

Monitoring wpływu ochrony roślin na owady zapylające



Autor / kierownik zadania: mgr Mikołaj Borański

Kierownik Zakładu Pszczelnictwa: dr hab. Małgorzata Bieńkowska, prof. IO

Wykonawcy: Zakład Pszczelnictwa, Zakład Badania Bezpieczeństwa Żywności
Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach

Opracowanie przygotowano w ramach **dotacji celowej 2021** finansowanej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, **zadanie 6.5.** „Monitoring wpływu ochrony roślin na owady zapylające”.



MINISTERSTWO
**ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI**

Puławki 2021

Wykonawcy zadania 6.5:

mgr Mikołaj Borański
dr Artur Miszczak
dr hab. Dariusz Gerula
dr hab. Małgorzata Bieńkowska, prof. IO
dr hab. Zbigniew Kołtowski, prof. IO
dr Beata Panasiuk
mgr Paweł Węgrzynowicz
mgr Aleksandra Splitt
mgr Aneta Porębska
mgr Krzysztof Rudziński
mgr inż. Ewelina Szustakowska
Tomasz Białek
Ryszard Jemioła
Ewa Kołtowska
Martyna Strojna
Ewa Skwarek
Agnieszka Trocha

Spis treści

1. Wstęp.....	4
2. Cel badań	5
2. Materiały i metody badań	6
3. Wyniki badań	13
4. Podsumowanie.....	25
5. Literatura.....	25

1. Wstęp.

Około 78% gatunków roślin w szerokości geograficznej, w której leży Polska, jest zapylanych przez owady. Wspólna ewolucja roślin kwiatowych i owadów, zaowocowała wytworzeniem – zarówno w kwiatach jak i u odwiedzających je owadów – szeregu przystosowań do jak najbardziej efektywnego zapylania roślin oraz do uzyskiwania przez owady nagrody w postaci pyłku (pokarm białkowy) i nektaru (pokarm energetyczny). Przenosząc pyłek, w obrębie jednego gatunku, z pręcików jednego kwiatu na znamię słupka drugiego, owady doprowadzają do zapylenia krzyżowego, które, nawet u roślin wysoce samopłodnych, powoduje wzrost plonu nasion i owoców oraz ich lepszą jakość. Zapylenie kwiatów roślin uprawnych jest więc jednym z najważniejszych, a jednocześnie najtańszym czynnikiem plonotwórczym (Borański i inni 2019). Proces ten często przebiega bez ingerencji plantatora, a czasem i jego wiedzy.

W Polsce uprawia się około 60 gatunków roślin, których plony uzależnione są od zapylania przez owady. Do najważniejszych można zaliczyć rośliny sadownicze, rzepak, grykę oraz wiele gatunków zielarskich i warzyw, a w szczególności ich plantacje nasienne. Wśród owadów, największe znaczenie w zapylaniu odgrywają pszczoły, do których poza pszczolą miodną, należą także pszczoły dziko żyjące – trzmiele oraz pszczoły samotnice. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) ocenia, że spośród 100 gatunków roślin, stanowiących źródło 90% żywności na świecie, aż 71 to gatunki zapylane właśnie przez te owady. Roczne zyski z ich działalności dla gospodarki światowej szacuje się na około 153 mld € (Gallia i inni 2008) – 265 mld € (Lautenbach i inni 2012). Pszczoły są więc najważniejszą ekonomicznie grupą zapylaczy na świecie, od której zależy około 1/3 światowej produkcji żywności (Klein i inni 2007).

Jabłoń (*Malus domestica* Borkh.) jest najważniejszą i najszerzej uprawianą rośliną sadowniczą w Polsce. Według FAO, Polska w 2018 roku była pierwszym w Unii Europejskiej, a trzecim na świecie producentem jabłek, z roczną produkcją około 3 mln ton (FAOStat). Areał sadów jabłoniowych w 2019 roku wyniósł około 176 tys. ha (Niszczoła i inni 2020). Uprawy polowe i sadownicze zapylane są najczęściej przez pszczoły miodne z okolicznych pasiek, rzadko zaś z rodzin specjalnie w tym celu przywiezionych na plantację. Problemy z wynajmem pszczół miodnych do zapylania wynikają między innymi z faktu, że pszczelarze chętniej wywożą pasieki tam, gdzie mogą uzyskać duży wziętek miodu, np. na plantacje rzepaku. Dlatego też w ostatnich latach coraz częściej do zapylania sadów wykorzystuje się u nas krajowe gatunki dzikich owadów z nadrodziny pszczół. Przykładem zastosowania dzikich zapylaczy jest wprowadzenie muraki ogrodowej do zapylania upraw sadowniczych. Polska jest krajem o najwyższym wykorzystaniu tego gatunku w sadach produkcyjnych w Europie. Podobnie trzmiele (m.in. trzmiel ziemny) znajdują zastosowanie w zapylaniu różnych gatunków sadowniczych (np. jabłonie, śliwy, grusze). Wykorzystanie dzikich pszczołokszałtnych jako zapylaczy upraw w praktyce jest uzależnione od możliwości ich chowu na dużą skalę. Murarka ogrodowa oraz trzmiel ziemny, dzięki dobrze poznanej biologii i opracowanych metodach chowu, stały się ważnym uzupełnieniem dla pszczoły miodnej w zapylaniu upraw sadowniczych.

W naukowych doniesieniach z całego świata mówi się o stale malejącej liczbie owadów z nadrodziny pszczoł, a także o zaniku niektórych gatunków na ogromnych obszarach (Potts i inni 2010, 2015; Powney i inni 2019; Sanchez-Bayo i Wyckhuys 2019. Zattara i Aizen 2021). Wpływ na to między innymi intensyfikacja rolnictwa, czego przejawem są ogromne areale monokulturowych upraw intensywnie chronionych chemicznie. Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest uznawane za jedną z głównych przyczyn spadku liczebności zapylaczy (Brown i inni 2016; Le Féon i inni 2010; Klefodimos i inni 2021; Sánchez-Bayoa i Wyckhuys 2019). Stąd konieczne jest monitorowanie wpływu środków ochrony roślin na owady zapylające.

2. Cel badań.

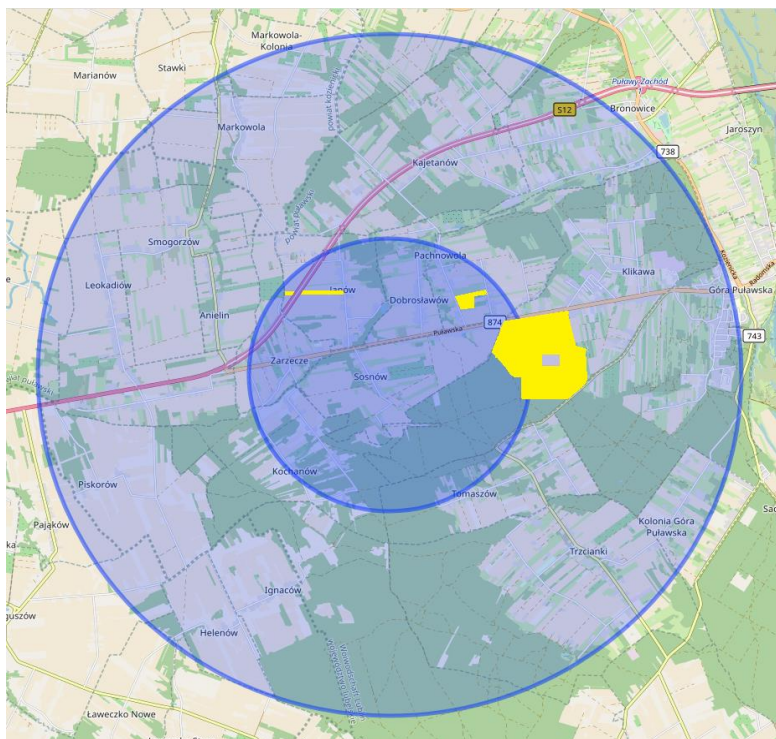
Określenie wpływu chemicznej ochrony roślin na owady zapylające – monitorowanie tego zjawiska, w przyszłości może ułatwić wypracowanie strategii ograniczania ryzyka dla tych owadów.

3. Materiały i metody.

Do monitoringu stosowania środków ochrony wytypowano sady jabłoniowe (*Malus domestica* Borkh) prowadzone w konwencjonalnej uprawie w dwóch miejscowościach: Sosnów – gmina Puławy, powiat puławski – 12 ha; Zarzecze – gmina Puławy, powiat puławski – 10 ha, a jako powierzchnię kontrolną ekologiczny sad jabłoniowy w miejscowości Zastawie – gmina Urszulin, powiat włodawski – 5 ha. W okolicy stacjonowania pasiek badawczych przeprowadzono wizję lokalną i zmapowano uprawy rzepaku ozimego – największego towarowego pożytku wiosennego (Ryc. 1; Ryc. 2; Ryc. 3). Uprawa rzepaku może odciągać pszczoły od sadów jabłoniowych, a także jako roślina silnie chroniona chemicznie mieć potencjalnie duży wpływ na obecność pozostałości, w produktach pszczelich, stosowanych środków ochrony roślin.



Ryc. 1. Umieszczenie pasieki kontrolnej (sad ekologiczny – Zastawie) wraz z zaznaczonymi polami rzepaku. Ciemniejszy okrąg – efektywny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (2 km); jaśniejszy okrąg – maksymalny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (5 km).



Ryc. 2. Umieszczenie pasieki w sadzie konwencjonalnym (Sosnów) wraz z zaznaczonymi polami rzepaku. Ciemniejszy okrag – efektywny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (2 km); jaśniejszy okrag – maksymalny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (5 km).



Ryc. 3. Umieszczenie pasieki w sadzie konwencjonalnym (Zarecze) wraz z zaznaczonymi polami rzepaku. Ciemniejszy okrag – efektywny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (2 km); jaśniejszy okrag – maksymalny zasięg lotu robotnic pszczoły miodnej (5 km).

