

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Autor: Anna Sobieraj-Betlińska

Tytuł rozprawy doktorskiej: Rola środowisk ostożowych dla pszczół dziko żyjących (Hymenoptera: Apoidea, Apiformes) w krajobrazie rolniczym

Promotor: prof. dr hab. Józef Banaszak

Słowa kluczowe: Apiformes, środowiska ostożowe, zadrzewienia powierzchniowe, zadrzewienia liniowe, łąki rajgrasowe, *Arrhenatheretum elatioris*, krajobraz rolniczy, ekologia, cechy funkcjonalne, różnorodność funkcjonalna.

Przedmiot badań stanowiły pszczoły dziko żyjące środowisk ostożowych krajobrazu rolniczego. Pszczoły (Apiformes) to seria owadów należąca do nadrodziny Apoidea, grupy żądłówek (Aculeata), podrzędu stylikówek (Apocrita) oraz rzędu błonkówek (Hymenoptera). Apiformes stanowią kluczową grupę w ekosystemach, ponieważ zapylają rośliny kwiatowe. Ponadto uznane są za najważniejszą grupę zapylaczy na świecie. W wyniku intensywnej gospodarki rolnej obserwuje się zanikanie fragmentów siedlisk niewykorzystywanych rolniczo, głównie zadrzewień śródpolnych. Zadrzewienia śródpolne pełnią funkcję środowisk ostożowych dla pszczół dziko żyjących, które zapewniają im odpowiednie miejsca do gniazdowania oraz ciągłe w czasie źródło pokarmu.

W ramach pracy wyróżniono następujące cele badawcze: 1. scharakteryzowanie zgrupowań pszczół dziko żyjących trzech typów siedlisk krajobrazu rolniczego, tj.: zadrzewień powierzchniowych i zadrzewień liniowych (środowiska ostożowe) oraz termofilnych łąk rajgrasowych (powierzchnie kontrolne); 2. określenie czynników lokalno-siedliskowych środowisk ostożowych (zadrzewienia powierzchniowe i zadrzewienia liniowe) wpływających na występowanie Apiformes; 3. określenie gatunków wskaźnikowych Apiformes dla zadrzewień powierzchniowych, zadrzewień liniowych oraz termofilnych łąk rajgrasowych; 4. określenie dynamiki bogactwa gatunków i liczebności pszczół dziko żyjących w zadrzewieniach powierzchniowych, zadrzewieniach liniowych i na termofilnych łąkach rajgrasowych; 5. przeprowadzenie analizy wpływu typu zadrzewień śródpolnych podzielonych według struktury fizycznej (zadrzewienia powierzchniowe vs. zadrzewienia liniowe) oraz genezy (zadrzewienia naturalne vs. zadrzewienia antropogeniczne) w porównaniu do termofilnych łąk rajgrasowych na udział wyróżnionych grup funkcjonalnych Apiformes oraz ich różnorodność funkcjonalną.

Powierzchnie badawcze położone były na gruntach Fundacji Potulickiej, w północnej Polsce, w odległości ok. 8 km od północno-zachodniej granicy miasta Bydgoszcz. Badaniami objęto 7 zadrzewień powierzchniowych oraz 9 zadrzewień liniowych, stanowiących środowiska ostojowe dla Apiformes. Zadrzewienia określono jako powierzchnie częściowo lub całkowicie pokryte drzewami i/lub krzewami (w co najmniej 20%) oraz podzielono je na powierzchniowe i liniowe. Zadrzewienia powierzchniowe miały szerokość większą od 20 m przy dowolnym stosunku długości do szerokości oraz powierzchnię mniejszą lub równą 2 ha lub miały szerokość mniejszą lub równą 20 m, ale ich stosunek długości do szerokości był mniejszy lub równy 5. Z kolei zadrzewienia liniowe stanowiły wąskie pasy lub rzędy drzew i krzewów, w których szerokość była mniejsza lub równa 20 m, o stosunku długości do szerokości większym niż 5. Jako powierzchnie kontrolne wytypowano 3 termofilne łąki rajgrasowe *Arrhenatheretum elatioris*, na których zaprzestano prowadzenia intensywnej gospodarki łąkarskiej. Dodatkowo zadrzewienia podzielono pod względem pochodzenia na zadrzewienia naturalne (wykształcone spontanicznie na siedliskach uwolnionych spod presji człowieka, tj. na fragmentach pól wyłączonych spod uprawy, leżących często na niewielkich wzniesieniach lub w obniżeniach terenu) i zadrzewienia antropogeniczne (powstałe z nasadzenia).

