

Zadrzewienia śródpolne jako ostoje pszczół

Mid-field woodlots as refuges for bees

Anna SOBIERAJ-BETLIŃSKA, Józef BANASZAK

Katedra Ekologii, Instytut Biologii Środowiska, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
85-093 Bydgoszcz, al. Ossolińskich 12,
e-mails: anna.sobieraj@ukw.edu.pl, lednica@ukw.edu.pl

ABSTRACT: The following paper presents the main results of a series of studies on bees Apiformes (Anthophila) in various types of mid-field woodlots in the agricultural landscape, conducted since the 1970s in Western Poland. The studied woodlots (also referred to as field woods, forest islands, or wooded patches) are located in the Wielkopolska-Kujawska Lowland.

KEY WORDS: bees, Hymenoptera, Apoidea, Apiformes, Anthophila, mid-field woodlots, refuge, agricultural landscape.

Wstęp

Według definicji FORMANA i GODRONA (1986) krajobraz rolniczy to układ plam (wysp) środowiskowych, korytarzy i barier ekologicznych, które tworzą sieć ekologiczną pośród pól uprawnych. Krajobraz rolniczy jest szczególnie intensywnie poddawany presji człowieka. W związku z tym prawidłowo ukształtowaną strukturę krajobrazu rolniczego powinny tworzyć: enklawy leśne, trwałe użytki zielone, zbiorniki wodne oraz różnego typu zadrzewienia śródpolne. Te małopowierzchniowe elementy przyrodnicze mają ważny wpływ na bioróżnorodność i powiązania ekologiczne w krajobrazie, poprzez zwiększenie jego stabilności i produktywności (BANASZAK 1983; SYMONIDES 2010). Spośród cennych środowisk dla owadów zapylających obecnych w monotonnym krajobrazie rolniczym wymienić należy przede wszystkim zadrzewienia (zarośla) śródpolne, stanowiące składniki agroekosystemów, w przeciwieństwie do kompleksów leśnych, które tworzą odrębne ekosystemy (KARG i KARLIK 1993). Zakłada

się, że ekosystemy leśne w naszych warunkach przyrodniczych nie wykształcają się w płatach mniejszych niż 0,5 ha (DĄBROWSKA-PROT 1998). Ustawa o ochronie przyrody z 2004 roku definiuje zadrzewienie jako „pojedyncze drzewa, krzewy albo ich skupiska, niebędące lasem w rozumieniu ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 2015 r. poz. 422, 586, 903, 1020 i 1948) lub plantacją, wraz z terenem, na którym występują, i pozostałymi składnikami szaty roślinnej tego terenu” (Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880).

Zadrzewienia śródpolne można nazwać marginesami ekologicznymi (SZWED i in. 1999), które w krajobrazie rolniczym są siedliskami zarządzanymi przez samą naturę lub siedliskami, w których stopień ingerencji człowieka jest niski (BANASZAK 2001).

Pierwsze wzmianki dotyczące zakładania zadrzewień w Polsce, wzdłuż dróg oraz jako ochrona sadów przed wiatrem można odszukać w wielkim dziele uczonego księdza-przyrodnika Krzysztofa KLUKA pt. „*O drzewach i ziołach dzikich, lasach etc.*” z 1778 roku. Ważną rolę tego typu roślinności spopularyzował w kraju prekursor rolnictwa ekologicznego i kształtowania środowiska na obszarach wiejskich – generał Dezydery CHŁAPOWSKI w latach 20-tych XIX wieku. Po upadku Napoleona zapoznał się w Szkocji z nowoczesnymi technologiami w rolnictwie, które potem wprowadził w Polsce (ZAJĄCZKOWSKI J. i ZAJĄCZKOWSKI K. 2013). W swoim dziele pt. „*O rolnictwie*” (1843) wymienia zalety tworzenia zadrzewień śródpolnych w krajobrazie rolniczym. W 1818 r. w obrębie swojego 10 tys. ha liczącego majątku w wielkopolskiej wsi Turew niedaleko Kościana rozpoczął zakładanie sieci zadrzewień śródpolnych o zróżnicowanej formie i bogatym składzie gatunkowym (KARG 2010; RASZEJA 2010). Po II wojnie światowej badania nad rolą zadrzewień prowadził prof. Zdzisław WILUSZ (WILUSZ 1954, 1956, 1958). Innym przykładem wielkoobszarowego systemu zadrzewień śródpolnych są zadrzewienia fitomelioracyjne na Żuławach Gdańskich, które wprowadzono w latach 1964–1969 (ZAJĄCZKOWSKI J. i ZAJĄCZKOWSKI K. idem).