W każdej z trzech lokalizacji postawiono zakupione rodziny pszczoły (*Apis mellifera*) i rodzinki trzmieli (*Bombus terrestris*) (po 10 na lokalizację) oraz prowadzono chów murarki ogrodowej (*Osmia bicornis*) – 1000 kokonów na lokalizację. Kokony murarki, wraz z konstrukcją i materiałem gniazdowym (trzcinowe rurki o długości 15 cm i $\varnothing$ 6-10 mm) oraz rodziny trzmiela przywieziono przed kwitnieniem sadów. Rodziny pszczoły miodnej przywieziono na plantacje tuż przed pełnią kwitnienia (10% otwartych kwiatów).

Przybytki wziętku w ulach i aktywność lotną pszczoły miodnej rejestrowano przy użyciu pasiecznych urządzeń monitorujących wyposażonych w system zdalnego przesyłania danych (wagi, liczniki wejścia/wyjścia) – *i-bee* system. Podczas trwania badań polowych siłę i dynamikę rozwoju rodzin pszczelich oceniano metodą Liebefeld (Imdorf i Gerig 2001; Delaplane i inni 2013) w trzech terminach:

I – w momencie wywiezienia rodzin na plantacje,

II – 3 tygodnie po I pomiarze,

III – 3 tygodnie po II pomiarze.

W przypadku murarki ogrodowej monitorowane były następujące parametry: stopień wylęgu pszczoł z kokonów oraz zasiedlenie materiałów gniazdowych. Po zakończeniu sezonu wegetacyjnego zasiedlone materiały gniazdowe przetransportowano do laboratorium gdzie oceniono przyrost populacji (wyrażony stosunkiem liczby otrzymanych kokonów do liczby wystawionych kokonów) oraz sukces reprodukcyjny na poszczególnych stanowiskach badawczych.

Z gniazd pszczoły miodnej, trzmiela ziemnego i murarki ogrodowej pod koniec kwitnienia sadów jabłoniowych (24.05.2021 r.) pobrano materiał w celu przeprowadzenia oceny pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu (Tab. 1) próby pobierano z połowy losowo wybranych rodzin stojących na każdej powierzchni badawczej. W celu weryfikacji źródła pochodzenia pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu, od sadowników prowadzących konwencjonalne uprawy jabłoni uzyskano plan obserwacji kontrolnych i rejestr zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin.

Tabela 1. Wykaz materiału pobranego na badanie pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu.

Gatunek	Rodzaj próby	Liczba prób – ogółem
Pszczoła miodna	Pyłek	15
	Pierzga	15
	Wosk	15
	Miód	15
	Nakrop	15
Trzmiel ziemny	Pyłek	15
	Nakrop	15
	Wosk	9
Murarka ogrodowa	Pyłek	9

Obecność pozostałości środków ochrony roślin w zebranym materiale oceniano wg znormalizowanej metody PN-EN 15662:2018-06 "Żywność pochodzenia roślinnego. Multimetoda do oznaczania pozostałości pestycydów z zastosowaniem analizy opartej na GC i LC po ekstrakcji/podziale acetonitrylem i oczyszczaniu metodą dyspersyjnej SPE. Metoda modułowa QuEChERS". Próbkę stałą rozdrabniano i mielono w suchym lodzie, do uzyskania homogenicznego materiału do dalszych badań. W przypadku próbki ciekłej (nakrop, miód), materiał poddawano jedynie mieszaniu. Następnie pobierano 10g próbki, do której dodawano 10 ml acetonitrylu, siarczan magnezu, chlorek sodu i bufor cytrynianowy. Całość intensywnie wytrząsano, a następnie odwirowywano. Warstwę organiczną (acetonitrylową) w ilości ok. 2 ml przenoszono do probówek typu Eppendorf, do których dodawano absorbent PSA, w celu dodatkowego doczyszczania próbki oraz siarczan magnezu, w celu pozbycia się resztek wody. Po ponownym wytrząsaniu i odwirowaniu próbkę rozlewano do naczynek chromatograficznych do bezpośrednich analiz pestycydów przy użyciu chromatografu gazowego (GC) i cieczowego (LC) wyposażonych w podwójne detektory masowe (GC-MS/MS i LC-MS/MS). Zakres analiz pozostałości metodą GC-MS/MS obejmował 280 związków (Tab. 2a). Zakres analiz pozostałości metodą LC-MS/MS obejmował 224 związki (Tab. 2b). Wyniki analiz porównano z normami maksymalnych dopuszczalnych poziomów pozostałości (NDP) wymienionymi w rozporządzeniu (WE) nr 396/2005, z uwzględnieniem niepewności wyniku na poziomie 50% (SANTE/12682/2019).

Tabela 2a. Wykaz pestycydów i ich dolnych granic oznaczalności (DGO - mg/kg) – GC-MS/MS

Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg
1.	Acetochlor	0,005	71.	Deltametryna	0,005	141.	Fluchloralinalina	05	211.	Oksyfluorfen	0,005
2.	Akrynatryna	0,005	72.	Demeton-S	0,005	142.	Flucytrynat	05	212.	Paklobutrazol	0,005
3.	Alachlor	0,005	73.	Desmetryna	0,005	143.	Fludioksonil	05	213.	Paration	0,005
4.	Aldryna	0,001	74.	Dialifos	0,005	144.	Flumetralina	05	214.	Paration metylowy	0,005
5.	Alletryna	0,005	75.	Diazynon	0,005	145.	Flumioksazyne	1	215.	Pencykuron	0,005
6.	Ametryna	0,005	76.	Dichlobenil	0,005	146.	Fluorodifen	05	216.	Pendimetalina	0,005
7.	Aminokarb	0,005	77.	Dichlobutrazol	0,005	147.	Fluotrimazol	05	217.	Penflufen	0,01
8.	Antrachinon	0,005	78.	Dichlofention	0,005	148.	Flurtamon	1	218.	Penkonazol	0,005
9.	Atrazyna	0,005	79.	Dichlofluanid	0,005	149.	Flusilazol	05	219.	Pentachloroanilina	0,01
10.	Azokonazol	0,005	80.	Dichlorfos	0,005	150.	Flutriafof	05	220.	Permetryna	0,005
11.	Azynofos etylowy	0,005	81.	3,5-Dichloroanilina	0,005	151.	Fluwalinat	05	221.	Pertan	0,005
12.	Azynofos metylowy	0,005	82.	2,6-Dichlorobenzamid	0,01	152.	Folpet	05	222.	Petoksamid	0,01
13.	Azoksystrobina	0,005	83.	p,p-Dichlorobenzofenon	0,005	153.	Fonofos	05	223.	Pikoksystrobina	0,005
14.	Beflubutamid	0,005	84.	Dieldryna	0,001	154.	Forat	05	224.	Pikolinafen	0,005
15.	Benalaksyl	0,005	85.	Dietofenkarb	0,005	155.	Forat, siarczan	1	225.	Piperofos	0,005
16.	Benfluralina	0,005	86.	Difenokonazol	0,005	156.	Forat, sulfotlenek	05	226.	Piperonil butoksyd	0,005
17.	Benfurakarb	0,005	87.	Difenylloamina	0,005	157.	Formotion	05	227.	Piraklostrobina	0,005
18.	Bifenazat	0,005	88.	Dikloran	0,005	158.	Fosalon	05	228.	Pirazofos	0,005
19.	Bifenoks	0,005	89.	Dikofol	0,005	159.	Fosfamidon	05	229.	Pirochilon	0,005
20.	Bifentryna	0,005	90.	Dimetachlor	0,005	160.	Fosmet	05	230.	Pirydaben	0,005
21.	Bifenyl	0,005	91.	Dimetoeat	0,005	161.	Ftalimid	05	231.	Pirymetanil	0,005
22.	Bitertanol	0,005	92.	Dimetomorf	0,005	162.	Furalaksyl	05	232.	Piryminyfos etylowy	0,01
23.	Boskalid	0,005	93.	Dimetylochlorotal	0,005	163.	Furatiokarb	05	233.	Piryminyfos metylowy	0,005
24.	Bromfenwinfos	0,005	94.	Dimoksystrobina	0,005	164.	Halfenproks	05	234.	Piryminykarb	0,005
25.	Bromocykden	0,005	95.	Dinikonazol	0,005	165.	alfa-HCH	05	235.	Piryminykarb, desmetyl	0,005
26.	Bromofos etylowy	0,005	96.	Dinitramina	0,01	166.	beta-HCH	05	236.	Piryproksyfen	0,005
27.	Bromofos metylowy	0,005	97.	Dinobuton	0,01	167.	HCB	01	237.	Procyimidon	0,005
28.	Bromopropylat	0,005	98.	Dioksabenzofos	0,005	168.	Heksakonazol	05	238.	Profam	0,005
29.	Bupirymat	0,005	99.	Dioksakarb	0,005	169.	Heptachlor	01	239.	Profenos	0,005
30.	Buprofezyne	0,005	100.	Dioksation	0,005	170.	-trans-epoksyd	025	240.	Profluralina	0,005
31.	Butachlor	0,005	101.	Disulfoton	0,001	171.	-cis-epoksyd	025	241.	Prometon	0,005
32.	Butafenacyl	0,005	102.	Ditalimfos	0,005	172.	Heptenofos	05	242.	Prometryna	0,005
33.	Butylat	0,005	103.	DMST	0,005	173.	Imazalil	05	243.	Propyzamid	0,005
34.	Chinalfos	0,005	104.	Dodemorf	0,005	174.	Ipodion	05	244.	Propachlor	0,005
35.	Chinoksifen	0,005	105.	Edifenfos	0,005	175.	Ipobenzos	05	245.	Propargit	0,005
36.	Chinometoniat	0,005	106.	alfa-Endosulfan	0,005	176.	Izofenfos etylowy	05	246.	Propazyna	0,005
37.	Chlomezon	0,005	107.	beta-Endosulfan	0,005	177.	Izofenfos metylowy	05	247.	Propetamfos	0,005
38.	Chlorbenzyd	0,005	108.	Endosulfan, siarczan	0,005	178.	Izokarbofos	05	248.	Propikonazol	0,005
39.	Chlordan	0,01	109.	Endryna	0,0025	179.	Jodofenfos	05	249.	Protiofos	0,005
40.	Chlorfenapyr	0,005	110.	EPN	0,005	180.	Kaptafol	05	250.	Protiokonazol, destio	0,005
41.	Chlorfenoson	0,005	111.	Epoksykonazol	0,005	181.	Kapton	05	251.	Pyretryny	0,05
42.	Chlorfenwinfos	0,005	112.	Esfenwalerat	0,005	182.	Karbaryl	05	252.	Pyrifenoks	0,005
43.	Chlorobenzylat	0,005	113.	Etakonazol	0,005	183.	Karboksyna	05	253.	Resmetryna-cis	0,005
44.	Chlorobufam	0,005	114.	Etalfluralina	0,005	184.	Klodynafof propargil	05	254.	Spiromesifen	0,005
45.	Chloromefos	0,005	115.	Etion	0,005	185.	Krezoksym metylowy	05	255.	Sulfotep	0,005
46.	Chloropirifos	0,005	116.	Etofenproks	0,005	186.	Krymidyna	05	256.	Symazyna	0,01
47.	Chloropirifos metylowy	0,005	117.	Etofumezat	0,005	187.	Kumafos	05	257.	Tebufenpirad	0,005
48.	Chloroprofom	0,005	118.	Etoksychina	0,005	188.	Kwintozen	05	258.	Tebukonazol	0,005
49.	Chloropropylat	0,005	119.	Etoprofos	0,005	189.	Lindan	05	259.	Technazen	0,005
50.	Chlorotalonil	0,005	120.	Etrimfos	0,005	190.	Malaokson	05	260.	Teflutryna	0,005
51.	Chlortiofos	0,005	121.	Fenamifos	0,005	191.	Malation	05	261.	Terbacyl	0,005
52.	Chlortion	0,005	122.	Fenarymol	0,005	192.	Mekarbam	05	262.	Terbufos	0,001
53.	Cyflutryna	0,005	123.	Fenazachina	0,005	193.	Mepanipirym	05	263.	Terbutryna	0,005
54.	gamma-Cyhalotryna	0,005	124.	Fenbukonazol	0,005	194.	Mepronil	05	264.	Tetrachlorwinfos	0,005
55.	lambda-Cyhalotryna	0,005	125.	Fenchlorofos	0,005	195.	Metakrifos	05	265.	Tetradifon	0,005
56.	Cyjanazyna	0,005	126.	Fenheksamid	0,005	196.	Metakalsyl	05	266.	Tetrahydroftalimid	0,005
57.	Cyjanofenfos	0,005	127.	Fenitrotion	0,005	197.	Metazachlor	05	267.	Tetrazakonazol	0,005
58.	Cyjanofos	0,005	128.	Fenoksykarb	0,005	198.	Metkonazol	05	268.	Tetrametryna	0,005
59.	Cykloat	0,005	129.	Fenpropatryna	0,005	199.	Metoksychlor	05	269.	Tetrasul	0,005
60.	Cypermetryna	0,005	130.	Fenpropidyna	0,005	200.	Metolachlor	05	270.	Tiobenkarb	0,01
61.	Cyprazyna	0,01	131.	Fenpropimorf	0,005	201.	Metrybuzyna	05	271.	Tolilfluaniid	0,005
62.	Cyprodynil	0,005	132.	Fenpyrazamina	0,01	202.	Metydation	05	272.	Tolklofos metylu	0,005
63.	Cyprokonazol	0,005	133.	Fention	0,005	203.	Mewinfos	05	273.	Triadimefon	0,005
64.	DDD-o,p	0,005	134.	Fentoat	0,005	204.	Myklobutanil	05	274.	Triadimenol	0,005
65.	DDD-p,p	0,005	135.	Fenwalerat	0,005	205.	Nitralin	05	275.	Triatlat	0,005
66.	DDE-o,p	0,005	136.	o-Fenylfenol	0,005	206.	Nitrapiryna	05	276.	Triazofos	0,005
67.	DDE-p,p	0,005	137.	Fipronil	0,001	207.	Nitrofen	01	277.	Trifloksystrobina	0,005
68.	DDM	0,005	138.	Fipronil, desulfinyf	0,0025	208.	Nitrotal izopropylowy	05	278.	Triflumizol	0,005
69.	DDT-o,p	0,005	139.	Fipronil, sulfon	0,0025	209.	Nuarmol	05	279.	Trifluralina	0,005
70.	DDT-p,p	0,005	140.	Fluchinkonazol	0,005	210.	Oksadiksyl	05	280.	Winklozolina	0,005

