

**WPŁYW PREFERENCJI KWIATOWEJ
NA WYDAJNOŚĆ PYŁKOWĄ
RODZIN PSZCZOŁY MIODNEJ**

Adam Roman

**WPŁYW PREFERENCJI KWIATOWEJ
NA WYDAJNOŚĆ PYŁKOWĄ
RODZIN PSZCZOŁY MIODNEJ**



Wrocław 2008

Opiniodawca

prof. dr hab. Jerzy Woyke

Redaktor merytoryczny

dr hab. Krystyn Chudoba

Opracowanie redakcyjne

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Korekta

Janina Szydłowska

Łamanie

Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki

Halina Sebzda

Zdjęcie na okładce

Paweł Danieluk

Monografie LXII

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2008

ISSN 1898–1151

ISBN 978–83–60574–43–0

WYDAWNICTWO UNIwersYTETU PRZYRODnicZEGO WE WROCLAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki

ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel. 071 328–12–77

e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. druk. 6,0

Druk i oprawa: Wydawnictwo Tekst Sp. z o.o.

ul. Kossaka 72, 85–307 Bydgoszcz

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	7
2. Cel pracy	14
3. Material i metody.....	15
4. Wyniki.....	19
4.1. Charakterystyka bazy pożytkowej w rejonie badań	19
4.2. Masa pyłku pozyskanego od rodzin pszczelich	21
4.3. Masa jednego obnóża.....	28
4.4. Liczba gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły	34
4.5. Preferencja kwiatowa rodzin pszczelich	51
4.6. Wierność kwiatowa rodzin pszczelich	58
4.7. Zawartość wody w obnóżach pyłkowych	63
4.8. Warunki meteorologiczne i ich wpływ na badane cechy	65
4.9. Wzajemne zależności badanych cech	70
5. Dyskusja.....	77
6. Wnioski	83
7. Piśmiennictwo.....	85

1. WSTĘP

Pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.) jest gatunkiem zaliczanym do owadów użytkowych, najczęściej wykorzystywanych i przynoszących człowiekowi ogromne korzyści. Odgrywa ona istotną rolę w gospodarce człowieka – jako zapylacz roślin uprawnych i wytwórca cennych produktów. Ma także wielkie znaczenie dla środowiska naturalnego – bez pszczół większość roślin nie mogłaby wydać owoców i nasion. Jeszcze w XIX wieku pszczoła miodna była traktowana wyłącznie jako producentka miodu i wosku. Poprzez bazę pokarmową życie pszczoły miodnej nierozzerwalnie związane jest z roślinami [Banaszak 1996, Steffan-Dewenter, Tschamtkke 2001].

Rodzina pszczela, w warunkach klimatyczno-pożytkowych Polski, w ciągu roku zużywa na swoje potrzeby od kilkunastu do ponad 35 kg pyłku kwiatowego. Obecność pyłku w gnieździe pszczelim jest warunkiem właściwego funkcjonowania rodziny, odpowiedniego czerwienia matki, a zwłaszcza prawidłowego wzrostu i rozwoju larw. Zbyt małe ilości przynieszonego do ula pyłku i skromne zapasy pierzgi w gnieździe wpływają ujemnie na rozwój rodziny pszczelej, a to z kolei odbija się niekorzystnie na jej wydajności produkcyjnej. U pszczoły miodnej ważnym czynnikiem pobudzającym zbieraczki do poszukiwania i zbioru pyłku jest obecność oraz ilość czerwia otwartego w gnieździe [Free 1967, Fewell, Winston 1992, Eckert i in. 1994, Crailsheim i in. 1996, Dreller i in. 1999, Fewell, Bertram 1999]. Feromony wydzielane przez czerw pobudzają robotnice do intensywniejszego zbioru pyłku [Pankiw i in. 1998]. Dlatego przynieszone obnóża pyłkowe pszczoły magazynują przede wszystkim w bezpośrednim sąsiedztwie czerwia otwartego [Dreller, Taryp 2000]. Brak czerwia w gnieździe hamuje pęd pszczół do zbioru pyłku [Filmer 1932, Cale 1968, Todd i Reed 1970, Barker 1971, Van Leare, Martens 1971, Moeller 1972, Camazine 1993, Eckert i in. 1994]. Z larw pszczelich zjadających więcej pyłku rozwijają się owady dorosłe o większej masie i rozmiarach ciała [Wilkaniec i in. 2004]. Nieobecność pyłku w gnieździe wpływa ujemnie na rozwój larw i stan fizjologiczny pszczół, zwłaszcza karmicielek. Dlatego w okresie braku pyłku w środowisku coraz częściej do podkarmiania rodzin pszczelich zaczyna się wykorzystywać namiastki pyłku [Rogała, Szymaś 2004a i 2004b].

Czynnikiem oddziałującym także w bardzo znaczny sposób na ilości pyłku przynieszonego przez pszczoły do gniazda jest wielkość rodziny [Free 1967, Fewell, Winston 1992, Eckert i in. 1994].

Na przełomie XIX i XX wieku zwrócono uwagę na inną działalność pszczoły miodnej w środowisku – zapylenie roślin. W nowoczesnej gospodarce rolnej pszczoła miodna na całym świecie jest głównym zapylaczem owadopylnych roślin uprawnych. Dzięki swojej pracy przynosi ogromne korzyści gospodarce człowieka, przyczyniając się

do znacznego wzrostu plonów [Free 1993]. W dobie monokultur, gdzie na olbrzymich arealach uprawia się jeden gatunek rośliny, nierealne jest, aby zostały one odpowiednio zapyłone przez dzikie zapyłacze lub pszczoły z nielicznych, rozproszonych rodzin. Wśród licznych gatunków owadów zapyłających pszczoła miodna jest najlepiej przystosowana do zapyłania upraw, gdyż jest aktywna od wczesniej wiosny do późnej jesieni, działa w bardzo licznych rodzinach, a robotnice są „wiernie” gatunkowi rośliny, który raz zaczęły już oblatywać [Skowronek i in. 1985, Roman 2003, Gupta 2005, Evans, Spivak 2006]. Powodem uznawania pszczoły miodnej za najlepszego zapyłacza jest także zasięg jej lotu roboczego wynoszący średnio 1,5 km, ale nierzadko robotnice latają nawet do 3,0 km i więcej, jeżeli w pobliżu gniazda brakuje pożywienia [Steffan-Dewenter i in. 2002]. Inne pszczołowate latają na zdecydowanie mniejsze odległości, np. maksymalny zasięg lotu roboczego trzmiela ziemnego (*Bombus terrestris*) określono na 631 m (średnio 275,3 m) [Osborne i in. 1999].

W Polsce ok. 50 gatunków polowych roślin uprawnych, ok. 140 gatunków roślin ogrodniczych, w tym 15 gatunków krzewów i drzew owocowych, ok. 60 gatunków warzyw oraz ok. 60 gatunków uprawnych roślin zielarskich zapyłanych jest przez pszczołę miodną. Pszczoła miodna wykonuje ponad 88% całej pracy zapyłaczy. Brak tych owadów na plantacjach roślin uprawnych może spowodować obniżenie się plonów nawet o 70–80% (np. malin) [Manning 2006]. Generalnie, pszczoły jako zapyłacze roślin zapewniają ponad 35% całkowitej produkcji rolniczej. Nawet, jeżeli w środowisku naturalnym lub w uprawie występują rośliny samopylne, które do wydania owoców i nasion nie wymagają zapylenia przez owady, to obecność pszczół na ich kwiatkach przyczynia się do znacznego wzrostu plonów [Klein i in. 2007, Kremen i in. 2007].

Wywiezienie uli z pszczołami na kwitnącą plantację powoduje znaczną zwyżkę plonów roślin, np. rzepaku do 30%, a ogórków w uprawie polowej nawet o ponad 200% [Free 1970]. Nadwyżka plonów wynikająca z odpowiedniego zapylenia roślin jest warta (w przeliczeniu na wartość pieniężną) od 10 do 100 razy więcej niż wszystkie produkty pozyskiwane od pszczół [Woyke 1991, Szklanowska 1992, Zalesińska, Więckowski 1992]. Obecnie w wielu krajach głównym zadaniem pszczoły miodnej jest zapylenie upraw, a opłaty za dzierżawienie rodzin pszczelich stanowią zasadniczą część dochodów pszczelarzy [Watanabe 1994]. Na przykład w USA opłaty te wynosiły od 30 do 100 dolarów za pracę jednej rodziny przez 6 tygodni [Sumner, Boriss 2006], a w sezonie 2007 r. doszły nawet do 150 dolarów. W sumie, w USA praca pszczół jako zapyłaczy roślin uprawnych – rocznie wyceniana była od 10,0 do 14,8 mld dolarów [Watanabe 1994], a to stanowiło wartość wszystkich surowców i produktów roślinnych, których plony całkowicie uzależnione są od ich pracy [Morse, Calderone 2000, Greenleaf, Kremen 2006, Winfree i in. 2007]. W różnych warunkach klimatycznych udział pszczoły miodnej w zapyłaniu roślin owadopylnych wynosi od 69,8% w Rosji [Rymaševskij 1962], poprzez 80,0% we Francji [Tasei 1975] i 90% w Danii [Poulsen 1973], do 97% na obszarze Niemiec [Pritsch 1972]. W warunkach klimatycznych Polski pszczoła miodna uczestniczy w zapyłaniu w ponad 80,0%, np. bobiku od 87,7 do 96,0% [Kołtowski 1996b]. Przede wszystkim dzięki pracy pszczoły dokonuje się reprodukcja roślin owadopylnych i bez niej wiele gatunków w ogóle zniknęłoby z powierzchni Ziemi [Tepedino 1979, Klein i in. 2003]. Około 75% pożywienia roślinnego, które wykorzystuje człowiek, jest efektem zapyień dokonywanych przez pszczołę miodną. Na przykład

obecność jej robotnic na plantacji gryki sprawia, że ponad 95% kwiatów zostaje zapylonych, co w wysoko istotny sposób przekłada się na znaczną wyżkę plonów nasion [Bjorkman 1995]. Wskutek pracy pszczół w szklarniach aż 98% kwiatów pomidorów zostaje zapylonych w porównaniu do 80%, kiedy zapylanie wykonuje się metodami „sztucznymi” [Sabara i in. 2004].

Pszczoły zbieraczki dla zwiększenia swojej wydajności pracy specjalizują się, w większości, w zbiorze określonego rodzaju surowca [Page i in. 2000]. Średnio ok. 60% z nich zbiera nektar (lub spadź), 25% pozyskuje pyłek, a tylko ok. 15% przynosi obydwa te surowce razem albo pełni funkcję dostarczycielek wody lub surowców na propolis [Free 1960]. Jednak obserwuje się znaczne przystosowanie robotnic do aktualnych warunków i potrzeb rodziny oraz środowiska zewnętrznego. Wyrazem tego jest zmiana stosunku pomiędzy liczbą zbieraczek nektaru i pyłku, dostarczycielek wody i surowców na propolis. Najczęściej zmiany tych stosunków zachodzą w okresach obfitych pożytków. Jeżeli pszczoły mają do dyspozycji bogate zasoby nektarowe, wtedy ponad 90% zbieraczek zajmuje się zbiorem tego surowca. Natomiast w okresie ubogich pożytków nektarowych powiększają się zastępy zbieraczek pyłku. W drugiej połowie lata, kiedy rodziny przygotowują się do okresu zimowego, wzrasta zapotrzebowanie na propolis i wówczas większa liczba zbieraczek zajmuje się pozyskiwaniem surowców do jego wyrobu. W odniesieniu do biologii rośliny najlepszymi zapylaczkami są zbieraczki pyłku, gdyż właśnie dzięki wykonywanej pracy mają one najbliższy kontakt z pyłkiem kwiatowym [Free 1965]. Celowo penetrują kwiaty w poszukiwaniu pyłku, a czasami otwierają („rozgryzają” żuwaczkami) pylniki, aby pozyskać ich zawartość [Szklanowska 1992, Wróblewska 1992, 1993].

Wysoka efektywność ekonomiczna pracy pszczoły miodnej jest także wynikiem bardzo dobrze rozwiniętego zmysłu węchu u tych owadów. Wydzielina zapachowa gruczołów tarsalnych „zaznacza” kwiaty, na których pszczoła już przebywała [Stout i in. 1998, Goulson i in. 2000]. Ponadto pszczoła miodna pozostawia na kwiatach śladowe ilości (również zapachowe) wydzieliny z gruczołów żuwaczkowych [Vallet i in. 1991]. Ślady zapachowe pozostawione przez pszczołę powodują, że nawet w gęszczu kwiatów tego samego gatunku rośliny nie siada ona na kwiat już przez siebie lub inną zbieraczkę wcześniej odwiedzony [Stout, Goulson 2001, Reader i in. 2005]. Dzięki temu nie traci czasu na sprawdzanie kwiatów już opróżnionych, z których inne owady wcześniej zebrały surowce – pyłek i nektar [Kato 1988, Schmitt, Bertsch 1990, Williams 1998].

Wśród owadów pszczołowych zapylających rośliny większość zaliczana jest do politrofów, czyli wykorzystujących wiele gatunków roślin jako źródło pożywienia. W trakcie jednego lotu roboczego często odwiedzają kilka gatunków roślin. Takie zachowanie w warunkach klimatycznych Polski jest cechą charakterystyczną dla większości gatunków pszczół samotniczych. Natomiast znaczna część gatunków pszczół społecznych oraz nieliczna pszczół samotniczych cechują się preferencją i wiernością kwiatową. Dlatego można je wykorzystywać do zapylania roślin uprawnych [Cane i in. 1992]. Przyczyny preferencji i wierności kwiatowej u różnych gatunków pszczół mogą być różne. Pszczoły z gatunku *Megachile addenda* wykazują się wiernością kwiatową, ale tylko wtedy, gdy występują w ich środowisku kwiaty określonego gatunku rośliny – najchętniej oblatują kwiaty żurawiny błotnej [Marucci 1967]. Natomiast po przekwit-

nięciu żurawiny odwiedzają wiele innych gatunków roślin w poszukiwaniu pokarmu i wtedy występuje u nich floromigracja [Cane i in. 1996, Loose i in. 2005]. Pszczoła miodna, w klimacie Polski, jest jedynym gatunkiem owada społecznego, u którego występuje wierność kwiatowa. W trakcie jednego lotu roboczego najczęściej odwiedza ona kwiaty tylko jednego gatunku rośliny [Garr 2006]. W literaturze fachowej opisano także inne gatunki pszczół, u których „doszukano się” znamion wierności kwiatowej. Jednak bardzo często jest ona wyrazem ich morfologicznego przystosowania się do pobierania nektaru i pyłku z kwiatów o określonej budowie. U niektórych gatunków pszczół z rodzaju *Xylocopa* daje się zaobserwować zachowanie, które można określić mianem wierności kwiatowej [Solomon Raju, Purnachandra Rao 2006]. Owady te „wołą” rośliny o odpowiedniej budowie kwiatu, np. kwiaty zygomorficzne (o jednej płaszczyźnie symetrii), gdyż z takich kwiatów mogą dokładniej wybrać nektar i pyłek. Oblatują także kwiaty aktynomorficzne, posiadające symetrię promienistą (więcej niż dwie płaszczyzny symetrii), mogą w nich dokonać zapylenia, ale pobieranie surowców jest utrudnione i dlatego mniej chętnie je odwiedzają. Dużą wiernością kwiatową cechuje się także, żyjąca w Azji, pszczoła wschodnia (*Apis cerana indica*) [Chaudhari 1978, Faheem i in. 2004, Mary Scinthia, Agashe 2006]. Pszczoła ta w kolejnych okresach sezonu zajmuje się zbiorem pyłku o określonym typie budowy ziaren, dlatego też odwiedza tylko te gatunki roślin, które mają taki pyłek. Stwierdzono [Dhaliwal, Atwal 1986], że pszczoła karłowata (*Apis florea*), olbrzymia (*Apis dorsata*) oraz miodna (*Apis mellifera*) oblatując plantację lucerny siewnej, wykazywały się dużą wiernością kwiatową. Pszczoły przystosowują się do zbioru pyłku i nektaru, a więc także do zapylenia kwiatów o określonej budowie, czyli kwiatów określonych gatunków roślin [Batra 1995]. Najlepszymi zapyłaczami są pszczołowate, które cechują się wiernością kwiatową, gdyż w trakcie pracy przenoszą pyłek tylko jednego gatunku rośliny. Brak takich pszczół w środowisku powoduje znaczny spadek ilości wydawanych przez rośliny nasion i owoców [Garg, Rao 1996].

Wierność kwiatowa pszczoły polega na tym, że w czasie tego samego lotu roboczego odwiedza ona kwiaty tylko jednego gatunku, a czasami nawet tylko jednej odmiany rośliny. Dzięki temu ma do czynienia z jednym typem kwiatów (o takiej samej budowie) – może sprawniej i szybciej pobierać nektar lub pyłek kwiatowy oraz dokładniej i szybciej zapyłać rośliny. Cecha ta powoduje, że raz odkryte źródło pokarmu zbieraczka wykorzystuje do końca i nie interesuje się innymi rozkwitającymi w tym czasie roślinami. Pojęcie to rozszerza się na całą rodzinę pszczoła i oznacza przynoszenie w tym samym czasie przez zbieraczki z jednej rodziny wziętku głównie z jednego gatunku rośliny, aż do jego przekwitnięcia [Bornus i in. 1989]. Dzięki specjalizacji, czyli przystosowaniu się do budowy danego typu kwiatu, pszczoła potrzebuje mniej czasu na zebranie ładunku pyłku lub nektaru, więcej kwiatów oblatuje w ciągu minuty, może wykonać więcej lotów roboczych w trakcie dnia, a tym samym wzrasta jej wydajność pracy. To przyczynia się do wzrostu ilości przynieszonego i gromadzonego w gnieździe pożywienia [Ne’eman i in. 2006].

Wierność kwiatowa decyduje o ogromnej przydatności pszczół miodnych do zapylenia upraw w obrębie danego gatunku. Wykorzystują z niego zasoby pożytkowe aż do ich wyczerpania i dopiero później przenoszą się na inne gatunki kwitnących roślin [Jabłoński i in. 1981]. Za pewną odmianę wierności kwiatowej u pszczoły miodnej

uznaje się także odwiedzanie przez robotnice w danym okresie gatunku rośliny z kwiatami, które wcześniej zostały otworzone i udrożnione przez inne pszczoły, np. *Xylocopa virginica* (L.). Wówczas łatwiejsza dostępność pyłku i nektaru dla pszczoły miodnej powoduje, że chętnie taki pożytek wykorzystują aż do jego wyczerpania [Sampson i in. 2004]. Jednak do dziś nie są znane wszystkie przyczyny, które skłaniają robotnice pszczoły miodnej do zachowania wierności kwiatowej [Goulson i in. 1997, Hill i in. 1997]. Na pewno jest ich wiele i z całą pewnością wierność nie jest następstwem braku w środowisku zasobów pożytków alternatywnych. Chociaż, niewątpliwie, taka sytuacja sprzyja wierności kwiatowej [Sanderson, Wells 2005]. Jedną z przyczyn zachowania przez zbieraczki wierności w stosunku do danego gatunku rośliny jest kolor i zapach jej kwiatów. Pszczoły szybko uczą się rozpoznawać te cechy i dzięki temu, nawet z większej odległości, sprawnie rozpoznają gatunek rośliny, na którym już pracowały i podejmują decyzję, do których kwiatów sięgać po pokarm [Bitterman i in. 1983, Chittka, Menzel 1992]. Najczęściej robotnice wykazują wierność do kwiatów tego koloru, który znalazły w środowisku jako pierwszy [Wells H. i Wells P.H. 1983]. Jednak kolor kwiatów nie jest kluczowym czynnikiem powodującym zachowanie wierności kwiatowej przez pszczoły [Greggers, Menzel 1993, Szafir 1994]. Innym czynnikiem skłaniającym pszczoły do zachowania wierności kwiatowej jest ilość i jakość pożywienia dostarczanego przez różne gatunki roślin. Pszczoły przywiązują się do tych kwiatów, które dają im najwięcej pożywienia oraz surowiec o największej koncentracji energii [Wells H. i Wells P.H. 1983]. Kolejnym argumentem skłaniającym zbieraczki do zachowania wierności kwiatowej jest „ryzyko głodu”, zwłaszcza w rejonach, gdzie gniazda pszczele są narażone na grabieże dokonywane przez inne owady. W takich warunkach pszczoły do końca wykorzystują te źródła pożywienia, które już znają, gdyż poszukiwania nowego mogą zakończyć się niepowodzeniem i rodzina zostanie bez pokarmu [Real 1981, Harder, Real 1987]. Ważnym czynnikiem decydującym o wierności kwiatowej zbieraczek jest przynależność pszczół do danego gatunku, a nawet podgatunku rodzaju *Apis*. Wykazano różnice w nasileniu tej cechy między gatunkami i podgatunkami pszczół w stosunku do określonych gatunków roślin [Cakmak i in. 1999].

Preferencją kwiatową lub gatunkową rodziny pszczelej określa się przynoszenie w ciągu dnia przez większość zbieraczek z danej rodziny pyłku lub nektaru z jednego gatunku rośliny. Jest to „przywiązanie” zbieraczek z danej rodziny do określonego gatunku kwitnącej rośliny w ciągu jakiegoś czasu (np. dnia). O wielkości preferencji kwiatowej w rodzinie może decydować wydajność pracy pszczół zwiadowczyń, które poszukują nowych źródeł pożywienia [Wenner, Johnson 1966, Johnson 1967, Reinhard i in. 2004]. W tańcu werbunkowym wskazują one innym robotnicom informację o położeniu źródła pożytku oraz przekazują to, co przyniosły, „zachęcając” je do odwiedzenia tego źródła pożywienia. Wyznacznikiem danego źródła jest zapach surowca przyniesionego przez zbieraczkę, do którego przyzwyczajają (trenuje) otaczające ją pszczoły. Wytrwałość zwiadowczynie w przekazywaniu tych informacji powoduje, że raz znalezione źródło pożywienia przez jedną pszczołę zostaje wybrane na poziomie rodziny. Większość zbieraczek otrzymawszy dokładne informacje wykorzystuje wskazane źródło pokarmu. Dzięki temu indywidualna wierność kwiatowa jednej robotnicy przekłada się na preferencję kwiatową całej rodziny pszczelej. Jeżeli w rodzinie preferencja kwiatowa utrzymuje się na stabilnym poziomie przez cały okres kwitnienia danego

gatunku rośliny, to taki stan określa się jako wierność kwiatową rodziny pszczelej. Dlatego też wierność kwiatową rodzin pszczelich można określić poprzez ocenę stabilności (wielkości współczynnika zmienności) preferencji kwiatowej w okresie kwitnienia danego gatunku rośliny. Im mniejsza u rodziny pszczelej zmienność preferencji kwiatowej w kolejnych dniach kwitnienia danego gatunku rośliny, tym większa jest wierność kwiatowa tej rodziny.

Obserwacje życia i zachowania pszczół pokazują, że nie zawsze i nie wszystkie robotnice są wierne danemu pożytkowi. Przeważnie w rodzinie pszczelej jest część zbieraczek, które z różnych przyczyn nie wykorzystują tego samego pożytku co większość robotnic z ich rodziny, ale poszukują innych źródeł pożywienia.

Floromigracja jest cechą pszczół odwrotną do wierności kwiatowej. Polega na przelatywaniu zbieraczki, podczas jednego lotu roboczego, z kwiatów jednego gatunku rośliny na kwiaty innego gatunku. W ładunkach przynoszonych przez te pszczoły znajduje się surowiec (ziarna pyłku lub nektar) zebrany z więcej niż jednego gatunku rośliny. Floromigracja dotyczy także całej rodziny pszczelej, kiedy część zbieraczek pozyskuje surowce z jednego gatunku rośliny, część z drugiego, a część z trzeciego lub nawet czwartego. Wówczas będzie to cecha odwrotna do preferencji kwiatowej rodziny pszczelej. Z reguły wpływa ona niekorzystnie na efekty zapylania roślin przez pszczoły, ponieważ roślina oblatywana jako druga nie może zostać zapyłona pyłkiem pochodzącym z pierwszej. Jednak floromigracja nie zawsze musi być cechą niepożądaną. Można ją wykorzystać przy konieczności lepszego zapylania roślin niechętnie oblatywanych przez pszczoły. Wtedy to wysiewa się w mieszance gatunek „nie lubiany” przez pszczoły z gatunkiem dla nich atrakcyjnym. Zbieraczki w ferworze pracy mogą oblatywać oba gatunki roślin w tym samym okresie, dokonując zapylenia także tego gatunku mniej przez siebie „lubianego” [Skowronek, Jabłoński 1989]. Jako pewną odmianę floromigracji pszczół można uznać odwiedzanie przez te same zbieraczki przed południem kwiatów jednego gatunku rośliny, a po południu innego (pod koniec dnia nawet jeszcze innego gatunku). Najczęściej jest to wymuszone ograniczoną dostępnością pożytku związaną z porą nektarowania lub pylenia kwiatów [Skowronek, Jabłoński 1989].

Pyłek kwiatowy można pozyskiwać od pszczół w dwóch postaciach: obnóży oraz pierzgi. W skład jednego obnóza może wchodzić od kilkudziesięciu do ponad 100 tysięcy ziaren pyłku, w zależności od gatunku rośliny, a tym samym wielkości ziaren. Jeżeli ziarna pyłku są duże, to w skład obnóza wchodzi ich mniej i ładunki są lżejsze, gdyż pomiędzy dużymi ziarnami jest więcej pustych przestrzeni. Obnóza wykonane z małych ziaren pyłku zawierają ich znacznie więcej i posiadają większą masę (są ciasniej połączone). W gnieździe część pyłku z obnóży pszczoły zużywają na bieżące potrzeby, zwłaszcza przy jego niedoborze wczesną wiosną, a część magazynują w komórkach plastra.

Obnóza pyłkowe pozyskuje się od pszczół za pomocą różnego typu poławiaczy, dzięki którym można pszczołom odebrać średnio ok. 30–40% przynoszonych przez nie ładunków [Bieńkowska, Pohorecka 1996, Wilde i in. 2002]. Pozostałą, większą część pyłku, pszczoły zazwyczaj przenoszą przez oczka poławiacza i wnoszą do gniazda. Taka sytuacja jest podwójnie korzystna: pszczelarz pozyskuje pewną ilość pyłku, a rodzina pszczoła ma ciągły jego dopływ do gniazda. Jednocześnie nie wpływa to ujemnie na wytwarzanie miodu w takich rodzinach. Nadmierne ograniczanie pszczołom

możliwości gromadzenia pyłku w plastrach, poprzez poławianie zbyt dużych jego ilości, wpływa ujemnie na rozwój rodzin i w efekcie może obniżać ich wydajność miodową nawet o 60% [Gansier 1984, Pidek 1988]. Podobnie, znaczne przedłużanie okresu poławiania pyłku ponad 3 tygodnie może obniżać produkcję miodu o 5–20% [Bratkowski, Wilde 1996].

Ilość pyłku, jaką można pozyskać od pszczoł, uzależniona jest od aktualnie kwitnących w danym rejonie roślin. Łączy się to z wydajnością pyłkową poszczególnych gatunków roślin. Na przykład przeciętna masa pyłku z 10 kwiatów bobiku wynosi 5,41 mg, co daje wydajność pyłkową 10,5–14,2 kg/ha (średnio 12,6 kg/ha) [Kołtowski 1996a]. Pszczoły pracujące na plantacji bobiku mogą dziennie zebrać ok. 0,5 kg pyłku (czasami do 1,0 kg/ha) z 1 ha. Natomiast pszczoły pracujące w sadach mają mniejsze możliwości zbioru pyłku, gdyż wydajność pyłkowa sadu jabłoniowego wynosi 2–7 kg/ha [Szkłanowska 1987]. W klimacie Polski występują gatunki roślin, z których pszczoły mogą pozyskać nawet 170 kg pyłku z 1 ha uprawy, np. nostryk biały [Jabłoński, Szkłanowska 1985].

Życie i działalność pszczoły miodnej w środowisku całkowicie uzależnione są od klimatu i pogody. Pszczoły są zmienno ciepłne i nie mogą pracować w zbyt niskich temperaturach środowiska. Ciepłota wewnętrzna oraz poziom metabolizmu w ich organizmie ściśle zależą od temperatury otoczenia. Dolną graniczną temperaturą dla pszczoły miodnej jest +9,0 °C, poniżej której pszczoły krzepną z zimna. Skoro aktywność pszczoł uzależniona jest od temperatury powietrza, to wydajność rodzin pszczelich również jest zależna od pogody. Zbyt wysoka temperatura także nie sprzyja pracy pszczoł na kwiatkach. W dni upalne pszczoły znacznie więcej energii zużywają na wentylację gniazda, aby nie doszło do jego przegrzania. Również rośliny w takim okresie wydają mniej surowców – np. mniej wydzielają nektaru, a z już wydzielonego szybko odparowuje woda, co znacznie utrudnia jego pobieranie.

Poławianie pyłku i jego sprzedaż mogą także podnieść opłacalność produkcji pasiecznej. Stąd też istotne jest poznanie wszystkich czynników wpływających na wydajność pyłkową rodzin pszczelich oraz ewentualnych zależności między tymi czynnikami.

2. CEL PRACY

Celem badań terenowych było określenie wydajności pyłkowej rodzin pszczelich oraz masy jednego obnóża, jakie przynosiły zbieraczki do ula.

Badania laboratoryjne miały wykazać zróżnicowanie gatunkowe pyłków kwiatowych przynoszonych w obnóżach przez pszczoły do ula, a także ustalić, z ilu gatunków roślin pyłek wchodził w skład obnóży i które gatunki roślin dominowały w pozyskiwanym pyłku. Na tej podstawie określono, z ilu gatunków roślin pszczoła robotnica zbierała pyłek podczas jednego lotu roboczego oraz jakie jest nasilenie zjawiska wierności kwiatowej u zbieraczek. Autor postawił sobie następujące pytania badawcze: Czy robotnice z jednej rodziny pszczelej w poszukiwaniu pyłku oblatują w danym dniu (okresie) tylko jeden gatunek rośliny, czy większą ich liczbę? Jaka jest preferencja kwiatowa (gatunkowa) rodzin pszczelich i jej zmienność w trakcie kwitnienia wybranych gatunków roślin dominujących – jaka jest wierność kwiatowa rodzin pszczelich? W jakim stopniu preferencja kwiatowa uzależniona jest od zewnętrznych warunków środowiska, zwłaszcza od pogody oraz gatunku rośliny dominującej kwitnącego w danym okresie? W jakim stopniu cechy wierności kwiatowej i floromigracji wpływają na wydajność pyłkową rodzin pszczelich (masę pyłku poławianego od rodzin, masę jednego obnóża)? W jakim stopniu pogoda w danym okresie oraz zasoby pożytkowe wpływały na wierność kwiatową pszczół, preferencję gatunkową rodzin, liczbę gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły zbieraczki, masę pyłku pozyskiwanego od pszczół i masę jednego obnóża?

3. MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w pięciu kolejnych sezonach pożytkowych od 2002 do 2006 r. na 20 rodzinach pszczelich rasy krajńskiej (*Apis mellifera carnica*), utrzymywanych w pasiece stacjonarnej w środkowo-zachodniej części Opolszczyzny (w pobliżu miejscowości Szydłowice). Rodziny doświadczalne zasiedlały ule warszawskie poszerzane (ramka gniazdowa 300 x 435 mm). W pierwszym tygodniu poławiania pyłku pszczoły obsiadały „na czarno” po 12–13 plastrów, w tym 5–6 plastrów z czerwem krytym i 2–3 plastry z czerwem otwartym. Jeżeli w trakcie pierwszego przeglądu po zimowli (najczęściej początek marca) stwierdzono duże różnice w sile rodzin doświadczalnych, to w marcu i kwietniu wyrównywano ich siłę. Rodziny słabsze pobudzano do wcześniejszego rozwoju przez podkarmianie ciastem cukrowo-miodowo-pyłkowym. Pod koniec kwietnia ponownie oceniano siłę rodzin i w skrajnych przypadkach, dotyczących pojedynczych rodzin, z najsilniejszych z nich pobierano po jednym plastrze z czerwem krytym i dokładano je do najsłabszych rodzin. Dzięki takim zabiegom na początku każdego roku (w pierwszym dniu pozyskiwania pyłku) rodziny pszczoły były jednakowo silne. W trakcie sezonu pożytkowego, kiedy prowadzono poławianie pyłku, nie było żadnych działań ingerujących w siłę poszczególnych rodzin.

Przez cały okres badań do rodzin doświadczalnych nie wprowadzano matek obcego pochodzenia. W ciągu pięciu lat wymieniano matki we wszystkich rodzinach (tab. 1). Planowane wymiany dokonywano co 2 lata w danej rodzinie. Wymiany matki coroczne – 2 lub 3 sezony pod rząd w danej rodzinie były wymuszone. W rodzinach, w których matki czerwily bardzo dobrze, pozostawiano je na trzeci sezon. Wyjątkiem była jedna rodzina, w której matka czerwila przez cały trzeci sezon bardzo dobrze i pozostawiono ją na czwarty. Stąd też najdłuższy okres matki w rodzinie wynosił 4 lata, dotyczyło to tylko 1 rodziny – nr 17 (matka poddana do rodziny w 2003 r. pozostała w niej do końca sezonu 2006). W rodzinach nr 4, 9, 11, 15, 16 i 20 matki czerwily przez 3 lata. W trzech rodzinach zaszła konieczność wymiany matki 2 razy w jednym roku (pierwsza wymieniona matka zginęła z niewyjaśnionych przyczyn). Natomiast w pozostałych rodzinach w trakcie 5 lat wymieniano matki średnio 2–3 razy. Najkrótszy okres czerwienia matki w rodzinie wynosił ok. 1 miesiąca (w rodzinach nr 8, 12 i 18, w których była konieczność wymiany matki po raz drugi w sezonie). Natomiast najdłużej matka czerwila 4 sezony (w rodzinie nr 17). W żadnej rodzinie matka nie czerwila przez 5 lat, czyli przez cały okres badań. Wymiany matek dokonywano najczęściej na przełomie czerwca i lipca. Zdarzała się także wymiana matek w maju, co było wymuszone rojeniem się pszczół. Matki wychowywano zawsze z larw danej rodziny, w której dokonywano wymiany, aby w miarę możliwości zachowana została ciągłość i w jak

najmniejszym stopniu ulegał zmianie genotyp matek w danych rodzinach. Wszystkie matki unasieniały się naturalnie podczas lotów godowych. Dlatego też z oczywistej przyczyny strona ojcowska nie była znana (choć w promieniu 5 km nie było innej psieki). Do rodzin doświadczalnych nie wprowadzano nowych matek z zakupu.

Tabela 1

Table 1

Liczba i częstotliwość wymiany matek w poszczególnych rodzinach w kolejnych latach
Number and frequency of the queens' exchange in individual colonies in successive years

Nr rodziny No. of colony	Rok – Year					Razem liczba matek wymienionych przez 5 lat Total number of queens exchanged during 5 years
	2002	2003	2004	2005	2006	
1.	1	1	0	1	0	3
2.	0	1	1	0	1	3
3.	1	0	1	0	1	3
4.	0	0	1	0	0	1
5.	1	1	1	0	1	4
6.	0	1	0	1	0	2
7.	1	1	1	0	1	4
8.	0	1	2	0	1	4
9.	1	0	1	0	0	2
10.	0	0	1	1	0	2
11.	1	0	0	1	1	3
12.	1	2	0	1	0	4
13.	0	0	1	0	1	2
14.	0	1	0	1	0	2
15.	1	1	0	0	1	3
16.	0	0	1	0	1	2
17.	0	1	0	0	0	1
18.	2	0	1	1	0	4
19.	0	1	0	1	1	3
20.	1	1	0	0	1	3
Razem Total	11	13	12	8	11	55
	Średnia liczba wymienionych matek w 1 rodzinie przez 5 lat Average number of exchanged queens in 1 colony during 5 years					2,8

1 – wymieniono matkę w danym roku
the queen was exchanged in a given year

0 – nie wymieniano matki w danym roku
the queen was not exchanged in a given year

W czasie pobierania pyłku systematycznie stosowano zabiegi przeciwojowe.

