykliczne (7 związków), które określane są jako związki biorące udział w reakcjach obrony chemicznej roślin. Największą ilością tych związków charakteryzował się wyciąg z mniszka lekarskiego i ten wyciąg wydaje, że może być repelentny dla pędraków.

Jednak z praktyki producentów i naszej wiemy, że dość często pędraki znajdowane są w korzeniach mniszka, dlatego wydawać by się mogło, że działa on, jako atraktant dla tej grupy szkodników. Wyciąg użyty w doświadczeniach i w badaniu składu triterpenoidów został przygotowany z całej rośliny. Jednak w celu określenia dokładnego działania tej rośliny na pędraki należałoby wykonać wyciągi z poszczególnych organów rośliny i wykonać podobne analizy. Dlatego też ważnym byłoby kontynuować te badania.

Ogólnie w badanych wyciągach stwierdzono 20 związków fenolowych. Najwięcej rodzajów (14 związków) zawierał wyciąg z mniszka, wyciąg z gryki 13 związków, a z aksamitki 9 związków. Ciekawym wydaje się, że wyciąg z mniszka miał podobny skład związków fenolowych (kwercentyna i rutyna) do wyciągu z gryki, którą poleca się, jako przedplon ograniczający występowanie pędraków. Być może wyciąg z mniszka będzie miał podobne działanie jak gryka, jednak wymaga to dalszych prac nad ustaleniem szczegółowego składu fenolowego oraz badania wpływu na populację pędraków.

Szczegółowe ustalenie składu fenolowego badanych ekstraktów wymaga dalszych badań. Zagadnienie to jest bardzo ważne, ze względu na możliwe działanie allelopatyczne (kwasy fenylopropanoidowe, katechiny), antyoksydacyjne (kwasy fenylopropanoidowe, katechiny, kwercetyna, kwas elagowy, kwas chlorogenowy, antocyjaniny) czy np. przeciwbakteryjne (kwercetyna i pochodne). Bardzo wysoka zawartość katechin (w postaci wolnej lub pochodnych, np. galusanu), kempferolu i kwercetyny oraz kwasów fenylopropanoidowych może być odpowiedzialna za działanie przeciw patogenom i roślinożercom.

Zmiana składu związków fenolowych przez np. frakcjonowanie lub użycie mieszanin ekstraktów, może zmienić ich właściwości, tym samym zwiększając ich użyteczność dla gospodarki człowieka.

PODZADANIE 2

Wykorzystanie substancji podstawowych i biologicznych w sposób zintegrowany do zwalczania pędraków chrabąszcza majowego – doświadczenie wdrożeniowe

Celem tego podzadania było zastosowanie substancji podstawowych i biologicznych do integrowanego zwalczania pędraków i osobników dorosłych chrabąszcza majowego na w miarę dużym obszarze (ok. 20 ha). Metody, które opracowane zostały w ostatnich trzech latach były wdrażane na dużym obszarze, aby potwierdzić otrzymane rezultaty (w skali makro), ale również zademonstrować producentom efekt takich działań.

Metody zostały zastosowane, jako nowatorski sposób dystrybucji Czynnika Biologicznego Zwalczania (CBZ - grzybów entomopatogenicznych). Do zwalczania pędraków w glebie zastosowane zostały substancje podstawowe na przykład preparaty spożywcze zawierające m.in. otręby pszenne wraz CBZ. Natomiast do zwalczania osobników dorosłych chrabąszcza majowego użyto substancji podstawowych, wykazujących działanie wabiące, a także lampy świetlne lub feromony (w celu zwiększenia liczby odłowionych osobników) w specjalnie do tego celu przygotowanych pułapkach, w których były umieszczone również CBZ (grzyby owadobójcze). Zwabione w ten sposób chrząszcze miały kontakt z grzybami owadobójczymi, które następnie mogły przenieść na inne osobniki (np. podczas kopulacji).

W celu precyzyjnego wyznaczenia terminu lotu osobników dorosłych chrabąszcza majowego podjęto próbę wykorzystania modelu predykcyjnego opracowanego w Niemczech. Wyznaczenie takiego terminu może być kluczowe dla optymalnego zastosowania pułapek do masowych odłowów chrabąszczy.

Dla potwierdzenia danych literaturowych donoszących o tym, że środek NeemAzal ma działanie ograniczające składanie jaj przez samice wykonano testy laboratoryjne. Pozytywny wynik tych testów może pomóc w ograniczaniu populacji chrabąszczy.

W podzadaniu tym dodatkowo wśród członków zrzeszonych w grupie producentów owoców i warzyw ekologicznych, którzy uczestniczyli również bezpośrednio w realizacji tego projektu przeprowadzono anonimową ankietę na temat występowania i zapobiegania występowaniu pędraków na plantacjach, prowadzonych przez grupę (wzór ankiety – Aneks I)

Wykorzystanie modelu predykcyjnego

W celu wyznaczenia terminu rozpoczęcia lotu osobników dorosłych, co pozwoliłoby na terminowe wywieszanie i stosowanie pułapek, a tym samym podniesienie skuteczności tej metody podjęto próbę wykorzystania modelu predykcyjnego opracowanego w Niemczech, a opartego na sumie temperatur efektywnych. W modelu tym niemieccy naukowcy przyjmują, że jeśli suma temperatur efektywnych powietrza mierzona od 1 marca osiągnie wartość 355 stopniocdni to następuje wylot osobników dorosłych chrabąszcza majowego. Korzystając z tego założenia podjęto próby dostosowania i sprawdzenia tego modelu do warunków Polski. W celu adaptacji modelu od 1 marca do 3 maja śledzono warunki atmosferyczne oraz ustawiono pułapki naziemne w celu określenia wylotu z gleby chrząszczy (Fot. 5)



Fot. 5. Pulapka naziemna do odłowu chrząszczy chrabąszcza majowego

Tabela 12. Dane meteorologiczne z 2018 z centralnego rejonu Polski

Data	Średnia dobową temperatura powietrza	Średnia dobową temperatura gleby	Opady [mm]
2018-03-01	-11,8	-3,7	
2018-03-02	-12,4	-4,3	
2018-03-03	-10,7	-4,4	
2018-03-04	-7,4	-3,8	
2018-03-05	-2,9	-2,5	
2018-03-06	0,6	-0,9	0,8
2018-03-07	1,5	-0,5	0,2
2018-03-08	3,9	-0,3	
2018-03-09	2,8	-0,3	1,2
2018-03-10	4,3	0	
2018-03-11	7,9	1,4	0,2
2018-03-12	9,1	2,5	0,8
2018-03-13	9,1	3,8	
2018-03-14	5,1	2,4	0,4
2018-03-15	0,6	1,1	
2018-03-16	-2	0	0,2
2018-03-17	-5,8	-0,4	0,2
2018-03-18	-6,4	-1	
2018-03-19	-5,4	-1,2	
2018-03-20	-2,5	-0,8	0,2
2018-03-21	-1,5	-0,9	
2018-03-22	0,2	-0,8	
2018-03-23	0,9	-0,4	0,2
2018-03-24	2	-0,3	
2018-03-25	2,8	0,9	
2018-03-26	4	2,5	0,2
2018-03-27	0,9	1,9	1
2018-03-28	0,8	1,6	
2018-03-29	2,5	1,9	6
2018-03-30	5,8	3,6	
2018-03-31	6,2	4,6	5,4

2018-04-01	4,4	4,5	3,8
2018-04-02	2,5	2,2	0,6
2018-04-03	7,1	4	0,2
2018-04-04	12,4	7,5	
2018-04-05	12,7	9,1	
2018-04-06	7,8	7,6	
2018-04-07	7,8	6,5	
2018-04-08	14,1	9,4	
2018-04-09	16,6	11,3	
2018-04-10	15,2	11,9	11,6
2018-04-11	13,8	12,6	
2018-04-12	13,7	12,2	
2018-04-13	14,9	12,8	2,6
2018-04-14	13,4	12,4	0,2
2018-04-15	15,5	12,4	
2018-04-16	17,1	14	1,4
2018-04-17	13,2	13	0,8
2018-04-18	12,8	12	
2018-04-19	14,6	12,4	
2018-04-20	13,3	12,4	
2018-04-21	16,5	13,1	
2018-04-22	12,1	12,1	
2018-04-23	13,6	12,7	0,2
2018-04-24	13,6	13,5	0,4
2018-04-25	14,4	13,1	2,2
2018-04-26	9,5	11,3	0,8
2018-04-27	8,9	10,6	
2018-04-28	14,4	12,6	
suma temp. efektywnych	348,1	300,9	
2018-04-29	17,8	14,6	
suma temp. efektywnych	365,9	315,5	
2018-04-30	20,7	16,5	1,2
2018-05-01	17,3	16,1	0,2
2018-05-02	15,4	15,1	

Tabela 13. Odłowcy chrząszczy w pułapki naziemne

Data kontroli	Liczba odłowionych:				Razem
	Samice		Samce		
	martwe	żywe	martwe	żywe	
30.04	37	17	33	4	91
8.05	12	0	11	1	24
11.05	0	0	0	0	0
14.05	3				

Po analizie danych meteorologicznych z rejonu centralnej Polski (Nowy Dwór k/Skierniewic), gdzie również ustawiono pułapki naziemne i porównaniu ich z niemieckim modelem predykacyjnym opracowanym przez Wagenhoffa można wnioskować, że w 2018 roku lot chrząszczy chrabąszcza majowego na tym terenie powinien rozpocząć się 29-30.04.2018 roku. W pułapkach naziemnych odłowiono chrząszcze 30.04.2018 roku. Zatem model ten po dostosowaniu do polskich warunków może być przydatny do prognozowania terminu wylotu chrabąszczy. Jednak takie badania muszą być prowadzone przez kilka lat w celu precyzyjnego

określania zarówno warunków atmosferycznych (pomiary różnych parametrów mających wpływ na wylot chrząszczy z gleby) oraz prowadzenie obserwacji wylotu w pułapkach naziemnych lub innych na przykład feromonowych.

Zastosowanie pułapek do masowych odłowów chrząszczy

Doświadczenie przeprowadzono na plantacjach i polach grupy producentów owoców i warzyw ekologicznych BrzostEko w Brzostówce Fot. 6.



Fot. 6. Teren objęty odławianiem osobników dorosłych chrabąszcza majowego – miejsca wywieszania pułapek

Wiosną podczas lotu osobników dorosłych stosowano różnego rodzaju pułapki i zabiegi ograniczające populację chrząszczy. Zastosowano:

1. Pułapki feromonowe do odłowu samców chrabąszcza majowego – 36 szt.
2. Pułapki świetlne (ekrany) do odłowu chrząszczy – 10 szt.
3. Pułapki świetlne z grzybami owadobójczymi – 10 szt.
4. Strząsanie chrząszczy z drzew, na których odbywają dzienny żer uzupełniający



Fot. 7. Pułapka feromonowa



Fot. 8. Pułapka świetlna - ekran



Fot. 9. Strząsanie chrząszczy z drzew, na których odbywają dzienny żer uzupełniający

Pułapki stosowane były bądź w pobliżu plantacji truskawek, bądź też lasów lub wśród polnych zadrzewień, w których przebywały chrząszcze chrabąszcza majowego.