Tabela 2b. Wykaz pestycydów i ich dolnych granic oznaczalności (GO - mg/kg)
– LC/MS-MS

Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg	Lp.	Nazwa środka ochrony roślin	DGO mg/kg
1.	Abamektyna	0,01	57.	Etametsulfuron metylu	0,005	113.	Izoproturon	0,005	170.	Prochloraz	0,005
2.	Acefat	0,01	58.	Etiufenkarb	0,01	114.	Izopirazam	0,005	171.	– BTS 44595	0,01
3.	Acetamipryd	0,001	59.	Etoksazol	0,01	115.	Jodosulfuron metylowy	0,01	172.	– BTS 44596	0,01
4.	Aklonifen	0,01	60.	Etrymol	0,005	116.	Kadusafos	0,001	173.	Prokwinazyd	0,005
5.	Aldikarb	0,01	61.	Famoksadon	0,01	117.	Karbaryl	0,005	174.	Propachizafop	0,005
6.	- sulfon	0,01	62.	Fenamidon	0,01	118.	Karbenazym	0,001	175.	Propamokarb	0,005
7.	- sulfotlenek	0,01	63.	Fenamifos	0,005	119.	Karbetamid	0,01	176.	Propoksor	0,01
8.	Ametoktradyna	0,0025	64.	- sulfon	0,005	120.	Karbofuran	0,001	177.	Propoksykarbazon	0,01
9.	Amidosulfuron	0,005	65.	- sulfotlenek	0,005	121.	Karbofuran 3-hidroksy	0,001	178.	Proksulfokarb	0,005
10.	Amisulbrom	0,01	66.	Fenbukonazol	0,005	122.	Karbofuran 3-keto	0,01	179.	Prosulfuron	0,005
11.	Azadyrachtyna	0,01	67.	Fenfuram	0,005	123.	Karfehtazon metylowy	0,01	180.	Pyridafol	0,01
12.	Azoksystrobina	0,001	68.	Fenheksamid	0,01	124.	Klotianidyna	0,01	181.	Pyrifenoks	0,01
13.	Azyprotryna	0,01	69.	Fenmedifam	0,01	125.	Lenacyl	0,01	182.	Pyrosulamid	0,005
14.	Beflubutamid	0,01	70.	Fenobukarb	0,01	126.	Linuron	0,005	183.	Rimsulfuron	0,01
15.	Bendiokarb	0,01	71.	Fenoksaprop-p-etylu	0,01	127.	Lufenuron	0,01	184.	Rotenon	0,01
16.	Bentazoklifen izopropylu	0,01	72.	Fenpiroksymat	0,005	128.	Malaokson	0,001	185.	Siltiofamid	0,005
17.	Benzowindylflupyr	0,005	73.	Fenpropidyna	0,005	129.	Malation	0,01	186.	Spinetoram	0,01
18.	Biksafen	0,01	74.	Fenpropimorf	0,001	130.	Mandipropamid	0,001	187.	Spinosad	0,005
19.	Boskalid	0,01	75.	Fensulfotion	0,0025	131.	Metaflumizol	0,01	188.	Spirodiklofen	0,005
20.	Bromacyl	0,005	76.	–sulfon	0,0025	132.	Metakalsyl	0,005	189.	Spirosaminy	0,001
21.	Bromukonazol	0,01	77.	–okson	0,0025	133.	Metamidofos	0,01	190.	Spirotetramin	0,005
22.	Chinochlamina	0,01	78.	–sulfonokson	0,0025	134.	Metamitron	0,01	191.	– Enol	0,005
23.	Chinklorak	0,01	79.	Fention	0,01	135.	Metiokarb	0,005	192.	–Enol-glukozyd	0,005
24.	Chizalofop etylowy	0,01	80.	– sulfotlenek	0,01	136.	Metiokarb sulfon	0,01	193.	–Ketohidroksy	0,005
25.	Chlofentezyna	0,005	81.	Fentoat	0,005	137.	Metiokarb sulfotlenek	0,005	194.	–Monohydroksy	0,005
26.	Chlorantraniliprol	0,005	82.	Flonikamid	0,01	138.	Metobromuron	0,01	195.	Saflufenacyl	0,005
27.	Chloridazon	0,005	83.	Florasulam	0,01	139.	Metoksuron	0,01	196.	Sulfosafloor	0,01
28.	Chloropirifos	0,005	84.	Flufenacet	0,005	140.	Metoksifenozyd	0,005	197.	Sulfometuron metylu	0,005
29.	Chlorosulfuron	0,01	85.	Flufenoksuron	0,005	141.	Metolachlor-S	0,005	198.	Sulfosulfuron	0,01
30.	Chlorotoluron	0,005	86.	Fluksapyroksad	0,01	142.	Metomyl	0,01	199.	Tebufenozyd	0,001
31.	Chromafenozyd	0,005	87.	Fluksastrobina	0,005	143.	Metoprytryna	0,01	200.	Tebufenpyrad	0,005
32.	Cyflufenamid	0,01	88.	Fluopikolid	0,005	144.	Metosulam	0,005	201.	Tebukonazol	0,01
33.	Cyflumetofen	0,005	89.	Fluopyram	0,005	145.	Metrafenon	0,005	202.	Teflubenzuron	0,01
34.	Cyjanotraniliprol	0,005	90.	Flupyradifuron	0,01	146.	Metsulfuron metylowy	0,005	203.	Tepraloksydym	0,01
35.	Cyjazofamid	0,01	91.	Flurochloridon	0,01	147.	Monokrotofos	0,005	204.	Terbufos	0,01
36.	Cykloksydym	0,005	92.	Flutolanil	0,005	148.	Monuron	0,01	205.	–sulfon	0,01
37.	Cymiazol	0,01	93.	Flutriafol	0,01	149.	Napropamid	0,005	206.	–sulfotlenek	0,0025
38.	Cymoksamil	0,01	94.	Foksym	0,01	150.	Nikosulfuron	0,005	207.	Terbutylazyna	0,005
39.	Cyprokonazol	0,005	95.	Formetanat	0,01	151.	Nitenpyram	0,01	208.	Tiabendazol	0,005
40.	DEET	0,01	96.	Fosmet	0,005	152.	Nowaluron	0,005	209.	Tiachlopyrid	0,005
41.	Demeton-S metylowy	0,01	97.	Fosmet okson	0,01	153.	Oksadiksyl	0,005	210.	Tiametoksam	0,005
42.	–sulfon	0,0025	98.	Fostiazat	0,01	154.	Oksamyl	0,005	211.	Tienkarbazon metylu	0,005
43.	– sulfotlenek	0,0025	99.	Fuberidazol	0,005	155.	Oksykarboksyna	0,01	212.	Tifensulfuron metylu	0,01
44.	Desmedifam	0,0025	100.	Heksafalumuron	0,005	156.	Ometoat	0,0025	213.	Tiodikarb	0,005
45.	Dietofenkarb	0,01	101.	Heksytiazoks	0,005	157.	Paraokson metylowy	0,005	214.	Tiofanat metylowy	0,005
46.	Diflubenzuron	0,005	102.	Imazalil	0,01	158.	Paration	0,01	215.	Tiometon	0,01
47.	Diflufenikan	0,005	103.	Imazapik	0,01	159.	Paration metylowy	0,01	216.	Topramezon	0,01
48.	Dikrotofos	0,01	104.	Imidachlopyrid	0,01	160.	Pencykuron	0,001	217.	Tralkodyksym	0,01
49.	Dimetenamid-p	0,01	105.	Indoksakarb	0,005	161.	Pendimetalina	0,005	218.	Trichlorfon	0,01
50.	Dimetoat	0,005	106.	Ipkonazol	0,01	162.	Penflufen	0,01	219.	Tricyklazol	0,01
51.	Disulfoton, sulfon	0,001	107.	Iprowalikalb	0,001	163.	Pentiopirad	0,01	220.	Tridemorf	0,01
52.	Disulfoton, sulfotlenek	0,0025	108.	Izoksaben	0,005	164.	Petoksamid	0,01	221.	Triflufuron	0,01
53.	Diuron	0,0025	109.	Izoksafutol	0,005	165.	Pinoksaden	0,005	222.	Triflufuron metylu	0,01
54.	DMF	0,01	110.	Izoksation	0,005	166.	Piperonil butoksyd	0,01	223.	Tritikonazol	0,01
55.	DMPF	0,005	111.	Izoprokarb	0,01	167.	Pirochilon	0,01	224.	Zoksamid	0,005
56.	Emamektyna	0,005	112.	Izoprotolan	0,01	168.	Pirydaben	0,001			
						169.	Piryproksyfen	0,01			