Pyłek kwiatowy pozyskiwano w postaci obnóży za pomocą poławiacza pyłku typu wylotowego, wyposażonego w płytkę strącającą z oczkami o średnicy 5,00 mm. Pyłek poławiano na ogół 2 razy w tygodniu, a w każdym roku pyłek – od 10 maja do końca sierpnia. W dniach pozyskiwania pyłku płytki strącające poławiaczy były opuszczone od 7⁰⁰ do 20⁰⁰. Szufładki poławiaczy opróżniano w dniu pobierania, zaraz po podniesieniu płytek strącających. W dniach, w których nie pozyskiwano pyłku, płytki strącające poławiaczy były uniesione do góry. W każdym sezonie pyłek poławiano 26 razy: po 6 pobrań w maju (I okres) i sierpniu (IV okres) i po 7 pobrań w czerwcu (II okres) i (III okres) lipcu – uzyskując w sumie 520 próbek pyłku w sezonie. Łącznie od każdej rodziny pszczołej otrzymano po 130 próbek pyłku (26 pobrań, 5 lat), natomiast razem od wszystkich rodzin – 2600 próbek pyłku.

Każda porcja pyłku została zważona (określono świeżą masę), a następnie wysuszona w temperaturze 42–44°C. Po wysuszeniu obnóży zostały posegregowane według barwy i kształtu w świetle dziennym, z wykorzystaniem wzorców barwnych. W ten sposób utworzono nowe, poselekcjonowane próbki. Następnie z każdej takiej próbki wybrano po kilka obnóży, umieszczono je w próbkach i rozpuszczono w wodzie destylowanej. Kilka kropli tego roztworu nanoszono na szkiełka podstawowe i ponownie wysuszono w warunkach jak wyżej. Po zeszkobaniu pyłku ze szkiełek nanoszono niewielkie ilości jego pylistej postaci na patrony mikroskopowe i utrwalano metodą podciśnieniową w napyłarce Edwards-Pirani 50 (napyłanie preparatu drobinami złota). Następnie wykorzystując elektronowy mikroskop skaningowy LEO 435 VP firmy LEO (Zeiss+Leica), określono i utrwalono na płycie CD obrazy kształtów ziaren pyłku kwiatowego z pomiarami ich wielkości (na każdym utrwalonym obrazie umieszczona została podziałka mikrometryczna). Na podstawie wyglądu i rozmiarów ziaren pyłku, z wykorzystaniem katalogu, tablic i wzorców określono rodziny systematyczne oraz gatunki roślin odwiedzanych przez pszczoły [Warakomska 1972, 1999a, Hodges 1974, Faegri, Iversen 1978, Warakomska, Muszyńska 2000, Ziemińska-Tworzydło, Kohlman-Adamska 2003].

Raz w tygodniu, na płytce strącającej poławiacza odławiano po kilkanaście pszczoł zbieraczek, powracających z pola z pyłkiem, w celu pozyskania od nich obnóży. W ten sposób pozyskano obnóży, które nie stykały się z innymi (nie mieszały się z innymi obnóżami w szufładce poławiacza), dzięki czemu nie „nabyły” na swojej powierzchni innych ziaren pyłku w trakcie poławiania. Dalsze postępowanie z tymi obnóżami było takie samo, jak podano powyżej. Na podstawie analizy obrazu mikroskopowego tak pobranych obnóży możliwe było dokładne ustalenie, z ilu gatunków roślin zbierała pyłek dana robotnica w trakcie jednego lotu roboczego.

W dniach pozyskiwania pyłku określano i notowano aktualny stan pogody: stopień zachmurzenia (zachmurzenie w skali 0–8 pkt., gdzie 0 pkt. – bezchmurnie, 4 pkt. – 1/2 pokrycia nieba chmurami, 8 pkt. – zachmurzenie całkowite), mierzono prędkość wiatru (w m/s), ewentualne opady deszczu (suma w mm H₂O), temperaturę powietrza (w °C), ciśnienie atmosferyczne (w hPa) i wilgotność względną powietrza (w %). Pomiarów przeprowadzano w godzinach od 7⁰⁰ do 20⁰⁰. Parametry pogodowe opracowano na podstawie pomiarów wykonanych w pasiece z wykorzystaniem Elektronicznej Stacji Pogody WM-918 „HUGER” (Huger Electronics GmbH) oraz danych meteorolo-

gicznych obejmujących wszystkie dni okresu badań (tj. od 10 maja do końca sierpnia) z kolejnych lat 2002–2006 pozyskanych z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddziału we Wrocławiu. Na podstawie tych danych opracowano charakterystykę meteorologiczną kolejnych sezonów pożytkowych.

Masę jednego obnóża oszacowano jako średnią z masy 100 sztuk świeżych obnóży wybranych losowo z każdej próbki. Szacunkowo obliczono także liczbę obnóży w próbce (masa próbki dzielona przez masę jednego obnóża z danej próbki).

W celu przekształcenia danych dyskretnych (skokowych – np. liczba gatunków roślin) na dane o rozkładzie normalnym (ciągłym) zastosowano przekształcenie probitowe metodą proponowaną przez Żuka [1989], zależności pomiędzy poszczególnymi cechami określono przez obliczenie korelacji. Dokonując analizy statystycznej cech określonych w procentach, przeliczono wartości tych cech wskaźnikiem Bliss'a.

Obliczono: wartości średnie, odchylenia standardowe, współczynniki zmienności, preferencję kwiatową – obliczono na podstawie procentowego udziału obnóży pyłkowych gatunku dominującego w danej próbce w stosunku do łącznej liczby obnóży zebranych w tej próbce w danym dniu; wierność kwiatową rodzin pszczelich – oszacowano na podstawie wartości współczynnika zmienności preferencji kwiatowej rodzin; zawartość wody w pyłku – obliczono jako różnicę masy świeżego pyłku i masy pyłku po wysuszeniu; korelacje, współczynniki regresji (b) oraz wzory regresji dla wybranych par cech:

$$(y = bx + a \rightarrow y = bx + (\bar{y} - b\bar{x}));$$

istotności różnic pomiędzy średnimi oszacowano, stosując test wielokrotnego rozstępu Duncana.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, korzystając z komputerowego programu statystycznego SAS ver. 8.

4. WYNIKI

4.1. Charakterystyka bazy pożytkowej w rejonie badań

Na podstawie pięcioletnich badań szaty roślinnej w rejonie prowadzonych doświadczeń – opracowano charakterystykę bazy pożytkowej w zasięgu lotu roboczego pszczół. Co roku obserwacje rozpoczynano ok. 10 maja, w związku z czym w bazie pożytkowej pominięto kwitnienie drzew i krzewów owocowych w sadach przydomowych, oprócz późnych odmian jabłoni. Termin rozpoczęcia badań był tak ustalony, aby objąć nim tylko końcowy etap kwitnienia rzepaku ozimego, który jako pożytek zdecydowanie dominował w doświadczalnym rejonie. Następne w kolejności znaczniejsze, ale mocno rozproszone pożytki stanowiły: robinia akacja, mniszek lekarski, lipa, koniczyna biała i czerwona, chaber bławatek, nawłóć pospolita oraz gorczyca biała wysiewana jako poplon na nawóz zielony (tab. 2). Poza rzepakiem ozimym wczesną wiosną i gorczycą białą późnym latem, w zasięgu lotu roboczego pszczół, nie występowały zwarte łany innych roślin uprawnych, które mogłyby stanowić źródło pożytku dla pszczół. Natomiast pozostałe gatunki roślin pożytkowych wykazane w tab. 2 występowały w niewielkich ilościach. Najczęściej z rzadka porastały one miedze, przydroża, niewielkie nieużytki, obrzeża rowów i rzeczek jako chwasty w uprawach zbóż i roślin okopowych oraz jako rośliny ozdobne w ogródkach przydomowych. Tylko w 2006 roku, w okresie od połowy czerwca do końca lipca, w pobliżu pasieki doświadczalnej znajdował się niewielki łąn, o areale ok. 0,30 ha, kwitnącej facelii błękitnej. Jednak, jak wykazano, pszczoły interesowały się nią prawie wyłącznie jako źródłem nektaru, gdyż w trakcie przeglądów kontrolnych stwierdzano znaczne ilości nakropu z facelii. Natomiast w ciągu całego okresu kwitnienia pozyskiwano od rodzin doświadczalnych tylko pojedyncze obnóża pyłkowe z facelii, co świadczyło o nikłym zainteresowaniu pszczół tym gatunkiem.

W odległości ok. 1,5 km na zachód od pasieki znajdował się mieszany las liściasty, w którym z roślin pożytkowych, kwitnących w okresie od 10 maja do sierpnia, najwięcej było kwitnących lip, maliny i wiązówki. Natomiast nieco ponad 1,0 km na południowy wschód rozpościerał się las sosnowy, z niewielką domieszką robinii akacja i jarzębiny, w którym podszycem były znaczne ilości jeżyny (*Rubus* L.).

Tabela 2
Table 2

Najważniejsze rośliny pyłkodajne kwitnące w rejonie badań
The most important pollen giving plants blooming in region of investigations

L.p. No.	Gatunek rośliny Plant species	Pora kwitnienia ¹⁾ Time of blooming	L.p. No.	Gatunek rośliny Plant species	Pora kwitnienia Time of blooming
1.	Tasznik pospolity (<i>Capsella bursa pastoris</i>)	1.04 – 10.09	21.	Szałwia lekarska (<i>Salvia officinalis</i> L.)	1.06 – 30.06
2.	Jabłoń (<i>Mallus</i> Mill.)	25.04 – 15.05	22.	Dzwonek ogrodowy (<i>Campanula medium</i> L.)	1.06 – 30.06
3.	Mniszek lekarski (<i>Teraxacum officinale</i>)	20.04 – 30.05	23.	Facelia błękitna (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	1.06 – 15.07
4.	Rzepak ozimy (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleife- ra</i>)	25.04 – 20.05	24.	Pięciornik (<i>Potentilla</i>)	1.06 – 10.08
5.	Kasztanowiec (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	5.05 – 20.05	25.	Wiesiołek (<i>Oenothera</i> L.)	1.06 – 31.08
6.	Głóg (<i>Crataegus</i> L.)	10.05 – 30.05	26.	Wiązówka błotna (<i>Filipendula almaria</i> L.)	1.06 – 15.08
7.	Truskawki (<i>Fragaria x ananasa</i>)	10.05 – 31.05	27.	Wyka ptasia (<i>Vicia cracca</i> L.)	5.06 – 15.08
8.	Robinia akacjowa (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	20.05 – 31.05	28.	Chaber łąkowy (<i>Centaurea jacea</i> L.)	10.06 – 20.08
9.	Jarzębina (jarząb pospolity) (<i>Sorbus aucuparia</i>)	10.05 – 5.06	29.	Lucerna mieszańcowa (<i>Medicago x varia</i> Martyn)	5.06 – 20.07
10.	Czeremcha (<i>Padus avium</i>)	15.05 – 1.06	30.	Lipa szterokolistna (<i>Tilia platyphyllos</i> L.)	10.06 – 25.06
11.	Gorzycza polna (<i>Sinapis arvensis</i>)	15.05 – 20.06	31.	Lipa drobnolistna (<i>Tilia mordata</i> Mill.)	15.06 – 5.07
12.	Chaber bławatek (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	15.05 – 10.07	32.	Kocimiętka (<i>Nepeta</i> L.)	20.06 – 5.08
13.	Fiołek trójbarwny (<i>Viola tricolor</i> L.)	15.05 – 5.09	33.	Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i> L.)	30.06 – 30.07
14.	Ostrożeń polny (<i>Cirsium arvensis</i> L.)	20.05 – 15.06	34.	Bylica (<i>Artemisia</i> L.)	1.07 – 10.09
15.	Malina (<i>Rubus idaeus</i> L.)	20.05 – 20.06	35.	Kukurydza (<i>Zea mays</i> L.)	20.07 – 15.08
16.	Wyka kosmata (<i>Vicia villosa</i>)	20.05 – 30.06	36.	Nawłóć kanadyjska (<i>Solidago canadensis</i> L)	20.07 – 10.09
17.	Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i> L.)	25.05 – 5.07	37.	Wrzośce (<i>Ericaceae</i>)	20.07 – 15.09
18.	Jeżyna (<i>Rubus</i> L.)	20.05 – 20.07	38.	Aksamitki (<i>Tegetes</i> L.)	25.07 – 30.09
19.	Rzodkiew świrzepa (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	20.05 – 10.10	39.	Astry ogrodowe (<i>Asteraceae</i>)	10.08 – 5.09
20.	Komonica zwyczajna (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	25.05 – 5.07	40.	Gorzycza biała (poplon) (<i>Sinapis alba</i>)	15.08 – 5.09

¹⁾ – termin kwitnienia średni z pięciu lat – time of blooming – average from five years

Baza pożytkowa wokół pasieki doświadczalnej, charakteryzując się znacznym rozproszeniem kwitnących roślin, sprzyjała badaniom z zakresu wierności i preferencji kwiatowej pszczoły miodnej oraz rodzin pszczelich. Pszczoły zbieraczki wylatujące do pracy musiały same wybierać gatunki roślin najbardziej im odpowiadające, które w danym dniu oblatywały, czyli wykazywały swoje naturalne preferencje gatunkowe. Oblatując dany gatunek rośliny przez kilka dni, pszczoły ujawniały swoje naturalne skłonności do preferencji i wierności kwiatowej. Natomiast duże areale monokultur roślin uprawnych najczęściej takiego wyboru pszczołom nie pozostawiają, niekoniecznie ujawniają się wtedy ich rzeczywiste preferencje gatunkowe.

4.2. Masa pyłku pozyskanego od rodzin pszczelich

Masa pyłku pozyskiwana w ciągu jednego dnia od poszczególnych rodzin, w kolejnych latach, wahała się w bardzo szerokich granicach: od 0,03 do 193,7 g/dzień (tab. 3). Natomiast wahania w ciągu 5 lat wartości średniej dla wszystkich 20 rodzin wynosiły: 0,15–83,73 g/dzień (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Wpływ sezonu i roku na masę pozyskanego pyłku (w g/dzień)
The influence of season and year on mass of obtained pollen (in g per day)

Rok Year	Średnie dla jednej rodziny – Average for one colony								Ogółem Total		
	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August		od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	V (%)
	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD			
2002	12,20– 45,70	23,60 Aa $\pm 16,00$	4,50– 34,60	13,70 B $\pm 11,60$	6,40– 34,50	15,30 b $\pm 8,20$	6,50– 29,80	14,90 B $\pm 5,70$	0,33– 96,91	16,69 A $\pm 11,03$	66,08
2003	6,25– 77,66	42,03 A $\pm 11,45$	6,30– 50,85	27,72 B $\pm 13,95$	2,46– 22,25	12,10 C $\pm 9,49$	0,82– 8,05	4,08 D $\pm 1,24$	0,04– 109,9	21,36 B $\pm 18,04$	84,46
2004	0,56– 59,75	14,52 A $\pm 8,71$	3,80– 59,87	15,49 A $\pm 7,28$	3,17– 83,73	21,69 B $\pm 9,51$	0,15– 41,38	19,32 ABCD $\pm 15,24$	0,03– 149,3	17,82 A $\pm 10,24$	57,46
2005	5,95– 59,88	23,20 a $\pm 20,36$	2,66– 39,53	19,68 a $\pm 6,67$	1,00– 37,90	15,47 b $\pm 6,82$	0,31– 66,48	21,05 a $\pm 14,81$	0,03– 193,7	19,68 AB $\pm 12,53$	63,67
2006	4,75– 68,07	34,73 A $\pm 8,37$	2,37– 33,21	14,51 B $\pm 11,16$	4,74– 54,23	18,99 BC $\pm 8,48$	4,08– 68,75	24,07 C $\pm 16,04$	0,10– 155,4	22,60 B $\pm 13,1$	57,96
Ogółem Total	0,56– 77,66	27,61 B $\pm 16,11$	2,37– 59,87	18,22 A $\pm 11,17$	1,00– 83,73	16,72 A $\pm 8,69$	0,15– 68,75	16,67 A $\pm 13,36$	0,03– 193,7	19,59 $\pm 9,77$	49,87

a–b – różne małe litery oznaczają statystycznie istotne różnice między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają statystycznie wysoko istotne różnice między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

A–B – różne duże litery oznaczają statystycznie wysoko istotne różnice między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

Średni roczny, dla wszystkich 20 rodzin pszczelich, dzienny zbiór pyłku był najwyższy w 2006 r. – 22,60 g/dzień oraz istotnie lepszy od najniższego zbioru 16,69 g/dzień w 2002 r. (tab. 4). Zbiór największy był o 34,5% lepszy niż najniższy. Najwyższy zbiór od jednej rodziny w ciągu dnia w trakcie pięciu lat wynosił średnio 36,61 g pyłku (rodzina nr 20), a najniższy 12,87 g/dzień (rodzina nr 10) – tabela 4. Tak niskie dzienne ilości pozyskiwanych obnóży sprawiały, że średnia wydajność pyłkowa rodzin pszczelich, jaką można było uzyskać za cały sezon, także była niska i wynosiła od 1865 g w 2002 r. do 2486 g/rodzinę w 2006 roku.

Przez 4 lata, na 5 lat badań, istotnie najwyższy zbiór pyłku uzyskiwano w maju, średnio 27,61 g/dzień, podczas gdy w pozostałych miesiącach od 16,67 do 18,22 g/dzień (tab. 3) nie różniąc się istotnie między sobą.

Ilość pyłku pozyskiwana przez poszczególne rodziny była także bardzo zróżnicowana, wahała się średnio w ciągu 5 lat badań od 12,87 (rodzina nr 10) do 25,51 (rodzina nr 3) g/dzień. Różnice te dla poszczególnych lat były znacznie większe (tab. 4). Nie stwierdzono, aby którakolwiek rodzina wyróżniała się co roku szczególnie dużym lub małym zbiorem pyłku. W kolejnych latach masa pyłku pozyskanego od poszczególnych rodzin pszczelich była różna. U żadnej rodziny nie odnotowano stabilizacji pod względem tej cechy (tab. 4).

Gatunek rośliny dominującej, kwitnącej w danym okresie, miał wpływ na masę pozyskiwanego pyłku. Dzienny zbiór pyłku za cały okres kwitnienia danej rośliny dominującej wynosił od 9,80 (bylica) do 29,19 i 30,58 g/dzień (odpowiednio rzepak ozimy i robinia akacjowa) – tabela 5. Wykazano statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) różnice między masami pyłku pozyskiwanymi w okresach kwitnienia różnych roślin dominujących (oprócz rzepaku ozimego i robinii akacjowej).

W okresie kwitnienia facelii (tj. w czerwcu 2006 r.) średni dzienny zbiór pyłku wynosił 14,51 g/dzień (od 2,37 do 33,21 g/dzień) i był niższy niż w lipcu – średnio 18,99 g/dzień (od 4,74 do 54,23 g/dzień) i sierpniu – średnio 24,07 g/dzień (od 4,08 do 68,74 g/dzień) – tabela 3. Udział obnóży z facelii w całkowitej masie pozyskanego w tym okresie pyłku oszacowano na mniej niż 1%.

Bardzo duży rozrzut wartości współczynnika zmienności (V) dla masy pozyskanego pyłku w kolejnych latach (tab. 4) sugeruje, że istnieje wiele czynników wpływających na wielkość tej cechy. Decydujący okazał się wpływ roku i sezonu (tab. 3 i 4), gdyż stwierdzono na ogół istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) różnice w masie pozyskanego pyłku między miesiącami oraz latami (tab. 6).

Tabela 4
Table 4

Średnie masy pyłku od rodzin pszczoł w kolejnych latach (w g/dzień)
The averages of mass of pollen from the bee colonies in subsequent years (in g per day)

Nr rodziny pszczoł No. of colony	2002		2003		2004		2005		2006		Ogółem Total						
	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.	16,8 a	13,92	83,0	17,74 AB	18,04	102,0	11,38 A	12,99	114,0	24,96 bB	15,32	61,0	17,60 AB	12,2	69,0	17,70 B	15,04
2.	23,12 b	23,44	101,0	13,86 ab	13,12	95,0	9,60 a	10,47	109,0	18,36 b	16,17	88,0	17,20 ab	14,6	85,0	16,44 Ba	16,54
3.	25,46 ab	14,56	57,0	25,85 ab	21,06	82,0	19,72 a	18,41	93,0	20,39 a	15,32	75,0	36,10 b	27,3	76,0	25,51 C	20,43
4.	19,95 b	16,47	83,0	11,52 aA	13,51	117,0	20,79 AB	31,49	152,0	18,33 AB	20,96	114,0	34,80 B	39,1	112,0	21,09 bC	26,84
5.	15,03 AacC	11,27	75,0	29,35 Ba	26,37	90,0	24,35 c	17,96	74,0	13,20 baC	20,38	154,0	25,70 bcBA	16,9	66,0	21,52 bC	19,95
6.	33,85 C	21,64	64,0	5,10 Aa	2,74	54,0	8,23 Ab	6,64	81,0	5,41 A	11,72	217,0	19,10 B	13,8	72,0	14,34 AB	16,92
7.	9,45 A	7,82	83,0	24,96 BC	21,84	88,0	36,48 Cb	23,77	65,0	24,6 BaC	20,53	84,0	17,50 B	11,1	63,0	22,60 C	20
8.	12,93 A	10,72	83,0	14,57 A	11,39	78,0	15,80 A	24,52	155,0	38,14 B	40,16	105,0	42,20 B	27,3	65,0	24,74 C	27,99
9.	17,8 Ba	18,05	101,0	17,60 Bb	18,36	104,0	4,81 A	5,25	109,0	7,85 BAa	10,2	130,0	35,30 C	27,3	77,0	16,67 AB	20,31
10.	19,6 B	11,21	57,0	23,91 B	23,61	99,0	5,76 A	6,1	106,0	4,16 Aa	7,43	179,0	10,90 Bb	12,8	117,0	12,87 Aa	15,55
11.	15,36 ab	12,69	83,0	18,45 b	15,2	82,0	19,11 b	16,44	86,0	13,49 ab	12,95	96,0	10,00 a	12,0	120,0	15,29 AB	14,14
12.	11,57 Aa	8,68	75,0	22,03 Bc	19,2	87,0	18,27 ab	13,43	74,0	10,48 a	11,31	108,0	16,70 b	11,8	71,0	15,81 AB	13,82
13.	26,07 Bb	16,66	64,0	19,02 B	15,11	79,0	10,64 A	7,02	66,0	11,32 Aa	8,75	77,0	14,90 a	11,8	79,0	16,39 AB	13,48
14.	7,28 A	6,02	83,0	35,06 C	27,64	79,0	14,33 A	15,56	109,0	29,73 C	21,47	72,0	8,70 BA	9,1	105,0	19,01 bBC	20,88
15.	9,96 AB	8,25	83,0	24,83 C	19,95	80,0	9,77 Ba	8,05	82,0	22,05 Cb	21,83	99,0	26,50 C	27,8	105,0	18,62 bC	19,95
16.	13,71 a	13,9	101,0	16,54 ab	13,32	81,0	28,54 b	23,5	82,0	27,57 ab	35,28	128,0	18,40 ab	18,6	101,0	20,96 bC	22,87

Tabela 4 cd.
Table 4 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
17.	15,09 aA	8,63	57,0	25,32 b	20,87	82,0	11,92 aA	11,96	99,0	35,42 B	40,64	115,0	38,50 B	29,6	77,0	25,25 C	27,02
18.	11,83 ab	9,77	83,0	16,33 b	13,64	84,0	13,24 ab	11,08	84,0	17,14 b	16,78	98,0	8,70 a	7,0	81,0	13,45 A	12,32
19.	8,91 A	6,68	75,0	25,80 Bb	20,86	81,0	14,23 a	9,89	70,0	16,61 B	10,21	62,0	19,51 B	11,4	59,0	17,02 ABb	13,74
20.	20,07 Aa	12,83	64,0	39,37 BC	32,25	82,0	59,38 C	40,93	69,0	31,23 bBA	16,72	54,0	33,00 B	22,8	69,0	36,61 D	29,7
PŚMP ¹⁾	1865	–	–	2350	–	–	1960	–	–	2164	–	–	2486	–	–	–	–

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

A–d – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

¹⁾ PŚMP – przewidywana średnia masa pyłku, jaką można było pozyskać od jednej rodziny pszczołej za cały okres badawczy w danym sezonie
the predicted average mass of pollen that could have been collected from one bee colony for the whole investigation period in a given season

a–c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
differences significant on a level of $p \leq 0,05$ between colonies

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 5
Table 5

Wpływ gatunku rośliny dominującej na masę pyłku (średnie z 5 lat w g/dzień)
Influence of the predominant plant species on mass of pollen (average from 5 years in g per day)

Kolejne pobrania / Data Subsequent collections / Date		Gatunek rośliny dominującej Predominant plant species	Od – do From – to	\bar{x}	SD	V (%)
1		2	3	4	5	6
1.	10 V	Rzepak ozimy <i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>	7,91–50,32	30,57 b	26,58	86,95
2.	14 V		16,05–56,44	31,27 ab	26,39	84,39
3.	18 V		12,15–35,60	25,73 a	17,73	68,91
Ogółem gatunek Species total			14,30–39,65	29,19 <u>H</u>	9,89	33,89
4.	21 V	Mniszek lekarski <i>Teraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	0,26–38,24	20,75 a	20,47	98,65
5.	25 V		2,66–48,56	27,81 b	25,10	90,26
Ogółem gatunek Species total		7,95–37,61	24,28 <u>G</u>	13,45	55,40	
6.	28 V	Robinia akacjowa <i>Robinia</i> <i>pseudoacacia</i> L.	2,94–61,29	29,22 a	29,48	100,89
7.	2 VI		23,58–41,09	31,93 a	20,24	63,39
Ogółem gatunek Species total			14,81–51,19	30,58 <u>H</u>	12,01	39,27
8.	6 VI	Malina <i>Rubus idaeus</i> L.	5,13–41,89	19,45 B	19,38	99,64
9.	10 VI		12,89–39,65	20,17 B	16,69	82,75
10.	15 VI		6,28–17,86	11,97 A	10,45	87,30
Ogółem gatunek Species total			9,09–33,13	17,20 <u>Da</u>	8,68	50,47
11.	19 VI	Lipa <i>Tilia</i>	4,27–15,78	19,45 a	19,38	103,99
12.	23 VI		2,50–27,32	20,17 a	16,69	110,72
Ogółem gatunek Species total			3,90–21,55	12,26 <u>B</u>	6,18	50,41
13.	29 VI	Koniczyna <i>Trifolium</i> L.	5,92–30,69	19,30 b	16,22	84,04
14.	5 VII		10,91–30,77	22,28 cb	18,88	84,74
15.	9 VII		6,88–26,45	16,75 aAc	17,89	106,81
16.	13 VII		12,72–31,67	24,64 Ba	18,06	73,30
Ogółem gatunek Species total			12,86–26,09	20,74 <u>F</u>	4,59	22,13

Tabela 5 cd.
Table 5 cont.

1		2	3	4	5	6
17.	17 VII	Kukurydza <i>Zea L.</i>	10,35–22,81	17,70 B	14,42	81,47
18.	21 VII		2,89–19,85	11,70 A	12,24	104,62
19.	25 VII		7,64–18,37	12,19 A	10,31	84,58
Ogółem gatunek Species total			9,55–18,44	13,86 C	3,00	21,65
	30 VII	Bylica <i>Artemisia L.</i>	0,91–32,49	11,68 a	20,91	179,02
20.	4 VIII		2,65–12,06	7,91 a	8,05	101,77
Ogółem gatunek Species total			3,45–17,57	9,80 A	4,77	48,67
21.	9 VIII	Nawłóć <i>Solidago L.</i>	2,16–45,86	18,45 ab	29,33	158,97
22.	13 VIII		2,21–29,03	15,93 a	20,14	126,43
23.	17 VIII		3,95–43,42	21,99 b	22,45	102,09
Ogółem gatunek Species total			3,31–31,55	18,79 bE	9,65	51,36
24.	20 VIII	Gorczyca biała <i>Sinapis alba</i>	4,56–35,53	18,84 a	19,12	101,49
25.	26 VIII		3,40–39,69	16,64 a	22,09	132,75
Ogółem gatunek Species total			4,28–37,61	17,74 aE	11,33	63,81
\bar{x}			16,69–22,58	19,59	–	–

a–c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między pobraniami w obrębie gatunku $p \leq 0,05$
differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między pobraniami w obrębie gatunku
 $p \leq 0,01$

differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,01$

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p \leq 0,05$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–H – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 6
Table 6

Średnia masa pyłku w kolejnych miesiącach z 5 lat (g/dzień)
The average mass of pollen in successive months from 5 years (g per day)

Nr rodziny No. of colony	Maj May (n = 30)		Czerwiec June (n = 35)		Lipiec July (n = 35)		Sierpień August (n = 30)		Ogółem Total (n = 130)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1.	25,36	17,14	14,49	12,54	14,37A	11,85	17,67 a	16,65	17,70 B	15,04
2.	27,29	23,67	12,56	12,55	13,13 A	11,92	13,96	12,10	16,44	16,54
3.	33,35	28,48	29,41	16,46	17,79 A	11,77	22,13 a	19,99	25,51 C	20,43
4.	28,76 b	24,89	15,67 a	14,87	18,42 ab	27,21	22,85	36,75	21,09	26,84
5.	34,41	23,19	18,61	20,09	17,69 A	14,53	16,50	16,89	21,52	19,95
6.	20,55 b	20,95	13,85	17,40	12,74 a	13,78	10,57 a	14,09	14,34	16,92
7.	27,36	21,39	25,39	20,47	22,59	20,93	14,61	14,76	22,60 C	20,00
8.	21,83	17,53	18,12 a	16,65	25,55 ab	24,92	35,57 b	48,99	24,74 C	27,99
9.	29,90	30,68	10,54	11,93	17,05 a	16,68	10,15	11,39	16,67	20,31
10.	23,89	20,81	13,18 a	16,63	7,81 A	7,72	7,40 A	7,82	12,87	15,55
11.	18,26 a	16,85	12,35 a	10,68	15,79 a	12,51	15,16 a	16,39	15,29	14,14
12.	20,10 a	18,47	17,00 a	12,86	13,19 a	10,91	13,20 a	11,79	15,81	13,82
13.	21,44 b	15,85	17,46	14,24	14,06 a	9,95	12,80 a	12,47	16,39	13,48
14.	28,77 b	30,39	18,47	19,88	13,82 a	11,53	15,95 a	16,00	19,01	20,88
15.	34,79	29,16	18,25	18,21	13,26 A	8,72	9,12	6,61	18,62	19,95
16.	26,11	20,57	14,43	11,34	18,16	18,40	26,69 b	35,12	20,96	22,87
17.	35,28	36,45	25,37	20,76	14,92	10,18	27,14 b	32,47	25,25 C	27,02
18.	21,17	18,07	13,82 a	10,58	10,61 A	7,32	8,63	7,73	13,45 A	12,32
19.	24,13 b	18,24	15,86	13,04	14,54 a	9,04	14,16 a	11,93	17,02	13,74
20.	48,45	34,68	38,96	24,39	38,62 B	32,98	19,68	17,23	36,61 D	29,7

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A-B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

4.3. Masa jednego obnóza

Średnia masa jednego obnóza w całym okresie wynosiła 7,10 mg/szt. (tab. 8). W kolejnych latach wykazano różnice w masie jednego obnóza, które wahały się od 6,55 mg/szt. (2004 r.) do 7,96 mg/szt. (2006 r.). Różnica między najmniejszą i największą średnią roczną masą jednego obnóza wynosiła ok. 20%.

Najmniejsze obnóza miały masę 0,89 mg/szt. (2005 r.), a największe 15,63 mg/szt. (2006 r.) – tabela 8. Na masę jednego obnóza wpływa gatunek rośliny dominującej kwitnącej w danym okresie oraz indywidualne predyspozycje rodziny pszczelej (tab. 7). Największe obnóza, o średniej masie 7,93 mg/szt., uzyskano z rzepaku ozimego, a najmniejsze, o średniej masie 6,62 mg/szt. – w okresie kwitnienia gorczyicy białej (tab. 8 i 9).

Zarówno sezon, jak i rok miały wpływ na masę jednego obnóza. Na ogół, największe obnóza o średniej masie 7,46 mg/szt. pozyskiwano w maju, natomiast najmniejsze o średniej masie 6,68 mg/szt. w sierpniu (tab. 10). Między średnią masą jednego obnóza w maju i następnym miesiącu były różnice statystycznie wysoko istotne ($p \leq 0,01$) – tabela 10. Jednak w poszczególnych latach uzyskano różne wyniki, gdyż w 2002 roku największe obnóza były w czerwcu (średnio 7,47 mg/szt.), a w 2004 r. w lipcu (7,69 mg/szt.) – tabela 8.

Tylko u jednej rodziny pszczelej (nr 1) w kolejnych latach średnie masy jednego obnóza były zbliżone i nie występowały statystycznie istotne różnice między latami. Natomiast u pozostałych rodzin, na ogół, różnice w masie jednego obnóza między latami były statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) – tabela 7. Średnie współczynniki zmienności dla lat nie przekroczyły 18,0%, co wskazuje na duże wyrównanie tej cechy (tab. 7). Znacznie niższe współczynniki zmienności niż w przypadku masy pyłku (tab. 4) sugerują, że masa jednego obnóza była cechą bardziej stabilną.

