

Monitoring wpływu ochrony roślin na owady zapylające



Wykonawcy: Zakład Pszczelnictwa, Zakład Badania Bezpieczeństwa Żywności,
Laboratorium Badania Jakości Produktów Pszczelich – Instytut Ogrodnictwa –
Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach

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

Autor/kierownik zadania: mgr Mikołaj Borański

Opracowanie przygotowano w ramach Dotacji Celowej 2023 finansowanej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zadanie 6.5 „Monitoring wpływu ochrony roślin na owady zapylające”.



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Wykonawcy zadania 6.5:

mgr Mikołaj Borański
dr Artur Miszczak
dr hab. Dariusz Gerula, prof. IO
dr hab. Małgorzata Bieńkowska, prof. IO
dr hab. Zbigniew Kołtowski, prof. IO
dr Beata Panasiuk
dr Aleksandra Splitt
dr Jacek Jachuła
dr Alicja Sęk
mgr Paweł Węgrzynowicz
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.....	27
5. Literatura.....	28

1. Wstęp

W szerokości geograficznej, w której leży Polska, około 78% gatunków roślin 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 zapyłaniu odgrywiają pszczoły, do których poza pszczołą miodną, należą także 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 € (Gallai 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 jest pierwszym w Unii Europejskiej, a trzecim na świecie producentem jabłek, z roczną produkcją około 4,2 mln ton. Areał sadów jabłoniowych w 2022 roku wyniósł około 152 tys. ha (Kuliś i inni 2023). 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 pszczoł, np. murarkę ogrodową. Polska jest krajem o najwyższym wykorzystaniu tego gatunku w sadach produkcyjnych w Europie. Podobnie trzmiel (m.in. trzmiel ziemny) znajdują zastosowanie w zapylaniu różnych gatunków sadowniczych (np. jabłonie, śliwy, grusze). Wykorzystanie dzikich pszczołokształtnych 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.

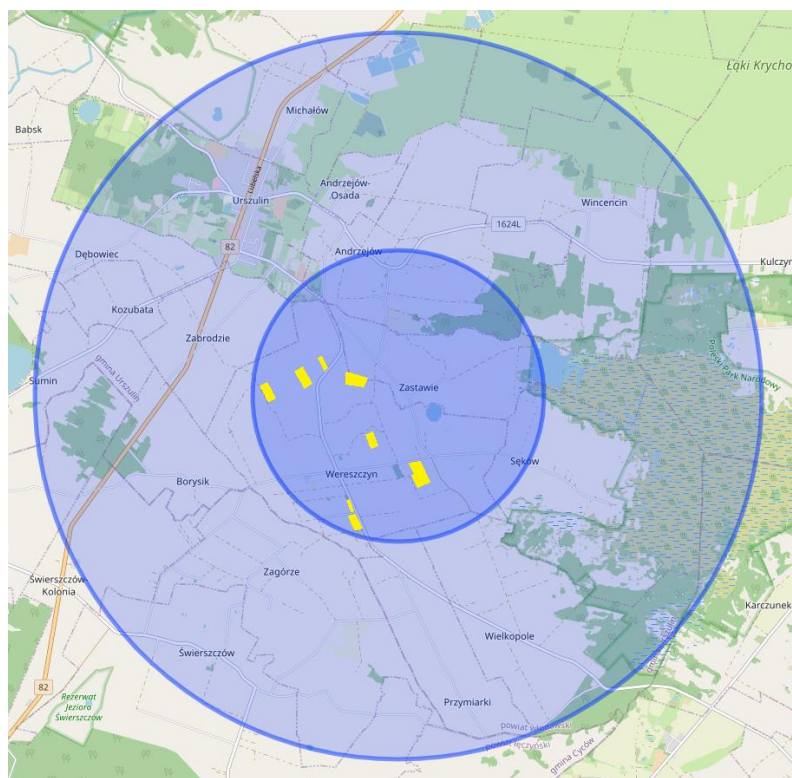
W naukowych doniesieniach z całego świata mówi się o stale malejącej liczbie owadów z nadrodziny pszczoł, a także o zaniku niektórych gatunków na ogromnych obszarach (Potts i inni 2010, 2015; Powney i inni 2019; Sanchez-Bayo i Wyckhuys 2019; Zattara i Aizen 2021). Wpływ ma na to między innymi intensyfikacja 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

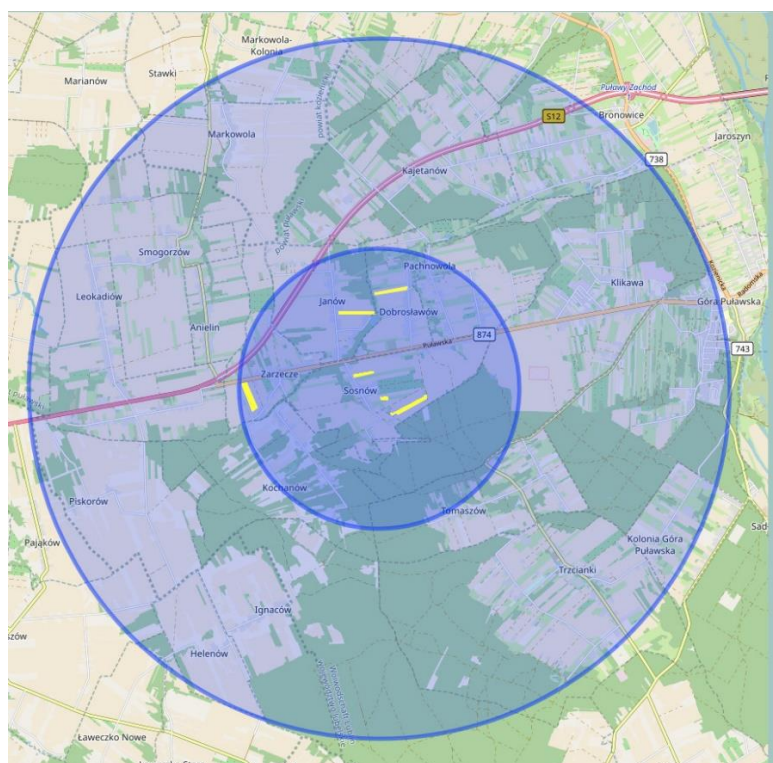
Określenie wpływu chemicznej ochrony roślin na owady zapylające – monitorowanie tego zjawiska.

3. Materiały i metody.

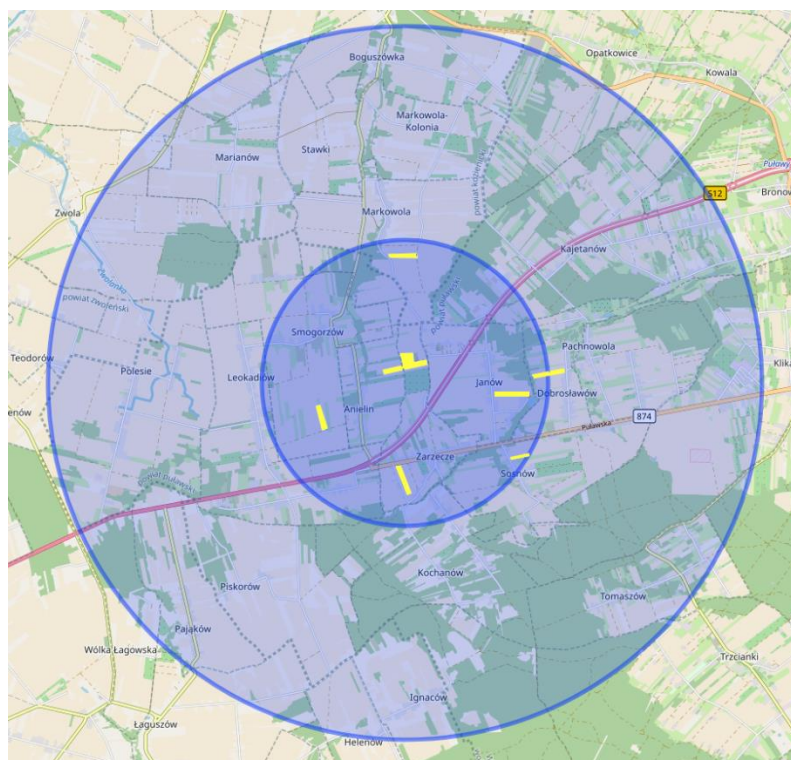
Do monitoringu stosowania środków ochrony wytypowano sady jabłoniowe (*Malus domestica* Borkh) prowadzone w konwencjonalnej uprawie w dwóch miejscowościach: Sosnów – gmina Puławy, powiat puławski – 12 ha; Zarzecze – gmina Puławy, powiat puławski – 10 ha, a jako powierzchnię kontrolną ekologiczny sad jabłoniowy w miejscowości Zastawie – gmina Urszulin, powiat włodawski – 5 ha. W okolicy stacjonowania pasiek badawczych przeprowadzono rozpoznanie pól uprawnych 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 stosowanych środków ochrony roślin w produktach pszczelich.



