

SPRAWOZDANIE

Z BADAŃ PODSTAWOWYCH PROWADZONYCH W 2021 ROKU NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

Kierownik Projektu: dr Wojciech Warabieda

Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania i ocena substancji podstawowych stosowanych w ochronie roślin sadowniczych w uprawie ekologicznej. Opracowanie przewodnika w zakresie rodzaju i sposobu stosowania substancji podstawowych w rolnictwie ekologicznym, z uwzględnieniem dotychczasowych badań i opracowań oraz dostępnej wiedzy; Opracowanie metod ochrony borówki wysokiej przed muszką plamoskrzydłą *Drosophila suzukii* (Matsumura) oraz patogenami powodującymi szarą pleśń (*Botrytis cinerea*) i antraknozę (*Colletotrichum acutatum* sensu lato), w ekologicznym systemie produkcji.

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

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

z dnia 31.03.2021 r., nr JPR.re.027.3.2021

DYREKTOR
Instytutu Ogrodnictwa –
Państwowego Instytutu Badawczego

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

WYKONAWCY

dr Wojciech Warabieda, prof. Dr hab. Joanna Puławska, dr hab. Grażyna Soika prof. IO, dr Małgorzata Sekrecka, dr Artur Mikiciński, mgr Wojciech Piotrowski, dr Michał Hołdaj, mgr Damian Gorzka, mgr Anna Poniatońska, mgr Monika Michalecka. Pracownicy Pracowni Entomologii oraz Pracowni Fitopatologii Zakładu Ochrony Roślin

SKIERNIEWICE 2021



Cele wspieranego projektu

Celem badań było opracowanie metod ochrony ekologicznych plantacji borówki wysokiej przed muszką plamoskrzydłą i oraz patogenami powodującymi szarą pleśń (*Botrytis cinerea*) i antraknozę (*Colletotrichum acutatum* sensu lato), w ekologicznym systemie produkcji.

Szczegółowe cele zadań występujących w projekcie są następujące:

1. Ochrona borówki wysokiej przed muszką plamoskrzydłą:

- a) laboratoryjna ocena skuteczności wybranych substancji naturalnych, działających jako repelenty lub bioinsektycydy w stosunku do muszki plamoskrzydłej,
- b) sprawdzenie w warunkach polowych skuteczności najlepiej rokujących substancji naturalnych w ograniczaniu liczebności muszki plamoskrzydłej z zastosowaniem metody „push and pull”,
- c) ocena stopnia zagrożenia ze strony muszki plamoskrzydłej wybranych plantacji ekologicznych z uwzględnieniem czynników klimatycznych i fenologii występowania szkodnika.

2. Ochrona borówki wysokiej przed chorobami grzybowymi:

- a) sprawdzenie w warunkach laboratoryjnych potencjału grzybobójczego lub fungistatycznego kilku substancji podstawowych oraz olejków eterycznych, w stosunku do *B. cinerea* i *C. acutatum*,
- b) sprawdzenie w warunkach polowych skuteczności wytypowanych substancji w ograniczaniu występowania szarej pleśni i antraknozy na owocach borówki wysokiej,
- c) ocena zagrożenia ze strony patogenów grzybowych wybranych plantacji ekologicznych borówki wysokiej.

PODZADANIE 1

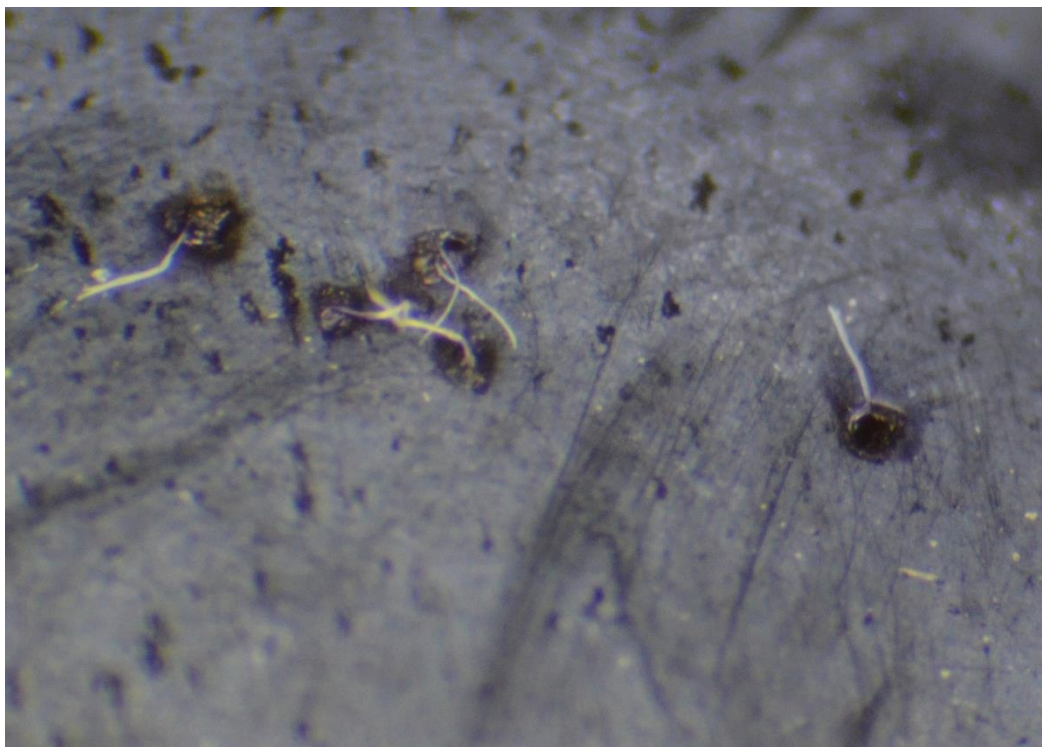
Cel badań: laboratoryjna ocena wybranych substancji i biopreparatów wykazujących działanie repelentne, oraz mające charakter bioinsektycydów w stosunku do muszki plamoskrzydłej.

W warunkach laboratoryjnych oceniano działanie repelentne w stosunku do muszki plamoskrzydłej, *Drosophila suzukii*. substancji takich jak: olejek mięty pieprzowej, olejek lawendowy, olejek tymiankowy, geosmina, wyciąg ze skórek buraków, octenol, olejek melisy, wyciąg z grzybów jadalnych. W pierwszym etapie badań z wyżej wymienionych substancji przygotowano ciecze robocze, w których zanurzano (na 2 sekundy) lub opryskiwano pod wieżą Pottera owoce borówki wysokiej (10 sztuk/powtórzenie). Po wyjęciu owoców z cieczy/po oprysku były one pozostawione na 2 godziny w celu wyschnięcia, a następnie układano je na szalki Petriego i umieszczono w klatkach hodowlanych typu BugDorm, (Rys.1) do których wcześniej wpuszczono muchówki *D. suzukii* (5 samic i 5 samców/klatka).



Rys.1. Klatki hodowlane typu BugDorm

Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach, przyjmując 1 klatkę jako powtórzenie. W każdej klatce znajdowały się owoce traktowane wodą i przygotowaną cieczą, tak aby muchówki miały wybór. Po 1, 3 i 5 dniach przetrzymywania muchówek w klatkach, owoce były wyjmowane i pod mikroskopem stereoskopowym liczono złożone jaja (Rys.2).



Rys.2. Jaja z charakterystycznymi rurkami oddechowymi

Istotność różnic w liczbie złożonych jaj oceniano za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukey’a przy poziomie istotności 5%. Dodatkowo, na podstawie wartości średnich obliczono efektywność odstraszania wg. wzoru Abbota, który ma postać:

$$C\% = (K - T/K) \times 100\%, \text{ gdzie:}$$

K – liczba jaj po zabiegu w owocach kontrolnych

T – liczba jaj po zabiegu w owocach traktowanych

Do owoców borówki wysokiej po 1, 3 i 5 dniach od zabiegu olejkiem mięty pieprzowej, olejkiem lawendowym, olejkiem tymiankowym i olejkiem melisy w stężeniu 1,0% muchówki *D. suzukii* złożyły istotnie mniej jaj w porównaniu z owocami kontrolnymi. Skuteczność odstraszania wynosiła od 81,1 do 100% dla olejku mięty pieprzowej, od 71,6 do 100% dla olejku lawendowego, od 92,7 do 100% dla olejku tymiankowego oraz od 95,7 do 100% dla olejku melisy. Mimo uzyskania bardzo dobrego efektu odstraszania muchówek szkodnika od owoców borówki to zastosowane olejki powodowały 100% fitotoksyczność na owocach. Owoce stały się brązowe – wyglądały jak przypalone (Rys.3) oraz całkowicie przeszły zapachem danego olejku i nie nadawały się do konsumpcji (Tab. 1).



Rys.3. Objawy fitotoksyczności po zastosowaniu olejków eterycznych

Tabela 1. Wpływ różnych olejków na składanie jaj do owoców borówki wysokiej przez muchówki *Drosophila suzukii*. (dla każdego terminu oddzielne analizy dla pary kontrola-traktowanie)

Kombinacje	Stężenie %	Liczba jaj na 1 owoc			Skuteczność %		
		po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach	po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach
Kontrolna	-	4,3 a*	7,1 a	9,2 a	-	-	-
Olejek mięty pieprzowej	1,0	0,0 b	0,7 b	1,7 b	100	89,8	81,1
Kontrolna	-	5,4 a	7,5 a	9,3 a	-	-	-
Olejek lawendowy	1,0	0,0 b	1,5 b	2,6 b	100	80,3	71,6
Kontrolna	-	8,4 a	8,9 a	11,3 a	-	-	-
Olejek tymiankowy	1,0	0,0 b	0,1 b	0,8 b	100	99,4	92,7
Kontrolna	-	10,7 a	11,0 a	12,8 a	-	-	-
Olejek melisy	1,0	0,0 b	0,0 b	0,6 b	100	100	95,7

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 16.08.2021 (zanurzanie owoców w cieczy roboczej i wodzie)

Chcąc wyeliminować lub obniżyć fitotoksyczność powyższe olejki zastosowano w stężeniu o połowę niższym tj. 0,5%. W tym przypadku uzyskano także istotną różnicę w liczbie jaj złożonych do owoców traktowanych danym olejkim i kontrolnych, ale efektywność odstraszania obniżyła się. Niestety badane olejki, zastosowane w niższym stężeniu także powodowały całkowitą utratę jakości handlowej i konsumpcyjnej owoców (Tab. 2).

Tabela 2. Wpływ różnych olejków na składanie jaj do owoców borówki wysokiej przez muchówki *Drosophila suzukii*. (dla każdego terminu oddzielne analizy dla pary kontrola-traktowanie)

Kombinacje	Stężenie %	Liczba jaj na 1 owoc			Skuteczność %		
		po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach	po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach
Kontrolna	-	5,6 a*	10,8 a	11,9 a	-	-	-
Olejek mięty pieprzowej	0,5	0,9 b	1,8 b	3,7 b	84,4	83,4	68,6
Kontrolna	-	4,9 a	9,1 a	10,4 a	-	-	-
Olejek lawendowy	0,5	0,3 b	2,6 b	4,8 b	94,9	71,5	54,1
Kontrolna	-	7,5 a	9,3 a	11,0 a	-	-	-
Olejek tymiankowy	0,5	0,7 b	2,0 b	3,6 b	90,3	79,0	67,7
Kontrolna	-	7,3 a	10,4 a	12,2 a	-	-	-
Olejek melisy	0,5	0,0 b	0,4 b	3,3 b	100	96,6	73,0

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 23.08.2021 (zanurzanie owoców w cieczy roboczej i wodzie)

W kolejnym etapie badań sprawdzono czy substancje podstawowe takie jak geosmina i octenol są efektywne w odstraszaniu muchówek muszki plamoskrzydłej od owoców borówki.

Geosmina okazała się substancją nie mającą wpływu na odstraszanie muchówek szkodnika od owoców. Podczas wszystkich trzech obserwacji nie notowano istotnych różnic w liczbie jaj złożonych do owoców traktowanych i kontrolnych. Skuteczność odstraszania wynosiła 0,0%. Nie zaobserwowano utraty jakości przez owoce borówki po ich potraktowaniu geosminą. W przypadku drugiej substancji podstawowej – octenol, we wszystkich trzech ocenach otrzymano istotnie niższą liczbę jaj złożonych do owoców traktowanych substancją octenol, a skuteczność odstraszania wynosiła od 71,1 do 91,7%. Nie zauważono wizualnie niekorzystnego oddziaływania tej substancji na owoce, ale przeszły one charakterystycznym zapachem, który może zniechęcać konsumentów do spożywania takich owoców (Tab. 3).

Tabela 3. Wpływ substancji podstawowych na składanie jaj do owoców borówki wysokiej przez muchówki *Drosophila suzukii* (dla każdego terminu oddzielne analizy dla pary kontrola-traktowanie)

Kombinacje	Stężenie %	Liczba jaj na 1 owoc			Skuteczność %		
		po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach	po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach
Kontrolna	-	1,3 a*	1,5 a	1,7 a	-	-	-
Geosmina	0,5	1,4 a	2,1 a	2,4 a	-9,1	-41,4	-38,2
Kontrolna	-	1,2 a	1,4 a	1,9 a	-	-	-
Octenol	0,5	0,1 b	0,4 b	0,6 b	91,7	75,0	71,1

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 04.10.2021 (oprysk po wieżę Pottera)

W kolejnym etapie badań zakupiono w sklepie Dino buraki czerwone oraz pieczarki. Ze skórek buraków i pieczarek za pomocą sokowirówki przygotowano sok, którym w stężeniu 1,0% potraktowano owoce borówki. Niestety jedna i druga ciecz robocza nie miała wpływu na liczbę złożonych jaj. Plusem jest to, że nie miały one wpływu na pogorszenie jakości owoców (Tab. 4).

Tabela 4. Wpływ wyciągów na składanie jaj do owoców borówki wysokiej przez muchówkę *Drosophila suzukii*. (dla każdego terminu oddzielne analizy dla pary kontrola-traktowanie)

Kombinacje	Stężenie %	Liczba jaj na 1 owoc			Skuteczność %		
		po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach	po 1 dniu	po 3 dniach	po 5 dniach
Kontrolna	-	6,2 a*	6,3 a	8,1 a	-	-	-
Wyciąg ze skórek buraków	1,0	7,3 a	8,1 a	9,1 a	-17,9	-27,3	-12,1
Kontrolna	-	4,9 a	5,9 a	6,9 a	-	-	-
Wyciąg z grzybów jadalnych	1,0	4,2 a	5,3 a	6,3 a	12,9	9,4	8,0

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 14.10.2021 (zanurzanie owoców w cieczy roboczej i wodzie)

Podsumowanie

Badania wskazują, że olejki takie jak: olejek mięty pieprzowej, olejek lawendowy, olejek tymiankowy, olejek melisy zastosowane na owoce w warunkach laboratoryjnych w stężeniu 1 i 0,5% działają repelentnie w stosunku do muszki plamoskrzydłej i zmniejszają istotnie liczbę składanych przez samice jaj. Jednak ich stosowanie na owocujące rośliny w formie oprysku jest niemożliwe z powodu fitotoksyczności.

Jeśli chodzi o octenol, związek występujący naturalnie w grzybach jadalnych, wykazał również działanie zniechęcające muszkę owocową do składania jaj na owocach borówki, jednak 1,0% sok z pieczarek nie wykazał tej właściwości.

Wskazane są badania dotyczące zastosowanie tych substancji w odpowiednich stężeniach i w odpowiedniej aplikacji która zniweluje efekt fitotoksyczny i negatywny wpływ na zapach owoców.

Bioinsektycydy

A. Badanie efektywności produktów takich jak: olejki manuka, kanuka, tymiankowy, Spintor 240 SC (spinosad), Pyregard (pyretryna), Naturalis (*Beauveria bassiana* szczep ATCC 74040) w zwalczaniu larw *Drosophila suzukii*

Owoce borówki były przetrzymywane przez 24 godziny w klatkach hodowlanych typu BugDorm wraz z dorosłymi muchówkami *D. suzukii*, aby złożyły do nich jaja (Rys.4).



Rys.4. Zasiedlanie owoców przez muszkę plamoskrzydłą przed zastosowaniem bioinsektycydów.

Następnie owoce przełożono do klatek bez muchówek i przetrzymywano je przez 48 godzin po to aby wylęgły się w nich larwy. Po tym czasie jagody zostały wyjęte z klatek i zanurzone w zakładanym stężeniu lub w dawce polowej wyżej wymienionych produktów. Owoce zanurzone w wodzie stanowiły kombinację kontrolną. 40 jagód było zanurzanych w każdym produkcie, po 10 na powtórzenie. Po zanurzeniu, owoce zostały przełożone do słoików o średnicy 10 cm z wentylowanymi przykrywkami i umieszczone w komorze klimatycznej (temp. 22,0 °C; wilgotność względna 65%; fotoperiod 16:8), gdzie były inkubowane przez 10

dni. Po tym czasie oceniano liczbę muchówek, które wyleciały z owoców a dodatkowo owoce zostały rozcinane i przeglądane na obecność larw i poczwerek.

Istotność różnic w liczbie larw, poczwerek i muchówek oceniano za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukey'a przy poziomie istotności 5%. Na podstawie wartości średnich obliczono skuteczność zwalczania wg wzoru Abbota, który ma postać:

$$C\% = (K - T/K) \times 100\%, \text{ gdzie:}$$

K – liczba larw/poczwerek/muchówek po zabiegu na owocach kontrolnych

T – liczba larw/poczwerek/muchówek po zabiegu na owocach traktowanych

Preparaty takie jak Spintor 240 SC, Pyregard i Naturalis istotnie ograniczyły liczbę żywych larw *Drosophila suzukii* w owocach borówki wysokiej w porównaniu do tych pochodzących z kombinacji kontrolnej. Skuteczność zwalczania larw preparatem Spintor 240 SC i Pyregard była bardzo wysoka. Najmniej poczwerek zanotowano na owocach traktowanych preparatem Spintor 240 SC oraz Pyregard. W przypadku muchówek ich liczebność 10 dni od zabiegu była podobna, niezależnie od traktowania (Tab. 5).

Tabela 5. Efektywność różnych produktów w zwalczaniu larw *Drosophila suzukii* w owocach borówki.