Materiał entomologiczny z każdej powierzchni badawczej zbierano w ciągu dwóch sezonów wegetacyjnych, od kwietnia do września, na przestrzeni lat 2015-2017. Zastosowano pasywną metodę pułapek barwnych Moericka oraz aktywną metodę transektów liniowych. W przypadku metody Moericka posłużono się plastikowymi, żółtymi miskami o średnicy 20 cm i głębokości 9 cm, które wypełnione były do 3/4 płynem o następującym składzie: woda (94,2%), glikol etylenowy (5,6%) oraz detergent (0,2%). Na każdej powierzchni badawczej umieszczono po trzy pułapki Moericka. Dodatkowo na każdej powierzchni badawczej pszczoły dziko żyjące były odławiane lub obserwowane w obrębie jednego transektu liniowego o długości 200 m i szerokości 1 m, przy zastosowaniu siatki entomologicznej. W przypadku każdej z wymienionych metod osobniki pszczoł dziko żyjących pozyskiwano w odstępach cotygodniowych.

Wykazana liczba gatunków Apiformes na całym terenie badań stanowiła od 78,30% do 91,04% pełnej liczby gatunków oszacowanej przy użyciu szeregu estymatorów. Materiał można ocenić jako reprezentatywny, gdyż stwierdzono przynajmniej 70% wszystkich możliwych do wykazania gatunków. Na 19 powierzchniach badawczych krajobrazu rolniczego odłowiono lub zaobserwowano 15 420 osobników pszczoł dziko żyjących, reprezentujących 184 gatunki. Stanowiło to 38,10% fauny krajowej oraz 58,23% fauny Niziny Wielkopolsko-

Kujawskiej. Natomiast fauna pszczół dziko żyjących wyłącznie zadrzewień śródpolnych (159 gatunków) stanowiła 32,92% bogactwa gatunków Apiformes w obrębie kraju oraz 50,32% w obrębie regionu.

W badanym krajobrazie rolniczym pola uprawne i łąki liczyły 85,6%, zaś środowiska ostojowe dla pszczół dziko żyjących ok. 11,1%. Tak więc rekomendacja zakładająca, że najkorzystniejszym krajobrazem rolniczym dla Apiformes jest taki krajobraz rolniczy, w którym udział użytków rolnych nie przekracza 3/4 jego całkowitej powierzchni nie została tutaj spełniona.

Wykazano jedynie 1 gatunek wskaźnikowy dla zadrzewień liniowych (*Lasioglossum parvulum*) oraz 27 gatunków wskaźnikowych dla termofilnych łąk rajgrasowych. Na termofilnych łąkach rajgrasowych najwyższą wartość wskaźnika *IndVal* osiągnął *Colletes similis*. Określono również gatunki indykatorowe pszczół dziko żyjących dla poszczególnych typów siedlisk w podziale na trzy okresy fenologiczne: wiosenny, wiosenno-letni i letni. W przypadku zadrzewień powierzchniowych wykazano gatunki wskaźnikowe wyłącznie dla okresu wiosennego. Natomiast dla zadrzewień liniowych i termofilnych łąk rajgrasowych analiza *IndVal* pozwoliła wyodrębnić indykatory dla każdego okresu fenologicznego.