Tabela 7
Table 7

Średnie masy jednego obnoża pyłkowego od rodzin pszczeleli w kolejnych latach (w mg/szt.)
The averages mass of one pollen load from the bee colonies in successive years (in mg per load)

Nr rodziny pszczelej No. of colony	2002			2003			2004			2005			2006			Ogółem Total	
	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD
1.	7,20 a	0,82	11,0	7,43 a	1,37	18,0	6,92 a	1,80	26,0	7,38 a	1,67	23,0	7,73 a	1,69	22,0	7,33 Bb	1,51
2.	8,03 B	0,77	10,0	6,62 A	1,33	20,0	5,50 A	1,40	22,0	6,83 A	1,72	25,0	7,46 AB	1,87	25,0	7,09 b	1,56
3.	7,02 B	1,06	15,0	6,96 B	1,06	15,0	5,53 A	1,33	24,0	6,3 a	1,81	29,0	7,41 Bb	1,49	20,0	6,64 aA	1,52
4.	7,19 b	0,93	13,0	6,73 A	1,21	18,0	6,16 aA	2,21	36,0	6,73 A	1,58	24,0	7,82 B	1,49	19,0	6,92 abA	1,62
5.	7,75 Ca	0,71	9,0	7,37 bB	1,66	23,0	6,00 A	1,08	18,0	6,34 aB	1,75	28,0	8,77 abC	1,92	22,0	7,25 B	1,78
6.	6,98 Ab	0,91	13,0	7,78 B	1,05	14,0	6,18 aA	1,32	21,0	6,48 A	1,57	24,0	7,57 B	1,63	22,0	7,00 b	1,45
7.	6,93 A	0,88	13,0	7,52	1,10	15,0	6,75 a	1,88	28,0	7,21 a	1,66	23,0	8,31 Bb	1,91	23,0	7,35 B	1,61
8.	7,16 bA	0,71	10,0	6,67 aA	1,05	16,0	6,24 A	2,13	34,0	8,36 B	2,14	26,0	7,28	1,65	23,0	7,14 b	1,77
9.	7,14 A	0,61	9,0	6,59 A	1,22	19,0	6,71 A	2,39	36,0	7,10 A	1,97	28,0	8,97 B	1,71	19,0	7,30 B	1,88
10.	7,82 B	0,74	10,0	5,91 A	1,06	18,0	6,23 A	1,75	28,0	5,88 A	1,54	26,0	7,53 B	1,78	24,0	6,67 A	1,64
11.	5,96 A	0,85	14,0	6,96 B	0,87	13,0	7,09 B	2,18	31,0	7,28 B	1,10	15,0	7,48 B	1,96	26,0	6,95 a	1,57
12.	7,16 A	0,76	11,0	6,88 A	0,94	14,0	7,73 AB	1,99	26,0	7,16 A	1,23	17,0	8,61 B	1,59	19,0	7,51 Bc	1,49
13.	7,68 bBC	0,95	12,0	7,10 aB	1,07	15,0	6,11 A	1,82	30,0	6,07 A	1,46	24,0	8,32 C	1,81	22,0	7,05 bac	1,69
14.	6,71 A	0,85	13,0	7,14 b	0,86	12,0	6,31 aA	1,26	20,0	6,31 aA	1,06	17,0	8,04 Ba	1,87	23,0	6,90 a	1,38
15.	6,98 B	0,74	11,0	6,13 A	0,80	13,0	6,31 AB	1,95	31,0	7,53 B	1,98	26,0	7,28 B	2,10	29,0	6,84 a	1,69
16.	7,24 B	0,57	8,0	5,80 A	0,86	15,0	7,44 B	1,73	23,0	7,74 B	1,67	22,0	7,44 B	1,29	17,0	7,13 bc	1,46
17.	7,20 AB	0,83	12,0	6,96 A	0,87	13,0	7,13 AB	2,54	36,0	7,02 AB	2,13	30,0	7,84 B	1,57	20,0	7,23 Bc	1,73
18.	7,89 BC	1,20	15,0	7,35 B	0,96	13,0	6,32 A	1,58	25,0	6,29 A	1,49	24,0	8,20 C	2,65	32,0	7,27 Bc	1,72
19.	6,26 AC	0,90	14,0	7,35 BC	1,03	14,0	6,62 B	1,13	17,0	6,92 B	1,19	17,0	8,33 C	2,14	26,0	7,10 bc	1,51
20.	7,18 aBC	0,98	14,0	8,23 bBC	1,29	16,0	6,68 A	1,83	27,0	5,93 A	1,28	22,0	8,76 bC	3,86	44,0	7,36 Bb	2,33

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

a-b – różne male litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$ – differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A-D – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,01$ – differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne male litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$ – differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,01$ – differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 8
Table 8

Wpływ sezonu i roku na masę jednego obnoża (w mg/szt.)
The influence of season and year on mass of one pollen load (in mg per load)

Rok Year	Średnie dla jednej rodziny Average for one colony								Ogółem Total		
	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August				
	od – do – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do – to	$\bar{x} \pm$ SD	V (%)
2002	5,97– 7,87	7,12 a +0,63	6,70– 8,42	7,47 bA +0,54	5,46– 8,42	7,10 B +0,37	5,60– 8,08	6,97 B +0,41	3,91– 10,33	7,17 C +0,50	6,97
2003	6,16– 8,84	7,30 A +0,45	5,69– 8,38	6,79 BC +0,96	5,99– 8,35	7,28 B +1,09	4,62– 8,07	6,51 C +0,75	3,00– 11,10	6,97 B +0,88	12,63
2004	4,52– 6,76	5,90 A +0,66	4,85– 7,50	5,94 A +0,35	6,46– 9,44	7,69 B +1,09	4,66– 8,70	6,57 C +1,24	1,67– 12,72	6,55 A +1,13	17,25
2005	6,58– 10,02	7,70 A +1,67	5,79– 8,60	7,13 A +0,65	5,07– 8,56	6,40 B +1,03	4,75– 7,87	6,14 B +1,03	0,89– 12,41	6,84 B +1,19	17,40
2006	8,27– 10,67	9,27 A +1,19	5,82– 10,09	7,29 Ba +0,56	7,39– 9,62	8,19 Bb +1,91	6,07– 8,23	7,21 Ba +0,89	2,85– 15,63	7,96 D +1,43	17,96
Ogółem Total	4,52– 10,67	7,46 C +1,46	4,85– 10,09	6,93 A +0,82	5,07– 9,62	7,33 B +1,26	4,62– 8,70	6,68 A +0,92	0,89– 15,63	7,10 +1,09	15,35
	n = 600		n = 700		n = 700		n = 600		n = 2600		

a–b – różne małe litery oznaczają statystycznie istotne różnice między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

A–D – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

Tabela 9

Table 9

Wpływ gatunku rośliny dominującej na masę jednego obnoża (średnie z 5 lat w mg/szt.)
 Influence of the predominant plant species on mass of one pollen load (average from 5 years
 in mg per load)

Kolejne pobrania / Data Subsequent collections / Date		Gatunek rośliny dominującej Predominant plant species	Od – do From – to	\bar{x}	SD	V (%)
1		2	3	4	5	6
1.	10 V	Rzepak ozimy <i>Brassica napus var.</i> <i>oleifera</i>	6,53–10,94	8,26 B	1,97	23,85
2.	14 V		5,67–10,00	7,98 AB	1,89	23,68
3.	18 V		5,56–9,79	7,54 A	1,79	23,74
Ogółem gatunek Species total			5,92–10,12	7,93 C	1,55	19,61
4.	21 V	Mniszek lekarski <i>Teraxacum offici-</i> <i>nale</i> F.H. Wigg.	5,14–9,33	6,83 A	1,94	28,40
5.	25 V		4,86–8,45	7,25 A	1,61	22,21
Ogółem gatunek Species total			5,56–8,89	7,04 B	1,12	15,79
6.	28 V	Robinia akacyjowa <i>Robinia pseudo-</i> <i>acacia</i> L.	6,42–7,47	6,90 A	1,40	20,29
7.	2 VI		6,06–8,19	7,18 A	1,24	17,27
Ogółem gatunek Species total			6,30–7,68	7,04 B	0,49	7,02
8.	6 VI	Malina <i>Rubus idaeus</i> L.	6,25–7,77	6,82 a	1,24	18,18
9.	10 VI		6,02–8,23	7,23 bB	1,64	22,68
10.	15 VI		5,34–7,12	6,31 A	1,06	16,80
Ogółem gatunek Species total			5,98–7,71	6,79 Aab	0,59	8,75
11.	19 VI	Lipa <i>Tilia</i>	5,48–7,66	6,65 A	1,34	20,15
12.	23 VI		5,91–7,37	6,83 A	1,06	15,52
Ogółem gatunek Species total			5,70–7,52	6,74 Aab	0,59	8,77
13.	29 VI	Koniczyna <i>Trifolium</i> L.	5,81–8,01	7,36 A	1,57	21,33
14.	5 VII		6,25–11,34	8,07 Bb	2,11	26,15
15.	9 VII		6,81–9,73	8,00 Bb	1,45	18,13
16.	13 VII		6,31–8,96	7,52 a	1,81	24,07
Ogółem gatunek Species total			6,55–9,50	7,74 C	1,01	13,07

Tabela 9 cd.
Table cont.

1		2	3	4	5	6
17.	17 VII	Kukurydza <i>Zea L.</i>	5,80–8,13	6,71 A	1,31	19,52
18.	21 VII		5,53–7,52	6,94 A	1,03	14,84
19.	25 VII		5,49–8,33	6,92 A	1,25	18,06
Ogółem gatunek Species total			5,61–7,97	6,86 <u>Ab</u>	0,84	12,22
20.	30 VII	Bylica <i>Artemisia L.</i>	5,89–9,56	7,17 B	1,66	23,15
21.	4 VIII		5,37–7,97	6,49 A	1,57	24,19
Ogółem gatunek Species total			5,85–7,47	6,83 <u>Ab</u>	0,63	9,16
22.	9 VIII	Nawłoc <i>Solidago L.</i>	5,01–7,25	6,49 a	1,58	24,35
23.	13 VIII		6,12–8,38	7,17 b	2,06	28,73
24.	17 VIII		5,26–7,86	6,70	1,42	21,19
Ogółem gatunek Species total			6,03–7,20	6,79 <u>A</u>	0,88	12,92
25.	20 VIII	Gorzycza biała <i>Sinapis alba</i>	5,82–8,08	6,71 A	1,53	22,80
26.	26 VIII		5,06–7,77	6,52 A	1,16	17,79
Ogółem gatunek Species total			5,44–7,93	6,62 <u>Aa</u>	0,79	11,99
\bar{x}			6,55–7,96	7,10	1,96	27,75

a–c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między pobraniami w obrębie gatunku $p \leq 0,05$
differences between collections within species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między pobraniami w obrębie gatunku
 $p \leq 0,01$

differences between collections within species significant on a level of $p \leq 0,01$

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p \leq 0,05$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 10
Table 10

Średnia masa jednego obnoża w kolejnych miesiącach z 5 lat (mg/szt.)
Average mass of one pollen load in successive months from 5 years (mg per load)

Nr rodziny No. of colony	Maj May (n = 30)		Czerwiec June (n = 35)		Lipiec July (n = 35)		Sierpień August (n = 30)		Ogółem Total (n = 130)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1.	7,66 B	1,77	6,66 Aa	1,30	7,68 B	1,44	7,38 b	1,35	7,33 Bb	1,51
2.	7,70	1,53	6,85 ba	1,09	7,41 bc	1,79	6,37	1,49	7,09 b	1,56
3.	6,74 a	1,58	6,71 a	1,41	6,79 a	1,51	6,28 a	1,57	6,64 aA	1,51
4.	7,33	1,87	6,63 AB	1,55	7,57 C	1,37	6,11 A	1,30	6,92	1,62
5.	8,01 bB	1,80	7,06 a	1,42	7,35	2,11	6,58 A	1,47	7,25 B	1,78
6.	7,39 a	1,94	6,68 a	1,11	7,18 a	1,32	6,77 a	1,29	7,00 b	1,45
7.	7,47 a	2,13	7,09 a	1,26	7,59 a	1,47	7,25 a	1,57	7,35 B	1,61
8.	7,18 a	1,73	6,72 a	1,54	7,53 a	1,81	7,14 a	1,96	7,14 b	1,77
9.	7,55 b	2,65	6,97A	1,19	8,18 B	1,78	6,41	1,18	7,30 B	1,88
10.	7,30 a	1,83	6,61 a	1,50	6,85 a	1,57	5,92 a	1,43	6,67 A	1,64
11.	7,08 B	1,68	6,82	1,31	7,18 b	1,77	6,72	1,52	6,95 a	1,57
12.	7,82 a	1,77	7,60 a	1,39	7,39 a	1,39	7,23 a	1,40	7,51 Bc	1,49
13.	7,73 Bb	1,85	6,93 a	1,28	7,26 b	1,70	6,28	1,67	7,05	1,69
14.	7,29 b	1,59	6,95 ab	1,11	6,98 ab	1,54	6,38 a	1,13	6,90 a	1,38
15.	7,55 b	2,24	6,57 a	1,55	6,94	1,46	6,35 a	1,25	6,84 a	1,69
16.	7,39 a	1,55	6,98 a	1,12	7,11 a	1,39	7,07 a	1,79	7,13 bc	1,46
17.	7,49 a	2,11	7,02 a	1,09	7,49 a	1,67	6,91 a	1,97	7,23 Bc	1,73
18.	7,78 b	1,96	7,16 ab	1,47	7,33 ab	1,74	6,81 a	1,66	7,27 Bc	1,72
19.	7,40 a	1,70	6,98 a	0,78	7,22 a	1,57	6,79 a	1,85	7,10 bc	1,51
20.	7,35 a	1,43	7,49 a	3,52	7,63 a	1,67	6,90 a	1,98	7,36 Bb	2,33

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

4.4. Liczba gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły

Z tabeli 12 wynika, że poszczególne rodziny pszczele w kolejnych dniach zbierały pyłek z różnej liczby gatunków roślin. W dwóch pierwszych latach (2002 i 2003) średnie z całego sezonu liczby gatunków roślin oblatywanych przez zbieraczki pyłku były zbliżone i wynosiły odpowiednio 3,2 i 3,4 (2,0–4,5 i 2,3–4,8 gatunków – tab. 12). W latach 2004 i 2006 średnie te były wyższe i liczyły odpowiednio 4,6 i 4,7 (3,5–6,0 i 3,7–6,2 gatunków – tab. 12). Natomiast w 2005 r. pszczoły oblatywały najwięcej gatunków roślin – średnio 5,5 w ciągu dnia (od 3,7 do 7,4 gatunków).

Liczba oblatywanych gatunków roślin w ciągu dnia w różnych rodzinach była różna (tab. 12). Czasami pszczoły z danej rodziny oblatywały w ciągu dnia 1 gatunek rośliny (fot. 1–9). Obserwowano również, że pszczoły z jednej rodziny przynosiły pyłek z 12 gatunków roślin w ciągu dnia (w 2005 r.) – tabela 11.

Na znaczne zróżnicowanie tej cechy w kolejnych latach wskazuje bardzo wysoki współczynnik zmienności od 24 do 65% (tab. 12). Na liczbę gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły wpływał rok i miesiąc. U żadnej z rodzin pszczelich w kolejnych latach nie była ona stabilna. Z średnich wyników z pięciu lat widać, że zbieraczki pyłku oblatywały najmniej gatunków roślin w maju (średnio 3,8), a najwięcej w czerwcu (średnio 4,7). Jednak w kolejnych latach było różnie: w 2002 i 2003 najmniejszą średnią liczbę gatunków roślin zbieraczki pyłku oblatywały w sierpniu – odpowiednio 2,5 i 2,9 (tab. 11). Natomiast w trzech kolejnych latach – w maju, średnio 4,4 (2004 i 2005) oraz 4,3 (2006) – tabela 11. Różnica między majem i pozostałymi miesiącami była statystycznie wysoko istotna ($p \leq 0,01$) – tabela 13.

Na liczbę oblatywanych gatunków roślin wpływ miała także roślina dominująca kwitnąca w danym okresie. Najmniej gatunków pszczoły oblatywały w okresie kwitnienia rzepaku ozimego – średnio 3,5. Natomiast najwięcej w czasie kwitnienia robinii akacjowej – średnio 5,3 oraz lipy – 4,9 i nawłoci – 4,8 (tab. 14). Wykazano różnice istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) w liczbie oblatywanych gatunków między okresami kwitnienia roślin dominujących.

W kolejnych okresach sezonu pożytkowego dominującymi gatunkami roślin, z których pyłku pszczoły przynosiły najwięcej obnoży, były: rzepak ozimy, lipa, rośliny motylkowate (zwłaszcza koniczyna biała i czerwona, wyki i komonica), chaber bławatek, mniszek pospolity, bylica, nawłóć (głównie kanadyjska), gorczyca biała oraz rośliny z rodziny różowatych (jeżyna i malina) – fotografie 1–23. Tendencja ta powtarzała się we wszystkich latach.

Tabela 11

Table 11

Wpływ sezonu i roku na liczbę gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły (w szt.)
The influence of season and year on number of plants species visited by bees (in head)

Rok Year	Średnie dla jednej rodziny Average for one colony								Ogółem Total		
	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August		od – do	$\bar{x} \pm$ SD	V (%)
	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD			
2002	1,3– 3,8	2,6 A $\pm 0,7$	1,6– 5,1	3,1 B $\pm 0,7$	2,3– 4,4	3,3 B $\pm 0,5$	1,1– 5,2	2,5 A $\pm 0,8$	1,0– 9,0	3,2 A $\pm 0,8$	25,00
2003	2,2– 5,3	3,5 B $\pm 0,4$	2,4– 5,4	4,0 C $\pm 0,9$	1,7– 5,1	3,2 A $\pm 0,6$	1,8– 4,3	2,9 A $\pm 0,9$	1,0– 9,0	3,4 A $\pm 0,8$	23,53
2004	2,0– 6,7	4,4 a $\pm 1,2$	3,3– 5,7	4,5 a $\pm 1,0$	3,1– 5,7	4,5 a $\pm 1,1$	1,7– 7,2	5,3 b $\pm 1,6$	1,0– 10,0	4,6 B $\pm 1,2$	26,09
2005	2,8– 5,3	4,4 A $a \pm 2,4$	3,9– 8,9	6,6 B $\pm 1,0$	2,7– 8,1	5,3 Ab $\pm 0,3$	1,8– 7,2	5,6 Ab $\pm 1,7$	1,0– 12,0	5,5 Cb $\pm 1,6$	29,09
2006	1,8– 6,2	4,3 A $\pm 1,0$	2,9– 6,4	5,1 B $\pm 1,0$	2,9– 6,4	4,3 A $\pm 0,5$	3,8– 6,8	5,2 B $\pm 1,2$	1,0– 10,0	4,7 BaC $\pm 1,0$	21,28
Ogółem Total	1,3– 6,7	3,8 A $\pm 1,44$	1,6– 8,9	4,7 C $\pm 1,47$	1,7– 8,1	4,1 B $\pm 1,02$	1,1– 7,2	4,5 C $\pm 1,59$	1,0– 12,0	4,3 $\pm 1,1$	25,58
	n = 600		n = 700		n = 700		n = 600		n = 2600		

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

Średnia liczba gatunków roślin oblatywanych przez zbieraczki pyłku z poszczególnych rodzin pszczoł w kolejnych latach (w szt.)
The average number of plant species visited by foragers of pollen from individual bee colonies in successive years (in head)

Nr rodziny pszczołej No. of colony	2002			2003			2004			2005			2006			Ogółem Total	
	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD	V (%)	\bar{x}	SD
1.	2,2 A	0,8	36,0	2,3 A	1,0	44,0	4,6 BaC	1,8	39,0	5,7 Bb	2,2	39,0	4,1 C	1,7	42,0	3,8 Aa	2,1
2.	2,0 A	1,0	49,0	3,0 B	1,4	45,0	4,5 Ca	1,9	42,0	5,7 Cb	2,1	37,0	5,2 B	1,8	35,0	4,1 b	2,2
3.	3,4 aBA	1,4	40,0	3,1 A	1,5	48,0	4,5 bB	1,9	42,0	5,4 C	2,0	37,0	5,5 B	1,4	26,0	4,4 b	1,9
4.	2,3 aA	0,9	38,0	3,2 bAB	1,6	49,0	4,6 BaC	2,6	57,0	5,5 C	1,9	35,0	3,8 B	1,9	50,0	3,9 A	2,1
5.	2,4 aACc	1,3	55,0	3,3 bBc	0,9	26,0	5,3 Cc	1,7	32,0	4,3 BCa	1,9	44,0	4,2 BCac	1,3	31,0	3,9 A	1,8
6.	3,2 B	1,2	39,0	2,3 A	1,0	44,0	3,6 B	1,7	47,0	3,7 aBC	2,4	65,0	4,8 Cb	1,2	25,0	3,5 Aa	1,8
7.	3,3 A	1,3	39,0	3,9 aAB	1,2	31,0	4,9 BbC	1,6	33,0	5,8 C	2,2	38,0	4,5 B	1,5	33,0	4,5 B	1,8
8.	3,2 A	1,7	53,0	4,8 B	1,5	31,0	3,8 ABa	2,0	53,0	5,4 BCb	2,5	46,0	6,2 C	1,6	26,0	4,7 BC	2,2
9.	3,2 A	1,5	48,0	3,6 AB	1,4	38,0	3,5 A	1,6	46,0	4,5 B	1,8	40,0	4,0 AB	1,9	48,0	3,8 A	1,7
10.	3,0 aA	1,8	58,0	3,8 AB	1,6	42,0	4,5 b	2,0	44,0	3,7 AB	1,8	49,0	4,3 B	1,5	35,0	3,9 A	1,8
11.	4,5 B	1,7	39,0	3,3 A	0,9	26,0	5,3 BC	1,9	36,0	6,0 C	2,1	35,0	4,4 B	1,2	27,0	4,7 B	1,9
12.	3,0 A	1,0	35,0	3,3 aCA	1,6	47,0	4,4 BD	1,5	34,0	5,3 D	1,8	34,0	4,1 bCB	1,4	34,0	4,1 bAB	1,7
13.	2,2 A	0,8	34,0	3,6 B	1,2	32,0	4,6 B	1,7	37,0	4,6 B	2,1	46,0	4,0 B	1,5	38,0	3,8 A	1,7
14.	3,8 A	1,4	37,0	3,1 A	1,2	38,0	5,0 B	1,6	32,0	7,4 C	2,3	31,0	3,7 A	1,5	41,0	4,6 B	2,2
15.	4,1 A	1,6	39,0	3,9 a A	1,4	35,0	4,9 b	1,7	35,0	6,1 B	2,4	39,0	5,5 B	1,5	27,0	4,9 BC	1,9
16.	3,6 AaB	1,2	33,0	3,1 A	1,3	41,0	5,3 BC	2,3	43,0	5,8 C	2,1	36,0	4,8 bB	1,9	40,0	4,6 BC	2,0
17..	3,7 A	1,4	39,0	3,6 A	1,0	27,0	4,2 A	1,4	33,0	6,7 B	2,3	34,0	5,7 B	1,8	32,0	4,8 BC	2,0
18.	2,7 A	1,1	39,0	3,8 B	1,3	35,0	4,5 BaC	1,9	42,0	6,0 Cb	2,2	37,0	4,4 B	1,6	36,0	4,3 B	2,0
19.	3,8 A	1,4	37,0	4,4 AB	2,0	46,0	4,5 AB	1,1	24,0	5,1 B	1,6	31,0	4,5 AB	1,1	24,0	4,5 Bb	1,5
20.	3,4 A	1,2	36,0	3,3 A	1,1	34,0	6,0 BC	2,3	38,0	7,3 C	2,0	27,0	5,6 B	2,0	36,0	5,1 Cc	2,4

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$ – differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A-G – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$ – differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$ – differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-G – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$ – differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Średnia liczba gatunków roślin w kolejnych miesiącach z 5 lat (szt.)
 The average number of the plant species in successive months from 5 years (in head)

Nr rodziny No. of colony	Maj May (n = 30)		Czerwiec June (n = 35)		Lipiec July (n = 35)		Sierpień August (n = 30)		Ogółem Total (n = 130)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1.	3,1 a	1,71	4,1 ab	2,38	3,4 a	1,54	4,4 b	2,33	3,8 <u>Aa</u>	2,1
2.	3,7 a	2,32	4,5 a	2,23	3,6 a	1,80	4,5 a	2,16	4,1 <u>b</u>	2,2
3.	4,0 a	1,84	5,0 bB	1,84	3,9 A	1,49	4,6 AB	2,27	4,4 <u>b</u>	1,9
4.	3,5 ab	1,94	4,3 ab	2,21	3,3 a	1,78	4,4 b	2,46	3,9 <u>A</u>	2,1
5.	3,8 a	1,33	3,7 a	1,76	3,7 a	1,74	4,4 a	2,08	3,9 <u>A</u>	1,8
6.	3,3	2,02	3,8 b	1,71	3,9 B	1,37	2,8 Aa	1,75	3,5 <u>Aa</u>	1,8
7.	4,3 a	1,86	4,7 a	1,98	4,4 a	1,31	4,6 a	2,05	4,5 <u>B</u>	1,8
8.	4,2 a	2,04	5,0 a	2,41	4,6 a	1,84	5,0 a	2,33	4,7 <u>BC</u>	2,2
9.	2,7 A	1,37	4,4 B	1,88	3,8 B	1,30	4,1 B	1,64	3,8 <u>A</u>	1,7
10.	3,7 a	1,78	4,1 a	1,83	3,7 a	1,59	4,0 a	1,99	3,9 <u>A</u>	1,8
11.	4,1 a	1,95	5,2 b	1,60	4,2 a	1,42	5,2 b	2,22	4,7 <u>B</u>	1,9
12.	3,4 A	1,33	4,1	1,68	4,1	1,59	4,6 B	1,90	4,1 <u>bAB</u>	1,7
13.	3,3 a	1,86	3,9 ab	1,82	3,9 ab	1,54	4,0 b	1,74	3,8 <u>A</u>	1,7
14.	3,9 a	2,02	4,8 ab	2,22	4,7 ab	2,26	5,0 b	2,17	4,6 <u>B</u>	2,2
15.	4,4 a	1,83	5,4 a	2,34	4,8 a	1,53	5,0 a	1,79	4,9 <u>BC</u>	1,9
16.	4,2 a	2,22	5,0 a	1,79	4,1 a	1,96	4,9 a	2,11	4,6 <u>BC</u>	2,0
17.	4,5 a	2,19	5,2 a	1,95	4,7 a	1,79	4,7 a	2,23	4,8 <u>BC</u>	2,0
18.	3,4 Aa	1,77	4,7 B	2,05	4,2 b	1,49	4,7 B	2,23	4,3 <u>B</u>	2,0
19.	4,1 a	1,30	5,1 bB	1,73	4,1 A	1,13	4,6 AB	1,67	4,5 <u>Bb</u>	1,5
20.	4,8 a	2,02	5,6 a	2,50	5,0 a	2,31	4,9 a	2,61	5,1 <u>Cc</u>	2,4

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
 differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
 differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
 differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
 differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 14

Table 14

Wpływ gatunku rośliny dominującej na liczbę gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły
(średnie z 5 lat w szt.)

Influence of the predominant plant species on number of the plants species visited by bee
(average from 5 years in head)

Kolejne pobrania / Data Subsequent collections / Date		Gatunek rośliny dominującej Predominant plant species	Od – do From – to	— x	SD	V (%)
1		2	3	4	5	6
1.	10 V	Rzepak ozimy <i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>	2,6–3,9	3,1 A	1,2	38,7
2.	14 V		2,7–3,7	3,4 A	1,2	35,3
3.	18 V		3,3–4,2	3,9 B	1,4	35,9
Ogółem gatunek Species total			3,0–3,9	3,5 A	0,4	12,5
4.	21 V	Mniszek lekarski <i>Teraxacum offici-</i> <i>nale</i> F.H. Wigg.	1,4–5,5	3,4 a	2,1	61,8
5.	25 V		2,2–6,4	4,0 b	2,0	50,0
Ogółem gatunek Species total			1,8–5,1	3,7 Ba	1,1	29,4
6.	28 V	Robinia akacja <i>Robinia pseudo-</i> <i>acacia</i> L.	2,6–8,1	5,2 a	2,5	48,1
7.	2 VI		2,9–8,6	5,3 a	2,5	47,2
Ogółem gatunek Species total				3,3–8,4	5,3 F	1,9
8.	6 VI	Malina <i>Rubus idaeus</i> L.	2,5–6,2	3,8 a	1,9	50,0
9.	10 VI		2,3–5,7	3,9 a	1,9	48,7
10.	15 VI		3,5–5,7	4,4 b	1,6	36,4
Ogółem gatunek Species total			2,9–5,9	4,0 C	1,3	32,2
11.	19 VI	Lipa <i>Tilia</i>	2,7–6,3	4,5 a	1,8	40,0
12.	23 VI		2,6–7,2	5,2 b	2,2	42,3
Ogółem gatunek Species total				2,7–6,8	4,9 Eb	1,3
13.	29 VI	Koniczyna <i>Trifolium</i> L.	3,9–6,5	5,3 B	1,7	32,1
14.	5 VII		3,2–5,6	4,3 A	1,7	39,5
15.	9 VII		3,5–6,5	5,0 B	1,9	38,0
16.	13 VII		2,8–4,8	4,0 A	1,5	37,5
Ogółem gatunek Species total				3,7–5,6	4,7 aE	0,8

Tabela 14 cd.
Table 14 cont.

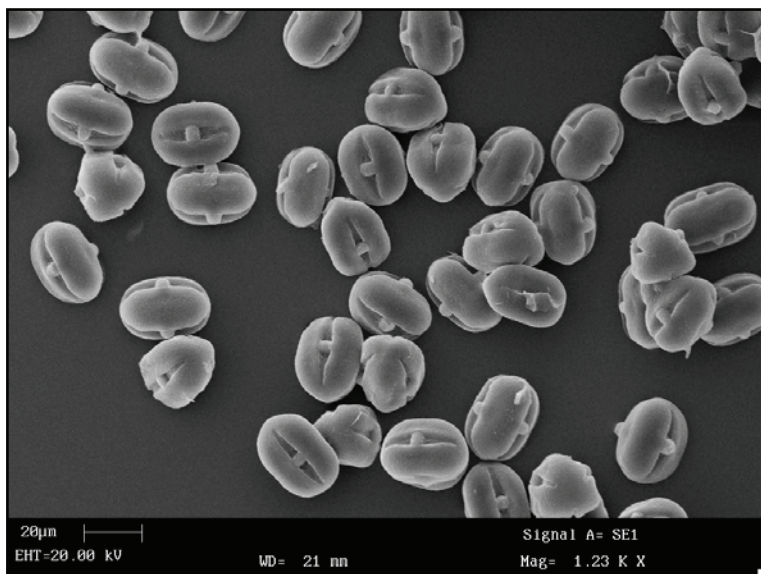
1		2	3	4	5	6
17.	17 VII	Kukurydza <i>Zea L.</i>	3,1–5,4	4,1 b	1,6	39,0
18.	21 VII		2,9–5,5	4,0 b	1,6	40,0
19.	25 VII		2,4–5,2	3,5 a	1,7	48,6
Ogółem gatunek Species total			2,9–5,4	3,9 BCb	0,9	22,2
20.	30 VII	Bylica <i>Artemisia L.</i>	3,3–5,6	4,0 a	1,6	40,0
21.	4 VIII		2,0–5,4	3,9 a	1,8	46,2
Ogółem gatunek Species total			2,7–5,4	4,0 BCb	1,0	24,5
22.	9 VIII	Nawłoc <i>Solidago L.</i>	1,5–6,3	3,8 A	2,1	55,3
23.	13 VIII		3,6–5,8	4,8 B	1,7	35,4
24.	17 VIII		3,4–7,7	5,9 C	2,4	40,7
Ogółem gatunek Species total			2,8–5,8	4,8 Eb	1,6	38,7
25.	20 VIII	Gorzycza biała <i>Sinapis alba</i>	3,4–7,6	4,9 B	2,4	49,0
26.	26 VIII		3,2–5,2	3,9 A	1,3	33,3
Ogółem gatunek Species total			3,4–5,6	4,4 D	0,9	21,4
\bar{x}			3,2–5,5	4,3	–	–

a–c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między pobraniami w obrębie gatunku $p \leq 0,05$
differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między pobraniami w obrębie gatunku
 $p \leq 0,01$
differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,01$

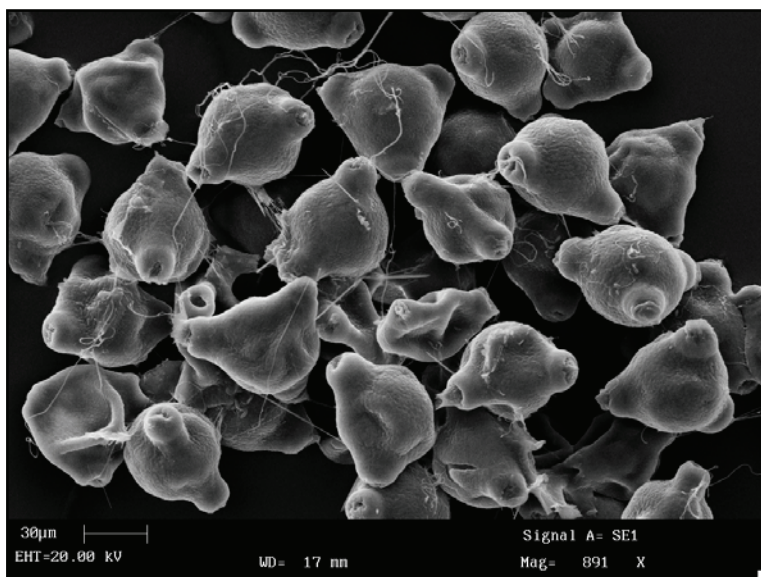
a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p \leq 0,05$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–F – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,01$



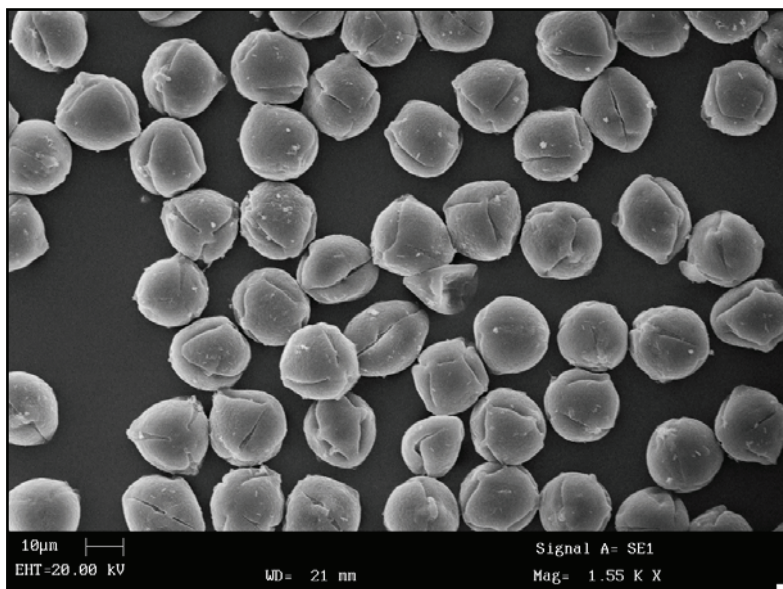
Fot. 1. Obraz mikroskopowy jednorodnych ziaren pyłku z jednego obnóża – **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus* L.)

Phot. 1. Microscopic picture of homogeneous grains of one pollen load – **cornflower bluebottle** (*Centaurea cyanus* L.)

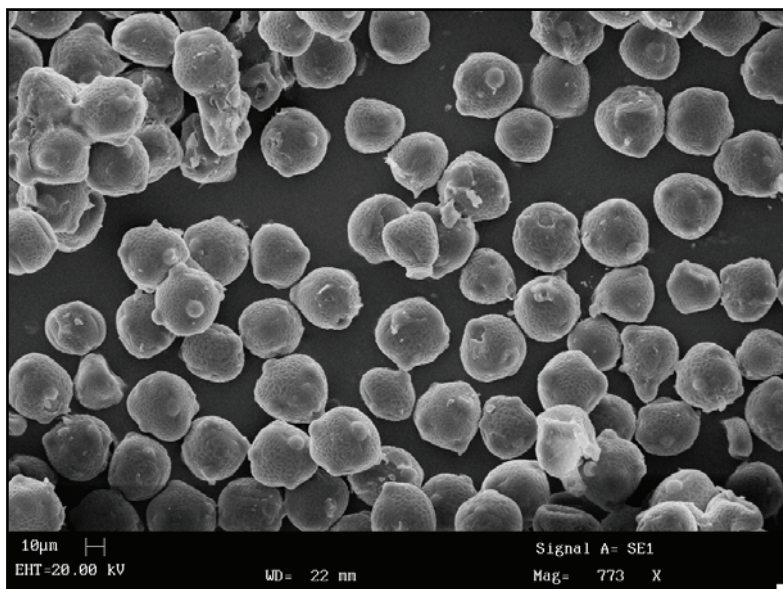


Fot. 2. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku **wiesiolka** (*Oenothera* L.)