W nawiązaniu do teorii biogeografii wysp MACARTHUR’A i WILSON’A (1967), między innymi zadrzewienia śródpolne określa się mianem wysp środowiskowych, które w krajobrazie antropogennym tworzą ważne środowiska refugialne. Możliwości przeżycia i utrzymania się organizmów żywych w takim krajobrazie ściśle związane są z obecnością w nim tego typu wysp środowiskowych (DĄBROWSKA-PROT op.cit.).

Rolą zadrzewień śródpolnych dla pszczół zaczął się interesować jako pierwszy BANASZAK (1983), podczas badań prowadzonych w krajobrazie

rolniczym w okolicach wsi Turew. Następnie badania te na tym samym obszarze kontynuował CIERZNIAK (1994). Rozwinięciem tych badań było zorganizowanie przez prof. J. BANASZAKA w 1992 roku przy Katedrze Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy Zespołu Badań Ekologii Krajobrazu, skupiającego badaczy z wymienionej wyżej WSP (dziś Uniwersytet Kazimierza Wielkiego) oraz Uniwersytetu Adama Mickiewicza. Efektem tych badań były syntetyczne opracowania pt. „*Ekologia wysp leśnych*” (BANASZAK 1998) i jej anglojęzyczna wersja „*Ecology of Forest Islands*” (BANASZAK 2000) oraz „*Wyspy środowiskowe. Bioróżnorodność i próby typologii*” (BANASZAK 2002). W sierpniu 1993 roku dokonano także wstępnej oceny zadrzewień Żuław Gdańskich jako biotopu owadów zapylających (CIERZNIAK 1996). Jednak pomimo wielu badań, mechanizmy kształtujące faunę pszczół zadrzewień śródpolnych w krajobrazie rolniczym nie zostały zadawalająco wyjaśnione. Badacze zajmujący się tym zagadnieniem zwracali uwagę na kilka cech zadrzewień, takich jak: powierzchnia, kształt, stopień izolacji, pochodzenie, położenie w krajobrazie, liczba gatunków roślin pokarmowych dla pszczół w zadrzewieniu, liczba zbiorowisk roślinnych w obrębie zadrzewienia, procent pokrycia zadrzewienia przez rośliny pokarmowe oraz powierzchnia ekotonu. W oparciu o przykłady z literatury autorzy podsumowują dotychczasowe informacje o ekologii pszczół zadrzewień śródpolnych.

Charakterystyka zgrupowań pszczół zadrzewień śródpolnych

W obrębie 11 badanych zadrzewień śródpolnych krajobrazu rolniczego Wielkopolski wykazano w Wierzenicy – 94 (BANASZAK i CIERZNIAK 1998; CIERZNIAK 2003), a w Turwi – 52 gatunki pszczół (BANASZAK 1983; CIERZNIAK 1994).

Na podstawie badań stwierdzono, że średnie zagęszczenie dziko żyjących pszczół w zadrzewieniach śródpolnych różnego typu wynosi od 106 do 583 osobników/ha. Zagęszczenia pszczół w tego typu wyspach środowiskowych są zazwyczaj wyższe niż w zwartych kompleksach leśnych, ustępując murawom kserotermicznym, które charakteryzują się najwyższymi wartościami zagęszczeń w kraju (Tab. I). Zadrzewienia śródpolne stanowią pod względem zasiedlających je Apiformes odpowiedniki trwałych elementów krajobrazu, jak naturalne murawy kserotermiczne lub zespoły leśne (BANASZAK 1983). Porównując zasoby ilościowe fauny dziko żyjących pszczół w różnych ekosystemach krajobrazu rolniczego

łatwo dostrzec, że zadrzewienia śródpolne są ważnym elementem wzbogacającym ten krajobraz w owady zapylające.

Tab. I. Porównanie zagęszczeń i liczb gatunków dzikich pszczół Apiformes (Anthophila) w wybranych środowiskach refugialnych krajobrazu rolniczego i muraw.

Table I. Comparison of densities and numbers of species of wild bees Apiformes (Anthophila) in selected refuge habitats in the agricultural landscape and grasslands

n – liczba powierzchni badawczych (number of studied plots),

N – liczba gatunków (number of species).