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



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

W każdej z trzech lokalizacji ustawiono zakupione rodziny pszczele (*Apis mellifera*) i rodzinę 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 (trzciniowe rurki o długości 15 cm i \varnothing 6-10 mm) oraz rodziny trzmieli przywieziono do każdej lokalizacji przed kwitnieniem sadów. Rodziny pszczoły miodnej przywieziono na plantacje tuż przed pełnią kwitnienia (10% otwartych kwiatów).

Przybytki wiatku 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 Liebefelda (Imdorf i Gerig 2001; Delaplane i inni 2013) w trzech terminach:

I – tuż po wywiezieniu 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 pobrano materiał w celu przeprowadzenia oceny pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu (Tab. 1) próby pobierano z połowy losowo wybranych rodzin ustawionych w każdej z lokalizacji. W celu weryfikacji źródła pochodzenia pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu, od sadowników prowadzących konwencjonalne uprawy jabłoni uzyskano plan obserwacji kontrolnych oraz rejestr zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin.

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

Gatunek	Rodzaj materiału	Liczba prób ogółem
Pszczola miodna	Pyłek	8
	Pierzga	15
	Wosk	15
	Miód	15
Trzmiel ziemny	Pyłek	15
	Nakrop	15
	Wosk	15
Murarka ogrodowa	Pyłek	9

Obecność pozostałości środków ochrony roślin w zebranych 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". Próbki stałe rozdrabniano i mielono na suchym lodzie, do uzyskania homogenicznego materiału do dalszych badań. W przypadku próbki ciekłej (nakrop, miód), materiał poddawano jedynie mieszaniu. Następnie pobierano 10 g 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 doczyszczenia 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 substancji	GO mg/kg	Lp	Nazwa substancji	GO mg/kg	Lp	Nazwa substancji	GO mg/kg	Lp	Nazwa substancji	GO mg/kg
1.	Acetochlor	0,005	73.	Deltametryna	0,005	145.	Flucytrynat	0,005	217.	Oksyfluorofen	0,005
2.	Akrynatoryna	0,005	74.	Demeton-S	0,005	146.	Fludioksonil	0,005	218.	Paklobutrazol	0,005
3.	Alachlor	0,005	75.	Desmetryna	0,005	147.	Flumetralina	0,005	219.	Paration etylowy	0,005
4.	Aldryna	0,001	76.	Dialifos	0,005	148.	Flumioksazyina	0,01	220.	Paration metylowy	0,005
5.	Alletryna	0,005	77.	Diazynon	0,005	149.	Fluorodifen	0,005	221.	Pencykuron	0,005
6.	Ametryna	0,005	78.	Dichlobenil	0,005	150.	Fluotrimazol	0,005	222.	Pendimetalina	0,005
7.	Aminokarb	0,005	79.	Dichlobutrazol	0,005	151.	Flurprimidol	0,01	223.	Penflufen	0,01
8.	Antrachinon	0,005	80.	Dichlofention	0,005	152.	Flurtamon	0,01	224.	Penkonazol	0,005
9.	Atrazyna	0,005	81.	Dichlofluamid	0,005	153.	Flusilazol	0,005	225.	Pentachloroanilina	0,01
10.	Azakonazol	0,005	82.	Dichlorfos	0,005	154.	Flutriafol	0,005	226.	Permetryna	0,005
11.	Azoksystrobina	0,005	83.	Dichloroanilina-3,5	0,005	155.	Fluwalinat	0,005	227.	Pertan	0,005
12.	Azynofofos etylowy	0,005	84.	Dichlorobenzamid-2,6	0,01	156.	Folpet	0,005	228.	Petoksamid	0,01
13.	Azynofofos metylowy	0,005	85.	Dichlorobenzofenon-p,p	0,005	157.	Fonofos	0,005	229.	Pikoksystrobina	0,005
14.	Beftubutamid	0,005	86.	Dieldryna	0,001	158.	Forat	0,005	230.	Pikolinafen	0,005
15.	Benalaksyl	0,005	87.	Dietofofenkarb	0,005	159.	- sulfon	0,01	231.	Piperofos	0,005
16.	Benfluralina	0,005	88.	Difenokonazol	0,005	160.	- sulfotlenek	0,005	232.	Piperonylobutoksyd	0,005
17.	Benfurakarb	0,005	89.	Difenylamina	0,005	161.	Formotion	0,005	233.	Piraklostrobina	0,005
18.	Bifenazat	0,005	90.	Dikloran	0,005	162.	Fosalon	0,005	234.	Pirazofos	0,005
19.	Bifenoks	0,005	91.	Dikofol	0,005	163.	Fosfamidon	0,005	235.	Pirochilon	0,005
20.	Bifentryna	0,005	92.	Dimetachlor	0,005	164.	Fosmet	0,005	236.	Pirydaben	0,005
21.	Bifenyl	0,005	93.	Dimetoat	0,005	165.	Ftalimid	0,005	237.	Pirydalyl	0,01
22.	Bitertanol	0,005	94.	Dimetomorf	0,005	166.	Furalaksyl	0,005	238.	Pirydafenfion	0,01
23.	Boskalid	0,005	95.	Dimetylochlorotal	0,005	167.	Furatiokarb	0,005	239.	Pirymetanil	0,005
24.	Bromfenwinfos	0,005	96.	Dimoksystrubina	0,005	168.	Halfenproks	0,005	240.	Piryrafos etylowy	0,01
25.	Bromocyklen	0,005	97.	Dimikonazol	0,005	169.	HCB	0,001	241.	Piryrafos metylowy	0,005
26.	Bromofofos etylowy	0,005	98.	Dinitramina	0,01	170.	HCH, alfa	0,005	242.	Pirykarb	0,005
27.	Bromofofos metylowy	0,005	99.	Dimobuton	0,01	171.	HCH, beta	0,005	243.	Pirykarb desmetrynowy	0,005
28.	Bromopropylat	0,005	100.	Dioksabenzofos	0,005	172.	Heksakonazol	0,005	244.	Piryproksyfen	0,005
29.	Bupiryamat	0,005	101.	Dioksakarb	0,005	173.	Heptachlor	0,001	245.	Procymidon	0,005
30.	Buprofezyna	0,005	102.	Dioksaton	0,005	174.	- cis-epoksyd	0,0025	246.	Profam	0,005
31.	Butachlor	0,005	103.	Disulfotio	0,001	175.	- trans-epoksyd	0,0025	247.	Profenofos	0,005
32.	Butafenacyl	0,005	104.	Ditalimfos	0,005	176.	Heptenofos	0,005	248.	Profluralina	0,005
33.	Butylat	0,005	105.	DMST	0,005	177.	Imazalil	0,005	249.	Prometon	0,005
34.	Chinalfos	0,005	106.	Dodemorf	0,005	178.	Iprodion	0,005	250.	Prometryna	0,005
35.	Chinoksyfen	0,005	107.	Edifenfos	0,005	179.	Iprobenfos	0,005	251.	Propyzamid	0,005
36.	Chimometionat	0,005	108.	Endosulfan, alfa	0,005	180.	Izofenfos etylowy	0,005	252.	Propachlor	0,005
37.	Chlomazon	0,005	109.	Endosulfan, beta	0,005	181.	Izofenfos metylowy	0,005	253.	Propargit	0,005
38.	Chlordan, -cis	0,005	110.	Endosulfan, siarazan	0,005	182.	Izokarbofos	0,005	254.	Propazyna	0,005
39.	Chlordan, -oxy	0,01	111.	Endryna	0,0025	183.	Jodofenfos	0,005	255.	Propetamfos	0,005
40.	Chlordan, -trans	0,01	112.	Endryna, keton	0,01	184.	Kaptafol	0,005	256.	Propikonazol	0,005
41.	Chlorfenapyr	0,005	113.	EPN	0,005	185.	Kaptaan	0,005	257.	Protiofos	0,005
42.	Chlorfenfenson	0,005	114.	Epoksykonazol	0,005	186.	Karbaryl	0,005	258.	Protiokonazol, destio	0,005
43.	Chlorfenwinfos	0,005	115.	Estenwalerat	0,005	187.	Karboksyzyna	0,005	259.	Pyretryny	0,05
44.	Chloromefos	0,005	116.	Etakonazol	0,005	188.	Klodinafop propargilowy	0,005	260.	Pyrifenoks	0,005
45.	Chlorobenzzyd	0,005	117.	Etalifuralina	0,005	189.	Krezoksyzm metylowy	0,005	261.	Resmetryna	0,005
46.	Chlorobenzylat	0,005	118.	Etion	0,005	190.	Krymidyna	0,005	262.	Silafluofen	0,01
47.	Chlorobufam	0,005	119.	Etofenproks	0,005	191.	Kumafos	0,005	263.	Spirimesifen	0,005
48.	Chloropiryfos	0,005	120.	Etofumesat	0,005	192.	Kwintozen	0,005	264.	Sulfotep	0,005
49.	Chloropiryfos metylowy	0,005	121.	Etoksyechina	0,005	193.	Lindan	0,005	265.	Symazyna	0,01
50.	Chloroprofiam	0,005	122.	Etoprofos	0,005	194.	Malaakson	0,005	266.	Tebufofenpyrad	0,005
51.	Chloropropylat	0,005	123.	Etrumfos	0,005	195.	Malation	0,005	267.	Tebukonazol	0,005
52.	Chlorotalonil	0,005	124.	Fenamifos	0,005	196.	Mekarbam	0,005	268.	Technazen	0,005
53.	Chlortiofos	0,005	125.	Fenarymol	0,005	197.	Mepanipiryym	0,005	269.	Teflutryna	0,005
54.	Chlortion	0,005	126.	Fenazachina	0,005	198.	Mepronil	0,005	270.	Terbacyl	0,005
55.	Cyflutryna	0,005	127.	Fenbukonazol	0,005	199.	Metakrifos	0,005	271.	Terbufos	0,001
56.	gamma-Cyhalotryna	0,005	128.	Fenchlorofos	0,005	200.	Metalaksyl	0,005	272.	Terbutryna	0,005
57.	lambda-Cyhalotryna	0,005	129.	Fenheksamid	0,005	201.	Metazachlor	0,005	273.	Tetrachlorwinfos	0,005
58.	Cyjanazyna	0,005	130.	Fenitrotion	0,005	202.	Metkonazol	0,005	274.	Tetradifon	0,005
59.	Cyjanofenfos	0,005	131.	Fenoksykarb	0,005	203.	Metoksychlor	0,005	275.	Tetrahydroftalimid	0,005
60.	Cyjanofos	0,005	132.	Fenpropatryna	0,005	204.	Metolachlor	0,005	276.	Tetrakonazol	0,005
61.	Cykloat	0,005	133.	Fenpropidyna	0,005	205.	Metybuzyna	0,005	277.	Tetrametryna	0,005
62.	Cypermetyryna	0,005	134.	Fenpropimorf	0,005	206.	Metydation	0,005	278.	Tetrasul	0,005
63.	Cyprazyna	0,01	135.	Fenpyrazamina	0,01	207.	Mewifos	0,005	279.	Tiobenkarb	0,01
64.	Cyprodynil	0,005	136.	Fention	0,005	208.	Molinat	0,01	280.	Tolilofluamid	0,005
65.	Cyprokonazol	0,005	137.	Fentoat	0,005	209.	Myklobutanil	0,005	281.	Tolkiofos metylowy	0,005
66.	DDD-o,p	0,005	138.	Fenwalerat	0,005	210.	Nitralin	0,005	282.	Triadimefon	0,005
67.	DDD-p,p	0,005	139.	o-Fenylfenol	0,005	211.	Nitrapiryryna	0,005	283.	Triadimenol	0,005
68.	DDE-o,p	0,005	140.	Fipromil	0,001	212.	Nitrofen	0,001	284.	Triatlat	0,005
69.	DDE-p,p	0,005	141.	- desulfinyl	0,0025	213.	Nitrotal izopropylowy	0,005	285.	Triazofos	0,005
70.	DDM	0,005	142.	- sulfon	0,0025	214.	Nuarymol	0,005	286.	Trifloksystrobina	0,005
71.	DDT-o,p	0,005	143.	Fluchinkonazol	0,005	215.	Oksadiazon	0,01	287.	Triflumizol	0,005
72.	DDT-p,p	0,005	144.	Fluchloralina	0,005	216.	Oksadiksyl	0,005	288.	Trifluralina	0,005
									289.	Winklozolina	0,005