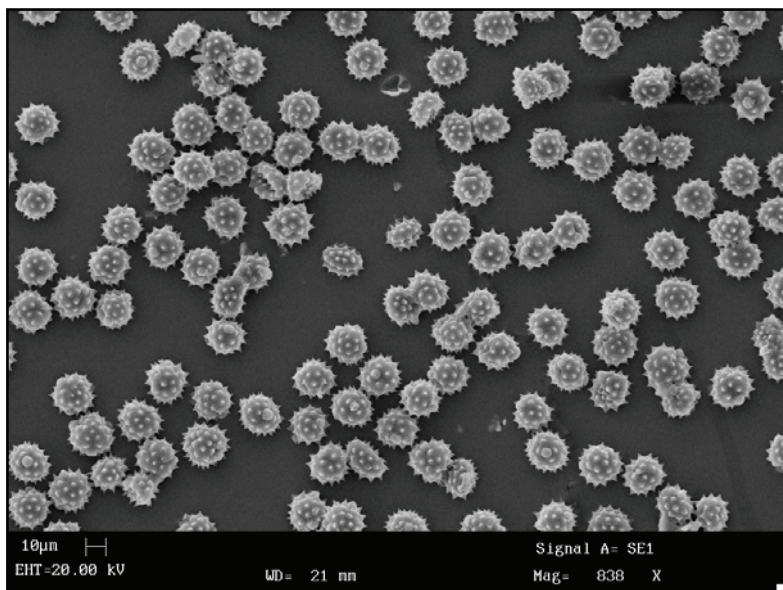
Phot. 2. Microscopic picture of pollen grains of **evening-primrose** (*Oenothera* L.)



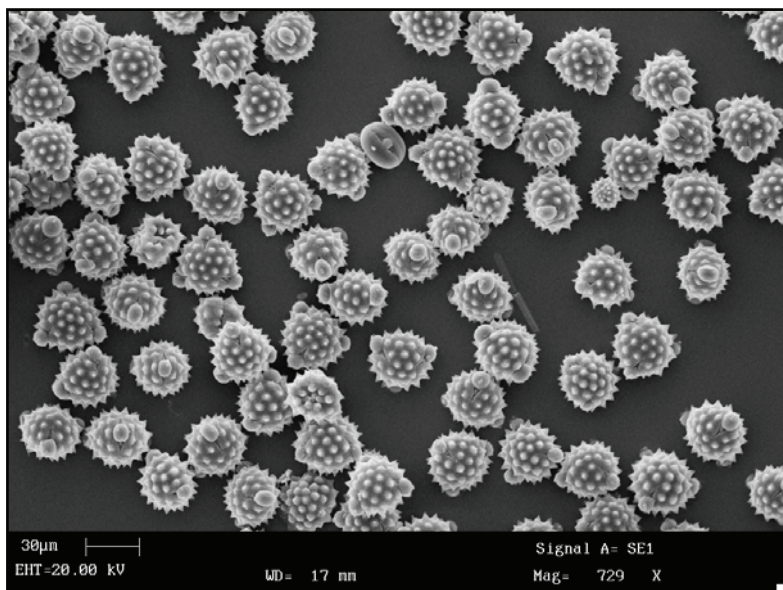
Fot. 3. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku **wiązówki błotnej** (*Filipendula almaria* L.)
Phot. 3. Microscopic picture of pollen grains of **meadowsweet** (*Filipendula almaria* L.)



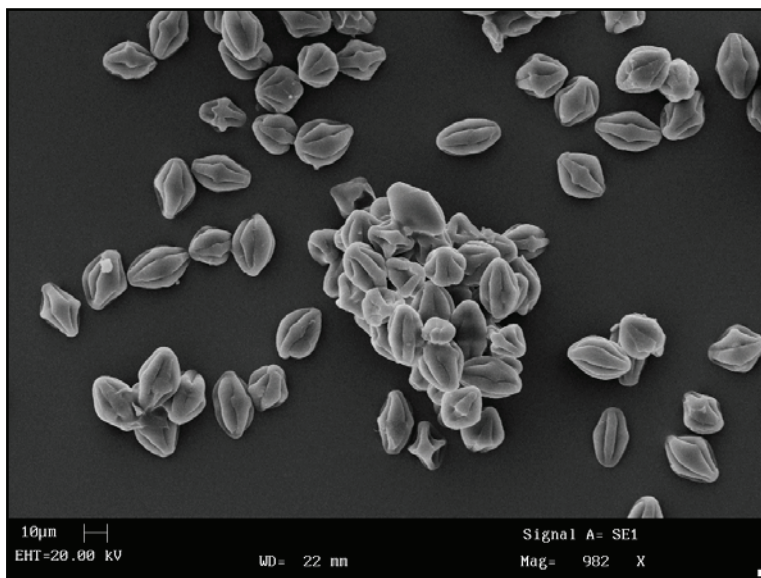
Fot. 4. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku **koniczyny czerwonej** (*Trifolium pratense* L.)
Phot. 4. Microscopic picture of pollen grains of **red clover** (*Trifolium pratense* L.)



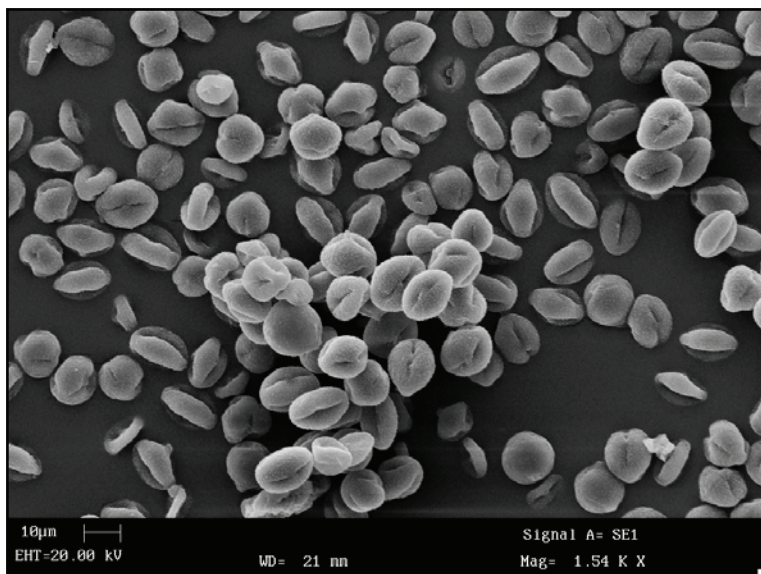
Fot. 5. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*)
Phot. 5. Microscopic picture of pollen grains of building type of **goldenrod** (type *Solidago*)



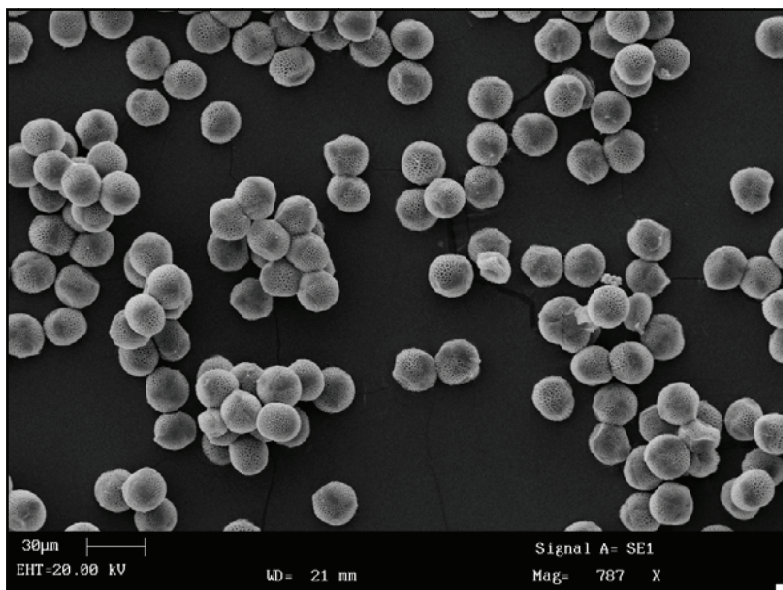
Fot. 6. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku roślin z rodziny **astrowatych** (*Asteraceae* Dum.)
Phot. 6. Microscopic picture of pollen grains of plants from **aster family** (*Asteraceae* Dum.)



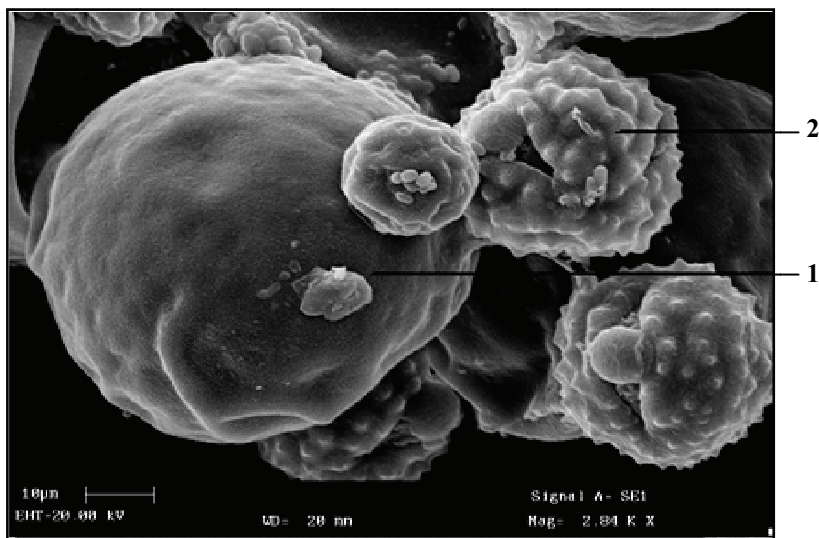
Fot. 7. Obraz mikroskopowy pyłku rośliny należącej do rodziny **bobowatych** (*Fabaceae*)
Phot. 7. Microscopic picture of pollen grains of a plant from **legume family** (*Fabaceae*)



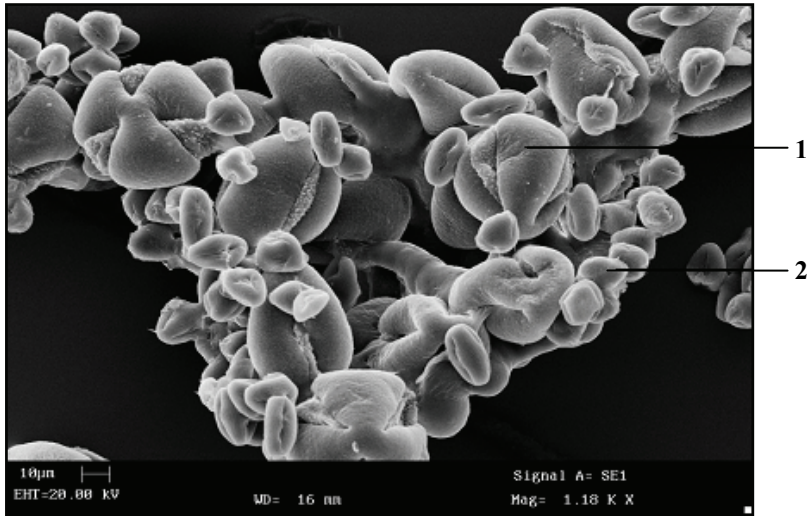
Fot. 8. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku roślin z rodziny **jaskrowatych** (*Ranunculaceae* Juss.)
Phot. 8. Microscopic picture of pollen grains of plants from **buttercup family** (*Ranunculaceae* Juss.)



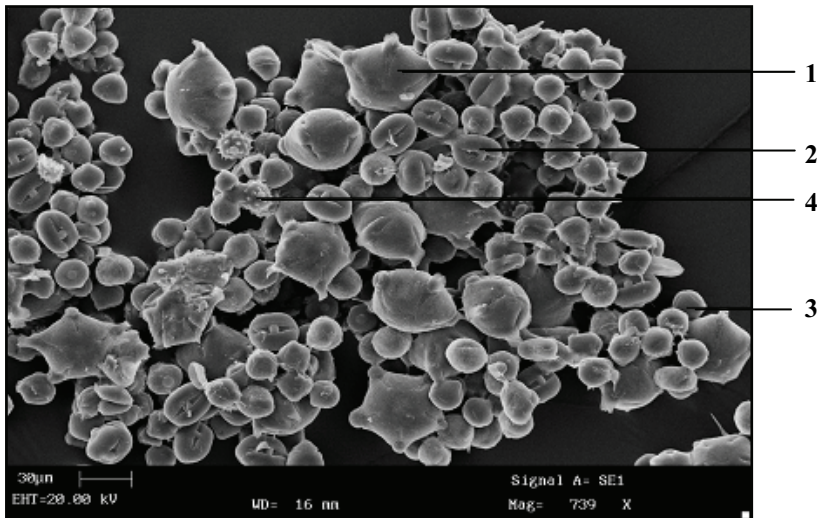
Fot. 9. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku **tasznika pospolitego** (*Capsella bursa pastoris*)
 Phot. 9. Microscopic picture of pollen grains of **shepherd's purse** (*Capsella bursa pastoris*)



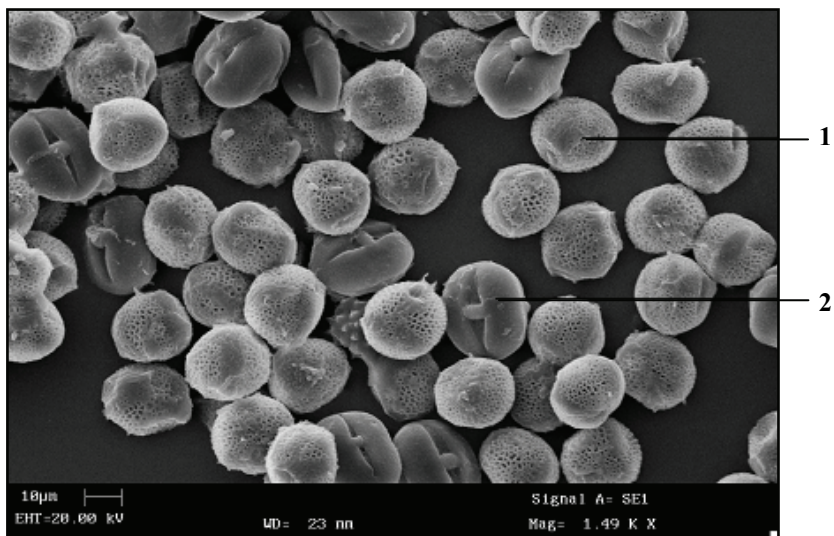
Fot. 10. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) **kukurydzy** (*Zea mays* L.) i (2) o typie budowy **ostrożnia** (typ *Cirsium*)
 Phot. 10. Microscopic picture of pollen grains of (1) **maize** (*Zea mays* L.) and (2) of building type of **thistle** (type *Cirsium*)



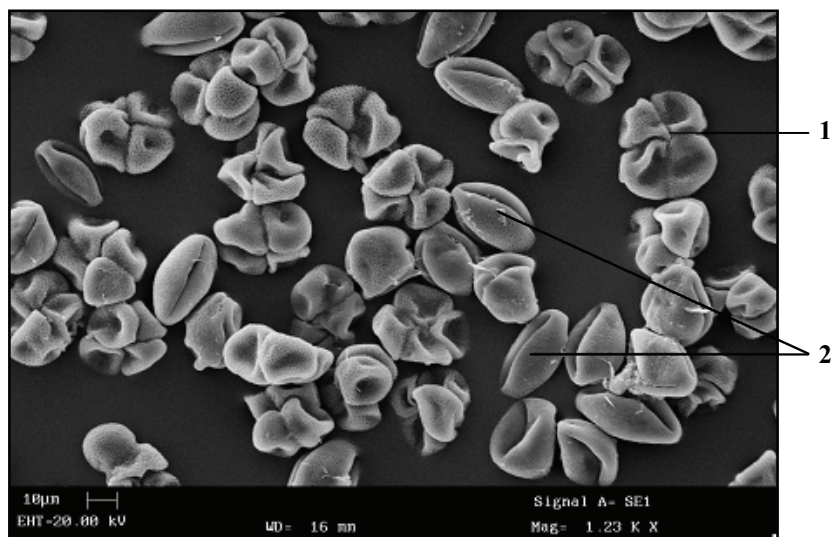
Fot. 11. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) **powoju polnego** (*Convolvulus arvensis* L.)
i (2) o typie budowy **pięciornika** (typ *Potentilla*)
Phot. 11. Microscopic picture of pollen grains of (1) **chand wel** (*Convolvulus arvensis* L.) and (2)
of building type of **potentilla** (type *Potentilla*)



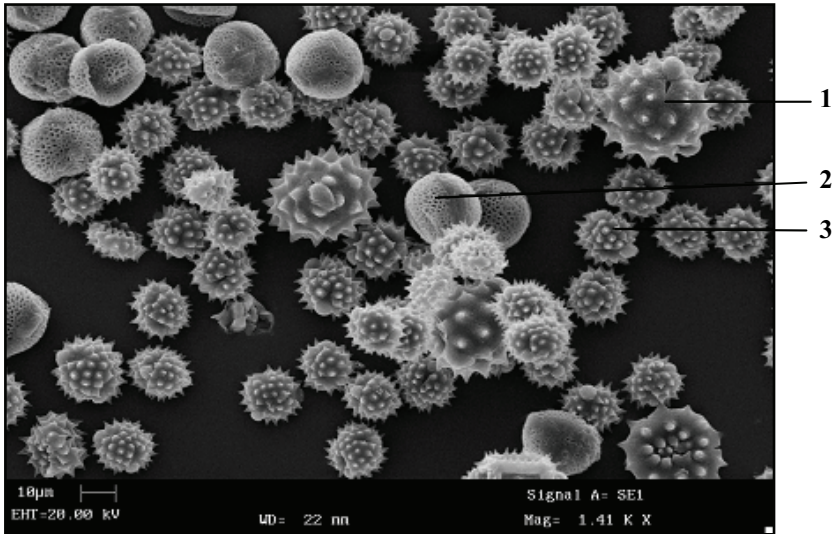
Fot. 12. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) **fiolka trójbarwnego** (*Viola tricolor* L.),
(2) **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus* L.), (3) **komonicy** (*Lotus*)
i (4) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*)
Phot. 12. Microscopic picture of pollen grains of (1) **three-coloured violet**
(*Viola tricolor* L.), (2) **cornflower bluebottle** (*Centaurea cyanus* L.), (3) **trefoil**
(*Lotus*), (4) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*)



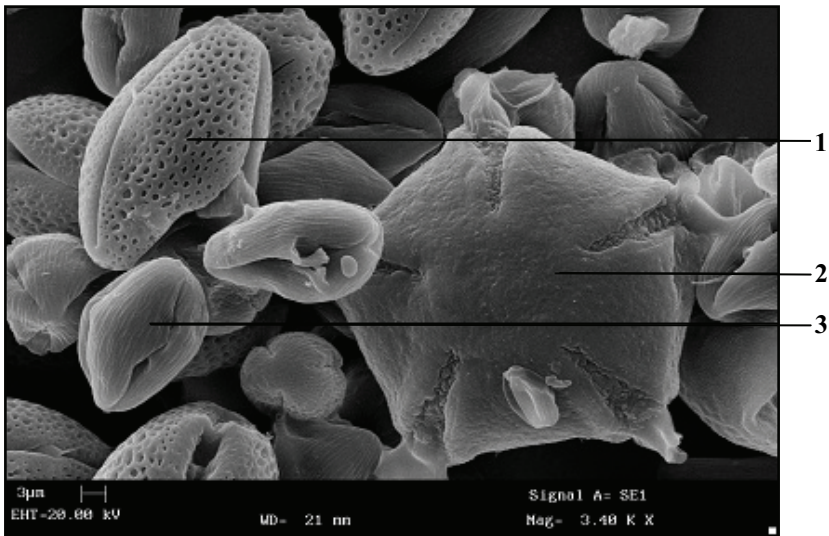
Fot. 13. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku roślin z rodziny (1) **kapustowatych** (krzyżowych) (*Brassicaceae* Burnett, syn. *Cruciferae* Juss.) i (2) **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus* L.)
 Phot. 13. Microscopic picture of pollen grains of plants from family (1) **Cruciferae** (*Brassicaceae* Burnett, syn. *Cruciferae* Juss.) and (2) **cornflower bluebottle** (*Centaurea cyanus* L.)



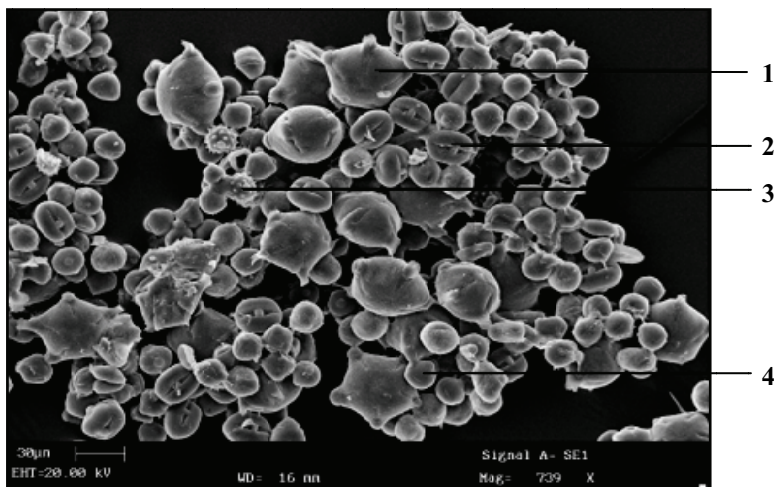
Fot. 14. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku rośliny z rodziny (1) **wrzoścowatych** (*Ericaceae*) i (2) **wyki** (*Vicia* L.)
 Phot. 14. Microscopic picture of pollen grains of a plant from family (1) **briars** (*Ericaceae*) and (2) **vetch** (*Vicia* L.)



Fot. 15. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) o typie budowy **ostroźnia** (typ *Cirsium*),
 (2) **gorczycy białej** (*Sinapis alba* L.) i (3) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*)
 Phot. 15. Microscopic picture of pollen grains (1) of building type of **thistle** (type *Cirsium*)
 (2) **white mustard** (*Sinapis alba* L.) and (3) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*)

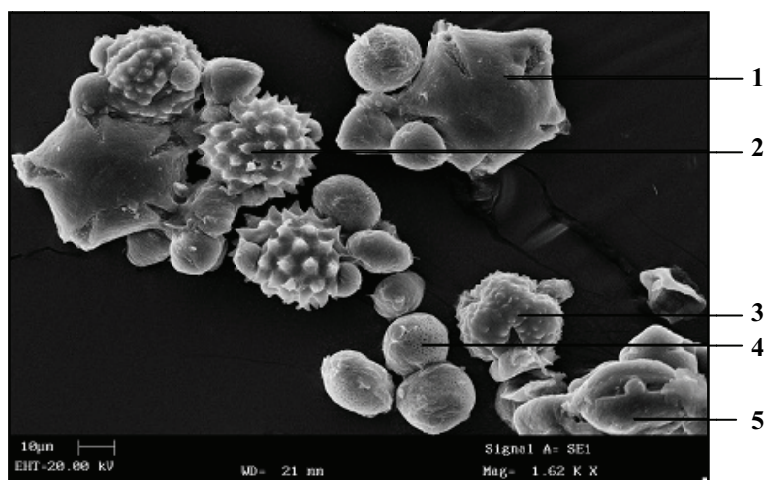


Fot. 16. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) z rodziny **kapustowatych** (*Brassicaceae*),
 (2) **fiolka trójbarwnego** (*Viola tricolor* L.) i (3) o typie budowy **pięciornika** (typ *Potentilla*)
 Phot. 16. Microscopic picture of pollen grains of plants (1) from family **Cruciferae** (*Brassicaceae*),
 (2) **three-coloured violet** (*Viola tricolor* L.), (3) of building type of **potentilla** (type *Potentilla*)



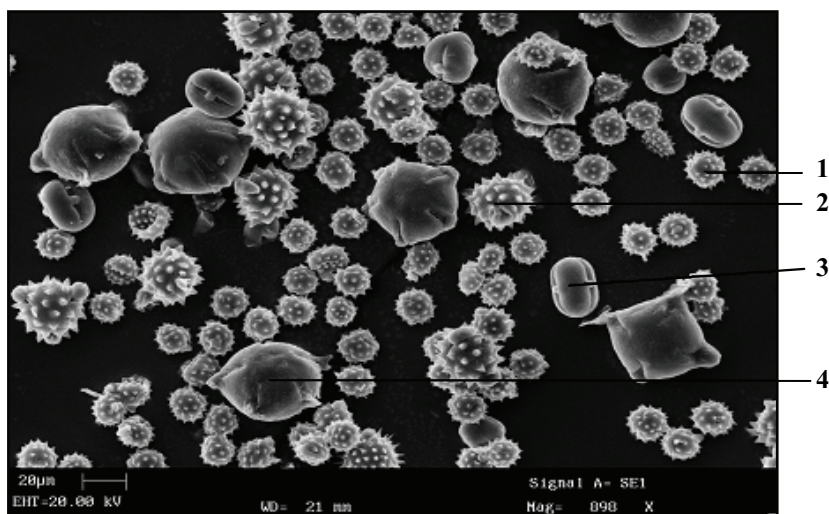
Fot. 17. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) **fiolka trójbarwnego** (*Viola tricolor* L.), (2) **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus*) i (3) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*) oraz (4) należącego do rodziny **bobowatych** (*Fabaceae*)

Phot. 17. Microscopic picture of pollen grains of plants (1) **three-coloured violet** (*Viola tricolor* L.), (2) **cornflower bluebottle** (*Centaurea cyanus* L.), (3) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*), (4) from **legume family** (*Fabaceae*)

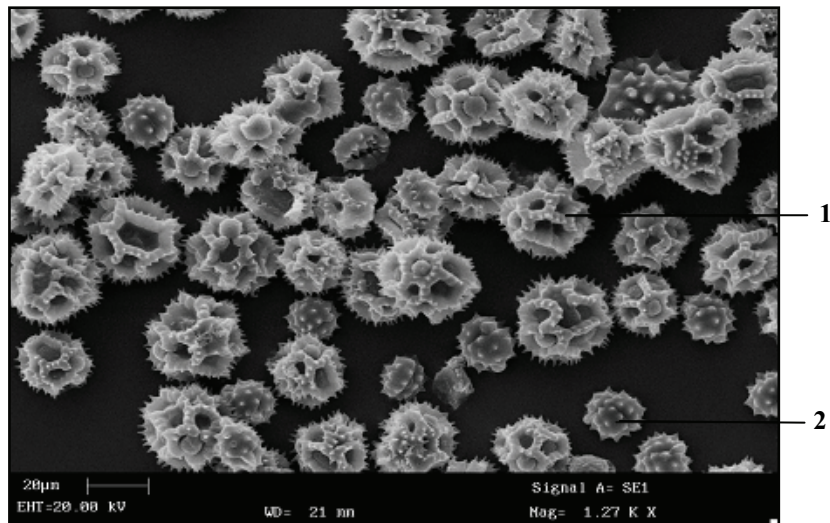


Fot. 18. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku z jednego obnóża pochodzących z 5 gatunków roślin: (1) **fiolka trójbarwnego** (*Viola tricolor* L.), (2) o typie budowy **ostrożnia** (typ *Cirsium*), (3) **astrowatych** (*Asteraceae*), (4) **kapustowatych** (*Brassicaceae*) i (5) **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus*)

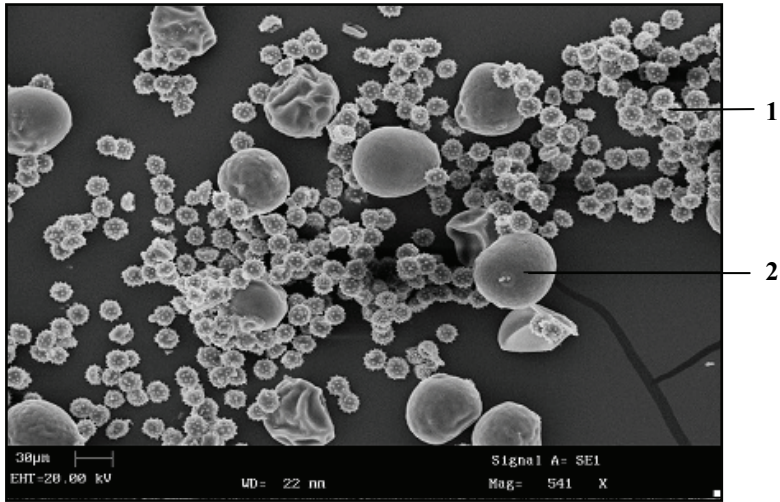
Phot. 18. Microscopic picture of pollen grains from one pollen load coming from 5 plants species: (1) **three-coloured violet** (*Viola tricolor* L.), (2) of building type of **thistle** (type *Cirsium*), (3) **aster family** (*Asteraceae* Dum.), (4) (5) **cornflower bluebottle** (*Centaurea cyanus* L.)



Fot. 19. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku 4 gatunków roślin (z jednego obnóża):
 (1) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*), (2) typ **ostrożnia** (typ *Cirsium*),
 (3) **chabra bławatka** (*Centaurea cyanus* L.) i (4) **fiolka trójbarwnego** (*Viola tricolor* L.)
 Phot. 19. Microscopic picture of pollen grains of 4 plants species: (1) of building type
 of **goldenrod** (type *Solidago*), (2) type **thistle** (type *Cirsium*), (3) **cornflower bluebottle**
 (*Centaurea cyanus* L.) and (4) **three-coloured violet** (*Viola tricolor* L.)

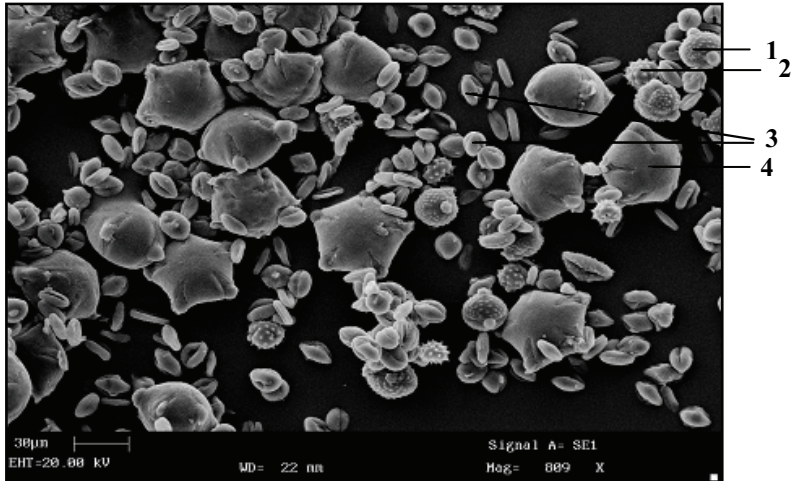


Fot. 20. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (1) **mniszka lekarskiego** (*Taraxacum officinale* F.H.
 Wigg.) i (2) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*)
 Phot. 20. Microscopic picture of pollen grains of (1) **blowball** (*Taraxacum officinale*)
 and (2) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*)



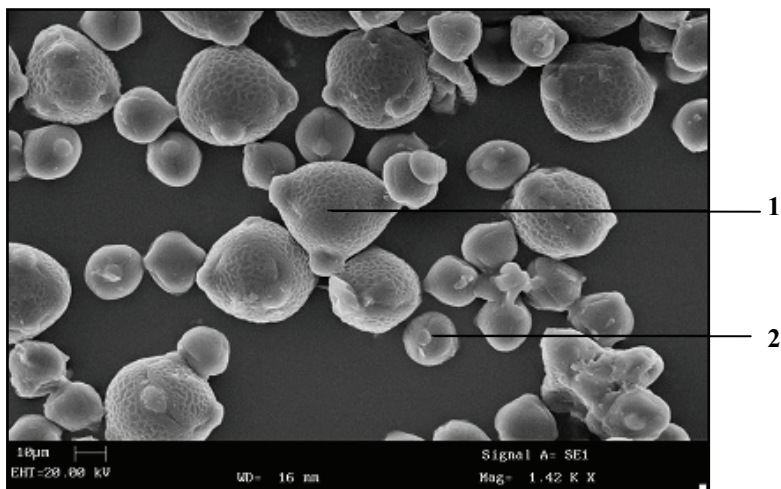
Fot. 21. Obraz mikroskopowy pyłku z jednego obnóża – pyłek jednego gatunku jako podstawowy – (1) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*), a drugiego jako domieszka – (2) **kukurydza** (*Zea mays* L.)

Phot. 21. Microscopic picture of pollen from one pollen load – pollen from one pollen load as basic one – (1) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*) (2) **maize** (*Zea mays* L.)



Fot. 22. Obraz mikroskopowy ziaren pyłku (z jednego obnóża) różnych gatunków roślin świadczący o floromigracji pszczoły zbieraczki: (1) **bylica** (*Artemisia*), (2) o typie budowy **nawłoci** (typ *Solidago*), (3) z rodziny **bobowatych** (*Fabaceae*), (4) **fiolek trójbarwny** (*Viola tricolor* L.)

Phot. 22. Microscopic picture of pollen grains (from one pollen load) of different plant species proving the floromigration of forager bee (1) **motherwort** (*Artemisia*), (2) of building type of **goldenrod** (type *Solidago*), (3) from **legume family** (*Fabaceae*), (4) **three-coloured violet** (*Viola tricolor* L.)



Fot. 23. Obraz mikroskopowy ziarna pyłku kwiatowego (1) **koniczyny czerwonej** (*Trifolium pratense* L.) i (2) **komonicy** (*Lotus*)
 Phot. 23. Microscopic picture of pollen grains of (1) **red clover** (*Trifolium pratense* L.) and (2) **trefoil** (*Lotus*)

4.5. Preferencja kwiatowa rodzin pszczelich

Preferencja kwiatowa rodzin pszczelich okazała się cechą niestabilną. W kolejnych latach stwierdzono jej znaczny rozrzut (tab. 15). Średnia preferencja kwiatowa dla pięciu lat wynosiła 64,7% przy wahaniami dla poszczególnych lat od 61,3 do 67,4% (tab. 13 i 16). W kolejnych latach średnia preferencja kwiatowa rodzin była znacznie bardziej zróżnicowana i wynosiła od 48,6% (w 2005 r.) do 78,5% (w 2002 r.) – tabela 13. Dla części zbieraczek pyłku cechą charakterystyczną była floromigracja, gdyż w składzie średnio 35,3% obnóży znajdowano ziarna pyłku z więcej niż jednego gatunku rośliny (fot. 10–22).

U rodzin pszczelich preferencja kwiatowa w kolejnych latach ulegała zmianom (tab. 16), ale na tle innych cech były one najmniejsze. Współczynnik zmienności tej cechy dla poszczególnych rodzin w kolejnych latach wahał się od 11,0 do 40,0%.

Z tabeli 16 widać, że w czterech rodzinach pszczelich (nr 6, 8, 9 i 17) nie stwierdzono żadnych istotnych różnic w preferencji kwiatowej między latami. W trzech kolejnych istotności różnic ($p \leq 0,05$ lub $p \leq 0,01$) były w pojedynczych przypadkach. Z tego wynika, że w miarę wyrównana w kolejnych latach preferencja kwiatowa była u 35,0% rodzin pszczelich. U pozostałych rodzin na ogół wykazano statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) różnice między latami.