Tabela 14. Liczba odłowionych chrząszczy chrabąszcza majowego w różnego rodzaju pułapki

Rodzaj pułapki	Liczba odłowionych chrząszczy
pułapki świetlne	113
pułapki feromonowe	136
pułapki świetlne z grzybami (p.kontrolna)	51
Strząsanie chrząszczy (jednorazowo)	1000

Wszystkie rodzaje pułapek stosowano od 1.05. – 1.06.2018. W bieżącym sezonie populacja osobników dorosłych chrabąszcza majowego w okolicach Lubartowa wydawała się niezbyt

liczna ze względu na to, że w poprzedni rok był okresem wzmożonych wylotów (uważa się, że co ok. 4 lata jest wysoka populacja – rójka).

Wszystkie zastosowane rodzaje pułapek odławiały chrząszcze chrabąszcza majowego, chociaż niestety pułapki były wywieszone lub ustawione, kiedy już trwał lot chrząszczy (brak wcześniejszej decyzji o finansowaniu projektu). Dlatego też nie można wypełnić ocenić skuteczności wszystkich pułapek. Również, aby obiektywnie ocenić działanie tej metody należy stosować ją na danym obszarze systematycznie przynajmniej przez 4 lata, aby okres stosowania metody objął również sezon, w którym odbywa się intensywny lot chrząszczy, a coroczne zmniejszanie populacji chrząszczy powinno pozytywnie wpłynąć na liczbę pędraków w glebie.

Efektywną metodą ograniczania populacji chrząszczy chrabąszcza majowego, okazała się również metoda strząsania ich z drzew gdzie prowadzą dzienny żer uzupełniający i ich utylizacja.

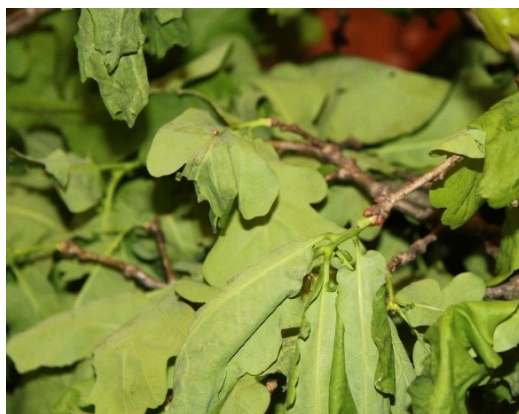
Testy laboratoryjne

W celu potwierdzenia informacji, że środek NeemAzaI (wyciąg z nasion miodli indyjskiej) ma działanie ograniczające składanie przez samice jaj wykonano kilka testów laboratoryjnych. Literatura donosi, że samice karmione liśćmi opryskanymi tym środkiem składają mniejszą liczbę jaj. Dlatego też w laboratorium ZORpSz IO ustawiono klatki hodowlane, do których wstawiano gałęzie z liśćmi dębu opryskane preparatem NeemAzaI w dawce 3 l/ha (2 klatki) i nieopryskiwane (2 klatki), a następnie wpuszczano różne ilości samic i samców.

Tabela 15. Liczba jaj złożonych przez samice, które były karmione liśćmi dębu opryskanymi preparatem NeemAzaI i nieopryskiwanymi

Nr serii	Czas trwania testu		Liczba wpuszczonych:		Liczba złożonych jaj w przeliczeniu 1 samicy	
	Data rozpoczęcia i zakończenia	Liczba dni	Samic	Samców	Opryskane	Kontrola
I	8.05-17.05	9	24	20	1,9	8,9
III	8.05-16.05	8	26	16	0,4	4,8
II	10.05-16.05	6	5	5	8,8	15,0
IV	14.05-18.05	4	104	470	3,0	3,2
Suma			159	511	14,1	31,9

Uzyskane wyniki potwierdzają, że stosowanie środka NeemAzaI ma wpływ na zachowania chrząszczy chrabąszcza majowego. W doświadczeniu chrząszcze mniej chętnie, żerowały na liściach opryskiwanych tym środkiem niż na liściach nieopryskiwanych. Gałęzie z liśćmi dębu częściej wymieniano w klatkach, w których były one nieopryskiwane Fot. 10. Również potwierdziło się, że samice po okresie żerowania na liściach opryskiwanych składały ogólnie 2-krotnie mniej jaj niż te, które żerowały na liściach nieopryskiwanych.



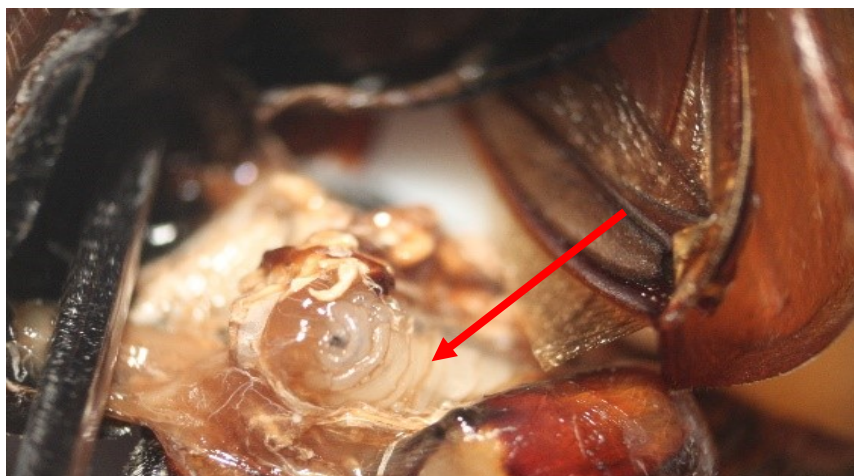
Fot. 10. Gałęzie po żerowaniu chrząszczy nieopryskiwane (z lewej); opryskiwane (z prawej)

Rezultaty tego doświadczenia mogą rozszerzyć możliwości ograniczania populacji osobników dorosłych chrząszcza majowego, poprzez opryskiwanie drzew, na których samice prowadzą żer uzupełniający.

Część chrząszczy z ostatniego testu zostało poddanych sekcji w dniu 21.05.2018 roku. Okazało się, że w dużej części w ich ciele znajdowano larwy (Fot. 11) najprawdopodobniej są to larwy muchówki pasożytującej chrząszcze. Określenie rodziny i gatunku tej muchówki (Fot.12) wymaga dalszych badań oraz konsultacji z systematykiem, specjalizującym się w określaniu gatunków z tej rodziny. Również dalszych badań wymaga określenie roli tego parazytoidea w ograniczaniu populacji chrząszcza majowego. Ogólnie w ok. 40% chrząszczy znaleziono larwy muchówki, nieco więcej u samic ok.51%, a mniej u samców ok. 35%.

Tabela 16. Liczba spasożytowanych samic i samców

	Liczba chrząszczy		Spasożytowanie [%]
	Bez larwy	Z larwą (spożytkowane)	
Samice	133	139	51,10
Samce	370	199	34,97
Razem	503	338	40,19



Fot. 11. Larwa w ciele chrząszcza chrząszcza majowego



Fot. 12. Osobnik dorosły najprawdopodobniej parazytoidea chrząszczy

Ograniczanie populacji pędraków w glebie

Doświadczenie przeprowadzono w 10 gospodarstwach wyznaczając w każdym powierzchni ok. 1 ha. Inokulum grzybów entomopatogenicznych *B.bassiana*, zastosowano przed założeniem plantacji truskawki lub na istniejących już plantacjach. We wszystkich przypadkach zastosowano metodę rozsiewania siewnikiem ciągnikowym (Fot.13). Przed założeniem plantacji inokulum rozsiewano na całym polu a na istniejących plantacjach w rzędach lub w pobliżu rzędów roślin. Dawka inokulum wynosiła 80 kg/ha. W niektórych przypadkach z inokulum zastosowano otręby pszenne w dawce 120 kg/ha. Kluczową oceną w tym doświadczeniu będzie ocena wykonana wiosną 2019 roku, w której dokonana będzie ocena kondycji posadzonych roślin i ocena jednostek infekcyjnych grzybów entomopatogenicznych, szczególnie *B. bassiana*. Jednak jesienią we wrześniu 2018 roku na niektórych polach doświadczalnych pobrano próby gleby w celu wstępnej oceny liczby jednostek infekcyjnych grzyba *B.bassiana* po zastosowaniu inokulum.



Fot. 13. Siewnik ciągnikowy, którym aplikowano inokulum grzybów entomopatogenicznych – *B.bassiana*

Z pobranych próbek sporządzono próbę średnią (ok. 1 -1,5 kg). Zagęszczenie jednostek tworzących kolonie (JFK) grzybów owadobójczych w glebie określone zostało 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 zostały umieszczone w inkubatorach w temperaturze 22⁰ C i po upływie 8-10 dni liczone były kolonie poszczególnych gatunków grzybów. W celu identyfikacji wyrastające struktury grzybowe były przeszczepiane na standardowe podłoże Sabourauda (SDA), a następnie grzyby były oznaczone do gatunku na podstawie badań mikroskopowych z zastosowaniem odpowiednich kluczy. Wyniki zostały wyrażone w postaci liczby jednostek infekcyjnych (JFK) grzybów owadobójczych w 1 g suchej gleby.

Tabela 17. Liczba jednostek infekcyjnych (JFK x 10³g⁻¹) grzybów owadobójczych w glebie po zastosowaniu inokulum grzybów *B.bassiana*

Kombinacja	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Isaria fumosorosea</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Lecanicillium</i> sp.
Nowa Wola					
Bez stosowania inokulum <i>B.bassiana</i>	0,3	0,5	0,1		0,3
Stosowanie inokulum <i>B.bassiana</i>	0,5	0,7	0,1	0,1	0,5
Brzostówka					
Bez stosowania inokulum <i>B.bassiana</i>	1	0,7	0,1	0,2	0,5
Stosowanie inokulum <i>B.bassiana</i>	0,3	5,5	0,3	0,1	0,2
Brzostówka 2					
Bez stosowania inokulum <i>B.bassiana</i>	0,5	0,2	0,7	0,5	-
Stosowanie inokulum <i>B.bassiana</i>	0,1	2,3	0,2	0,1	-
Rozkopaczew					
Bez stosowania inokulum <i>B.bassiana</i>	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
Stosowanie inokulum <i>B.bassiana</i>	0,4	-	0,4	1,1	0,1

W bieżącym sezonie pobrano próby z kilku pól, gdzie stosowano inokulum *B.bassiana* i oceniono liczbę jednostek infekcyjnych tego grzyba. Na ogół zanotowano wzrost jednostek infekcyjnych po stosowaniu inokulum, ale nie był to zbyt duży wzrost. Wydaje się, że przyczyną takiego stanu są warunki atmosferyczne, jakie panowały w czerwcu i lipcu 2018 roku (brak opadów), co uniemożliwiło zastosowanie w tym czasie inokulum. Zostało ono

zastosowane dopiero w sierpniu, a próby gleby pobrano we wrześniu, być może był to za krótki okres do namnożenia się grzybów. Dlatego też zdecydowano, że będzie wykonana jeszcze jedna ocena wiosną 2019 roku.

