

## Ocena stopnia zagrożeń i możliwości ochrony owadów w agroekosystemach

Assessment of the degree of threat and possibilities of insect protection  
in agroecosystems

JÓZEF BANASZAK, TOMASZ CIERZNIAK

Instytut Biologii i Ochrony Środowiska WSP, ul. Chodkiewicza 30, 85-667 Bydgoszcz

**ABSTRACT:** The influence of farming on insect fauna has been discussed. On the basis of selected groups of insects, essential principles governing the existence of animals in agricultural landscape are discussed.

**KEY WORDS:** insect threats, insect protection, agroecosystems.

### **Problemy gospodarowania na obszarach wiejskich**

Dotychczasowe metody gospodarowania w krajobrazie rolniczym powodują powolną transformację środowiska przyrodniczego, co często prowadzi do jego nieodwracalnej degradacji.

Szczególnie istotny wpływ na zmiany środowiska wiejskiego ma chemizacja, mechanizacja i zmiana struktury upraw oraz zmiany udziału poszczególnych komponentów w krajobrazie rolniczym zwłaszcza zanikanie fragmentów siedlisk nie wykorzystywanych gospodarczo. Ich wpływ na krajobraz rolniczy można ująć następująco (BANASZAK 1998; BANASZAK, WIŚNIEWSKI 1999; DĄBROWSKA-PROT 1992; KARG 1989; PROŃCZUK 1982; NIEWIADOMSKI 1979; RYSZKOWSKI 1986, 1996):

- a) zmiany składu chemicznego, struktury fizycznej i chemizmu gleb;
- b) zanieczyszczenie pestycydami i eutrofizacja wód powierzchniowych i podziemnych;

- c) spadek zróżnicowania upraw w wyniku specjalizacji gospodarstw;
- d) zanik nie wykorzystanych gospodarczo fragmentów siedlisk tzw. użytków ekologicznych.

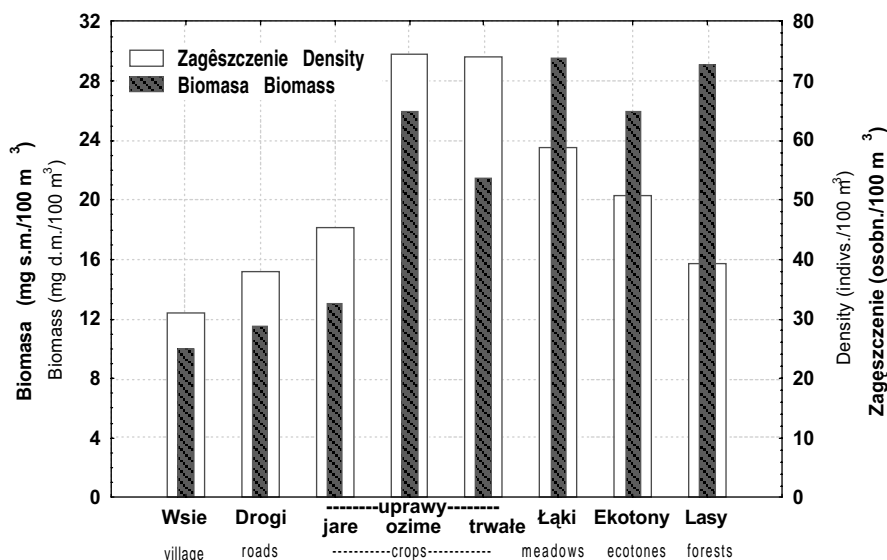
Wszystkie wymienione wyżej procesy wpływają bezpośrednio lub pośrednio na florę i faunę agroekosystemów. Trzeba zadać sobie pytanie: jak kształtują się zasoby naturalne owadów w środowisku rolniczym i jakie zagrożenia dla tej fauny niosą procesy, wymienione wcześniej, charakterystyczne dla współczesnej gospodarki rolnej?

### **Próba oceny zasobów naturalnych owadów krajobrazu rolniczego**

Porównanie zasobów ilościowych fauny różnych agroekosystemów wskazuje na nierównomierne rozłożenie tych zasobów w krajobrazie. Z wielu badań chcemy tutaj powołać się na wybrane przykłady w miarę całościowych ocen zasobów ilościowych i jakościowych owadów krajobrazu rolniczego oraz przykłady własnych badań nad zasobami *Apoidea* krajobrazu rolniczego. Warto tutaj przedstawić wyniki badań prowadzonych w Wielkopolsce, w okolicach Turwi, gdzie dokonano, w miarę całkowitej oceny, zróżnicowania liczebności i biomasy owadów latających czyli tzw. aeroentomofauny (KARG 1989). Spośród 74 przebadanych ekosystemów wyróżniono trzy grupy ekosystemów różniących się między sobą:

- a) zabudowania wsi, szlaki komunikacyjne i pola upraw jarych – pomiędzy tymi grupami środowisk nie wystąpiły istotne różnice pod względem zagęszczenia i biomasy owadów, posiadały one najniższe zagęszczenia i biomasę owadów latających, środowiska te podlegają bardzo silnej presji;
- b) uprawy ozime (zboża i rzepaki), uprawy wieloletnie (lucerna) i uprawy trwałe (łąki kośne) charakteryzują się najwyższym zagęszczeniem owadów latających i dużą ich biomasą, przy dużej zmienności i niskim zróżnicowaniu gatunkowym;
- c) trzecia grupa środowisk, a mianowicie lasy i zadrzewienia śródpolne, cechują się niższym zagęszczeniem owadów aniżeli uprawy ozime i trwałe natomiast cechuje je duża biomasa owadów i zróżnicowanie gatunkowe (Ryc. 1).

Wyniki te potwierdzono w innych krajobrazach rolniczych Polski. Podobny rozkład liczebności uzyskano, na przykład, w młodogłacjalnym krajobrazie rolniczym Pojezierza Mazurskiego (DĄBROWSKA-PROT 1992). Również tutaj największe zagęszczenia owadów występowały na łąkach i uprawach wieloletnich oraz małych zadrzewieniach śródpolnych natomiast uprawy jednoroczne, zwłaszcza wielkopowierzchniowe monokultury charakteryzowały się niższym zagęszczeniem.



Ryc. 1. Zagęszczenie i biomasa owadów epigeionu w różnych elementach krajobrazu rolniczego zachodniej Wielkopolski (wg danych KARGA 1989).

Fig. 1. Density and biomass of flying insects in different ecosystems of agricultural landscape (data from KARG 1989)

Także zagęszczenie larw owadów w glebie jest skorelowane z poziomem antropopresji. Na polach uprawnych, gdzie stosowana jest orka lub zbliżone zabiegi, zagęszczenie larw jest średnio około trzy- do sześciokrotnie niższe niż na łąkach i blisko 15 razy mniejsze w porównaniu z ekosystemami leśnymi. Na polach wzrasta jednocześnie kilkakrotnie biomasa form roślinożernych (RYSZKOWSKI 1981; KARG, RYSZKOWSKI 1996; TUCKER 1992). Zagęszczenia *Collembola* w agroekosystemach są podobne lub nieco mniejsze w porównaniu z ekosystemami naturalnymi. Zagęszczenie tych owadów na polach jest zbliżone do zagęszczenia w monokulturach leśnych (CZARNECKI 1984a; PETERSEN 1982; USHER 1970; LAGERLÖF, ANDREN 1985, za KARG, RYSZKOWSKI 1996). Jednak zagęszczenie *Collembola* w agroekosystemach w porównaniu z bogatymi ekosystemami leśnymi jest około połowę mniejsze (CZARNECKI 1983, za KARG, RYSZKOWSKI 1996). Należy również podkreślić, że zagęszczenie tych zwierząt spada 2–3 krotnie w warunkach długotrwałych monokultur zbożowych.

Ogólny obraz rozmieszczenia zasobów ilościowych entomofauny w krajobrazie rolniczym jest wypadkową występowania poszczególnych grup owadów, a ta wynika z ich biologii, a przede wszystkim związków troficznych.