Także w kolejnych miesiącach sezonu preferencja kwiatowa ulegała zmianom (tab. 17). Z łącznej analizy wyników z pięciu lat widać, że najwyższa średnia była w maju – 72,2%. Różnice między majem (72,2%) i czerwcem (60,0%) oraz majem i sierpniem (58,9%) okazały się statystycznie wysoko istotne ($p \leq 0,01$). Tylko w 2002 roku najwyższa średnia preferencja kwiatowa rodzin była w lipcu – 70,5% (tab. 15).

Tabela 15
Table 5

Wpływ sezonu i roku na preferencję kwiatową (w %)
The influence of season and year on floral preference (in %)

Rok Year	Średnie dla jednej rodziny Average for one colony								Ogółem Total		
	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August				
	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	od – do	$\bar{x} \pm$ SD	V (%)
2002	47,2– 80,9	66,1 B +13,2	50,2– 86,8	67,5 B +8,8	59,3– 82,5	70,5B +8,1	37,1– 72,9	55,3 A +9,2	24,6– 100,0	65,2 C +10,9	16,72
2003	54,4– 85,0	70,4 B +7,2	47,7– 72,2	60,7 A +9,8	53,3– 81,5	68,7 B +6,6	55,3– 83,3	70,2 B +13,0	25,0– 100,0	67,3 D +9,8	14,56
2004	56,6– 89,3	71,0 C +9,9	45,9– 78,7	57,9 Aa +5,5	41,7– 84,9	63,2 B +10,9	42,7– 77,1	58,8Ab +7,7	23,6– 100,0	62,6 B +9,7	15,50
2005	54,6– 88,8	72,3 C +16,4	41,0– 87,2	59,9 Ab +12,1	48,6– 81,6	59,8 B +8,0	39,0– 73,2	53,6 Aa +9,8	21,5– 100,0	61,3 A +13,0	21,21
2006	53,0– 90,7	80,9 B +15,3	41,5– 88,5	54,3 A +5,1	65,5– 94,0	78,3 B +10,2	42,0– 70,1	56,5 A +12,3	22,9– 100,0	67,4 ED +16,2	24,03
Ogółem Total	47,2– 90,7	72,2 Bb +12,9	41,0– 88,5	60,0 A +9,3	41,7– 94,0	68,1 Ba +10,6	37,1– 77,1	58,9 A +11,5	21,5– 100,0	64,8 +11,4	17,59
	n = 600		n = 700		n = 700		n = 600		n = 2600		

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

A–E – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

Istotny wpływ na preferencję kwiatową rodzin pszczelich miał także gatunek rośliny dominującej kwitnącej w danym okresie. Średnia z pięciu lat preferencja kwiatowa wynosiła od 56,2% w okresie kwitnienia lipy do 80,5% w okresie kwitnienia rzepaku ozimego (tab. 18). Różnice między średnimi w kolejnych okresach kwitnienia roślin dominujących były istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$). Rozkład preferencji kwiatowej w trakcie sezonu dowodzi, że pszczoły mając do dyspozycji bogatsze zasoby roślin pożytkowych, były mniej skłonne do poszukiwania nowych źródeł pyłku kwiatowego. Preferencja kwiatowa obniżała się, a tendencja do poszukiwania nowych pożytków wzrastała, gdy w zasięgu lotu były słabsze pożytki. W maju pszczoły najchętniej oblatywały: jabłonie, rzepak ozimy i mniszek lekarski; w czerwcu: rośliny z rodziny różowatych (malinę i jeżynę), fiołek trójbarwny, chaber bławatek, koniczynę białą, a w drugiej połowie miesiąca – lipy. W następnym miesiącu: wykę, komonicę i koniczynę białą i czerwoną, natomiast w sierpniu dominowała nawłóć, a pod jego koniec – gorczyca biała (tab. 2).

Tabela 16
Table 16

Średnia preferencja kwiatowa rodzin pszczoł w kolejnych latach (w %)
The average floral preference of the bee colonies in successive years (in %)

Nr rodziny pszczołej No. of colony	Rok Year 2002		Rok Year 2003		Rok Year 2004		Rok Year 2005		Rok Year 2006		Ogółem Total					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD				
1.	2	3	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	78,5 cB	13,9	73,7 B	15,0	64,7 ba	19,7	30,4	61,9 Aa	20,2	32,5	72,8 bc	22,6	31,1	70,3 C	19,3	27,4
2.	62,3 ab	24,1	68,5 b	22,4	62,7 ab	19,7	31,3	56,1 a	18,6	33,2	67,1 b	24,3	36,2	63,3 Aa	22,0	34,8
3.	74,1 Bb	19,3	70,7 B	19,7	58,9 A	16,2	27,4	61,0 a	19,4	31,7	67,8 AB	21,5	31,6	66,5 bc	19,8	29,8
4.	58,9 A	21,6	68,2 AB	19,4	66,9 AB	20,1	30,1	66,5 AB	22,1	33,2	75,4 B	20,9	27,6	67,2 C	21,2	31,5
5.	63,5 b	17,9	69,2 B	17,6	50,0 aA	18,7	37,5	66,1 B	24,0	36,2	70,0 CB	20,9	29,8	63,8 ABa	20,9	32,9
6.	67,0 a	15,5	71,0 a	14,3	61,4 a	19,4	31,5	66,4 a	24,0	36,1	67,6 a	21,8	32,3	66,7 abc	19,3	28,9
7.	60,8 a	18,0	64,8 ab	16,7	67,1 ab	19,2	28,6	58,4 ab	19,7	33,7	70,2 b	21,5	30,6	64,3 a	19,3	30,0
8.	54,1 a	13,7	55,3 a	10,9	65,0 a	25,9	39,8	64,8 a	21,2	32,8	61,3 a	22,1	36,1	60,1 Aa	19,8	33,0
9.	71,8 a	15,1	71,1 a	13,0	66,9 a	21,4	31,9	67,1 a	18,4	27,4	72,1 a	23,6	32,8	69,8 bcC	18,6	26,6
10.	62,4 ab	23,0	65,4 ab	22,1	56,9 a	20,3	35,6	64,1 ab	19,1	29,8	69,6 b	21,6	31,0	63,7 Aa	21,3	33,5
11.	64,5 ab	11,1	68,0 b	10,6	62,8 ab	15,1	24,1	58,0 a	18,0	31,0	56,6 a	22,0	38,8	62,0 Aa	16,2	26,2

Tabela 16 cd.
Table 16 cont.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12.	67,5 AB	14,0	20,8	70,3 B	13,9	19,7	70,6 b	17,0	24,0	58,6 Aa	19,2	32,7	75,4 B	18,6	24,7	68,5 C	17,4	25,3
13.	63,4 b	7,8	12,3	69,5 bc	12,8	18,5	58,4 aA	17,7	30,3	73,9 aBc	22,0	29,8	66,5 AB	21,3	32,0	66,3 b	17,7	26,7
14.	73,0 BC	12,9	17,7	68,3 aBC	11,4	16,7	55,3 A	18,4	33,3	48,6 A	16,2	33,3	77,7 bc	17,6	22,7	64,6 A	18,8	29,2
15.	72,0 b	18,8	26,1	66,3 ab	7,5	11,3	60,5 a	16,7	27,7	63,4 ab	18,7	29,5	59,8 a	21,6	36,1	64,4 A	17,6	27,4
16.	62,7 AB	12,2	19,4	66,2 b	10,9	16,5	68,8 B	20,5	29,8	56,4 aA	20,2	35,8	62,1 AB	18,9	30,5	63,2 Aa	17,3	27,4
17.	64,1 a	10,6	16,5	61,4 a	10,1	16,5	65,7 a	22,5	34,2	62,0 a	22,7	36,6	64,2 a	20,3	31,6	63,5 Aa	17,9	28,3
18.	64,0 B	11,9	18,6	52,6 Aa	8,0	15,2	64,1 b	22,2	34,7	58,3 AB	19,6	33,7	63,8 b	23,1	36,1	60,6 aA	18,3	30,2
19.	54,7 A	20,2	36,9	77,5 C	10,4	13,4	62,0 A	9,3	15,0	62,1 A	13,1	21,0	67,4 B	16,2	24,1	64,7 A	16,1	24,8
20.	64,1 B	11,3	17,7	67,7 B	9,5	14,0	62,3 B	19,7	31,6	52,0 A	15,9	30,6	58,3 AB	22,3	37,2	61,2 aA	17,0	27,9
od – do	54,1- 78,5	12,3- 38,6	–	52,6- 77,5	–	11,3- 33,7	50,0- 70,6	–	15,0- 39,8	48,6- 73,9	–	21,0- 36,6	56,6- 77,7	–	22,7- 38,8	60,1- 70,3	–	24,8- 34,8
\bar{x}	65,2 C	10,9	14,0	67,3 D	9,8	16,0	62,6 B	9,7	21,0	61,3 A	20,2	24,0	67,4 ED	16,2	19,0	64,7	12,2	19,0

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$

differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A-D – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,01$

differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$

differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,01$

differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 17
Table 17

Srednia preferencja kwiatowa rodzin pszczoelich w kolejnych miesiacach z 5 lat (%)
The average floral preference of the bee colonies in successive months (in %)

Nr rodziny No. of colony	Kolejne miesiace badan – Subsequent months of investigations												Ogolem In total (n = 130)		
	Maj – May (n = 30)				Czerwiec – June (n = 35)				Lipiec – July (n = 35)				Sierpień – August (n = 30)		
	\bar{x}	SD	V (%)		\bar{x}	SD	V (%)		\bar{x}	SD	V (%)		\bar{x}	SD	V (%)
1.	81,3 C	15,0	18,5	65,8 B	18,2	27,7	73,6 CB	18,4	25,0	60,8 A	19,5	32,1	70,3 C	19,3	27,5
2.	68,3 B	24,6	36,0	53,7 A	18,0	33,5	73,1 B	20,3	27,8	58,2 A	20,4	35,1	63,3 Aa	22,0	34,8
3.	72,2 bB	16,0	22,2	61,2 a	18,1	29,6	73,6 bB	22,3	30,3	58,6 A	18,2	31,1	66,5 bc	19,8	29,8
4.	65,5 B	20,8	31,8	71,1 B	21,5	30,2	71,0 B	20,6	29,0	59,8 A	20,9	34,9	67,2 C	21,2	31,5
5.	63,6 a	16,5	25,9	61,8 a	19,8	32,0	70,9 Bb	24,6	34,7	57,9 A	20,3	35,1	63,8 ABa	21,0	32,9
6.	69,8 ab	17,8	25,5	61,1 a	19,4	31,8	64,3 ab	18,2	28,3	72,7 b	20,5	28,2	66,7 abc	19,3	28,9
7.	66,5 a	18,4	27,7	64,3 a	19,6	30,5	64,8 a	19,5	30,1	61,3 a	19,9	32,5	64,3 a	19,3	30,0
8.	67,7 Bb	20,6	30,4	54,3 A	17,6	32,4	62,1 AB	17,9	28,8	57,0 a	21,6	37,9	60,1 Aa	19,8	32,9
9.	83,9 C	17,9	21,3	61,0 A	17,2	28,2	72,3 Bb	14,7	20,3	63,1 ABa	16,0	25,4	69,8 bcC	18,6	26,6
10.	75,2 B	22,2	29,5	58,2 A	18,5	31,8	64,8 AB	18,5	28,5	57,3 A	22,6	39,4	63,7 Aa	21,3	33,4
11.	65,8 c	15,3	23,3	58,0 ab	14,2	24,5	67,0 c	15,6	23,3	56,8 a	18,0	31,7	62,0 Aa	16,2	26,1
12.	71,9 B	15,7	21,8	67,8	15,8	23,3	71,3 B	17,0	23,8	62,6 A	20,0	31,9	68,5 C	17,4	25,4
13.	75,4 B	18,4	24,4	63,3	17,1	27,0	67,9 b	15,6	23,0	58,9 Aa	16,7	28,4	66,3 b	17,7	26,7
14.	68,8 a	16,6	24,1	61,8 ab	19,0	30,7	67,8 ab	18,2	26,8	59,8 b	20,7	34,6	64,6 A	18,8	29,1
15.	73,4 B	15,7	21,4	59,7 A	18	30,2	66,6 AB	16,7	25,1	58,3 A	16,7	28,6	64,4 A	17,6	27,3
16.	65,8 BC	17,7	26,9	58,2 A	12,4	21,3	73,0 C	17,6	24,1	55,1 A	15,9	28,9	63,2 Aa	17,3	27,4
17.	71,9 B	17,6	24,5	57,4 Aa	14,6	25,4	64,9 b	16,4	25,3	60,6 A	20,7	34,2	63,5 Aa	17,9	28,2
18.	67,2 Bb	21,9	32,6	58,3 a	15,9	27,3	64,1 B	16,2	25,3	52,4 A	16,2	30,9	60,6 aA	18,3	30,2
19.	74,5 BC	16,9	22,7	59,4 A	13,6	22,9	69,6 B	12,9	18,5	55,5 A	14,2	25,6	64,7 A	16,1	24,9
20.	65,4 BC	17,7	27,1	54,4 A	15,4	28,3	67,4 B	16,5	24,5	57,7 A	15,8	27,4	61,2 aA	17,0	27,8
\bar{x}	72,2 Bb (n = 600)	12,9	17,9	60,0 A (n = 700)	9,3	15,5	68,1 aB (n = 700)	10,6	15,6	58,9 A (n = 600)	11,5	19,5	64,7 (n=2600)	12,2	18,9

a-c – różne male litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiacami $p \leq 0,05$ – differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$
A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiacami $p \leq 0,01$

a-c – różne male litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

Tabela 18
Table 18

Wpływ gatunku rośliny dominującej na preferencję kwiatową rodzin pszczelich
(średnie z kolejnych pobraniach z 5 lat, w %)
Influence of the predominant plant species on floral preference of bee colonies
(average from successive 5 years, in %)

Kolejne pobrania / Data Subsequent collections / Date		Gatunek rośliny dominującej Predominant plant species	Rok Year					\bar{x}	SD	V (%)
			2002	2003	2004	2005	2006			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	10 V	Rzepak ozimy <i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>	73,0	69,4	75,7	84,8	97,0	78,8 AB	15,8	20,0
2.	14 V		79,6	77,0	79,2	93,4	91,6	82,3 B	17,3	21,0
3.	18 V		77,3	74,2	80,0	70,5	84,3	75,7 A	16,2	21,5
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	76,6	73,5	78,3	82,9	91,0	80,5 E	8,3	10,3
		V (%)	4,4	5,2	2,9	14,0	7,0	6,7	–	–
4.	21 V	Mniszek lekarski <i>Teraxacum</i> <i>officinale</i>	63,9	57,4	65,3	76,2	86,4	67,5 A	16,6	24,6
5.	25 V		57,7	68,5	71,8	61,6	55,3	63,4 A	16,1	25,4
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	60,8	63,0	68,6	68,9	70,8	66,4 Cb	9,7	14,5
		V (%)	7,2	12,5	6,7	15,0	31,1	14,5	–	–
6.	28 V	Robinia akacjaowa <i>Robinia</i> <i>pseudoacacia</i>	45,2	75,8	54,1	47,5	71,1	56,6 A	17,4	30,8
7.	2 VI		52,6	71,3	63,1	50,4	55,3	57,9 A	17,7	30,5
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	48,9	73,6	58,6	49,0	63,2	58,6 A	10,9	18,6
		V (%)	10,7	4,3	10,9	4,1	17,7	9,5	–	–
8.	6 VI	Malina <i>Rubus idaeus</i> L.	71,4	69,2	66,5	55,8	59,5	65,5 A	19,2	29,4
9.	10 VI		65,0	67,3	53,1	78,8	62,8	66,1 A	16,1	24,3
10.	15 VI		67,5	63,3	60,2	73,0	51,1	63,7 A	16,1	25,4
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	68,0	66,6	59,9	69,2	57,8	64,3 Cb	7,6	11,8
		V (%)	4,8	4,5	11,2	17,3	10,4	9,6	–	–
11.	19 VI	Lipa <i>Tilia</i>	61,7	56,8	53,6	62,7	50,1	57,3 A	15,7	27,5
12.	23 VI		77,3	44,6	56,5	47,5	51,1	55,5 A	17,6	31,7
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	69,5	50,7	55,1	55,1	50,6	56,2 A	9,4	16,8
		V (%)	15,9	17,0	3,7	19,6	1,4	11,5	–	–

Tabela 18 cd.
Table 18 cont.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	29 VI	Koniczyna <i>Trifolium L.</i>	76,8	52,4	52,1	51,0	49,9	57,9 A	18,1	31,2
14.	5 VII		68,4	61,1	54,5	54,5	92,1	66,3 B	19,9	30,1
15.	9 VII		85,7	66,1	46,0	49,8	77,4	65,7 B	21,8	33,1
16.	13 VII		67,9	67,3	68,2	66,9	62,1	67,4 B	12,8	18,9
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	74,7	61,7	55,2	55,5	70,4	63,5 a	12,6	19,9
		V (%)	11,2	11,0	17,0	14,1	26,0	15,9	–	–
17.	17 VII	Kukurydza <i>Zea L.</i>	67,4	62,0	59,2	68,0	81,5	68,1 A	17,1	25,2
18.	21 VII		73,5	75,4	64,2	51,6	78,2	69,1 a	18,1	26,3
19.	25 VII		71,4	78,9	71,8	68,4	87,4	75,0 Bb	18,0	24,0
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	70,8	72,1	65,1	62,7	82,4	70,6 D	9,2	13,1
		V (%)	4,4	12,4	9,7	15,3	5,7	9,5	–	–
20.	30 VII	Bylica <i>Artemisia L.</i>	59,0	70,2	78,3	59,4	69,6	67,9 b	17,3	25,4
21.	4 VIII		53,3	85,9	66,2	55,8	46,4	62,8 a	20,5	32,7
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	56,2	78,1	72,3	57,6	58,0	64,4 Cb	12,0	18,6
		V (%)	7,2	14,2	11,9	4,4	28,3	13,2	–	–
22.	9 VIII	Nawłóć <i>Solidago L.</i>	41,7	84,8	61,6	62,4	54,4	61,6 Bb	21,0	34,0
23.	13 VIII		48,6	62,0	65,3	50,4	42,5	54,1 A	17,5	32,4
24.	17 VIII		66,0	70,9	45,7	43,5	60,1	56,1 a	18,3	32,6
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	52,1	72,6	57,5	52,1	52,3	57,32 A	12,2	21,2
		V (%)	24,0	15,8	18,1	18,4	17,1	18,7	–	–
25.	20 VIII	Gorczyca biała <i>Sinapis alba</i>	60,0	53,4	54,5	43,0	77,6	59,1 A	21,0	35,5
26.	26 VIII		62,3	64,1	59,7	66,6	57,7	61,6 A	13,3	21,5
Ogółem gatunek Species total		\bar{x}	61,2	58,8	57,1	54,8	67,7	59,9 B	9,1	15,2
		V (%)	2,7	12,9	6,4	30,5	20,8	14,7	–	–
		\bar{x}	65,2	67,3	62,6	61,3	67,4	64,7	12,2	–
		V (%)	16,7	14,5	15,5	21,2	24,0	12,4	–	–

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między pobraniami w obrębie gatunku $p \leq 0,05$
differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między pobraniami w obrębie gatunku
 $p \leq 0,01$

differences between collections within the species significant on a level of $p \leq 0,01$

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p \leq 0,05$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,05$

A–E – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$
differences between species significant on a level of $p \leq 0,01$

4.6. Wierność kwiatowa rodzin pszczelich

W pojedynczych obnóżach na ogół znajdowano ziarna pyłku jednego gatunku rośliny (fot. 1–9). Zdarzały się również obnoża składające się z ziaren pyłku większej liczby gatunków roślin (od 2 do 5). Jednak wtedy prawie zawsze dominował pyłek jednego gatunku, a pozostałych były pojedyncze ziarna (fot. 10–23). Dowodzi to, że nie wszystkie zbieraczki pyłku z poszczególnych rodzin cechowały się indywidualną wiernością kwiatową, a cechą właściwą tych robotnic była floromigracja.

Wierność kwiatową rodzin pszczelich określono na podstawie zmienności preferencji kwiatowej rodzin (tab. 19, rys. 1). Wielkość wskaźnika zmienności preferencji kwiatowej danej rodziny definiuje wierność kwiatową tej rodziny pszczelej w trakcie kwitnienia rośliny dominującej. Im mniejszy wskaźnik preferencji kwiatowej, tym większa wierność kwiatowa rodziny pszczelej. Jednak nie zawsze wierność kwiatowa rodzin pszczelich była zbieżna z ich preferencją kwiatową (tab. 19). Podobnie jak inne cechy wierność kwiatowa rodzin pszczelich nie była stabilna w okresie kwitnienia poszczególnych gatunków roślin dominujących i w kolejnych latach. Największa wierność kwiatowa rodzin pszczelich istniała w trakcie kwitnienia rzepaku ozimego. W tym czasie stwierdzono najmniejszą zmienność preferencji kwiatowej rodzin pszczelich $V = 6,7\%$ (2,9–14,0% – tab. 20). Natomiast najmniejsza wierność kwiatowa rodzin była w okresie kwitnienia koniczyzny i nawłoci.

Średnie współczynniki zmienności preferencji kwiatowej rodzin w tym czasie wynosiły odpowiednio 15,9% (od 11,0 do 26,0%) i 18,7% (od 15,8 do 24,0%). Stwierdzono statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) lub wysoko istotne ($p \leq 0,01$) różnice współczynnika zmienności preferencji kwiatowej rodzin pszczelich między gatunkami roślin dominujących (tab. 20). Świadczy to o tym, że na wierność kwiatową rodzin istotny wpływ ma atrakcyjność dla pszczół kwitnącego gatunku rośliny.

Tabela 19
Table 19

Średnia wierność kwiatowa rodzin pszczoł w okresie kwitnienia wybranych gatunków roślin dominujących
(V% określa wierność kwiatową rodzin)

The average floral fidelity of bee colonies in period of blooming of chosen predominant plants species (V % defines the floral fidelity of bee colonies)

Nr rodziny No. of colony	Rzepak ozimy <i>Brassica napus var. oleifera</i>						Malina <i>Rubus idaeus</i> L.						Koniczyna <i>Trifolium</i> L.						Ogółem Total V (%)
	preferencja kwiatowa z kolejnych pobrań floral preference from subsequent collections			średnia average	V (%)	preferencja kwiatowa z kolejnych pobrań floral preference from subsequent collections			średnia average	V (%)	preferencja kwiatowa z kolejnych pobrań floral preference from subsequent collections			średnia average	V (%)				
	1	2	3			4	5	6			1	2	3			1	2	3	
1.	95,8	93,8	89,1	92,9 C	3,70	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2.	81,3	97,5	86,0	88,3 C	9,44	47,6	57,1	58,9	74,0	72,4 B	8,43	59,5	71,9	68,1	62,5	65,5 A	8,49	17,18	
3.	75,2	83,7	69,9	76,3 B	9,13	69,8	60,8	67,6	67,6	66,1 A	7,10	54,9	60,1	59,6	85,2	65,0 A	21,10	14,98	
4.	69,6	77,8	58,9	68,8 a	13,78	83,3	70,9	72,4	72,4	75,5 bB	8,96	68,7	68,6	68,6	64,0	67,5 A	3,43	9,59	
5.	70,6	68,0	57,8	65,5 A	10,33	68,6	63,9	67,3	67,3	66,6 A	3,64	67,2	80,5	72,8	78,5	74,8 B	8,02	9,54	
6.	68,2	68,6	80,5	72,4 B	9,65	76,2	73,4	57,1	57,1	68,9 B	14,97	55,3	59,6	65,1	59,7	59,9 A	6,70	12,85	
7.	74,5	81,2	70,0	75,2 B	7,49	69,1	74,0	56,8	56,8	66,6 A	13,30	60,9	62,9	73,4	58,3	63,9 A	10,37	11,81	
8.	76,8	85,3	73,5	78,5 B	7,75	59,3	45,4	71,7	71,7	58,8 A	22,38	53,7	61,5	50,6	64,6	57,6 A	11,36	19,60	
9.	93,6	96,2	88,0	92,6 B	4,53	58,1	72,5	71,1	71,1	67,2 A	11,81	53,9	67,8	70,9	68,6	65,3 A	11,81	19,19	
10.	92,8	95,2	89,5	92,5 B	3,09	53,7	69,9	66,4	66,4	63,3 A	13,46	51,8	61,0	64,8	60,1	59,4 A	9,22	22,91	
11.	74,5	73,3	67,3	71,6 B	5,29	55,3	60,2	65,7	65,7	60,4 A	8,61	59,5	75,4	68,3	56,7	65,0 A	13,13	11,28	
12.	75,7	86,8	81,8	81,4 bB	6,83	81,1	78,3	69,9	69,9	76,4 aB	7,63	59,3	65,4	76,0	61,5	65,6 A	11,30	12,50	
13.	85,4	77,7	85,1	82,7 C	5,27	60,5	68,1	66,9	66,9	65,2 A	6,27	63,3	73,5	72,0	72,7	70,4 B	6,76	11,56	
14.	68,1	80,1	71,6	73,3 b	8,42	73,6	73,5	61,3	61,3	69,5 ab	10,18	53,7	68,1	63,0	78,1	65,7 a	15,49	11,67	
15.	80,2	80,2	75,5	78,6 B	3,45	72,1	55,4	59,9	59,9	62,5 A	13,83	60,7	67,0	61,9	66,1	63,9 A	4,84	12,90	

Tabela 19 cd.
Table 19 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
16.	74,0	83,3	72,3	76,5 B	7,74	58,5	72,3	58,1	63,0 A	12,84	56,0	63,8	62,7	69,7	63,1 A	8,91	12,95
17.	79,0	82,4	76,4	79,3 B	3,80	69,2	60,9	55,4	61,8 A	11,24	53,1	67,5	62,0	67,9	62,6 A	11,01	14,54
18.	80,6	66,1	67,3	71,3 B	11,28	66,5	63,4	58,1	62,7 A	6,78	59,9	61,1	61,5	70,7	63,3 A	7,87	9,99
19.	85,0	87,9	83,2	85,4 B	2,78	59,5	64,8	62,7	62,3 A	4,28	57,0	63,7	69,4	66,4	64,1 A	8,25	16,03
20.	75,9	79,9	70,1	75,3 B	6,54	62,5	59,2	52,3	58,0 A	8,97	46,9	58,9	62,4	60,5	57,2 A	12,24	16,07
od – do	68,1–	66,1–	57,8–	65,5–	2,78–	47,6–	45,4–	52,3–	54,5–	3,64–	46,9–	58,9–	50,6–	56,7–	57,2–	3,43–	9,54–
from –	95,8	97,5	89,5	92,9	13,78	83,3	78,3	74,0	76,4	22,38	68,7	80,5	76	85,2	74,8	21,1	22,91
to																	
\bar{x}	78,8	82,3	75,7	78,9 B	10,30	65,5	66,1	63,7	65,1 A	11,76	57,9	66,2	65,7	67,4	64,3 A	19,90	18,88

V – współczynnik zmienności preferencji kwiatowej rodzin pszczołach

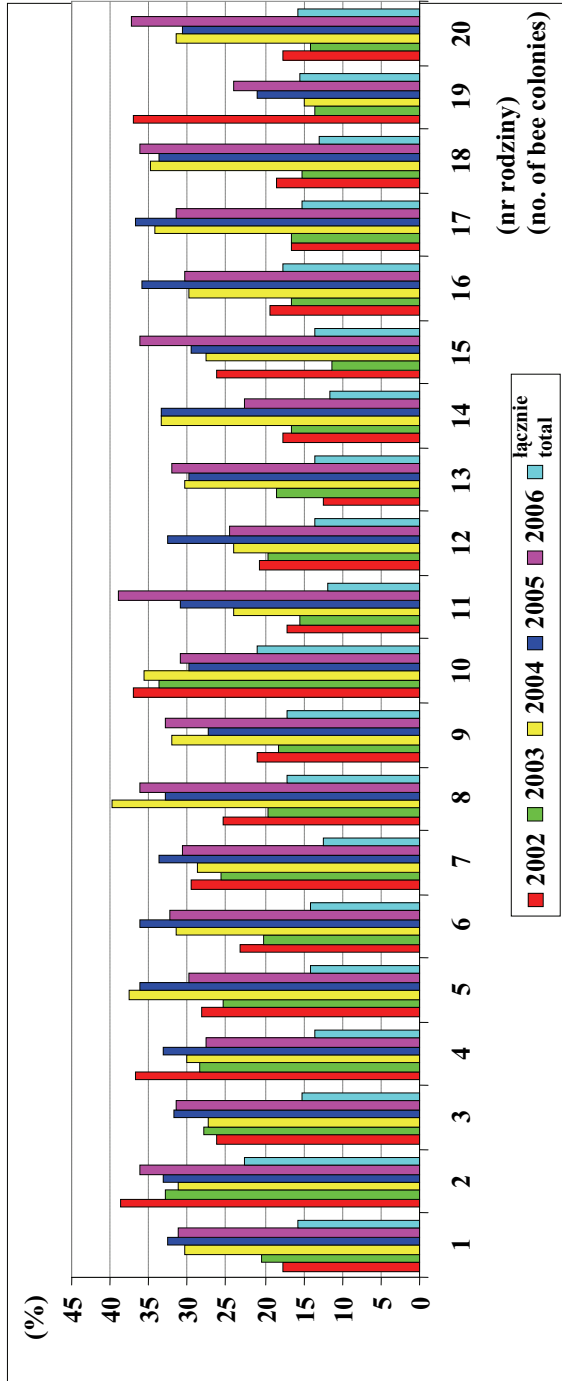
coefficient of variation of floral preference bees colonies

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p < 0,05$

differences between species significant on a level of $p < 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysooko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$

differences between species significant on a level of $p \leq 0,01$



Rys. 1. Współczynnik zmienności preferencji kwiatowej rodzin pszczołeli w kolejnych latach (%)
 Fig. 1. Coefficient of variation of floral preference of bee colonies in subsequent years (%)

Tabela 20

Table 20

Średnie współczynniki zmienności (V) preferencji kwiatowej rodzin pszczelich w okresie kwitnienia roślin dominujących (%)
 Averages the coefficients of variation (V) of the floral preference of the bee colonies in period of the predominant plants blooming (%)

L.p. No.	Gatunek Species	Rok – Year					Od – do From – to	\bar{x}	SD
		2002	2003	2004	2005	2006			
1.	Rzepak ozimy (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>)	4,4	5,2	2,9	14,0	7,0	2,9–14,0	6,7 aA	4,3
2.	Mniszek lekarski (<i>Teraxacum</i> <i>officinale</i>)	7,2	12,5	6,7	15,0	31,1	6,7–31,1	14,5 b	9,9
3.	Robinia akacjowa (<i>Robinia pseudo-</i> <i>acacia</i> L.)	10,7	4,3	10,9	4,1	17,7	4,1–17,7	9,5 aA	5,6
4.	Malina (<i>Rubus idaeus</i> L.)	4,8	4,5	11,2	17,3	10,4	4,5–17,3	9,6 A	5,3
5.	Lipa (<i>Tilia</i>)	15,9	17,0	3,7	19,6	1,4	1,4–19,6	11,5 AB	8,3
6.	Koniczyna (<i>Trifolium</i>)	11,2	11,0	17,0	14,1	26,0	11,0–26,0	15,9 Bb	6,2
7.	Kukurydza (<i>Zea mays</i>)	4,4	12,4	9,7	15,3	5,7	4,4–15,3	9,5 A	4,5
8.	Bylica (<i>Artemisia</i> L.)	7,2	14,2	11,9	4,4	28,3	7,2–28,3	13,2 b	9,3
9.	Nawłóć (<i>Solidago</i>)	24,0	15,8	18,1	18,4	17,1	15,8–24,0	18,7 Cc	3,1
10.	Gorczyca biała (<i>Sinapis alba</i>)	2,7	12,9	6,4	30,5	20,8	2,7–30,5	14,7 bc	11,2
Od – do		2,7–	4,3–	2,9–	4,1–	1,4–	1,4–31,1	6,7–18,7	–
From – to		24,0	17,0	18,1	30,5	31,1			
Ogółem – Total		9,3	11,0	9,9	15,3	16,6	9,3–16,6	12,4	–

a–c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między gatunkami $p \leq 0,05$
 differences between species significant on a level of $p \leq 0.05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między gatunkami $p \leq 0,01$
 differences between species significant on a level of $p \leq 0.01$

4.7. Zawartość wody w obnóżach pyłkowych

Świeże obnóża pyłkowe przynieszone przez pszczoły do gniazda miały średnią zawartość wody od 9,80% w 2005 r. do 17,40% w 2004 r. (tab. 21). W kolejnych latach najwyższa zawartość wody była w obnóżach zbieranych w sierpniu – średnio od 16,33% w 2005 do 19,58% w 2004 r. (tab. 22), natomiast najniższa w maju – średnio od 6,80% w 2005 r. do 15,47% w 2004 roku.

Stwierdzono, że różnica między zawartością wody w obnóżach pozyskanych w sierpniu i wcześniejszych miesiącach była statystycznie wysoko istotna ($p \leq 0,01$) – tabela 22. Zawartość wody w obnóżach od poszczególnych rodzin pszczelich stanowiła najbardziej wyrównaną cechę. Tylko w obnóżach od jednej rodziny (nr 4) odnotowano wysoko istotnie ($p \leq 0,01$, $n = 130$) niższą zawartość wody w porównaniu z pozostałymi rodzinami.