Kombinacje	Stężenie % lub dawka /ha	Liczba stadiów rozwojowych <i>D. suzukii</i> (szt.) / 1 owoc			Skuteczność wg Abbotta %		
		Larwy żywe	Poczwarki	Muchówki	Larwy żywe	Poczwarki	Muchówki
Kontrola (woda)	-	16,5 a*	7,8 ab	2,3 a	-	-	-
Olejek manku	0,5	16,5 a	10,8 a	2,5 a	0,0	-38,7	-11,1
Olejek kanuka	0,5	14,0 a	9,5 a	2,0 a	15,2	-22,6	11,1
Olejek tymiankowy	0,5	14,5 a	7,0 ab	1,8 a	12,1	9,7	22,2
Spintor 240 SC	0,4	0,0 c	0,8 c	0,0 a	100	90,3	100
Pyregard	0,75	1,0 c	1,3 c	0,5 a	93,9	83,9	77,8
Naturalis	1,0	7,3 b	3,3 b	2,0 a	56,1	58,1	11,1

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 02.09.2021 (zanurzanie owoców w cieczach roboczych i wodzie)

- B. Ocena bezpośredniego wpływu produktów takich jak: olejki manuka, kanuka, tymiankowy, Spintor 240 SC (spinosad), Pyregard (pyretryna), Naturalis (*Beauveria bassiana* szczep ATCC 74040) na muchówki *Drosophila suzukii*

Wyżej wymienione produkty zostały zastosowane zakładanych stężeniach lub dawkach przeciwko muchówkom *D. suzukii* zamkniętych w zmodyfikowanych, wentylowanych pojemnikach przy użyciu wieży Pottera. W jednym pojemniku znajdowało się 10 muchówek (po pięć każdej płci). Po zabiegu, muchówki były przetrzymywane w komorze klimatycznej gdzie jako źródło pokarmu dokarmiano ich miodem. Śmiertelność muchówek oceniano po 24 i 48 godzinach od zabiegu. Muchówki opryskane wodą stanowiły kombinację kontrolną. Doświadczenie zostało wykonane w 4 powtórzeniach.

Istotność różnic w liczbie muchówek oceniano za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukey'a przy poziomie istotności 5%. Na podstawie wartości średnich obliczono skuteczność zwalczania wg wzoru Abbota, który ma postać:

$$C\% = (K - T/K) \times 100\%, \text{ gdzie:}$$

K – liczba żywych muchówek w kombinacji kontrolnej

T – liczba żywych muchówek w kombinacji traktowej

Po 24 godzinach liczba żywych muchówek była istotnie niższa na kombinacjach z olejkami tymiankowym i preparatami Spintor 240 SC, Pyregard i Naturalis, w porównaniu z kontrolą. Najwyższą skuteczność zwalczania muchówek uzyskano z preparatem Pyregard – 89,6%, a średnią ze Spintor 240 SC – 71,1%. Po 48 godzinach we wszystkich kombinacjach traktowanych różnymi produktami liczba żywych muchówek była istotnie niższa w porównaniu z kontrolą. W tym terminie obserwacji najwyższą skuteczność zwalczania muchówek stwierdzono na kombinacji z preparatami Pyregard – 97,3% oraz Spintor 240 SC – 91,4% (Tab. 6).

Tabela 6. Efektywność różnych produktów w zwalczaniu muchówek *Drosophila suzukii*.

Kombinacje	Stężenie % lub dawka /ha	po 24 h		po 48 h	
		Liczba żywych muchówek [szt.]	Skuteczność wg Abbotta [%]	Liczba żywych muchówek [szt.]	Skuteczność wg Abbotta [%]
Kontrola (woda)	-	9,5 a	-	9,3 a	-
Olejek manku	0,5	8,8 a	7,9	6,3 b	32,4
Olejek kanuka	0,5	9,3 a	2,6	5,3 b	43,2
Olejek tymiankowy	0,5	4,5 b	52,6	3,3 c	64,9
Spintor 240 SC	0,4	2,8 c	71,1	0,8 d	91,4
Pyregard	0,75	1,0 d	89,6	0,3 d	97,3
Naturalis	1,0	6,3 b	34,2	5,5 b	40,5

*- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Termin zabiegu: 15.09.2021

Podsumowanie

Spośród bioinsektycydów i olejków, jedynie preparaty Spintor 240 SC w dawce 0,4 l/ha, Pyregard (0,75 l/ha) i Naturalis (1,0 l/ha) istotnie ograniczyły liczbę larw, poczwerek lub osobników dorosłych *D. suzukii*

PODZADANIE 2.

Cel badań: zbadanie możliwości zastosowania repelentów i atraktantów w strategii push and pull oraz bioinsektycydów w ograniczaniu liczebności muszki plamoskrzydłej w uprawie borówki wysokiej.

Doświadczenie polowe wykonane zostało z wykorzystaniem substancji i biopreparatów wytypowanych w doświadczeniach laboratoryjnych (podzadanie 1), na owocujących roślinach borówki wysokiej w miejscowości Maciejowice, gdzie stwierdzono obecność muszki plamoskrzydłej.

Monitoring występowania szkodnika wykonano stosując pułapkę z płynem Drosinal którą zawieszono 22.09.2021 roku. Po 8 dniach, 30.09.2021 sprawdzono odłow i stwierdzono obecność muszki plamoskrzydłej w liczbie 10 osobników w pułapce. Zabiegi ochronne wykonano 1.10.2021.

W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje doświadczalne:

Bioinsektycydy

Pyregard (0,75 l/ha), insektycyd oparty na naturalnej pyretrynie pozyskiwanej z wyciągu ze złocienia.

Spin Tor 240 SC (0,4 l/ha), insektycyd zawierający Spinozyn A i Spinozyn D – produkty fermentacji bakterii *Saccharopolyspora spinosa*

Naturalis 1,5 (l/ha), insektycyd zawierający spory grzyba *Beauveria bassiana* (szczep ATCC 74040).

Preparaty zastosowano opryskując całe krzewy borówki używając w przeliczeniu 800 l/ha cieczy roboczej.

Repelent i atraktant (metoda push and pull)

Jako substancję odstraszającą zastosowano olejek melisowy o stężeniu 1% (4 l/ha). Z uwagi na fitotoksyczność olejków jaką stwierdzono w warunkach laboratoryjnych na owocach, olejek zastosowano opryskując nie całe rośliny, ale powierzchnię pod krzewami o szerokości 1 m stosując w przeliczeniu 400 l/ha cieczy roboczej.

Ponadto dla odłowów masowych użyto pułapek z atraktantem - płynem przywabiającym Drosinal. Pułapki rozstawiono na poletku doświadczalnym co 2 m po obu stronach rzędu krzewów borówki (Rys. 5).



Rys.5. Pułapki do masowego odłowu muszki plamoskrzydłej

Dla oceny skuteczności zabiegów 7.10 i 21.10, z każdego poletka pobrano próbki owoców które następnie inkubowane były w szklanych naczyniach do wylotu much (Rys.6).



Rys.6. Zebrane owoce dla oceny wylotu much.

Podsumowanie

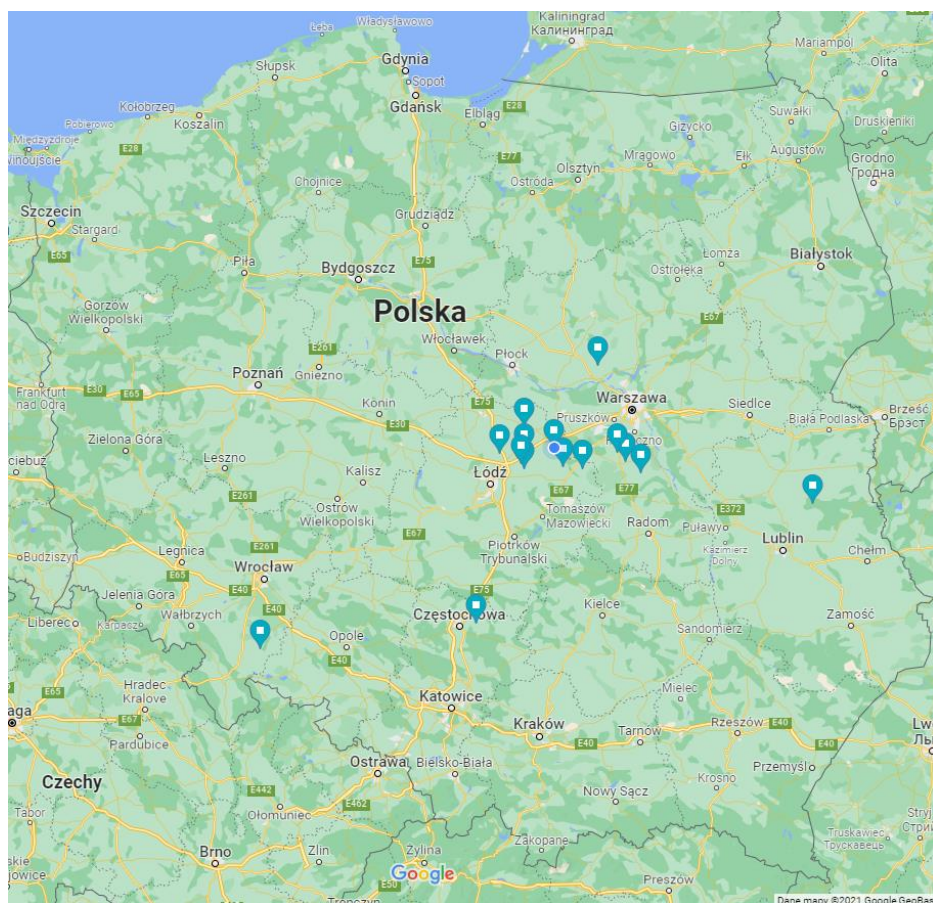
Przeprowadzone obserwacje nie wykazały obecności larw i poczwerek i dorosłych osobników muszki plamoskrzydłej zarówno w próbkach owoców pochodzących z poletek traktowanych jak również z poletka kontrolnego.

Przyczyną takich rezultatów było prawdopodobnie zbyt małe zasiedlenie plantacji przez muszkę plamoskrzydłą.

PODZADANIE 3

Cel badań: ocena stopnia zagrożenia plantacji przez muszkę plamoskrzydłą z uwzględnieniem fenologii występowania szkodnika w powiązaniu z czynnikami klimatycznymi.

Zgodnie z założeniami, monitoring występowania muszki plamoskrzydłej prowadzono w gospodarstwach ekologicznych w Nowym **Dworze-Parceli** (woj. łódzkie), **Henrykowie** (woj. dolnośląskie) **Pomocni** (woj. mazowieckie). Z uwagi na to, że szkodnik w trakcie sezonu wegetacyjnego nie wystąpił obserwacje rozszerzono na inne lokalizacje (Rys.7).

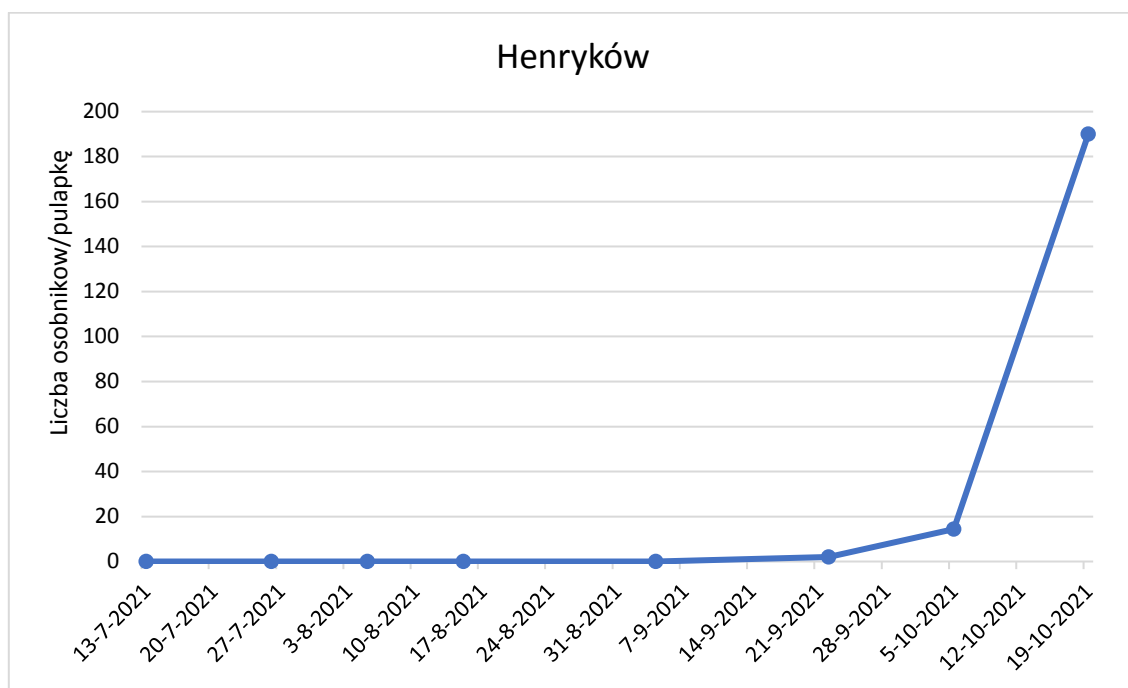


Rys.7. Lokalizacje pułapek do monitorowania muszki płomskrzydłej

Tabela 7. Odłowów muszki płomskrzydłej w monitorowanych plantacjach borówki wysokiej w 2021 roku

Miejscowość	Współrzędne GPS	Obecność <i>D. suzukii</i>	Data pierwszego odłowu
Albinów	51.967246, 19.825731	-	
Henryków	50.649624, 17.011908	+	22.09.2021
Koziołki	51.861289, 19.816446	+	20.10.2021
Maciejowice	51.894571, 20.914487	+	30.09.2021
Maurzyce	52.141495, 19.827576	+	21.09.2021
Nagawki	51.895864, 19.787212	+	20.10.2021
Narty	51.852587, 20.452999	-	
Nowa Wieś	51.813374, 21.082003	-	
Nowy Dwór-Parcela	51.870601, 20.245936	+	8.11.2021
Ochoża	51.553106, 22.915890	+	8.11.2021
Pomocnia	52.535600, 20.643530	-	
Rembertów	51.957115, 20.835239	+	
Skierniewice	51.991303, 20.148329	+	24.09.2021
Wancerzów	50.833145, 19.294591	+	25.10.2021
Wrzask	51.962013, 19.562488	-	

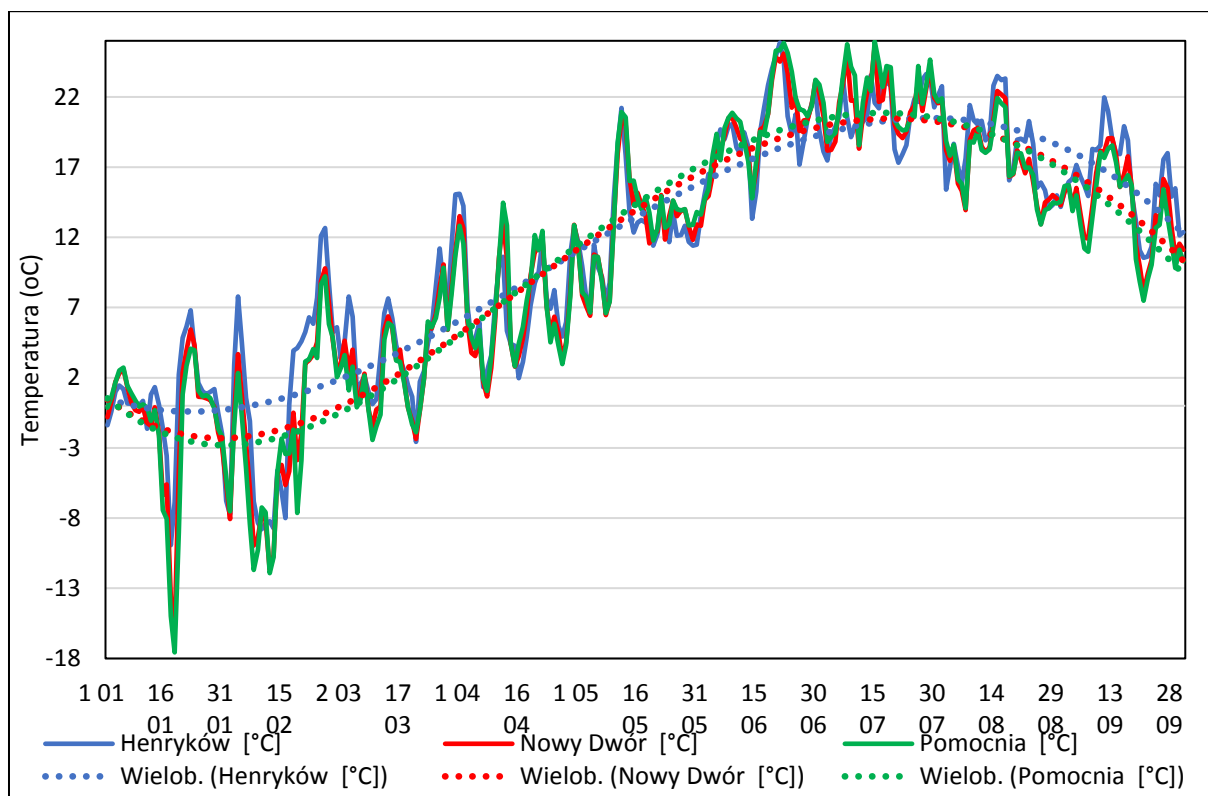
Monitoring prowadzony w szeregu lokalizacjach wykazał obecność muszki plamoskrzydłej dopiero we wrześniu lub październiku (Tab.7). Na ogół były to małe liczebności, jedynie w Henrykowie w województwie dolnośląskim stwierdzono większą liczebność tego szkodnika w końcu października (Rys. 8). W pozostałych lokalizacjach, gdzie stwierdzono muszkę plamoskrzydłą odławiało się we wrześniu lub październiku do kilkunastu osobników na tydzień. Odłowy muszki plamoskrzydłej miały miejsce praktycznie dopiero po zakończeniu zbiorów borówki wysokiej.



Rys.8. Odłowy muszki plamoskrzydłej do pułapki z płynem Drosinal – Henryków 2021

Przyczyną dla której w Henrykowie, muszka plamoskrzydła pojawiła się wcześniej w większej liczebności niż w pozostałych lokalizacjach jest prawdopodobnie przebieg warunków termicznych, a szczególnie wyższa temperatura na początku bieżącego roku, o czym świadczy analiza warunków termicznych.

Porównanie przebiegu średnich temperatur dobowych w skali roku jest trudne z uwagi na liczbę danych, dlatego dla lepszej czytelności przedstawiono również wykres trendów temperatury w badanych latach, który w tym przypadku jest wielomianem 4 tego stopnia (Rys. 9).



Rys. 9. Przebieg średniej temperatury dobowej i linie trendu - Henryków (woj. dolnośląskie), Nowy Dwór-Parcela (woj. łódzkie), Pomocnia (woj. mazowieckie) w 2021 roku

Analiza zależności występowania muszki plamoskrzydłej od wybranych parametrów klimatycznych z uwzględnieniem lat 2014-2021.

Chociaż muszka plamoskrzydła stwierdzona została w Polsce pierwszy raz w 2014 roku, to dopiero w 2020 roku wystąpiła na plantacjach borówki wysokiej (i innych upraw) w stopniu istotnym ekonomicznie.