Autor cytowanego wyżej opracowania (KARG 1989) zwraca uwagę, że część rodzin była mniej więcej równomiernie rozmieszczona w całym badanym krajobrazie i ich zagęszczenie i biomasa są najczęściej zbliżone do siebie we wszystkich typach badanych środowisk. Należą tu takie rodziny jak: *Scarabeidae*, *Ceratopogonidae*, *Braconidae*. Niektóre rodziny występują natomiast liczniej tylko w jednym z badanych typów ekosystemów, gdzie osiągają wyższe niż gdzie indziej wartości zagęszczeń i biomasy. Na przykład ekosystemy łąk były preferowane przez *Ceratopogonidae*, *Simuliidae*, *Tabanidae*, *Accrididae* i *Dryinidae*. Środowiskami o najmniejszej liczbie rodzin osiągających najwyższe zagęszczenie (5–12) są środowiska zabudowy wsi i dróg.

Warto zwrócić uwagę na zasoby ilościowe owadów środowisk refugialnych krajobrazu rolniczego. Lasy śródpolne i zadrzewienia były preferowane przez takie rodziny jak *Phoridae*, *Lonchaeidae*, *Asteidae*, *Mycetophilidae* (Diptera), *Ichneumonidae* (Hymenoptera), *Scolytidae* (Coleoptera), *Chrysopidae* (Neuroptera). Wymienione rodziny osiągały w tych środowiskach największe wartości zagęszczenia i biomasy. Trzeba również zaznaczyć, że aż 53 spośród 172 stwierdzonych rodzin owadów maksymalne zagęszczenie osiągało w lasach śródpolnych.

Istnieje stosunkowo dużo informacji dotyczących rozmieszczenia pszczół w krajobrazie rolniczym (BANASZAK 1983; CIERZNIAK 1994, 1996; PAWLKOWSKI 1989). Wieloletnie badania nad wpływem struktury krajobrazu rolniczego na rozmieszczenie i strukturę zgrupowań *Apoidea* w krajobrazie rolniczym, zapoczątkowane przez BANASZAKA (1983), pozwoliły na oszacowanie zasobów ilościowych tej grupy owadów. Spośród różnych elementów krajobrazu można wyróżnić grupę naturalnych i antropogenicznych środowisk ostojowych, takich jak: lasy, murawy kserotermiczne, zadrzewienia, aleje, przydroża, tereny ruderalne, które są miejscem stałego przebywania pszczół, zapewniającym ciągłą w czasie bazę pokarmową i miejsca gniazdowania. Drugą grupę stanowią pola uprawne będące bogatym, aczkolwiek krótkotrwałym źródłem pokarmu. Jak pokazuje tabela (Tab. I) największymi zagęszczeniami pszczół charakteryzują się wiejskie środowiska ruderalne i parkowe, murawy kserotermiczne oraz zadrzewienia śródpolne. Łąki kośne i lasy cechuje mniejsza liczebność tej grupy owadów. Oczywiście w krótkich okresach kwitnienia entomofilnych roślin uprawnych pszczoły gromadzą się na uprawach, co w efekcie daje chwilowe wysokie zagęszczenia. Udowodniono jednak (BANASZAK, CIERZNIAK 1994), że zagęszczenie to jest uzależnione od liczby środowisk refugialnych w sąsiedztwie uprawy.

Z powyższego, krótkiego przeglądu wynika, że liczebność owadów w agrokosystemach jest związana ze stabilnością środowiska i nasileniem antropopresji. Środowiska poddane silnej presji gospodarki człowieka takie jak wsie, drogi i uprawy jare charakteryzują się mniejszym, średnim zagęsz-

Tab. I. Średnie zagęszczenie i liczba gatunków dziko żyjących *Apoidea* na uprawach, w wybranych środowiskach refugialnych krajobrazu rolniczego oraz naturalnych ekosystemach leśnych i muraw (\* – zagęszczenia w okresie kwitnienia).

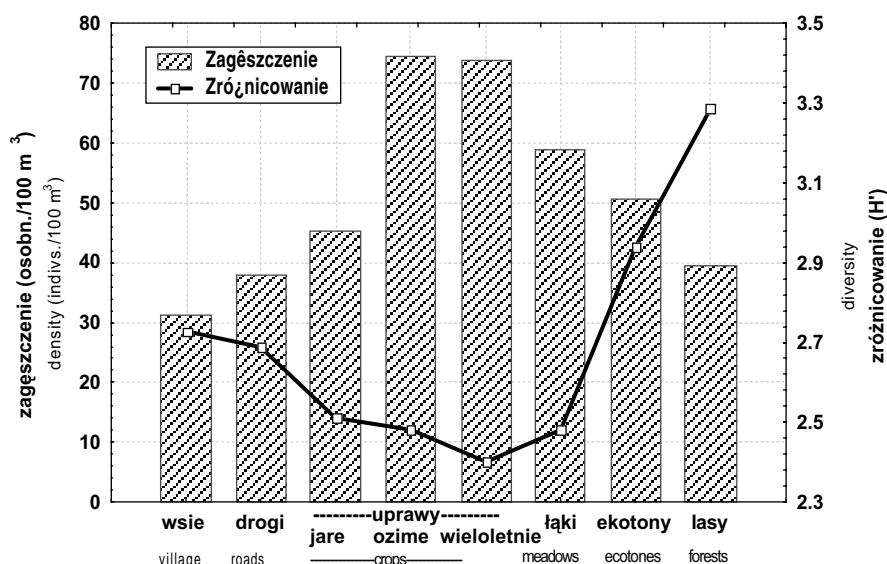
Mean density and number of wild bee species living on crops and some habitats of agricultural landscape, forests and swards (\* – density during flowering of crops)

Typ środowiska	Liczba badanych powierzchni	Średnie zagęszczenie [osobn./ha]	Średnia liczba gatunków	Autor
Lasy Wielkopolskiego Parku Narodowego	4	113,4	18,8	BANASZAK 1983
Bory Wigierskiego Parku Narodowego	4	151,2	40,0	BANASZAK, KRZYSZTOFIAK 1996
Wyspy leśne (punktowe i pasowe)	12	411,5	30,1	BANASZAK 1983 CIERZNIAK 1994 BANASZAK, CIERZNIAK 1998
Parki wiejskie	3	476,5	38,0	BANASZAK 1985, 1995
Przydroża	12	219,7	16,4	CIERZNIAK 1994, BANASZAK 1983, 1997
Wiejskie środowiska ruderalne	3	887,6	25,7	BANASZAK 1985
Murawy kserotermiczne	26	753,2	51,6	BANASZAK 1983, BANASZAK, KRZYSZTOFIAK 1992, BANASZAK, CIERZNIAK 1994a, PAWLIKOWSKI 1985, 1992
uprawy:	38	1386,4*	14,7	BANASZAK 1983
rzepak	5	114,5	47	
słonecznik	6	5700,0	10	
len	4	521,5	15	
lucerna	5	231,5	11	
koniczyna	7	4830,0	15	
łubin	7	223,0	7	
peluszką	2	27,0	4	
gryka	1	698,0	6	
łąka kośna	1	132,0	18	

zeniem anizeli uprawy ozime, wieloletnie i łąki. W tych ostatnich często masowo występują formy roślinożerne (w tym szkodniki upraw), przez co ogólna liczebność owadów jest tu wyższa niż w lasach. Jednocześnie zwraca uwagę fakt, że wiele grup owadów optimum swego występowania okresowo lub w ciągu całego sezonu znajduje w środowiskach refugialnych takich jak murawy przydrożne, alei, zakrzaczenia i zadrzewienia.

Z punktu widzenia ochrony owadów i zachowania ich różnorodności gatunkowej w krajobrazie rolniczym szczególnie istotne znaczenie ma znajomość rozmieszczenia zasobów jakościowych entomofauny w poszczególnych środowiskach składających się na krajobraz.