Typ środowiska <i>Type of habitat</i>	n	Zagęszczenie (os./ha) <i>Density (ind./ha)</i>		N	Autor <i>Author</i>
		zakres <i>range</i>	średnia <i>mean</i>		
Zadrzewienia śródpolne	1	106,0	106,0	26	BANASZAK 1983
	6	308,3–704,3	578,2	19–59	BANASZAK i CIERZNIAK 1998
	4	44,7–597,3	253,0	11–28	CIERZNIAK 1994
Parki wiejskie	3	276,7–725,0	476,5	22–49	BANASZAK 1985, 1994
Przydroża	7	10,0–702,5	225,4	2–33	CIERZNIAK 1994
	2	115,5–288,0	201,75	17–31	BANASZAK 1983
	3	183,3–482,3	285,5	34–35	CIERZNIAK 2003
Wiejskie środowiska ruderalne	3	778,0–997,2	887,6	22–50	BANASZAK 1985
Murawy kserotermiczne (różne regiony)	3	516,0–1240,0	836,0	58–134	BANASZAK 1983; BANASZAK i CIERZNIAK 1994; BANASZAK i KRZYSZTOFIK 1996
Murawy kserotermiczne na wydmach Kotliny Toruńskiej	8	438,0–1064,0	699,9	7–82	PAWLIKOWSKI 1992

Skład gatunkowy pszczół w zadrzewieniach śródpolnych jest zmienny. Liczba gatunków dzikich pszczół stwierdzona w poszczególnych zadrzewieniach śródpolnych waha się w szerokich granicach, od 11 do 59.

W zgrupowaniach dziko żyjących pszczół zadrzewień śródpolnych okolic Turwi i Wierzenicy dominowały następujące gatunki: *Andrena flavipes*

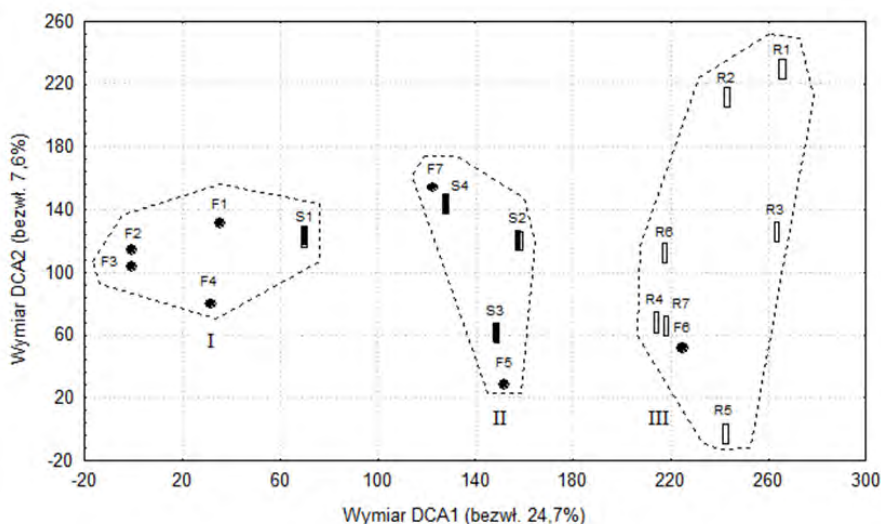
PANZ., *A. nigroaenea* (KBY.), *Bombus lapidarius* (L.), *Lasioglossum parvulum* (SCHCK.) *Bombus terrestris* (L.) *B. pascuorum* (SCOP.), *B. lucorum* (L.), *Lasioglossum calceatum* (SCOP.) i *L. subfasciatum* (IMHOFF) (BANASZAK i CIERZNIAK 2002).

Czynniki kształtujące zgrupowania pszczół w typach środowiskowych

Czynnikiem kształtującym zgrupowania pszczół dziko żyjących jest geneza wyspy środowiskowej. Analiza korespondencji DCA wykonana w oparciu o zagęszczenia dziko żyjących pszczół pozwoliła wyodrębnić trzy grupy wysp środowiskowych:

- I grupa: zadrzewienia naturalne, wykształcone spontanicznie (pagórki lub złądowane oczka wodne) na fragmentach pól wyłączonych spod uprawy (okolice Wierzenicy);
- II grupa: zadrzewienia sztuczne (zdegenerowane), powstałe z nasadzeń o zniekształconej roślinności, co było wywołane sadzeniem gatunków drzew niezgodnych z siedliskiem i obcych florystycznie (okolice Turwi poza jednym zadrzewieniem F5 z okolic Wierzenicy);
- III grupa: przydroża i jedno zadrzewienie punktowe F6 (okolice Turwi).