Wyniki przeprowadzonej ankiety

W ankiecie wzięło udział 12 osób w tym 10 mężczyzn i 2 kobiety. Wiek ankietowanych to >50 lat – 5 osób, a w przedziale 27-50 – 7 osób. Wyższe wykształcenie związane z kierunkiem rolniczym zadeklarowały 2 osoby, średnie związane z rolnictwem – 3 osoby i 1 niezwiązane z tym kierunkiem oraz 6 zawodowe i niezwiązane z rolnictwem. Doświadczenie związane z prowadzeniem produkcji ekologicznej zadeklarowano od 2 lat do 20 lat.

Tabela 18. Odpowiedzi udzielone przez respondentów na pytania zawarte w ankiecie

Numer pytania z ankiet	Wariant odpowiedzi		Liczba odpowiedzi
1. Od ilu lat na Pana/Pani plantacjach występują problemy z pędrakami?	1-5 lat		1
	6-10 lat		4
	>10 lat		7
2. Czy w swoich dotychczasowych obserwacjach zauważy Pan/Pani różnicę w wielkości populacji na różnych typach gleby?	Nie		7
	Tak		5
3. Czy wydaje się Panu/Pani, że są rośliny (n.p. chwasty lub inne występujące na plantacji) lub odmiany truskawek/maliny, które są bardziej preferowane przez pędraki?	Nie		10
	Tak		2
4. Czy na obecność pędraków w glebie ma wpływ roślina uprawiana przed założeniem truskawki?	Nie		8
	Tak	więcej pędraków i szkód powodowanych przez nie	3
		mniej pędraków i mniejsze szkody	1
5. Czy zauważył/a Pan/Pani różnice w wielkości populacji pędraków na plantacji w zależności od odległości od lasu czy zadrzewień, gdzie w ciągu dnia żerują chętniej?	Nie		7
	Tak	Więcej pędraków żeruje w glebie od/do okm od lasu	5
		Mniej pędraków żeruje w glebie od/do okm od lasu	
6. Jakie działania uważa Pan/Pani możliwe do wykonania w swoim gospodarstwie w celu redukcji populacji pędraków	Odławianie osobników dorosłych w pułapki świetlne lub feromomowe		6
			TAK
			NIE
	Stosowanie przedplonów niekorzystnie wpływających na rozwój pędraków		7
			TAK
			NIE

	Stosowanie w międzyrzędziach roślin niekorzystnie wpływających na rozwój pędraków	TAK	0
		NIE	6
	Stosowanie do gleby grzybów lub nicieni entomopatogenicznych	TAK	8
		NIE	0
	Ręczne zbieranie pędraków podczas orki	TAK	6
		NIE	3
7. Jak Pan/Pani ocenia działania ograniczające występowanie pędraków prowadzone w ramach projektu?	Dowiedzieliśmy się o nowych możliwościach ograniczania	TAK	8
		NIE	1
	Szkody powodowane przez pędraki są:	mniejsze	1
		takie same	9
		większe	0
8. Czy doświadczenia powinny być prowadzone na możliwie dużym areale?		TAK	12
		NIE	
9. Czy doświadczenia powinny być prowadzone we współpracy z innymi producentami np. konwencjonalnymi lub nadleśnictwami?	TAK	10	
	NIE		

Z ankiety wynika, iż producenci zrzeszeni w grupie mają problemy z pędrakami od ponad 10 lat (7 osób), 6-10 lat (4 osoby) i 1-5 lat (1 osoba).

W swoich dotychczasowych obserwacjach 3 osoby zauważyły, że większej populacji sprzyjają gleby lekkie i piaszczyste, pozostali nie zauważyli takich zależności, chociaż jedna osoba podała przykład, że na tym samym polu w jednej jego części rośliny były mniej uszkodzone, a w drugiej prawie 70%. Większość (10 osób) również nie zauważa różnic w uszkodzaniu przez pędraki między roślinami lub ich odmianami, tylko jedna zaobserwowała taką różnicę między odmianami deserowymi (mniej uszkodzanie) a przemysłowymi (mocniej uszkodzane).

Tylko 3 osoby stwierdziły, wpływ rośliny uprawianej przed posadzeniem truskawek. Jako korzystne dla rozwoju pędraków wymienione są koniczyna i wieloletnie trawy, a niekorzystne - gryka. Inne działania, jako niekorzystnie wpływające na rozwój pędraków wymieniane były: wielokrotna uprawa gleby przed sadzeniem truskawek i wybieranie pędraków przez ptaki podczas orki.

Różnicę między występowaniem pędraków zauważyło 5 ankietowanych i uważa na przykład, że mniejsze populacje pędraków występują w od 1 m do 20 m lub 50 m od lasu, a więcej w odległości 50-100 m lub na polach niżej położonych.

Większość ankietowanych deklaruje wdrażanie metod opracowanych w projekcie, a najczęściej wybieraną metodą do stosowania było stosowanie grzybów entomopatogenicznych. Wśród propozycji innych metod osoby wypełniające ankietę podawały kilkakrotną uprawę gleby przed założeniem plantacji w celu ułatwienia ptakom wybierania pędraków, jednak metoda ta może nie być niekiedy akceptowana z punktu widzenia agrotechnicznego.

Działania w projekcie zostały ocenione pozytywnie – 8 osób uznało, że projekt dostarczył informacji o nowych metodach w ograniczaniu szkód powodowanych przez pędraki, a ich stosowanie spowodowało, że straty pozostały na takim samym poziomie. Można to uznać za wskaźnik pozytywnego działania stosowanych metod (choć jeszcze nie w pełni

satysfakcjonującego), ale nie zwiększanie się szkód świadczy o tym, że również nie zwiększa się populacja szkodnika.

Wszyscy respondenci (12 osób) uznało, że doświadczenia powinny być prowadzone na możliwie dużym obszarze, a 10 osób, że powinny być prowadzone we współpracy z rolnikami produkującymi konwencjonalnie i z nadleśnictwami.

Na ostatnie pytanie w ankiecie: **Co według Pana/Pani powinno się/trzeba zrobić lub wypróbować, żeby zwiększyć skuteczność ograniczania pędraków?** Największa liczba wypowiedzi dotyczyła wyselekcjonowania i masowej produkcji grzybów entomopatogenicznych, kolejna to współpraca z nadleśnictwami i opryskiwanie lasów oraz poszukiwanie pasożytów i drapieżców pędraków.

PODSUMOWANIE

Zastosowanie w sposób zintegrowany substancji podstawowych i biologicznych do zwalczania pędraków i osobników dorosłych chrabąszcza majowego na dużym obszarze (np. ok. 20 ha) wydaje się dobrym i możliwym sposobem ograniczania tego szkodnika. Zostało to również potwierdzone w wynikach przeprowadzonej ankiety.

Dopracowanie i zastosowanie modelu predykcyjnego do przewidywania początku lotu chrabąszczy może skutecznie przyczynić się do zwiększenia efektywności metod polegających na wylapywaniu/odławianiu (pułapki świetlne, feromonowe, itp.) osobników dorosłych. Zastosowane pułapki świetlne zawierające grzyby entomopatogeniczne również efektywnie odławiały chrząszcze (zostało to stwierdzone w pułapce kontrolnej). Jednak aby obiektywnie ocenić skuteczność tej metody wymagany jest dłuższy okres czasu.

Zastosowanie preparatu NeemAzal do opryskania liści, którymi następnie były karmione chrząszcze (samice i samce) dało bardzo obiecujące rezultaty (samice, które żerowały na opryskanych liściach złożyły prawie 2-krotnie mniej jaj, niż karmione liśćmi nieopryskiwanymi). Opryskanie tym środkiem dziennych miejsc bytowania i żerowania chrząszczy chrabąszcza majowego, może skutecznie przyczynić się do zmniejszenia populacji chrabąszcza majowego. Mniej jaj, to mniej larw i mniej osobników dorosłych w następnych pokoleniach.

Jednak zastosowanie tej metody w praktyce i na dużym obszarze wymagać będzie współpracy z nadleśnictwami, gdyż większość terenów, na których występują siedliska dziennego bytowania chrząszczy jest w ich gestii. Potrzebę takiej współpracy deklarowały również osoby uczestniczące w ankiecie. Drugą trudnością w stosowaniu tej metody może być użycie odpowiedniego sprzętu do wykonania zabiegów, najlepsze byłyby opryskiwania lotnicze, które obejmują większe powierzchnie. Również wyznaczanie optymalnego terminu opryskiwania może być kolejną przeszkodą – opryskiwanie powinno być wykonane, gdy w populacji jest dużo samic. Jednak rozwiązaniem tego problemu może być dopracowanie modelu predykcyjnego, który będzie uwzględniał ten parametr fizjologiczny populacji oraz wykorzystanie pułapek z feromonem do odłowu samców.

Bardzo ciekawe, ale wymagające dalszych badań są wyniki spasożytnictwa chrząszczy chrabąszcza majowego przez pasożytniczą muchówkę. W badanej populacji prawie 40% było porażonych. Dalszych badań wymaga określenie gatunku tego parazytoidea oraz w jaki sposób

chrząszcze są przez niego porażone. Poznanie tych zagadnień być może pozwoli na efektywne wykorzystanie tego zjawiska do ograniczania populacji chrabąszczy.

Po zastosowaniu czynników biologicznego zwalczania – inokulum zawierającego *B. bassiana* w glebie zanotowano niewielki wzrost jednostek infekcyjnych tego grzyba. Do intensywnego namnażania się tego rodzaju grzybów potrzebne są odpowiednie warunki glebowe przede wszystkim wilgotność, ten rok charakteryzował się na ogół niską wilgotnością gleby, dlatego też zanotowano tak niewielki wzrost jednostek infekcyjnych. Potrzebny jest również dłuższy okres czasu, aby strzępki grzybni „penetrujące” glebę napotkały swojego żywiciela – pędraka i mogły go zainfekować. Z tych powodów podjęto decyzję, że zostanie wykonana dodatkowa ocena wiosną 2019 roku.

Niestety, chrabąszcz majowy jest bardzo specyficznym szkodnikiem. Osobniki dorosłe – chrząszcze zaczynają dość wcześnie swój lot, w niektóre lata już w kwietniu. Dlatego też bardzo dużym problemem w realizacji projektu, w którym przewidziane do stosowania są metody ograniczające populację chrząszczy jest termin przyznania finansowania. W tym konkretnym przypadku otrzymanie takiej decyzji w maju, praktycznie uniemożliwia wcześniejszy zakup pułapek i ich terminowe zastosowanie. Również ograniczanie populacji larw (pędraków) w glebie nie jest łatwym zagadnieniem. Przebywają one w glebie przez cały swój cykl rozwojowy (3-4 lata). **Skutecznym sposobem na ich ograniczanie jest stosowanie grzybów entomopatogenicznych, jednak problemem jest tu (co podkreślały również osoby biorące udział w ankiecie) brak polskich producentów takich środków.** Sprowadzanie takich środków z innych krajów wiąże się z tym, że znajdują się w nich formy przetrwalnikowe grzybów, a to z kolei wpływa na czas infekcji pędraków.