W celu weryfikacji źródła pożytku, pod koniec kwitnienia sadów jabłoniowych z gniazd połowy, losowo wybranych, rodzin pszczoł stojących na każdej powierzchni badawczej pobrano próby miodu, nakropu, pyłku i pierzgi (Tab. 3).

Tabela 3. Wykaz materiału pobranego na badanie palinologiczne.

Gatunek	Rodzaj próby	Liczba prób – ogółem
Pszczoła miodna	Pyłek	15
	Pierzga	15
	Miód	15
	Nakrop	15
Trzmiel ziemny	Pierzga	15
	Nakrop	13
Murarka ogrodowa	Pyłek	15

Próbki miodu i nakropu odważano po 10 g z dokładnością do 0,01 g (po dwa powtórzenia), dopełniano wodą destylowaną o temperaturze około 50°C do 50 ml, a następnie mieszano szklaną bagietką do całkowitego rozpuszczenia. Tak przygotowane próbki wirowano w wirówce laboratoryjnej przez 5 do 10 minut przy prędkości 3000 obr./min., następnie ostrożnie zdekantowano płyn znad osadu. Probówki napełniano ponownie wodą destylowaną do pojemności 50 ml, mieszano, wyważano i wirowano jak poprzednio. Po odwirowaniu zdekantowano supernatant, następnie, pipetą, odciągano płyn znad osadu do pożądanego poziomu. Na powierzchni mikroskopowego szkiełka podstawowego wykreślano dwa kwadraty o powierzchni 1 cm², na które mikropipetą 0,1 ml przenoszono i rozprowadzano dokładnie wymieszany osad miodowy. Preparat podsuszano i umieszczano małą kroplę glicero-żelatyny na szkiełku nakrywkowym, którym nakrywano szkiełko podstawowe. Analizę palinologiczną wykonywano pod 400 x powiększeniem i liczono 300 kolejnych ziaren pyłku przesuwając preparat równoległymi pasmami przy pomocy śrub stolika mikroskopu. Liczenie ziaren pyłku w poszczególnych pasmach rozpoczynano zawsze od tej samej krawędzi preparatu, aby zapobiec powtórnemu liczeniu tego samego pyłku podczas przesuwania preparatu w powrotnym kierunku. Liczbę poszczególnych typów pyłku zapisywano w formularzu F01-I-08 (Karta odczytu liczby ziaren pyłku w kolejnych polach widzenia mikroskopu) przygotowanego w programie MS Excel. Gatunki nieokreślone zapisywano jako inne. Oddzielnie notowano ziarna pyłku roślin wiatropylnych i nienektarujących. W obliczeniach uwzględniano co najmniej 300 ziaren pyłku roślin nektarodajnych. Udział pyłku przewodniego (X) obliczano w procentach wg wzoru:

$$X = \frac{p \cdot 100}{z}$$

gdzie: *p* – liczba ziaren pyłku rośliny dostarczającej nektaru, *z* – całkowita liczba policzonych ziaren pyłku roślin nektarujących.

Obnóża pszczele, pierzgę i pyłek z gniazd trzmieli i murarki ogrodowej w obrębie każdej próby, były dokładnie mieszane w celu ich ujednolicenia. Następnie z każdej próby obnóży odmierzone ok. 10 g porcję i przesypywano do opisanych, zakręcanych słoików o pojemności ok. 200 ml oraz zalewano ok. 50 ml wody destylowanej. Obnóża zalane wodą pozostawiono na 24 godz. do rozmoknięcia, wstrząsając je energicznie od czasu do czasu. Następnego dnia przygotowano podpisane mikroskopowe szkiełka podstawowe i po dokładnym wymieszaniu zawiesiny pyłku, przy pomocy ezy, wykonywano rozmazy na szkiełkach podstawowych oddzielnie dla każdej próby. Podsuszone rozmazy nakrywano szkiełkiem nakrywkowym umieszczając na nim kroplę glicero-żelatyny. Tak przygotowane preparaty posłużyły do wykonania mikroskopowej analizy palinologicznej obnóży. Analizę pyłkową wykonywano przy użyciu mikroskopu biologicznego Olympus BX41 przy powiększeniu 400x. W kolejnych polach widzenia mikroskopu liczono wszystkie ziarna pyłku klasyfikując je, w miarę możliwości, do gatunku, rodzaju, rodziny lub typu budowy. Wyniki wpisywano do przygotowanego wcześniej arkusza kalkulacyjnego, w celu wyliczenia procentowej zawartości poszczególnych typów pyłku. Ziarna pyłku zliczano do momentu, kiedy suma policzonych ziaren przekroczyła 300. Udowodniono, że, podczas wykonywania jakościowej analizy pyłkowej, policzenie 300 ziaren pyłku z podziałem na typy, daje reprezentatywny wynik (Moar, 1985).

4. Wyniki

Celem oceny pozostałości środków ochrony roślin, łącznie przebadano 123 próbki z gniazd pszczoł, trzmieli i murarek (75 próbek z gniazd pszczoł miodnych, 39 próbek z gniazd trzmieli oraz 9 próbek z gniazd murarki ogrodowej). Spośród ogólnej liczby przebadanych próbek tylko w dwóch nie wykryto żadnych pozostałości środków ochrony roślin (wosk trzmieli – Sosnów), co stanowi 1,6% ogółu analizowanych prób.

W czasie realizacji zadania wykryto 42, oznaczanych w zastosowanych metodach analitycznych, pozostałości środków ochrony roślin lub ich metabolitów, obejmujących fungicydy, insektycydy (w tym akarycydy) i herbicydy:

- insektycydy fosforoorganiczne: chlorpiryfos, dimetoat; (2)
- insektycydy pyretroidowe: deltametryna, lambda-cyhalotryna; (2)
- insektycydy neonikotynoidowe: acetamipryd, tiaklopryd; (2)
- insektycydy pozostałe: amitraz (amitraz DMF, amitraz DMPF), antrachinon, bifenezat, DEET, fenpiroksymat; (6)
- fungicydy z grupy anilinopirimidyn: cyprodynil, pirymetanił; (2)
- fungicydy z grupy strobiluryn: azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, piraklostrobina, trifloksystrobina, THPI (produkt z rozkładu kaptanu); (6)
- fungicydy z grupy karboksamidów: fluksapyroksad, pentiopirad; (2)
- fungicydy z grupy triazoli: difenokonazol, metkonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol; (5)
- fungicydy pozostałe: boskalid, fenpropidyna, fludioksonil, fluopyram, kaptan, karbendazym (produkt z rozkładu tiofanatu metylowego), spiroksamina, tiofanat metylowy, tolilofluanid; (9)
- herbicydy: chloroprofamid, metolachlor, napropamid, pendimetalina, prosulfokarb; (5)
- regulatory wzrostu/inne: piperonylobutoksyd. (1)

Wśród substancji biologicznie czynnych środków ochrony roślin i ich metabolitów w badanych próbkach wykryto 5 substancji, których stosowanie jest niedozwolone na terenie Unii Europejskiej w chemicznej ochronie upraw – chloropiryfos, chloroprofam, dimetoat, tiaklopryd, tolilofluanid. W 45,5% ogólnej liczby prób, czyli w 56 próbach, stwierdzono przekroczenia NDP, zgodnie z regulacją Parlamentu Europejskiego i Rady nr 396/2005.