Analiza redundancji w połączeniu z regresją krokową wykazała pięć istotnych statystycznie zmiennych lokalno-siedliskowych związanych z kształtowaniem odpowiedzi poszczególnych gatunków Apiformes w zadrzewieniach śródpolnych: % pokrycie roślinami pokarmowymi pszczół dziko żyjących w warstwie roślin zielnych, % pokrycie roślinami pokarmowymi pszczół dziko żyjących w warstwie drzew, geneza zadrzewienia, % udział gatunków roślin tolerujących zwiększoną zawartość metali ciężkich oraz liczba syntaksonów (oparta na analizie fitosocjologicznej, odzwierciedlającej bogactwo roślinności). Na wzrost liczby gatunków, liczby osobników i różnorodności Shannona-Wienera pszczół dziko żyjących dodatkowo wpływał wzrost wartości % pokrycia roślinami pokarmowymi pszczół dziko żyjących w warstwie roślin zielnych. Jednocześnie wzrost % udziału gatunków roślin tolerujących zwiększoną zawartość metali ciężkich był związany z obniżeniem wartości wyżej wymienionych charakterystyk Apiformes. Natomiast % pokrycie roślinami pokarmowymi pszczół dziko żyjących w warstwie drzew, liczba syntaksonów i geneza zadrzewienia miały nieznaczący wpływ na liczbę gatunków, liczbę osobników i różnorodność Shannona-Wienera Apiformes, ale zmieniały ich strukturę zgrupowania.

W zadrzewieniach powierzchniowych, zadrzewieniach liniowych oraz na termofilnych łąkach rajgrasowych przeważającą grupą fenologiczną roślin pożytkowych (nektaro- i/lub pyłkodajnych) Apiformes były gatunki rozpoczynające kwitnienie wiosną, tj. w kwietniu lub w

maju. Zarówno w zadrzewieniach powierzchniowych, jak i w zadrzewieniach liniowych oraz na łąkach w okresie wiosennym stwierdzono występowanie najwyższego średniego bogactwa gatunków pszczół dziko żyjących. Jednakże średnia liczba gatunków Apiformes na łąkach w okresie wiosenno-letnim była tylko nieznacznie niższa niż w okresie wiosennym. Dynamika liczebności pszczół dziko żyjących w zadrzewieniach powierzchniowych wykazywała jeden wyraźny szczyt wiosenny występujący w pierwszej i drugiej dekadzie kwietnia. Z kolei dynamika liczebności zgrupowań Apiformes w zadrzewieniach liniowych charakteryzowała się dwoma szczytami: szczyt wiosenny – pierwsza dekada kwietnia oraz mniej wyraźny szczyt letni – pierwsza dekada lipca. Na termofilnych łąkach rajgrasowych zauważono również dwa szczyty liczebności Apiformes. W okresie wiosennym przypadł on w pierwszej dekadzie kwietnia, natomiast o wiele mniej wyraźnie zaznaczony, wiosenno-letni szczyt liczebności miał miejsce w drugiej dekadzie czerwca.

Metodę skalowania wielowymiarowego wykorzystano do analizy podobieństwa zgrupowań Apiformes w trzech typach siedlisk. Nie zauważono różnic w strukturze i kompozycji zgrupowań Apiformes w zadrzewieniach powierzchniowych i zadrzewieniach liniowych. Natomiast zgrupowania pszczół dziko żyjących obu typów zadrzewień różniły się istotnie składem gatunkowym od zgrupowań termofilnych łąk rajgrasowych. W przypadku, gdy za grupę bazową przyjęto zgrupowania powierzchni kontrolnych (łąki rajgrasowe) wykazano, że były one istotnie różne od zgrupowań zadrzewień liniowych, ale nie różniły się od zgrupowań zadrzewień powierzchniowych.