Porównanie zróżnicowania gatunkowego owadów krajobrazu rolniczego uwidacznia duże bogactwo entomofauny środowisk stabilnych (o mniejszej presji gospodarki rolnej) lub wykazujących duże zróżnicowanie wewnętrzne. Dane uzyskane zarówno przez KARGA (1989) jak i innych badaczy (BANASZAK 1983, 1984, 1985; DĄBROWSKA-PROT 1987, 1992; PAWLIKOWSKI 1989, 1993; CIERZNIAK 1994a) wskazują, że najwyższym bogactwem gatunkowym cechują się silnie zróżnicowane wewnętrznie środowisko wsi oraz stabilne zadrzewienia, lasy śródpolne i ich ekotony. Na ogólną liczbę 172 rodzin owadów, w lasach i zadrzewieniach reprezentowanych było 86%, w środowi-



Ryc. 2. Zagęszczenie i zróżnicowanie aeroentomofauny w różnych ekosystemach krajobrazu rolniczego (wg KARGA 1989 – zmienione).

Fig. 2. Density and diversity of flying insects in different ecosystems of agricultural landscape (modified from KARG 1989).

skach wsi 74%, a na uprawach i łąkach 63% (KARG 1989). Różnice te znajdują swój wyraz w wartościach wskaźnika zróżnicowania Shannona -Weavera wyliczonego na podstawie liczby rodzin i ich zagęszczenia (Ryc. 2). Zależności te przekładają się na poszczególne grupy systematyczne owadów.

Wyniki badań nad pszczołowatymi krajobrazu rolniczego wykazały, że zróżnicowanie gatunkowe tej grupy owadów w różnych ekosystemach krajobrazu rolniczego jest skorelowane ze stabilnością środowiska i jego wewnętrznym zróżnicowaniem. Pola uprawne, i łąki kośne, chociaż okresowo mogą być licznie odwiedzane przez pszczoły, charakteryzują się występowaniem niewielkiej liczby gatunków. W miarę wzrostu stabilności (las, zadrzewienia, murawy) i (lub) wewnętrznego zróżnicowania ekosystemów (środowiska ruderalne) przeciętna liczba gatunków stopniowo zwiększa się (Tab. II). Szczególne znaczenie dla tej grupy owadów mają środowiska ostojowe krajobrazu rolniczego, które nawet mimo niewielkiej powierzchni mogą stanowić ostoję dla stosunkowo licznej grupy gatunków. Dla przykładu, w 5. śródpolnych wyspach leśnych i zadrzewieniu pasowym o powierzchni wynoszącej łącznie zaledwie 2 ha stwierdzono występowanie 72,6% gatunków występujących w całym regionie poznańskim, w różnych ekosystemach, o powierzchni 200 tys. ha (BANASZAK, CIERZNIAK 1998).

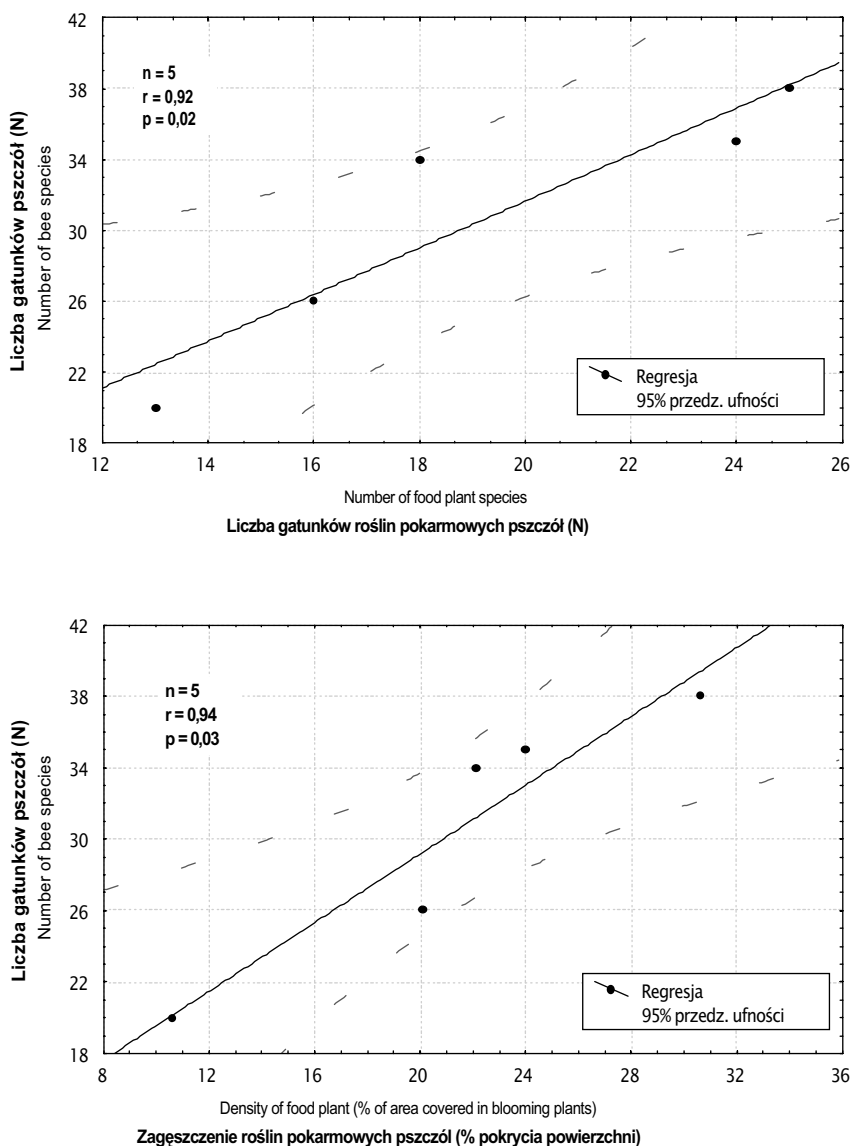
Głównymi czynnikami zwiększającymi bogactwo pszczół w refugiach jest zróżnicowanie środowiska przejawiające się bogatym składem gatunkowym roślin oraz zasobami pokarmowymi, które w wypadku tej grupy owadów

Tab. II. Wartość sprzedaży (w USD) środków owadobójczych w latach 1991–2001 (KLASSEN 1995, za LIPA 1998).

Value (in USD) of insecticides sold between 1991–2001 (KLASSEN 1995, after LIPA 1998).

Grupa	w stałej wartości milionów USD		
	1991 r.	1996 r.	2001 r.
Konwencjonalne insektycydy	9358	9597	9212
Biopestycydy	157	219	318
Regulatory wzrostu	100	116	181
Feromony, atraktanty	60	80	158
Roślinne preparaty	70	81	90
Stawonogi: pasożyty, drapieżcy	35	47	60
Nicienie owadobójcze	4	30	70
Ogółem	9784	10170	10152

można przedstawić jako zagęszczenie roślin nektaro- i pyłkodajnych (Ryc. 3).



Ryc. 3. Zależność pomiędzy liczbą gatunków i zagęszczeniem roślin pokarmowych a liczbą gatunków pszczół w badanych wyspach leśnych (wg BANASZAK, CIERZNIAK 1998).

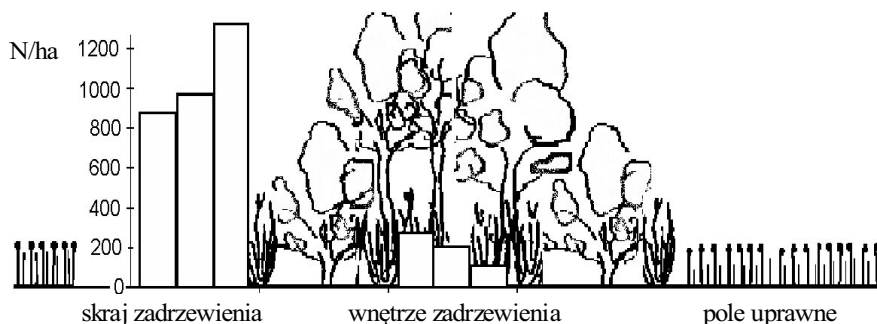
Fig. 3. Relationship between the number of species and density of food plants and the number of bee species (after BANASZAK, CIERZNIAK 1998).