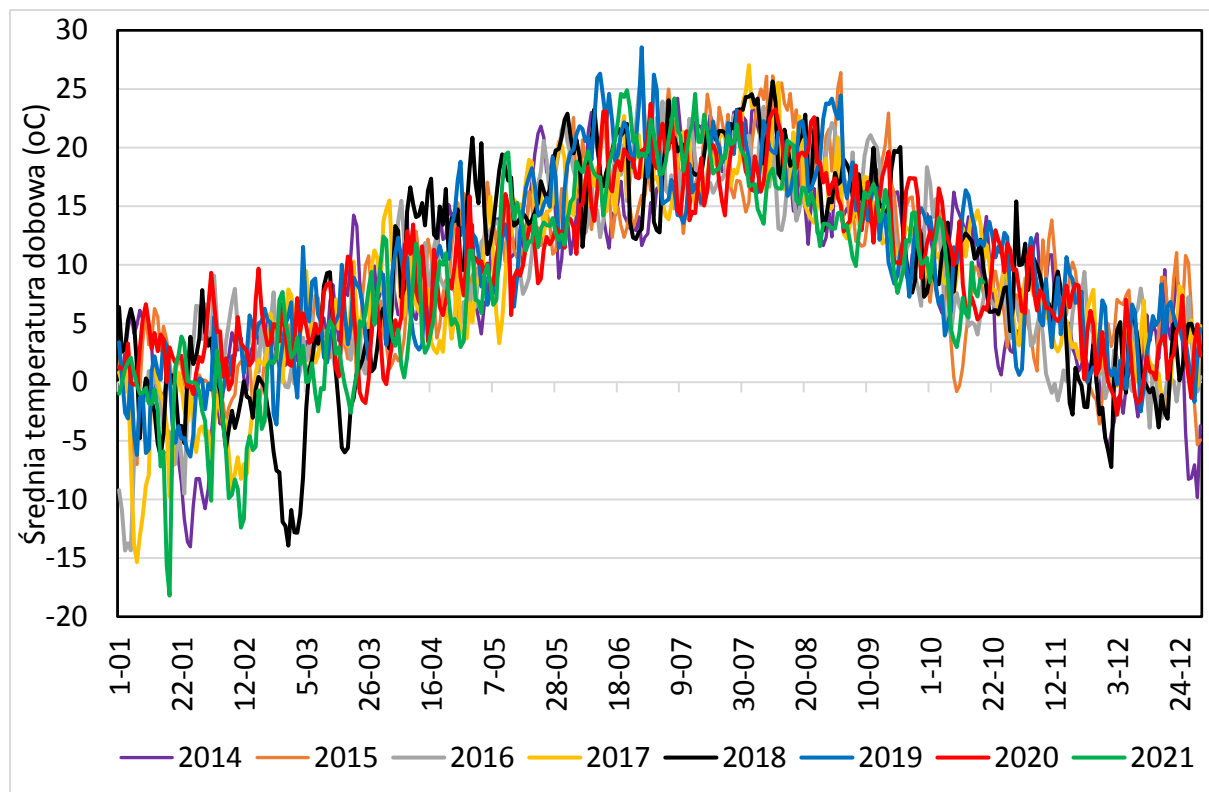
Rozwój populacji szkodników w tym muszki plamoskrzydłej jest silnie uzależniony od warunków klimatycznych (Rendon i inni 2019; Guédot i inni 2018).

Analizę przebiegu warunków pogodowych oparto o takie dobowe parametry jak: średnia temperatura powietrza, średnia wilgotność względna powietrza, suma opadów.

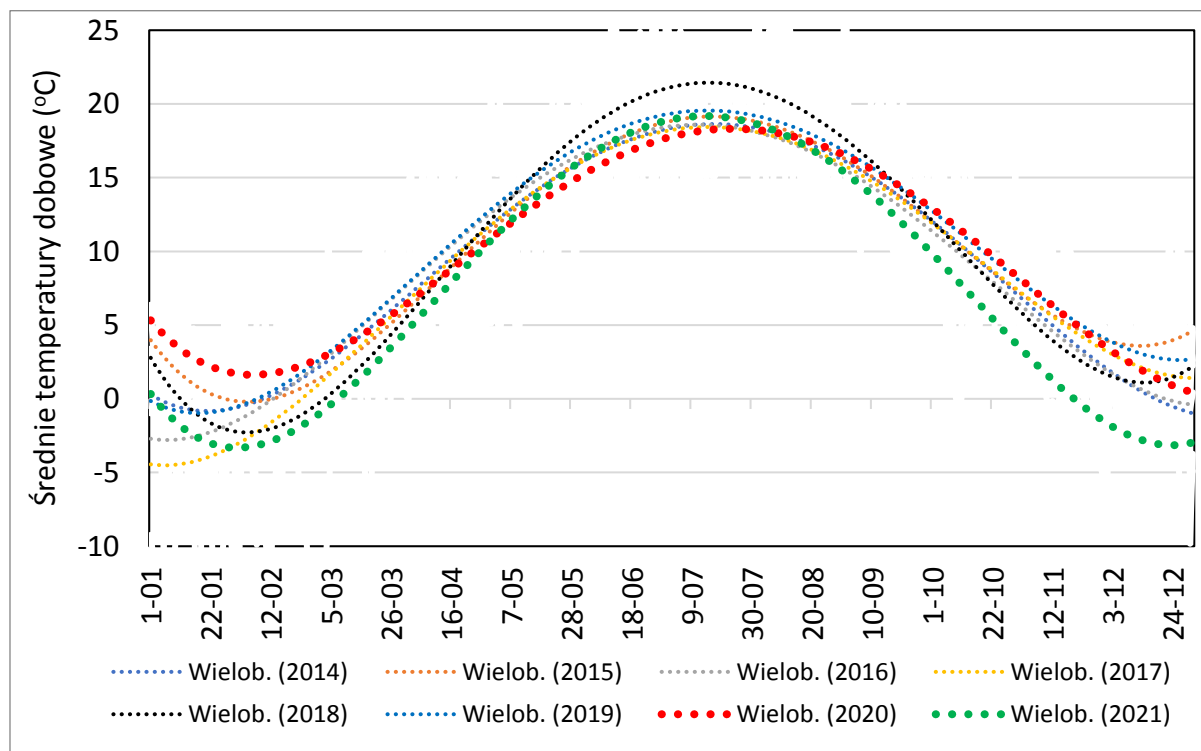
Z uwagi na dostępność danych, analizę wpływu warunków atmosferycznych na rozwój populacji *D. suzuki* oparto na danych wieloletnich z rejonu Skierniewic (stacja Dąbrowice). Na tle danych z lat 2014-2019, przedstawiono rok 2021 a także rok 2020, w którym muszka plamoskrzydła wystąpiła w dużym nasileniu w okresie zbiorów.

Temperatura powietrza

Przebieg średniej dobowej temperatury w analizowanych latach oraz linie trendu przedstawiony jest na rysunku 10 i 11.



Rys.10. Przebieg warunków termicznych w latach 2014 – 2021



Rys. 11. Wykres trendów przebiegu średnich temperatur dobowych 2014-2021

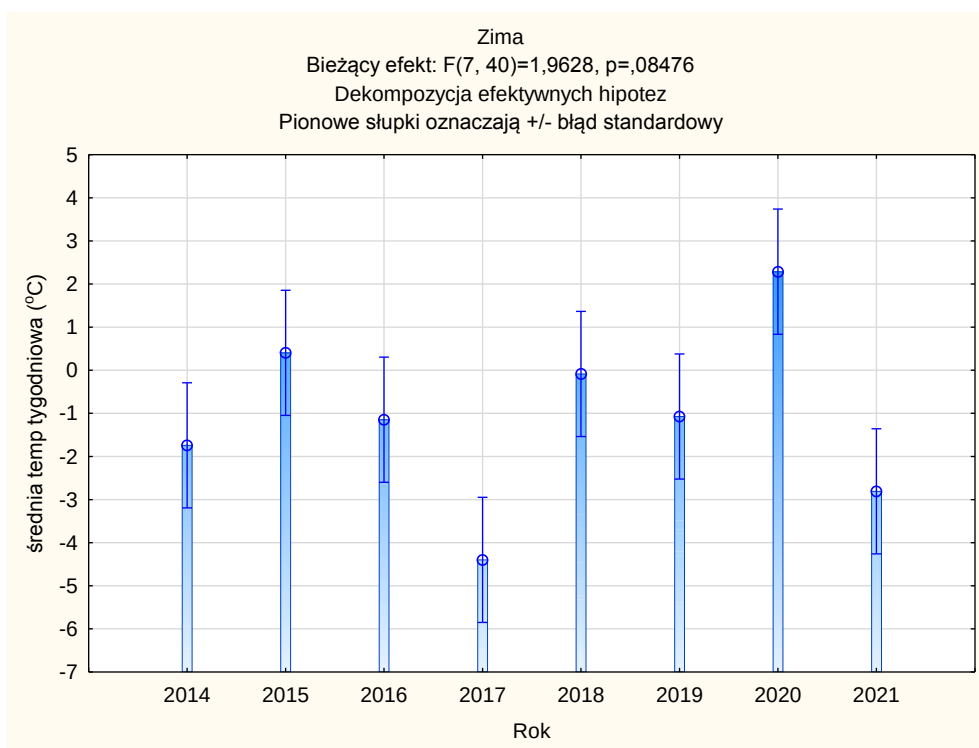
Z uwagi na zmienność parametrów klimatycznych w roku, dobrze jest rozpatrywać je w pewnych logicznych odcinkach czasowych. Ponieważ podział na astronomiczne pory roku nie jest odpowiedni dla badań klimatologicznych, opracowano dokładniejsze metody podziału bazujące na podstawie kryteriów termicznych. Wśród nich podział na osiem pór roku, wydaje się szczególnie uzasadniony z fenologicznego punktu widzenia co zostało wykorzystane w dalszych analizach (Wiszniewski, 1960; Makowiec, 1983; Lorenz, 2005).

W warunkach Polski centralnej (dane meteorologiczne uzyskane dla Dąbrowic k. Skierniewic) dokonano analizy warunków termicznych dla okresu 2014-2019. Uśredniając wartości dobowe dla powyższych 5 lat i biorąc pod uwagę kryterium termiczne, poszczególne pory roku wystąpiły przeciętnie w terminach jak w tabeli 8.

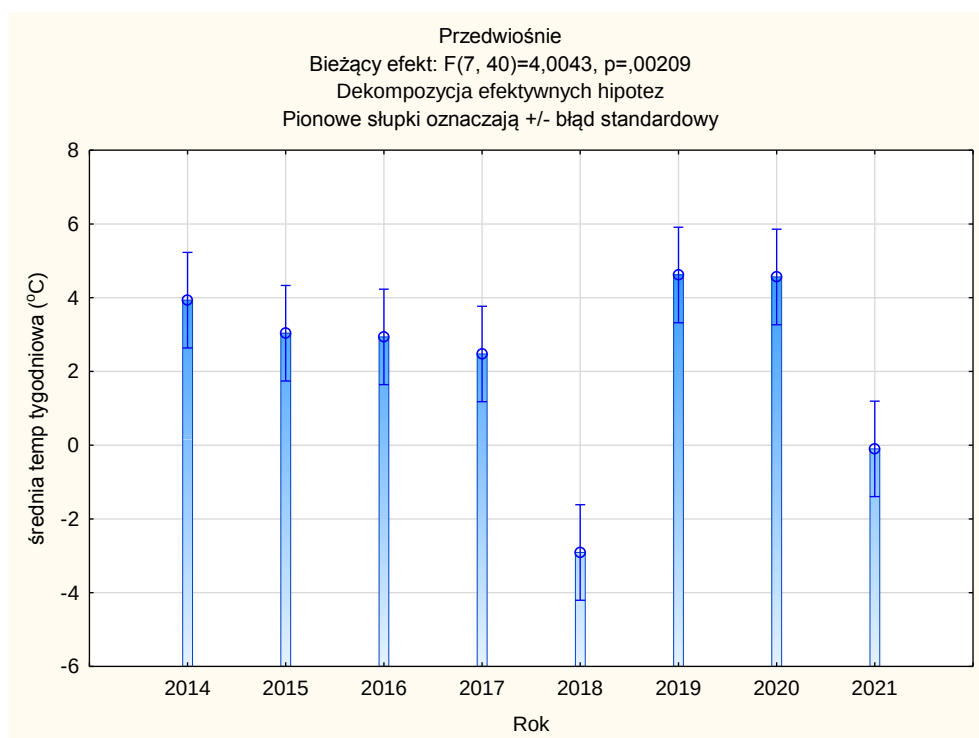
Tabela. 8. Terminy występowania poszczególnych pór roku w rejonie Dąbrowic w oparciu o dane z lat 2014-2019

Pora roku	Zakres temperatur	Termin
przedwiośnie	od 0,0 do 4,9°C,	od 9.02 do 18.03
wiosna	od 5,0 do 9,9°C,	od 19.03 do 18.04
przedlecie	od 10,0 do 14,9°C,	od 19. 04 do 18.05
lato	od 15,0°C,	od 19.05 do 15.09
polecie	od 10,0 do 14,9°C,	od 16.09 do 3.10
jesień	od 5,0 do 9,9°C,	od 4.10 do 15.11
przedzimie	od 0,0 do 4,9°C,	od 16.11 do 28.12
zima	poniżej 0,0°C.	od 29.12 poprzedniego roku do 8.02

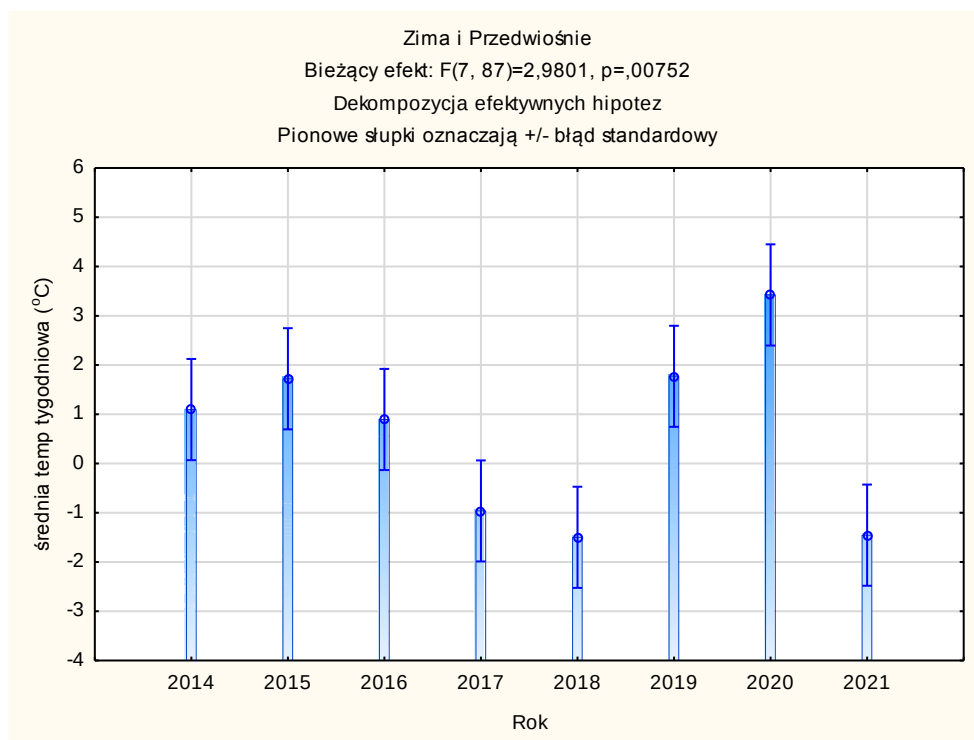
Dla określonych w ten sposób terminów pór roku, wykonano analizę wariancji dla średnich temperatur tygodniowych w poszczególnych latach prowadzenia obserwacji (Rys.12-18)



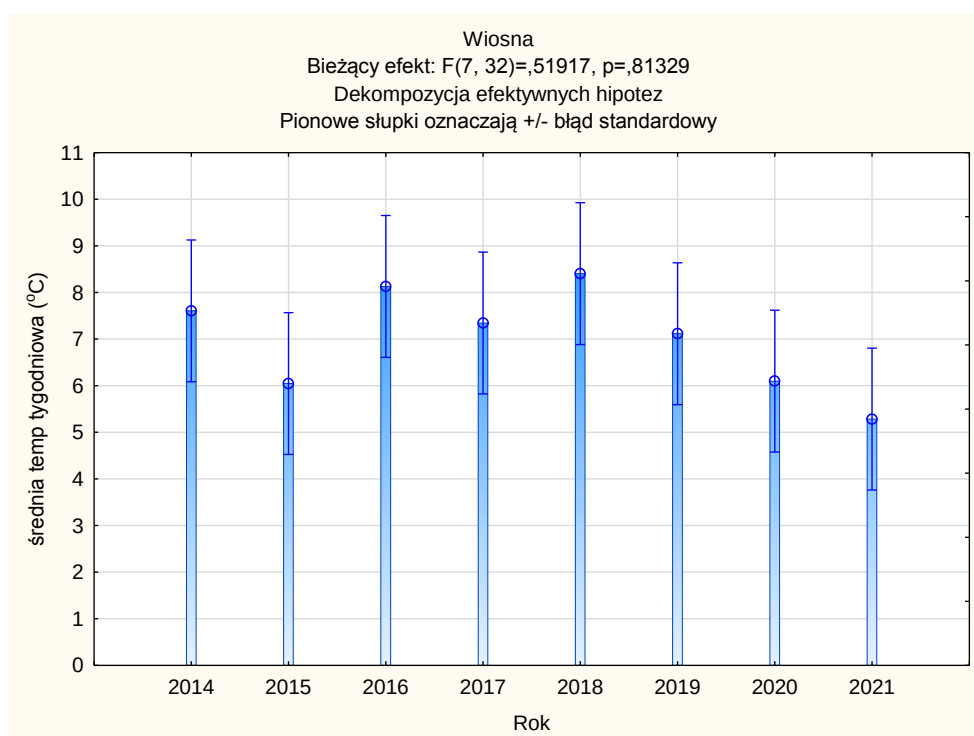
Rys. 12. Średnie temperatury tygodniowe w okresie zimowym