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

Lp.	Nazwa substancji	GO mg/kg	Lp.	Nazwa substancji	GO mg/kg	Lp.	Nazwa substancji	GO mg/kg	Lp.	Nazwa substancji	GO mg/kg
1.	Abamektyna	0,01	58.	Etametsulfuron metylowy	0,005	115.	Izoprotiolan	0,01	173.	Prochloraz	0,005
2.	Acefat	0,01	59.	Etiofenkarb	0,01	116.	Izoproturon	0,005	174.	- BTS 44595	0,01
3.	Acetamidopryd	0,005	60.	Etoksazol	0,005	117.	Izopirazam	0,005	175.	- BTS 44596	0,01
4.	Aklonifen	0,01	61.	Etrymól	0,01	118.	Jodosulfuron metylowy	0,01	176.	Prokwinazyd	0,005
5.	Aldikarb	0,01	62.	Famoksadon	0,01	119.	Kadusafos	0,0025	177.	Propachizafop	0,005
6.	- sulfon	0,01	63.	Fenamidon	0,005	120.	Karbaryl	0,005	178.	Propamokarb	0,005
7.	- sulfotlenek	0,01	64.	Fenamifos	0,005	121.	Karbendazym	0,005	179.	Propoksar	0,01
8.	Ametoktradyna	0,005	65.	- sulfon	0,005	122.	Karbetamid	0,01	180.	Propoksykarbazon	0,01
9.	Amidosulfuron	0,005	66.	- sulfotlenek	0,005	123.	Karbofuran	0,005	181.	Prosulfokarb	0,005
10.	Amisulbrom	0,01	67.	Fenbukonazol	0,005	124.	Karbofuran 3-hydroksy	0,005	182.	Prosulfuron	0,005
11.	Azadyrachityna	0,01	68.	Fenfuram	0,01	125.	Karbofuran 3-keto	0,01	183.	Pymetrozyna	0,02
12.	Azoksystrobina	0,005	69.	Fenheksamid	0,01	126.	Karfentrazon etylowy	0,01	184.	Pyridafol	0,01
13.	Azyprotryna	0,01	70.	Fenmedifam	0,01	127.	Klotamidyna	0,01	185.	Pyrifenoks	0,01
14.	Beflubutamid	0,01	71.	Fenobukarb	0,01	128.	Lenacyl	0,01	186.	Pyroksulam	0,005
15.	Bendiokarb	0,01	72.	Fenoksaprop-P-etylowy	0,005	129.	Linuron	0,005	187.	Rimsulfuron	0,01
16.	Bentawalikarb izopropylowy	0,01	73.	Fenpiroksymat	0,005	130.	Lufemuron	0,01	188.	Rotenon	0,01
17.	Benzowindylflupyr	0,005	74.	Fenpropidyna	0,01	131.	Malaokson	0,005	189.	Saflufenacyl	0,005
18.	Biksafen	0,01	75.	Fenpropimorf	0,005	132.	Malation	0,01	190.	Siltiofam	0,005
19.	Boskalid	0,005	76.	Fensulfotion	0,0025	133.	Mandipropamid	0,005	191.	Spinetoram	0,01
20.	Bromacyl	0,01	77.	- okson	0,0025	134.	Metaflumizon	0,01	192.	Spinosad	0,005
21.	Bromkonazol	0,01	78.	- sulfon	0,0025	135.	Metalaktyl	0,005	193.	Spirodiklofen	0,005
22.	Chinchloraz	0,01	79.	- okson sulfon	0,0025	136.	Metamidofos	0,01	194.	Spiroksamina	0,005
23.	Chinoklamina	0,01	80.	Fention	0,01	137.	Metamitron	0,01	195.	Spirotetramat	0,005
24.	Chizalofop etylowy	0,005	81.	- sulfotlenek	0,01	138.	Metiokarb	0,005	196.	- enol	0,005
25.	Chlofentezyna	0,005	82.	Fentotat	0,005	139.	- sulfon	0,01	197.	- enol-glikozyd	0,005
26.	Chlorantraniliprol	0,005	83.	Flazasulfuron	0,005	140.	- sulfotlenek	0,005	198.	- ketohydroksy	0,005
27.	Chloridazon	0,005	84.	Flonikamid	0,005	141.	Metobromuron	0,01	199.	- monohydroksy	0,005
28.	Chloropiryfos	0,01	85.	Florasulam	0,01	142.	Metoksuron	0,01	200.	Sulfoksafior	0,01
29.	Chlorosulfuron	0,005	86.	Flufenacet	0,005	143.	Metoksifenozyd	0,005	201.	Sulfometuron metylowy	0,005
30.	Chlorotoluron	0,005	87.	Flufenoksuron	0,005	144.	Metolachlor-S	0,005	202.	Sulfosulfuron	0,01
31.	Chromafenozyd	0,01	88.	Fluksapyroksad	0,01	145.	Metomyl	0,01	203.	Tebufenozyd	0,005
32.	Cyflufenamid	0,005	89.	Fluksastrobina	0,005	146.	Metoprotryna	0,01	204.	Tebufenpyrad	0,005
33.	Cyflumetofen	0,005	90.	Fiuopikolid	0,005	147.	Metosulam	0,01	205.	Tebukonazol	0,01
34.	Cyjanotraniliprol	0,01	91.	Fiuopyram	0,005	148.	Metrafenon	0,005	206.	Teflubenzuron	0,01
35.	Cyjazofamid	0,005	92.	Fiuopyradifuron	0,005	149.	Metulfuron metylowy	0,005	207.	Tepaloksydym	0,01
36.	Cykloksydym	0,01	93.	Fiuochloridon	0,01	150.	Monokrotofos	0,005	208.	Terbufos	0,01
37.	Cymiazol	0,01	94.	Flutolanil	0,005	151.	Monuron	0,01	209.	- sulfon	0,01
38.	Cymoksanil	0,005	95.	Flutriafol	0,01	152.	Napropamid	0,005	210.	- sulfotlenek	0,005
39.	Cyprokonazol	0,01	96.	Foksym	0,01	153.	Nikosulfuron	0,005	211.	Terbutylazyna	0,005
40.	DEET	0,01	97.	Foramsulfuron	0,005	154.	Nitenpyram	0,01	212.	Tiabendazol	0,005
41.	Demeton-S metylowy	0,0025	98.	Formetanat	0,01	155.	Nowahuron	0,005	213.	Tiachlopryd	0,005
42.	- sulfon	0,0025	99.	Fosmet	0,005	156.	Oksaduksyl	0,005	214.	Tiametoksam	0,005
43.	- sulfotlenek	0,0025	100.	Fosmet okson	0,01	157.	Oksamył	0,005	215.	Tienkarbazon metylowy	0,005
44.	Desmedifam	0,01	101.	Fostiazat	0,01	158.	Oksykarboksyna	0,01	216.	Tifensulfuron metylowy	0,01
45.	Dietofenkarb	0,005	102.	Fuberidazol	0,005	159.	Ometoat	0,0025	217.	Tiodikarb	0,005
46.	Diflubenzuron	0,005	103.	Heksafalumuron	0,005	160.	Paraokson metylowy	0,005	218.	Tiofanat metylowy	0,005
47.	Diflufenikan	0,01	104.	Heksytiakoks	0,005	161.	Paration etylowy	0,01	219.	Tiometon	0,01
48.	Dikrotofos	0,01	105.	Imazalil	0,01	162.	Paration metylowy	0,01	220.	Tolfenpyrad	0,01
49.	Dimetenamid	0,005	106.	Imazapik	0,01	163.	Pencykuron	0,005	221.	Topramezon	0,01
50.	Dimetoat	0,005	107.	Imidachlopryd	0,01	164.	Pendimetalina	0,005	222.	Tralkoksydym	0,01
51.	Dimotefuran	0,01	108.	Indoksakarb	0,005	165.	Penflufen	0,01	223.	Trichlorfon	0,01
52.	Disulfoton, sulfon	0,005	109.	Ipkonazol	0,01	166.	Pentopirad	0,01	224.	Tricyklazol	0,01
53.	Disulfoton, sulfotlenek	0,005	110.	Ipirowalkarb	0,005	167.	Petoksamid	0,01	225.	Tridemorf	0,01
54.	Dnuron	0,01	111.	Izoksaben	0,01	168.	Pinoksaden	0,005	226.	Triflumuron	0,01
55.	DMF Amitraz	0,005	112.	Izoksafutol	0,005	169.	Piperonylbutoksyd	0,01	227.	Triflusulfuron metylowy	0,01
56.	DMPF Amitraz	0,005	113.	Izoksation	0,005	170.	Pirochilon	0,01	228.	Tritikonazol	0,01
57.	Emamektyna	0,01	114.	Izoprokarb	0,01	171.	Prydaben	0,005	229.	Trito-sulfuron	0,01
						172.	Pryproksyfen	0,01	230.	Zoksamid	0,005