Z gospodarczego punktu widzenia istotny jest też znaczny udział gatunków drapieżnych i pasożytniczych w entomofaunie refugiów. W badaniach prowadzonych w Wielkopolsce najwyższy udział form drapieżnych i pasożytniczych stwierdzono właśnie w lasach śródpolnych, zadrzewieniach i ich ekotonach. Nawet niewielkie płyty środowiska jak miedze wykazują znacznie bogatszą entomofaunę drapieżną i pasożytniczą od otaczających pól (BENNEWICZ, KACZOROWSKI 1997)

Istotnym elementem wzbogacającym entomofaunę terenów rolnych są drobne śródpolne oczka wodne i zabagnienia, które warunkują rozwój wielu gatunków owadów. Badania nad tymi elementami krajobrazu są ciągle jeszcze fragmentaryczne, ale już obecny stan wiedzy pozwala stwierdzić, że małe zbiorniki wodne i drobne ciekły są często ekosystemami o bardzo bogatej pod względem jakościowym i ilościowym faunie bezkręgowców. W niektórych typach tego rodzaju wód, zwłaszcza w stawach, w skład makrofauny wchodzi od 50 do ponad 100 gatunków (GRIFFITHS 1973; LAURIE 1942), a średnie zagęszczenie wszystkich bezkręgowców często przekracza kilkaset tysięcy osobników na m<sup>2</sup>. Liczba gatunków bezkręgowców w kanałach środkowej Wielkopolski oceniana jest na około 150–200 gatunków (BANASZAK 1989). Znaczny udział w tych zgrupowaniach mają owady. BANASZAK (1989) porównał różnicowanie taksonomiczne i biomasę bezkręgowców występujących w osadach dennych trzech drobnych kanałów i stawków, usytuowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. Ponad połowę (56,5%) składników makrobentosu drobnych stawków stanowiły owady, opuszczające w postaci imagines zbiorniki przed letnimi deficytami tlenowymi. Natomiast w kanałach owady stanowiły 22% fauny dennej, przy dominacji *Chironomidae*, *Simuliidae* (Diptera), *Ephemeroptera* i *Trichoptera*. Ponieważ środowiska te mogą zajmować do kilku procent krajobrazu stanowią istotny element kształtujący entomofaunę. Na przykład w zgrupowaniach owadów zadrzewień śródpolnych Pojezierza Mazurskiego od 23 do 31% stanowią formy występujące się w okolicznych zbiornikach wodnych (DĄBROWSKA-PROT 1987).

Wielu badaczy zwraca uwagę na duże znaczenie ekotonów w krajobrazie rolniczym. Dla wielu grup zwierząt, w tym dla owadów wykazano, że zwiększenie udziału ekotonów w krajobrazie powoduje zwiększenie różnicowania gatunkowego zwierząt. Dobrym przykładem są tutaj pszczołowate, które w tej strefie wykazują nawet kilkakrotnie większe zagęszczenia oraz różnicowanie gatunkowe aniżeli we wnętrzu zadrzewienia (Ryc. 4), co jest związane z rozmieszczeniem bujnej roślinności zielnej i krzewów na okrajkach i oszybkach zadrzewień oraz odbywaniem lotów godowych w tej strefie. Wyraźny związek pomiędzy bogatą roślinnością obrzeża zadrzewienia a licznym występowaniem tam pasożytniczych *Hymenoptera* (*Braconidae*, *Chalcididae*) i *Syrphidae* stwierdzili również BOWDEN i DEAN (1977). Badania KARGA



Ryc. 4. Zagęszczenie pszczół we wnętrzu i na skraju zadrzewień w kolejnych trzech latach badań (wg BANASZK, CIERZNIAK 1998).

Fig. 4. Density of bees along the edges and inside a forest island during three year studies (after BANASZK, CIERZNIAK 1998).

(1992) wykazały znacznie większą biomasę owadów w strefie styku zadrzewienia pasowego zarówno w porównaniu z polem uprawnym jak i wnętrzem zadrzewienia.

Z powyższych danych wynika ogólna uwaga, że wzbogacenie krajobrazu rolniczego w środowiska refugialne, takie jak lasy śródpolne, zadrzewienia pasowe i punktowe, murawy, a także długość granic między nimi a polami uprawnymi, wpływają na zwiększenie bogactwa jakościowego owadów, a wzrost liczby i powierzchni ekosystemów jednorocznych upraw zubaża faunistycznie krajobraz.

#### Ocena zagrożeń entomofauny w krajobrazie rolniczym

W opracowaniu GŁOWACIŃSKIEGO i in. (1980) spośród 76 wybranych gatunków bezkręgowców (w tym 72 gatunków owadów) największa ich liczba, bo aż 34 (44,7%) jest zagrożona z powodu chemizacji środowiska, 23 (30,3%) z powodu mechanizacji prac polowych i leśnych i 12 (15,8%) z powodu likwidacji mozaiki krajobrazu (likwidacja miedz i zadrzewień śródpolnych).

Bezspornym faktem jest, że podstawowym zagrożeniem bezpośrednim dla owadów agroekosystemów są insektycydy. Chociaż niektóre grupy owadów wykazują pewną odporność na stosowane preparaty dla większości badanych gatunków stwierdzono negatywny wpływ pestycydów na populacje zamieszkujące pola. Do zwalczania różnego rodzaju szkodliwych organizmów szerokie zastosowanie znalazły związki fosforoorganiczne. Mecha-

nizm działania tych związków polega na wiązaniu esterazy cholinowej. W wyniku zablokowania enzymu acetylocholina nagromadza się w organizmie, co prowadzi do zatrucia. Wysoka biologiczna aktywność, szerokie spektrum działania i szybka degradacja w środowisku tych związków spowodowały, że są one szeroko wykorzystywane jako środki ochrony roślin w tym jako insektycydy. Niestety nie są to związki działające selektywnie. Druga grupa związków szeroko stosowanych w chemicznej walce z agrofagami są pyretroidy. Syntetyczne pyretroidy są mało toksyczne dla organizmów stałocieplnych, natomiast na owady działają kontaktowo, przenikając do wnętrza ciała przez oskórek i tchawki i blokują układ nerwowy zwierzęcia powodując tzw. „knock down effect”, którego przejawem jest paraliż. Powszechnie stosowane insektycydy nie działają wybiórczo i powodują wytrucie znacznej części owadów na powierzchni, gdzie zostały zastosowane.

Intensyfikacja rolnictwa powoduje wzrost zużycia pestycydów. Na przykład średnie zużycie we Francji i Niemczech wynosiło na początku lat dziewięćdziesiątych 4,5 kg s.a./ha, w Belgii 10,8 kg s.a./ha a w Holandii 17,1 kg s.a./ha (Raporty Rynkowe MRiGŻ 1997; Rocznik Statystyki Międzynarodowej GUS).

Pocieszający jest natomiast fakt stopniowego zwalniania przyrostu zużycia pestycydów na świecie. Na początku lat 70. wzrost zużycia wynosił 10% rocznie, pod koniec lat 70. spadł do 4,5%, a pod koniec lat 80. do 2,2%. Związane jest to z różnymi przyczynami, m.in. poznaniem ujemnego wpływu pestycydów na ekosystemy i zdrowie, wzrostem wymagań co do jakości pestycydu (obecnie tylko 1 związek na 40 000 testowanych wprowadzany jest do użytku, kiedy w 1958 dwa na 1000 trafiały do użytku (LIPA 1998)), wzrostem znaczenia integrowanych metod zwalczania szkodników. Niektóre kraje europejskie np. Holandia, Dania, Szwecja, a także USA uruchomiły narodowe programy mające na celu w okresie 10–20 lat zmniejszenie zużycia środków chemicznych o 25–50%. Niselektywne insektycydy zastępowane są coraz częściej biopreparatami o wysokiej wybiórczości (Tab. II). Najszersze zastosowanie znalazły biopreparaty oparte na owadobójczej bakterii *Bacillus thuringiensis*, w których składnikiem czynnym jest przetrwalnik oraz krystaliczna endotoksyna bakteryjna, powodująca paraliż wrażliwych owadów. Skuteczność i szybkość bakteryjnych biopreparatów jest porównywalna z działaniem chemicznych insektycydów. Biopreparaty bakteryjne mają bardzo krótkie okresy karencji, nadają się więc specjalnie do stosowania w ogródkach działkowych, mogą też być stosowane dla kwitnących drzew, a więc wtedy, gdy chemicznych insektycydów stosować nie można. Na coraz szerszą skalę stosowane są też handlowe biopreparaty wirusowe, oparte na wirusach z rodzaju *Baculovirus*, służące m.in. do zwalczania sówkowatych

i innych motyli. Wirusy z rodzaju *Baculovirus* są całkowicie bezpieczne dla środowiska i ludzi, a ich skuteczność jest zbliżona do skuteczności preparatów chemicznych.