PODZADANIE 3

Wykorzystanie substancji podstawowych do zwalczania szkodliwych owadów (nasionnice, mszyce) na roślinach prozdrowotnych

Celem podzadania było określenie przydatności gotowych produktów zawierających substancje podstawowe, na przykład produkty spożywcze zawierające krzem organiczny do ograniczania populacji organizmów szkodliwych występujących na czereśni, róży pomarszczonej i rokitniku oraz poszukiwanie nowatorskich rozwiązań i innych substancji podstawowych do stosowania w tych uprawach.

W celu zwiększenia skuteczności działania substancji podstawowych podjęta została próba równoczesnego zastosowania innych niechemicznych metod. Na przykład wykorzystanie pułapek z substancją wabiącą, które mogłyby być wykorzystane do masowych odłowów muchówek.

Zwalczanie mszyc na czereśni

W celu określenia skuteczności zwalczania wytypowanych substancji podstawowych takich jak: mleko, cynamon, olejek z anyżu, produkty zawierające krzem wykonano 3 doświadczenia: dwa laboratoryjne i jedno polowe.

Doświadczenia laboratoryjne

Doświadczenie I wykonano na szalkach Petriego. W dniu 28.05.2018 roku przygotowano szalki z liśćmi czereśni, na które strząśnięto larwy mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* z pędów przywiezionych z sadu czereśniowego. Następnie na każdej z szalek policzono liczbę żywych larw mszyc. Dla każdej kombinacji przygotowano 3 szalki. W tym samym dniu wykonano opryskiwanie. W celu precyzyjnego i równomiernego naniesienia cieczy użytkowej użyto wieży Pottera, stosując 1 ml cieczy użytkowej danego środka na 1 szalkę. Oceny skuteczności dokonano 2-krotnie (30.05 i 5.06.2018) licząc żywe mszyce. Skuteczność wykonanych zabiegów obliczono według wzoru Hendersona-Tilthona:

$$Sk = (1 - Kz \cdot Ap / Kp \cdot Az) \cdot 100\%, \text{ gdzie}$$

Kz – liczba żywych mszyc na roślinach kontrolnych przed zabiegiem

Kp – liczba żywych mszyc na roślinach kontrolnych po zabiegu

Ap – liczba żywych mszyc na roślinach chronionych po zabiegu

Az – liczba żywych mszyc na roślinach chronionych przed zabiegiem

Drugie doświadczenie (**Doświadczenie II**) wykonano w klatkach hodowlanych (Fot.14), w których umieszczano pędy z koloniami mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* uciętych w sadzie czereśniowym. Każde powtórzenie stanowiły 3 pędy, a każda kombinacja liczyła 4 powtórzenia. Opryskiwanie wykonano 22.05.2018 roku ręcznym opryskiwaczem zużywając 250 ml cieczy roboczej na kombinację. Oceny skuteczności dokonano 23.05.2018 roku licząc martwe i żywe mszyce, które spadły na podłożoną wcześniej kartkę papieru, a 29.05.2018 roku liczono martwe i żywe mszyce również na pędach. Skuteczność wykonanych zabiegów obliczono według nieco zmodyfikowanego wzoru Hendersona-Tilthona:

$$Sk = (1 - Kz \cdot Ap / Kp \cdot Az) \cdot 100\%, \text{ gdzie}$$

Kz – liczba martwych mszyc z roślin kontrolnych

Kp – liczba żywych mszyc z roślin kontrolnych

Ap – liczba żywych mszyc z roślin chronionych

Az – liczba martwych mszyc z roślin chronionych



Fot.14. Klatki hodowlane z pędami mszycy czereśniowej po zastosowaniu substancji podstawowych

Tabela 19. Wykaz kombinacji w zwalczaniu mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* w doświadczeniach laboratoryjnych

Kombinacja	Dawka lub stężenie	Uwagi
Kontrola	-	
AdeSil	1,5%	Produkt zawierający krzem organiczny w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej
AdeSil	3%	Produkt zawierający krzem organiczny w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej
Mleko + woda	W stosunku 1:1	Produkt handlowy - mleko niepasteryzowane 3,2%
Wyciąg z mniszka lekarskiego	Wyciąg wodny nierozcieńczony	Przygotowany z 400 g świeżych liści mniszka + 10 l wody odsączony po 55 godz.
NeemAzal	0,5%	Wyciąg z nasion miodli indyjskiej (<i>Azadirachta indica</i>)
Cynamon + szare mydło	Bez rozcieńczania	100 g cynamonu + 200 g szarego mydła + 1 l ciepłej wody
Olejek z anyżu	0,1%	Produkt handlowy

Otrzymane wyniki zestawiono w tabelach.

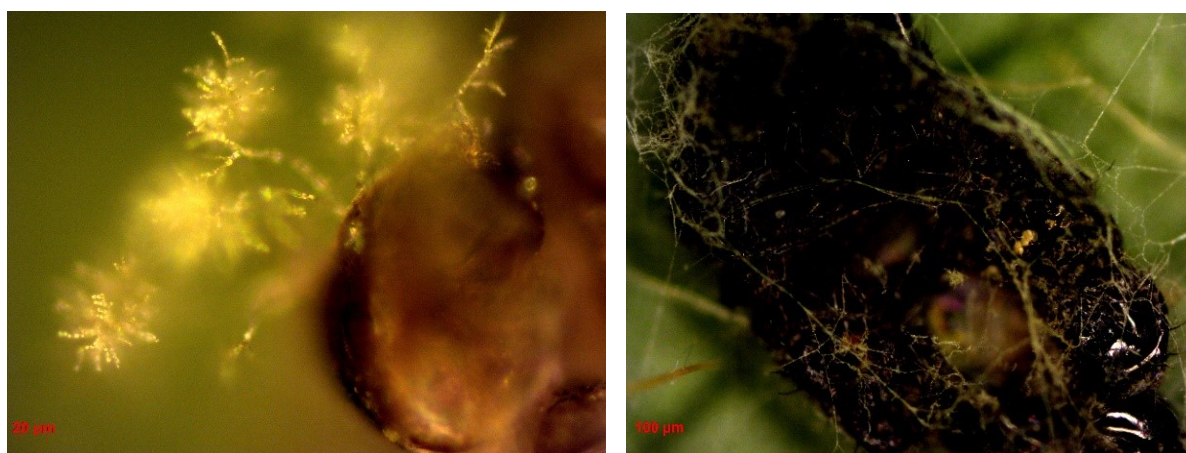
Tabela 20. Ocena skuteczności środków zastosowanych do zwalczania mszycy czereśniowej – Doświadczenie laboratoryjne I – na szalkach

Kombinacja	Liczba żywych mszyc			Skuteczność wg wzoru Hendersona-Tilthona [%]	
	Przed opryskiw.	po opryskiwaniu			
	29.05	30.05	5.06	30.05	5.06
Kontrola	295	279	143	-	-
AdeSil 1,5%	106	93	17	7,2	66,9
AdeSil - 3%	250	213	17	9,9	86,0
Mleko + woda	238	38	0	83,1	100,0
Wyciąg z mniszka	353	180	0	46,1	100,0
NeemAzal	218	110	1	46,6	99,0
Cynamon + mydło	168	63	25	60,3	69,3
Olejek anyżowy	93	97	20	-	55,6

W doświadczeniu laboratoryjnym wykonanym na szalkach wszystkie zastosowane substancje wykazały wyższą skuteczność w drugim terminie obserwacji, wykonanym po 7 dniach od zabiegu. W tym terminie wysoką skuteczność wykazały mleko + woda i wyciąg z mniszka

lekarskiego (100%) oraz NeemAzal (99,0%) i krzem zastosowany w stężeniu 3% (86,0%). Pozostałe substancje wykazały od 55,6% do 69,3%.

Ciekawym faktem, jest to, że wyciąg wodny z mniszka lekarskiego i mleko może sprzyjać rozwojowi grzybów, co zostało stwierdzone po wykonaniu zdjęć pod dużym powiększeniem Fot. 15. Jednak to spostrzeżenie wymaga dalszych badań, aby stwierdzić, jaki jest to rodzaj grzybów i jaki mogą mieć wpływ na przeżywalność mszyc.



Fot. 15. Strzępki grzybni rozwijające się na ciele mszycy po zastosowaniu wyciągu z mniszka (po lewo) i mleka (po prawo)

Tabela 21. Ocena skuteczności środków zastosowanych do zwalczania mszycy czereśniowej – Doświadczenie laboratoryjne II – na pędach

Kombinacja	Liczba mszyc po zabiegu w dniach obserwacji				Skuteczność wg wzoru Hendersona-Tilthona [%]	
	23.05		29.05		23.05	29.05
	martwych	żywych	martwych	żywych		
Kontrola	74	46	93	221	-	-
AdeSil 1,5%	107	10	190	104	85,0	77,0
AdeSil 3%	292	0	187	92	10,0	79,3
Mleko + woda	201	1	149	75	99,2	78,8
Wyciąg z mniszka	156	3	150	64	96,9	82,0
NeemAzal	90	0	174	102	100,0	75,3
Cynamon + szare mydło	945	2	208	83	99,6	83,2
Olejek anyżowy	172	0	255	140	100,0	77,0

Analizując wyniki tego doświadczenia można stwierdzić, że wszystkie zastosowane substancje, w ostatnim terminie obserwacji (7 dni po zabiegu) wykazały średni poziom zwalczania i wynosił on od 75,3% do 83,2%. Najwyższą skuteczność w tym terminie, w zwalczaniu mszycy czereśniowej wykazały: cynamon w połączeniu z szary mydłem (83,3%), następnie wyciąg z mniszka lekarskiego (82,0%) i AdeSil zastosowany w stężeniu 3%. Co prawda wszystkie zastosowane substancje, oprócz preparatu AdeSil w stężeniu 3% wykazały wysoką skuteczność

w pierwszym terminie obserwacji (po 1 dniu od zabiegu) od 85,0% do 100,0%, ale w tym terminie liczono tylko te mszyce, które spadły na kartkę papieru położoną na dnie klatki hodowlanej.