W celu weryfikacji źródła pożytku, pod koniec kwitnienia sadów jabłoniowych z gniazd połowy, losowo wybranych, rodzin pszczół ustawionych w każdej lokalizacji pobrano próby miodu, nakropu, pyłku i pierzgi do analizy palinologicznej (Tab. 3).

Tabela 3. Wykaz materiału pobranego na badanie palinologiczne.

Gatunek	Rodzaj materiału	Liczba prób ogółem
Pszczola miodna	Pyłek	8
	Pierzga	15
	Miód	15
Trzmiel ziemny	Pierzga	15
	Nakrop	15
Murarka ogrodowa	Pyłek	9

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 szkiełka podstawowego wykreślano dwa kwadraty o powierzchni 1 cm² na które mikropipetą 0,1 ml przenoszono i rozprowadzano dokładnie wymieszany osad miodu. Preparat podsuszano i umieszczano małą kroplę glicero-żelatyny na szkiełku nakrywkowym, którym nakrywano szkiełko podstawowe. Analizę palinologiczną wykonywano przy użyciu mikroskopu biologicznego Olympus BX41 pod 400 x powiększeniem i liczone 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, pierzę 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 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 (Moar, 1985).

4. Wyniki

W celu oceny pozostałości środków ochrony roślin, przebadano łącznie 107 próbek materiału pobranego z gniazd pszczół, trzmieli i murarek (53 próbek pszczoła miodna, 45 próbek trzmiel oraz 9 próbek murarka ogrodowa). Spośród ogólnej liczby przebadanych próbek tylko w dwóch nie wykryto żadnych pozostałości środków ochrony roślin, co stanowi 1,8% ogółu analizowanych prób.

W czasie realizacji zadania wykryto 61, oznaczanych w zastosowanych metodach analitycznych, pozostałości środków ochrony roślin lub ich metabolitów, obejmujących fungicydy, insektycydy (w tym akarycydy) i herbicydy:

- insektycydy fosforoorganiczne: bromfenwinfos, chloropiryfos, kumafos (3)
- insektycydy neonikotynoidowe: acetamipryd, klotianidyna, tiaklopyrd; (3)
- insektycydy pyretroidowe: deltametryna, fluwalinat, lambda-cyhalotryna; (3)
- insektycydy pozostałe: amitraz (amitraz DMF, amitraz DMPF), antrachinon, awermektyna B1a, DEET, cyjanotraniliprol, fenpiroksymat, heksytiazoks, spirodiklofen, spirotetramat (BYI08330-Enol); (12)
- fungicydy z grupy anilinopirimidyn: cyprodynil, pirymetanił; (2)
- fungicydy z grupy karboksamidów: boskalid, fluksapyroksad, fluopyram, pentiopirad; (4)
- fungicydy z grupy strobiluryn: azoksystrobina, dimoksystrobina, piraklostrobina, trifloksystrobina; (4)
- fungicydy z grupy triazoli: difenokonazol, tebukonazol, tetrakonazol; (3)
- fungicydy pozostałe: bupirymat, etyrymol (główny metabolit bupirymatu), fenheksamid, fenpropidyna, fludioksonil, folpet, ftalimid, imazalil, izofetamid, kaptan, karbendazym (produkt z rozkładu tiofanatu metylowego), prochloraz (BTS 44595, BTS 44596), propamokarb, THPI (produkt z rozkładu kaptanu), tiofanat metylowy, tolilofluanid; (18)
- herbicydy: chlorotoluron, fenmedifam, metolachlor, napropamid, lenacyl, pendimetalina, prosulfokarb, trifensulfuron metylowy (8)
- regulatory wzrostu/inne: piperonylobutoksyd. (1)

Najczęściej stwierdzanym pestycydem w produktach pszczelich był acetamipryd, wykazany w 78% prób, a więc insektycyd neonikotynoidowy szeroko stosowany w rolnictwie m.in. do ochrony sadów, rzepaku, ziemniaków czy szkółek drzew. W 59% ogólnej liczby prób, czyli w 63 próbach, stwierdzono przekroczenia NDP, zgodnie z regulacją Parlamentu Europejskiego i Rady nr 396/2005. Wśród substancji biologicznie czynnych środków ochrony roślin i ich metabolitów w badanych próbkach wykryto 10 substancji, których stosowanie jest niedozwolone na terenie Unii Europejskiej w chemicznej ochronie upraw – antrachinon, bromfenwinfos, chloropiryfos, karbendazym, klotianidyna, prochloraz, spirodiklofen, tiaklopryd, tiofanat metylowy, tolilofluanid. Spośród tych substancji najczęściej stwierdzane były: chloropiryfos (40% ogólnej liczby prób) i tiaklopryd (27% ogólnej liczby prób).

Analizując poszczególne grupy produktów pszczelich stwierdzono, że:

- wszystkie próbki pokarmu białkowego (pyłek, pierzga, pyłek z gniazd) zawierały pozostałości środków ochrony roślin W 38 z nich (81%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w pyłku i pierzdze przedstawiono w Tab. 4 i Tab. 5.

- tylko 2 próby pokarmu węglowodanowego (miód, nakrop) nie zawierało pozostałości środków ochrony roślin. Spośród pozostałych, w 12 (43%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w miodzie i nakropie przedstawiono w Tab. 6.

- z 30 próbek wosku, we wszystkich stwierdzono obecność pozostałości środków ochrony roślin. W 13 z nich (43%) wykryto przekroczenie NDP UE. Średnie wartości pozostałości środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu w wosku przedstawiono w Tab. 7.

Z analizy planów obserwacji kontrolnych oraz rejestru zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin z sadów konwencjonalnych wynika, że do momentu poboru prób, 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 – fluksapyroksad (1), pirymetanil (2);
- pierzga pszczela – fluksapyroksad (6) [3 przekroczenia NDP], pentiopirad (4) [1 przekroczenie NDP]; pirymetanil (9) [5 przekroczeń NDP];
- pyłek z gniazd trzmieli – fluksapyroksad (10) [5 przekroczeń NDP], pentiopirad (9) [1 przekroczenie NDP]; pirymetanil (10) [8 przekroczeń NDP];
- pyłek z gniazd murarki – fluksapyroksad (6), pentiopirad (5), pirymetanil (2) [1 przekroczenie NDP];
- wosk pszczeli – fluksapyroksad (2), pentiopirad (4), pirymetanil (2);
- wosk trzmieli – fluksapyroksad (10), pentiopirad (10), pirymetanil (10).