W zadrzewieniach liniowych wykazano istotnie wyższe przewidywane wartości bogactwa gatunków oraz liczebności Apiformes niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Przewidywane bogactwo gatunków pszczół dziko żyjących w obrębie termofilnych łąk rajgrasowych było istotnie wyższe w porównaniu do zadrzewień liniowych oraz zadrzewień powierzchniowych. Przewidywana liczba osobników Apiformes na termofilnych łąkach była istotnie wyższa niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Istotnie wyższą przewidywaną różnorodnością Shannona-Wienera charakteryzowały się termofilne łąki rajgrasowe w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych i zadrzewień liniowych. Biorąc pod uwagę grupy funkcjonalne Apiformes istotnie wyższe przewidywane bogactwo gatunków pszczół: samotnych, eusocjalnych, endogeicznych, zarówno endogeicznych i hypergeicznych, polilektycznych, o małych, średnich i dużych rozmiarach ciała, krótkojęzyczkowych, długojęzyczkowych, wiosennych, wiosenno-letnich, monowoltynnych i pospolitych w Polsce wykazano w zadrzewieniach liniowych w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych. Z kolei istotnie wyższe przewidywane bogactwo gatunków: pasożytniczych, endogeicznych,

zarówno endogeicznych i hypergeicznych, oligolektycznych, polilektycznych, krótkojęzyczkowych, wiosennych, biwołtynnych i pospolitych w Polsce wykazano na termofilnych łąkach rajgrasowych niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Przewidywana liczba gatunków pszczół: samotnych, eusocjalnych, hypergeicznych, średnich i dużych rozmiarów ciała, długojęzyczkowych, wiosenno-letnich, letnich, monowoltynnych oraz rzadkich w Polsce była istotnie wyższa na termofilnych łąkach rajgrasowych niż w zadrzewieniach liniowych oraz w zadrzewieniach powierzchniowych. Pod względem przewidywanej liczebności, pszczoły: samotne, eusocjalne, endogeiczne, polilektyczne, małych rozmiarów ciała, krótkojęzyczkowe, długojęzyczkowe, wiosenne, monowoltynne, biwołtynne, rzadko notowane i pospolite w Polsce istotnie przeważały w zadrzewieniach liniowych w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych. Na termofilnych łąkach rajgrasowych w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych i zadrzewień liniowych wykazano istotnie wyższą przewidywaną liczebność gatunków: hypergeicznych, średnich rozmiarów ciała, długojęzyczkowych, wiosenno-letnich oraz letnich. Ponadto stwierdzono istotnie wyższą przewidywaną liczbę osobników pszczół: samotnych, eusocjalnych, pasożytniczych, zarówno endogeicznych i hypergeicznych, oligolektycznych, dużych rozmiarów ciała, monowoltynnych, pospolicie oraz rzadko notowanych w Polsce na kontrolnych łąkach niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Wykazano również istotnie wyższą przewidywaną różnorodność Shannona-Wienera pszczół: samotnych, eusocjalnych, endogeicznych, hypergeicznych, oligolektycznych, polilektycznych, średnich i dużych rozmiarów ciała, krótkojęzyczkowych, długojęzyczkowych, wiosennych, letnich, monowoltynnych oraz pospolitych w naszym kraju na łąkach w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych i zadrzewień liniowych. Jednocześnie przewidywana różnorodność pszczół: samotnych, średnich i dużych rozmiarów ciała oraz wiosenno-letnich była istotnie wyższa w zadrzewieniach liniowych niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Również pszczoły: zarówno endogeiczne oraz hypergeiczne, wiosenno-letnie oraz rzadko występujące na terenie Polski charakteryzowały się istotnie wyższą przewidywaną różnorodnością na łąkach w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych.

Nie wykazano istotnych różnic w przewidywanej liczbie gatunków, liczbie osobników i różnorodności Shannona-Wienera pszczół dziko żyjących pomiędzy zadrzewieniami naturalnymi, a zadrzewieniami antropogenicznymi. Podobnie nie zauważono istotnych różnic w przypadku wyżej wymienionych charakterystyk wszystkich grup funkcjonalnych Apiformes, porównując zadrzewienia antropogeniczne z zadrzewieniami naturalnymi. Przewidywana liczba gatunków oraz różnorodność na termofilnych łąkach rajgrasowych była istotnie wyższa