Doświadczenie polowe

Doświadczenie wykonano w ekologicznym sadzie IO w Nowym Dworze na 14-letnich drzewach czereśni rosnących w rozstawie 7x4,5 m. Po pojawieniu się w sadzie mszyc zostały wykonane 3 opryskiwania w odstępach tygodniowych (12.05; 26.05; 1.06.2018 roku). Zabieg wykonano opryskiwaczem ciągnikowym zużywając ok. 700 l cieczy roboczej na ha. W doświadczeniu tym zastosowano dwa produkty zawierające organiczny krzem: AdeSil w postaci amorficznej ziemi okrzemkowej oraz ZumSil – płynna krzemionka. Oceny skuteczności zabiegów dokonano 3-krotnie w dniach: 18.05; 1.06; 11.06.2018 roku pobierając z każdej kombinacji 15 pędów z koloniami mszyc (5 x 3 pędy) i licząc żywe mszyce. Skuteczność zabiegów obliczono według wzoru Abbotta:

$Sk = A-B/A*100\%$, gdzie:

A – liczba żywych mszyc na roślinach kontrolnych

B – liczba żywych mszyc na roślinach chronionych

Tabela 22. Ocena skuteczności środków zastosowanych do zwalczania mszycy czereśniowej – Doświadczenie polowe – Nowy Dwór

Kombinacja	Stężenie [%]	Średnia liczba żywych mszyc po zabiegach			Suma z 3 obserwacji	Skuteczność wg wzoru Abbotta [%]
		18.05	1.06	11.06		
kontrola	-	393,4	141,2	7,8	542,4	-
AdeSil	3,0	336,8	139,8	3,2	479,8	59,0
ZumSil	0,015	202,8	118,2	3,8	324,8	51,2

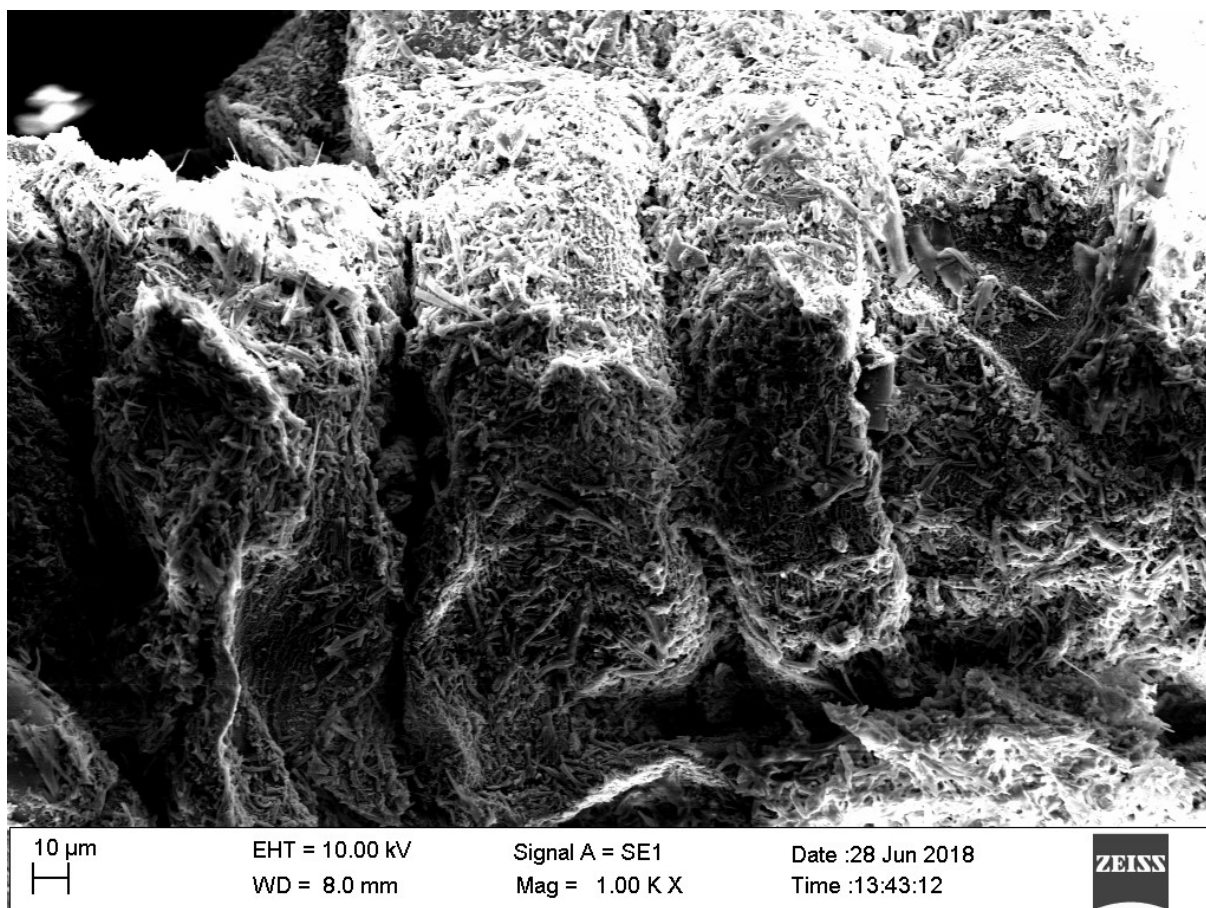
Obydwa produkty zawierające krzem (w formie stałej i płynnej) użyte do zwalczania mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* na czereśni w warunkach polowych ograniczały występowanie tej mszycy, a ich skuteczność wynosiła 51-59%. Jednak po zastosowaniu obu produktów na drzewach czereśni obserwowano bardzo dużą liczbę drapieżców mszyc (larwy biedronek, drapieżnych przyszcarków, bzygowatych) Fot. 16, dlatego też w końcowym efekcie na tych drzewach nie było mszyc. Jednak ujemną stroną zastosowania preparatów opartych na krzemie był biały nalot na owocach czereśni (Fot. 17), co w przypadku odmian deserowych jest niepożądanym efektem. Ale z kolei dokładne pokrycie ciała owada w tym przypadku mszycy – co stwierdzono wykonując zdjęcia pod mikroskopem skaningowym (Fot. 18) przyczynia się do zburzenia czynności życiowych przede wszystkim wymiany gazowej.



Fot. 16. Drapieżne przyszcarki w kolonii mszycy czereśniowej



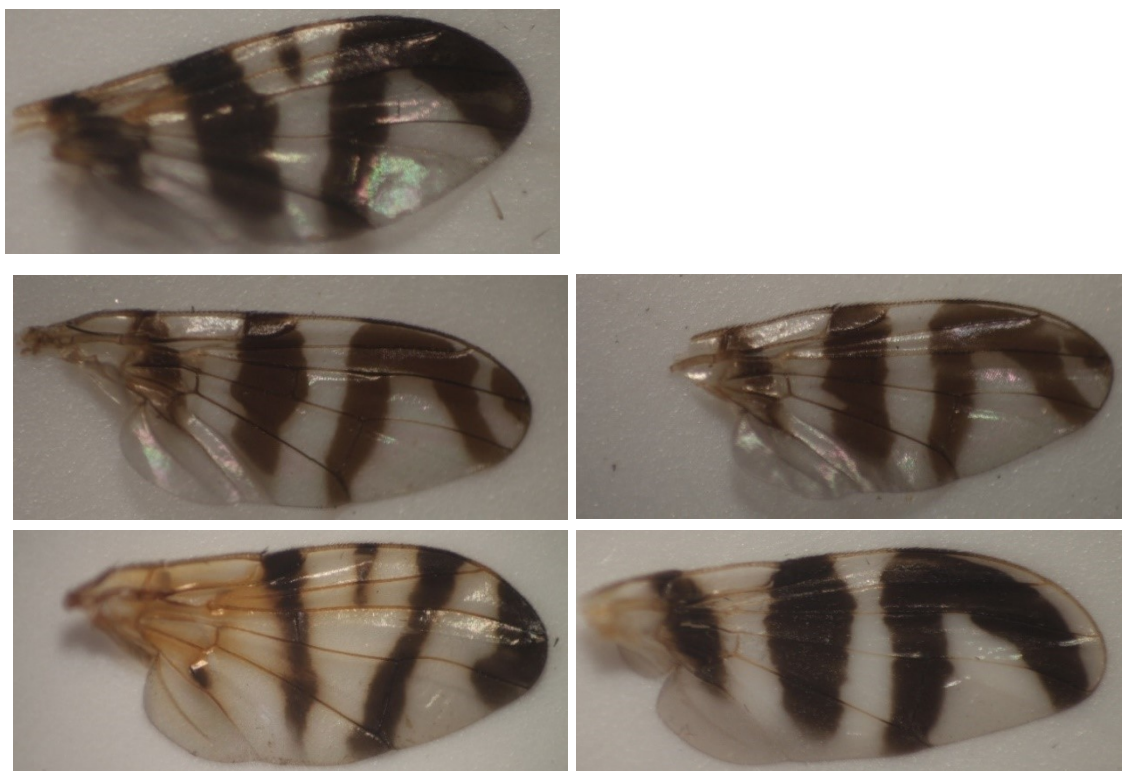
Fot. 17. Biały nalot na owocach czereśni po zastosowaniu preparatów zawierających krzem organiczny



Fot. 18. Ciało mszycy pokryte mikrocząsteczkami krzemu

Monitoring występowania nasionnic i owocówki różoweczki

Z rodziny Nasionnicowatych w naszym kraju najbardziej powszechna i najbardziej znana jest nasionnica trześniówka (*Rhagoletis cerasi*) porażająca owoce przede wszystkim czereśni, ale także coraz częściej i owoce wiśni. Kilka lat temu, tym uprawom zaczęła również zagrażać nasionnica wschodnia (*Rhagoletis cingulata*), a wraz z popularyzacją takich upraw jak róża pomarszczona (*Rosa rugosa*) czy też rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides*) pojawiły się także inne gatunki nasionnic: nasionnica różówka (*Rhagoletis alternata*) czy nasionnica (muchy) rokitnikowa (*Rhagoletis batava*) Fot.19.



Fot. 19. Skrzydła poszczególnych gatunków nasionnic od góry *R.cerasi*, *R.cingulata* typ A i B, na dole od lewej *R. alternata* i *R. batava*

Owocówka różoweczka (*Cydia tenebrosana*) to specyficzny szkodnik dla róży pomarszczonej. Uszkadza jej owoce podobnie jak nasionnica różówka. Ponieważ okresy występowania larw obu tych gatunków są bardzo zbliżone do siebie, a uszkodzenia niewiele się od siebie różnią – larwy obu gatunków żerują w miększu owoców (Fot.20), może to prowadzić do błędnego określenia szkodnika, jaki występuje na plantacji, a co za tym idzie również dostosowania nieodpowiednich metod zwalczania. Dlatego też w tym zadaniu podjęto próbę monitoringu i określenia zagrożenia upraw przez te szkodniki.



Fot. 20. Larwy i uszkodzenia powodowane przez nasionnicę różówkę (z lewej) i owocówki różoweczki (z prawej)

Do monitoringu występowania nasionnic zastosowano sprawdzone już wcześniej żółte pułapki lepowe oraz po raz pierwszy zastosowano pułapki zapachowe dedykowane do odłowu *Ceratitis capitata* i 2 nowe atraktanty zapachowe dedykowane *R. cerasi* (prototyp p1 i p2) pozyskane z Hiszpanii. Natomiast do monitoringu owocówki różoweczki użyto pułapki z feromonem dedykowanym do odłowu samców owocówki śliwkóweczki. Pułapki na przełomie maja i czerwca zostały umieszczone w sadach czereśniowych, wiśniowych lub na plantacjach róży pomarszczonej i rokitnika i w miarę możliwości systematycznie kontrolowane.