Wszystkie próby materiału pobrane z sadów konwencjonalnych zawierały pozostałości środków ochrony roślin lub ich metabolitów. Przekroczenia NDP (zgodnie z regulacją

Parlamentu Europejskiego i Rady nr 396/2005) stwierdzono natomiast w 77,9% czyli w 53 próbach. Uwzględniając tylko substancje stosowane przez sadowników w sadach doświadczalnych, pozostałości stosowanych środków ochrony roślin zostały stwierdzone w 61,7%, a przekroczenia NDP w 22%. Pozostałe związki wykazane w analizie pochodziły najprawdopodobniej z upraw (m.in. rzepaku, ale również zbóż ozimych i szkółek drzew) znajdujących się w zasięgu 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]	Pszczola miodna				
		Pyłek		Pierzga		
		Zastawie	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
Acetamipryd	0,05	0,032	0,024	0,121	0,067	0,189
Antrachinon	0,02			0,002		
Amitraz	0,2	0,166		0,048		0,086
Amitraz DMF	0,2	0,034		0,003		0,009
Amitraz DMPF	0,2	0,066		0,023		0,038
Azoksystrobina	0,05	0,025	0,011	0,078	0,077	0,081
Boskalid	0,15	0,011	0,215	0,011	0,229	0,263
Bupirymat	0,05		0,024			
Chloropiryfos	0,01	0,005	0,027	0,034	0,018	0,018
Chlorotoluron	0,05				0,006	
Cyjanotraniliprol	0,05		0,046		0,077	0,048
Cyprodynil	0,05		0,133	0,082	0,477	0,156
Difenokonazol	0,05	0,001	0,049	0,011	0,02	0,026
Dimoksystrobina	0,05		0,024	0,001	0,017	
DEET	brak	0,009	0,032			
Fenheksamid	0,05				0,015	0,038
Fenpiroksymat	0,05		0,009		0,029	0,004
Fludioksonil	0,05		0,395	0,015	0,481	0,178
Fluksapyroksad	0,05		0,002	0,012	0,042	0,049
Fluopyram	0,05	0,006	0,006	0,051	0,009	0,221
Ftalimid	brak				0,076	
Folpet	0,05				0,174	
Folpet (suma)	0,05				0,321	
Heksytiazoks	0,05		0,004			
Imazalil	0,05		0,003			
Izofetamid	0,05		0,145			
Kaptan	0,05			0,026	0,082	0,149
Kaptan (suma)	0,05	0,014	2,1	0,358	0,352	1,388
Karbendazym i benomyl (suma)	1			0,022	0,003	0,014
Lambda-cyhalotryna	0,05			0,003	0,005	0,008
Lenacyl	brak				0,002	
Metolachlor i S-metolachlor	0,05				0,002	
Napropamid	0,05					0,002

Pendimetalina	0,05		0,008	0,009	0,01	0,013
Pentopirad	0,05				0,014	0,064
Piraklostrobina	0,05	0,007	0,145	0,007	0,172	0,397
Pirymetanił	0,05		0,056	0,012	0,132	0,203
Prochloraz	0,15	0,023				0,007
BTS 44595	0,15	0,001				
BTS 44596	0,15	0,007				
Prochloraz (suma)	0,15	0,031				0,007
Propamokarb (suma)	0,05	0,003				
Prosulfokarb	0,05	0,001				
Protiokonazol (suma)	0,05	0,038		0,009		
Spirodiklofen	0,05				0,038	0,012
Tebukonazol	0,05	0,057	0,003	0,006		0,011
Tetrakonazol	0,02			0,022	0,025	0,065
THPI	brak	0,007	1,065	0,169	0,138	0,729
Tiaklopyrd	0,2		0,002			
Tiofanat metylowy	1			0,084	0,031	0,065
Trifloksystrobina	0,05	0,005	0,009			

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	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
Acetamipryd	0,05	0,01	0,213	0,194		0,016	0,073
Antrachinon	0,02			0,002			0,010
Awermektyna B1a	0,05		0,096	0,049			
Azoksystrobina	0,05	0,097	0,111	0,067		0,002	0,007
Boskalid	0,15		0,032	0,158		0,003	0,860
Chloropiryfos	0,01		0,018	0,059	0,015		0,008
Cyjanotraniliprol	0,05		0,311	1,162			0,096
Cyprodynil	0,05	0,227	2,240	2,922			0,660
DEET	brak				0,007		
Difenokonazol	0,05		0,104	0,171		0,014	0,060
Etyrymol	0,05						0,006
Fenheksamid	0,05		0,040	0,406			0,020
Fludioksonil	0,05	0,262	2,220	2,922		0,773	0,637
Fluksapyroksad	0,05		0,197	0,217		0,007	0,027
Fluopyram	0,05	0,002	0,010	0,078			0,072
Heksytiazoks	0,05			0,021			
Kaptan	0,05		0,934	1,396		1,383	0,707
Kaptan (suma)	0,05	0,043	6,540	14,680	0,012	4,833	2,833
Karbendazym i benomyl (suma)	1		0,004	0,111			0,002
Lambda-cyhalotryna	0,05		0,007	0,023			0,033
Lenacyl	brak					0,017	

Metolachlor i S-metolachlor	0,05	0,001					
Napropamid	0,05						
Pendimetalina	0,05	0,001	0,007	0,017			0,001
Pentiopirad	0,05	0,005	0,050	0,080		0,003	0,012
Piraklostrobina	0,05		0,015	0,194			0,630
Pirymetanił	0,05		0,309	0,4			0,047
Propamokarb (suma)	0,05	0,002					
Prosulfokarb	0,05						0,001
Protiokonazol (suma)	0,05	0,004					
Spirotetramat	0,05		0,009				
BYI08330-Enol	0,05		0,007				
Spirotetramat (suma)	0,05		0,018				
Tebukonazol	0,05	0,010	0,074	0,024	0,004		
Tetrakonazol	0,02		0,018	0,142			0,009
THPI	brak	0,022	2,860	6,740	0,006	1,733	1,073
Tiaklopyrd	0,2		0,010	0,007		0,036	0,203
Tiofanat metylowy	1		0,006	0,121			
Trifensulfuron metylowy	brak					0,005	
Trifloksystrobina	0,05		0,014	0,062			0,096

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		
		Zastawie	Sosnów	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
Acetamipryd	0,05	0,055	0,013	0,057	0,001	0,028	0,032
Amitraz	0,2	0,018	0,176	0,105			
Amitraz DMF	0,2	0,003	0,014	0,012			
Amitraz DMPF	0,2	0,038	0,081	0,045			
Azoksystrobina	0,05				0,001		
Cyjanotraniliprol	0,05	0,05		0,007			0,005
Cyprodynil	0,05					0,004	0,008
Difenokonazol	0,05					0,005	0,004
Dimoksystrobina	0,05		0,001				
Fludioksonil	0,05					0,005	0,010
Karbendazym i benomyl (suma)	1		0,001	0,024			
Kaptan	0,05					0,020	0,260
Kaptan (suma)	0,05					0,013	0,246
Tebukonazol	0,05				0,001	0,006	0,013
Tetrakonazol	0,02			0,004			
THPI	brak					0,122	0,120
Tiofanat metylowy	1		0,001	0,004			
Trifloksystrobina	0,05						0,001

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	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
Acetamipryd	0,05	0,032	0,003	0,006		0,014	
Amitraz	0,2	0,079	0,174	0,263			
Amitraz DMF	0,2	0,001	0,006	0,005			
Amitraz DMPF	0,2	0,043	0,090	0,138			
Azoksystrobina	0,05	0,001	0,001	0,004	0,005	0,014	
Boskalid	0,15	0,006	0,022	0,008		0,005	0,012
Bromfenwinfos	brak			0,002			
Bupirymat	0,05					0,002	
Chloropiryfos	0,01	0,005	0,003	0,002		0,003	0,003
Cyjanotraniliprol	0,05					0,009	0,017
Cypermetyryna	0,05						
Cyprodynil	0,05	0,005	0,006	0,009	0,003	0,254	0,141
DEET	brak	0,001	0,006	0,001			
Deltametryna	0,05					0,007	0,005
Difenokonazol	0,05	0,004	0,003	0,001		0,064	0,034
Fludioksonil	0,05		0,008	0,014	0,006	0,251	0,155
Fluksapyroksad	0,05	0,001		0,006		0,041	0,025
Fluopyram	0,05	0,027	0,003	0,003		0,001	0,002
Fluwalinat (suma)	0,05	0,013	0,010	0,016			
Heksytiazoks	0,05						0,001
Kaptan	0,05	0,001	0,047	0,031		1,386	0,600
Kaptan (suma)	0,05	0,006	0,084	0,078		2,480	1,238
Karbendazym i benomyl (suma)	1			0,011			0,004
Klotianidyna	0,05					0,001	
Kumafos	0,1	0,013	0,012	0,020			
Lambda-cyhalotryna	0,05					0,007	
Pentopirad	0,05		0,001	0,019		0,019	0,012
Piperonylobutoksyd	brak	0,003	0,008	0,006			
Piraklostrobina	0,05	0,002	0,007	0,004			0,006
Pirymetanil	0,05	0,002	0,001	0,001		0,016	0,024
Protiokonazol (suma)	0,05	0,005					
Spirodiklofen	0,05		0,010				
Tebukonazol	0,05	0,001	0,001	0,002	0,002	0,035	0,021
Tetrakonazol	0,02	0,004		0,023		0,001	0,012
THPI	brak	0,002	0,019	0,023		0,558	0,328
Tiaklopyryd	0,2		0,001	0,003		0,020	0,013
Tiofanat metylowy	1			0,002			0,004
Tolilofluanid	0,05	0,003					
Trifloksystrobina	0,05	0,002	0,007	0,006		0,001	0,002