Dobrym wskaźnikiem ogólnego zagrożenia owadów zatruciami insektycydami jest dynamika zatrucia pszczoły miodnej, gdyż posiadamy dobre rozpoznanie tego problemu w dłuższych okresach czasu. Obserwowane w ostatnim dziesięcioleciu korzystne tendencje zmniejszenia się przypadków zatruc pszczoł są konsekwencją zarówno podwyższenia kwalifikacji producentów i plantatorów oraz służb wykonujących zabiegi chemicznej ochrony roślin, jak też wzrostu kosztów stosowania pestycydów. Czynniki wywołujące straty w pogłowie pszczoły miodnej mogą przyczyniać się również do redukcji pszczoł dziko żyjących. Badania stwierdzają różny stopień toksyczności wielu preparatów dla tych owadów. Dla przykładu zapylacz lucerny – miesiarka lucernowa *Megachile rotundata* (FABR.) jest bardziej wrażliwa od pszczoły miodnej na wiele pestycydów stosowanych w ochronie lucerny (JOHANSEN, EVES 1967), trzmiel natomiast zdają się wykazywać dość znaczną odporność na insektycydy stosowane na kwitnącej lucernie, zaliczane do I i II klasy toksyczności (ROMANKOW i in. 1979). Generalnie jednak większość badaczy jest zgodna, że wskutek chemicznej ochrony roślin i innych czynników intensyfikacji rolnictwa musiały zajść wśród dziko żyjących pszczoł zmiany liczebności. Nie wiemy tylko w jakim stopniu, z uwagi na brak danych o zagęszczeniu *Apoidea* w przeszłości.

W Polsce zużycie pestycydów jest obecnie na niskim poziomie i wynosiło (1996 r.) 0,6 kg s.a./ha. W chwili obecnej trudno prognozować rozwój polskiego rolnictwa, wydaje się możliwe, że przynajmniej na części areału wprowadzone zostanie nowoczesne, intensywne rolnictwo, konkurujące z rolnictwem unijnym, a to oznacza znaczny wzrost zużycia na tych terenach pestycydów w stosunku do obecnego poziomu. Niestety biopreparaty są droższe od preparatów chemicznych, dlatego, zwłaszcza w warunkach polskiego rolnictwa nie należy się spodziewać w najbliższej przyszłości zastąpienia przez nie preparatów chemicznych.

Niebagatelne znaczenie ma również znajomość odpowiednich zasad stosowania pestycydów. Często ignorancja lub zwykła niefrasobliwość w tym zakresie mogą być groźne dla środowiska. Ciągłe jeszcze takie środowiska jak oczka śródpolne, zakrzaczenia, małe zadrzewienia funkcjonują w świadomości rolników jako nieużytki, w których można porzucać zużyte opakowania po środkach chemicznych, inne śmieci czy chociażby umyć sprzęt.

Zagrożenia związane z chemizacją pestycydową są oczywiste. Inne aspekty wiążą się z nawożeniem mineralnym. Zwiększone dawki NPK powodują zmiany w strukturze roślinności użytków łąkowych. Gospodarka ta preferuje

w rozwoju trawy, które wypierają ze zbiorowisk roślinność dwuliścienną, zmniejszając ogólne zróżnicowanie roślinności a pośrednio oczywiście również zróżnicowanie żyjących tam zwierząt w tym owadów. Jako przykładem posłużymy się wynikami badań nad wpływem nawożenia na zgrupowania trzmieli w Bieszczadach Zachodnich (KOSIOR 1987). Pod wpływem wzrastających dawek nawozów mineralnych ustępują z runi użytków zielonych przede wszystkim gatunki roślin motylkowych: koniczyna, lucerna, wyka, groszek, komonica (KOCAN 1972). Zanikają również inne gatunki roślin kwiatowych, w tym wiele cennych leczniczo ziół, które są ozdobą krajobrazu. Badania przeprowadzone na łąkach bieszczadzkich wykazały, że w wyniku zastosowania wysokich dawek nawozów mineralnych na łąkach zmniejszyła się istotnie ilość roślin pyłko- i nektarodajnych będących bazą pokarmową dla tych owadów. Spowodowało to wycofanie się z tych ekosystemów 3 gatunków trzmieli, zmniejszenie liczebności w przypadku 6 gatunków. Wynika z tego, że dla połowy analizowanych gatunków trzmieli łąk nawożenie mineralne odniosło skutek negatywny. Redukcja różnorodności gatunkowej roślin łąk i pastwisk powoduje zanik licznych gatunków rodzimej entomofauny (DĄBROWSKI 1977), a przede wszystkim trzmieli (JELINOWSKA 1978), motyli (SKALSKI 1976) i wielu innych, które w zróżnicowanych pod względem gatunkowym zbiorowiskach trawiasto-zielnych mają korzystne warunki rozwoju. Można zarzucić powyższym danym, że są w chwili obecnej nieaktualne, bo zużycie nawozów w Polsce znacznie spadło i wyżej wymieniony problem obecnie nie istnieje. Rzeczywiście obecne średnie zużycie nawozów w Polsce jest bardzo niskie (76 kg/ha) i znacznie ustępuje poziomowi nawożenia mineralnego w krajach Unii Europejskiej (średnio ponad 200 kg/ha) (Rocznik Statystyki Międzynarodowej GUS). Jednak tak jak w przypadku pestycydów można spodziewać się, że w niedalekiej przyszłości, przynajmniej na części arealu, wzrośnie zużycie nawozów mineralnych.

Mechanizacja prac polowych może wpływać bezpośrednio lub pośrednio na entomofaunę. Stosowane narzędzia uprawy powodują określone zmiany w entomofaunie gleby, a jego efekt globalny można m.in. zaobserwować, co wcześniej wspomniano, przy analizie ogólnego zagęszczenia i zróżnicowania owadów na polach uprawnych o różnym reżimie uprawowym. Chcemy jednak w niniejszym opracowaniu zwrócić uwagę na inny aspekt wpływu mechanizacji na entomofaunę, a mianowicie na redukcję środowisk ostojowych takich jak miedze, zakrzaczenia i drobne zadrzewienia i oczka wodne. Ich obecność utrudnia stosowanie nowoczesnego sprzętu uprawowego. W związku z tym obserwuje się likwidację tego typu środowisk. Mechanizacja stymuluje również wprowadzanie upraw wielkoobszarowych. Oba te zjawiska prowadzą do uproszczenia struktury krajobrazu, a to pociąga za sobą

określone zmiany w faunie owadów. Ponieważ, jak wcześniej pokazano, lasy śródpolne, zadrzewienia i inne drobne refugia charakteryzują się dużym zróżnicowaniem gatunkowym, znacznie przewyższającym wartości obserwowane na polach uprawnych usuwanie tych środowisk z krajobrazu znacznie zubaża zasoby entomofauny. Szczególnie groźna jest likwidacja wysp leśnych dla gatunków biologicznie związanych z lasami, dla których pozostałości lasów lub spontanicznie odtworzone wyspy leśne są warunkiem utrzymania się w odlesionym krajobrazie rolniczym. Jako przykładem zmian w zasobach w zależności od struktury krajobrazu fauny posłużyliśmy się ponownie owadami zapylającymi (Tab. III).

W kategorii zagrożeń owadów w krajobrazie rolniczym należy zwrócić uwagę na jeszcze jedno, niebezpieczne zjawisko, a mianowicie wiosenne wypalanie traw. Pomijając sprawę zagrożenia pożarowego proceder ten nie mający uzasadnienia ani ekonomicznego ani praktycznego stanowi duże zagrożenie dla fauny naziemnej zwłaszcza dla gatunków hibernujących w łodygach roślin, na powierzchni ziemi lub wcześniej rozpoczynających cykl rozwojowy.

Tab. III. Wpływ struktury krajobrazu rolniczego na zróżnicowanie gatunkowe i zagęszczenie owadów zapylających (*Apoidea*) (wg BANASZAK, MONOLE 1987).