Fot. 21. Pułapki zastosowane do monitoringu lepowa (z lewej) z atraktantem (z prawej)

Wszystkie zastosowane do monitoringu pułapki niezależnie, dla jakiego gatunku były dedykowane odławiały muchówki z rodzaju *Rhagoletis*. Niezależnie od rodzaju pułapki nasionnice w nich odławiały się w tym samym czasie, to znaczy, że wszystkie rodzaje pułapek jednakowo wyznaczały początek ich lotu. Zazwyczaj w pułapkach z atraktantem stwierdzano nieco mniej nasionnic niż na pułapkach lepowych, ale może to być związane z tym, że atraktant nie był wymieniany przez cały sezon, a pułapki na plantacjach wisiały ponad 3 miesiące (lepowe w tym czasie były wymieniane ze względu na zabrudzenia innymi owadami)

Tabela 23. Wyniki monitoringu nasionnic na różnych uprawach i w różnych pułapkach

Rodzaj pułapki lub atraktantu	Odławiany gatunek nasionnicy	Liczba odłowionych osobników / 1 pułapkę			
róża pomarszczona		Dolice I	Dolice II	Ostrów	
Pułapka lepowa	<i>R. alternata</i>	91,3	113,7	1	
	<i>A. prumunda</i>	0	6	0	
<i>R. cerasi</i> p1	<i>R. alternata</i>	18	19	-	
<i>R. cerasi</i> p2	<i>R. alternata</i>	35	41,5	-	
<i>C. capitata</i>	<i>R. alternata</i>	34,5	49,5	-	
	<i>A. prumunda</i>	0	1	-	
wiśnia i czereśnia		Józefatów	Dębowa Góra	Skierniewice	
				I	II
Pułapka lepowa	<i>R. cerasi</i>	93	125	6	105

	<i>R. cingulata</i>	62	0	0	
<i>R. cerasi</i> p1	<i>R. alternata</i>	0	0	2	
	<i>R. cerasi</i>	63	7	1	75
	<i>R. cingulata</i>	104	1	0	
	<i>A. prumunda</i>	2	0	0	
<i>R. cerasi</i> p2	<i>R. alternata</i>	0	0	1	
	<i>R. cerasi</i>	89	4	10	185
	<i>R. cingulata</i>	65	1	0	
	<i>A. prumunda</i>	1	1	0	
<i>C. capitata</i>	<i>R. alternata</i>	0	0	1	
	<i>R. cerasi</i>	55	17	6	293
	<i>R. cingulata</i>	93	1	0	
	<i>A. prumunda</i>	3	0	1	
Rokitnik		Przezmark I	Przezmark II	Ostrów	
Pułapka lepowa	<i>R. batava</i>	4920	1312	32	
<i>R. cerasi</i> p1	<i>R. batava</i>	-	510	-	
<i>R. cerasi</i> p2	<i>R. batava</i>	-	519	-	
<i>C. capitata</i>	<i>R. batava</i>	-	500	-	

Na róży pomarszczonej odławiana była nasionnica różówka we wszystkich trzech lokalizacjach. Jednak w miejscowości Ostrów wystąpiła bardzo niska populacja (praktycznie odłowiono tylko 1 nasionnicę) na pułapce lepowej, natomiast pozostałe nie były rozwieszane. Być może powodem tak niskiej populacji na tej plantacji była odmiana róży (Karpatia), która może być mniej chętnie zasiedlana przez tego szkodnika. Podobnie było w Dąbrowicach, gdzie też na tej odmianie praktycznie nasionnica nie wystąpiła. W pozostałych lokalizacjach (Dolice I i Dolice II – *rosa rugosa*) nasionnica różówka odławiała się we wszystkie pułapki. Na plantacji Dolice II na pułapkę lepową odławiała się również nasionnica głógówka *Anomia prumunda*, ale w pułapkach z atraktantem ten gatunek odłowić się tylko w pułapce z atraktantem dla *C. capitata*.

Na wiśni i czereśni w pułapki odławiały się dwa gatunki nasionnic nasionnica trześniówka (*R. cerasi*) i nasionnica wschodnia (*R. cingulata*), które są typowymi gatunkami dla tych upraw. W tym przypadku w miejscowości Józefatów w sadzie wiśniowym we wszystkie pułapki odławiano dużą liczbę nasionnic. W sadzie tym pułapka z atraktantem dedykowanym dla *R. cerasi* p1 odłowiła więcej much nasionnicy wschodniej niż pułapka lepowa i pozostałe pułapki. W sadzie czereśniowym w Skierniewicach II pułapki z atraktantem odłowiły więcej *R. cerasi* niż pułapka lepowa. Podobnie ja na plantacjach róży pomarszczonej w sadach wiśniowych i czereśniowych odławiały się również nasionnica głógówka i nasionnica różówka *Rhagoletis alternata*. Jak na razie nie jest poznana rola tych nasionnic w sadach wiśniowych i czereśniowych, ale wydaje się, że jest to bardziej związane z lokalizacją sadu czyli z roślinami występującymi w otoczeniu sadu.

Również wszystkie rodzaje pułapek odławiały nasionnicę rokitnikową (*R. batava*) na rokitniku w wyznaczonych lokalizacjach. W miejscowości Ostrów wystąpiła niska populacja tego szkodnika, dlatego też monitorowano ją tylko przy pomocy pułapki lepowej. W pozostałych dwóch lokalizacjach również tak jak na poprzednich uprawach pułapki z

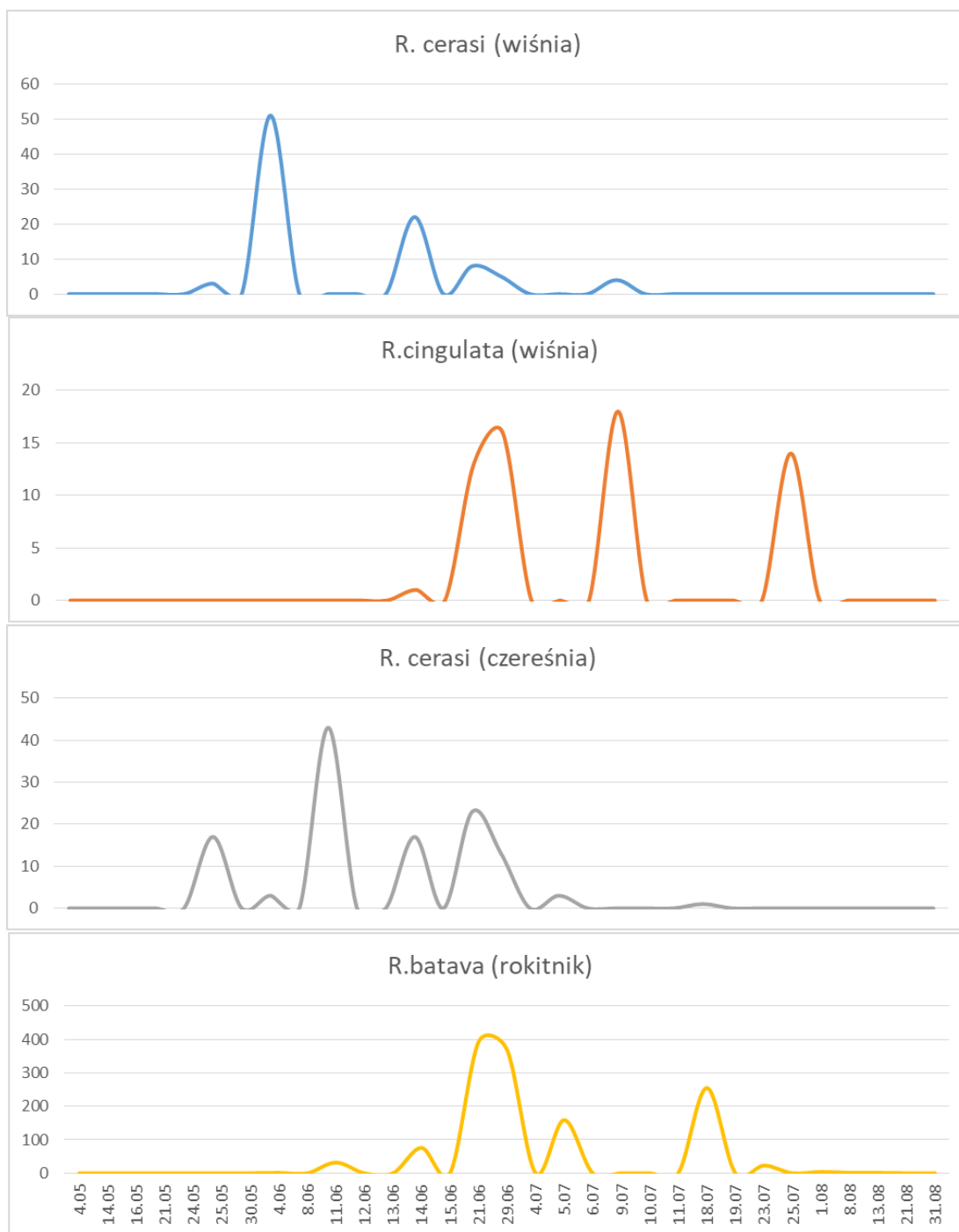
atraktantem odławiały nieco mniejszą liczbę nasionnicy rokitnikowej niż pułapki lepowe. Na tej uprawie nie stwierdzono odłowów innych nasionnic.

Tabela 24. Wyniki monitoringu nasionnic przeprowadzonego sadzie w Dąbrowicach

Rodzaj pułapki	Gatunek nasionnicy	Liczba odłowionych osobników / 1 pułapkę		
		Czereśnie	Róża pomarszczona	Rokitnik
Pułapka lepową	<i>R. alternata</i>		1	
	<i>R. cerasi</i>	120	19	148
	<i>R.cingulata</i>		1	
	<i>R.batava</i>	2	8	1314
<i>R. cerasi</i> p1	<i>R. cerasi</i>	57		10
	<i>R. cingulata</i>	1		
	<i>R .batava</i>			81
<i>R. cerasi</i> p2	<i>R. cerasi</i>	87		7
	<i>R.batava</i>			105
<i>C. capitata</i>	<i>R. cerasi</i>	33		21
	<i>R.cingulata</i>	1		1
	<i>R.batava</i>			97

Ciekawe zjawisko zaobserwowano w Sadzie Doświadczalnym IO w Dąbrowicach, a mianowicie w pułapki rozwieszone w tym sadzie, na różnych uprawach odławiały się różne gatunki nasionnic, nie zawsze związane z tą uprawą. Na przykład na róży pomarszczonej na pułapce lepowej *R. alternata* (gatunek związany z różą) odłowiono tylko 1 szt. natomiast 10 *R. cerasi* i 8 *R. batava*. Również we wszystkie pułapki zawieszone w rokitniku oprócz *R. batava* odławiały się *R. cerasi*, natomiast *R.cingulata* odławiała się tylko w pułapkę z atraktantem dedykowanym dla *C. capitata*. Wydaje się, że jest to związane z obecnością wszystkich wymienionych upraw, w tym kompleksie.

Wykres 2. Dynamika lotu osobników dorosłych z rodziny Rhagoletis na różnych uprawach w rejonie Polski centralnej



Terminy rozpoczęcia lotu poszczególnych gatunków nasionnic różniły się między sobą. W Polsce centralnej, jako pierwsza lot rozpoczęła *R. cerasi* na czereśni i na wiśni. Rozpoczął się on ok. 25 maja i trwał do ok. 9 lipca 2018 roku. Następnie ok. 11 czerwca swój lot rozpoczęła *R. batava* na rokitniku i trwał on do 25.07.2018 roku. Najpóźniej rozpoczął się lot *R. cingulata* na wiśni ok. 15 czerwca i trwał do 1 sierpnia 2018 roku. W doświadczeniu zaobserwowano również różnice w początku lotu nasionnic, w zależności od regionu kraju.