Analizując poszczególne grupy produktów pszczelich stwierdzono, że:

- wszystkie próbki pokarmu białkowego (pyłek, pierzga, pyłek z gniazd) zawierały pozostałości. W 40 z nich (74,1%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu przedstawiono w Tab. 4 i Tab. 5.
- wszystkie próbki pokarmu cukrowego (miód, nakrop) zawierały pozostałości. W 7 z nich (15,6%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu przedstawiono w Tab. 6.
- z 24 próbek wosku, w 22 stwierdzono obecność pozostałości. W 10 z nich (41,7%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu przedstawiono w Tab. 7.

Z analizy planów obserwacji kontrolnych i rejestru zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin z sadów konwencjonalnych wynika, że do momentu poboru prób (24.05.2021r.), w sadach zastosowano środki chemicznej ochrony roślin zawierające następujące substancje aktywne: tlenchlorek miedziowy, ditianon (związek z grupy antrochinonów), pirymetanil, siarka – 80%, fluksapyroksad, pentiopirad. Wszystkie wymienione substancje są składnikami preparatów grzybobójczych. Spośród zastosowanych środków wykryto pozostałości pentiopiradu, pirymetanilu i fluksapyroksadu w następujących produktach pszczelich:

- pyłek pszczeli – pentiopirad (9); pirymetanil (9),
- pierzga pszczela – pentiopirad (9); pirymetanil (10),
- pyłek z gniazd trzmieli – pentiopirad (10); pirymetanil (10); fluksapyroksad (9),
- pyłek z gniazd murarki – pentiopirad (6); pirymetanil (6); fluksapyroksad (6),
- nakrop z gniazd trzmiela – pirymetanil (4);
- wosk pszczeli – pentiopirad (2); pirymetanil (1);
- wosk trzmieli – pentiopirad (6); pirymetanil (6); fluksapyroksad (6),

Spośród ogólnej liczby prób z sadów konwencjonalnych (82 próby) w 61%, czyli w 50 próbach, stwierdzono przekroczenia NDP (zgodnie z regulacją Parlamentu Europejskiego i Rady nr 396/2005). Pozostałe związki wykazane w analizie pochodzą prawdopodobnie z upraw (m.in. rzepaku, ale również zbóż ozimych i szkółek drzew) znajdujących się w promieniu lotu pszczół (Ryc. 1, 2, 3).

Tabela. 4. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w pyłku i pierzdze pszczelej.

Substancja czynna	NDP [mg/kg]	Pszczoła miodna					
		Pyłek			Pierzga		
		Zastawie	Sosnów	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
Acetamipryd	0,05	0,053	0,020	0,129	0,043	0,016	0,028
Antrachinon	0,02		0,037	0,013		0,010	0,008
Amitraz DMF	0,2					0,023	0,023
Amitraz DMPF	0,2				0,006		0,265
Azoksystrobina	0,05	0,007			0,039		
Bifenazat	0,05		0,009	0,011			
Boskalid	0,15		0,018	0,009		0,014	0,020
Chloropirifos	0,01	0,010	0,358	0,194	0,053	0,196	0,131
Chloroprofam	0,05	0,011					
Cyprodynil	0,05		0,158	0,009		0,021	0,043
DEET	brak	0,017	0,013	0,014			
Fenpiroksymat	0,05			0,062			0,019
Fluoksastrobina	0,05	0,022					
Fluopyram	0,05						0,018
Kaptan	0,05		0,087	0,107			
Karbendazym	1			0,169		0,019	0,288
Metolachlor	0,05					0,008	
Napropamid	0,05		0,280			0,031	0,022
Pendimetalina	0,05	0,006	0,016	0,010	0,009	0,018	0,015
Pentopirad	0,05		5,164	3,280		1,120	0,464
Piperonylobutoksyd	brak	0,022					
Piraklostrobina	0,05		0,015			0,017	0,007
Pirymetanil	0,05		0,704	0,094		0,125	0,088
Prosulfokarb	0,05			0,018			
Spiroksamina (suma izomerów)	0,05			0,013			
Protiokonazol	0,05	0,028					
Tebukonazol	0,05	0,047	0,023	0,022	0,005	0,018	0,069
Tetrakonazol	0,02			0,436			0,134
THPI	brak		0,103	0,100	0,024	0,062	0,055
Tiofanat metylowy	1			1,385		0,022	0,726
Tolilofluanid	0,05	0,011	0,019	0,006			
Trifloksystrobina	0,05			0,019			0,088

Tabela. 5. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w pyłku z gniazd trzmieli i murarki ogrodowej.

Substancja czynna	NDP [mg/kg]	Trzmiel ziemny			Murarka		
		Pyłek z gniazd			Pyłek z gniazd		
		Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
Acetamipryd	0,05		0,080	0,071	0,013	0,016	0,087
Antrachinon	0,02					0,018	0,015
Azoksystrobina	0,05			0,087			0,110
Boskalid	0,15		0,018	0,023			0,012
Chloropirifos	0,01	0,015	0,204	0,122	0,012	0,078	0,130
Cyprodynil	0,05			0,320			0,008
Deltametryna	0,05	0,084			0,026		0,010
Difenokonazol	0,05			0,067		0,006	0,098
Dimetoat	0,01		0,010				
Dimoksystrobina	0,05		0,031				
Fenpiroksymat	0,05						0,230
Fenpropidyna	0,05	0,015					
Fludioksonil	0,05			0,230		0,009	
Fluksapyroksad	0,05		0,333	0,384		10,706	0,548
Fluopyram	0,05		0,407				
Kaptan	0,05		0,094	0,408		0,183	0,123
Karbendazym	1			0,176			0,143
Lambda-cyhalotryna	0,05	0,011					
Metkonazol	0,05		0,025				
Pendimetalina	0,05			0,012		0,011	0,010
Pentiopirad	0,05		1,286	1,336		1,070	1,927
Piraklostrobina	0,05		0,010	0,011			0,010
Pirymetanil	0,05		0,213	0,144		0,049	0,082
Prosulfokarb	0,05			0,012			0,012
Tebukonazol	0,05	0,005	0,019	0,062		0,012	0,008
Tetrakonazol	0,02			0,141		0,036	0,067
THPI	brak	0,035	0,184	0,349	0,019	0,158	0,130
Tiaklopyryd	0,2	0,264	0,014	0,041	0,390		
Tiofanat metylowy	1	0,015	0,023	0,494		0,014	0,233

Tabela. 6. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w miodzie i nakropie z gniazd pszczoły miodnej i trzmiela ziemnego.

Substancja czynna	NDP [mg/kg]	Pszczoła miodna						Trzmiel ziemny		
		Miód			Nakrop			Nakrop		
		Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
Acetamipryd	0,05	0,049	0,014	0,012	0,052	0,019	0,106		0,012	0,101
Amitraz DMF	0,2		0,123	0,052		0,013	0,016			
Amitraz DMPF	0,2		0,168	0,145		0,035	0,064			
Dimetoat	0,01									0,016
Karbendazym	1						0,105			0,124
Pirymetanol	0,05								0,008	0,012
Tetrazonazol	0,02						0,028			0,010
Tiaklopyryd	0,2							0,080		
Tiofanat metylowy	1						0,256			0,015

Tabela. 7. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w wosku z gniazd pszczoły miodnej i trzmiela ziemnego.

Substancja czynna	NDP [mg/kg]	Pszczoła miodna			Trzmiel ziemny		
		Wosk			Wosk		
		Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
Acetamipryd	0,05	0,027					0,015
Amitraz DMF	0,2	0,014	0,020	0,033			
Amitraz DMPF	0,2		0,379	0,655			
Azoksystrobina	0,05	0,006					0,010
Chloropirifos	0,01			0,013	0,007	0,059	0,042
Difenokonazol	0,05						0,012
Fluksapyroksad	0,05					0,060	0,096
Fluopyram	0,05					0,032	0,012
Kaptan	0,05				0,029	0,079	0,138
Karbendazym	1			0,020			0,059
Pentopirad	0,05		0,015			0,440	0,367
Piraklostrobina	0,05					0,006	
Pirymetanol	0,05			0,013		0,057	0,091
Tebukonazol	0,05	0,006					0,007
Tetrazonazol	0,02			0,007			0,031
THPI	brak				0,021	0,097	0,128
Tiaklopyryd	0,2				0,021		0,015
Tiofanat metylowy	1			0,013			0,047
Tolilofluanid	0,05	0,017	0,021	0,014			

Tabela. 8. Średni udział % źródła pożytku pyłkowego pszczoły miodnej.