Większą liczbą gatunków pszczół oraz wyższym zagęszczeniem charakteryzowały się zadrzewienia o charakterze naturalnym zlokalizowane w krajobrazie rolniczym okolic Wierzenicy (BANASZAK i CIERZNIAK 2002). BANASZAK i CIERZNIAK (2002) stwierdzili, że zagęszczenie pszczół rozpatrywane łącznie dla okolic Wierzenicy i Turwi jest skorelowane z zagęszczeniem roślin pokarmowych pszczół (% pokrycia powierzchni zadrzewienia przez rośliny pokarmowe). Pozostałe cechy wysp środowiskowych, tj.: powierzchnia wyspy, powierzchnia ekotonu, izolacja, liczba gatunków roślin pokarmowych i % pokrycia powierzchni przez rośliny pokarmowe a liczba gatunków pszczół nie były skorelowane. Podobnie ma się sytuacja pomiędzy zagęszczeniem pszczół a wymienionymi wyżej podstawowymi cechami zadrzewień, za wyjątkiem zagęszczenia roślin pokarmowych. Zagęszczenia w zadrzewieniach zdegenerowanych są zatem niższe z powodu mniejszych zasobów pokarmowych. Ponadto wcześniejsze badania BANASZAKA i CIERZNIAKA (1998), uwzględniające jedynie zadrzewienia śródpolne okolic Wierzenicy wykazały istotną korelację pomiędzy zróżnicowaniem gatunkowym pszczół a liczbą gatunków roślin pokarmowych pszczół oraz zagęszczeniem tych roślin w zadrzewieniu.



Ryc. 1. Grupy wysp środowiskowych uzyskane metodą analizy korespondencji na podstawie struktury zgrupowań dziko żyjących pszczoł Apiformes (Anthophila). I – zadrzewienia naturalne (F1, F2, F3, F4, S1 – okolice Wierzenicy), II – zadrzewienia sztuczne (F7, S2, S3, S4 – okolice Turwi, F5 – okolice Wierzenicy), III – przydroża (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 – okolice Turwi) i zadrzewienie punktowe (F6 – okolice Turwi) (BANASZAK i CIERZNIAK 2002).

Fig. 1. Groups of habitat islands distinguished by means of correspondence analysis on the basis of the structure of communities of wild bees Apiformes (Anthophila). I – natural field woods (F1, F2, F3, F4, S1 – near Wierzenica), II – plots planted with trees (F7, S2, S3, S4 – near Turew, F5 – near Wierzenica), III – roadsides (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 – near Turew), and a clump of trees (F6 – near Turew) (BANASZAK & CIERZNIAK 2002).

Liczba osobników pszczoł na przeciętny hektar krajobrazu jest skorelowana z udziałem w krajobrazie środowisk ostojowych, między innymi zadrzewień śródpolnych. Przynajmniej $\frac{1}{4}$ krajobrazu rolniczego powinny więc stanowić obszary ostojowe fauny (BANASZAK 1986, 1992). Nie bez znaczenia pozostaje typ krajobrazu w którym zlokalizowana jest wyspa leśna. Dotychczas nie udało się jednoznacznie określić, który z czynników – lokalizacja czy zasoby pokarmowe wyspy środowiskowej – miał decydujące znaczenie w kształtowaniu zasobów ilościowych pszczoł (BANASZAK i CIERZNIAK 2002).

Wysokie bogactwo gatunkowe wysp leśnych w okolicach Wierzenicy może wynikać z większego zróżnicowania krajobrazu tego terenu, otoczonego przez kompleksy leśne oraz dolinę rzeki Głównej. Wyspy środowiskowe typowo rolniczego krajobrazu Turwi cechowały się niższym

bogactwem gatunkowym być może z uwagi na brak dużych kompleksów leśnych i mało urozmaicony relief. O bogactwie gatunkowym pszczół w zadrzewieniu może zatem decydować „naturalność” lub bogactwo fauny lokalnej. Jednakże dotychczasowe badania nie pozwalają na rozdzielanie tych czynników (BANASZAK i CIERZNIAK 2002).

Pomiędzy średnią liczbą gatunków pszczół w różnych typach zadrzewień, tzn. zadrzewień pasowych czy punktowych i przydrożach brak istotnych statystycznie różnic. Najliczniej pszczoły występowały w zadrzewieniach śródpolnych punktowych w porównaniu do zadrzewień pasowych i przydroży. Różnice te były istotne statystycznie (BANASZAK i CIERZNIAK 2002).

Zadrzewienia śródpolne jako ostoje

Zadrzewienia śródpolne tworzą środowiska ostojowe w krajobrazie rolniczym. Ostoja to każde środowisko, które zapewnia dzikim pszczołom miejsce do gniazdowania i/lub odpowiednie źródło pokarmu.