Tabela 25. Wyniki odłowów samców owocówki różoweczki w pułapki feromonowe dla owocówki śliwkoweczki

Lokalizacja	Okres prowadzenia obserwacji	Liczba odłowionych samców owocówki różoweczki
Dolice I	24.05.-31.08.2018	79
Dolice II	24.05.-31.08.2018	129

Pułapki z feromonem do odłowu samców owocówki śliwkoweczki zawieszone na plantacji róży pomarszczonej wykazały dobrą skuteczność w odławianiu samców owocówki różoweczki. Pierwsze motyle tego gatunku pojawiły się już pod koniec maja. Prawdłowo wyznaczony termin rozpoczęcia lotu motyli pomógł w ustaleniu terminów zwalczania gąsienic tego szkodnika.

Zwalczanie nasionnic i owocówki różoweczki

W projekcie zaplanowano i wykonano doświadczenia z wykorzystaniem substancji podstawowych na przykład cukier oraz gotowych produktów takich jak pułapki z atraktantami do zwalczania lub ograniczania populacji nasionnic na różnych uprawach oraz do zwalczania owocówki różoweczki na róży pomarszczonej.

Wykorzystanie pułapek do masowego odłowu nasionnic

Do masowego odłowu nasionnic: *R. alternata* na róży pomarszczonej, *R. cerasi* i *R. cingulata* na czereśni i *R. batava* na rokitniku użyto hiszpańskich pułapek firmy Probodelt z atraktantem dedykowanym dla *C. capitata* oraz dwóch nowo przygotowanych prototypowych atraktantów dedykowanych dla *R. cerasi*. Pułapki zastosowano zgodnie z zaleceniami producenta w ilości ok. 80 pułapek na 1 ha sadu lub plantacji. Pułapki zostały zawieszone tuż przed początkiem lotu poszczególnych gatunków nasionnic. Następnie w ciągu sezonu kilkakrotnie pułapki były opróżniane i liczone złowione w ten sposób muchy nasionnic. W czasie zbiorów poszczególnych upraw sprawdzono również uszkodzenie owoców pobierając 4 x 100 owoców z części, w których rozwieszone były pułapki i z części bez pułapek.

Tabela 26. Liczba odłowionych much w pułapki do masowego odłowu nasionnic oraz procent uszkodzonych owoców

	Liczba pułapek	Sumaryczna liczba odłowionych much	Liczba odłowionych much w przeliczeniu na 1 pułapkę	Procent uszkodzonych owoców
Czereśnie – odławiana <i>R. cerasi</i>				
Skierniewice				
<i>R. cerasi</i> p1	1	75	75	32,0
<i>R. cerasi</i> p2	1	185	185	37,7
<i>C. capitata</i>	1	293	293	50,2
bez pułapek	-	-	-	90,0
Nowy Dwór				

<i>R. cerasi</i> p1	5	3	0,6	0,5
<i>R. cerasi</i> p2	5	1	0,2	
<i>C. capitata</i>	20	0	0	
Przezmark rokitnik – odławiana <i>R. batava</i>				
<i>C. capitata</i>	80	11438	143,0	41,5
bez pułapek	-	-	-	81,5
Dolice - róża pomarszczona – odławiana <i>R. alternata</i>				
<i>C. capitata</i>	71	2463	34,7	20,7
bez pułapek	-	-	-	28,7

Wszystkie pułapki zastosowane do masowego odłowu muchówek nasionnic odławiały osobniki dorosłe tych szkodników ograniczając uszkodzenia owoców. Pułapki z atraktantem zastosowane na drzewach czereśni w Skierniewicach ograniczyły obecność much *R. cerasi*, co spowodowało mniejszą ilość złożonych jaj. Tam, gdzie były zastosowane pułapki, notowano dwu i trzykrotnie mniej uszkodzonych owoców niż tam, gdzie ich nie było. W Przezmarku na plantacji rokitnika dwukrotnie mniej uszkodzonych owoców notowano na części z pułapkami niż na części bez pułapek, a sumarycznie we wszystkie pułapki odłowiono 11438 much *R. batava* Fot.22. Również na plantacji róży pomarszczonej w zastosowane pułapki odłowiono 2463 muchy *R. alternata*, co spowodowało ograniczenie uszkodzeń owoców – na poletku, gdzie zastosowano pułapki odnotowano 20,7% uszkodzonych owoców.



Fot. 22. Muchy *R. batava* wybrane z pułapek do masowego odławiania (odłowione w okresie całego sezonu)

Zwalczanie nasionnicy rokitnikowej na rokitniku

Przeprowadzono również doświadczenie z wykorzystaniem różnych gotowych produktów do ograniczania populacji nasionnicy rokitnikowej na rokitniku. Doświadczenie przeprowadzono na plantacji rokitnika w miejscowości Przezmark, gdzie stwierdzono bardzo wysoką populację tego szkodnika. Każda kombinacja obejmowała 133 m² plantacji. Doświadczenie wykonano metodą bloków losowanych w 3 powtórzeniach.

Po stwierdzeniu rozpoczęcia lotu muchówek nasionnicy rokitnikowej wykonano 4 zabiegi zwalczające: 15.06, 6.07, 23.07, 9.08.2018. Opryskiwania wykonywano opryskiwaczem motorowo-plecakowym typu Stihl zużywając 750 l cieczy roboczej na ha. Dodatkowo, jako podstawową substancję do wabienia much nasionnicy z niektórymi kombinacjami zastosowano cukier (sacharoza).

Tabela 27. Charakterystyka zastosowanych substancji

Nazwa handlowa	Dawka na ha lub stężenie	Charakterystyka
NeemAzal	3,5 l	Wyciąg z nasion miodli indyjskiej (<i>Azadirachta indica</i>)
NeemAzal + cukier	3,5 l + 0,3%	Wyciąg z nasion miodli indyjskiej (<i>Azadirachta indica</i>) + sacharoza
SpinTor 240 SC	0,8 l	Spinozyn A, Spinozym D (substancja z grupy makrocyklicznych laktonów) – 240 g/l (22,72%)
SpinTor 240 SC + cukier	0,8 l + 0,3%	Spinozyn A, Spinozym D (substancja z grupy makrocyklicznych laktonów) – 240 g/l (22,72%) + sacharoza
Naturalis	150 ml/hl	szczep <i>B.bassiana</i>
Naturalis+ cukier	150 ml/hl + 0,3%	szczep <i>B.bassiana</i> + sacharoza
Wyciąg z gorzgli właściwej + cukier	3,5 l/10 l wody + 0,3%	Wyciąg przygotowany samodzielnie w procesie wygotowywania kory z gorzgli właściwej
Olejek pomarańczowy	0,2%	Gotowy produkt handlowy

W dniu 31 sierpnia 2018 roku z wszystkich kombinacji pobrano po 200 owoców z każdego poletka (600 z kombinacji) i przeglądano je pod kątem uszkodzeń lub obecności w nich larw nasionnicy. Skuteczność zabiegów wyrażoną w procentach obliczono według wzoru Abbotta:

$Sk = A-B/A*100$, gdzie:

A – liczba żywych mszyc na roślinach kontrolnych

B – liczba żywych mszyc na roślinach chronionych

Tabela 28. Skuteczność zastosowanych substancji w zwalczaniu nasionnicy rokitnikowej na rokitniku

Kombinacja	Średnia liczba uszkodzonych owoców	Skuteczność według wzoru Abbotta
Kontrola	81,5	
NeemAzal	26,3	67,7
NeemAzal + cukier	19,5	76,1

SpinTor 240 SC	14,2	82,6
SpinTor 240 SC + cukier	16,0	80,4
Naturalis	16,7	79,5
Naturalis + cukier	16,2	80,2
Wyciąg z gorzgli właściwej	26,0	68,1
Olejek pomarańczowy	23,8	70,7

Po zastosowaniu wybranych substancji znacznie zmniejszyła się liczba uszkodzonych owoców, w niektórych przypadkach nawet pięciokrotnie Fot.23. Skuteczność wykonanych zabiegów wynosiła od 67,7% do 82,6%. Zastosowanie cukru ze środkiem NeemAzal oraz Naturalis zwiększyło skuteczność tych preparatów w porównaniu z zastosowanymi ich „solo”.



Fot. 23. Krzewy rokitnika po wykonaniu zabiegów zwalczających nasionnicę rokitnikową (po lewej), drzewa bez zabiegów (po prawej)

Zwalczanie owocówki różoweczki na róży pomarszczonej

Na plantacji róży pomarszczonej ze względu na duże porażenie owoców przez owocówkę różoweczkę wykonano doświadczenie w celu ograniczenia populacji tego szkodnika. W doświadczeniu zastosowano środki, które są dozwolone do stosowania w systemie produkcji ekologicznej do zwalczania innych szkodników: pierwszy z nich zawierał bakterie z rodzaju *Bacillus thuringensis*, natomiast drugi – granulovirus *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV). Doświadczenie wykonano metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Kombinacja stanowiła ok. 25 arów. Zabiegi wykonano opryskiwaczem motorowo-plecakowym typu Stihl zużywając 750 l wody na ha w terminach 8.06; 18.06; 2.07. 2018 roku. Oceny skuteczność dokonano 19 lipca i 21 sierpnia 2018 roku pobierając po 4 x 100 owoców z kombinacji i przeglądając w poszukiwaniu larw lub uszkodzeń powodowanych przez owocówkę różoweczkę. Skuteczność zabiegów obliczono według wzoru Abbotta:

$Sk = A-B/A \cdot 100\%$, gdzie:

A – liczba żywych mszyc na roślinach kontrolnych

B – liczba żywych mszyc na roślinach chronionych

Tabela 29. Skuteczność środków zastosowanych do zwalczania owocówki różoweczki

Kombinacja i dawka	Procent uszkodzonych owoców		Skuteczność wg wz. Abbotta	
	19.07	21.08	19.07	21.08
Kontrola	29,9	14,1	-	-
<i>Bacillus thuringiensis</i> – 1,0 kg/ha	11,5	3,5	61,5	75,2
<i>Cydia pomonella</i> granulovirus (CpGV) – 0,05 l/ha/1 m wys. korony + sacharoza (cukier)	16,7	4,0	43,9	71,7

Po wykonaniu 3 zabiegów środkami zawierającymi bakterie *Bacillus thuringiensis* oraz granulovirus *Cydia pomonella* (CpGV) uzyskano znaczne obniżenie liczby uszkodzonych owoców róży pomarszczonej przez owocówkę różoweczki w obu terminach oceny. Obydwa zastosowane produkty wykazały podobną skuteczność w granicach 70-75% w zwalczaniu owocówki różoweczki na róży pomarszczonej.