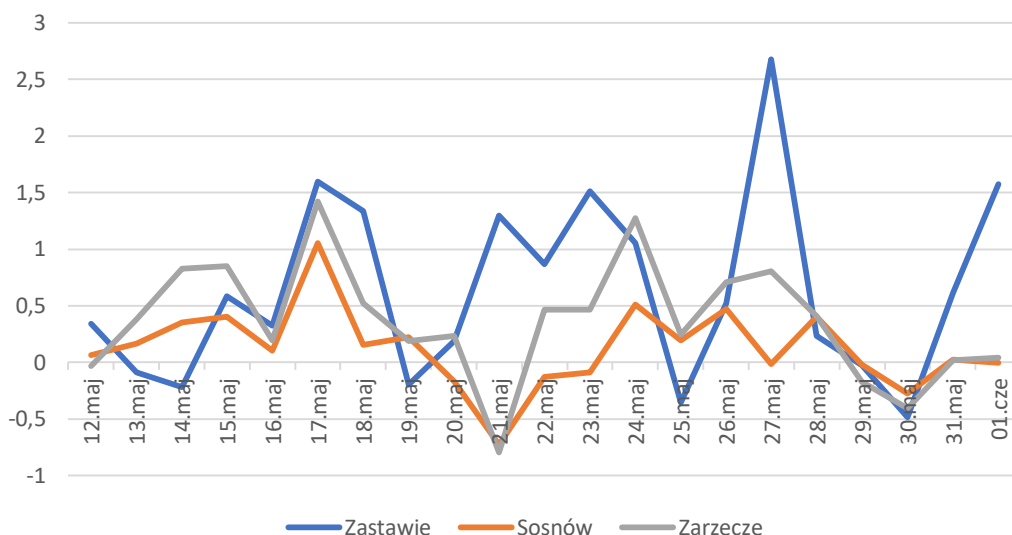
Typy pyłku roślin	Pszczoła miodna					
	Pyłek			Pierzga		
	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
<i>Acer</i> - klon	5,16	17,91	4,15	0,97	9,22	1,74
<i>Aesculus</i> - kasztanowiec	1,12	25,83	0,67		5,32	0,74
<i>Brassica napus</i> - rzepak	28,45	11,23	20,09	21,76	7,35	16,56
Ericaceae - wrzoścowate				0,97		
<i>Geranium</i> - bodziszek			0,16			
<i>Lonicera</i> - wiciokrzew			4,47			0,84
<i>Malus</i> typ - typ jabłoni	3,04	9,90	63,50	5,41	24,25	42,22
<i>Prunus</i> typ - typ śliwy	4,66	0,74		0,38	10,37	4,57
<i>Rubus</i> typ - typ maliny	18,80	31,03	2,18	4,06	2,41	0,89
<i>Salix</i> - wierzba	38,14			57,92	38,29	26,13
<i>Solidago</i> typ - typ nawłoci						1,95
<i>Taraxacum</i> typ - typ mniszka		2,26	3,74	7,60	1,87	2,68
Inne	0,62	1,10	1,04	0,93	0,93	1,68

Tabela. 9. Średni udział % źródła pożytku pyłkowego z gniazd trzmieli i murarki ogrodowej.

Typy pyłku roślin	Murarka ogrodowa			Trzmiele		
	Pyłek z gniazda			Pyłek z gniazda		
	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
<i>Acer</i> - klon		10,86		1,04	1,53	0,62
<i>Aesculus</i> - kasztanowiec		7,47		4,30	8,05	2,00
<i>Brassica napus</i> - rzepak	0,23	20,30	17,57	16,92	31,42	64,05
Ericaceae - wrzoścowate					17,01	2,31
<i>Juglans regia</i> - orzech włoski		56,39				
<i>Lonicera</i> - wiciokrzew					3,22	5,70
<i>Malus</i> typ - typ jabłoni	2,23	0,52	16,61	1,04	19,23	23,09
<i>Populus</i> - topola	77,85					
<i>Prunus</i> typ - typ śliwy				0,83		0,92
<i>Quercus</i> - dąb	19,51	4,20	65,48			
<i>Rubus</i> typ - typ maliny					12,80	
<i>Salix</i> - wierzba				69,90	3,75	
<i>Taraxacum</i> typ - typ mniszka	0,02	0,16	0,23	2,08	0,84	
<i>Thymus</i> typ - typ tymianku				0,62		
<i>Vicia</i> - wyka (bób)				0,07		
<i>Viola tricolor</i> - fiołek trójbarwny	0,04					
Inne	0,11	0,10	0,11	3,19	2,15	1,31

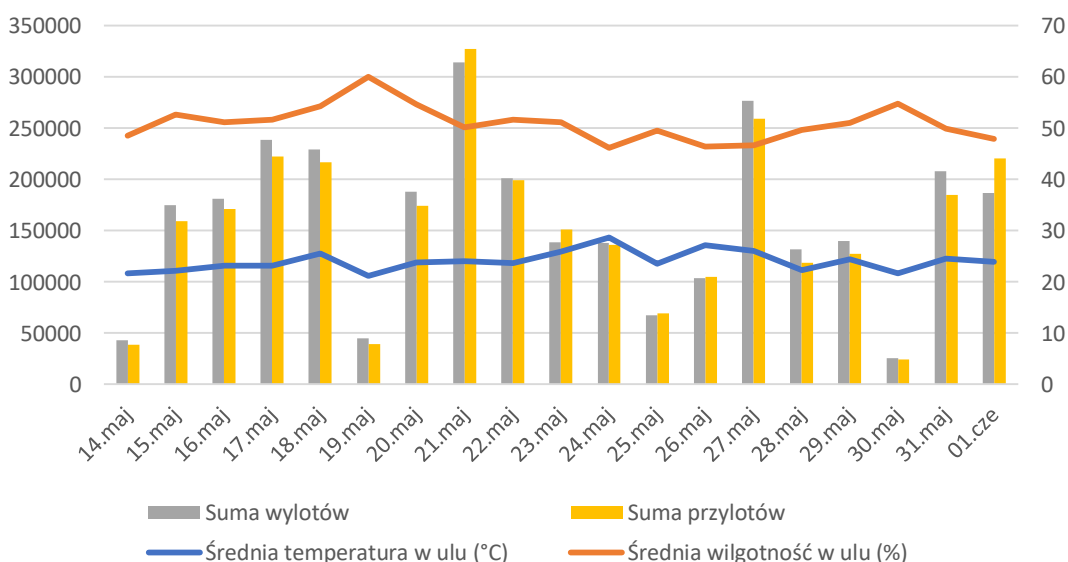
Tabela. 10. Średni udział % źródła pożytku cukrowego z gniazd trzmieli i pszczoły miodnej.

Typy pyłku roślin	Pszczoła miodna						Trzmiel ziemny		
	Miód			Nakrop			Nakrop		
	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce	Zastawie	Sosnów	Zarzeczce
<i>Acer</i> - klon	0,23	8,41		0,19	4,34		1,32	0,11	0,93
<i>Aesculus</i> - kasztanowiec				0,14	7,96		1,04	0,53	1,16
<i>Anthriscus</i> typ - typ trybuli				0,08					0,03
<i>Brassica napus</i> - rzepak	32,77	52,12	46,00	90,78	79,08	88,87	31,08	71,22	83,58
<i>Centaurea cyanus</i> - chaber bławatek				0,03				0,07	
<i>Cirsium</i> typ - typ ostrożnia	0,06								
Ericaceae - wrzoścowate	0,39			0,17				10,53	1,60
<i>Fagopyrum</i> gryka	0,03	0,12	0,03						
<i>Helianthus</i> typ - typ słonecznika							0,43	0,11	0,29
Labiatae - wargowe							0,29		
<i>Lonicera</i> wiciokrzew		0,03	0,17			0,40	0,50	0,07	0,75
<i>Malus</i> typ - typ jabłoni	3,98	1,28	10,22	1,64	1,90	2,55	5,14	10,17	8,18
<i>Phacelia</i> - facelia								0,11	
<i>Prunus</i> typ - typ śliwy	3,24	10,91	17,14	0,64	1,34	4,10	2,43	2,28	0,93
<i>Robinia</i> - robinia ("akacja")									0,06
<i>Rubus</i> typ - typ maliny		0,79			1,99		1,86	0,78	0,44
<i>Salix</i> - wierzba	54,74	23,80	24,48	5,50	1,46	2,78	51,77	2,63	0,64
<i>Taraxacum</i> typ - typ mniszka	3,61	0,82	0,83	0,36	1,29	0,17	2,25	0,43	0,55
<i>Tilia</i> - lipa				0,03		0,20			0,06
<i>Trifolium</i> typ - typ koniczyny							0,79		
<i>Vicia</i> - wyka (bób)							0,11		
Inne	0,96	1,71	1,14	0,44	0,64	0,92	1,00	0,96	0,81

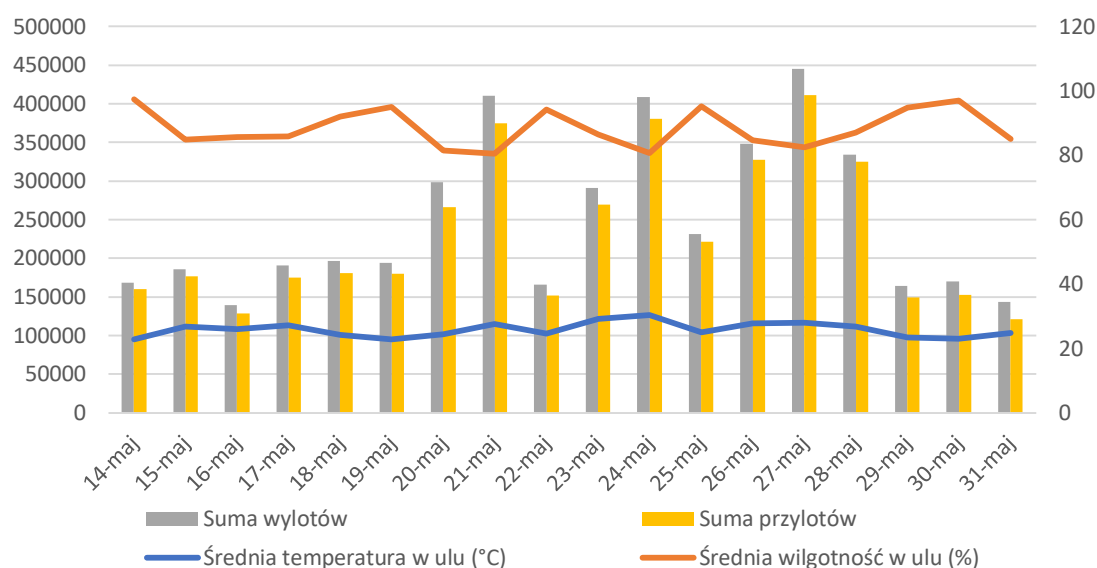


Ryc. 4. Średnie dzienne przybytki (pszczoła miodna) na poszczególnych powierzchniach badawczych.