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

Typy pyłku roślin	Pszczoła miodna				
	Pyłek		Pierzga		
	Zastawie	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
<i>Acer</i>	0,00	0,94	0,00	0,64	0,00
<i>Achillea</i> typ	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aesculus</i>	2,75	3,76	0,75	2,81	0,10
<i>Betula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Brassica napus</i>	57,37	46,82	31,09	60,05	48,02
<i>Carex</i>	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00
Caryophyllaceae	0,05	0,00	0,00	0,00	0,10
Ericaceae	0,00	0,00	0,00	0,34	0,05
<i>Fragaria</i>	1,56	24,94	2,46	11,67	24,94
<i>Frangula</i>	0,14	0,00	9,20	0,25	0,73
<i>Fraxinus</i>	0,00	2,59	0,00	0,00	0,00
<i>Geranium</i>	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericum</i>	0,14	0,00	0,00	0,30	0,00
<i>Juglans regia</i>	0,05	0,00	0,16	0,15	0,20
<i>Knautia</i>	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
<i>Ligustrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
<i>Lonicera</i>	0,00	0,00	0,05	0,00	0,24
<i>Malus</i> typ	24,13	17,88	46,87	20,39	9,55
<i>Papaver</i>	1,42	0,00	0,00	0,34	0,00
<i>Pinus</i>	1,28	1,41	1,07	0,94	1,18
Poaceae	0,14	0,00	0,00	0,15	0,05
<i>Prunus</i> typ	0,00	0,00	4,12	0,00	5,49
<i>Quercus</i>	0,37	0,00	0,05	0,30	0,00
<i>Ranunculus</i>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
<i>Ribes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Rumex</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73
<i>Salix</i>	9,94	0,00	1,82	0,39	6,03
<i>Solidago</i> typ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Taraxacum</i> typ	0,18	0,24	0,37	0,15	1,13
<i>Vicia</i>	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00
<i>Viola tricolor</i>	0,00	0,47	0,11	0,10	0,44
Inne	0,41	0,71	0,86	0,64	0,83

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

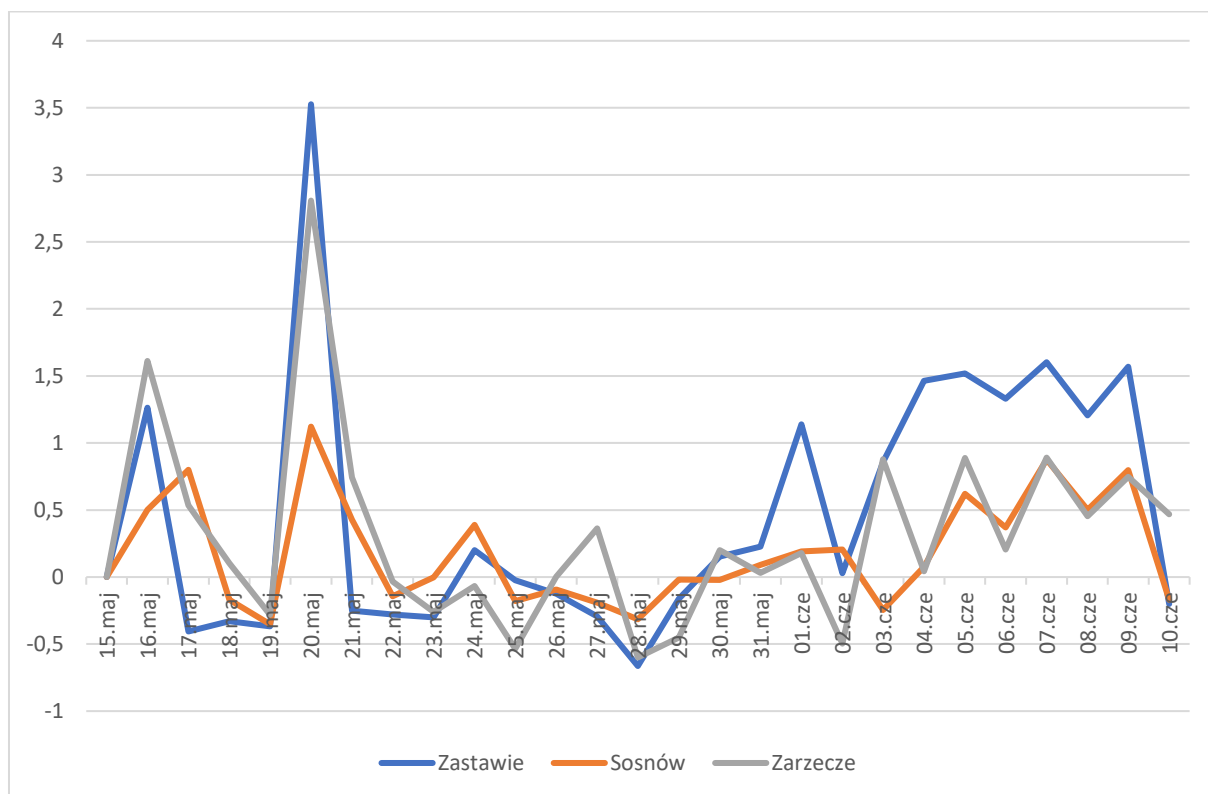
Typy pyłku roślin	Trzmielie			Murarka		
	Pyłek z gniazda			Pyłek z gniazda		
	Zastawie	Sosnów	Zarzecze	Zastawie	Sosnów	Zarzecze
<i>Acer</i>	0,62	3,07	0,16	0,00	0,30	0,00
<i>Achillea</i> typ	0,00	0,00	0,00	1,43	0,00	0,17
<i>Aesculus</i>	6,71	3,02	1,91	3,81	2,11	0,17

<i>Brassica napus</i>	10,29	17,52	24,24	3,10	0,60	0,70
Caryophyllaceae	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Carex</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Centaurea cyanus</i>	0,00	0,36	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Centaurea scabiosa</i>	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Cirsium</i> typ	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cynoglossum</i>	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ericaceae	0,84	11,39	1,29	0,00	0,00	0,00
<i>Fagus</i>	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Fragaria</i>	6,60	36,19	45,79	0,48	3,32	27,05
<i>Frangula</i>	0,28	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00
<i>Fraxinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	6,65	0,00
<i>Geranium</i>	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Helianthus</i> typ	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericum</i>	1,40	4,89	2,74	0,71	14,80	0,87
<i>Juglans regia</i>	0,00	0,00	0,00	12,38	46,22	15,01
<i>Knautia</i>	0,00	0,21	0,00	0,00	0,30	0,00
<i>Lonicera</i>	0,00	0,31	2,64	0,00	0,00	0,00
<i>Lotus</i>	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Malus</i> typ	10,23	5,67	8,89	0,24	0,00	0,17
<i>Papaver</i>	22,48	12,84	9,97	0,00	0,91	0,35
<i>Phacelia</i>	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pinus</i>	1,57	0,83	0,78	1,43	0,91	1,05
Poaceae	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,17
<i>Quercus</i>	0,00	0,00	0,05	41,90	4,53	6,11
<i>Ranunculus</i>	1,06	1,51	0,31	32,62	0,00	0,35
<i>Rumex</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	17,82	46,42
<i>Salix</i>	27,68	0,00	0,00	0,24	0,00	0,17
<i>Symphytum</i>	5,37	0,42	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Taraxacum</i> typ	0,06	0,21	0,16	0,00	0,30	0,17
<i>Vicia</i>	0,67	0,05	0,05	0,00	0,30	0,17
<i>Viola tricolor</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,17
Inne	1,17	0,94	0,72	0,48	0,60	0,52

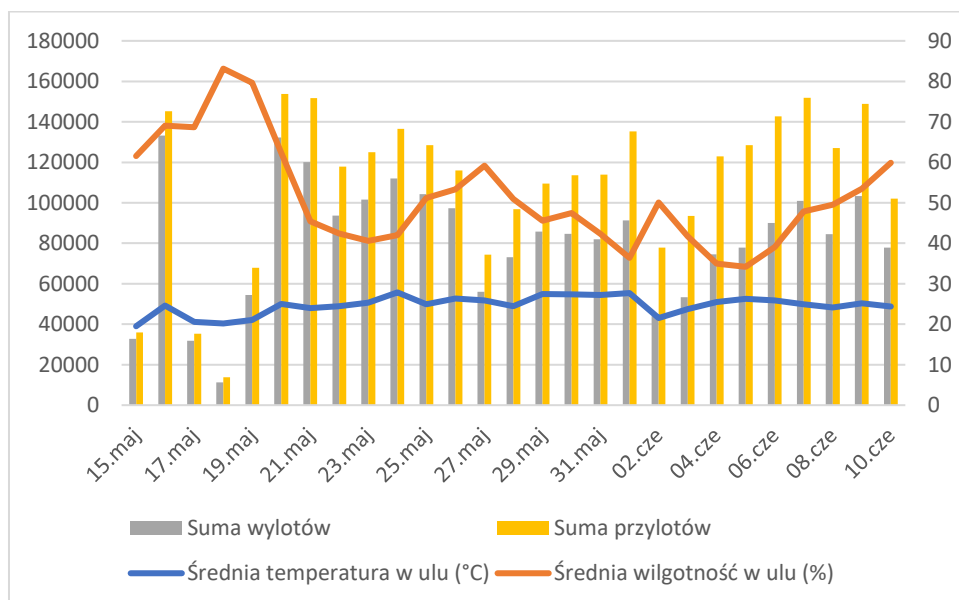
Tabela 10. Średni udział % pyłków w nakropie i miodzie z gniazd trzmieli i pszczoły miodnej.