Impact of the landscape structure on the diversity and density of pollinating insects (*Apoidea*) (after BANASZAK, MONOLE 1987).

Miejsce badań Cecha	Okolice Bukaresztu	okolice miasta Krajowa
Typ zróżnicowania krajobrazu	Mniejszy udział środowisk refugialnych w stosunku do pól Krajobraz nizinny	Większy udział biotopów refugialnych w stosunku do pól uprawnych. Krajobraz zróżnicowany z udziałem lasów i muraw
Liczba gatunków	49	72
Procent gatunków w stosunku do całkowitej liczby <i>Apoidea</i> Niziny Rumuńskiej	46	68
Zagęszczenie dzikich <i>Apoidea</i> na plantacjach lucerny	3200	4700

W warunkach Polski brakuje dotychczas kompleksowych ocen wpływu wiosennego wypalania na faunę. Znajomość biologii poszczególnych grup owadów, miejsc hibernacji, okresów rozwoju itd. pozwala jednak bardzo negatywnie ocenić to zjawisko.

### **Możliwości ochrony owadów w krajobrazie rolniczym**

Wszelkie działania mające na celu ochronę gatunków czy grup zwierząt w krajobrazie rolniczym muszą brać pod uwagę podstawową i nadrzędną funkcję tych terenów – produkcję żywności. Ochrona bądź nawet restytucja zasobów przyrodniczych tych terenów i gospodarka rolna nie muszą się jednak wykluczać. W perspektywie integracji z Europą Zachodnią należy zwrócić większą uwagę na ochronę i restytucję biotopów, w których gatunki chronione, rzadkie, jak i cała pozostała entomofauna miałyby szansę przeżycia i utrzymania się, zapewniając odpowiednie zróżnicowanie gatunkowe tych terenów. Podejście do tego zagadnienia będzie różne w zależności od tego z jakim scenariuszem rozwoju rolnictwa będziemy mieli do czynienia.

Obecnie w rozwoju krajobrazów rolniczych Europy zarysowują się dwie tendencje. Pierwsza tendencja, to próba rozpowszechnienia tzw. rolnictwa ekologicznego, zakładającego uprawę małych pól, z dużym nakładem pracy ludzkiej i przy minimalnym nakładzie środków chemicznych. Szczególnie duże nadzieje w zakresie ochrony owadów należy wiązać właśnie z rolnictwem ekologicznym. Zaniechanie chemizacji, ograniczenie mechanizacji (np. ograniczanie lub zaniechanie orki), wykorzystywanie w większym zakresie biologicznych metod ochrony roślin, tworzenie bardzo mozaikowej i skonstrastowanej struktury przestrzennej pozwala sądzić, że tereny takie sprzyjają znacznie bardziej ochronie zasobów naturalnych entomofauny, aniżeli wielkoobszarowe rolnictwo. Jednakże zasięg tego typu gospodarowania jest na razie niewielki (do kilku procent areалу) i w związku z jego mniejszą efektywnością produkcyjną nie należy się chyba spodziewać znacznego wzrostu jego udziału. Druga tendencja związana jest z postępującą intensyfikacją rolnictwa na części areálu (ze wszystkimi negatywnymi skutkami środowiskowymi) oraz zaniechaniem gospodarowania rolnego na pozostałych terenach, których wielkość może według różnych prognoz osiągnąć 30–50% całej dostępnej ziemi ornej w krajach Unii (za RYCHLING, SOLON 1998). Nadprodukcja żywności w Europie, przewaga podaży nad popytem implikuje zaniechanie gospodarki rolnej (w dłuższym lub krótszym czasie) na części gruntów. Jest to szansa dla osób i instytucji zajmujących się ochroną przyrody na wprowadzenie ekologicznych zasad konstrukcji krajobrazu na tereny rolnicze. Należy zwrócić tu uwagę na dwa aspekty:

- a) ochronę istniejących środowisk refugialnych,
- b) wprowadzanie do krajobrazu zgodnie z zasadami ekologii nowych siedlisk.

W pierwszym przypadku działalność ochroniarska powinna pójść dwiema drogami. Po pierwsze, należy dążyć do tworzenia instrumentów prawnych, które zabezpieczyłyby ochronę środowisk refugialnych krajobrazu rolniczego. W tym świetle należy przyjąć z dużym uznaniem umieszczenie w ustawie o ochronie przyrody nowej formy ochrony przyrody tzw. użytków ekologicznych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Według ustawy o ochronie przyrody użytki ekologiczne są to „zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów, mających istotne znaczenie dla zachowania unikatowych zasobów genowych i typów środowiska, jak: naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne oczka wodne, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nie użytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce itp.”. Użytki ekologiczne uwzględnia się w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego i uwidacznia w ewidencji gruntów. Zespół przyrodniczo-krajobrazowy „wyznacza się w celu ochrony wyjątkowo cennych fragmentów krajobrazu naturalnego i kulturowego, dla zachowania jego wartości estetycznych”. Obie formy prawne pozwalają na objęcie ochroną środowisk pełniących funkcję refugium flory i fauny w krajobrazie rolniczym.

Drugi kierunek działań to popularyzacja wśród rolników znaczenia biocenotycznego środowisk refugialnych, tak aby wreszcie przestały one funkcjonować w świadomości przeciętnego rolnika jako nieużytki, będące wylęgarnią „robactwa” i chorób roślin, nadające się co najwyżej na miejsce składowania śmieci i odpadów. Wyniki badań nad różnymi grupami roślin i zwierząt zasiedlających refugia otoczone polami wskazują, że obiegowa opinia o ich szkodliwym wpływie na uprawy poprzez rozsiedlanie czy przechowywanie chorób i szkodników roślin uprawnych nie pokrywa się z faktami. PUSZKAR (1981) stwierdził, że spośród 140 gatunków owadów szkodliwych dla upraw tylko 10, głównie mszyc, związanych było w swych cyklach życiowych z zadrzewieniami. Wylimitowanie z zadrzewień trzmieliny pospolitej, kaliny, głogów, czeremchy i jaśminowca, żywicieli pośrednich mszyc, jeszcze bardziej zmniejsza potencjalne zagrożenie upraw. Również niewielka w naszych warunkach klimatycznych jest grupa szkodliwych owadów wykorzystująca zadrzewienia jako zimowiska. Z drugiej strony, refugia, w których gromadzą się szkodniki na okres zimowy mogą pełnić funkcję pułapek biologicznych, w których szkodniki są eliminowane przez choroby i pasożyty. Np. flora grzybów owadobójczych w lasach, zadrzewieniach, zbiorowiskach kserotermicznych, szuwarowych i krzewiastych wokół zabagnień i drobnych zbiorników



wodnych jest 4–6 krotnie bogatsza niż w uprawach rolnych (BAŁAZY, RYSZKOWSKI 1992).

Drugi aspekt działań zwiększających szansę ochrony owadów w agroekosystemach to wprowadzanie nowych refugium do krajobrazu rolniczego. Trzeba zwrócić tu uwagę na dwa zagadnienia:

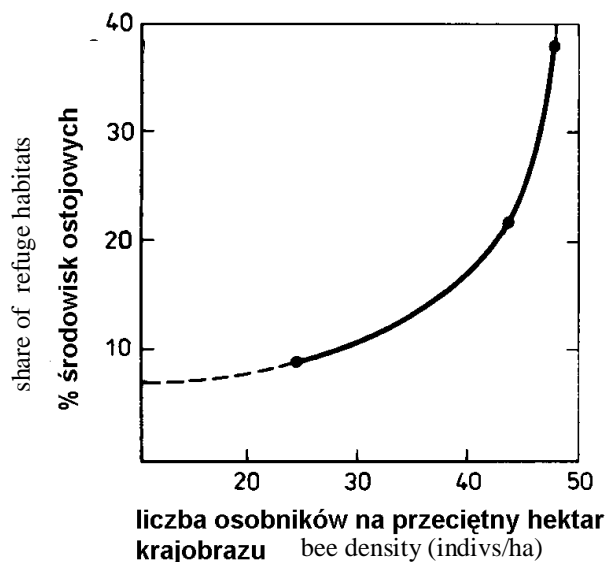
- a) odpowiednie zaplanowanie struktury wewnętrznej (wielkości, kształtu oraz typu i składu roślinności) refugium oraz ich rozmieszczenia w krajobrazie,
- b) środki prawne i administracyjne, które umożliwiłyby przebudowę krajobrazów.