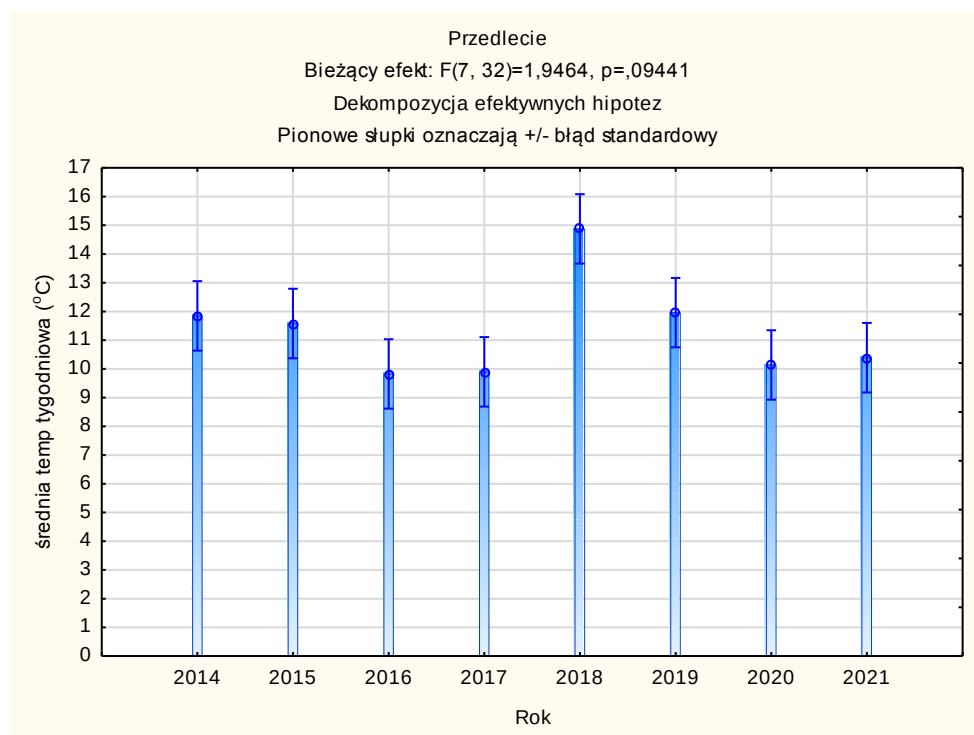
Rys. 13. Średnie temperatury tygodniowe w czasie przedwiośnia



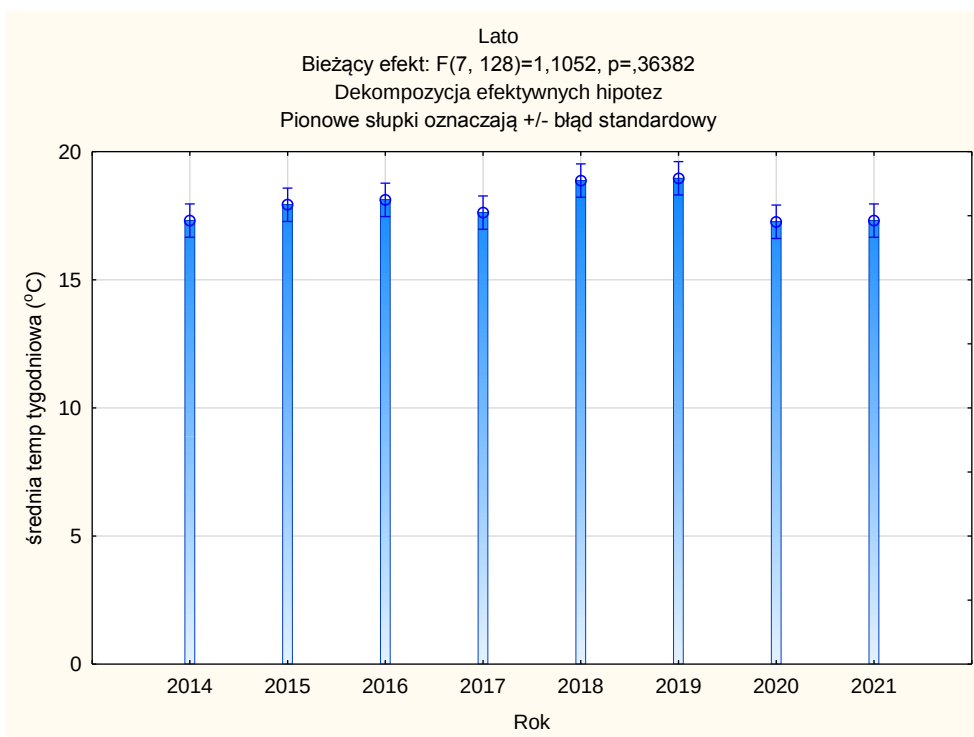
Rys. 14. Średnie temperatury tygodniowe w czasie zimy i przedwiośnia



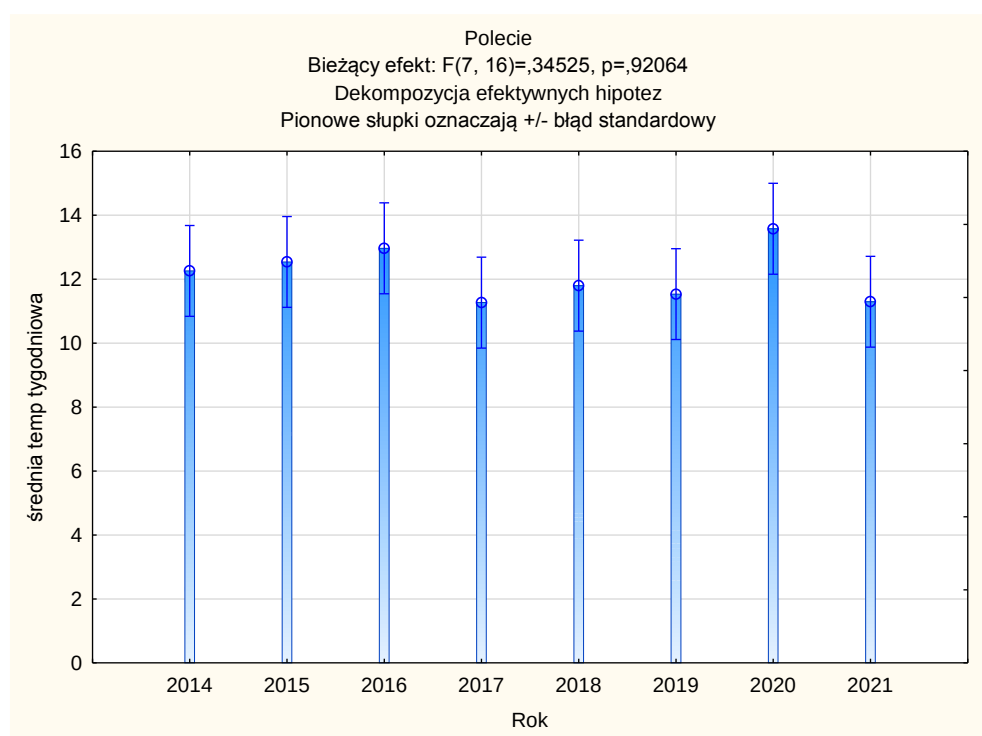
Rys. 15. Średnie temperatury tygodniowe w czasie wiosny



Rys. 16. Średnie temperatury tygodniowe w czasie przedlecia



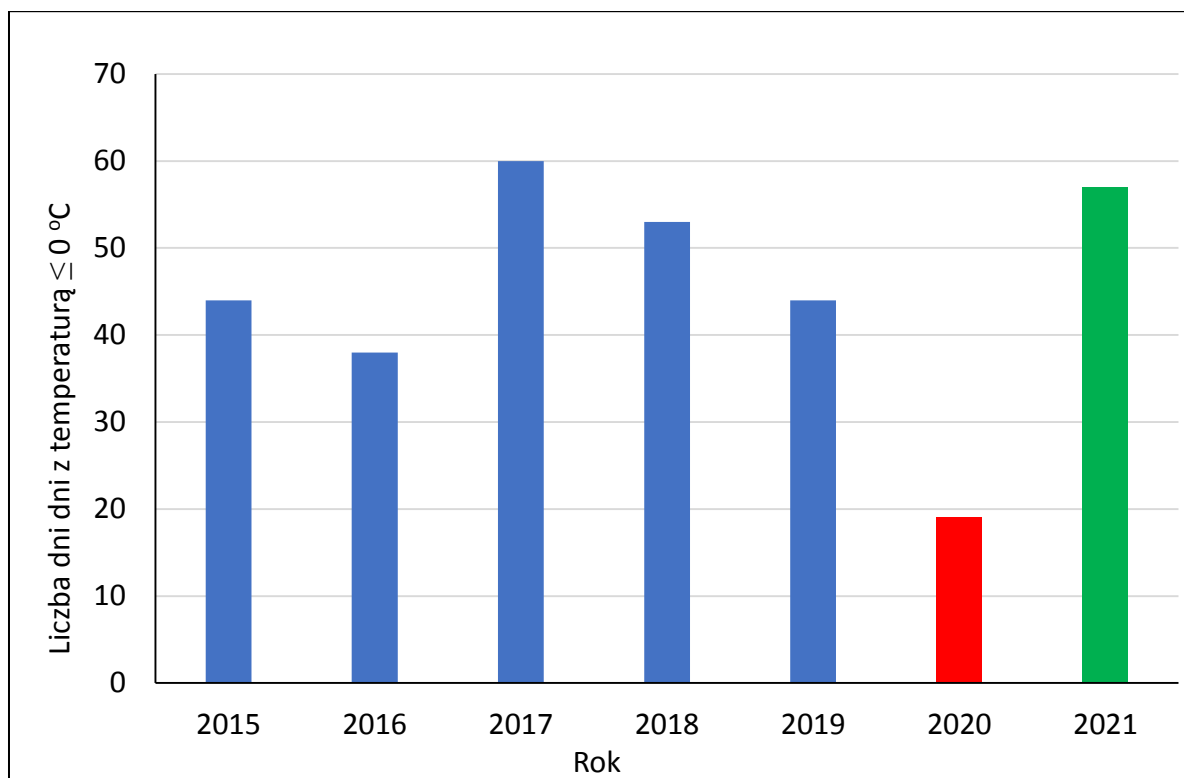
Rys. 17. Średnie temperatury tygodniowe w czasie lata



Rys. 18. Średnie temperatury tygodniowe w czasie polecia

Analiza warunków termicznych w poszczególnych latach pokazuje, że rok 2020, w którym populacja muszki plamoskrzydłej osiągnęła wysoką liczebność w okresie letnim, przyczyniając się do istotnych strat ekonomicznych na plantacjach i sadach charakteryzował się względnie wysoką średnią temperaturą dobową w okresie zimy i przedwiośnia (Rys. 12, 13, 14) W zimie średnia temperatura przekroczyła 2°C a na przedwiośniu przekroczyła 4°C (Rys. 12 i 13). Potwierdza to również analiza liczby dni z temperaturą równą lub mniejszą od 0°C liczona od jesieni poprzedniego roku do lata roku analizowanego (Rys. 19). I tak np. dla roku 2020 liczba dni z średnią temperaturą $\leq 0^{\circ}\text{C}$ wyniosła 19, natomiast w 2021 roku wyniosła ona aż 57 dni.

Analizując warunki klimatyczne w 2021 roku należy podkreślić, że zima jakkolwiek w ujęciu wieloletnim była normalna to jednak w stosunku do roku 2020 znacznie chłodniejsza. To wydaje się tłumaczyć, dlaczego w 2020 roku populacja szkodnika osiągnęła w okresie letnim dużą liczebność natomiast w 2021 roku została ograniczona.

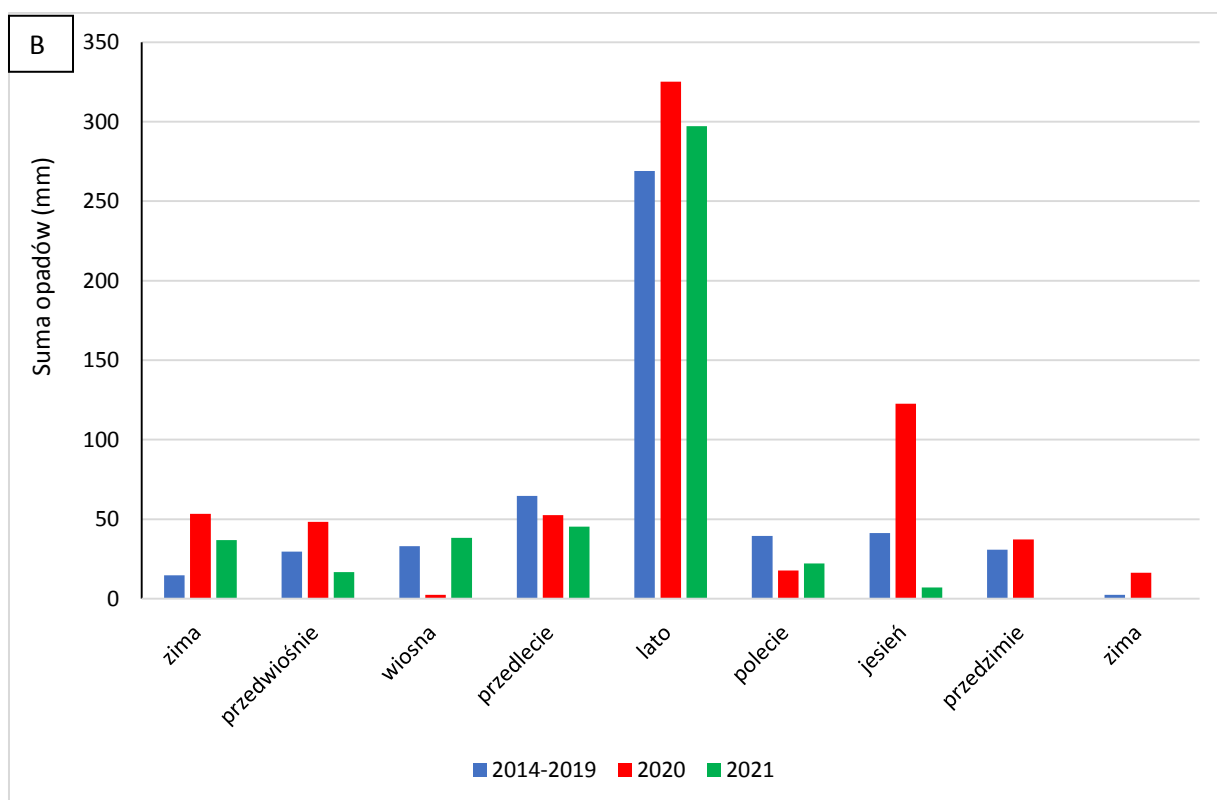
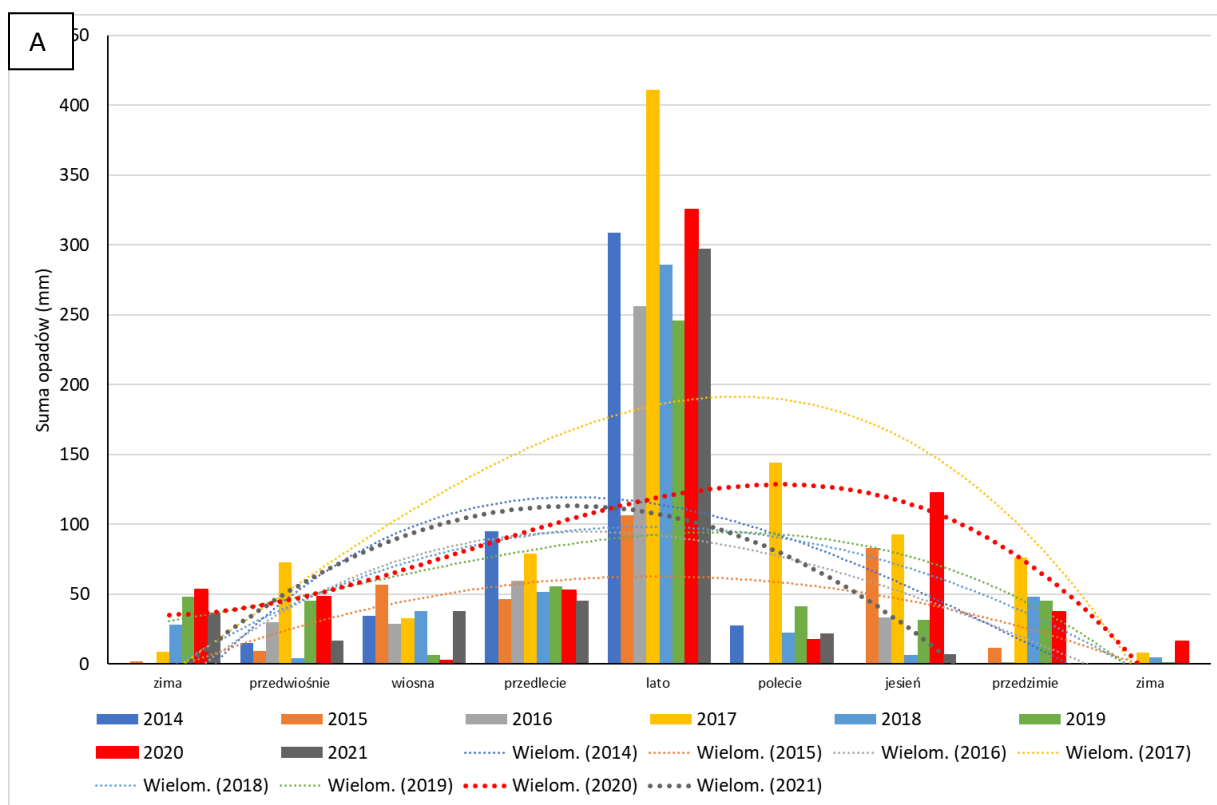


Rys. 19. Liczba dni z temperaturą mniejszą lub równą $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ od jesieni ubiegłego roku do lata w roku, w którym prowadzono analizę danych termicznych

Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne zarówno w 2020 jak również 2021 roku nie odbiegały wyraźnie od normy. Jedynie w okresie wiosennym w 2020 stwierdzono wyraźnie mniejszą sumę opadów w porównaniu do średniej wieloletniej. (Rys. 20 A i B). Niewielkie opady przyczyniły się do stosunkowo niskiej wilgotności względnej powietrza obserwowanej w okolicach Skierniewic w 2020 roku.

W literaturze mało jest danych dotyczących wpływu opadów lub nawadniania imitującego deszcz na zachowanie *D. suzukii*. Można przyjąć, że nawalne opady deszczu mogą być destrukcyjne dla populacji szkodnika, ale ten negatywny wpływ jest ograniczony w czasie. Podobnie badania nad wpływem deszczowania na *D. suzukii* wykazały, że zabieg ten może w niewielkim stopniu ograniczać liczebność szkodnika na plantacji, ale nie jest to duży i trwały efekt (Van Timmeren, 2017).