Tabela 21
Table 21

Wpływ sezonu i roku na zawartość wody w obnóżach pyłkowych (w %)
The influence of season and year on content of water in pollen load (in %)

Rok Year	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August		Ogółem Total		
	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	od – do from – to	$\bar{x} \pm$ SD	V (%)
2002	9,12– 11,71	10,83 A +1,70	9,58– 14,56	12,65 B +2,01	11,18– 14,27	12,70 B +2,89	14,73– 19,59	17,35 C +2,02	11,29– 14,69	13,58 Bb +4,63	34,09
2003	8,51– 16,02	11,70 A +2,40	11,95– 20,52	16,10 B +1,30	8,57– 17,07	12,90 A +4,20	13,22– 20,28	16,40 B +4,23	12,28– 17,92	14,30 Bb +3,67	25,66
2004	13,25– 17,18	15,47 A +2,56	14,21– 22,37	18,79 B +5,06	12,84– 17,41	15,11 A +3,04	14,23– 23,46	19,58 B +4,83	13,73– 19,70	17,40 C +4,20	24,14
2005	5,25– 10,05	6,80 B +2,30	3,31– 7,27	5,24 A +1,60	8,09– 14,27	11,29 C +3,80	13,45– 19,67	16,33 D +6,60	8,31– 11,76	9,80 A +5,70	58,16
2006	7,05– 12,18	9,17 A +3,38	6,16– 12,46	10,59 AB +3,83	7,42– 15,67	11,06 B +2,13	15,59– 30,02	18,23 C +2,79	9,02– 14,95	12,10 Ba +4,50	37,19
Ogół- łem	5,25– 17,18	10,79 Aa +4,11	3,31– 22,37	12,67 A +6,08	7,42– 17,07	12,61 Ab +2,86	13,22– 30,02	17,58 B +2,36	8,31– 19,70	13,41 +3,96	29,53
Total	n = 600		n = 700		n = 700		n = 600		n = 2600		

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

V – współczynnik zmienności
coefficient of variation

Tabela 22

Table 22

Średnia zawartość wody w obnóżach pyłkowych w kolejnych miesiącach ze wszystkich lat (%)

The average content of water in pollen loads in subsequent months from all years (in %)

Nr rodziny No. of colony	Maj May (n = 30)		Czerwiec June (n = 35)		Lipiec July (n = 35)		Sierpień August (n = 30)		Ogółem Total (n = 130)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1.	11,68 A	3,95	12,60 B	5,15	11,83	2,94	17,38 C	3,57	13,37 <u>B</u>	3,68
2.	9,15 A	3,98	13,01 B	6,49	10,89	3,92	17,90 C	3,17	12,74 <u>b</u>	4,74
3.	10,69 aA	4,44	13,52 bA	5,52	12,49 A	2,32	17,91 B	2,13	13,65 <u>B</u>	3,89
4.	9,66 A	4,32	9,62 A	4,78	11,10 A	3,53	15,42 B	2,58	11,45 <u>Aa</u>	3,63
5.	11,37 aA	5,36	12,98 A	7,03	14,09 bA	3,43	18,26 B	2,21	14,17 <u>B</u>	4,51
6.	10,95 A	3,10	12,94 A	7,01	12,31 A	3,02	18,11 B	3,77	13,58 <u>B</u>	4,36
7.	10,21 A	3,65	13,56 B	6,20	13,06 B	2,09	18,30 C	3,83	13,78 <u>B</u>	4,28
8.	9,71 A	4,09	12,76 B	5,08	13,58 B	2,60	17,35 C	3,78	13,35 <u>B</u>	3,96
9.	11,06 A	4,92	12,01	5,99	14,08 B	2,70	17,46 C	2,97	13,65 <u>B</u>	4,07
10.	11,38 aA	3,19	12,72 A	6,39	13,17 bA	3,85	16,08 B	2,80	13,34 <u>B</u>	3,57
11.	11,70 A	4,71	11,42 A	5,64	12,67 A	2,69	18,31 B	3,82	13,52 <u>B</u>	4,27
12.	11,03 A	5,15	13,29 A	7,23	12,23 A	3,94	18,57 B	3,83	13,88 <u>B</u>	4,91
13.	11,41 A	4,67	12,53 A	6,52	12,71 A	4,25	17,14 B	3,64	13,45 <u>B</u>	4,26
14.	10,84 A	3,52	12,74 A	7,28	12,13 A	3,99	16,94 B	3,08	13,21 <u>B</u>	4,25
15.	10,97 A	3,66	12,44 A	5,90	12,47 A	4,21	17,34 B	2,60	13,30 <u>B</u>	3,93
16.	10,42 A	4,41	12,61 A	5,79	12,43 A	3,08	17,55 B	2,73	13,25 <u>B</u>	4,04
17.	11,24 aA	4,73	14,56 bA	6,67	13,21 A	4,18	18,27 B	3,30	14,32 <u>B</u>	4,48
18.	10,52 aA	5,07	13,15 bA	6,89	12,93 bA	3,54	17,50 B	3,10	13,52 <u>B</u>	4,47
19.	11,34 aA	4,37	13,51 A	6,71	13,72 bA	3,03	18,69 B	2,29	14,31 <u>Bc</u>	4,29
20.	10,66 A	4,72	11,59 A	5,78	11,23 A	2,43	19,69 B	7,50	13,29 <u>B</u>	5,64

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A-C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

a-c – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między rodzinami $p \leq 0,05$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,05$

A-B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między rodzinami $p \leq 0,01$
differences between colonies significant on a level of $p \leq 0,01$

4.8. Warunki meteorologiczne i ich wpływ na badane cechy

Najwyższa średnia temperatura ($19,0^{\circ}\text{C}$) była w 2002 r. (tab. 24), natomiast najniższa w 2005 r. ($16,9^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejszym miesiącem okazał się maj (średnia z pięciu lat $14,8^{\circ}\text{C}$), szczególnie w 2004 r. ($13,0^{\circ}\text{C}$), natomiast najcieplejszym – lipiec (średnia do $20,2^{\circ}\text{C}$), z wyjątkiem 2003 i 2004 r. (tab. 23). W roku 2006 była najniższa wilgotność względna powietrza – 63,5%, a różnica między tym rokiem i wszystkimi poprzednimi – wysoko istotna (tab. 24). Również w 2006 r. lipiec był miesiącem o najniższej wilgotności względnej powietrza (53,4%). Ogólnie, najwyższa wilgotność powietrza była w sierpniu (średnio 71,5%).

W ciągu pięciu lat najmniejszy stopień zachmurzenia stwierdzono w roku 2006 – średnio 4,7 pkt., czyli nieco ponad połowa nieba była przykryta chmurami (tab. 23 i 24). Z kolei największe zachmurzenie było w latach 2002 i 2004 – średnio 5,3 pkt. W kolejnych miesiącach i latach nie odnotowano znacznych różnic w stopniu zachmurzenia, średnia mieściła się w zakresie 4,1–5,9 pkt. (tab. 23 i 24). Tylko w lipcu 2006 r. zachmurzenie było zdecydowanie mniejsze (3,0 pkt.). Największe zachmurzenie stwierdzono w sierpniu tego roku (średnio 6,1 pkt.). W pięcioletnim okresie miesiącem o najwyższym zachmurzeniu był maj (średnio 5,3 pkt.), a o najmniejszym – lipiec (średnio 4,8 pkt.) – tabela 23.

W latach 2002 i 2005 były najwyższe sumy opadów odpowiednio 247,2 i 245,6 mmH_2O . Zdecydowanie najmniej opadów odnotowano w 2004 r. – 152,7 mmH_2O . Miesiącem o najmniejszej sumie opadów okazał się lipiec (średnio 47,9 mmH_2O), natomiast najwięcej opadów było w sierpniu (średnio 70,4 mmH_2O) – tabela 23.

W trakcie pięciu lat średnia prędkość wiatru mieściła się w granicach 1,6–3,2 m/s. W kolejnych miesiącach 2003, 2005 i 2006 r. była ona bardzo wyrównana i nie stwierdzono istotnych różnic między poszczególnymi miesiącami w tych sezonach (tab. 23). W latach 2002 i 2003 były najmniejsze prędkości wiatru (średnio 2,0 m/s), natomiast w 2005 i 2006 – największe (średnie odpowiednio 2,9 i 2,8 m/s) – tabela 24. Wykazano statystycznie wysoko istotne różnice w prędkości wiatru między latami.

Średnie ciśnienie atmosferyczne w kolejnych latach wahało się od 999,8 do 1001,8 hPa. Największa różnica ciśnienia atmosferycznego w zakresie od 994,5 hPa do 1004,9 hPa była w 2006 r. (tab. 23 i 24). Miesiącem, w którym stwierdzono najniższe ciśnienie, był sierpień (średnio 999,1 hPa), a najwyższe – czerwiec (średnio 1002,2 hPa) – tabela 23.

Wahania niektórych czynników meteorologicznych w okresie pożytkowym wpływały na zmiany badanych cech.

Tabela 23
Table 23

Średnie wartości parametrów meteorologicznych w kolejnych miesiącach
Averages value of meteorological parameters in subsequent months

Rok Year	Kolejne miesiące Subsequent months	Temperatura powietrza Temperature of air (°C)	Wilgotność powietrza Humidity of air (%)	Zachmu- rzenie Cloudiness in pt. (pkt.)	Suma opadów Total of falls (mm H ₂ O)	Prędkość wiatru Speed of wind (m/s)	Ciśnienie atmosferyczne Atmospheric pressure (hPa)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	\bar{x}	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
1	2	3	4	5	6	7	8
2002	Maj May	17,2 a ± 3,55	68,0 a ± 7,12	5,4 A ± 1,68	37,6	2,0 ab ± 0,63	999,4 A ± 2,92
	Czerwiec June	18,1 ab ± 4,26	74,7 b ± 5,73	5,4 A ± 1,72	68,4	2,3 b ± 0,61	1001,4 A ± 4,29
	Lipiec July	20,5 b ± 3,00	69,7 a ± 5,25	5,2 A ± 1,76	49,1	2,0 ab ± 0,39	999,8 A ± 2,24
	Sierpień August	20,4 b ± 2,76	75,0 b ± 4,24	5,2 A ± 2,60	92,2	1,6 a ± 0,52	999,2 A ± 3,87
2003	Maj May	15,7 A ± 2,93	78,0 B ± 6,16	5,3 A ± 1,99	71,5	1,9 a ± 0,17	1003,1 A ± 1,94
	Czerwiec June	19,6 B ± 2,30	78,0 B ± 1,63	4,4 A ± 1,99	25,6	2,1 a ± 0,45	1001,3 A ± 2,75
	Lipiec July	19,7 B ± 3,04	78,7 B ± 3,09	5,4 A ± 1,82	55,5	2,3 a ± 0,77	1000,9 A ± 3,49
	Sierpień August	19,9 B ± 2,61	67,3 A ± 2,25	4,1 A ± 2,18	53,8	1,8 a ± 0,26	1001,7 A ± 4,88
2004	Maj May	13,0 A ± 3,28	68,3 ab ± 4,03	5,9 b ± 1,50	48,1	1,9 A ± 0,33	998,2 A ± 9,67
	Czerwiec June	17,0 Ba ± 2,34	66,3 a ± 3,05	5,9 b ± 1,56	60,6	2,0 A ± 0,29	1001,0 A ± 3,27
	Lipiec July	18,1 B ± 2,90	73,7 b ± 8,34	5,1 ab ± 1,51	51,3	2,9 B ± 0,87	1000,9 A ± 3,63
	Sierpień August	19,7 Bb ± 2,52	70,2 ab ± 9,47	4,4 a ± 1,76	43,6	2,6 AB ± 1,07	999,2 A ± 3,83
2005	Maj May	14,0 A ± 5,12	69,5 a ± 8,31	5,1 A ± 1,72	82,8	3,0 B ± 1,13	1001,1 A ± 6,02
	Czerwiec June	16,7 AB ± 3,73	66,6 a ± 9,07	5,3 A ± 1,43	52,4	3,0 B ± 0,89	1002,5 A ± 4,87
	Lipiec July	19,5 B ± 3,42	68,9 a ± 10,82	5,3 A ± 1,95	77,7	2,8 B ± 1,07	999,3 A ± 4,25
	Sierpień August	17,4 AB ± 2,58	69,6 a ± 6,55	5,1 A ± 1,91	32,7	2,6 B ± 1,01	1001,0 A ± 4,55

Tabela 23 cd.
Table 23 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
2006	Maj May	14,0 Aa ± 2,18	62,6 Aa ± 9,79	4,9 b ± 2,11	32,3	3,2 B ± 0,95	1000,9 B ± 5,94
	Czerwiec June	18,3 Ab ± 4,51	63,1 Aa ± 9,34	5,1 b ± 1,60	46,2	2,6 B ± 0,79	1004,9 B ± 4,42
	Lipiec July	23,2 B ± 2,45	53,4 Ab ± 8,77	3,0 aA ± 1,81	6,0	2,5 B ± 0,88	1004,7 B ± 4,78
	Sierpień August	17,0 Ab ± 2,51	75,4 B ± 9,81	6,1 B ± 1,40	129,6	3,0 B ± 1,12	994,5 A ± 3,48
Ogółem od – do Total from – to	Maj May	13,0–17,2	62,6–78,0	4,9–5,9	32,3–82,8	1,9–3,2	998,2–1003,1
	Czerwiec June	16,7–19,6	63,1–78,0	4,4–5,9	25,6–68,4	2,1–3,0	1001,0–1004,9
	Lipiec July	18,1–23,2	53,4–78,7	3,0–5,4	6,0–77,7	2,0–2,9	999,3–1004,7
	Sierpień August	17,0–20,4	67,3–75,4	4,1–6,1	32,7–129,6	1,6–3,0	994,5–1001,7
Ogółem x Total	Maj May	14,8 aA	69,3 A	5,3 B	55,4 B	2,4 A	1000,5 AB
	Czerwiec June	17,9 b	69,7 A	5,2 b	50,6 Ab	2,4 A	1002,2 B
	Lipiec July	20,2 B	68,9 A	4,8 Aa	47,9 Aa	2,5 A	1001,1 b
	Sierpień August	18,9 b	71,5 A	5,0 AB	70,4 C	2,3 A	999,1 Aa

a–b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między miesiącami $p \leq 0,05$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,05$

A–C – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między miesiącami $p \leq 0,01$
differences between months significant on a level of $p \leq 0,01$

Czynniki pogody wpływały na masę pyłku pozyskanego od rodzin pszczelich. Korelacja między masą pyłku a temperaturą powietrza była ujemna wysoko istotna ($r = -0,424$, $p = 0,004$). Ogólnie, w wyniku wzrostu temperatury powietrza pozyskiwano mniejsze ilości pyłku. Wilgotność powietrza i zachmurzenie nie miały istotnego wpływu na masę pyłku (tab. 25). Zaskakująca była dodatnia wysoko istotna korelacja między masą pyłku a prędkością wiatru ($r = 0,273$, $p = 0,008$, $n = 130$). Wynika z niej, że wzrost prędkości wiatru przyczyniał się do pozyskiwania większej masy pyłku.

Średnie wartości parametrów meteorologicznych w kolejnych latach
Averages value of meteorological parameters in subsequent years

Rok Year	Temperatura powietrza Temperature of air (°C) $\bar{x} \pm SD$	Wilgotność Powietrza Humidity of air (%) $\bar{x} \pm SD$	Zachmurzenie (pkt.) Cloudiness (in pt.) $\bar{x} \pm SD$	Suma opadów Total of falls (mm H ₂ O) $\Sigma \pm SD$	Prędkość wiatru Speed of wind (m/s) $\bar{x} \pm SD$	Ciśnienie atmosferyczne Atmospheric pressure (hPa) $\bar{x} \pm SD$
2002	19,0 B±1,60	71,8 C±3,50	5,3 B±0,27	247,2±23,92	2,0 A±0,37	999,9 Aa±0,90
2003	18,7 B±2,01	75,5 D±5,45	4,8 Aa±0,50	206,4±19,08	2,0 A±0,33	1001,8 B±2,81
2004	16,95 Aa±2,85	69,6 B±3,14	5,3 B±0,72	152,7±19,26	2,4 B±0,49	999,8 Aa±1,37
2005	16,9 Aa±4,20	68,6 B±8,80	5,2 b±1,70	245,6±4,80	2,9 C±1,0	1000,9 b±5,03
2006	18,2 b±4,52	63,5 A±12,16	4,7 A±2,19	195,0±5,18	2,8 C±1,03	1001,2 b±6,38
Ogółem Total	18,0± 5,52	69,9± 11,12	5,1± 3,88	1117,0± 26,75	2,4± 1,06	1000,8± 2,28

a-b – różne małe litery oznaczają różnice statystycznie istotne między latami $p \leq 0,05$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,05$

A-B – różne duże litery oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne między latami $p \leq 0,01$
differences between years significant on a level of $p \leq 0,01$

Nie wykazano istotnego wpływu temperatury powietrza na masę jednego obnóza ($r = -0,046$, $p = 0,25$) – tabela 25. Natomiast korelacja między masą jednego obnóza a wilgotnością powietrza była statystycznie wysoko istotna ($r = -0,244$, $p = 0,01$, $n = 130$). W roku 2006, o niższej wilgotności względnej powietrza, pszczoły przynosiły obnóza o większej masie. Natomiast wyższa wilgotność powietrza sprzyjała formowaniu obnóza o mniejszej masie jednostkowej (tab. 25). O takiej samej tendencji zależności były w przypadku zachmurzenia ($r = -0,314$, $p = 0,004$, $n = 130$) i sumy opadów atmosferycznych ($r = -0,138$, $p = 0,12$). Stwierdzono również, że masa jednego obnóza była większa, gdy wzrastała prędkość wiatru ($r = 0,485$, $p = 0,0007$, $n = 130$) i ciśnienie atmosferyczne ($r = 0,281$, $p = 0,008$, $n = 130$).

Liczba oblatywanych gatunków roślin wiązała się z czynnikami pogody. Korelacje między liczbą gatunków roślin a temperaturą i wilgotnością powietrza były ujemne (odpowiednio $r = -0,212$, $p = 0,03$ i $r = -0,281$, $p = 0,01$, $n = 130$) – tabela 25. Przy sprzyjających warunkach termiczno-wilgotnościowych pszczoły oblatywały mniejszą liczbę gatunków roślin. Natomiast między liczbą gatunków roślin a prędkością wiatru była korelacja dodatnia wysoko istotna ($r = 0,707$, $p = 0,0005$, $n = 130$). Wskazuje ona, że jednocześnie ze wzrostem prędkości wiatru pszczoły oblatywały większą liczbę gatunków roślin.

Współczynnik korelacji między poszczególnymi cechami i czynnikami meteorologicznymi
(n = 130)

The coefficient of correlation between individual features and meteorological parameters (n=130)

Wyszczególnienie Specification	Parametry meteorologiczne Meteorological parameters					
	temperatura powietrza temperature of air	wilgotność powietrza humidity of air	zachmurzenie cloudiness	suma opadów total of falls	prędkość wiatru speed of wind	ciśnienie atmosferyczne atmospheric pressure
Masa pyłku Pollen mass	-0,424**	0,160	0,050	-0,026	0,273**	0,041
p =	0,004	0,17	0,33	0,46	0,008	0,43
Masa 1 obnóza 1 pollen load mass	-0,046	-0,244 **	-0,314**	-0,138	0,485**	0,281**
p =	0,25	0,01	0,004	0,12	0,0007	0,008
Liczba gatunków Number of species	-0,212*	-0,281**	0,072	-0,019	0,707**	0,013
p =	0,03	0,01	0,37	0,63	0,0005	0,46
Preferencja kwiatowa Floral preference	-0,157	-0,316**	-0,360**	-0,339**	0,020	0,233**
p =	0,09	0,003	0,005	0,005	0,31	0,009
Zawartość wody Content of water	0,260**	0,325**	0,080	0,167	-0,419**	-0,469**
p =	0,009	0,004	0,41	0,11	0,009	0,0007

* – współczynnik korelacji statystycznie istotny
the correlation coefficient values are significant

** – współczynnik korelacji statystycznie wysoko istotny
the correlation coefficient values are highly significant

Pogoda panująca w sezonie pożytkowym wpływała na preferencję kwiatową rodzin pszczelech. Korelacja między temperaturą powietrza a preferencją kwiatową rodzin była ujemna ($r = -0,157$, $p = 0,09$, $n = 130$), ale statystycznie nieistotna. Jednak w sezonach cieplejszych, kiedy średnia dobowa temperatura powietrza wynosiła powyżej 18°C (lata 2002, 2003 i 2006), średnia preferencja kwiatowa była powyżej 65% (od 65,2 do 67,4%). Natomiast w sezonie o niższej temperaturze powietrza, 16,9°C (2005 r.) – preferencja była niższa (61,3%). Stwierdzono różnice statystycznie wysoko istotne ($p \leq 0,01$) w preferencji kwiatowej między latami 2002, 2003 i 2006 a rokiem 2005. Na preferencję kwiatową wysoko istotny wpływ miała także wilgotność powietrza

($r = -0,316$, $p = 0,003$, $n = 130$) i zachmurzenie ($r = -0,360$, $p = 0,005$, $n = 130$) – tabela 24. W latach o wyższej wilgotności preferencja kwiatowa rodzin pszczelich była wyższa, z wyjątkiem roku 2006. Również zmiany prędkości wiatru w pewnym stopniu wpływały na preferencje kwiatową, ale korelacje między nimi nie były statystycznie istotne ($r = 0,020$, $p = 0,31$, $n = 130$).

Temperatura i wilgotność względna powietrza wpływały na poziom zawartości wody w obnóżach pyłkowych (odpowiednio $r = 0,260$, $p = 0,009$ i $r = 0,325$, $p = 0,004$, $n = 130$) – tabela 25. W sezonie 2006 r., o najniższej średniej wilgotności, zawartość wody w obnóżach była najniższa (12,10%), a w 2004 r., gdy wilgotność powietrza była najwyższa, wynosiła 17,40%. Stwierdzono także ujemne korelacje między zawartością wody w obnóżach a prędkością wiatru i ciśnieniem atmosferycznym (odpowiednio $r = -0,419$, $p = 0,009$ i $r = -0,469$, $p = 0,0007$, $n = 130$). Wzrost prędkości wiatru i ciśnienia atmosferycznego sprzyjał niższej zawartości wody w pyłku.

4.9. Wzajemne zależności badanych cech

Wyniki z pięciu lat wykazują, że u 80,0% rodzin pszczelich korelacje między masą pozyskanego pyłku a masą jednego obnoża były istotne lub wysoko istotne ($r > 0,295$, $p \leq 0,01$, $n = 130$) (tab. 26). Analizując łącznie wszystkie lata i rodziny, między tymi cechami również istniały korelacje dodatnie ($r = 0,335$, $p = 0,0005$, $n = 2600$). Podobnie dodatnie i wysoko istotne korelacje były między masą pozyskanego pyłku i liczbą gatunków roślin oblatywanych przez zbieraczki pyłku w ciągu dnia ($r = 0,156$, $p = 0,009$, $n = 2600$) – tabela 28.

Stwierdzono, że nie ma prostych zależności między wydajnością pyłkową rodzin pszczelich a preferencją kwiatową. Współczynnik korelacji statystycznie istotny lub wysoko istotny był u 55% rodzin pszczelich (tab. 26). Zależności między tymi cechami istniały w konkretnych przypadkach, ale nie stwierdzono ich powtarzalności w kolejnych latach. Powiązań tych nie można traktować w sposób obligatoryjny, gdyż u niektórych rodzin pszczelich współczynnik korelacji był bardzo niski. U większości rodzin korelacje między tymi cechami były dodatnie, a u niektórych ujemne, dlatego na ogół, można oceniać je jako właściwe tylko dla konkretnych rodzin. W ciągu pięciu lat korelacja między masą pozyskanego pyłku i preferencją kwiatową była dodatnia ($r = 0,213$, $p = 0,005$, $n = 2600$) – tabela 28. Jest to zgodne z dodatnim współczynnikiem regresji ($b = 0,08693$) dla zależności między tymi cechami (tab. 27, rys. 2). Wskazuje on, że wzrost preferencji kwiatowej wpływał na zwiększenie masy pyłku kwiatowego pozyskiwanego od rodzin pszczelich. Dlatego można sądzić, że wzrost preferencji kwiatowej będzie przyczyniał się do zwiększenia wydajności pyłkowej rodzin pszczelich.

Korelacje dodatnie istotne lub wysoko istotne ($r > 0,183$, $p \geq 0,05$ lub $p \leq 0,01$, $n = 130$) między preferencją kwiatową a masą jednego obnoża były u 80% rodzin pszczelich (tab. 26). Również dla wszystkich pięciu lat (tab. 28) korelacja ta była wysoko istotna ($r = 0,238$, $p = 0,0009$, $n = 2600$). Podobnie wysoko istotny dodatni był współczynnik regresji ($b = 0,01524$, $p \leq 0,01$, $n = 2600$) między preferencją kwiatową a masą jednego obnoża (tab. 27, rys. 3). Wskazuje on, że wzrost preferencji kwiatowej prowadzi do zwiększenia masy jednego obnoża.

Tabela 26
Table 26

Współczynnik korelacji (r) między cechami dla poszczególnych rodzin pszczelich (n = 130)
The coefficient of correlation (r) between features for individual bee colonies (n = 130)

Nr rodziny No. of colony	Masa pyłku – masa 1 obnoża Pollen mass – mass of 1 load	Masa pyłku – liczba gatunków Pollen mass – number of species	Masa pyłku – zawartość wody Pollen mass – content of water	Masa 1 ob- noża – liczba gatunków Mass of 1 load – num- ber of species	Masa 1 obnoża – zawartość wody Mass of 1 load – con- tent of water	Preferencja kwiatowa - masa pyłku Floral prefe- rence – pollen mass	Preferencja kwiatowa – masa 1 obnoża Floral prefe- rence – mass of 1 load	Preferencja kwiatowa – liczba gatunków Floral preference – number of species	Preferencja kwia- towa – zawartość wody Floral preference – content of water
1	0,373 **	0,119	0,071	-0,103	-0,154	0,142	0,307**	-0,479 **	-0,122
2	0,470 **	0,103	-0,163	-0,037	-0,234**	0,038	0,065	-0,384 **	-0,058
3	0,444 **	0,133	-0,130	-0,067	-0,264**	0,084	0,361 **	-0,387 **	-0,055
4	0,471 **	0,071	0,010	-0,283 **	-0,181*	0,239**	0,363 **	-0,355 **	-0,021
5	0,454 **	0,217 *	0,006	-0,115	-0,164	0,173 *	0,222 **	-0,460 **	-0,046
6	0,364 **	0,012	-0,061	-0,102	-0,270**	-0,249	0,275 **	-0,421 **	-0,039
7	0,141	0,276 **	-0,038	-0,039	-0,205*	-0,150	0,287 **	-0,387 **	0,087
8	0,639 **	0,241 **	0,113	0,097	-0,043	0,221*	0,315 **	-0,366 **	0,093
9	0,519 **	-0,054	0,047	0,042	-0,152	-0,441**	0,115	-0,476 **	0,010
10	0,324 **	-0,024	-0,071	0,012	-0,148	0,092	0,183 *	-0,391 **	-0,071
11	0,300 **	0,054	0,065	0,027	-0,014	0,171*	0,291 **	-0,380 **	-0,040
12	0,163 *	-0,060	0,141	-0,106	-0,005	0,179*	0,286 **	-0,505 **	0,153
13	0,295 **	-0,153	-0,007	-0,306 **	-0,153	-0,149	0,229 **	-0,354 **	-0,222*
14	0,077	0,195 *	-0,134	-0,250 **	-0,159	0,354**	0,403 **	-0,461 **	-0,206*
15	0,441 **	0,125	-0,210*	-0,033	-0,192*	-0,247**	0,264 **	-0,406 **	0,018
16	0,375 **	0,139	0,268**	0,058	-0,106	0,332**	0,112	-0,569 **	0,075
17	0,404 **	0,252 **	-0,073	0,098	-0,091	0,069	0,206 *	-0,397 **	0,076
18	0,059	0,190 *	-0,128	-0,208 *	-0,100	0,103	0,212 *	-0,346 **	0,164
19	0,394 **	0,070	-0,022	0,003	-0,202*	-0,337**	0,266 **	-0,226 **	-0,057
20	0,139	0,239 **	-0,092	-0,237 **	0,220*	-0,188*	0,137	-0,406 **	0,000
% korelacji istotnych % of significant correlations	80%	35%	10%	25%	40%	55%	80%	100%	10%

* – współczynnik korelacji statystycznie istotny – the correlation coefficient values are significant
** – współczynnik korelacji statystycznie wysoko istotny – the correlation coefficient values are highly significant

Tabela 27
Table 27

Współczynnik regresji (b) między preferencją kwiatową a poszczególnymi cechami
The coefficient of regression (b) between floral preference and the individual features

Wyszczególnienie Specification	Preferencja kwiatowa Floral preference					Ogółem Total (n=2600)
	2002 (n=520)	2003 (n=520)	2004 (n=520)	2005 (n=520)	2006 (n=520)	
Masa pozyskanego pyłku Pollen mass	0,125462*	0,156661*	0,258541*	-0,75594**	-0,25049*	0,08693**
Masa 1 obnoża Mass of 1 pollen load	-0,00302	0,016291	0,072113	0,001288	0,03016	0,01524**
Liczba gatunków roślin Number of plant species	0,003834	-0,0462*	-0,03101	-0,13103*	-0,0823*	-0,04346**
Zawartość wody w obnóżach Content of water in pollen	0,015796	0,005931	-0,01836	-0,0066	-0,06138*	-0,01006*

* – współczynnik regresji statystycznie istotny $p \leq 0,05$
the regression coefficient values are significant at $p \leq 0,05$

** – współczynnik regresji statystycznie wysoko istotny $p < 0,0001$
the regression coefficient values are highly significant at $p \leq 0,01$

U 100% rodzin pszczelich były wysoko istotne ujemne korelacje ($r > -0,226$, $p \leq 0,01$, $n = 130$) między preferencją kwiatową i liczbą gatunków roślin oblatywanych przez zbieraczki pyłku. Podobnie wysoko istotny między tymi cechami był ujemny współczynnik korelacji za pięć lat ($r = -0,415$, $p = 0,0001$, $n = 2600$). Oczywisty wydaje się także ujemny współczynnik regresji ($b = -0,04346$) między preferencją kwiatową a liczbą gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły (rys. 4). Przy wzroście preferencji kwiatowej liczba oblatywanych gatunków roślin będzie malała.

Wykazano wysoko istotny ujemny współczynnik korelacji ($r = -0,354$, $p = 0,004$, $n = 130$) między wiernością kwiatową i preferencją kwiatową rodzin pszczelich (tab. 28) oraz między wiernością kwiatową i liczbą gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły ($r = -0,175$, $p = 0,009$, $n = 130$). Wysoko istotny ujemny współczynnik korelacji ($r = -0,374$, $p = 0,003$, $n = 130$) także był między zawartością wody w obnóżach a wiernością kwiatową rodzin pszczelich. Wzrost zawartości wody w pyłku wpływał ujemnie na wierność kwiatową rodzin.

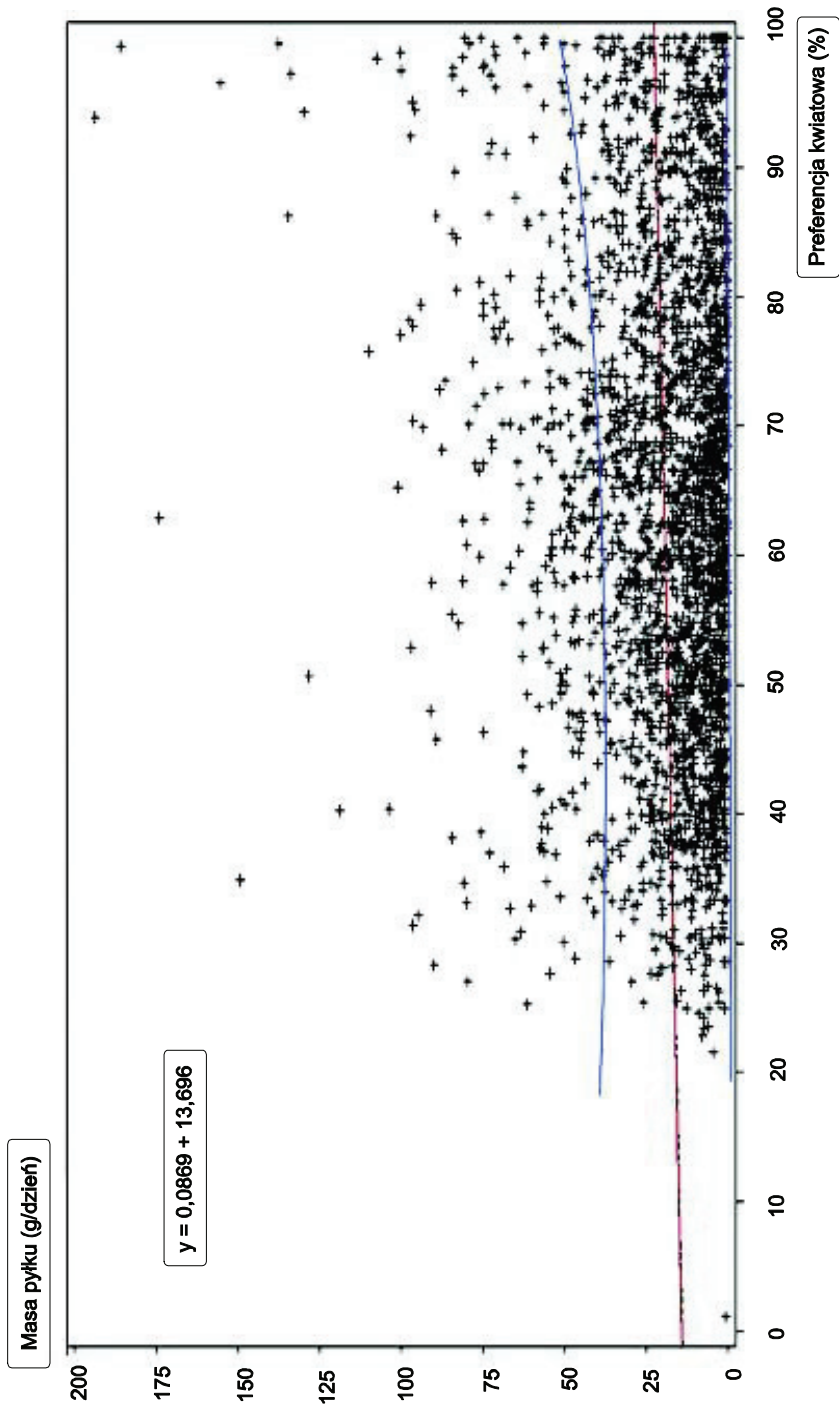
Tabela 28
Table 28

Współczynnik korelacji między cechami dla wszystkich rodzin i lat (n = 2600)
The coefficient of correlation between features for all colonies and the years (n = 2600)

Wyszczególnienie Specification	Masa pyłku Pollen mass	Masa 1 obnoża Mass of 1 pollen load	Liczba gatunków Number of species	Preferencja kwiatowa Floral preference	Wierność kwiatowa Floral fidelity	Zawartość Wody Content of water
Masa pyłku Pollen mass	1,000	0,335 **	0,156 **	0,213**	0,012	-0,240**
p =	0,00	0,0005	0,009	0,005	0,537	0,005
Masa 1 obnoża Mass of 1 pollen load	0,335 **	1,000	-0,123*	0,238 **	-0,010	-0,105 *
p =	0,0005	0,00	0,04	0,0009	0,561	0,02
Liczba gatunków Number of species	0,156 **	-0,123*	1,000	-0,415 **	-0,175**	-0,147
p =	0,009	0,04	0,00	0,0001	0,009	0,24
Preferencja kwiatowa Floral preference	0,213**	0,238 **	-0,415 **	1,000	-0,354**	-0,436**
p =	0,005	0,0009	0,0001	0,00	0,004	0,004
Wierność kwiatowa Floral fidelity	0,012	-0,010	-0,175**	-0,354**	1,000	-0,374**
p =	0,537	0,561	0,009	0,004	0,00	0,003
Zawartość wody Content of water	-0,240**	-0,105 *	-0,147	-0,436**	-0,374**	1,000
p =	0,005	0,02	0,24	0,004	0,003	0,00