Co do pierwszego zagadnienia istnieje bardzo szeroka literatura omawiająca zależności między wielkością, kształtem, izolacją i połączeniami między środowiskami refugialnymi a ich wpływem na kształtowanie się fauny tych środowisk. Chociaż nadal istnieje wiele ważnych problemów teoretycznych jak i praktycznych do rozwiązania w tej dziedzinie posiadamy przesłanki, które pozwalają takie refugia projektować i wprowadzać do krajobrazu.

W Polsce posiadamy przykłady takie przedsięwzięć i wskazują one, że umiejętnie wprowadzenie refugium może zdecydowanie poprawić zasoby naturalne owadów. Przykładem może tu być kompleks zadrzewień na Żuławach Wiślanych. Kompleks ten stanowi ok. 325 ha niezwykle zróżnicowanych pod względem budowy i składu gatunkowego zadrzewień śródpolnych rozmieszczonych na obszarze prawie 40 000 ha. Badania CIERZNIAKA (1994b) wykazały znaczne wzbogacenie fauny owadów zapylających na tym terenie. Zagęszczenia tych owadów przewyższyły tutaj 2,5 do 7 razy zagęszczenia stwierdzane w Wielkopolsce.

Mając dobre rozpoznanie zasobów danej grupy owadów można nawet pokusić się o określenie tendencji zmian w zasobach w związku ze zmianą struktury krajobrazu. Kalkulacje takie przeprowadzono dla *Apoidea* a ich wynik prezentuje rycina (Ryc. 5). Są to dane szacunkowe, jednak mogą zilustrować wpływ struktury krajobrazu na zasobność fauny danego obszaru. Powiększenie areалу środowisk ostojowych do około 20% ogólnej powierzchni powoduje podwojenie ogólnej liczby zapylaczy.

Wydaje się również, że system ochrony zasobów fauny krajobrazu rolniczego oparty na naturalnych lub półnaturalnych środowiskach refugialnych wplecionych w agroekosystemy jest skuteczny w dłuższym okresie. Dowodzą tego badania BANASZAKA (1983) nad zmianami jakościowymi fauny zapylającej w okresie ostatnich 50 lat w Wielkopolsce. Jak wykazano skład gatunkowy tej fauny nie uległ zmianie w ciągu badanego okresu mimo, że nastąpiła znaczna intensyfikacja rolnictwa. Właśnie w systemie trwałych, naturalnych refugium (lasy, murawy kserotermiczne) oraz mniej trwałych refugium



Ryc. 5. Zależność zagęszczenia pszczół od udziału środowisk refugialnych w krajobrazie rolniczym (wg BANASZAK 1984).

Fig. 5. Dependence of bee density on the proportion of refuge habitats in agricultural landscapes (after BANASZAK 1984).

(zadrzewienia, murawy przydrożne, aleje) upatruje się czynników kompensujących wpływ intensywnego rolnictwa i zabezpieczających zasoby fauny zapylaczy w krajobrazie rolniczym.

Drugim zagadnieniem związanym z ochroną owadów przez wprowadzanie refugium, są uwarunkowania prawne i administracyjne, pozwalające na tworzenie nowych środowisk ostojobowych. Wydaje się, że konieczne są tutaj zmiany w naszym prawodawstwie. Obecnie zmiana użytkowania gruntów rolnych wiąże się z dużymi kosztami i niestety nie ma znaczenia czy jest to zmiana gruntów rolnych na działki budowlane, czy zamiana ich na użytki ekologiczne, zajęte np. pod zadrzewienia, murawy itp. Zniechęca to właścicieli ziemi do przeznaczania fragmentów arealu pod zadrzewienia lub inne formy „użytkowania ekologicznego”. Należy jak najszybciej tą sytuację prawną zmienić.

Wydaje się, że spośród dwóch podstawowych sposobów ochrony gatunków, a mianowicie ochrony gatunkowej i ochrony siedlisk gatunków ten drugi sposób jest w przypadku terenów rolniczych skuteczniejszy. Nikt rozsądny nie może przecież liczyć na to, że wystąpienie na danym terenie cennego ga-

tunku, nawet chronionego prawem, spowoduje zaniechanie chemicznych metod ochrony plonów czy innych metod charakterystycznych dla intensywnego, nowoczesnego rolnictwa.

### SUMMARY

The influence of farming on fauna has been discussed; groups of animals coexisting on cultivated fields with those dwelling in grassland and forest ecosystems are compared. On the basis of selected groups of insects, essential principles governing the existence of animals in agricultural landscape are discussed. Ecological rules of management in rural areas as a basis for conservation of the landscape and its fauna are given.

Much attention has been devoted to the importance of forest islands and other refuge habitats in the landscape. The paper is concluded by examples of evaluation of natural resources of insects in the last half-century and attempts to foresee the changes of fauna in the light of developmental trends in agriculture.

### PIŚMIENNICTWO

- AGGER B. P., 1991: Ecological Consequences of Current Land Use Changes in Denmark and Some perspectives for Planning and Management. proc. European Seminar on Practical Landscape Ecology, **4**, Roskilde.
- BALAŻY S., RYSZKOWSKI L., 1992: Strukturalne i funkcjonalne charakterystyki krajobrazu rolniczego. [W:] L. RYSZKOWSKI, S. BALAZY: Wybrane problemy ekologii krajobrazu. Materiały konferencyjne, Poznań, PAN, Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego: 105-120.
- BANASZAK J., 1983: Ecology of bees (*Apoidea*) of an agricultural landscape. Pol. Ecol. Stud., **9**: 421-505.
- BANASZAK J., 1984: Pattern of distribution of *Apoidea* in agricultural landscape. Comptes rendus du V Symposium International sur la pollinisation. Versailles, 27-30 septembre 1983. INRA Publ. (Les Colloques de l'INRA, 21), Paris: 223-227.
- BANASZAK J., 1985: Zgrupowania pszczół (*Apoidea*) w środowisku wiejskim. Pol. Pismo Entomol., **55**: 115-133.
- BANASZAK J., 1989: Macrobenthos of small channels and ponds in an agricultural landscape. Ecol. Int. Bull., **17**: 53-64.
- BANASZAK J., 1995: Zgrupowania pszczół w parkach wiejskich. Zeszyty Nauk. WSP, Stod. Przyr., **11**: 65-75.
- BANASZAK J., 1997: Local changes in the population of wild bees. I. Changes in the fauna ten years later. Ochrona Przyrody, **54**: 119-130.
- BANASZAK J. (red.), 1998: Ekologia wysp leśnych. Wyd. Uczeln. WSP, Bydgoszcz. 326 ss.