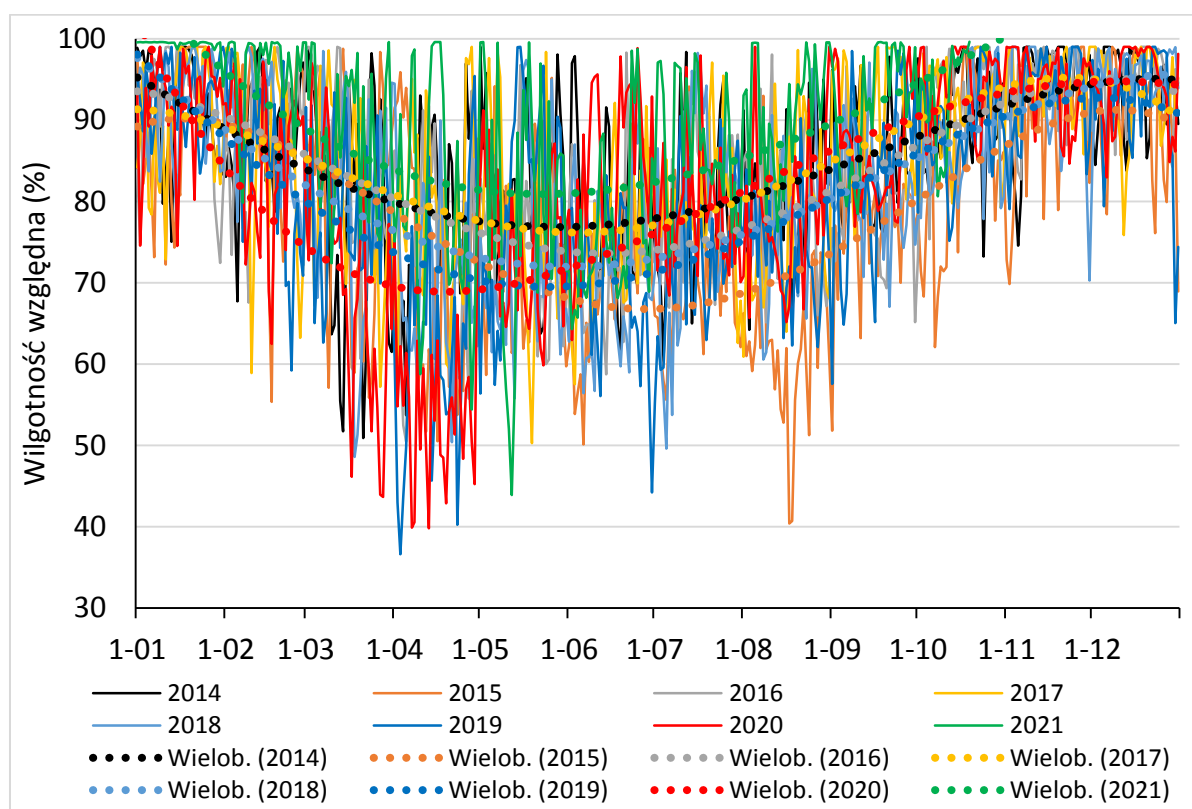


Rys. 20. Suma opadów – Dąbrowice 2014-2021 **A**- dla wszystkich lat wraz z liniami trendu oraz **B** dla 2020, 2021 oraz średniej z lat 2014-2019

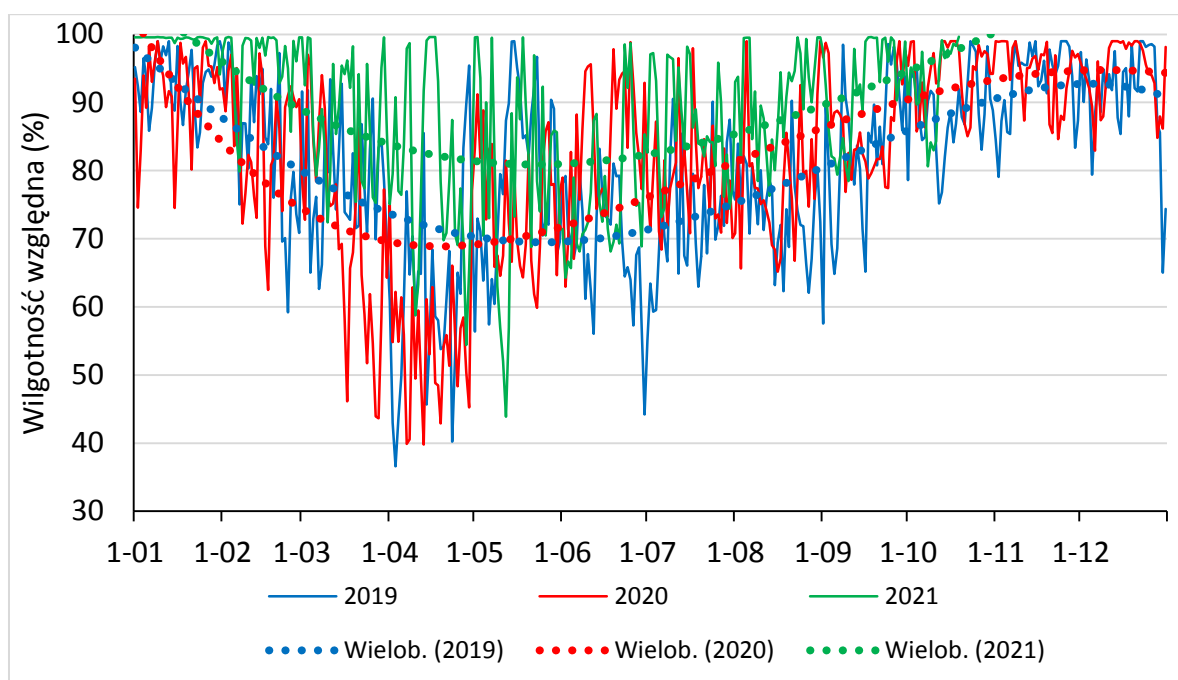
Wilgotność względna powietrza

Wilgotność względna obok temperatury jest parametrem, który może istotnie wpływać na rozwój populacji muszki plamoskrzydłej. Przyjmuje się, że składanie jaj i długość życia muszki plamoskrzydłej jest dodatnio skorelowana a wilgotnością względną powietrza (Tochen 2016). Szczególnie niekorzystne dla rozwoju muszki plamoskrzydłej jest połączenie wysokiej temperatury i niskiej wilgotności względnej (Gutierrez i inni 2016). Przy niskich temperaturach wilgotność względna nie odgrywa takiego znaczenia (Enriquez i inni 2017).

Na tle pomiarów z lat 2014-2019, w 2021 roku wilgotność względna powietrza w okresie przedwiośnie – przedlecie (9.02-18.05) była stosunkowo wysoka, wyraźnie wyższa niż w roku 2020 (Rys 21 i 22). Niższe wartości tego parametru obserwowane w tym okresie w 2020 roku najwyraźniej nie wpłynęły negatywnie na przeżywanie przez muchówki tego krytycznego dla nich okresu. Najwidoczniej mieściły się one w zakresie bliskim optimum tolerancji gatunkowej.



Rys. 21. Przebieg wilgotności względnej w latach 2014-2021



Rys.22. Przebieg wilgotności względnej w latach 2019, 2020, i 2021

Zwraca uwagę, że od zimy do przedlecia, pod względem wilgotności względnej rok 2019 zbliżał się swoim przebiegiem do roku 2020 a odstawał od 2021 (Rys.22). W pewnym stopniu dotyczyło to również pozostałych analizowanych parametrów klimatycznych, co znalazło potwierdzenie w analizie podobieństwa warunków klimatycznych w latach 2014-2021.

Analiza podobieństwa warunków klimatycznych w latach 2014-2021

Zasiedlenie plantacji borówki wysokiej przez muszkę plamoskrzydłą w okresie zbiorów, uzależnione jest od jej śmiertelności a następnie tempa rozwoju populacji okresie zimy, przedwiośnia wiosny i przedlecia.

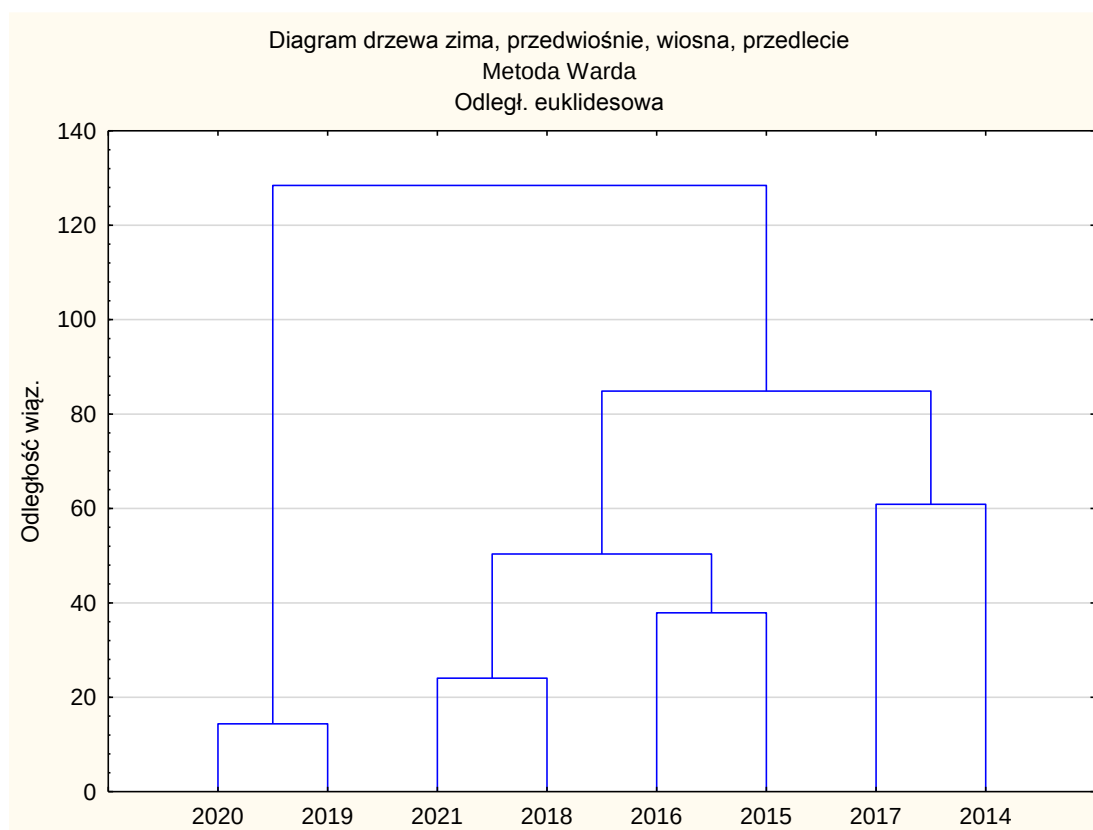
Dla tak wyodrębnionych pór roku w celu zbadania podobieństwa poszczególnych lat 2014-2021, wykonano aglomeracyjną analizę skupień. W analizie wzięto pod uwagę dobową średnią temperaturę, średnią wilgotność względną a także sumę opadów. Analiza wykonana została metodą Warda przy zastosowaniu odległości euklidesowej jako miary odległości pomiędzy latami.

Przeprowadzona analiza wykazała, że rok 2020 biorąc pod uwagę badane zmienne był najbardziej podobny do roku 2019 (niska wartość odległości wiązania - 14,4). Jednocześnie te dwa lata były najmniej podobne do pozostałych lat, o czym świadczy wysoka wartość odległości wiązania - 128,1 (Rys. 23) Analiza wskazuje na duże podobieństwo lat 2021 i 2018 i jednocześnie różnicę pomiędzy rokiem 2020 i 2021.

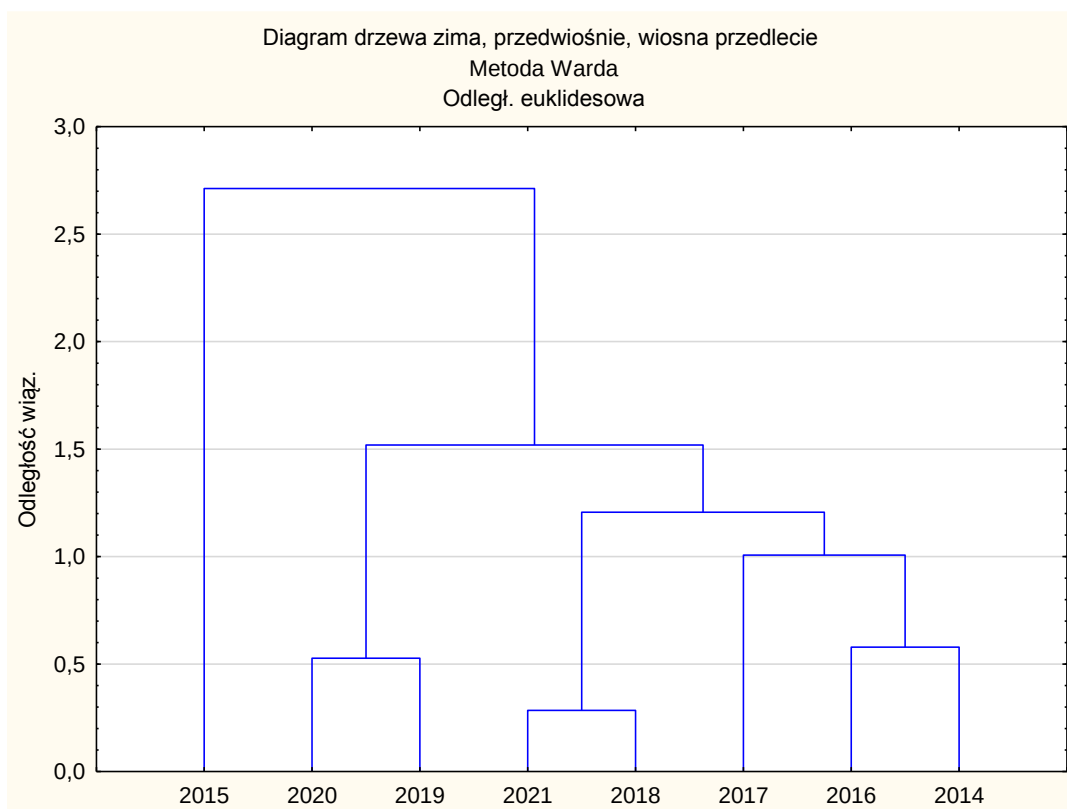
Dla wyeliminowania efektu skali, taką samą analizę wykonano na danych standaryzowanych. Także w tym przypadku stwierdzono podobieństwo roku 2020 i 2019 oraz lat 2021 i 2018 oraz różnicę pomiędzy tymi skupieniami (odległość wiązania 1,5). Jednocześnie

w analizie tej stwierdzono, że rok 2015 był całkowicie odrębny w zakresie badanych parametrów klimatycznych (Rys. 24).

Reasumując wykazano, że w okresie zima-wiosna, rok 2020 w którym nastąpiła gradacja muszki plamoskrzydłej w okresie dojrzewania borówki wysokiej (i innych owoców) był szczególny biorąc pod uwagę wybrane parametry klimatyczne. Ponadto rok ten był podobny do roku 2019. Być może, rok ten był na tyle korzystny dla rozwoju muszki plamoskrzydłej, że pozwolił na rozwinięcie liczebnej populacji szkodnika w roku szczególnie korzystnym jakim okazał się rok 2020. Zasiedlenie plantacji przez muszkę plamoskrzydła jest uzależnione od warunków klimatycznych w danym roku oraz od potencjału inwazyjnego szkodnika (nasilenia występowania) w końcu roku ubiegłego.



Rys. 23. Diagram drzewa analizy skupień przeprowadzony na wartościach surowych średniej temperatury dobowej, średniej wilgotności względnej oraz sumy opadów w poszczególnych latach w okresie zimy, przedwiośnia, wiosny i przedlecia.



Rys. 24. Diagram drzewa analizy skupień przeprowadzony na wartościach standaryzowanych średniej temperatury dobowej, średniej wilgotności względnej oraz sumy opadów w poszczególnych latach w okresie zimy, przedwiośnia, wiosny i przedlecia.

Sumy temperatur efektywnych

Każdy organizm może rozwijać się w pewnym zakresie temperatur. Dla różnych organizmów określone są temperatury progowe, poniżej lub powyżej których następuje zahamowanie rozwoju, procesów rozmnażania. W przypadku muszki płaszkowatej takimi temperaturami progowymi jest 7,2 °C oraz 30 °C (Tohen i inni, 2014).

Dla oceny fenologii zjawisk zachodzących w przyrodzie, a do takich zaliczyć można wystąpienie muszki płaszkowatej w uprawach, pomocna może być suma temperatur efektywnych uwzględniająca temperatury progowe.

Dla każdego dnia obliczono stopnio-dni (°D) zgodnie ze wzorem:

$$^{\circ}\text{D} = \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2} - T_{\text{progowe}}$$

Dla temperatur przekraczających 30 °C jako T_{max} przyjmowano 30 °C.

Suma temperatur efektywnych obliczona została w latach 2014-2021 od 1 stycznia. Wykres skumulowanych temperatur efektywnych przedstawia rysunek 25.

W 2021 roku pierwsze odłowy muszki płaszkowatej w Polsce centralnej w pułapki miały miejsce we wrześniu, co odpowiadało wartości 1400 stopnio-dni. Z kolei w roku 2020, pierwsze odłowy szkodnika na tym samym terenie miały miejsce w sierpniu, co odpowiadało wartości 1100 stopnio-dni. Widać tu dużą rozbieżność. Wydaje się, że poleganie na metodzie

obliczania sumy temperatur efektywnych przy przewidywaniu pierwszego odłowy szkodnika na plantacji obarczone jest błędem.

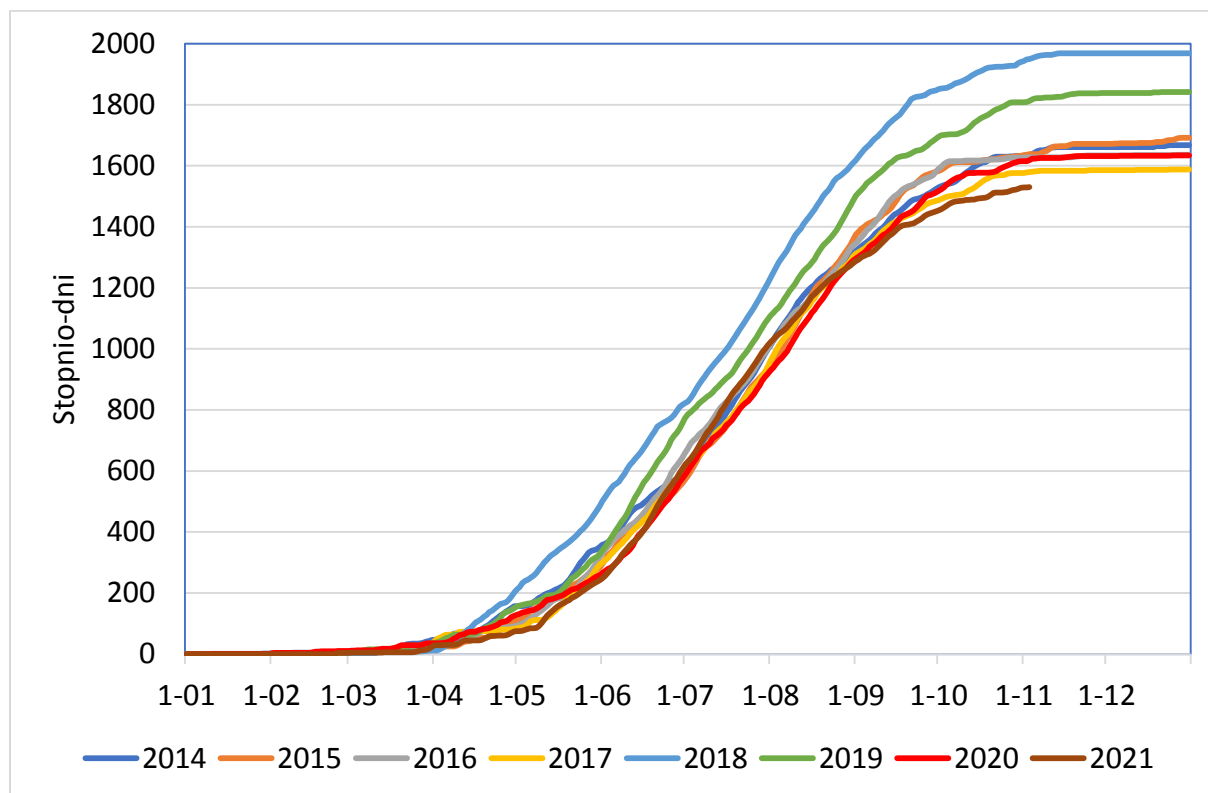
Prawdopodobieństwo odłowienia muszki plamoskrzydłej do pułapki zależy od jej nasilenia występowania na plantacji co jest uwarunkowane liczbą owadów które przeżyły krytyczny okres zimowo-wiosenny. Dla przewidywania zagrożenia plantacji w danym roku przez muszkę plamoskrzydłą należałoby opracować metodę, która pozwoli na ocenę stopnia przeżycia zimujących much to bowiem jest kluczowe dla rozwoju populacji i stopnia zagrożenia plantacji przez tego szkodnika.