Typy pyłku roślin	Trzmiel ziemny			Pszczoła miodna		
	Nakrop			Miód		
	Zastawie	Sosonów	Zarzecze	Zastawie	Sosonów	Zarzecze
<i>Acer</i>	4,32	0,50	0,90	0,69	0,33	0,00
<i>Achillea</i> typ	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aesculus</i>	6,48	7,56	2,02	0,34	0,72	0,51
<i>Allium</i>	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Anthriscus</i> typ	0,35	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00
Asteraceae	0,00	0,00	0,34	0,00	0,22	0,34
<i>Brassica napus</i>	23,45	20,95	11,78	64,83	79,52	92,73

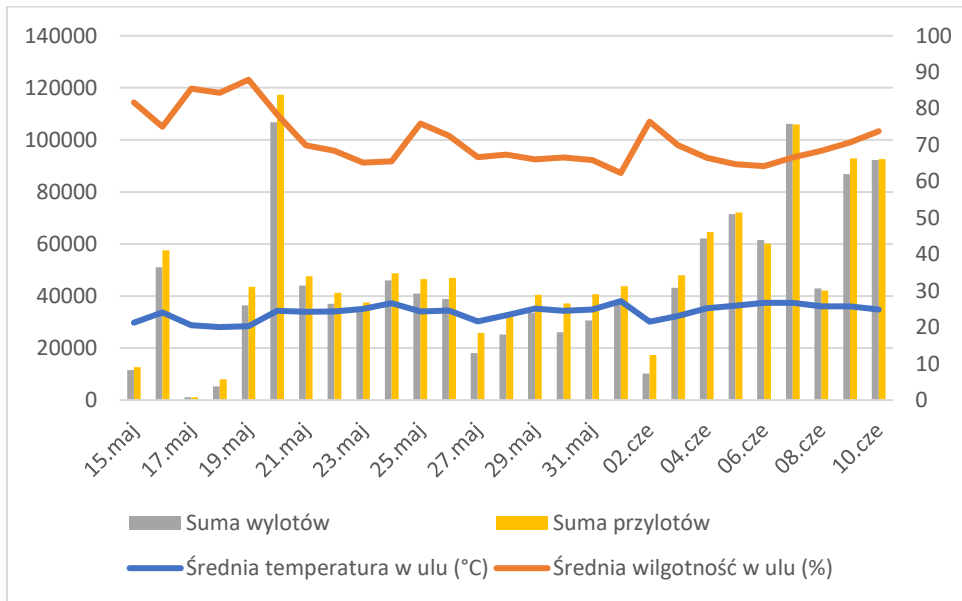
Caryophyllaceae	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Centaurea cyanus</i>	0,82	1,08	1,01	0,06	0,00	0,00
<i>Centaurea jacea</i>	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cirsium</i> typ	0,58	0,67	0,84	0,00	0,00	0,00
<i>Cynoglossum</i>	10,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Echium</i>	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Elaeagnus</i>	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ericaceae	0,12	4,82	3,03	0,00	0,33	0,00
<i>Fagopyrum</i>	0,06	0,00	0,00	5,98	0,06	0,06
<i>Fragaria</i>	1,75	49,38	64,78	0,00	0,00	0,00
<i>Frangula</i>	1,98	0,00	0,06	0,69	0,00	0,00
<i>Geranium</i>	0,18	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Helianthus</i> typ	2,16	1,25	1,29	0,00	0,00	0,00
<i>Lonicera</i>	0,00	0,08	1,18	0,00	0,00	0,23
<i>Malus</i> typ	13,42	8,56	7,18	19,94	4,76	4,45
Malvaceae	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Melilotus</i>	0,35	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Onobrychis</i>	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenocissus</i>	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
<i>Phacelia</i>	0,64	0,75	1,12	0,00	0,00	0,00
<i>Prunus</i> typ	0,00	0,00	0,17	4,14	10,35	0,17
<i>Ranunculus</i>	0,18	0,25	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Ribes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
<i>Robinia</i>	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rubus</i> typ	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salix</i>	19,02	0,00	0,00	0,69	0,55	0,39
<i>Symphytum</i>	8,81	1,16	1,79	0,00	0,00	0,00
<i>Taraxacum</i> typ	0,53	0,17	0,17	0,34	2,55	0,28
<i>Thymus</i> typ	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tilia</i>	0,00	0,00	0,06	0,80	0,00	0,06
<i>Trifolium</i> typ	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Vicia</i>	0,47	0,50	0,11	0,46	0,00	0,00
<i>Viola tricolor</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,11
Inne	1,28	1,66	1,51	0,92	0,61	0,45



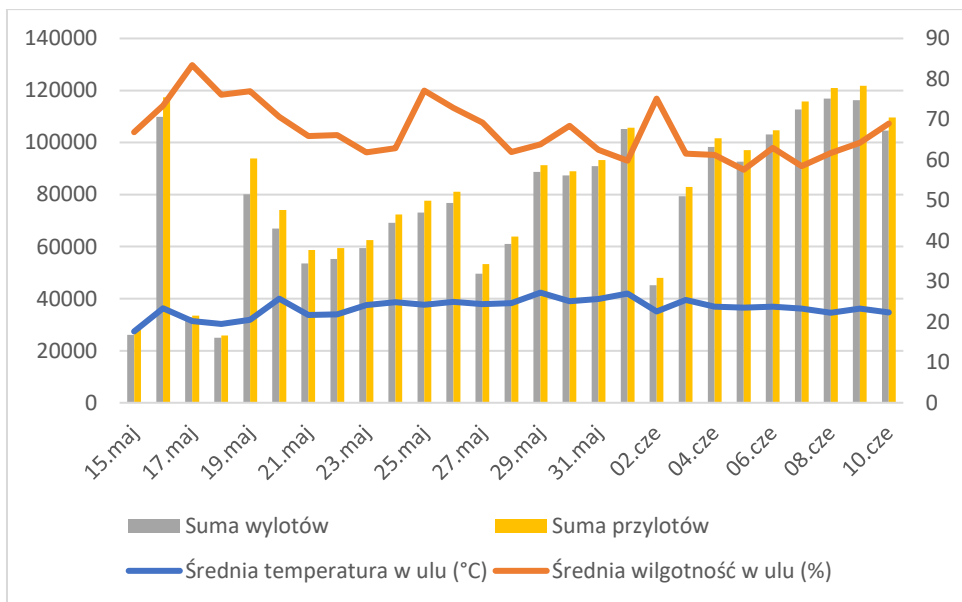
Ryc. 4. Średnie dzienne przybytki wagi ula (pszczoła miodna) w pasiekach doświadczalnych.