- BANASZAK J., WIŚNIEWSKI H., 1999: Podstawy ekologii. Wydawnictwo Uczelniane WSP, Bydgoszcz. 654 ss.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T., 1994: The effect of neighbouring environments and the acreage of winter rapeseed plantation on differentiation and density of *Apoidea*. Zesz. Nauk. WSP w Bydgoszczy, Studia Przynr., **10**: 25-38.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T. 1998. Owady zapylające – *Apoidea*. [W:] J. BANASZAK (red.): Ekologia wysp leśnych. Wyd. Uczelniane WSP, Bydgoszcz: 113-139.
- BANASZAK J., KRZYSZTOFIK A., 1992: Communities of bees in the forests of Poland. [W:] J. BANASZAK (red.): Natural resources of wild bees in Poland. Pedagogical Univ., Bydgoszcz: 35-40.
- BANASZAK J., KRZYSZTOFIK A., 1996: The Natural Wild Bee Resources (*Apoidea*, *Hymenoptera*) of the Wigry National Park. Pol. Pismo Ent., **65**: 33-51.
- BANASZAK J., MANOLE T., 1987: Diversity and density of pollinating insects (*Apoidea*) in the agricultural landscape of Rumania. Pol. Pismo Ent., **57** (4): 747-766.
- BIENNEWICZ J., KACZOROWSKI G., 1997: Miedza – zagrożenie czy korzyść dla plantacji buraka cukrowego? Biul. IHiAR, 202: 225-227.
- BILEWICZ-PAWIŃSKA T., 1961: Wpływ zadrzewień na dynamikę ilościową pluskwiaków różnoskrzydłych (*Heteroptera*). Ekol. Pol., ser. A, **9**, 4: 61-77.
- BOWDEN J., DEAN J., 1977: The distribution of flying insects in and near a tall hedgerow. J. Appl. Ecol., **14**: 343-354.
- CIERZNIAK T., 1994a: The effect of a differentiation of an agricultural landscape on *Apoidea* communities. Zesz. Nauk. WSP, Stud. Przynr., **11**: 13-50.
- CIERZNIAK T., 1994b: Wstępna ocena zadrzewień Żuław Gdańskich jako biotopu owadów zapylających. Zesz. Nauk. WSP w Bydgoszczy, Studia Przynr., **12**: 75-86.
- CIERZNIAK T., 1996: Wstępna ocena zadrzewień Żuław Gdańskich jako biotopu owadów zapylających. Zesz. Nauk. WSP w Bydgoszczy, Studia Przynr., **12**: 75-86.
- CZARNECKI A., 1983: The contribution of Collembola to decomposition of cultivated plant debris. Rocznik Glebozn., **34**: 75-83.
- CZARNECKI A., 1984a: The function of *Collembola* in a developing forest ecosystems. Warszawa, 2nd Symposium on the Protection of Forest Ecosystems: 125-193.
- CZARNECKI A., 1984b: Factors influenced development of Collembolan community. Warszawa, 3rd Symposium on the Protection of Forest Ecosystems: 155-168.
- DĄBROWSKA-PROT E., 1987: The effect on *Diptera* of woodlots in an agricultural landscape. Pol. Ecol. Stud., **13**: 71-94.
- DĄBROWSKA-PROT E., 1992: The role of forest island in the shaping of the structure and functioning of entomofauna in an agricultural landscape. Ekol. Pol., **39**, 4: 481-516.
- DĄBROWSKI J. S., 1977. O ochronę zwierząt bezkręgowych. Chrońmy Przynr. Ojcz., **33**, 2: 19-25.

- GŁOWACIŃSKI Z., BIENIEK M., DYDUCH A., GERTYCHOWA R., JAKUBIEC Z., KOSIOR A., ZEMANEK M., 1980: Stan fauny kręgowców i wybranych bezkręgowców Polski – wykaz gatunków, ich występowanie, zagrożenie i status ochronny. *Studia Naturae*, ser. A, **21**: 1-163.
- GRIFFITHS D., 1973: The structure of an acid moorland pond community. *J. Anim. Ecol.*, **42**: 263-283.
- JELINOWSKA A., 1978: Rola pszczół w produkcji nasion wieloletnich motylkowych. *Pszczelarstwo*, **11**: 5-6.
- JOHANSEN C., EVES J. 1967: Toxicity of insecticides to the alkalibee and the alfalfa leafcutting bee. *Wash. Agric. Exp. Stn., Circ.*, **475**: 1-15.
- KARG J., 1983: Wpływ struktury krajobrazu rolniczego na bogactwo fauny. *Kronika Wielkopolska*, **29**:
- KARG J., 1989: Zróżnicowanie liczebności i biomasy owadów latających krajobrazu rolniczego zachodniej Wielkopolski. *Rocz. AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, **188**: 1-78.
- KARG J., 1992: Insect community response to the shelterbelt-field ecotone. [W:] L. RYSZKOWSKI, S. BAŁAZY (red.): *Functional appraisal of agricultural landscape in Europe (Seminar 1992)*. Research Center for Agricultural and Forest Environment PAS, Poznań: 165-172.
- KARG J., RYSZKOWSKI L., 1996: Animals in arable land. [W:] L. RYSZKOWSKI, N. R. FRENCH, A. KĘDZIORA (red.): *Dynamics of an agricultural landscape*. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań: 138-172.
- KOCAN T., 1972: Racjonalna gospodarka i nowoczesne metody intensywnego nawożenia łąk i pastwisk leśnych. *Las Pol.*, **9**: 10-11.
- KOSIOR A., 1987: Wpływ działalności gospodarczej na populacje trzmieli *Bombus* LATR. w Bieszczadach Zachodnich. *Ochr. Przyr.*, **45**: 239-262.
- LAGERLÖF J., ANDRÉN O., 1985: Succession and activity of microarthropods and enchytraeids during barley straw decomposition. *Pedobiologia*, **28**: 343-353.
- LAURIE E. M. O., 1942: The fauna of an upland pond and its inflowing stream at Ystumtner, North Cardiganshire, Wales. *J. Anim. Ecol.*, **11**: 165-181.
- LIPA J. J., 1998: Entomologia stosowana i ochrona roślin w XXI wieku. *Wiad. Entomol.*, **17** (supl.): 51-77.
- NIEWIADOMSKI W., 1979: Ekologiczne skutki intensyfikacji rolnictwa. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, **228**: 9-28.
- PAWLIKOWSKI T., 1985: Zgrupowania dzikich pszczołowatych (*Hymenoptera, Apoidea*) na kserotermicznych siedliskach wydmywanych Kotliny Toruńskiej. *Stud. Soc. Scient. Tor., Sec. E.*, **10**: 1-57.
- PAWLIKOWSKI T., 1989: Struktura zgrupowań dzikich pszczołowatych (*Hymenoptera, Apoidea*) z obszarów o różnych typach parcelacji powierzchni uprawnej. *AUNC*, **33**,70: 31-46.

- PAWLIKOWSKI T., 1992: Struktura zespołów pszczołowych (*Hymenoptera, Apoidea*) na obszarach leśnych Kotliny Toruńskiej. Uniw. M. Kopernika, Rozprawy, Toruń. 115 ss.
- PAWLIKOWSKI T., 1993: Zadrzewienia śródpolne jako korytarze ekologiczne rozprzestrzeniania się trzmieli (*Apoidea, Bombus* LATR.) w krajobrazie rolniczym. AUNC, **43**, 84: 19-31.
- PETERSEN H., 1982: Quantitative ecology of microfungi and animals in soil and litter. *Oikos* **3**: 286-388.
- PROŃCZUK J., 1982: Podstawy ekologii rolniczej. PWN, Warszawa.
- PUSZKAR T., 1981: Zadrzewienia śródpolne a choroby i szkodniki roślin uprawnych. *Sylvan*, **125**, 9: 135-140.
- ROMANKOW W., WÓJTOWSKI F., WILKANIEC Z., 1979: Wpływ zabiegów chemicznych na nasilenie występowania owadów szkodliwych i zapyłających na plantacjach lucerny nasiennej. *Roczn. Nauk Roln., E*, **9**: 229-246.
- RICHLING A., SOLON J., 1996: Ekologia krajobrazu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. 320 ss.
- RYSZKOWSKI L., 1972: Agroekologia – zarys problematyki badawczej. [W:] L. RYSZKOWSKI (red.): Ekologiczne efekty intensywnej uprawy roli. Instytut Ekologii PAN, Zesz. Nauk., **5**: 23-33.
- RYSZKOWSKI L., 1981: Wpływ intensyfikacji rolnictwa na faunę. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, **233**: 7-38.
- RYSZKOWSKI L., 1986: Ekologiczne efekty uprawy uproszczonych zmianowań. [W:] W. MYŚKÓW, J. KUŚ, M. KAMIŃSKA (red.): Ekologiczne skutki monokulturowej uprawy zbóż. Inst. Uprawy, Nawożenia i Glebozn., Puławy: 5-20.
- SKALSKI A., W. 1976: Uwagi o zmianach w lepidopterofaunie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i terenów przyległych. [W:] Entomologia a ochrona środowiska. PWN, Warszawa: 27-33.
- TUCKER G. M., 1992: Effects of agricultural practices on field use by invertebrate – feeding birds in winter. *J. Appl. Ecol.*, **29**: 779-790.
- USHER M. B., 1970: Seasonal and vertical distribution of a population of soil Arthropods: *Collembola*. *Pedobiologia*, **10**: 224-230.