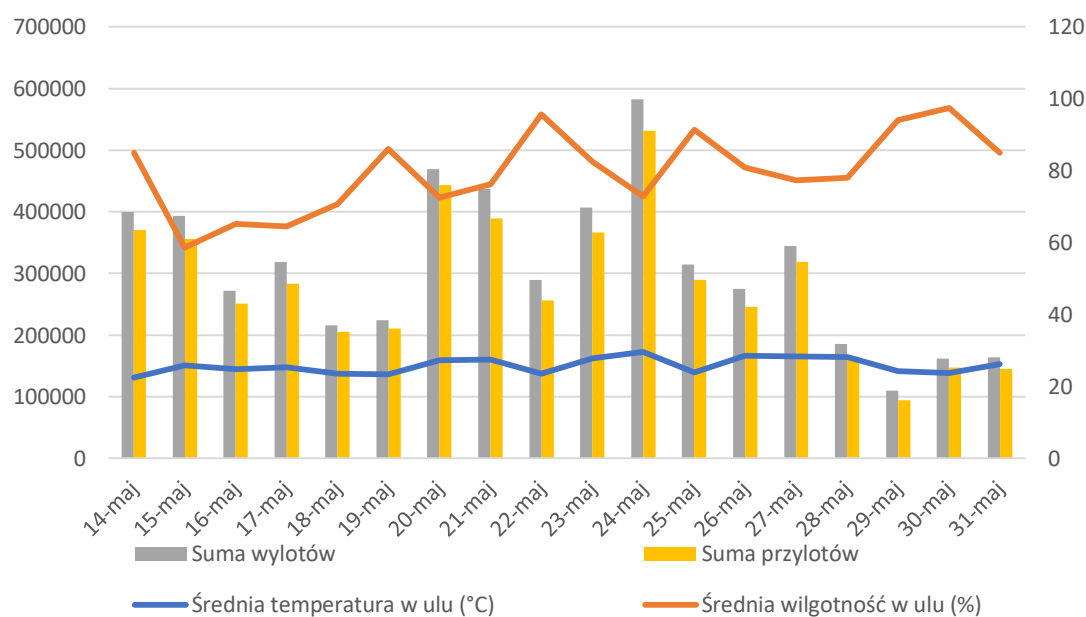
Średnie dzienne przybytki w ulach (wyrażone różnicą wagi ula o godzinie 20:00 z dnia poprzedniego do dnia odczytu) były zależne od okresu kwitnienia roślin pożytkowych i warunkami pogodowymi w danej lokalizacji. W pasiece kontrolnej, zlokalizowanej w miejscowości Zastawie, głównym źródłem pożytku były wierzby (prawie 55% pyłku wierzby w miodzie) oraz w mniejszym stopniu rzepak. W pozostałych pasiekach głównym źródłem pożytku nektarowego był rzepak oraz w mniejszym stopniu wierzby, śliwy i jabłonie (Tab. 10). Udział procentowy pyłku rzepaku (ponad 45%) pozwala zakwalifikować miód z pasiek w sadach konwencjonalnych jako miód odmianowy – rzepakowy.



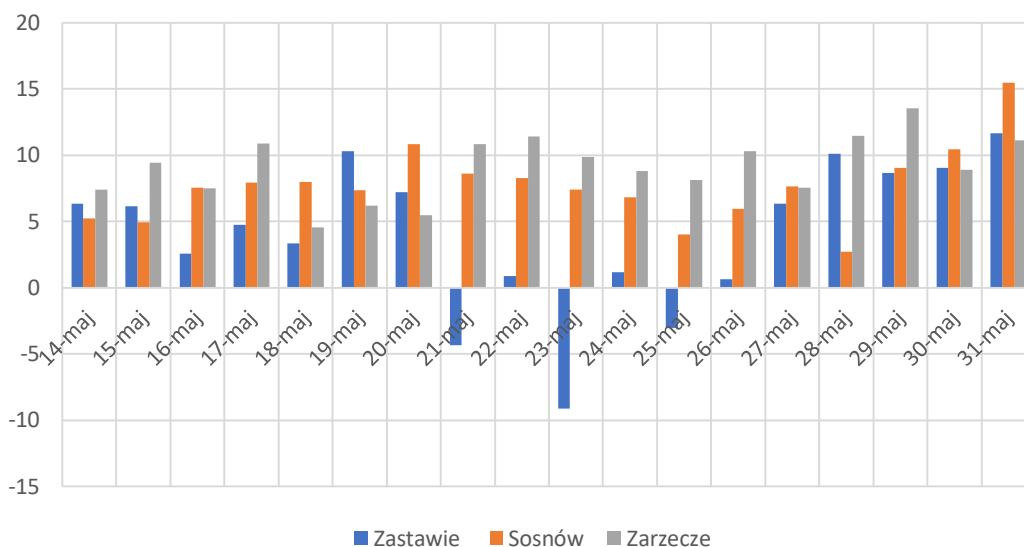
Ryc. 5. Aktywność lotna robotnic pszczoły miodnej i średnie wartości temperatury i wilgotności w koloniach pszczoł miodnych stacjonujących w sadzie ekologicznym – Zastawie.



Ryc. 6. Aktywność lotna robotnic pszczoły miodnej i średnie wartości temperatury i wilgotności w koloniach pszczół miodnych stacjonujących w sadzie konwencjonalnym – Sosnów.

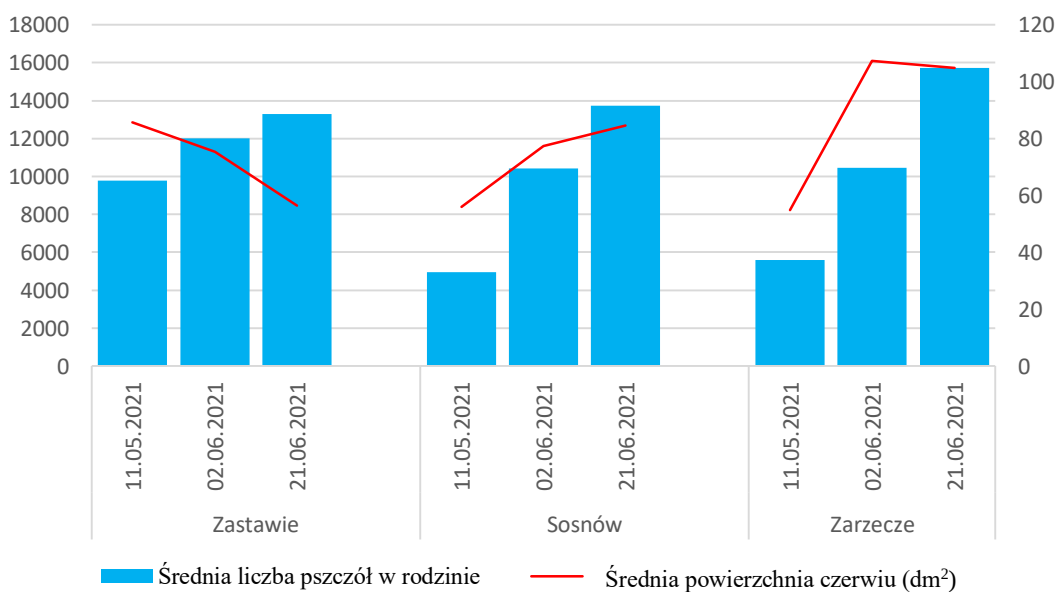


Ryc. 7. Aktywność lotna robotnic pszczoły miodnej i średnie wartości temperatury i wilgotności w koloniach pszczół miodnych stacjonujących w sadzie konwencjonalnym – Zarzecze.



Ryc. 8. Średnia śmiertelność robotnic pszczoły na poszczególnych powierzchniach badawczych.

Niewielkie różnice w aktywności robotnic pszczoły miodnej (Ryc. 6; Ryc. 7; Ryc. 8), w poszczególnych pasiekach wynikały z położenia geograficznego pasieki kontrolnej, a tym samym warunków pogodowych. Średnia dzienna śmiertelność robotnic pszczół miodnych (wyrażona stosunkiem pszczół wylatujących i powracających do ula) była zróżnicowana na poszczególnych powierzchniach badawczych (Ryc. 8). W ujęciu procentowym w ciągu dnia najmniej pszczół „ginęło” w sadzie ekologicznym (średnio 4%), najwięcej natomiast w sadzie zlokalizowanym w miejscowości Zarzeczce (9%). Ujemne wartości śmiertelności w sadzie ekologicznym wynikają z warunków pogodowych, które miały wpływ na błędzenie i powroty robotnic pszczoły miodnej.



Ryc. 9. Średnia siła rodzin pszczelich i powierzchni czterw w pasiekach doświadczalnych.