Podstawową zaletą refugium, jakie tworzą zadrzewienia śródpolne jest zapewnienie miejsc przeżycia dla gatunków pszczół, czyli warunków do zakładania gniazd. BANASZAK i CIERZNIAK (1998) wykazali, że wyspa o pięciokrotnie większej powierzchni charakteryzuje się wyższym udziałem gatunków autochtonicznych (gniazdujące), w przeciwieństwie do wyspy mniejszej, cechującej się wyższym udziałem gatunków napływowych. Wynika stąd, że pomiędzy zadrzewieniami dochodzi do znacznej wymiany osobników. Na wyspach leśnych w okolicy Wierzenicy zaobserwowano 16 gatunków pszczół zakładających gniazda ziemne w obrębie skarp, powstałych jako wynik podorywania zadrzewień (CIERZNIAK 2003). W czasie badań terenowych w zadrzewieniach żuławskich tylko w miesiącu sierpniu stwierdzono gniazdowanie w ich wnętrzu lub na skraju 10 gatunków pszczół (CIERZNIAK 1996). W obrębie zadrzewień śródpolnych gniazduje większość krajowych gatunków trzmieli *Bombus* LAT., pszczołek *Andrena* F., smuklikowatych Halictidae, lepiarek *Colletes* LAT. oraz spójnicowatych Melittidae. Są to gatunki zakładające gniazda w ziemi. Poza tym zadrzewienia śródpolne tworzą odpowiednie warunki do gniazdowania pszczół w łądogach roślin lub zajmowania korytarzy larw chrząszczy w drewnie (CIERZNIAK i KACZMAREK 1998).

Rośliny dziko rosnące w zadrzewieniach dostarczają pożytku pszczołom przez cały sezon wegetacyjny, w przeciwieństwie do pól uprawnych będących krótkotrwałym chociaż bardzo obfitym źródłem pokarmu. CIERZNIAK (2003) w 5 zadrzewieniach śródpolnych okolic wsi

Wierzenica stwierdził 41 gatunków roślin oblatywanych przez pszczoły. W okresie wiosennym głównymi roślinami pokarmowymi okazały się krzewy: *Crataegus monogyna* JACQ., *Prunus spinosa* L. oraz rośliny zielne: *Taraxacum officinale* F.H. WIGG., *Anthriscus sylvestris* (L.) HOFFM. i *Alliaria petiolata* (M. BIEB.) CAV. et GRANDE. Wśród roślin letnich szczególnie atrakcyjnych dla pszczół pojawiły się: *Ballota nigra* L., *Arctium tomentosum* MILL., *Cirsium arvense* (L.) SCOP. i *Galeopsis pubescens* BESS. (CIERZNIAK idem).

Niektóre gatunki roślin zielnych, krzewów i drzew występujące w zadrzewieniach śródpolnych dostarczają znacznych ilości pyłku i nektaru. Wśród cennych dla pszczół drzew znalazły się głównie: *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Pyrus communis* L. i *Robinia pseudoacacia* L. (CIERZNIAK 2003).

Pszczoły koncentrują się głównie w strefie styku zadrzewień z polami, czyli na okrajkach (zbiorowiska ziołoroślowe) i oszyjkach (zbiorowiska krzewiaste), z uwagi na bogato rozwijającą się tam roślinność zielną i krzewiastą, która dostarcza pokarmu przez cały sezon wegetacyjny. Średnie zagęszczenie jest cztery razy wyższe w tej strefie w porównaniu do wnętrza zwartych zadrzewień (BANASZAK i CIERZNIAK 1998).

Zadrzewienia śródpolne tworzą również optymalne drogi migracji pszczół, w celach pokarmowych oraz rozprzestrzeniania się osobników na nowe tereny. Osobniki gatunków pszczół niewielkich rozmiarów mogą odbywać loty pokarmowe o zasięgu od 150 do 250 m (BATRA 1966; MÜNSTER-SWENDSEN 1968; KÄPYLÄ 1978), z kolei trzmiele w granicach od 50 do 660 m (TERÄS 1976; KWAK i in. 1991; DRAMSTAD 1996; OSBORNE i in. 1999; WALTHER-HELLWIG i FRANKL 2000; KWAK 2002). CIERZNIAK (1990), prowadząc badania nad migracjami pokarmowymi trzmieli, zaobserwował ich duże przywiązanie do miejsc pokarmowych w obrębie zadrzewienia śródpolnego w okresie masowego kwitnienia *Ballota nigra*. Dopiero podczas gwałtownego zubożenia zasobów pokarmowych, spowodowanych suszą a następnie wykoszeniem reszty roślinności pokarmowej wykazano migracje trzmieli do sąsiednich najbliższych refugium. Okazuje się, że zbyt dalekie loty furazowe trzmieli są „nieopłacalne” dla nich pod względem energetycznym, nawet w okresie zwiększonej konkurencji pokarmowej w zgrupowaniu (RANTA i VEPSÄLÄINEN 1981). Duże przywiązanie trzmieli do miejsc zbierania pokarmu stwierdził również HEINRICH (1976). Korytarze ekologiczne, jakie tworzą m. in. zadrzewienia śródpolne umożliwiają kontakt między lokalnymi populacjami tego samego gatunku. Pozwala to na wymianę materiału genetycznego

między tymi populacjami, a wyspowe populacje stają się częścią metapopulacji (WEINER 1999).