Podsumowanie

Z naszych badań wynika, że jeśli liczebność populacji szkodnika na jesieni roku poprzedniego będzie odpowiednio duża oraz jeśli przebieg warunków pogodowych a szczególnie termicznych będzie zbliżony do roku 2020 wtedy można spodziewać się pojawienia się muszki plamoskrzydłej na plantacji przy sumie temperatur efektywnych bliskiej 1000.

Z kolei, jeśli warunki pogodowe będą podobne do tych jakie miały miejsce w 2021 roku, muszka plamoskrzydła może pojawić się na plantacji przy sumie temperatur efektywnych bliskich 1400 °D.

Należy podkreślić, że konieczne są wieloletnie badania dla potwierdzenia lub zaprzeczenia powyższym wnioskom. Potrzebne są również badania nad ustaleniem biofixu czyli momentu od którego liczyć należy sumę temperatur efektywnych.



Rys. 25. Wykres sum temperatur efektywnych w latach 2014-2021 przy założeniu temperatur progowych 7,2 °C oraz 30°C

Metody ochrony borówki wysokiej przed muszką plamoskrzydłą *Drosophila suzukii* (Matsumura) w ekologicznym systemie produkcji

Muszką plamoskrzydłą *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) jest owadem pochodzenia azjatyckiego, który wraz z ociepleniem klimatu stale rozszerza swój zasięg. W Europie po raz pierwszy, pojawiła się w roku 2008 a w Polsce w 2014 roku. Przez szereg lat jej obecność na plantacjach borówki wysokiej nie stanowiła problemu, ponieważ pojawiała się ona na plantacjach dopiero jesienią – po zbiorach owoców. Przełomowym okazał się rok 2020, kiedy wystąpiła w drugiej połowie lata w liczebnościach powodujących straty ekonomiczne.

Straty wynikające z obecności szkodnika były zaskoczeniem. Początkowo owoce wyglądają na zdrowe. Otworek po nacięciu pokładełkiem skórki jest niemal niewidoczny (Rys.26).



Rys. 26. Uszkodzone przez muszkę plamoskrzydłą owoce borówki

W miarę żerowania larw okolica nakłucia i złożenia jaja staje się miękka i zapadnięta. Wtedy właśnie podczas zbiorów następuje identyfikacja owoców jako porażonych przez szkodnika. Zdarza się jednak, że owoce są zebrane i dopiero w przechowalni lub transporcie okazuje się, że są zasiedlone przez szkodnika. Owoce takie, a nierzadko całe partie tracą wartość handlową.

Rozwój SWD w owocach następuje między 7,2 a 30 °C, z optymalnym rozwojem w temperaturze 28 °C (Asplen i inni. 2015). Dorosłe osobniki pojawiają się wkrótce po przepoczwarczeniu i rozpoczynają kolejny pokoleniowy cykl życiowy.

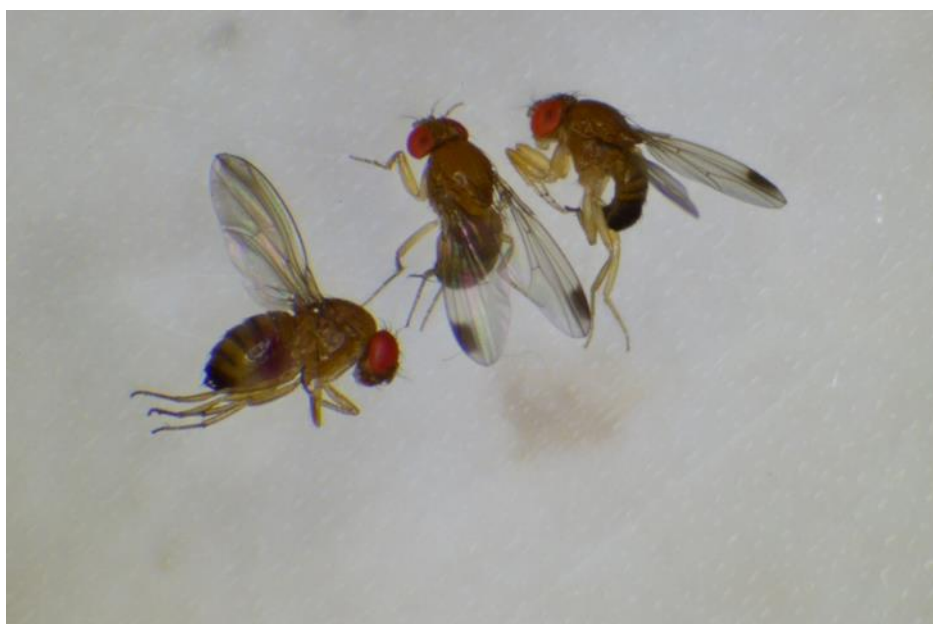
Ochrona przed tym szkodnikiem jest utrudniona przez fakt, że gatunek ten ma silną predylekcję do dojrzewających owoców, skutkiem czego ochrona chemiczna jest niezmiernie utrudniona i ograniczona jedynie do preparatów o krótkiej karencji.

Kontrolowanie *D. suzukii* na farmach jest trudne ze względu na krótki czas generacji, szeroką gamę żywicieli, brak naturalnych drapieżników, Hodowcy ekologiczni stoją przed szczególnie trudnym zadaniem, będąc ograniczeni do kontrolowania praktyk, które są zatwierdzone ekologicznie. W tej części sprawozdania zostaną przedstawione aktualne badania i najlepsze praktyki w zakresie monitorowania i kontrolowania muszki plamoskrzydłej w systemach ekologicznych.

Monitoring

Monitoring jak w przypadku wszystkich szkodników jest podstawą dla skutecznego zwalczania szkodnika. Dzięki niemu będziemy wiedzieć czy szkodnik występuje w danej lokalizacji i jaka jest jego liczebność.

Pułapki do monitoringu muszki plamoskrzydłej to najczęściej zakręcane pojemniki o objętości 0,5-1,0 l, z małymi otworkami o średnicy 2- 3 mm (Rys. 20). Można je zakupić lub zrobić we własnym zakresie. Jeśli chodzi o przynęty to bazują one na drożdżach i occie jabłkowym i czerwonym winie i mogą być sporządzone przez plantatorów jak również dostępne są jako komercyjne produkty. Przynęta nie jest selektywna i w pułapkach często można znaleźć różne gatunki owadów. Dzięki małym otwórkom w pułapce nie łapią się do niej owady o większych wymiarach np. osy lub muchy domowe. Samce *D. suzukii* są dość łatwe do rozpoznania, ze względu na obecność czarnych plam w dolnej części skrzydeł (Rys.27).



Rys. 27. Samica i samce muszki plamoskrzydłej.

Kolejną cechą rozpoznawczą męskiego osobnika są czarne grzebienie na łączeniach segmentów przednich odnóży, jednak aby je dostrzec trzeba skorzystać z mikroskopu stereoskopowego dającego powiększenie co najmniej 30x. Identyfikacja samic także wymaga użycia takiego sprzętu, gdyż nie posiadają one charakterystycznych cech widocznych u samca,

natomiast wyposażone są w silne, ząbkowane pokładełko zaopatrzone w 30-36 zębów, którym przecinają skórkę owocu podczas składania jaja do jego wnętrza. Aby dostrzec ząbki na pokładełku trzeba dysponować sprzętem powiększającym dającym zbliżenie co najmniej 50x. (Rys. 28.).



Rys. 28. Pokładełko samicy muszki plamoskrzydłej.

Larwy są beznogie i przechodzą 3 stadia rozwojowe. Wyrośnięta larwa ma 5,5-6 mm długości i jest biaława (Rys. 29.).



Rys. 29. Larwa muszki plamoskrzydłej

Gdy średnia temperatura dobową osiągnie 10-12 °C, pułapki rozwiesić należy na obrzeżach plantacji, w pewnym od niej oddaleniu, najlepiej od strony naturalnych źródeł pokarmu np. sadów czereśniowych i wiśniowych, zalesień i refugium, nieużytków, ogródków działkowych, zasobnych w owocujące rośliny leśne jak maliny, jeżyny borówki itp.

Pułapki powinny być rozwieszane na plantacji dopiero gdy w jej otoczeniu stwierdzona zostanie większa liczba odławianych szkodników. Ponieważ muszka plamoskrzydła preferuje miejsca wilgotniejsze i nienarażone na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego, pułapki zawieszać należy na wysokości 1-1,5 m w zacienionym miejscu (Rys.30).



Rys. 30. Pułapka na plantacji w końcu okresu zbiorów.

Pułapki powinny być sprawdzane na obecność szkodnika co tydzień a płynu powinien być uzupełniany do 250-300 ml a wymieniany co 2-4 tygodnie. Proces odciedzania zawartości przez sitko powinien być przeprowadzony ostrożnie, tak żeby nie rozlewać zawartości, ponieważ prowadzi to do zafałszowania wyników monitoringu oraz do przywabiania owadów na plantację. Monitoring szkodnika należy prowadzić co najmniej do końca zbioru owoców, a najlepiej aż do listopada gdy temperatura spadnie poniżej 5°C, po to aby zorientować się z jak wielką populacją muszki plamoskrzydłej szykującą się na zimowanie mamy do czynienia w jesieni. Trzeba dodać, że monitoring za pomocą pułapek z atraktantem jest uznaną metodą oceny stanu zagrożenia plantacji przez muszkę plamoskrzydłą, to czasem jest zawodna i powinna być uzupełniona przez analizę stopnia uszkodzenia owoców przez tego szkodnika.

Progi zagrożenia

Kilka lat temu w stacji badawczej Agroscope zaproponowano progi zagrożenia dla muszki plamoskrzydłej. Ich zakres jest następujący: jeśli w pułapkę w ciągu tygodnia odłowi się poniżej 10 much, to zagrożenie ze strony tego szkodnika można uznać za niskie. Jako średni próg zagrożenia sugeruje się 10-100, wysoki – 100-300,

bardzo wysoki > 300 odłowionych osobników na pułapkę na tydzień.

Z uwagi na fakt, że muszka plamoskrzydła namnaża się w postępie geometrycznym w wielu krajach nie zwraca się na progi zagrożenia, a ochronę rozpoczyna się po wykryciu pierwszych osobników dorosłych w pułapkach.

Dostępne składniki aktywne

Aktualny asortyment insektycydów dopuszczonych w produkcji ekologicznej jest ubogi. Jednym z nich jest spinosad, wytwarzany w wyniku fermentacji naturalnie występujących bakterii glebowych *Saccharopolispora spinosa*. Problemem w zwalczaniu muszki plamoskrzydłej na plantacji borówki jest to, że okres zbiorów jest bardzo długi, liczba zabiegów musiałaby być odpowiednio duża, tymczasem stosowanie np. spinosadu ograniczone jest zgodnie z etykietą do 2 zabiegów w odstępie minimum 10 dni. Dlatego poszukiwane są inne składniki aktywne, które mogłyby być pomocne w zwalczaniu muszki plamoskrzydłej. Wśród nich badane są preparaty zawierające pyretrynę, azadirachtynę lub entomopatogenicznego grzyba *Beauveria bassiana*, ale preparaty te muszą uzyskać zezwolenia na ich stosowanie w uprawie borówki wysokiej.

Uzupełniającym rozwiązaniem jest stosowanie **masowych odłowów muszki plamoskrzydłej** do pułapek z atraktantem (takich jak w przypadku monitorowania) (Rys. 31). Pułapki tego typu powinny być rozmieszczone przed dojrzewaniem owoców na obrzeżach plantacji w odległości 2-5 metrów od siebie. Zastosowanie ich we wczesnym stadium rozwoju populacji szkodnika może ograniczyć liczbę muchówek obecnych na plantacji w całym sezonie. Efekt ten może być wzmocniony poprzez **opryskiwanie obrzeży plantacji** dopuszczonymi w ekologii preparatami (Spies i Liburd 2019).



Rys. 31. Pułapki do masowego odłowu zastosowane na obrzeżu plantacji od strony lasu

Praktyki uprawowe

Unikanie szkodnika

W Polsce przez szereg lat prowadzenia monitoringu tego szkodnika pojawiał się w większych liczebnościach w okresie późnego lata lub jesieni, dlatego metoda unikania szkodnika poprzez wybieranie do nasadzeń odmian wcześniej owocujących wydaje się dobrym rozwiązaniem.

Cięcie

Ponieważ muszka plamoskrzydła preferuje miejsca zacienione i wilgotne z których najczęściej rano lub o zmierzchu wylatuje w poszukiwaniu miejsc odpowiednich dla żerowania i rozmnażania, zbyt gęsty pokrój krzewów borówki, może zwiększać straty powodowane przez tego szkodnika. Prawidłowe cięcie nie tylko wpływa na mikroklimat mniej sprzyjający muszce plamoskrzydłej, ale również wpływa dodatnio na skuteczność ewentualnych oprysków.

Na etapie sadzenia, wybór orientacji rzędów północ-południe zapewnia równomierne nasłonecznienie obydwu ich stron co skutkuje również tym, że żadna ze stron nie jest stale zacieniona a przez to wilgotniejsza.

Podłoże

Borówki ściółkowane są często trocinami, w których larwy muszki plamoskrzydłej znajdujące się w opadających jagodach, znajdują w zagłębieniach korzystne dla siebie warunki dla rozwoju. Sytuację pogarszają chwasty, które często przerastają tego rodzaju ściółkę. Alternatywą mogą być bio-agrowłókniny wykonane w 100% biomasy z naturalnymi włóknami (Rys. 32). Ciemne zabarwienie takiej ściółki powoduje podwyższenie temperatury co jest niekorzystne dla rozwoju larwalnego szkodnika.



Rys. 32. Bio-agrowłóknina

Nawadnianie

Ponieważ muszce owocowej sprzyja wysoka wilgotność powietrza, nawadnianie powinno być przeprowadzane w optymalny sposób, najlepiej z zastosowaniem linii kroplujących, polegając na wskazaniom tensjometru. Zapobiega to zużyciu nadmiernej

ilości wody i nie powoduje nadmiernego wzrostu wilgotności gleby i powietrza. Taktyka wilgotności mikroklimatu może mieć zastosowanie jedynie na suchych stanowiskach.

Siatki

Całkowite przykrywanie plantacji, wolnych przestrzeni przy prowadzeniu uprawy pod daszkami lub wejścia/wyjścia z tunelu siatkami może dać dobre efekty w walce z muszką plamoskrzydłą, ale wielkość oczek nie powinna być większa niż 1,0 mm². Siatkę należy założyć po kwitnieniu krzewów borówki wysokiej, aby umożliwić zapylenie, ale przed rozpoczęciem dojrzewania owoców i wykryciem w pułapkach aktywności muchówek. Siatki w warunkach klimatycznych Polski mogą w zbyt dużym stopniu ograniczać ilość światła potrzebnego roślinom, przez co owoce mogą być drobniejsze i mniej słodsze. Dodatkowo pod siatką będzie notowana wyższa wilgotność powietrza i przez to owoce będą bardziej narażone na infekcje ze strony szarej pleśni (*Botrytis cinerea*). Ponadto konieczne jest wchodzenie czy wjazd na plantację w celu przeprowadzenia zabiegów pielęgnacyjnych i zbioru owoców. Takie przemieszczanie stwarza szanse na przedostanie się owadów pod siatkę. Mimo zastosowania siatek, konieczne jest więc prowadzenie monitoringu szkodnika wewnątrz i na zewnątrz obiektu, gdyż siatkę można uszkodzić mechanicznie, co umożliwi przedostanie się szkodnika i spowodowanie dużych strat, których producent się nie spodziewa.

Zbiory

Zbiory owoców powinny być przeprowadzane najczęściej jak to możliwe i tak zorganizowane, żeby nie pozostawić dojrzałych owoców na krzewach. Owoce takie są bardzo szybko zasiedlane przez muszkę plamoskrzydłą, opadają na podłoże, gdzie larwy po przepoczwarczeniu kończą swój rozwój jako osobniki dorosłe (Rys. 33, 34).



Rys. 33. Przejrzałe zebrane owoce borówki zasiedlone przez muszkę plamoskrzydłą



Rys. 34. Po naciśnięciu owocu wydobywa się z niego sok.

Zabiegi fitosanitarne

Wszystkie jagody odrzucone w procesie sortowania i podejrzane o obecność jaj, larw lub poczwarek muszki plamoskrzydłej powinny być w odpowiedni sposób utylizowane. Pozostawienie takich owoców np. na kompostowniku prowadzi w prosty sposób do zwiększenia populacji szkodnika. Dobrym i skutecznym rozwiązaniem, jest przetrzymywanie takich owoców w czarnych workach i pozostawieniu ich na słońcu. Wysoka temperatura zabija wszystkie stadia rozwojowe muszki plamoskrzydłej. Zebrane odpady owocowe można także zamykać w szczelnych opakowaniach np. beczki z wiekiem czy skrzyniopalety z pokrywą i poddać fermentacji przez około 2 tygodnie, po czym można je wywieźć na pole i wymieszać z glebą przy pomocy narzędzi mechanicznych.