Pomimo starań, aby siła rodzin na początku doświadczenia była wyrównana we wszystkich pasiekach objętych badaniami, zarówno średnia liczba pszczół jak i średnia powierzchnia czerwiu w pasiece kontrolnej (sad ekologiczny) była wyższa niż w pasiekach doświadczalnych. Wpływ na początkową siłę rodzin miało prawdopodobnie miejsce zimowania pszczół zakupionych wiosną 2021 r., bezpośrednio przed doświadczeniem. Pod koniec trwania doświadczenia średnia liczba pszczół kształtowała się na podobnym poziomie we wszystkich pasiekach, natomiast ilość czerwiu była najniższa w pasiece kontrolnej z powodu licznie występujących nastrojów rojowych, które charakteryzuje ograniczenie czerwienia przez matki pszczele. W pasiekach doświadczalnych (w sadach jabłoniowych konwencjonalnych) nie zaobserwowano negatywnego wpływu stosowania chemicznej ochrony roślin na kondycję rodzin pszczelich, nie mniej jednak rodziny w pasiece zlokalizowanej w pobliżu dużej planacji rzepaku ozimego (Sosnów) były nieznacznie słabsze.

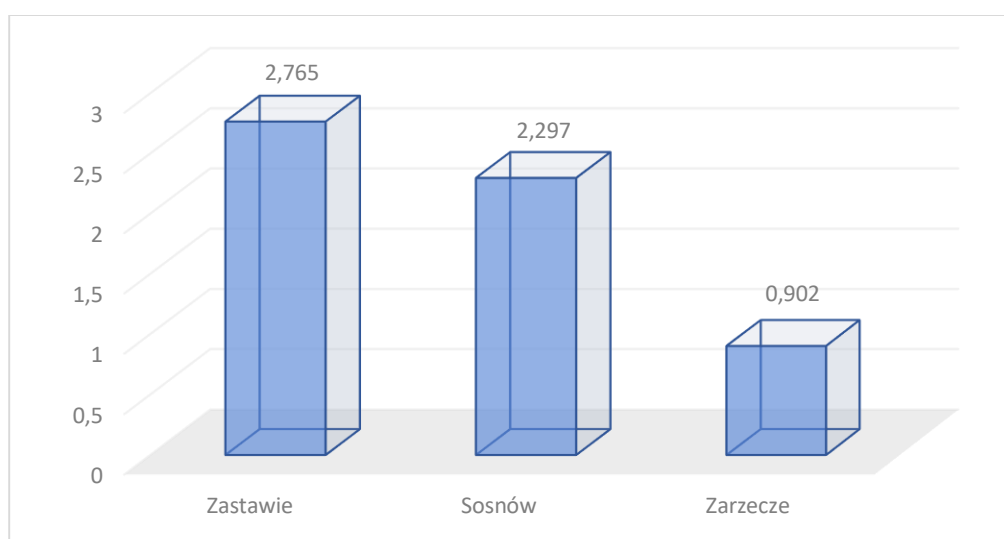
Tabela 11. Ocena wylęgu i zasiedlenia gniazd przez murarkę ogrodową w procentach.

Lokalizacja	Wygryzienia pszczół z kokonów	Spasożytowania wystawionych kokonów	Zasiedlonych materiałów gniazdowych	Założonych gniazd
Zastawie – sad ekologiczny	89,4	8,6	95,7	90,7
Sosnów – sad konwencjonalny	92,2	5,9	79,3	68,3
Zarzeczce – sad konwencjonalny	88,1	10,2	42	36,1

Na wszystkich powierzchniach badawczych stopień wylęgu murarek ogrodowych był zadowalający i wynosił około 90%. Stopień zasiedlenia materiału gniazdowego był jednak bardzo zróżnicowany. Murarki najchętniej zasiedlały materiał gniazdowy wystawiony w sadzie ekologicznym, natomiast najmniej chętnie w sadzie konwencjonalnym w Zarzeczcu. Podobną tendencję można było zauważyć w liczbie zakładanych gniazd (Tab. 11). Znacznie lepsze rezultaty chowu murarki ogrodowej uzyskano w sadzie ekologicznym, blisko 2,8-krotny wzrost populacji, natomiast w sadzie konwencjonalnym w Zarzeczcu stwierdzono spadek populacji murarek o 10% (Ryc. 10). Także masa oraz liczba kokonów w materiale gniazdowym i kanale gniazdowym w sadzie ekologicznym była większa, niż w sadach konwencjonalnych (Tab. 12). Wpływ na to miała najprawdopodobniej jakość pyłku zgromadzonego w gniazdach. W sadzie ekologicznym głównym źródłem pyłku były topole i dęby, a więc rośliny nie chronione chemicznie, podczas gdy w sadach konwencjonalnych ponad 20% w przypadku Sosnowa i 34% w przypadku Zarzeczca, stanowiły rośliny chemicznie chronione (rzepak i jabłoń) (Tab. 9).

Tabela 12. Analiza zasiedlonych materiałów i kanałów gniazdowych.

Lokalizacja	Średnia masa kokonu [mg]	Średnia masa pszczoł [mg]		Średnia liczba kokonów w materiale gniazdowym	Średnia liczba kokonów w gnieździe
		Samiec	Samica		
Zastawie – sad ekologiczny	94,29	51,79	84,49	6,54	6,06
Sosnów – sad konwencjonalny	85,45	47,77	76,31	5,37	5,12
Zarzecze – sad konwencjonalny	72,40	45,63	77,05	4,18	3,87



Ryc. 10. Współczynnik przyrostu populacji murarki ogrodowej na poszczególnych powierzchniach badawczych.

5. Podsumowanie.

- Ogółem w celu oceny pozostałości środków ochrony roślin przebadano 123 próbki z gniazd pszczół, trzmieli i murarek. Pozostałości ŚOR stwierdzono w 98,4% prób.
- W produktach pszczelich ogółem zidentyfikowano 42 substancje czynne środków ochrony roślin lub ich metabolitów, najliczniej reprezentowaną grupą związków były fungicydy (24 substancje). Spośród wszystkich zidentyfikowanych substancji tylko 3 pochodziły ze środków stosowanych w uprawie, na której stacjonowały pszczoły.
- W produktach pszczelich z sadu ekologicznego stwierdzono pozostałości 20 środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu.
- W 45,5% ogólnej liczby prób, czyli w 56 próbach, stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów.
- Wśród substancji biologicznie czynnych środków ochrony roślin i ich metabolitów w badanych próbkach wykryto 5 substancji których stosowanie jest niedozwolone na terenie Unii Europejskiej.
- W przypadku pszczoły w pasiekach doświadczalnych (w sadach jabłoniowych konwencjonalnych) nie zaobserwowano negatywnego wpływu stosowania chemicznej ochrony roślin.
- Stwierdzono różnice w chowie murarki ogrodowej na poszczególnych powierzchniach badawczych, co może być związane z pozostałościami stosowania środków ochrony roślin w prowizjach pyłkowych z gniazd murarek.

6. Literatura.

- Borański M., Kołtowski T., Teper D. (2019) – Atlas pospolitych gatunków pszczół Polski. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice
- Brown M.J.F., Dicks L.V., Paxton R.J., Baldock K.C.R., Barron A.B., Chauzat M., Freitas B.M., Goulson D., Jepsen S., Kremen C., Li J., Neumann P., Pattemore D.E., Potts S.G., Schweiger O., Seymour C.L., Stout J.C. (2016) – A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination. PeerJ 4:e2249 DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.2249>
- Delaplane K.S., Steen van der J., Guzman-Novoa E. (2013) – Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies, Journal of Apicultural Research, 52:1, 1-12, DOI: 10.3896/IBRA.1.52.1.03
- FAOStat (<https://www.fao.org/faostat/en/>) - stan na dzień 2021-12-15
- Gallaia N., Salles J.-M., Settele J., Vaissière B.E. (2008) – Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. ECOLOGICAL ECONOMICS 68 (2009) 810 – 821. DOI:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
- Imdorf A., Gerig L. (2001) – Course in determination of colony strength. Swiss Federal Dairy Research Institute, Liebefeld CH3003 Bern Switzerland (after Gerig L., 1983. Lehrgang zur Erfassung der Volksstärke). Schweiz Bienen-Zeitung 106: 199-204
- Klein A.-M., Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharntke T. (2007) – Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B, 274, 303–313 DOI: 10.1098/rspb.2006.3721
- Kleftodimos G., Gallai N., Kephaliacos Ch. (2021) – Ecological-economic modeling of pollination complexity and pesticide use in agricultural crops. Journal of Bioeconomics. 23:297–323 DOI: <https://doi.org/10.1007/s10818-021-09317-9>

- Lautenbach S., Seppelt R., Liebscher J., Dormann C.F. (2012) – Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. *PLoS ONE*, 7:e35954. DOI: 10.1371/journal.pone.0035954
- Le Féon V., Schermann-Legionnet A., Delettire Y., Aviron S., Billeter R., Bugter R., Hendrickx F., Burel F.. (2010) – Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137 (2010), pp. 143-150, DOI: 10.1016/j.agee.2010.01.015
- Moar N.T. (1985) – Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28: 39–70
- Niszczoła S., Dziubiński K., Kupidura A., Miziołek D., Pacuszka R., Rafa W., Siestrzewitowska A. (2020) – Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2019 r. Główny Urząd Statystyczny. Departament Rolnictwa. Warszawa
- Potts S., Biesmeijer K., Bommarco R., Breeze T., Carvalheiro L., Franzén M., González-Varo J.P., Holzschuh A., Kleijn D., Klein A.-M., Kunin, B., Lecocq T., Lundin O., Michez D., Neumann P., Nieto A., Penev L., Rasmont P., Ratamäki O., Riedinger V., Roberts S.P.M., Rundlöf M., Scheper J., Sørensen P., Steffan-Dewenter L., Stoev P., Vilà M., Schweiger O. (2015) – Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project. Pensoft Publishers, Sofia, 72.
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W.E. (2010) – Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (6): 345-353, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Powney G.D., Carvell C., Edwards M., Morris R.K.A., Roy H.E., Woodcock B.A., Isaac N.J.B. (2019) – Widespread losses of pollinating insects in Britain *Nature Communications*, 10, pp. 1-6, DOI: 10.1038/s41467-019-08974-9
- SANTE 2017/11813 Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed
- Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A.G. (2019) – Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 232:8-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Zattara E.E., Aizen M.A. (2021) – Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4, pp. 114-123 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>