Podsumowanie

Bogactwo gatunkowe i liczebność pszczół zależą od właściwej proporcji dwóch grup elementów struktury krajobrazu rolniczego – ostojowych (miejsc przeżycia) i użytków rolnych. Wśród środowisk ostojowych należy wymienić m.in. zadrzewienia śródpolne (BANASZAK 1983).

BANASZAK i SZEFER (2014) porównując podobieństwa społeczności dziko żyjących pszczół w poszczególnych typach siedlisk refugialnych krajobrazu rolniczego Wielkopolski (przydroża, zadrzewienia śródpolne, lasy) wykazali wyraźne różnice w strukturze społeczności pomiędzy przydrożami a powierzchniami leśnymi. Jednakże, zadrzewienia śródpolne pokrywają się z lasami i przydrożami pod względem struktury społeczności dzikich pszczół. To sugeruje, że istnieją różne czynniki odpowiedzialne za skład gatunkowy pszczół występujących w zadrzewieniach śródpolnych.

Zwarte kompleksy leśne stanowią odwieczne miejsce przeżycia wielu gatunków dziko żyjących pszczół i pszczoły miodnej. Namiastkę tych środowisk w krajobrazie rolniczym stanowią zadrzewienia śródpolne. Reasumując można stwierdzić, że zadrzewienia śródpolne są ważne dla pszczół z kilku powodów:

1. Zapewniają bogatą i ciągłą bazę pokarmową przez cały sezon wegetacyjny, gdzie pszczoły oblatują powyżej 40 gatunków roślin (CIERZ-
NIAK 2003). Wiele z nich cechuje się ogromną wydajnością miodową. Nadzwyczajnie bogate źródło zasobów pokarmowych pełnią zbiorowiska roślinności ekotonowej, tworzące okrajki i oszyjki. W tej strefie stwierdza się najwyższe zagęszczenie pszczół w porównaniu do wnętrza zadrzewienia lub pól uprawnych. Bogatego źródła pożytku dla owadów zapylających dostarczają przede wszystkim drzewa: lipy, klony, wierzby i robinie.
2. Stwarzają odpowiednie miejsca do zakładania gniazd, w przeciwieństwie do pól uprawnych, które poddawane są nieustannym zabiegom agrotechnicznym.
3. Pełnią funkcję dróg migracji pszczół. Migracje te mogą odbywać się w celu pokarmowym, jak również w celu dyspersji osobników na nowe obszary. Odpowiednio gęsty układ zadrzewień pasowych, tworzących korytarze ekologiczne (łącniki ekologiczne) oraz zadrzewień punktowych dostarcza większych możliwości rozprzestrzeniania populacji

pszczoł do nowych środowisk oraz zwiększa dostępność i różnorodność bazy pokarmowej pszczoł rozproszonych w zadrzewieniach.

Zalety te skłaniają do potrzeby ochrony tych ważnych elementów krajobrazu rolniczego, a także rozmyślnego wprowadzania nowych refugium tego typu, biorąc pod uwagę ich strukturę wewnętrzną (geneza, liczba gatunków i liczebność roślin pokarmowych) oraz umiejscowienie w krajobrazie.

SUMMARY

To support a high abundance and diversity of bees Apiformes (Anthophila) in the rural landscape, it is important to preserve refuge habitats, including mid-field woodlots (also referred to as field woods, forest islands, and wooded patches). As ecotone habitats, refuges of this type are some of the richest in bee species. Moreover, mean densities of wild bees in field woods are usually higher than in continuous woodlands, with few exceptions. This paper presents the main results of a series of studies on bees in various types of mid-field woodlots in the agricultural landscape of Western Poland, in the Wielkopolska-Kujawska Lowland, conducted since the 1970s. Several factors affecting insect communities in mid-field woodlots were taken into account: patch size, shape, degree of isolation, number of forage plant species, abundance of forage plants, number of plant communities, location in the landscape, origin, and patch size of ecotone. Little is known about the factors that determine the presence of certain bee species in specific habitat islands in agroecosystems. This paper was a starting point for studies that are being currently conducted at the Department of Ecology (Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz) concerning wild bee metapopulations of habitat islands in the agricultural landscape near Bydgoszcz. The results will facilitate the protection of pollinating insects in the rural environment.