Parazytoidy

Wiadomym jest, że parazytoidy odgrywają ważną rolę w redukcji populacji różnych gatunków *Drosophila*. Aktualnie do walki z muszką plamoskrzydłą można już użyć parazytoidea poczwarek - *Trichopria drosophilae*, który jest rozmnażany przez włoską firmę Bioplanet s.c.a. i sprzedawany plantatorom w całej Europie. W Polsce jej przedstawicielem jest firma Agroconsult. W badaniach przeprowadzonych w IO-PIB nad monitoringiem parazytoidów muszki plamoskrzydłej w Polsce stwierdzono występowanie w naszej rodzimej faunie dwóch gatunków parazytoidów: *Leptopilina heterotoma* – parazytoidea larw i *Pachycrepoideus vindemmiae* – parazytoidea poczwarek. W testach laboratoryjnych oba gatunki okazały się efektywne i wykazały nawet do 79% skuteczności. W chwili obecnej trudno jednak powiedzieć czy owady te odgrywają znaczącą rolę w redukcji populacji muszki *D. suzukii* w Polsce. Wspomniane wyżej parazytoidy nie są specyficzne co do gatunku muchówek – dlatego ich

żywcielem może być także *D. melanogaster* i inne muchówki. Dlatego parazytoidy częściej są znajdowane w owocach leżących na glebie, gdzie na uszkodzonych, fermentujących owocach można znaleźć liczne larwy i poczwarki różnych muchówek, niż tych pobranych z roślin. Larwy *D. suzukii* żerujące w owocach są przez nie chronione i dlatego większość rdzennych parazytoidów larwalnych ma ograniczony do nich dostęp. Ponadto trzeba mieć świadomość, że po wprowadzeniu fauny pożytecznej, należy bardzo ostrożnie stosować zabiegi przeciwko szkodnikom i chorobom – stosować tylko środki selektywne dla zaintrykowanych organizmów. Parazytoidy można stosować do walki z muszką plamoskrzydłą, ale trzeba je introykować na terenie sąsiadującym z uprawą np. las, gdzie będą ograniczać populację szkodnika będąc mniej narażonym na stosowane zabiegi.

Literatura

Asplen, M. K., G. Anfora, A. Biondi, D.-S. Choi, D. Chu, K. M. Daane, P. Gibert, A. P. Gutierrez, K. A. Hoelmer, W. D. Hutchison, et al. 2015. Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *J. Pest Sci.* 88: 469–494.

Enriquez T, Colinet H. Basal tolerance to heat and cold exposure of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *PeerJ*. 2017 Mar 23;5:e3112. doi: 10.7717/peerj.3112. PMID: 28348931; MCID:PMC5366067.

Guédot, C., A. Avanesyan, and K. Hietala-Henschell. 2018. Effect of temperature and humidity on the seasonal phenology of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Wisconsin. *Environ. Entomol.* 47: 1365–1375.

Gutierrez, A.P., Ponti, L. & Dalton, D.T. (2016) Analysis of the invasiveness of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) in North America, Europe, and the Mediterranean Basin. *Biological Invasions*, 18, 3647–3663.

Lorenz H. (red.), 2005: Atlas klimatu Polski. IMGW, Warszawa, 116 ss

Makowiec M., 1983: Wyznaczanie termicznych pór roku. *Przegl. Geofiz.*, 28, 2, 209–220.

Rendon, D., V. Walton, G. Tait, J. Buser, I. Lemos Souza, A. Wallingford, G. Loeb, and J. Lee. 2019b. Interactions among morphotype, nutrition, and temperature impact fitness of an invasive fly. *Ecol. Evol.* 9: 2615–2628.

Spies, J. M., and O. E. Liburd. 2019. Comparison of attractants, insecticides, and mass trapping for managing *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberries. *Fla. Entomol.* 102: 315–321.

Steven Van Timmeren, Logan Horejsi, Shadi Larson, Katherine Spink, Philip Fanning, Rufus Isaacs, Diurnal Activity of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Highbush Blueberry and Behavioral Response to Irrigation and Application of Insecticides, *Environmental Entomology*, Volume 46, Issue 5, October 2017, Pages 1106–1114, <https://doi.org/10.1093/ee/nvx131>

Tochen S, Dalton DT, Wiman N, Hamm C, Shearer PW, Walton VM. Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry Environ Entomol. 2014; 43: 501–510. <https://doi.org/10.1603/EN13200> PMID: 24612968

Tochen, S., Woltz, J.M., Dalton, D.T., Lee, J.C., Wiman, N.G. & Walton, V.M. (2016b) Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry. Journal of Applied Entomology, 140, 47–57.

Wiszniewski W., 1960: Kilka uwag o meteorologicznych porach roku w Polsce w świetle średnich wieloletnich wartości temperatury. Przegl. Geofiz., 5, 1, 31–39.

PODZADANIE 4

Cel badań: laboratoryjna ocena wybranych substancji i biopreparatów wykazujących działanie grzybobójcze

W warunkach laboratoryjnych oceniano działanie grzybobójcze lub fungistatyczne substancji podstawowych: wyciągi ze skrzypu polnego, pokrzywy i kory wierzby oraz olejków: jaśminowego, melisowego, oregano, mięty pieprzowej, lawendowego, tymiankowego w stosunku do dwóch gatunków grzybów patogenicznych dla borówki wysokiej: *Botrytis cinerea* i *Colletotrichum acutatum* sl. W tym celu do autoklawowanego, jeszcze płynnego podłoża hodowlanego PDA (pożywka dekstrozowo-ziemniaczana) dodawano olejki oraz substancje podstawowe w takich objętościach, aby uzyskać stężenie finalne 1, 10 i 100 ppm olejku/substancji w pożywce. Wyciągi ze skrzypu polnego, pokrzywy oraz z kory wierzby przygotowywano w postaci naparu – według zaleceń producenta, natomiast olejki były wykorzystywane w formie nierozcieńczanej. Podłoże rozlewano do szalek Petriego o średnicy 90 mm i po zestaleniu zaszczipiano krążkiem agaru o średnicy 5 mm przerośniętym grzybnia testowanego gatunku grzyba, a każde stężenie było reprezentowane przez trzy powtórzenia techniczne. W kombinacji kontrolnej grzyby hodowano na pożywce PDA bez dodatków. W siódmym dniu hodowli mierzono średnicę kolonii. Aktywność fungistatyczną substancji podstawowych oraz olejków oceniano na podstawie stopnia/procentu zahamowania wzrostu kolonii grzybów, mierzonego w odniesieniu do wzrostu grzyba w kombinacji kontrolnej. Istotność różnic w stopniu zahamowania wzrostu grzybni oceniano za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukeya przy poziomie istotności 5%. Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach.

Tabela 9. Wpływ A. wyciągu ze skrzypu polnego, B. wyciągu z pokrzywy, C. wyciągu z kory wierzby, D. olejku tymiankowego, E. olejku melisowego, F. olejku oregano, G. olejku z mięty pieprzowej, H. olejku lawendowego, I. olejku jaśminowego na wzrost grzybni *B. cinerea* i *C. acutatum* sl. oceniany w 7 dobie hodowli. Analizy statystyczne dla średnicy kolonii w poszczególnych wierszach odpowiadają pojedynczym szczepom grzybów.

A.		Kontrola	Stężenie wyciągu ze skrzypu polnego					
			1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00	46,4 a	0,00
	Colleto_2	40,0 a	40,0 a	0,00	46,6 a	0,00	43,2 a	0,00
	Colleto_3	46,6 a	49,4a	0,00	51,4 a	0,00	46,6 a	0,00
	Colleto_4	43,2 a	46,6 a	0,00	44,0 a	0,00	40,0 a	7,41

B.		Kontrola	Stężenie wyciągu z pokrzywy					
			1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	43,2 a	0,00	53,0 a	0,00	46,4 a	0,00
	Colleto_2	40,0 a	56,6 b	0,00	56,6 b	0,00	50,0 b	0,00
	Colleto_3	46,6 a	43,2 a	0,00	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00
	Colleto_4	43,2 a	40,0 a	7,41	40,0 a	7,41	40,0 a	7,41

C.		Stężenie wyciągu z kory wierzby						
Gatunek grzyba	Szczep	Kontrola	1 ppm		10 ppm		100 ppm	
		Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 b	19,2 a	78,67	19,2 a	78,67	13,0 a	85,56
	Botr_cin2	90,0 b	90,0 b	0,00	47,2 a	47,56	26,4 a	70,67
	Botr_cin3	90,0 b	90,0 b	0,00	90,0 b	0,00	20,0 a	77,78
	Botr_cin4	90,0 b	90,0 b	0,00	90,0 b	0,00	10,0 a	88,89
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 b	40,0 b	0,00	40,0 b	0,00	13,0 a	67,50
	Colleto_2	40,0 b	49,8 c	0,00	40,0 b	0,00	10,0 a	75,00
	Colleto_3	46,6 b	43,2 b	7,30	40,0 b	0,00	10,0 a	78,54
	Colleto_4	43,2 b	40,0 b	7,41	40,0 b	7,41	10,0 a	76,85

D.		Stężenie olejku tymiankowego						
Gatunek grzyba	Szczep	Kontrola	1 ppm		10 ppm		100 ppm	
		Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00	40,0a	0,00
	Colleto_2	40,0 a	43,2 a	0,00	44,0 a	0,00	39,4 a	1,50
	Colleto_3	46,6 a	53,2 a	0,00	43,2 a	7,30	43,2 a	7,30
	Colleto_4	43,2 a	36,6 a	15,28	40,0 a	7,41	40,0 a	7,41

E.		Stężenie olejku melisowego						
		Kontrola	1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	36,6 a	8,50	36,6 a	8,50	36,6 a	8,50
	Colleto_2	40,0 a	40,0 a	0,00	45,2 b	0,00	40,0 a	0,00
	Colleto_3	46,4 a	43,2 a	6,90	38,0 a	18,10	43,2 a	6,90
	Colleto_4	43,2 a	44,4 a	0,00	40,0 a	7,41	40,0 a	7,41

F.		Stężenie olejku oregano						
		Kontrola	1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 b	39,6 b	1,00	34,6 b	13,50	26,0 a	35,0
	Colleto_2	40,0 b	40 b	0,00	43,2 b	0,00	30,0 a	25,0
	Colleto_3	46,6 b	40,0 b	14,16	40,0 b	14,16	36,6 a	21,46
	Colleto_4	43,2 b	55,4 b	0,00	33,2 b	23,15	26,6 a	38,43

G.		Kontrola	Stężenie olejku z mięty pieprzowej					
			1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00
	Colleto_2	40,0 a	40,0 a	0,00	43,2 a	0,00	46,6 a	0,00
	Colleto_3	46,6 a	56,6 a	0,00	50,0 a	0,00	43,2 a	7,30
	Colleto_4	43,2 a	44,5 a	0,00	43,2 a	0,00	46,4 a	0,00

H.		Kontrola	Stężenie olejku lawendowego					
			1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	43,2 a	0,00	39,6 a	1,00	40,0 a	0,00
	Colleto_2	40,0 a	49,8 a	0,00	39,6 a	1,00	46,4 a	0,00
	Colleto_3	46,6 a	53,2 a	0,00	53,2 a	0,00	43,2 a	7,30
	Colleto_4	43,2 a	44,1 a	0,00	43,7 a	0,00	43,2 a	0,00

I.		Stężenie olejku jaśminowego						
		Kontrola	1 ppm		10 ppm		100 ppm	
Gatunek grzyba	Szczep	Średnica kolonii w mm	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %	Średnica kolonii w mm	Skuteczność w %
<i>Botrytis cinerea</i>	Botr_cin1	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin2	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin3	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
	Botr_cin4	90,0 a	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00	90,0 a	0,00
<i>Colletotrichum sl.</i>	Colleto_1	40,0 a	40,0 a	0,00	40,0 a	0,00	36,6 a	8,50
	Colleto_2	40,0 a	43,2 a	0,00	43,2 a	0,00	39,2 a	2,00
	Colleto_3	46,6 a	46,6 a	0,00	49,8 a	0,00	46,6 a	0,00
	Colleto_4	42,3 b	33,2 ab	23,15	30,6 a	29,17	29,6 a	31,48

Wśród wszystkich testowanych substancji podstawowych, działanie fungistatyczne w stosunku do grzybni *Botrytis cinerea* zaobserwowano jedynie dla wyciągu z kory wierzby (Tabela 9 C). Wyciąg ten, zastosowany w stężeniach 1 i 10 ppm hamował wzrost grzybni szczepu Botr_cin1 w stopniu 78,67%. Dla stężenia 10 ppm zaobserwowano również zahamowanie wzrostu grzybni na poziomie 47,56% dla szczepu Botr_cin2, natomiast stężenie 100 ppm istotnie wpływało na zahamowanie wzrostu u wszystkich czterech badanych szczepów, a stopień ten wahał się od 70,67 do 88,89%, zależnie od badanego szczepu.

Wyciąg ze skrzypu polnego, stosowany w stężeniach 100 ppm, w niewielkim stopniu (7,41%) ograniczał wzrost grzybni *C. acutatum sl* tylko u jednego szczepu: Colleto_4 (Tabela 9 A).

Wyciąg z pokrzywy, zastosowany w stężeniach 1, 10 i 100 ppm w niewielkim stopniu ograniczał wzrost grzybni jedynie u jednego szczepu: Colleto_4 (Tabela 9 B).

Wyciąg z kory wierzby, w stężeniu 100 ppm istotnie ograniczał wzrost grzybni wszystkich badanych szczepów *C. acutatum sl*, a stopień ograniczenia wahał się od 6,5 do 78,54%, zależnie od szczepu (Tabela 9 C).

Olejek tymiankowy w niewielkim stopniu hamował wzrost grzybni *C. acutatum sl*, u trzech szczepów, gdy zastosowany w stężeniu 100 ppm, u dwóch szczepów, gdy zastosowany w stężeniu 10 ppm oraz u jednego szczepu, gdy zastosowany w stężeniu 1 ppm, natomiast stopień zahamowania wzrostu nie był istotny statystycznie (Tabela 9 D).

Olejek melisowy w niewielkim stopniu hamował wzrost grzybni *C. acutatum sl*, u trzech z czterech badanych szczepów *C. acutatum sl*: u dwóch szczepów we wszystkich zastosowanych stężeniach, a u szczepu Colleto_4 tylko w stężeniach 10 i 100 ppm, jednak stopień zahamowania w żadnym przypadku nie był istotny statystycznie (Tabela 9 E).

Olejek oregano w stężeniu 100 ppm istotnie hamował wzrost grzybni u wszystkich szczepów *C. acutatum sl*, a stopień zahamowania wzrostu grzybni wynosił od 21,46 do 38,43%. U trzech szczepów stopień zahamowania wzrostu dla stężenia 10 ppm był niewielki (13,5 –

23,15 %) i nieistotny statystycznie, a u dwóch szczepów niewielki wpływ hamujący miało także stężenie 1 ppm (1 – 14,16%, Tabela 9 F).

Olejek z mięty pieprzowej w bardzo niewielkim stopniu hamował wzrost grzybni *C. acutatum* sl, jedynie u jednego szczepu Colleto_3 efekt hamujący na poziomie 7,30 % wykazywało stężenie 100 ppm (Tabela 9 G). Dokładnie taki sam efekt obserwowano dla olejku lawendowego (Tabela 9 H).

Olejek jaśminowy, w stężeniach 10 i 100 ppm, istotnie hamował wzrost grzybni szczepu Colleto_4, natomiast szczepów Colleto_1 i Colleto_2 w niewielkim stopniu jedynie w stężeniu 100 ppm (Tabela 9 I).

Podsumowanie

Przeprowadzone badania stopnia zahamowania wzrostu grzybni *B. cinerea* i *C. acutatum* sl – patogenów borówki wysokiej pod wpływem olejków eterycznych i wyciągów roślinnych pozwoliły wykazać ich niewielki lub znikomy efekt fungistatyczny. Wśród badanych wyciągów jedynie wyciąg z kory wierzby, w stężeniu 100 ppm istotnie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów grzybów, natomiast spośród olejków istotny statystycznie, lecz procentowo niewielki efekt hamujący obserwowano dla olejków jaśminowego i oregano, głównie stosowanych w najwyższym stężeniu, jak również pewien niewielki efekt zaobserwowano dla olejku tymiankowego. Na podstawie tych wyników wybrano wyciąg z kory wierzby, olejek oregano, jaśminowy i tymiankowy do oceny biologicznej skuteczności w warunkach polowych.

PODZADANIE 5

Cel badań: określenie skuteczności wybranych olejków i substancji podstawowych w ograniczaniu występowania szarej pleśni i antraknozy na owocach borówki wysokiej.

Na podstawie wyników doświadczenia przeprowadzonego w podzadaniu 4, wytypowano substancję podstawową: wyciąg z kory wierzby oraz olejki: oregano, jaśminowy i tymiankowy do oceny ich biologicznej skuteczności w zwalczaniu szarej pleśni i antraknozy owoców borówki wysokiej odm. Bluecrop w warunkach polowych. Dodatkowo, zastosowano ester metylowy kwasu jasmonowego (JAMe). Doświadczenie przeprowadzono na jednej plantacji borówki wysokiej w układzie bloków losowanych. Przygotowano 2% mieszaniny wszystkich badanych preparatów w formie cieczy roboczej i zastosowano metodą opryskiwania roślin. Wykonano pięć zabiegów, w fazach: I. 10-50 % otwartych kwiatów, II. 90 % otwartych kwiatów, III. Początek wybarwiania się owoców, IV. i V. w czasie dojrzewania owoców. Ponieważ po pierwszym zabiegu w kombinacjach: 2 (olejek oregano), 3. (olejek tymiankowy) oraz 4. (olejek jaśminowy) zaobserwowano objawy fitotoksyczności na kwiatach borówki wysokiej (Rys. 35) stężenie tych olejków w mieszaninie roboczej w kolejnych zabiegach, czyli II-V, zostało zmienione na 0,2 %.



Rys.35. Objawy fitotoksyczności na kwiatach borówki po zastosowaniu olejku tymiankowego

Biologiczną skuteczność preparatów oceniano na podstawie liczby porażonych owoców na 100 zebranych owocach z poletka w 4 powtórzeniach (łącznie na 400 owocach) w porównaniu do kontroli (owoce nietraktowane) zebranych w trakcie trzech głównych zbiorów borówki wysokiej. W tym celu wizualnie zdrowe owoce przechowywano w temperaturze +4 °C, a w siódmej dobie ich przechowywania oceniano i liczono chore owoce. Następnie owoce przechowywano w temperaturze pokojowej, a po siedmiu dniach przechowywania wykonywano kolejną ocenę ich zdrowotności.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, którą dla danych wyrażonych w procentach przeprowadzono na wartościach przekształconych według funkcji Bliss. Istotność różnic między średnimi oceniano przy użyciu testu Newmana – Keulsa przy poziomie istotności 5%.

Tabela 10. Ocena skuteczności wyciągu z kory wierzby oraz olejków oregano, jaśminowego i tymiankowego oraz estru metylowego kwasu jasmonowego (JAMe) w zwalczaniu szarej pleśni oraz antraknozy na owocach borówki wysokiej po przechowywaniu w temperaturze pokojowej.

I zbiór (28.07.2021 r.)