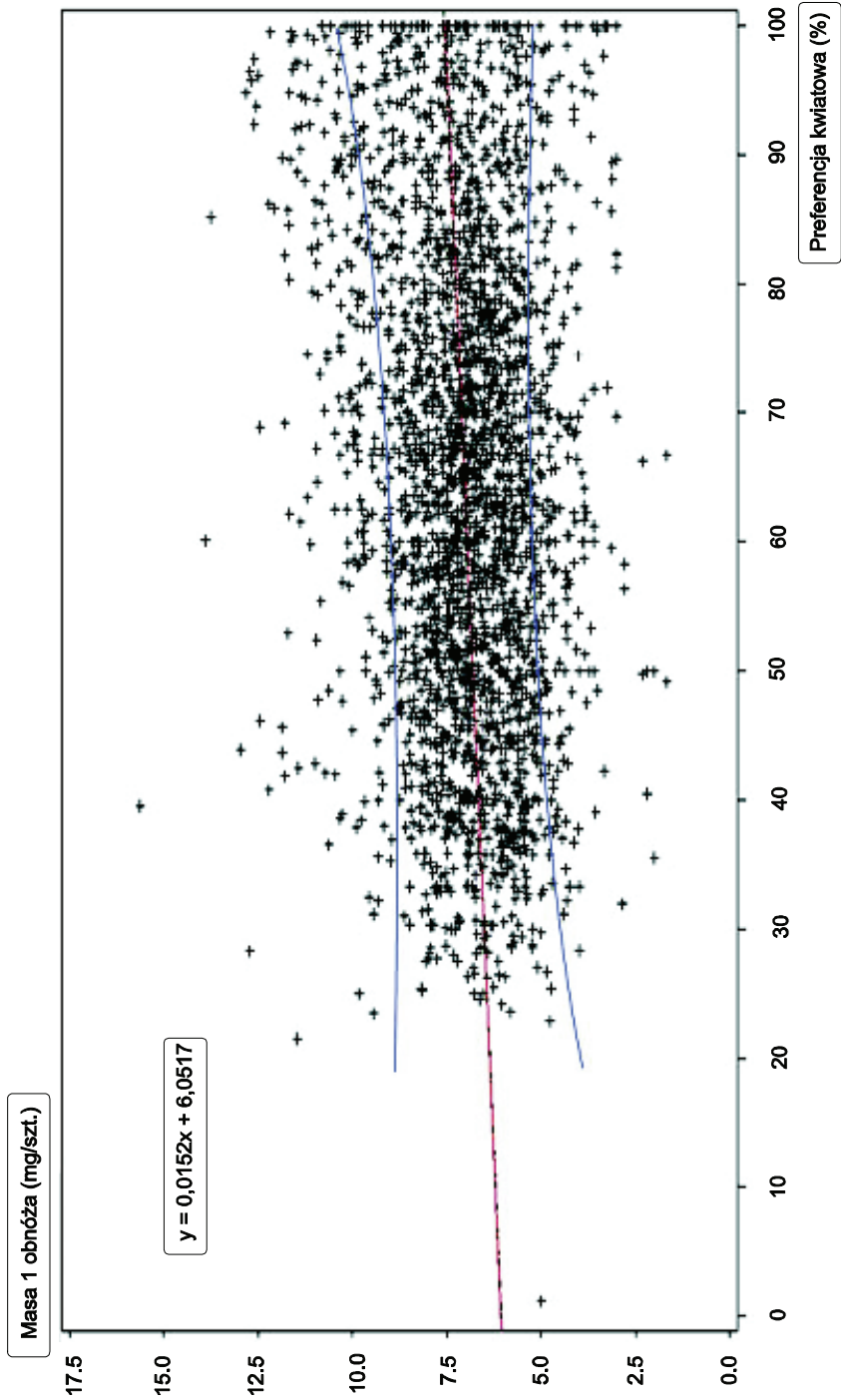
* – współczynnik korelacji statystycznie istotny
the correlation coefficient values are significant

** – współczynnik korelacji statystycznie wysoko istotny
the correlation coefficient values are highly significant



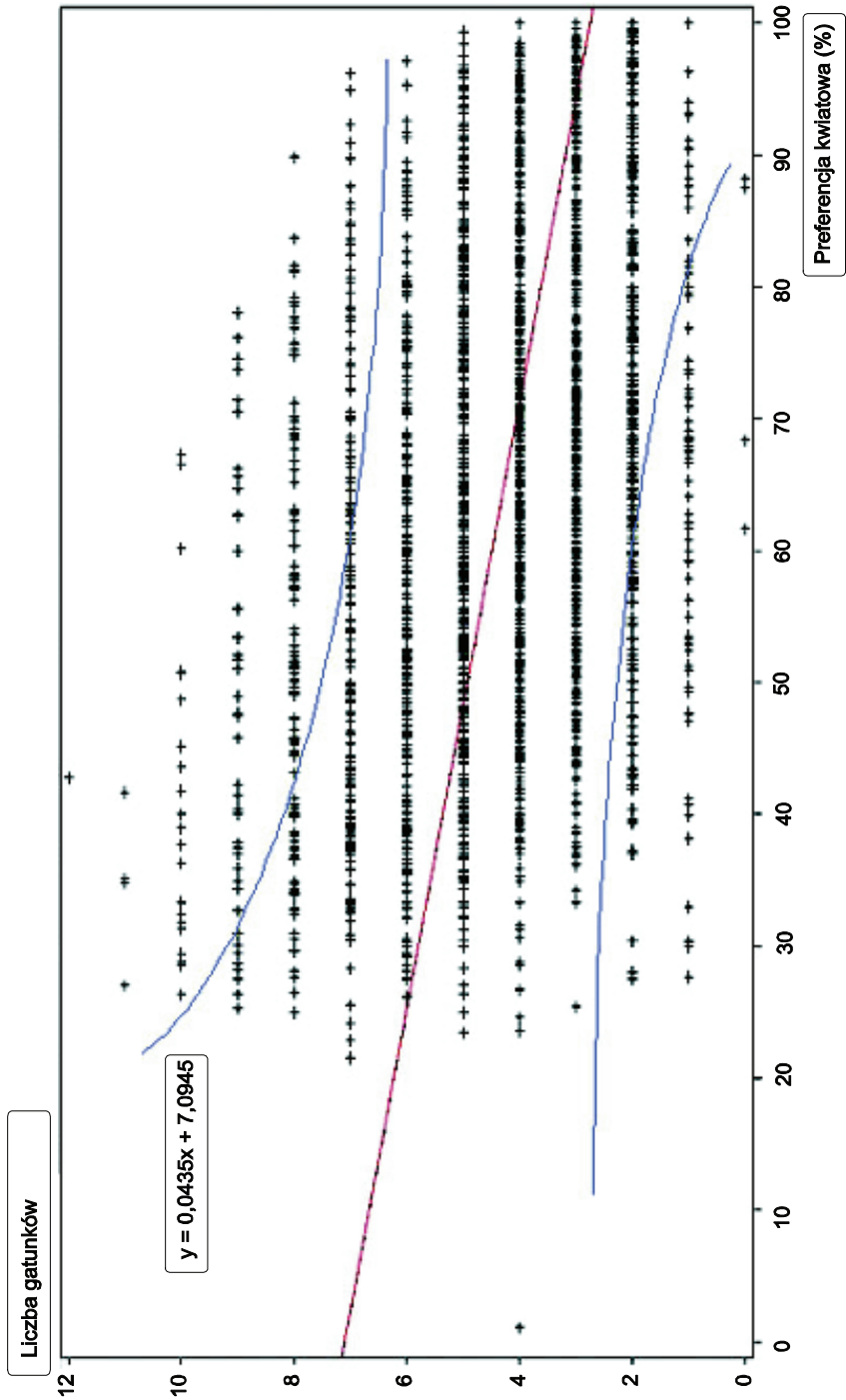
Rys. 2. Regresja między preferencją kwiatową a masą pozyskanego pyłku (n = 2600) – niebieskie linie wyznaczają przedział ufności 95%

Fig. 2. The regress between floral preference and pollen mass (n = 2600) – blue lines signify the confidence interval of 95%



Rys. 3. Regresja miêdzy preferencjã kwiatowã a masã jednego obnóŜa (n = 2600) – niebieskie linie wyznaczajã przedzia³ ufnoŒci 95%

Fig. 3. The regress between floral preference and mass of 1 pollen load (n = 2600) – blue lines signify the confidence interval of 95%



Rys. 4. Regresja między preferencją kwiatową a liczbą gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły (n = 2600)
 – niebieskie linie wyznaczają przedział ufności 95%

Fig. 4. The regress between floral preference and number of plants species (n = 2600) – blue lines signify the confidence interval of 95%

5. DYSKUSJA

Poławianie pyłku w warunkach klimatycznych Polski prowadzi się najczęściej tylko w okresie maja i czerwca, kiedy pozwala na to baza pożytkowa (tab. 2). Ilości pozyskiwanego pyłku są różne. Przy zastosowaniu intensywnych technologii pasiecznych wydajność pyłkowa rodzin pszczelich może wynosić od 8 do 12 kg od rodziny [Wilde, Bratkowski 1996, Bratkowski, Wilde 2002]. Pozyskuje się wtedy od 130 do 200 g pyłku na dzień; podobnie jak i w krajach o klimacie cieplejszym i dłuższym okresie wegetacyjnym [Nelson i in. 1987]. Jednak w Polsce średnia ilość poławianego pyłku to ok. 3 kg od rodziny w sezonie, czyli dziennie ok. 50 g [Wilde, Bratkowski 1997]. Są to ilości porównywalne z podawanymi przez Cane'a i Schiffhauera [2001]. Wartości te są znacznie wyższe niż średnie uzyskane w badaniach własnych (tab. 4), w których stwierdzono, że od poszczególnych rodzin można pozyskać średnio od 16,69 do 22,60 g/dzień. To jest za cały okres poławiania otrzymuje się od 1,865 kg do 2,486 kg pyłku od rodziny (tab. 4). Masy pyłku pozyskanego były porównywalne do uzyskanych przez autora w innych badaniach [Roman 2004b].

Kwitnienie określonych gatunków roślin związane jest z porą sezonu (miesiącem). Według Bożek [2003] masa pyłku zbieranego przez pszczoły uzależniona była od gatunku i odmiany aktualnie kwitnącej rośliny dominującej. W warunkach klimatycznych Europy (i Polski) najbogatsze pastwiska pszczoły występują w maju i czerwcu (tab. 2), dlatego w tych miesiącach pozyskuje się od pszczół najwięcej pyłku (tab. 5 i 6) [McLellan 1976]. Znalazło to także potwierdzenie w pracy Warakomskiej [1962], która stwierdziła, że w maju i czerwcu rodzina pszczela może gromadzić nawet do 500 g obnóży dziennie. Ilości te w porównaniu do uzyskanych w badaniach własnych są imponująco wysokie (tab. 4). Potwierdzono to również w badaniach własnych, gdyż w maju i czerwcu od większości rodzin otrzymano większe ilości pyłku w porównaniu do okresów późniejszych (tab. 6). Również Klepacz i Czekońska [2003] wykazały, że na masę pyłku gromadzonego przez pszczoły duży wpływ ma pora roku – na wiosnę wszystkie rodziny przynoszą większe ilości obnóży i różnice między rodzinami są niewielkie, a latem i jesienią różnice te stają się wyraźne.

Przy bardzo korzystnym układzie kwitnących pożytków oraz sprzyjającej pogodzie można pozyskać nawet do 20 kg pyłku od silnej rodziny pszczołej, co daje ponad 220 g/dzień [Bratkowski, Wilde 1996]. Równie duże ilości pyłku (od 50 do 200 g/dzień) poławiali Duff i Furgala [1986], Nelson i in. [1987], Wilde i Bratkowski [1997], Grabowski i in. [2002] oraz Bratkowski i Wilde [2003]. Były to masy porównywalne do maksymalnych (od 109,90 do 193,70 g/dzień) uzyskanych z pojedynczych pobrań w badaniach własnych (tab. 3). Jednak w czasie badań własnych nie było

w zasięgu lotu pszczoł zwartych łanów kwitnących roślin uprawnych, a pożytki – znacznie rozproszone (tab. 2 i 5). Poliščuk [1984] zauważył, że pszczoły zaczynały przynosić do ula większe ilości obnóży pyłkowych (190–236 g/dzień/rodzinę), kiedy kończył się pożytek nektarowy. Analogiczne spostrzeżenia poczyniono w trakcie badań własnych. W okresie kwitnienia facelii błękitnej, rośliny wybitnie nektarodajnej (czerwiec 2006 r.), znacznie obniżyła się masa pozyskiwanego w tym czasie pyłku (tab. 5). Chociaż, jak twierdzi Warakomska [1972], roślina ta cechuje się bardzo wysoką wydajnością pyłkową (od 286,3 do 1077,1 kg/ha).

Stwierdzono, że wydajność pyłkowa stanowiła indywidualną cechę poszczególnych rodzin pszczelich (średnio od 4,16 do 59,38 g/dzień) – tabela 4. Znaczne różnice w masie pozyskiwanego pyłku między rodzinami stwierdzili także Paleolog i in. [2003a] oraz Borsuk i Paleolog [2003] – odpowiednio od 2,93 do 3,92 g oraz od 2,54 do 9,41 g pyłku w ciągu dnia. Wielu autorów [Nye, Mackensen 1965, Shimanuki i in. 1967, Free, William 1973, Page, Fondrk 1995] rozbieżności w ilościach pozyskiwanego pyłku przypisuje różnicom genetycznym występującym między rodzinami pszczelimi. Badania własne przeprowadzono na mieszańcach pszczoły kraińskiej, dlatego też genotyp robotnic z poszczególnych rodzin był różny.

W badaniach własnych wykorzystano poławiacze pyłku o płytce strącającej z oczkami o średnicy 5 mm, dzięki czemu pozyskano średnio od 16,69 w 2002 r. do 22,60 g/dzień obnóży w 2006 r. (tab. 4). Były to ilości porównywalne do uzyskanych przez Bienkowską i Pohorecką [1996], ale znacznie niższe niż stwierdzone przez Wilde i in. [1994] (powyżej 130 g/dzień), z wykorzystaniem takich samych poławiaczy.

W kolejnych dniach pobrań, miesiącach sezonu oraz latach badań od rodzin pszczelich pozyskiwano zróżnicowane ilości pyłku kwiatowego. Masa odbieranego pszczołom pyłku okazała się niestabilna u poszczególnych rodzin w kolejnych latach. Była uzależniona od wielu różnych czynników środowiska – przede wszystkim od liczby aktualnie kwitnących gatunków roślin i aktualnej pogody, co także potwierdzają badania innych autorów [Cichoń i in. 2002, Wilde i in. 2002]. Banaszak [1996] uważa, że warunki meteorologiczne panujące w okresie kwitnienia roślin pożytkowych mają znaczny wpływ na poziom pylenia kwiatów, a co za tym idzie, na wydajność pyłkową rodzin pszczelich. Kołtowski [1996a] stwierdził, że przy ciepłej i suchej pogodzie rośliny dostarczają istotnie więcej pyłku bobiku (dziennie 0,5–1,3 kg/ha) niż przy chłodniejszej i wilgotnej (0,3–1,1 kg/ha). Holmes i Bassett [1963] wykazali, że okres codziennego maksimum koncentracji pyłku w roślinie zbiegał się z czasem zmniejszającej się wilgotności względnej powietrza. Potwierdzono to w badaniach własnych, gdyż w sezonie ciepłym i suchym (2006 r.) średnio uzyskano najwięcej pyłku, natomiast w wilgotniejszym i najchłodniejszym (2005) – mniej (tab. 25). Również Hellmich i in. [1985] oraz Grabowski i Siuda [2002] podkreślają, że znaczny wpływ na masę pozyskiwanego pyłku ma środowisko, zwłaszcza pożytki i pogoda.

Masa jednego obnóza w kolejnych latach stanowiła jedną z najbardziej stabilnych cech spośród badanych (także zawartość wody w obnóżach). Świadczą o tym niskie odchylenia standardowe i współczynniki zmienności tej cechy (tab. 7). Wyniki te były zgodne z uzyskanymi wcześniej przez Romana [2004a i 2004c]. U niektórych rodzin pszczelich średnia masa jednego obnóza miała podobną wielkość przez trzy kolejne lata (tab. 7). Średnia z pięciu lat wynosiła 7,10 mg/szt., a średnia w kolejnych

latach była w zakresie od 5,53 do 8,97 mg/szt. (tab. 7 i 10). Obnóża od poszczególnych rodzin pszczelich, w kolejnych latach oraz pochodzące z kolejnych pobrań, różniły się między sobą masą (od 0,89 do 15,63 mg/szt.) – tabela 7. Były one zbliżone do podanych przez Pidka [1988] (3,9–17,4 mg/szt.) oraz Lipińskiego [1982] – średnio 6,0 mg/szt. Obnóża o większej masie jednostkowej pozyskali Paleolog i in. [2003a], a także Borsuk i Paleolog [2003] (średnio od 7,2 do 10,2 mg/szt.), również Grabowski i in. [2002] (9,80 do 10,2 mg/szt.), Fewell i Winston [1996] (od 9,2 do 12,9 mg/szt.) oraz Free [1960] (15,0 mg/szt.). W dostępnej literaturze przytaczane są także dane o znacznie większej masie jednego obnoża. Holm [1974] stwierdził, że obnóża z pyłku bobiku, w warunkach klimatycznych Danii, posiadały średnią masę 21,4 mg/szt., z tym że przy bardzo małej odległości pożytku od ula. Jednak autor [Holm 1974] zaznacza, że były one znacznie większe niż obnóża formowane z pyłku innych gatunków roślin.

Stwierdzono, że masa jednego obnoża zależy od gatunku rośliny, z której pszczoły zbierały pyłek. Największe obnóża pszczoły formowały z pyłku rzepaku oziwego (średnio 7,54–8,26 mg/szt.) – tabela 9. W dostępnej literaturze wielu autorów podaje podobne spostrzeżenia [Grabowski, Siuda 2002, Grabowski i in. 2002, Cook i in. 2003 oraz Paleolog i in. 2003a]. Na przykład Cook i in. [2003] pozyskali obnóża z pyłku roślin oleistych o średniej masie 11,5 mg/szt., a z pyłku fasoli – ok. 10,0 mg/szt. Również Lipiński [1982], Paleolog i in. [2003a] oraz Borsuk i Paleolog [2003] uważają, że na wielkość i masę jednego obnoża znaczny wpływ miał gatunek rośliny (rodzaj pyłku), z której pochodził pyłek. W klimacie Europy okres kwitnienia roślin związany jest z danym miesiącem, dlatego też stwierdzono zależność masy jednego obnoża od pory sezonu. W maju pszczoły przynosiły obnóża o największej masie od 6,74 do 8,01 mg/szt. (średnio 7,46 mg/szt.), a w sierpniu najmniejsze – od 5,92 do 7,38 mg/szt. (średnio 6,68 mg/szt.) – tabela 10.

Masa jednego obnoża była uzależniona od pogody w sezonie – zwłaszcza od temperatury i wilgotności powietrza (tab. 25). Według Kołtowskiego [1996a] pszczoły formowały większe obnóża w czasie cieplej i suchej pogody. Potwierdzili to także Page i in. [2000], którzy odnotowali, że w dni wietrzne, o dużej wilgotności powietrza i deszczowe pszczoły przynosiły obnóża mniejsze (średnio 10 mg/szt.), a w dni suche i bezwietrzne większe (średnio 12 mg/szt.). Zarejestrowano wysoko istotną ujemną korelację między masą jednego obnoża a wilgotnością powietrza ($r = -0,244$, $p = 0,01$, $n = 130$) i zachmurzeniem ($r = -0,314$, $p = 0,004$, $n = 130$). Natomiast dodatnią między masą jednego obnoża i prędkością wiatru ($r = 0,485$, $p = 0,0007$, $n = 130$) – tabela 25, co jest o tyle niezrozumiałe, że wiatr utrudnia zbiór i transport pyłku. Jednak maksymalne prędkości wiatru w czasie badań własnych (do 3,2 m/s, tj. ok. 11,5 km/h) nie były dokuźliwe dla pszczół (tab. 23).

Zbieraczki pyłku z poszczególnych rodzin, w kolejnych latach, w ciągu jednego dnia oblatywały średnio od 3,2 do 5,5 gatunków roślin (średnia z pięciu lat 4,3) – tabela 12. Jednak były takie dni, kiedy pszczoły z jednej rodziny przynosiły pyłek nawet z 10–12 gatunków roślin (tab. 11). We wcześniejszych badaniach Roman [2004b, 2004d] stwierdził średnie od 1,9 do 3,3 i od 2,3 do 4,6, przy maksymalnej 7 gatunków roślin dziennie. Liczba oblatywanych gatunków uzależniona była od pory sezonu i związanego z tym kwitnienia roślin dominujących. Im pożytek dominujący był uboższy, tym większą liczbę gatunków oblatywały pszczoły z danej rodziny. Zazwyczaj w pobranej

próbie dominowały obnóza z pyłku jednego gatunku rośliny (fot. 1–9). Jednak były także obnóza z pyłku kilku gatunków roślin, ale prawie zawsze dominowały ziarna jednego gatunku. Potwierdza to opinię Warakomskiej [1999a i 1999b], która pozyskała obnóza składające się głównie z pyłku jednego gatunku, a domieszka ziaren innych gatunków zwykle nie przekraczała 10%. Paleolog i in. [2003a] zauważyli, że jednocześnie ze wzrostem liczby oblatywanych przez pszczoły z danej rodziny gatunków zmniejsza się udział pyłku z rośliny dominującej w składzie obnóży (przy 2 gatunkach – 99,2% pyłku było z jednego gatunku, przy 3 – 85,6%, a przy 5 – 47,1%).

Preferencja i wierność kwiatowa są cechami, które wykształciły zapylacze roślin w odpowiedzi na ewolucyjne zmiany morfologiczne kwiatów, a wraz z tymi zmianami – w dostępności dla nich nektaru i pyłku [Muchała 2006]. Z drugiej strony, rośliny także w drodze ewolucji dostosowały budowę i dostępność kwiatów do możliwości najczęściej odwiedzających je zapylaczy [Waddington 1979]. W ten sposób zapylacze i kwiaty wzajemnie się do siebie „dopasowały”. Badania wykazały, że preferencja kwiatowa u poszczególnych rodzin pszczelech nie była stabilna i w kolejnych latach wynosiła średnio od 61,3 do 67,4% (tab. 16). Współczynnik zmienności za pięć lat wynosił od 24,8 do 34,8% – tabela 16. Tak duża zmienność tej cechy była wynikiem długiego czasu trwania badań, ubogich pożytków i ich znacznego rozproszenia (tab. 18). W związku z tym, pożytki szybko się kończyły i pszczoły były zmuszone do ciągłego poszukiwania nowych, bogatszych źródeł pyłku. Te spostrzeżenia potwierdzili także inni autorzy [Banschbach, Waddington 1994, Cakmak i in. 1999, Shafir i in. 1999, Fulop, Menzel 2000]. Wysokość preferencji kwiatowej stanowiła indywidualną cechę każdej rodziny pszczelej. Prawie zawsze w rodzinie była pewna liczba zbieraczek, które przynosiły pyłek z innych gatunków roślin niż większość robotnic. Ta grupa robotnic sprawiała, że w rodzinach różne grupy pszczoł preferowały różne gatunki roślin. Paleolog i in. [2003a i 2003b] także stwierdzili, iż nasilenie preferencji kwiatowej było cechą właściwą dla poszczególnych rodzin – pszczoły przynosiły pyłek z kilku gatunków roślin, ale zawsze w zbiorze dominowały obnóza jednego gatunku. Podobne wnioski sformułowali Satyabir i in. [1999] oraz Basualdo i in. [2007]. Z kolei Mary Scinthia i Agashe [2006] stwierdzili, że w obnóżach pszczoły wschodniej (*Apis cerana*) aż 94,8% obnóży stanowił pyłek jednego gatunku, a w 5,2% obnóży – pyłek dwóch gatunków roślin. Rangaswamy i Agashe [2006] wykazali, że 57,0% pszczoł z poszczególnych rodzin preferowało jeden gatunek rośliny, a 42,0% pszczoł – kilka gatunków. O różnej preferencji kwiatowej rodzin pszczoły miodnej dowodzą również Muszyńska i Warakomska [1997] oraz Warakomska [1999a], które wykazały, że pozyskane od poszczególnych rodzin pszczelech próby obnóży posiadały odrębne składy gatunkowe.

W dostępnej literaturze nie spotkano tak kompleksowego opracowania na temat preferencji i wierności kwiatowej rodzin pszczelech, opartego na badaniach pięcioletnich (3,5 miesiąca w każdym sezonie pożytkowym). Najczęściej badania nad preferencją kwiatową prowadzone były w warunkach kwitnienia jednorodnych, obfitych pożytków pyłkowych. Dlatego też wykazywano wyższą preferencję kwiatową. Stawiarz [2008] stwierdził, że w czasie kwitnienia rzepaku ozimego pyłek tego gatunku stanowił od 47,6 do 94,3% wziętku pszczoły miodnej. Z kolei Bond i Hawkins [1967] odnotowali, że w szczytowym okresie kwitnienia bobiku aż 90,0% pszczoł przynosiło pyłek z tego pożytku. Również wysoką preferencję kwiatową pszczoły miodnej, we wcze-

śniejszych badaniach, stwierdził Roman [2003] – od 73,1 do 95,1% (jednak badania te trwały tylko miesiąc – lipiec), a także Cane i Schiffhauer [2001] – 94,0%, w czasie kwitnienia żurawiny błotnej oraz Verma i Rana [1994] – 95,0%, w trakcie kwitnienia jabłoni. Niższą preferencję kwiatową do bobiku wykazali Veselý i Titěra [1985] – 17,0–58,0%, Wilde i Krukowski [1995] – 50,0–74,0% oraz Grabowski i Siuda [2002] – 69,0–88,5%.

Skowronek i in. [1985] zauważyli, że wydajność pyłkowa rośliny stanowiła jeden z czynników decydujących o zachowaniu preferencji kwiatowej przez pszczoły, a intensywność oblatywania danego gatunku rośliny jest wysoko dodatnio skorelowana z jej wydajnością pyłkową. Dlatego też istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość preferencji i wierności kwiatowej rodzin pszczelich jest zasobność środowiska w pożytki. Szczególnie ważny jest gatunek kwitnącej rośliny dominującej. W przypadku stabilnych i bogatych pożytków preferencja i wierność kwiatowa pszczoł i rodzin pszczelich jest wysoka, co stwierdzili także Sanderson i Wells [2005]. Pszczoły mając do dyspozycji bogactwo źródeł pożywienia, nie są zmuszone do poszukiwania innych, co wpływa na stabilność preferencji i wierności. Jest to przede wszystkim wynik ekonomicznego działania pszczoły miodnej [Wells i in. 1992], aby maksymalnie wykorzystać dostępny pożytek. Dlatego większość robotnic codziennie zbiera pyłek z jednego gatunku rośliny aż do końca jego kwitnienia. Natomiast, kiedy pożytki są ubogie i rozproszone, pszczoły są zmuszone do częstego poszukiwania nowych źródeł pokarmu. Penetrując środowisko, wykorzystują każdą nadarzącą się okazję, aby tylko przynieść do gniazda pokarm. Wówczas preferencja i wierność kwiatowa rodzin są niższe i bardziej zmienne, jak wykazano w badaniach własnych (tab. 18 i 19). Wierność kwiatowa u poszczególnych rodzin pszczelich była różna i ulegała zmianom wraz ze zmieniającymi się gatunkami roślin dominujących kwitnących w danym okresie. Najwyższa wierność kwiatowa rodzin pszczelich wystąpiła w okresie kwitnienia rzepaku ozimego – gatunku dominującego w rejonie badań. Natomiast najniższa – w czasie kwitnienia nawłoci – pożytku mocno rozproszonego. Również Sanderson i Wells [2005] stwierdzili, że preferencja i wierność kwiatowa pszczoły miodnej nie jest cechą stałą, jak wcześniej uważano, a niektóre zbieraczki w czasie jednego lotu często oblatują dwa lub kilka gatunków roślin. Udowodniono to w badaniach własnych, gdyż w niektórych obnóżach był pyłek dwóch, trzech, a nawet czterech gatunków roślin (fot. 10–22). Jednak prawie zawsze dominował pyłek jednego gatunku, a udział ziaren pyłków innych gatunków stanowił od kilku do kilkunastu procent. Nie wszystkie robotnice cechowały się wiernością kwiatową, ale ich właściwą cechą była florumigracja. Także Moezel i in [1987] stwierdzili, że mimo różnorodności flory w danym rejonie – w ok. 6,0% obnóży był pyłek więcej niż jednego gatunku rośliny, a pozostałe obnóże składały się z pyłku jednego gatunku. Potwierdzili to także Paleolog i in. [2003a] oraz Fortunato i in. [2006]. Strategia wykorzystywania roślin pyłkodajnych przez zbieraczki jest cechą danej rodziny [Klepacz, Czekońska 2003, Klepacz-Baniak, Czekońska 2004 i 2005].

Stwierdzono wysoko istotną dodatnią korelację ($r = 0,335$, $p = 0,0005$, $n = 2600$) między masą jednego obnóże a masą pozyskanego pyłku (tab. 28). Zależność tę wykazali również Paleolog i in. [2003a]. Jednak we wcześniejszych badaniach Roman [2004a, 2004b] takich zależności nie stwierdził, zapewne ze względu na zbyt krótki czas trwania doświadczenia. Z dużym prawdopodobieństwem można odnotować,

że uzyskane zależności między masą jednego obnóża a masą pyłku pozyskanego od rodzin pszczelich mogą u konkretnych rodzin pszczelich być stabilne.

Paleolog i in. [2003a] wykazali, że rodziny pszczele, które oblatywały mniejszą liczbę gatunków roślin, zbierały większe ilości pyłku. Nie potwierdziły tego badania własne, w których określono dodatnią wysoko istotną korelację ($r = 0,156$, $p = 0,009$, $n = 2600$) między masą pyłku a liczbą gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły (tab. 28).

Na podstawie wyników z pięciu lat można stwierdzić, że im mniej gatunków roślin odwiedzały zbieraczki w ciągu dnia, tym obnóża pyłkowe miały większą masę (tab. 28). Masa jednego obnóża także zależała od gatunku rośliny, z której pszczoły zbierały pyłek. Zależność tę także wykazali Paleolog i in. [2003a].

Preferencja kwiatowa rodzin pszczelich miała dodatni wpływ na masę pozyskiwanego pyłku i masę jednego obnóża. Natomiast ujemnie oddziaływała na liczbę gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły oraz wierność kwiatową rodzin pszczelich. Kompleksowa analiza wyników z pięciu lat wykazała, że wzrost preferencji kwiatowej rodziny pszczelej wpływał korzystnie na masę pozyskiwanego pyłku i masę jednego obnóża (rys. 2 i 3). Również Muszyńska i Warakomska [1997] oraz Warakomska [1999a] stwierdziły, że wierność kwiatowa pszczół i preferencja gatunkowa rodzin pszczelich były dodatnio skorelowane z masą jednego obnóża.

6. WNIOSKI

1. Masa pozyskanego pyłku, masa jednego obnóża, liczba oblatywanych w ciągu dnia gatunków roślin, preferencja i wierność kwiatowa rodzin były niestabilne i ulegały zmianom w kolejnych miesiącach i latach.

2. Średnia masa pyłku wynosiła 19,63 g/dzień i była uzależniona od pory sezonu – najwięcej pyłku poławiano w maju – średnio 27,61 g/dzień, a najmniej w sierpniu – średnio 16,67 g/dzień.

3. Najwięcej pyłku pozyskiwano w okresie kwitnienia robinii akacjowej (średnio 30,58 g/dzień, a najmniej – bylicy (średnio 9,80 g/dzień).

4. Średnia masa jednego obnóża wynosiła 7,10 mg/szt. i była uzależniona od gatunku rośliny dominującej kwitnącej w danym okresie: w maju (rzepak ozimy, mniszek lekarski, robinia akacjowa) była największa – średnio 7,46 mg/szt., a w sierpniu (bylica, nawłóć, gorczyca biała) – najmniejsza 6,68 mg/szt.

5. W ciągu dnia pszczoły z poszczególnych rodzin oblatywały średnio 4,3 gatunki roślin i liczba ta była uzależniona od pory sezonu: najmniej w maju – średnio 3,8, a najwięcej w czerwcu – średnio 4,7.

6. W ciągu sezonu pożytkowego część robotnic z poszczególnych rodzin pszczelich wykorzystywała inne gatunki roślin niż większość zbieraczek. W każdej rodzinie istniały grupy zbieraczek pyłku cechujące się preferencją do innych gatunków roślin – w obnóżach tych pszczół znajdowano pyłek kilku gatunków roślin.

7. Średnia roczna preferencja kwiatowa wynosiła od 61,3 do 67,4%, natomiast w poszczególnych dniach od 21,5 do 100,0%.

8. Wierność kwiatowa rodzin pszczelich szacowana na podstawie wielkości współczynnika zmienności preferencji kwiatowej rodzin była niestabilna w kolejnych miesiącach i latach.

9. Najmniejszy rozrzut wartości współczynnika zmienności preferencji kwiatowej rodzin pszczelich wykazano w 2003 r. (V od 4,32 do 17,02%), natomiast największy w 2006 r. (V od 1,36 do 31,05%).

10. Najniższy średni współczynnik zmienności preferencji kwiatowej rodzin pszczelich był w okresie kwitnienia rzepaku ozimego (V = 10,30%) i maliny (V = 11,76%), co świadczyło o wysokiej wierności kwiatowej rodzin w tych okresach, a wysoki współczynnik zmienności preferencji odnotowano w okresie kwitnienia koniuczyny (V = 19,90%), bylicy (V = 18,61%) i nawłoci (V = 21,24%), co wskazywało na niską wierność kwiatową rodzin pszczelich w tym czasie.

11. Masa pozyskiwanego pyłku była ujemnie skorelowana z temperaturą powietrza ($r = -0,424$, $p = 0,004$, $n = 130$), a dodatnio z prędkością wiatru ($r = 0,273$, $p = 0,008$, $n = 130$).

12. Masa jednego obnoża była ujemnie skorelowana ze stopniem zachmurzenia ($r = -0,314$, $p = 0,004$, $n = 130$) i wilgotnością powietrza ($r = -0,244$, $p = 0,01$, $n = 130$), natomiast dodatnio z prędkością wiatru ($r = 0,485$, $p = 0,0007$, $n = 130$) i ciśnieniem atmosferycznym ($r = 0,281$, $p = 0,008$, $n = 130$).

13. Na preferencję kwiatową rodzin pszczelich wpływały warunki meteorologiczne. Była ona ujemnie skorelowana z temperaturą powietrza ($r = -0,157$, $p = 0,09$, $n = 130$), wilgotnością powietrza ($r = -0,316$, $p = 0,003$, $n = 130$), stopniem zachmurzenia ($r = -0,360$, $p = 0,005$, $n = 130$) i sumą opadów atmosferycznych ($r = -0,339$, $p = 0,005$, $n = 130$), a dodatnio z ciśnieniem atmosferycznym ($r = 0,233$, $p = 0,009$, $n = 130$) w kolejnych okresach sezonu pożytkowego.

14. U 80% rodzin pszczelich stwierdzono wysoko istotną dodatnią korelację ($r \geq 0,295$, $p \leq 0,01$, $n = 130$) między masą jednego obnoża a masą pozyskanego pyłku kwiatowego.

15. Preferencja kwiatowa była dodatnio skorelowana z masą pyłku pozyskiwanego od rodzin pszczelich ($r = 0,213$, $p = 0,005$, $n = 2600$) oraz masą jednego obnoża ($r = 0,238$, $p = 0,0009$, $n = 2600$).

16. Wzrost preferencji kwiatowej istotnie wpływał na zmniejszenie liczby gatunków roślin oblatywanych przez zbieraczki pyłku ($r = -0,415$, $p = 0,0001$, $n = 2600$).