PIŚMIENNICTWO

- BANASZAK J. 1983: Ecology of bees (Apoidea) of agricultural landscape. Polish Ecological Studies, **9** (4): 421-505.
- BANASZAK J. 1985: Zgrupowania pszczoł (Apoidea) w środowisku wiejskim. Polskie Pismo Entomologiczne, **55** (1): 115-133.
- BANASZAK J. 1986: Impact of agricultural landscape structure on diversity and density of pollination insect. (pp. 75-84). [In:] J. MISSONNIER, L. RYSZKOWSKI (red.): Impacts de la structure des paysages agricoles sur la protection des cultures: colloque France-Pologne, Poznań (Pologne), 9-14 septembre 1985. Institut national de la recherche agronomique, Paris. 190 pp.
- BANASZAK J. 1992: Strategy for conservation of wild bees in an agricultural landscape. Agriculture Ecosystems and Environment, **40** (1): 179-192.
- BANASZAK J. 1994: Zgrupowania pszczoł w parkach wiejskich (Hymenoptera, Apoidea). Zeszyty Naukowe WSP, Studia Przyrodnicze, **11**: 65-75.

- BANASZAK J. (red.). 1998: Ekologia wysp leśnych. Wydawnictwo Uczelniane WSP w Bydgoszczy, Bydgoszcz. 326 ss.
- BANASZAK J. (red.). 2000: Ecology of Forest Islands. Bydgoszcz University Press. 313 pp.
- BANASZAK J. 2001: Ecological importance of marginal habitats for bee populations in the agricultural landscape. (p. 130). [In:] Proceedings of the 2001 Berlin Meeting of the European Sections of the International Union for the Study of Social Insects. September 25-29. Free University of Berlin, Berlin.
- BANASZAK J. (red.). 2002: Wyspy środowiskowe. Bioróżnorodność i próby typologii. Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz. 302 ss.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T. 1994: Estimate of density and diversity of Apoidea (Hymenoptera) in steppe reserve „Zbocza Płutowskie” on the Lower Vistula river. *Polskie Pismo Entomologiczne*, **63** (3-4): 319-336.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T. 1998: Owady zapylające - Apoidea. (ss. 113-139). [W:] J. BANASZAK (red): Ekologia wysp leśnych. Wydawnictwo Uczelniane WSP w Bydgoszczy, Bydgoszcz. 326 ss.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T. 2002: Wyspy środowiskowe krajobrazu rolniczego jako refugia owadów zapylających – próba waloryzacji. (ss. 105-125). [W:] J. BANASZAK (red.): Wyspy środowiskowe. Bioróżnorodność i próby typologii. Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz. 302 ss.
- BANASZAK J., KRZYSZTOFIAK A. 1996: The natural wild bee resources (Hymenoptera: Apoidea) of the Wigry National Park. *Polskie Pismo Entomologiczne*, **65** (1): 33-51.
- BANASZAK J., SZEFER P. 2014. Diversity partitioning of wild bee assemblages (Hymenoptera: Apoidea, Apiformes) and species preferences for three types of refuge habitats in an agricultural landscape in Poland. *Polish Journal of Entomology*, **83** (3): 235-257.
- BATRA S.W.T. 1966: The life cycle and behavior of the primitively social bee, *LasioGLOSSUM zephyrum* (Halictidae). *University of Kansas Science Bulletin*, **46**: 395-423.
- CHŁAPOWSKI D. 1843: O rolnictwie. Wydanie 2, Poznań. 164 ss.
- CIERZNIAK T. 1990: Wstępne wyniki badań nad migracjami pokarmowymi trzmieli (*Bombus* LATREILLE, Apoidea) w zróżnicowanym krajobrazie rolniczym. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy. Studia Przyrodnicze*, **8**: 47-54.
- CIERZNIAK T. 1994: The effect of a differentiation of agricultural landscape on Apoidea communities. *Scientific Papers of Pedagogical University in Bydgoszcz*, **11**: 13-50.
- CIERZNIAK T. 1996: Wstępna ocena zadrzewień Żuław Gdańskich jako biotopu owadów zapylających. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy. Studia Przyrodnicze*, **12**: 75-86.
- CIERZNIAK T. 2003: Ekologia pszczół w dynamicznym kręgu zbiorowisk łąkowych. Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz. 158 ss.
- CIERZNIAK T., KACZMAREK S. 1998: Owady zapylające i roztocze glebowe. (ss. 231-240). [W:] J. BANASZAK (red.): Ekologia wysp leśnych. Wydawnictwo Uczelniane WSP w Bydgoszczy. Bydgoszcz. 326 ss.