PODSUMOWANIE

Substancje podstawowe takie jak mleko, cynamon z mydłem szarym, wodny wyciąg z mniszka lekarskiego, olejek anyżowy oraz gotowe produkty zawierające organiczny krzem w dwóch formach (stałej i płynnej) czy wyciąg z miodli indyjskiej były dość skuteczne w zwalczaniu mszycy czereśniowej *Myzus cerasi* w testach laboratoryjnych. Ciekawej obserwacji dokonano po zastosowaniu wyciągu wodnego z mniszka lekarskiego oraz mleka z wodą, okazało się bowiem, że roztwory te sprzyjały rozwojowi grzybów na ciele mszyc. Jednak zagadnienie to wymaga dalszych badań w celu określenia, jakie to gatunki i jaką rolę mogą spełniać w ograniczaniu mszyc.

Preparaty zawierające krzem zarówno w postaci stałej – amorficzna ziemia okrzemkowa, jak i płynnej – płynna krzemionka zastosowane w doświadczeniu polowym wykazały nieco niższą skuteczność niż w testach laboratoryjnych. Jednak na tych poletkach zaobserwowano dużą liczbę organizmów pożytecznych takich jak: larwy biedronek, drapieżnych przyszcarków czy też owadów z rodziny bzygowatych, które uznawane są za faunę ograniczającą występowanie mszyc.

Przy stosowaniu wyżej wymienionych substancji ważny jest termin wykonania zabiegów - pierwszy powinien być wykonywany zaraz na początku pojawu mszyc w sadzie.

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 pułapki zastosowane w doświadczeniach zarówno do monitoringu jak i masowych odłowów much były skuteczne. Niektóre z nich odławiały również i inne gatunki nasionnic niezwiązane bezpośrednio z tymi uprawami np. nasionnicę głogówkę (*A. prumunda*). Jednak być może w pułapkach do masowego odławiania w naszych warunkach, w celu zwiększenia ich skuteczności, będzie istniała konieczność wymiany atraktantów ze względu na wydłużony okres lotu nasionnic.

Stwierdzono też różnice w rozpoczęciu wylotu muchówek poszczególnych gatunków nasionnic z gleby. W centralnej Polsce, jako pierwsza swój lot rozpoczęła nasionnica trześniówka na czereśni i wiśni, następnie nasionnica rokitnikowa na rokitniku, a jeszcze później nasionnica wschodnia w większości tylko na wiśni. Odnotowano również różnice w rozpoczęciu lotu tego samego gatunku, ale w różnych rejonach kraju.

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

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

Działalność upowszechnieniowa w 2018

Malusá Eligio, Tartanus Małgorzata, Canfora Loredana, Pinzari Flavia, Tkaczuk Cezary and Łabanowska Barbara Helena, 2018. Integrated approach to control soil-borne pests in organic strawberry plantations. Biological and integrated control of plant pathogens. Preceedings of the XV Meeting “Biocontrol products: From lab testing to product development” at Lleida (Catalonia, Spain) April 23-26, 2018 IOBC-WPRS Bulletin Vol. 133 p. 211.

Malusá Eligio, Tartanus Małgorzata, Tkaczuk Cezary, Canfora Loredana, Pinzari Flavia, 2018. Protection of organic strawberry plantations from *Melolontha* spp. through an integrated approach: results from four-year trials in Poland. Abstract Book 9th International IOBC/WPRS Workshop on Integrated Plant Protection of soft fruits, 5–7 September 2018, Rīga, Latvia

Tartanus Małgorzata, Malusá Eligio, Danelski Witold, 2018. Monitoring of fruit pests in organic soft fruits plantations and testing of biocontrol agents. Abstract Book 9th International IOBC/WPRS Workshop on Integrated Plant Protection of soft fruits, 5–7 September 2018, Rīga, Latvia

Tartanus M., Malusá E., Łabanowska B.H., Łabanowski G.S., 2018. Survey of pests and beneficial fauna in organic small fruits plantations. 18th International Conference on Organic Fruit Growing. University of Hohenheim (Germany), February 19-21 2018.

Tartanus M., Malusá E., Łabanowska B.H., Tkaczuk C., Canfora L. and Pinzari F., 2018. Effective control of *Melolontha* spp. in organic strawberry plantations by means of holistic approach. 18th International Conference on Organic Fruit Growing. University of Hohenheim (Germany), February 19-21 2018

Malusa E., Tartanus M., 2018. Możliwości zwalczania szkodników glebowych w uprawach sadowniczych. Materiały z 60. Ogólnopolskiej Konferencji Ochrony Roślin Sadowniczych.

Tartanus M. Malusa E., Danelski W., 2018. Nasionnica rokitnikowa – duże zagrożenie rokitnika. Truskawka, malina, jagody 10-11: 44-45

Łabanowska Barbara H., Tartanus Małgorzata, Piotrowski Wojciech. 2018. Czereśnie atrakcyjne dla muchówek. Sad Nowoczesny, 5: 44-45.

Łabanowska Barbara H., Tartanus Małgorzata, Malusa Eligio 2018. Sposoby na pędraki. Truskawka Malina Jagody. 5: 33-36.

Danelski Witold, Tartanus Małgorzata, Malusá Eligio, 2018. Możliwość wykorzystania produktów krzemowych do zwalczania mszycy czereśniowej (*Myzus cerasi* F.) w ekologicznym sadzie. XX Konferencja Naukowa „Rolnictwo ekologiczne – stan obecny

- i perspektywy rozwoju „Techniki, technologie, produkcja żywności”: Puszczykowo, 3-5.10.2018. Poster
- Tartanus M., Danelski W., 2018. Szkodniki sadów i jagodników oraz możliwości ich zwalczania w uprawach ekologicznych. Warsztaty Ekologiczne Nowy Dwór Parcela, 20 czerwca 2018 r. Prezentacja
- Tartanus M., Malusa E., 2018. Metody ograniczania populacji pędraków na plantacjach truskawek w systemie ekologicznej uprawy. MRiRW, PANEL II – szkolenie dla producentów, 6.11.2018 Prezentacja

W ramach projektu:

- TAK NIE
- c) Stosowanie w międzyrzędziach roślin niekorzystnie wpływających na rozwój pędraków
- TAK NIE
- d) Stosowanie do gleby grzybów lub nicieni entomopatogenicznych
- TAK NIE
- e) Ręczne zbieranie pędraków podczas orki
- TAK NIE
- f) Inne: Proszę napisać:
7. Jak Pan/Pani ocenia działania ograniczające występowanie pędraków prowadzone w ramach projektu?
- a) Dowiedzieliśmy się o nowych możliwościach ograniczania
- TAK NIE
- b) Szkody powodowane przez pędraki są:
- mniejsze takie same większe
8. Czy doświadczenia powinny być prowadzone na możliwie dużym areale?
- TAK NIE
9. Czy doświadczenia powinny być prowadzone we współpracy z innymi producentami np. konwencjonalnymi lub nadleśnictwami
- TAK NIE
10. Co według Pana/Pani powinno się/trzeba zrobić lub wypróbować, żeby zwiększyć skuteczności ograniczania pędraków?
- Proszę napisać.....

Metryka

1. Płeć ankietowanego: K M
2. Wiek: <26 27-50 >50
3. Wykształcenie: zawodowe średnie wyższe
4. Czy wykształcenie związane jest z kierunkiem rolniczym: TAK NIE
5. Doświadczenie związane z rolnictwem: <10 10-30 >30
6. Ile lat w gospodarstwie prowadzony jest ekologiczny system produkcji (proszę podać):

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. Brak zarejestrowanych środków chemicznych do zwalczania tych szkodników zarówno w konwencjonalnym jak i w integrowanym systemie uprawy roślin, zdecydowanie zwiększa zagrożenie dla upraw prowadzonych w systemie ekologicznym. Ponadto prowadzone badania i obserwacje wskazują, że szkodniki żyjące w glebie bardzo łatwo aklimatyzują się na tych 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, przepoczwarzając 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 2018 roku oraz wyników wcześniejszych doświadczeń zaleca się podejmować następujące działania:

- w zagrożonych rejonach do ograniczenia populacji chrabąszczy i pędraków powinno się wprowadzić do praktyki stosowanie na szeroką skalę (obejmować większe rejony) **zintegrowanych metod 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

prorowadzenie 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.

- 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. Ocenę liczebności pędraków w glebie należy prowadzić stosując metodę pobierania prób 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 żerują 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.
- Bardzo ważne jest by stosować także metodę fizyczną polegającą na wabieniu i odławianiu chrabąszczy, a następnie utylizacji odłowionych osobników. Do odławiania lub wabienia chrząszczy można stosować:
 - Pułapki feromonowe do odłowu samców chrabąszcza majowego – produkt dostępny w handlu
 - 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.
 - 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

można odłowić do 400 osobników dorosłych w ciągu zaledwie 2 godzin wieczornych lub jednego godzinnego strąsania 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.
- 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 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 zmniejszanie). 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 wykonanych w bieżącym roku badań zawartości związków fenolowych i antocyjanin w wyciągach alkoholowych z mniszka lekarskiego, gryki i aksamitki można stwierdzić, że wyciągi te mogą również niekorzystnie wpływać na rozwój pędraków. 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.
- Roślinom prozdrowotnym takim jak czereśnia, róża pomarszczona i rokitnik mogą zagrażać różne szkodliwe owady:
 - Praktyczne corocznie na drzewach czereśni występuje mszyca czereśniowa *Myzus cerasi* szczególnie w sadach prowadzonych systemem ekologicznym. Jednak, jak na razie nie ma dozwolonych w tym systemie środków do zwalczania tej grupy szkodników. W doświadczeniach dobre działanie w ograniczaniu mszyc wykazały gotowe produkty zawierające organiczny krzem oraz produkt zawierający wyciąg z nasion miodli indyjskiej. Z zastosowanych substancji podstawowych w warunkach laboratoryjnych dobre działanie wykazały mleko + woda i wodny wyciąg z mniszka lekarskiego. Jednak trudno na podstawie jednorocznych badań polecać je do szerokiej praktyki. Dla potwierdzenia skuteczności potrzebne są badania w kolejnych latach i to szczególnie w warunkach polowych.
 - Do najgroźniejszych szkodników, bo uszkadzających owoce na czereśni, wiśni, róży pomarszczonej i rokitnika należy grupa nasionnic. 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 (much) 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.

- 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, ze względu na ewentualne ryzyko, poszukiwania przez nią zastępczych roślin, jako żywicieli, w celu przetrwania, które mogłaby znaleźć w dzikorosnących zadrzewieniach w pobliżu plantacji. Równolegle w okresie lotu muchówek należałoby prowadzić zwalczanie lub wyłapywanie ich w pułapki.
- W monitoringu i w prawidłowym określaniu terminu pojawu niektórych owadów na przykład chrząszczy chrabąszcza majowego, czy też 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. W Polsce takie modele są nadal nieliczne i mało wykorzystywane, natomiast w innych krajach istnieje wiele takich modeli dla różnych gatunków szkodników. Po dostosowaniu i potwierdzeniu w naszych warunkach będą mogły podnieść efektywność niektórych metod. Dlatego zaleca się producentom również obserwacje warunków atmosferycznych w danym sezonie wegetacyjnym, aby w przyszłości można było wykorzystać te dane w modelu i lepszym doprecyzowaniu określania terminu pojawu szkodników w ich sadach lub na plantacjach.