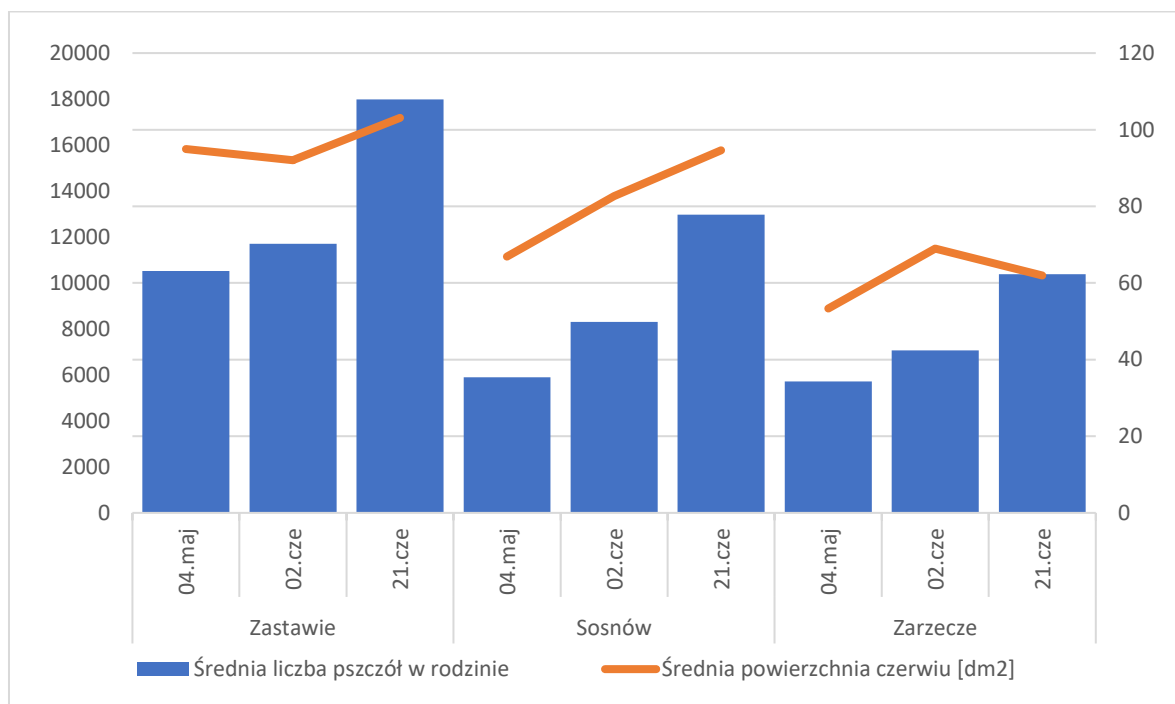
Ryc. 5. Aktywność lotna robotnic pszczoły miodnej i średnie wartości temperatury i wilgotności w koloniach pszczół miodnych stacjonujących w sadzie ekologicznym – Zastawie.



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



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



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

Średnie dzienne przybytki w ulach (wyrażone różnicą wagi ula o godzinie 21:00 z dnia poprzedniego do dnia odczytu) były porównywalne w sadach konwencjonalnych (Ryc. 4). We wszystkich pasiekach głównym źródłem pożytku nektarowego były pola rzepakowe (64%-92% pyłku rzepaku w miodzie). Udział procentowy pyłku rzepaku (ponad 45%) pozwala zakwalifikować te miody jako miody odmianowe – rzepakowe (Tab. 10). Duży udział pyłku jabłoni w miodzie pozyskanym z pasieki zlokalizowanej w sadzie ekologicznym (prawie 20%) wskazuje na wykorzystanie jabłoni jako jednego z głównych pożytków w tym terenie. W przypadku nakropu z gniazd trzmieli, rodziny stacjonujące w sadach konwencjonalnych korzystały głównie z położonych w pobliżu upraw truskawek oraz w mniejszym stopniu z rzepaku oraz jabłoni. W sadzie ekologicznym jako pożytek nektarowy trzmiel wykorzystywały głównie uprawy rzepaku, a także okoliczne wierzby i sad jabłoniowy. Różnice w aktywności robotnic pszczoły miodnej (Ryc. 5; Ryc. 6; Ryc. 7), oraz średnich dziennych przybytków pomiędzy pasiekami z sadów konwencjonalnych a pasieka zlokalizowana w sadzie ekologicznym (Ryc. 4) wynikały z położenia geograficznego pasieki kontrolnej, a tym samym warunków pogodowych oraz z siły rodzin w poszczególnych pasiekach (Ryc. 9). 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. Stan ten utrzymywał się przez cały czas trwania obserwacji. Jednak rozwój rodzin pszczelich z sadów konwencjonalnych pomimo stacjonowania na chronionej chemicznie plantacji jabłoni, był początkowo intensywniejszy (odpowiednio 40% i 23% stanu początkowego), niż w pasiece kontrolnej (11%). Pod koniec trwania doświadczenia rozwój we wszystkich pasiekach kształtował się na podobnym poziomie (odpowiednio 53%; 56%; 47%). Różnice w średniej liczbie pszczół pomiędzy pasiekami wynikają z kondycji rodzin, po zimowli, w momencie startu doświadczenia. W pasiekach doświadczalnych (w sadach jabłoniowych

konwencjonalnych) nie zaobserwowano negatywnego wpływu stosowania chemicznej ochrony roślin na rozwój i kondycje rodzin pszczoł.

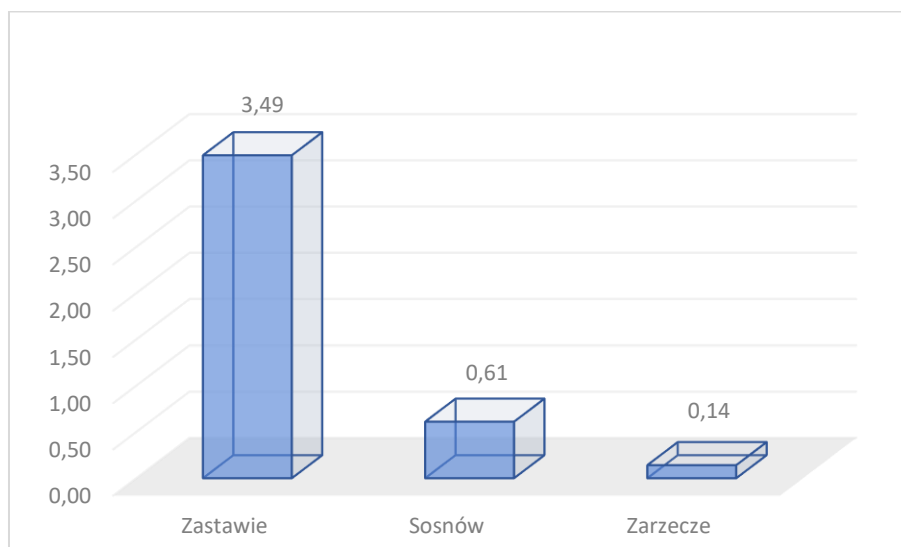
Tabela 11. Ocena wylęgu i zasiedlenia gniazd przez murarkę ogrodową.

Lokalizacja	% wygryzienia pszczoł z kokonów	% spasożytowania wystawionych kokonów	% zasiedlonych materiałów gniazdowych
Zastawie – sad ekologiczny	93,4%	5,6%	88,6%
Sosnów – sad konwencjonalny	92,2%	5,9%	26,1%
Zarzecze – sad konwencjonalny	94,1%	5,2%	8,36%

Na wszystkich powierzchniach badawczych stopień wylęgu murarek ogrodowych był zadowalający i wynosił ponad 92%. Stopień zasiedlenia materiału gniazdowego był jednak bardzo zróżnicowany. Murarki najchętniej zasiedlały materiał gniazdowy wystawiony w sadzie ekologicznym, natomiast najmniej chętnie w sadzie konwencjonalnym w Zarzeczu (Tab. 11). Również średnia liczba kokonów w materiale gniazdowym była najwyższa w sadzie ekologicznym (Tab. 12). Znacznie lepsze rezultaty chowu murarki ogrodowej uzyskano w sadzie ekologicznym, blisko 3,5-krotny wzrost populacji, natomiast w sadach konwencjonalnych stwierdzono spadek populacji murarek odpowiednio o blisko 40% (Sosnów) i 85% (Zarzecze) (Ryc. 10). Tak niskie wartości współczynników zakładania gniazd, a również ubytek populacji murarki w sadach konwencjonalnych może świadczyć o wytruciu samic murarek przed założeniem gniazd.

Tabela 12. Analiza zasiedlonych materiałów gniazdowych.

Lokalizacja	Średnia masa kokonu	Średnia masa pszczoł		Stosunek samców/samic	Średnia liczba kokonów w materiale gniazdowym
		Samiec	Samica		
Zastawie – sad ekologiczny	80,14	50,21	85,77	1,35	6,07
Sosnów – sad konwencjonalny	77,25	49,94	83,42	1,44	3,55
Zarzecze – sad konwencjonalny	86,89	54,51	89,49	0,94	2,82



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

5. Podsumowanie.

- Ogółem w celu oceny pozostałości środków ochrony roślin przebadano 107 próbek z gniazd pszczoł, trzmieli i murarek. Pozostałości ŚOR stwierdzono w 98,2% prób.
- W produktach pszczelich ogółem zidentyfikowano 61 substancji czynnych środków ochrony roślin lub ich metabolitów, najliczniej reprezentowaną grupą związków były fungicydy (31 substancji) oraz insektycydy (21 substancji). Spośród wszystkich zidentyfikowanych substancji tylko 3 pochodziły ze środków stosowanych w uprawie na której stacjonowały pszczoły.
- W produktach pszczelich z sadu ekologicznego stwierdzono pozostałości 40 środków ochrony roślin lub produktów ich rozkładu pochodzące z innych plantacji.
- W 59% ogólnej liczby prób, stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów.
- Wśród substancji biologicznie czynnych środków ochrony roślin i ich metabolitów w badanych próbkach wykryto 10 substancji, których stosowanie jest niedozwolone na terenie Unii Europejskiej.
- W przypadku pszczoły miodnej 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, jest to związane z prawdopodobnym wytruciem samic murarki przed momentem założenia przez nie gniazd.

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 2023-12-15
- 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, Liebfeld 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. Tscharrntke 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., Delettre 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
- Kuliś M., Miziołek D., Pytkowska R., Serafin K., Zaremba Ł. (2023) – Produkcja upraw rolnych i ogrodnictwych w 2022 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 I., 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>