- DĄBROWSKA-PROT E. 1998: Ekologiczne problemy wysp środowiskowych w krajobrazie ze szczególnym uwzględnieniem wysp leśnych. (ss. 177-192). [W:] J. BANASZAK (red.): Ekologia wysp leśnych. Wydawnictwo WSP w Bydgoszczy, Bydgoszcz. 326 ss.
- DRAMSTAD W.E. 1996: Do bumblebees (Hymenoptera, Apidae) really forage close to their nests? *Journal of Insect Behavior*, **9** (2): 163-182.
- FORMAN R.T.T., GODRON M. 1986: Landscape ecology. John Willey and Sons, New York. 619 pp.
- HEINRICH B. 1976. The foraging specialization of individual bumblebees. *Ecological Monographs*, **46** (2): 105-128.
- KÄPYLÄ M. 1978: Bionomics of five wood nesting solitary species of bees (Hym., Megachilidae), with emphasis of flower relationships. *Biological Research Reports from the University of Jyväskylä* **5**: 3-89.
- KARG J. 2010: Shelterbelts in agriculture landscape of Great Poland their history, management, ecological importance and nature conservation aspects. (pp. 214-229). [In:] I. SPELLERBERG, J. SŁOWIK, M. MÜHLENBERG, Y.Y. DGEBUADZE (red.): Biological diversity and nature conservation: theory and practice for teaching. KMK Scientific Press Ltd. Moscow. 266 pp.
- KARG J., KARLIK B. 1993: Zadrzewienia na obszarach wiejskich. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań. 45 ss.
- KLUK K. 1778: Roslin potrzebnych, pożytecznych, wygodnych, osobliwie krajowych albo które w kraju użyteczne być mogą, utrzymanie, rozmnożenie i zazycie. T. 2 z figurami. O drzewach i ziołach dzikich, lasach etc. Wydane w Warszawie w Drukarni Jego Królewskiej Mci i Rzeczypospolitej u XX Schol. Piar. 307 ss.
- KWAK M.M. 2002: Flight distances of bumblebees in relation to pollination. (pp. 5-9). [In:] Bees without frontiers: the proceedings of the 6th European Bee Conference 1-5th July, University of Wales Institute, Cardiff, Wales. Cardiff: International Bee Research Association. 158 pp.
- KWAK M.M, KREMER M. P., BOERRICHTER E., VAN DEN BRAND C. 1991: Pollination of the rare species *Phyteuma nigrum* (Campanulaceae): Flight distances of bumblebees. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society*, **2**: 131-136.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. 1967: The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 203 pp.
- MÜNSTER-SWENDSEN M. 1968: On the biology of the solitary bee *Panurgus banksianus* KIRBY (Hymenoptera, Apidae), including some ecological aspects. *Arsskrift Kongelige Veterinaer Og Landbohøjskole*, **51**: 215-241.
- OSBORNE J.L., CLARK S.J., MORRIS R.J., WILLIAMS I.H., RILEY J.R., SMITH A.D., REYNOLDS D.R., EDWARDS A.S. 1999: A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. *Journal of Applied Ecology*, **36** (4): 519-533.
- PAWLIKOWSKI T. 1992: Struktura zespołów pszczołowych (Hymenoptera, Apoidea) na obszarach leśnych Kotliny Toruńskiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Rozprawy, Toruń. 115 ss.

- RANTA E., VEPSÄLÄINEN K. 1981: Why are there so many species? Spatio – temporal heterogeneity and northern bumblebee communities. *Oikos*, **36** (1): 28-34.
- RASZEJA E. 2010: Struktura krajobrazu rolniczego w Parku Krajobrazowym im. gen. Dezyderygo Chłapowskiego. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, **9** (1): 97-110.
- TERÄS I. 1976: Flower visits of bumblebees, *Bombus* LATR. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. *Annales Zoologici Fennici*, **13** (4): 200-232.
- SYMONIDES E. 2010: Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, **10** (4): 249-263.
- SZWED W., RATYŃSKA H., DANIELEWICZ W., MIZGAJSKI A. 1999: Przyrodnicze podstawy kształtowania marginesów ekologicznych w Wielkopolsce. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego, Katedra Botaniki Leśnej, Poznań. 144 ss.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20040920880> (dostęp 02 04 2017).
- WALTHER-HELLWIG K., FRANKL R. 2000: Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. *Journal of Applied Entomology*, **124** (7-8): 299-306.
- WEINER J. 1999: Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN, Warszawa. 589 ss.
- WILUSZ Z. 1954: Wstępne doniesienia z badań zadrzewień ochronnych w Turwi. *Biuletyn Komitetu Ekologicznego PAN*, R. 2, 3: 23-27.
- WILUSZ Z. 1956: Wpływ zadrzewień ochronnych na wilgotność gleb. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, **7**, 91-106.
- WILUSZ Z. 1958: Wpływ zadrzewienia ochronnego na gospodarke wodną i plonowanie przyległych terenów. *Ekologia Polska Seria A* **6** (1): 1-49.
- ZAJĄCZKOWSKI J., ZAJĄCZKOWSKI K. 2013: Hodowla lasu. *Zadrzewienia*. T. 4, cz. 2. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa. 176 ss.