17. Wzrost zawartości wody w obnożach pyłkowych decydował o obniżeniu wierności kwiatowej rodzin pszczelich.

7. PIŚMIENNICTWO

- Banaszak J.: 1996. Ecological bases of conservation of wild bees, [in:] The Conservation of Bees (eds Matheson A., Buchmann S.L., O'Toole C., Westrich P. & Williams I.H.). Academic Press, London, 55–62.
- Banschbach V.S., Waddington K.D.: 1994. Risk-sensitive foraging in honeybees: no consensus among individuals and no effect of colony honey stores. *Animal Behaviour*, 47: 933–941.
- Barker R.L.: 1971. The influence of food inside the hive in pollen collection by a honey bee colony. *Journal of Apicultural Research*, 10, 23–26.
- Basualdo M., Rodríguez E.M., Bedascarrasbure E., De Jong D.: 2007. Selection and estimation of the heritability of sunflower (*Helianthus annuus*) pollen collection behavior in *Apis mellifera* colonies. *Genetics and Molecular Research*, 6 (2), 274–281.
- Batra S.W.T.: 1995. Bees and pollination in our changing environment. *Apidologie*, 26, 361–370.
- Bieńkowska M., Pohorecka K.: 1996. Efekty pozyskiwania pyłku w zależności od wielkości otworów we wkładce strącającej obnóża pyłkowe. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, XL (1), 95–101.
- Bitterman M.E., Menzel A., Fietz S., Schafer S.: 1983. Classical conditioning of proboscis extension in honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Psychology*, 97, 107–119.
- Bjorkman T.: 1995. Role of honey bees (Hymenoptera: *Apidae*) in the pollination of buckwheat in eastern North America. *Journal of Economic Entomology*, 88 (16), 1739–1745.
- Bond D.A., Hawkins R.P.: 1967. Behavior of bees visiting male-sterile field beans (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Science*, 68, 243–247.
- Bornus L. i in. (praca zbiorowa): 1989. Encyklopedia pszczelarska. PWRiL, Warszawa, pp. 236.
- Borsuk G., Paleolog J.: 2003. Zbiór pyłku w warunkach aglomeracji miejskiej przez rodzinę o sztucznie zwiększonej zmienności robotnic. XL Naukowa Konferencja Pszczelarska, Materiały z Konferencji, Puławy, 11–12 marca, 5–8.
- Bożek M.: 2003. Pollen efficiency and foraging by insect pollinators in three catnip (*Nepeta* L.) species. *Journal of Apicultural Science*, 47 (2), 19–24.
- Bratkowski J., Wilde J.: 1996. Pozyskiwanie obnóży pyłkowych szansą rentownego prowadzenia pasiek. *Wyd. ODR Ostrołęka*, 2–7.

- Bratkowski J., Wilde J.: 2002. Technologie zwiększające pozyskiwanie obnóży pyłkowych i poprawiające dochodowość pasiek. *Biuletyn Naukowy*, 18 (5), 113–122.
- Bratkowski J., Wilde J.: 2003. Effect of changing of colony structure on trapped pollen. *Journal of Apicultural Science*, 47 (1), 11–20.
- Cakmak I., Cook P., Hollis J., Shah N., Huntley D., van Valkenburg D., Wells H.: 1999. Afryanized honey bee response to differences in reward frequency. *Journal of Apicultural Research*, 38, 125–136.
- Cale G.H.: 1968. Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. *American Bee Journal*, 108, 8–9.
- Camazine S.: 1993. The regulation of pollen foraging by honey bees: how foragers assess the colony's need for pollen. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32, 265–272.
- Cane J.H., Buchmann S.L., LaBerge W.E.: 1992. The solitary bee *Melissodes thelyodii thelypodii* Cockerell (*Hymenoptera: Anthophoridae*) collects pollen from wind-pollinated *Amaranthus palmeri* Watson. *Pan-Pacific Entomologist*, 68, (2), 97–99.
- Cane J.H., Schiffhauer D., Kervin L.J.: 1996. Pollination, foraging, and nesting ecology of the leaf-cutting bee *Megachile (Delomegachile) addenda* (*Hymenoptera: Megachilidae*) on cranberry beds. *Annals of the Entomological Society of America*, 89 (3), 361–367.
- Cane J.H., Schiffhauer D.: 2001. Pollinator genetics and pollination: do honey bee colonies selected for pollen-hoarding field better pollinators of cranberry *Vaccinium macrocarpon*? *Ecological Entomology*, 26, 117–123.
- Chaudhari R.K.: 1978. Floral fidelity in the Indian honey bee (*Apis cerana indica*). *Indian Bee Journal*, 40 (2), 33–35.
- Chittka L., Menzel R.: 1992. The evolutionary adaptation of flower colors and the insect pollinators' color vision. *Journal of Comparative Physiology, A* 170, 533–543.
- Cichoń J., Grabowski P., Wilde J.: 2002. Korzyści ukierunkowania pasiek profesjonalnych na pozyskiwanie pyłku. *Biuletyn Naukowy*, 18, 85–151.
- Cook S.M., Awmack C.S., Murray D.A., Williams I.H.: 2003. Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition? *Ecological Entomology*, 28, 622–627.
- Crailsheim K., Hrassing N., Stabentheiner A.: 1996. Diurnal behavioural differences in forager and nurse honey bee (*Apis mellifera carnica* Pollm). *Apidologie*, 27, 235–244.
- Dhaliwal J.S., Atwal A.S.: 1986. Factors influencing tripping efficiency of bees on alfalfa (*Medicago sativa* L.). In: R.P. Kapil (Ed.), *Pollination Biology: An Analysis*, Inter. India Publ. New Dehli, 79–90.
- Dreller C., Page R.E. Jr., Fondrk M.K.: 1999. Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 45, 227–233.
- Dreller C., Tarpay D.: 2000. Perception of the pollen Reed by foragers in a honeybee colony. *Animal Behaviour*, 59, 91–96.

- Duff S.R., Furgala B.: 1986. Pollen trapping honey bee colonies in Minnesota. Part II: Effect on foraging activity, honey production, honey moisture content and nitrogen content of adult workers. *American Bee Journal*, 126 (11), 755–758.
- Eckert C.D., Winston M.L., Ydenberg R.C.: 1994. The relationship between population size, amount of brood, and individual foraging behavior in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Oecologia*, 97, 248–255.
- Evans E. C., Spivak M.: 2006. Effects of Honey Bee (*Hymenoptera: Apidae*) and Bumble Bee (*Hymenoptera: Apidae*) Presence on Cranberry (Ericales: Ericaceae) Pollination. *Journal of Economic Entomology*, 99 (3), 614–620.
- Faegri K., Iversen J., 1978. Podręcznik analizy pyłkowej. Wyd. Geologiczne, Warszawa, 12–41.
- Faheem M., Aslam M., Razaq M.: 2004. Pollination ecology with special reference to insects – a review. *Journal of Research (Science)*, 15 (4), 395–409.
- Fewell J.H., Bertram S.M.: 1999. Division of labor in a dynamic environment: response by honeybees (*Apis mellifera*) to graded changes in colony pollen store. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 46, 171–179.
- Fewell J.H., Winston M.L.: 1992. Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 30, 387–393.
- Fewell J.H., Winston M.L.: 1996. Regulation of nectar collection in relation to honey storage levels by honey bees, *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology*, 7 (3), 286–291.
- Filmer R.S.: 1932. Brood area and colony size as factors in activity of pollination units. *Journal of Economical Entomology*, 25, 336–343.
- Fortunato L., Gazzola F., Barbattini R., Frilli F.: 2006. A study on the pollen sources for honey bees in Udine province (northern Italy). *Bulletin of Insectology*, 59 (1), 39–43.
- Free J. B.: 1965. The Ability of Bumblebees and Honeybees to Pollinate Red Clover. *The Journal of Applied Ecology*, 2 (2), 289–294.
- Free J.B., Williams I.H.: 1973. Genetic determination of honeybee (*Apis mellifera* L.) foraging preferences. *Annals Applied Biology* 73, 137–141.
- Free J.B.: 1960. The distribution of bees in a honey-bee (*Apis mellifera* L.) colony. *Proc. Roy. Entomol. Soc., (A)*, 35, 141–144.
- Free J.B.: 1967. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. *Animal Behaviour*, 15, 134–144.
- Free J.B.: 1970. *Insects pollination of crops*. Academic press. London and New York.
- Free J.B.: 1993. *Insects Pollination of Crops*. 2nd ed. Academic Press, San Diego.
- Fulop A., Menzel R.: 2000. Risk indifferent foraging behavior in honeybees. *Animal Behaviour*, 60, 657–666.
- Gansier K.: 1984. Auswirkungen permanenten Polenfallengebrauchs auf Bienenvölker der Rasse *Apis carnica*. *Apidologie*, 15 (3), 265–266.
- Garg A., Rao R.R.: 1996. Pollination ecology of endangered *Eremostachys superba*-Royle ex Benth. (*Labiatae*). *Taiwania*, 41, 309–321.
- Garr A.: 2006. Bee-friendly Bee. *Bulletin – Van Dusen Botanical Garden*, 6–7.

- Goulson D., Allen J.A., Stout J.C., Langley J., Hughes W.H.O.: 2000. Identity and function of scent marks deposited by foraging bumble bees. *Journal of Chemical Ecology*, 26, 2897–2911.
- Goulson D., Wrihgt J. C., Hawson S. A.: 1997. Can flower constancy in nectaring butterflies be explained by Darwin's interferences hypothesis? *Oecologia*, 112, 225–231.
- Grabowski P., Siuda M.: 2002. Hodowla pszczół w kierunku zbierania ilości pyłku szansą na poprawę efektywności zapylania roślin. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sect. EE, XI*, 143–151.
- Grabowski P., Wilde J., Siuda M.: 2002. Wykorzystanie pszczół selekcjonowanych na pozyskanie dużych ilości obnoży pyłkowych. *Biuletyn Naukowy*, 18, 85–92.
- Greenleaf S.S., Kremen C.: 2006. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 103 (37), 13890–13895.
- Greggers U., Menzel R.: 1993. Memory dynamics and foraging strategies of honey bees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32, 17–29.
- Gupta J.K.: 2005. An overview of insect pollinators of temperate fruit crops. *ISHS Acta Horticulturae 696: VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. Part Two, 696*, 589–591.
- Harder L. D., Real L. A.: 1987. Why are bumble bees risk averse? *Ecology*, 68, 1104–1108.
- Hellmich R.L., Kulincević J.M., Rothenbuhler W.C.: 1985. Selection for high and low pollen-hoarding honey bees. *Journal of Heredity*, 76, 155–158.
- Hill P. S., Wells P.H., Wells H.: 1997. Spontaneous flower constancy and learning in honey bees as a function of color. *Animal Behaviour*, 54, 615–627.
- Hodges C.S.: 1974. Symptomatology and spread of *Fomes annosus* in southern pine plantations. *USDA Forest Service, Research Paper SE-114*, 10.
- Holm S.N.: 1974. Variation among honeybee colonies in pollen collection from different agricultural crops. *Proceedings of the IIIrd International Symp. on Pollination, Prague, 15–18 Mai, ISSN 0335-3710*, 219–228.
- Holmes R. M., Bassett I. J.: 1963. Effect of meteorological events on ragweed pollen count. *International Journal of Biometeorology*, 7 (1), 27–34.
- Jabłoński B., Skowronek J., Marcinkowski J., Malewski W.: 1981. Owocowanie jabłoni (James Grieve i Golden Delicious) po zapyleniu ich własnym pyłkiem przez pszczoły. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 25, 129–139.
- Jabłoński B., Szklanowska K.: 1985. Wartość pszczelarska nowej odmiany nostryku białego (*Melilotus albus* Med.). *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 29, 359–372.
- Johnson D. L.: 1967. Communication among honey bees with field experience. *Animal Behaviour*, 15, 487–492.
- Kato M.: 1988. Bumble bees visits to *Impatiens* spp.: pattern and efficiency. *Oecologia*, 64, 232–240.
- Klein A.M., Steffan-Dewenter I, Tschardt T.: 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of The Royal Society of London, Series B-Biological Sciences*, 270, 955–961.

- Klein A.M., Vaissière B., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C. i in.: 2007. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences*, 274, 303–313.
- Klepacz J., Czekońska K.: 2003. Gromadzenie pyłku przez zbieraczki pszczoły miodnej w zależności od liczby larw wychowywanych w rodzinie. *XL Naukowa Konferencja Pszczelarska, Materiały z Konferencji, Puławy*, 11–12 marca, 10–11.
- Klepacz-Baniak J., Czekońska K.: 2004. Różnorodność roślin pyłkodajnych odwiedzanych przez zbieraczki z rodzin pszczelich o różnej liczbie wychowywanych larw. *XLI Naukowa Konferencja Pszczelarska, Materiały z Konferencji, Puławy*, 9–10 marca, 10–11.
- Klepacz-Baniak J., Czekońska K.: 2005. Stopień wykorzystania wybranych roślin pyłkodajnych przez pszczołę miodną. *XLII Naukowa Konferencja Pszczelarska, Materiały z Konferencji, Puławy*, 8–9 marca, 99–100.
- Kołtowski Z.: 1996a. Wydajność pyłkowa kilku odmian bobiku (*Vicia faba* L. ssp. *Minor* Harz). *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 1, 67–75.
- Kołtowski Z.: 1996b. Oblot kilku odmian bobiku (*Vicia faba* L. ssp. *Minor* Harz). przez owady zapylające. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 1, 77–91.
- Kremen C., Williams N.M., Aizen M.A., Gemmill-Herren B., LeBuhn G., Minckley R., Packer L., Potts S.G., Roulston T., Steffan-Dewenter I., Vázquez D.P., Winfree R., Adams L., Crone E.E., Greenleaf S.S., Keitt T.H., Klein A.-M., Regetz J., Ricketts T.H.: 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10 (4), 299–314.
- Lipiński M.: 1982. Pożytki pszczele, zapylanie i miododajność roślin. *Wyd. III, PWRiL, Warszawa*.
- Loose J.L., Drummond F.A., Stubbs C., Woods S., Hoffmann S.: 2005. Conservation and Management of Native Bees in Cranberry. *Technical Bulletin 191*, 1–27.
- Manning R.: 2006. Honeybee pollination: technical data for potential honeybee-pollinated crops and orchards in Western Australia. *Bulletin 4298, Department of Agriculture, Western Australia*.
- Marucci P.E.: 1967. Cranberry pollination. *American Bee Journal*, 1007, 212–213.
- Mary Scinthia J.D., Agashe S.N.: 2006. Palynological analysis of honey samples and pollen loads collected from Thally, Dharmapuri district, Tamil Nadu, India. *XV International A.P.L.E. Symposium of Palynology*, 16, pp. 98.
- McLellan A.R.: 1976. Factors Affecting Pollen Harvesting By The Honeybee. *The Journal of Applied Ecology*, 13, 3, 801–811.
- Moeller F.E., 1972. Honey bee collection of corn pollen reduced by feeding pollen in hive. *American Bee Journal*, 112, 210–212.
- Moezel P.G., van der Delfs J.C., Pate J.S., Loneragen W.A., Bell D.T.: 1987. Pollen collection by honey bees in shrublands of the northern sandplains of Western Australia. *Journal of Apicultural Research*, 26, 224–232.
- Morse R.A., Calderon N.W.: 2000. *Bee Culture*, 128, 1–15.
- Muchhala N.: 2006. The pollination biology of Burmeistera (*Campanulaceae*): specialization and syndromes. *American Journal of Botany*, vol. 93, no. 8, 1081–1089.

- Muszyńska J., Warakomska Z.: 1997. Frekwencje gatunków pyłku w zbiorach uzyskanych przez różne rodziny pszczele w tych samych terminach na wspólnym stanowisku, Naukowa Konferencja Pszczelarska, Puławy, mat. konf., 43–44.
- Ne'eman G., Ne'eman R., Ellison A.M.: 2006. Limits to reproductive success of *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae). *American Journal of Botany*, 93(11), 1660–1666.
- Nelson D.L., McKenna D., Zumwalt E.: 1987. The effect of continuous pollen trapping on sealed brood, honey production and grass income Northern Alberta. *American Bee Journal*, 127 (8), 648–650.
- Nye W.P., Mackensen O.: 1965. Preliminary report on selection and breeding of honeybees for alfalfa pollen collection. *Journal of Apicultural Research*, 4, 43–48.
- Osborne J.L., Clark S.J., Morris R.J., Williams I.H., Riley J.R., Smith A.D., Reynolds R.J., Edwards A.S.: 1999. A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. *Journal of Applied Ecology*, 36, 519–533.
- Page Jr. R.E., Fondrk M.K., Hunt G.J., Guzmán-Novoa E., Humphries M.A., Nguyen K., Greene A.S.: 2000. Genetic Dissection of Honeybee (*Apis mellifera* L.) Foraging Behavior. *Journal of Heredity*, 91 (6), 474–479.
- Page R.E., Fondrk M.K.: 1995. The effects of colony-level selection on the social organization of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies: colony-level components of pollen hoarding. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 36, 135–144.
- Paleolog J., Borsuk G., Olszewski K.: 2003a. Pollen hoarding effectiveness and strategies as affected by worker bee genotype. II. Genetic diversity within a colony. *Journal of Apicultural Science*, 47 (2), 13–18.
- Paleolog J., Olszewski K., Borsuk G.: 2003b. Pollen hoarding effectiveness and strategies as affected by worker bee genotype. I. Effectiveness of Buckfast bees. *Journal of Apicultural Science*, 47 (2), 5–11.
- Pankiw T., Page R.E. Jr., Fondrk M.K.: 1998. Brood pheromone stimulates pollen foraging in honey bees (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 44, 193–198.
- Pidek A.: 1988. Wpływ pozyskiwania pyłku na rozwój i produktywność rodzin pszczelich oraz efekty ekonomiczne pasiek. *Pszczeln. Zesz. Nauk.* 32, 197–213.
- Poliščuk W.P.: 1984. Sbory pyłcy w period medosbora. *Pčelovodstvo*, 61 (11), 25–32.
- Poulsen N.H.: 1973. The frequency and foraging behavior of honeybees and bumble bees on field beans in Denmark. *Journal of Apicultural Research*, 12 (2), 75–80.
- Pritsch G.: 1972. Untersuchungen über die Rolle der Bienen bei der Bestäubung der Ackerbohne (*Vicia faba*). *Der XXIII. Internationale Bienenzüchterkongress, Bukarest*, 529–530.
- Rangaswamy B.E., Agashe S.N.: 2006. Pollen analysis of honey collected from Western ghat regions of Karnataka, India with particular emphasis on bee foraging on mangroves. *XV International A.P.L.E. Symposium of Palynology*, 16, pp. 30.
- Reader T., MacLeod I., Elliott P.T., Robinson O.J., Monica A.: 2005. Inter-Order Interactions Between Flower-Visiting Insects: Foraging Bees Avoid Flowers Previously Visited by Hoverflies. *Journal of Insect Behavior*, 18 (1), 51–57.
- Real L.A.: 1981. Uncertainty in plant-pollinator interaction: the foraging behavior of bees and wasps on artificial flowers. *Ecology*, 62, 20–26.

- Reinhard J., Srinivasen M., Zhang S.: 2004. Scent-triggered navigation in honeybees. *Nature*, 427, pp. 411.
- Rogala R., Szymaś B.: 2004a. Nutritional value for bees of pollen substitute enriched with synthetic amino acids. Part I. Chemical methods. *Journal of Apicultural Science*, 48 (1), 19–27.
- Rogala R., Szymaś B.: 2004b. Nutritional value for bees of pollen substitute enriched with synthetic amino acids. Part II. Biological methods. *Journal of Apicultural Science*, 48 (1), 29–36.
- Roman A.: 2003. Wstępne badania nad wpływem stopnia wierności kwiatowej na wydajność pyłkową rodzin pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.), *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych BTN, XXXVIII, Seria B, Nr 51, 223–229.*
- Roman A.: 2004a. Pollen hoarding in the late summer season by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Apicultural Science*, 48 (1), 37–45.
- Roman A.: 2004b. Research on the influence of the plant species number foraging by bees on the quantity of flower pollen gained from honeybee colonies. *Mezinar. Vedec. Konf. Pasture and Animal, Books of Proceedings, Brno 2–3 września 2004, mat. konf., 105–114.*
- Roman A.: 2004c. Gromadzenie pyłku kwiatowego przez rodziny pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.) w drugiej połowie sezonu pożytkowego. *Zesz. Nauk. AR Wroc., seria Zootechnika LI, 501, 291–296.*
- Roman A.: 2004d. Badania nad wpływem liczby oblatywanych przez robotnice gatunków roślin na wydajność pyłkową rodzin pszczelich. *Zesz. Nauk. AR Wroc., seria Zootechnika L, 488, 355–360.*
- Rymaševskij B.K.: 1962. Kormovym bobom nužne pčely. *Pčelovodstvo*: 5, pp. 6.
- Sabara H.A., Gillespie D.R., Elle E., Winston M.L.: 2004. Influence of brood, vent screening, and time of year on honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) pollination and fruit quality of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 97 (3), 727–734.
- Sampson B.J., Danka R.G., Stringer S.J.: 2004. Nectar Robbery by Bees *Xylocopa virginica* and *Apis mellifera* Contributes to the Pollination of Rabbiteye Blueberry. *Journal of Economic Entomology*, 97 (3), 735–740.
- Sanderson Ch., Wells H.: 2005. The floral fidelity of the honeybee. *Uludag Bee Journal*, 5, 32–41.
- Satyabir S., Kavita S., Jain K.L., Singh S.: 1999. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 38, 87–92.
- Schmitt U., Bertsch A., 1990. Do foraging bumble bees scent-mark food sources and does it matter? *Oecologia*, 82, 137–144.
- Shafir S., Wiegmann D.G., Smith B.H., Real L.A.: 1999. Risk sensitive foraging: choice behaviour of honey bees in response to variability in volume of reward. *Animal Behaviour*, 57, 1055–1061.
- Shimanuki H., Lehnert T., Strcker M.: 1967. Differential collection of cranberry pollen by honeybees. *Journal of Economic Entomology*, 60, 1031–1033.

- Skowronek J., Jabłoński B., Szklanowska K.: 1985. Wpływ owadów zapylających na owocowanie 6 odmian truskawki (*Fragaria grandiflora* Ehrh.). Pszczeln. Zesz. Nauk., 29, 205–229.
- Skowronek J., Jabłoński B.: 1989. Floromigracja, [w:] Encyklopedia pszczelarska, PWRiL, Warszawa, pp. 49.
- Solomon Raju A.J., Purnachandra Rao S.: 2006. Nesting habits, floral resources and foraging ecology of large carpenter bees (*Xylocopa latipes* and *Xylocopa pubescens*) in India. Current Science, 90 (9), 1–9.
- Stawiarz E.: 2008. Pollen spectrum of rapeseed honey from the Sandomierska Upland area. Journal of Apicultural Science, 52, 1, 83–91.
- Steffan-Dewenter I., Muenzenberg U., Buerger Ch., Thies C., Tscharnkte T.: 2002. et al. Scale-dependent effects of landscape structure on three pollinator guilds. Ecology, 83, 1421–1432.
- Steffan-Dewenter I., Tscharnkte T.: 2001. Succession of bee communities on fallows. Ecography, 24, 83–93.
- Stout J.C., Goulson D., Allen J.A.: 1998. Repellent scent-marking of flowers by a guild of foraging bumble bees (*Bombus* spp.). Behavioral Ecology and Sociobiology, 43, 317–326.
- Stout J.C., Goulson D.: 2001. The use conspecific and interspecific scent marks by foraging bumble bees and honey bees. Animal Behaviour, 62, 183–189.
- Sumner D.A., Boriss H.: 2006. Bee-economics and the leap in pollination fees. Giannini Found. Agric. Econ. Update, 9, 9–11.
- Szklanowska K.: 1987. Pszczelarska wartość jabłoni ozdobnych stosowanych jako zapylacze w sadach. Pszczeln. Zesz. Nauk., 31, 189–206.
- Szklanowska K.: 1992. Wydajność pyłkowa niektórych drzew i krzewów ozdobnych z rodziny różowatych (*Rosaceae*). Pszczeln. Zesz. Nauk., 36, 65–73.
- Tasei J.N.: 1975. Pollinator insects of the field bean (*Vicia faba equine*) which is producing hybrid seeds. Proceedings of the IIIrd International Symposium on Pollination, Prague, 15–18 Mai, ISSN 0335-3710, 115–119.
- Tepedino V.J.: 1979. The importance of bees and other insect pollinators in maintaining floral species composition. Great Basin Naturalist Memoirs, 3, 139–150.
- Todd F.E., Reed C.B.: 1970. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. Journal of Economical Entomology, 63, 148–149.
- Vallet A., Gassier P., Lensky Y.: 1991. Onkogeny of the fine-structure of the mandibular glans of the honey bee (*Apis mellifera* L.) workers and the pheromonal activity of 2-heptanone. Journal of Insect Physiology, 37, 789–804.
- Van Leare O., Martens N.: 1971. Influence d'une diminution artificielle de la provision de proteins sur l'activite de collecte de la colonie d'abeilles. Apidologie, 2, 197–204.
- Verma L.R., Rana R.S.: 1994. Further studies on the behaviour of *Apis cerana* and *Apis mellifera* foraging on apple flowers. Journal of Apicultural Research, 33 (3), 175–179.
- Veselý V., Titěra D.: 1985. The ability of the carniolan bee (*Apis m. carnica* Pollm.) to gather pollen from field bean (*Vicia faba* L.) under the conditions of Czech Socialist Republic. Pszczeln. Zesz. Nauk. 29, 187–190.

- Waddington K.D.: 1979. Divergence in inflorescence height: an evolutionary response to *pollinator fidelity*. *Oecologia*, 40 (1), 43–50.
- Warakomska Z., Muszyńska J.: 2000. Pollen image of the pollen loads collected in the vicinity of the fertilizer plant in Puławy. *Pszczeln. Zesz. Nauk.* XLIV (2), 217–222.
- Warakomska Z.: 1962. Badania nad zbiorem pyłku przez pszczołę miodną *Apis mellifica* L. w rolniczych okolicach Polski. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sect. E*, 17 (5), 67–106.
- Warakomska Z.: 1972. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. *Pszczeln. Zesz. Nauk.* 16, 63–90.
- Warakomska Z.: 1999a. The composition of polliniferous plants of the Kraków region in the microscopic analysis of pollen loads of the honeybee, [in:] *Changes in fauna of wild bees in Europe*. *Pedag. Univ. Bydgoszcz*, 215–220.
- Warakomska Z.: 1999b. Rośliny ogrodowe i ruderalne Puław w obrazie pyłkowym obnóży pszczelich. *Biblioteka Fragmenta Agronomia*, 6, 137–144.
- Watanabe M.: 1994. Pollination worries rise as honey bees decline. *Science*, 265, 1170.
- Wells H., Hill P.S., Wells P.H.: 1992. Nectivore foraging ecology: rewards differing in sugar types. *Ecological Entomology*, 17, 280–288.
- Wells H., Wells P.H.: 1983. Honey bee foraging ecology: optimal diet, minimal uncertainty or individual constancy. *Journal of Animal Ecology*, 52, 829–836.
- Wenner A.M., Johnson D.L.: 1966. Simple conditioning in honeybees. *Animal Behaviour*, 14, 149–155.
- Wilde J., Bratkowski J.: 1996. Pozyskiwanie pyłku w rodzinach z zastosowaniem różnych metod gospodarki pasiecznej. XXXIII Naukowa Konferencja Pszczelarska Puławy 12–13 marca. *Mat. Konf.*, 90–91.
- Wilde J., Bratkowski J.: 1997. Wnioskowanie o przydatności rodzin pszczelich do pozyskiwania obnóży pyłkowych. I Ogólnopolska Konferencja Naukowa: „Biologia kwitnienia, nektarowania i zapyłania roślin”. 13–14 listopada, Lublin, 178–183.
- Wilde J., Cichoń J., Grabowski P.: 2002. Korzyści ukierunkowania pasiek profesjonalnych na pozyskiwanie pyłku. *Biuletyn Naukowy*, 18, 9–17.
- Wilde J., Krukowski R., Bobrzecki J.: 1994. Porównanie metod gospodarki pasiecznej umożliwiających zwiększenie ilości pozyskiwanych obnóży pyłkowych. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae, Olstenensis, Zootechnica*, 39, 181–191.
- Wilde J., Krukowski R.: 1995. Uprawy bobiku jako pożytek pyłkowy dla pszczół w towarowej pasiece wędrownej. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae, Olstenensis, Zootechnica*, 43, 115–128.
- Wilkaniec Z., Giejdasz K., Fliszkiewicz M.: 2004. The influence of food amount consumed during the larval development on the body weight of the imago of the red mason bee (*Osmia rufa* L., *Megachilidae*). *Journal of Apicultural Science*, 48 (1), 47–54.
- Williams C.S.: 1998. The identity of the previous visitor influence flower rejection by nectar-collecting bees. *Animal Behaviour*, 56, 673–681.
- Winfree R., Williams N.M., Dushoff J., Kremen C.: 2007. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters*, 10 (11), 1105–1113.

- Woyke H.: 1991. Pszczoły i trzmiele mogą znacznie podnieść wysokość i jakość plonu nasion bobu. *Hodowla Roślin*, 2, 21–25.
- Wróblewska A.: 1992. Kwitnienie i pożytek pyłkowy wybranych gatunków z rodziny baldaszkowatych (*Umbeliferae* Juss., *Apiaceae* Lindl.) w okolicach Lublina. cz. I. Biologia i obfitość kwitnienia. *Acta Agrobotanica*, 45, 1, 2, 5–24.
- Wróblewska A.: 1993. Kwitnienie i pożytek pyłkowy wybranych gatunków z rodziny baldaszkowatych (*Umbeliferae* Juss., *Apiaceae* Lindl.) w okolicach Lublina. cz. II. Wydajność pyłkowa i oblot przez owady. *Acta Agrobotanica*, 46, 1, 51–65.
- Zalesińska A., Więckowski S.K.: 1992. Wpływ pszczół na plonowanie porzeczki czarnej (*Rebis nigrum* L.). *Pszczeln. Zesz. Nauk.* 37, 119–129.
- Ziemińska-Tworzydło M., Kohlman-Adamska A.: 2003. Morfologia, [w:] *Palinologia*. Red. S. Dybova-Jachowicz i A. Sadowska (praca zbiorowa). Wydawnictwa Instytutu Botaniki PAN, Kraków, 33–54.
- Żuk B.: 1989. *Biometria stosowana*. PWN, Warszawa.

INFLUENCE OF FLORAL PREFERENCE ON POLLEN YIELD OF THE HONEY BEE COLONIES

S u m m a r y

The aim of the study was a determination if and to what extent floral preference influences a mass of pollen obtained from bee colonies. Field study was conducted in a period of May – August 2002 to 2006 on 20 bee colonies. Pollen was obtained twice a week (every 3 days on average) in a form of loads using a pollen trap of entrance type with a 5 mm mesh plate. Loads were collected 26 times each year, and 2600 samples of pollen were obtained in total. A shape of pollen grains were determined using a scanning microscope, and on that basis families or species of plants that were used by bees were specified.

An average mass of pollen obtained from one bee colony was 19.63 g/day (from 16.69 in 2002 to 22.60 g/day in 2006). An average mass of one load ranged from 6.55 to 7.96 mg/head. Floral preference for all colonies in the whole period was 64.7% on average, and ranged from 61.3% to 67.4%. Low coefficient of variation of floral preference proved a strong floral fidelity of bee colonies during winter rape ($V = 10.30\%$) and raspberry ($V = 11.76\%$) blooming. High coefficient in turn, demonstrated low floral fidelity of bee colonies during clover ($V = 19.90\%$), artemisia ($V = 18.61\%$) and goldenrod ($V = 21.24\%$) blooming.

Bees harvested on 3.2 to 5.5 plant species daily on average. Pollen grains of one plant species were observed in single loads the most often. In a part of loads pollen from 2–4 plant species was observed, but one species was always predominant, and a contribution of others was small (from a few to a dozen or so percent).

Mass of pollen was negatively correlated with a temperature of an air ($r = -0.424$), however positively with wind velocity ($r = 0.273$). Mass of one load was positively correlated with wind velocity ($r = 0.485$) and atmospheric pressure ($r = 0.281$), while negatively with air humidity ($r = -0.244$) and clouds degree ($r = -0.314$). Floral preference was negatively correlated with air temperature ($r = -0.157$), air humidity ($r = -0.316$), clouds degree ($r = -0.360$) and falls amount ($r = -0.339$), and positively with atmospheric pressure ($r = 0.233$).

Significant relationships between floral preference and pollen mass were present in the case of 55% colonies ($r = 0.213$). In 80% of bee colonies significant relationships between floral preference and mass of one pollen were observed ($r = 0.238$). Pollen mass was positively correlated with a mass of one load ($r = 0.335$) and a number of harvested plant species ($r = 0.156$).

Key words: bee colony, honeybee, pollen load, floral preference, floral fidelity, floral migration, pollen yield

WPLYW PREFERENCJI KWIATOWEJ NA WYDAJNOŚĆ PYŁKOWĄ RODZIN PSZCZOŁY MIODNEJ

Streszczenie

Celem badań było wykazanie, czy i jak dalece preferencja kwiatowa wpływa na masę pyłku kwiatowego pozyskiwanego od rodzin pszczelich. Badania terenowe wykonano w okresie maj-sierpień 2002 do 2006 r., na 20 rodzinach pszczelich. Pyłek kwiatowy pozyskiwano w postaci obnóży dwa razy w tygodniu (średnio co 3 dni), za pomocą poławiacza typu wylotkowego z płytką strącającą z oczkami o średnicy 5,00 mm. Co roku obnóży pobierano 26 razy. Łącznie pozyskano 2600 próbek pyłku. Posługując się mikroskopem skaningowym, określono kształty ziaren pyłku, a na ich podstawie rodziły lub gatunki roślin, z których korzystały pszczoły.

Średnia masa pyłku pozyskanego od jednej rodziny pszczelej wynosiła 19,63 g/dzień (od 16,69 w 2002 do 22,60 g/dzień w 2006 r.). Średnia masa jednego obnóży wahała się od 6,55 do 7,96 mg/szt. Preferencja kwiatowa dla wszystkich rodzin za cały okres wynosiła średnio 64,7%, wahając się od 61,3 do 67,4%. Niski współczynnik zmienności preferencji kwiatowej świadczył o dużej wierności kwiatowej rodzin pszczelich w okresie kwitnienia rzepaku ozimego ($V=10,30\%$) i maliny ($V = 11,76\%$). Natomiast wysoki współczynnik wskazywał niską wierność kwiatową rodzin pszczelich w okresie kwitnienia koniczyny ($V = 19,90\%$), bylicy ($V = 18,61\%$) i nawłoci ($V = 21,24\%$).

Pszczoły oblatywały w ciągu dnia średnio od 3,2 do 5,5 gatunków roślin. W pojedynczych obnóżach najczęściej stwierdzano ziarna pyłku jednego gatunku rośliny. W części obnóży odnotowano pyłek 2–4 gatunków roślin, ale zawsze dominował jeden gatunek, a udział pozostałych był niewielki (od kilku do kilkunastu procent).

Masa pyłku była ujemnie skorelowana z temperaturą powietrza ($r = -0,424$), natomiast dodatnio z ujemnością wiatru ($r = 0,273$). Masa jednego obnóży była dodatnio skorelowana z prędkością wiatru ($r = 0,485$) i ciśnieniem atmosferycznym ($r = 0,281$), natomiast ujemnie z wilgotnością powietrza ($r = -0,244$) i stopniem zachmurzenia ($r = -0,314$). Preferencja kwiatowa była ujemnie skorelowana z temperaturą powietrza ($r = -0,157$), wilgotnością powietrza ($r = -0,316$), stopniem zachmurzenia ($r = -0,360$) i sumą opadów ($r = -0,339$), a dodatnio z ciśnieniem atmosferycznym ($r = 0,233$).

Istotne zależności między preferencją kwiatową i masą pyłku wystąpiły u 55% rodzin ($r = 0,213$). U 80% rodzin pszczelich stwierdzono istotne zależności między preferencją kwiatową i masą jednego obnóży ($r = 0,238$). Masa pyłku była dodatnio skorelowana z masą jednego obnóży ($r = 0,335$) i liczbą oblatywanych gatunków roślin ($r = 0,156$).

Słowa kluczowe: rodzina pszczoła, pszczoła miodna, obnóże pyłkowe, preferencja kwiatowa, wierność kwiatowa, floromigracja, wydajność pyłkowa