Nr Kombinacji	Kombinacja	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność
1	Kontrola	0,00a	0,00a	55,25a		30,75a	
2	Olejek oregano	1,25a	0,00a	70,50a	0,0	10,00a	67,5
3	Olejek Tymiankowy	2,00a	0,00a	79,75a	0,0	5,00a	83,7
4	Olejek Jaśminowy	6,00a	0,00a	80,75a	0,0	7,00a	77,2
5	Wyciąg z kory wierzby	6,75a	0,25a	77,25a	0,0	4,00a	87,0
6	JAMe	0,00a	0,25a	54,00a	2,3	30,00a	2,4
II zbiór (5.08.2021 r.)							
Nr Kombinacji	Kombinacja	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność
1	Kontrola	0,00a	0,00a	48,75a		16,50b	
2	Olejek oregano	1,00a	0,00a	76,75b	0	9,75ab	40,9
3	Olejek Tymiankowy	0,25a	0,00a	80,25b	0	2,50a	84,8
4	Olejek Jaśminowy	13,75a	0,00a	73,75b	0	0,75a	95,5
5	Wyciąg z kory wierzby	13,00a	0,00a	77,50b	0	0,00a	100,0
6	JAMe	4,25a	0,00a	82,00b	0	11,50ab	30,3
III zbiór (12.08.2021 r.)							

Nr Kombinacji	Kombinacja	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w chłodni	Procent owoców z antraknozą po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność	Procent owoców z szarą pleśnią po przechowywaniu w temp. pokojowej	Skuteczność
1	Kontrola	4,75a	0,00a	73,75a		3,75a	
2	Olejek oregano	10,00ab	0,00a	81,00a	0	0,25a	93,3
3	Olejek Tymiankowy	16,50ab	0,00a	69,75a	5,4	0,00a	100
4	Olejek Jaśminowy	18,25ab	0,00a	73,00a	1,0	0,00a	100
5	Wyciąg z kory wierzby	23,25b	0,00a	69,00a	6,4	0,00a	100
6	JAMe	19,25ab	0,00a	70,00a	5,1	7,50a	0

Podczas pierwszej oceny, czyli w 7 dobie przechowywania owoców w chłodni po każdym z trzech zbiorów procent owoców z szarą pleśnią oraz antraknozą w kombinacji nietraktowanej był niewielki lub zerowy, dlatego też nie można było stwierdzić jaka jest skuteczność badanych preparatów w zwalczaniu tych chorób (Tabela 10). Podczas drugiej oceny, którą przeprowadzano na owocach przechowywanych przez kolejnych 7 dni temp. pokojowej, nasilenie antraknozy na owocach nietraktowanych było bardzo wysokie (powyżej 48,75 %, Rys. 36), natomiast liczba owoców pochodzących z kombinacji traktowanych testowanymi preparatami była najczęściej większa niż w kombinacji kontrolnej (po I i II zbiorze), co przełożyło się na brak skuteczności testowanych preparatów. Po III zbiorze zaobserwowano jednak niewielką skuteczność preparatów w ograniczaniu rozwoju choroby, na poziomie od 1% (olejek jaśminowy) do 6,4 % (wyciąg z kory wierzby). Ze względu na szybki rozwój antraknozy na przechowywanych w cieple owocach, udział szarej pleśni w puli 100 przechowywanych owoców był niewielki (od 3,75 do 30,75 % owoców w kombinacji kontrolnej). Podczas drugiej oceny, po każdym z trzech zbiorów, skuteczność testowanych preparatów w ograniczaniu rozwoju szarej pleśni wahała się od niskiej (0%) do bardzo wysokiej (100%). Najniższą skuteczność wykazywał ester metylowy kwasu jasmonowego (średnia z trzech zbiorów: 10,9 %), potem wyższą olejek oregano (średnio 67,2%), kolejno olejek tymiankowy (średnio

89,5%), olejek jaśminowy (średnio 90,9%) i najwyższą wyciąg z kory wierzby (średnio 95,7%).



Rys. 36. Owoce borówki z objawami antraknozy (łososiowe wycieki zarodników) oraz szarej pleśni (szary nalot grzybni) w 7 dobie przechowywania w temp. pokojowej.

Podsumowanie

Ocena biologicznej skuteczności wyciągu z kory wierzby, olejków oregano, tymiankowego i jaśminowego oraz estru kwasu jasmonowego wykazała ich bardzo niską skuteczność w ograniczaniu antraknozy na przechowywanych owocach, natomiast ich skuteczność w ograniczaniu szarej pleśni – przy niskim nasileniu szarej pleśni - wahała się od niskiej (ester metylowy kwasu jasmonowego) do wysokiej (wyciąg z kory wierzby). Nie można jednak pominąć faktu, że wszystkie badane olejki powodowały fitotoksyczność na kwiatach opryskiwanych roślin.

PODZADANIE 6:

Cel badań: Ocena zagrożenia plantacji ekologicznych borówki wysokiej ze strony patogenów grzybowych

W bieżącym roku przeprowadzono monitoring 9 ekologicznych plantacji borówki wysokiej pod kątem występowania patogenów grzybowych. Materiał do badań stanowiły liście, pędy i owoce wykazujące odpowiednio objawy plamistości, zamierania i gnicia. W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono izolację czynników sprawczych z materiału roślinnego na standardową pożywkę ziemniaczano-glukozową PDA. Uzyskane kultury identyfikowano na podstawie ich cech morfologicznych oraz przy użyciu techniki PCR. Produkty reakcji PCR

były sekwencjonowane i porównywane z sekwencjami dostępnymi w bazie danych GenBank, co pozwoliło na klasyfikację uzyskanych grzybów do gatunków. W tabeli 11 zestawiono wyniki identyfikacji morfologicznej i molekularnej grzybów patogenicznych wyizolowanych z borówki wysokiej.

Tabela. 11 Wyniki identyfikacji patogenów grzybowych wyizolowanych z porażonych pędów, liści i owoców borówki wysokiej uprawianej w systemie ekologicznym

Miejsce pobierania próbek materiału roślinnego	Fragment rośliny, z którego wykonywano izolację		
	liście	pędy	owoce
Ochoża (lubelskie)	<i>Septoria albopunctata</i>	<i>Alternaria infectoria</i> <i>Botryosphaeria dothidea</i> <i>Diaporthe eres</i>	<i>Alternaria infectoria</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Colletotrichum acutatum</i> sensu lato
Henryków (dolnośląskie)	<i>Septoria albopunctata</i>	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Alternaria infectoria</i>	
Narty (łódzkie)	<i>Septoria albopunctata</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Colletotrichum acutatum</i> sensu lato
Luciejów (łódzkie)	<i>Alternaria infectoria</i>		
Bratoszewice (łódzkie)		<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Colletotrichum acutatum</i> sensu lato <i>Botrytis cinerea</i>
Nowe Lipiny (mazowieckie)	<i>Alternaria infectoria</i>	<i>Alternaria infectoria</i>	
Siemiatycze (podlaskie)	<i>Pestalotiopsis clavispora</i>	<i>Pestalotiopsis clavispora</i>	
Rykały (mazowieckie)		<i>Pestalotiopsis clavispora</i>	
Mszadla (łódzkie)	<i>Septoria albopunctata</i>	<i>Alternaria infectoria</i>	

Na plantacjach ekologicznych borówki wysokiej w bieżącym roku obserwowano duże nasilenie białej plamistości liści powodowanej przez grzyb *Septoria albopunctata*. Drugim czynnikiem sprawczym chorób liści był gatunek *Alternaria infectoria*. W jednej z lokalizacji na liściach stwierdzono obecność grzyba *Pestalotiopsis clavispora*, który jest głównie sprawcą nekroz i zamierania pędów borówki wysokiej. Gatunek ten wyizolowano także z nekroz powstałych na pędach pochodzących z roślin z tej samej plantacji oraz plantacji zlokalizowanej w województwie mazowieckim. Z porażonych pędów wyizolowano również grzyby *A. infectoria*, *B. cinerea*, *Botryosphaeria dothidea* i *D. eres* (Rys. 37). Wszystkie wymienione gatunki są znanymi patogenami borówki wysokiej, wywołującymi choroby pędów. Sprawcami gnicia owoców były głównie grzyby z rodzaju *Colletotrichum* (Rys. 37), w mniejszym stopniu gatunki *B. cinerea* i *A. infectoria*.

Podsumowanie

Obserwowane objawy na pędach czy liściach borówki wysokiej wystąpiły w niewielkim nasileniu i nie stanowiły dużego zagrożenia dla jakości i wielkości plonu. Grzyby powodujące gnicie owoców podczas zbiorów również występowały w niewielkim nasileniu (0-2%), natomiast dużo większy problem powodowały podczas przechowywania i obrotu owoców. Masowe gnicie, powodowane przez *C. acutatum* sl oraz *B. cinerea* obserwowano szczególnie wtedy, gdy w okresie około zbiorczym były opady.



Rys. 37. Sadzonka borówki wysokiej z objawami zamierania pędów powodowanymi przez *D. eres*.

Metody ochrony borówki wysokiej przed szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) w ekologicznym systemie produkcji

Grzyb *B. cinerea*, sprawca szarej pleśni, występuje na wielu plantacjach borówki wysokiej powodując najczęściej zamieranie wierzchołków pędów, zasychanie kwiatów i gnicie owoców (Rys 38.). Nasilenie objawów choroby zależy od warunków pogodowych, wielkości źródła infekcji oraz podatności odmiany.



Rys 38. Zamieranie wierzchołka pędu, zamieranie kwiatów i gnicie owoców spowodowane przez grzyb *B. cinerea*.

Pierwsze objawy, w postaci brunatnienia i zakrzywiania niezdrewniałych wierzchołków pędów, obserwowane są wiosną. Grzyb przerasta następnie w dół pędu, powodując jego zamieranie. W późniejszym okresie porażone pędy stają się srebrzystoszare. W czasie kwitnienia dochodzi do porażenia kwiatów lub całych kwiatostanów, które brunatnieją i zasychają. W warunkach wysokiej wilgotności powietrza z porażonych części okwiatu grzyb może przerastać do zielonego owocu, powodując powstawanie suchej, brązowej nekrozy. Najczęściej zmiany chorobowe obserwowane są na owocach dojrzałych, gdyż ich podatność wzrasta w miarę ich dojrzewania. Owoce gniją, zwłaszcza w okresie przedzbiorczym oraz w trakcie obrotu handlowego i przechowywania.

Przy silnym porażeniu objawy choroby mogą wystąpić także na liściach w postaci dużych, nekrotycznych, brunatnych plam.

Na powierzchni porażonych organów, w warunkach wysokiej wilgotności powietrza, pojawia się biała, puszysta grzybnia oraz szary, pylący nalot trzonków konidialnych z zarodnikami konidialnymi.

Monitoring

Obserwacje w okresie wiosennym należy prowadzić pod kątem występowania zamierania wierzchołków pędów. Pędy z objawami choroby należy wycinać i usuwać z plantacji. Porażenie powyżej 5% pędów świadczy o dużym źródle infekcji stanowiącym zagrożenie dla rozwijających się kwiatów i wskazuje na konieczność przeprowadzenia zabiegów

ochrony w czasie kwitnienia, zwłaszcza w czasie deszczowej pogody. Kolejną obserwację należy wykonać tuż po kwitnieniu, w celu określenia nasilenia zamierania kwiatostanów. Porażenie powyżej 5% kwiatów wskazuje na konieczność kontynuacji ochrony w okresie wzrostu owoców. W czasie zbioru należy ocenić nasilenie szarej pleśni na owocach licząc

gnijące jagody w próbie 4 x 100 sztuk. Przy porażeniu powyżej 3% owoców nie powinny one być przechowywane, ani nie powinny pozostawać zbyt długo w obrocie handlowym, ponieważ istnieje ryzyko ujawnienia się infekcji ukrytej i gnicia owoców (tzw. gnicia gniazdowego).

Środki ochrony dopuszczone do ograniczania szarej pleśni borówki wysokiej w produkcji ekologicznej

Aktualnie do ochrony przed szarą pleśnią na borówce wysokiej dopuszczone są preparaty zawierające antagonistyczne grzyby (*Pythium oligandrum* – Polyversum, *Aureobasidium pullulans* - Botector) lub bakterie (*Bacillus subtilis* – Serenade ASO, *Bacillus amyloliquefaciens* – Serifel). Środki te stosuje się zapobiegawczo od początku kwitnienia do końca fazy zaawansowanego dojrzewania owoców, przy czym preparat Serifel może być stosowany wyłącznie w uprawach pod osłonami.

Praktyki uprawowe

Cięcie prześwietlające

Regularnie wykonywane cięcie prześwietlające zapewnia lepszą cyrkulację powietrza, a tym samym szybsze osuszanie roślin po deszczu. Prawidłowe cięcie nie tylko wpływa na mikroklimat mniej sprzyjający rozwojowi grzyba, ale również wpływa dodatnio na skuteczność ewentualnych oprysków.

Cięcie fitosanitarne

W przypadku wystąpienia objawów choroby, w celu ograniczenia źródła infekcji należy wycinać porażone pędy z zapasem zdrowej tkanki.

Podczas wykonywania cięcia bardzo ważna jest okresowa sterylizacja sekatorów, najlepiej przy użyciu lizolu, który jest bardziej bezpieczny dla powierzchni ostrzy niż podchloryn sodu.

Wycięte pędy należy usuwać niezwłocznie z plantacji. Pozostawienie takich pędów blisko uprawy prowadzi w prosty sposób do zwiększenia inokulum grzyba.

Podłoże

Regulacja zachwaszczenia poprzez staranne pielenie czy stosowanie agrowłóknin w rzędach, a także częste koszenie trawy w międzyrzędziach zapewnia lepszą cyrkulację powietrza, a tym samym szybsze osuszanie roślin po deszczu.

Nawadnianie

Nawadnianie powinno być przeprowadzane w optymalny sposób, najlepiej z zastosowaniem linii kroplujących, polegając na wskazaniom tensjometru. Zapobiega to zużywaniu nadmiernej ilości wody i nie powoduje nadmiernego wzrostu wilgotności gleby i powietrza.

Zbiory

Zbiory owoców powinny być przeprowadzane najczęściej jak to możliwe i tak zorganizowane, żeby nie pozostawić dojrzałych owoców na krzewach. Owoce z objawami szarej pleśni powinny być zbierane do osobnych pojemników i utylizowane np. poprzez głębokie zakopanie w ziemi. Zebrane zdrowe owoce powinny jak najszybciej schłodzone, co ogranicza rozwój patogena na przechowywanych owocach.

Literatura

Kaiser, C. and M. Ernst. (2020). Organic Blueberries. CCD-CP-13. Lexington, KY: Center for Crop Diversification, University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment. Available:<http://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu/ccd/files/organicblueberries.pdf>

Strik, Bernadine. (2014). Organic blueberry production systems - Advances in research and industry. Acta horticulturae. 1017. 257. 10.17660/ActaHortic.2014.1017.33.

Metody ochrony borówki wysokiej przed antraknozą (*Colletotrichum acutatum sensu lato*) w ekologicznym systemie produkcji

Grzyby z rodzaju *Colletotrichum* występujące na borówce wysokiej, szczególnie *C. acutatum sensu lato* czy *C. fiorinae* są polifagami, a zatem występują na szerokim zakresie roślin gospodarzy. Jako patogeny borówki wysokiej, występują powszechnie w rejonach uprawy tego gatunku, w tym w Polsce.

Wiosną podczas infekcji patogen wnika przez otwarte kwiaty, a następnie pozostaje w fazie utajonej, aż do momentu osiągnięcia przez owoce pełnej dojrzałości. Pierwszymi objawami jest zwykle mięknienie i lekkie zapadanie się skórki, prowadzące do deformacji owoców. Podczas cieplej pogody i w warunkach wysokiej wilgotności powietrza, porażone owoce pokrywają się łośosiowymi wyciekami zarodników grzyba, co jest typowym objawem antraknozy owoców. Choroba powoduje największe straty w okresie przechowywania i transportu owoców: porażone bezobjawowo owoce wówczas masowo gniją, tracąc wartość handlową (Rys.37). W lata z dużą ilością deszczu straty plonu mogą być znaczne.

Objawy porażenia przez grzyby z rodzaju *Colletotrichum* mogą występować także w postaci nekrotycznych plam na liściach oraz nekroz na pędach.

Terminy lustracji

Obserwacje w okresie wiosennym należy prowadzić pod kątem występowania zmian nekrotycznych na pędach. Pędy z nekrozami powodowanymi przez *Colletotrichum* spp. należy wycinać i usuwać z plantacji. Porażenie powyżej 5% pędów świadczy o dużym źródle infekcji stanowiącym zagrożenie dla rozwijających się kwiatów i wskazuje na konieczność zastosowania ochrony w czasie kwitnienia, zwłaszcza w czasie deszczowej pogody. Kolejną obserwację należy wykonać tuż po kwitnieniu, w celu określenia nasilenia zamierania kwiatostanów. Porażenie powyżej 5% kwiatów wskazuje na konieczność kontynuacji ochrony w okresie wzrostu owoców. W czasie zbioru należy ocenić nasilenie antraknozy na owocach licząc gnijące jagody w próbie 4 x 100 sztuk. Przy porażeniu powyżej 3% owoców nie powinny one być przechowywane, ani nie powinny pozostawać zbyt długo w obrocie handlowym, ponieważ istnieje ryzyko ujawnienia się infekcji ukrytej i masowego gnicia owoców.

Profilaktyka

Ochrona przed antraknozą w warunkach uprawy ekologicznej jest ograniczona jedynie do jednego zarejestrowanego preparatu biologicznego: *Polyversum* zawierającego oospory lęgniowca *Pythium oligandrum*. Preparat należy stosować w okresie od początku kwitnienia aż do zbioru owoców, maksymalnie 4 razy w odstępach co 7 dni. Jednak w warunkach sprzyjających infekcjom *Colletotrichum* spp. ochrona zapewniana przez środek biologiczny może być niewystarczająca.

Praktyki uprawowe

Ponieważ grzyb może przenosić się wraz z bezobjawowo porażonym materiałem roślinnym, niezwykle ważna jest dbałość o zdrowotność materiału nasadzeniowego. W przypadku wystąpienia objawów choroby, w celu ograniczenia źródła infekcji należy wycinać i niszczyć porażone pędy oraz usuwać z plantacji gnijące i zmumifikowane owoce. Należy unikać deszczowania plantacji, gdyż taki typ nawadniania sprzyja rozprzestrzenianiu się zarodników grzybów oraz infekcjom między roślinami a także w obrębie jednej rośliny. W celu ograniczenia gnicia owoców ważne jest szybkie ich schładzanie po zbiorze.

Literatura:

Wharton, P. S., & Schilder, A. C. (2008). Novel infection strategies of *Colletotrichum acutatum* on ripe blueberry fruit. *Plant Pathology*, 57(1), 122-134.

Yoshida, S., Tsukiboshi, T., Shinohara, H., Koitabashi, M., & Tsushima, S. (2007). Occurrence and development of *Colletotrichum acutatum* on symptomless blueberry bushes. *Plant Pathology*, 56(5), 871-877.