niż w zadrzewieniach antropogenicznych oraz w zadrzewieniach naturalnych. Oczekiwana liczba gatunków pszczół: samotnych, eusocjalnych, hypergeicznych, oligolektycznych, polilektycznych, średnich i dużych rozmiarów ciała, długojęzyczkowych, wiosenno-letnich, letnich, monowoltynnych, rzadko notowanych oraz pospolitych w Polsce okazała się istotnie wyższa na termofilnych łąkach niż w zadrzewieniach antropogenicznych i zadrzewieniach naturalnych. Jednocześnie gatunki endogeiczne oraz wiosenne istotnie przeważały pod względem przewidywanej liczby gatunków na łąkach w porównaniu do zadrzewień antropogenicznych. Stwierdzono istotnie wyższe wartości przewidywanej liczebności gatunków: hypergeicznych, średnich rozmiarów ciała, długojęzyczkowych, wiosenno-letnich oraz letnich na termofilnych łąkach rajgrasowych w porównaniu do zadrzewień antropogenicznych i zadrzewień naturalnych. Pszczoły oligolektyczne osiągnęły istotnie wyższą przewidywaną liczbę osobników na łąkach w porównaniu do zadrzewień antropogenicznych. Wykazano także istotnie wyższą przewidywaną różnorodność pszczół: samotnych, eusocjalnych, endogeicznych, hypergeicznych, oligolektycznych, polilektycznych, średnich i dużych rozmiarów ciała, krótkojęzyczkowych, długojęzyczkowych, wiosennych, letnich, monowoltynnych oraz pospolitych w Polsce na łąkach w porównaniu do zadrzewień antropogenicznych i zadrzewień naturalnych. Pszczoły wiosenno-letnie oraz rzadko notowane w Polsce osiągnęły istotnie wyższą przewidywaną różnorodność na termofilnych łąkach rajgrasowych w porównaniu do zadrzewień antropogenicznych.

Wskaźnik bogactwa funkcjonalnego (*FRic*) Apiformes był istotnie wyższy na łąkach w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych i zadrzewień liniowych, ale nie zauważono istotnych różnic pomiędzy wszystkimi badanymi typami siedlisk w przypadku wskaźnika równomierności funkcjonalnej (*FEve*). Ponadto w zadrzewieniach liniowych odnotowano istotnie wyższe wartości *FRic* niż w zadrzewieniach powierzchniowych. Wskaźnik rozproszenia funkcjonalnego (*FDis*) nie różnił się istotnie między zadrzewieniami liniowymi, a termofilnymi łąkami, ale był istotnie wyższy na łąkach niż w zadrzewieniach powierzchniowych oraz w zadrzewieniach liniowych w porównaniu do zadrzewień powierzchniowych. Z kolei wskaźnik różnorodności funkcjonalnej *RaoQ* był istotnie wyższy na kontrolnych łąkach niż w zadrzewieniach powierzchniowych.

Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy wskaźnikami różnorodności funkcjonalnej (*FRic*, *FEve*, *FDis* i *RaoQ*) zgrupowań Apiformes zadrzewień naturalnych oraz zadrzewień antropogenicznych. Istotne różnice między termofilnymi łąkami, a zadrzewieniami naturalnymi występowały w przypadku wskaźnika bogactwa funkcjonalnego (*FRic*) i

wskaźnika różnorodności funkcjonalnej *RaoQ*. Wskaźnik *FRic* osiągnął również istotnie wyższe wartości na łąkach niż w zadrzewieniach antropogenicznych.

Wyniki niniejszych badań mogą pełnić wskazówkę dla zarządców gruntów, rolników oraz różnych organizacji pożytku publicznego dla ochrony istniejących zadrzewień śródpolnych oraz kształtowania nowych, co pozwoli zachować oraz/lub zwiększyć ochronę pszczoł dziko żyjących w krajobrazie rolniczym. Ochrona istniejących oraz zakładanie nowych zadrzewień liniowych w intensywnie użytkowanych krajobrazach rolniczych wydaje się być najmniej problematyczna z punktu widzenia właścicieli gruntów.