

JÓZEF BANASZAK, TOMASZ CIERZNIAK

Katedra Biologii i Ochrony Środowiska WSP w Bydgoszczy  
Chodkiewicza 51, 85-667 Bydgoszcz

## EKONOMICZNE EFEKTY ZAPYLANIA ROŚLIN UPRAWNYCH PRZEZ PSZCZOŁĘ MIODNĄ I DZIKO ŻYJĄCE PSZCZOŁOWATE (APOIDEA)

### WPROWADZENIE

Uprawy polowe zajmują w Polsce obecnie 13,56 mln ha. Większość z nich, bo 10,81 mln ha, to uprawy roślin wiatro- i samopylnych, takich jak: pszenica, żyto, jęczmień, owies, kukurydza, ziemniak, burak cukrowy, tytoń, chmiel, konopie, sorgo i inne (Rocznik Statystyczny GUS 1993). Pozostała część, czyli około 20% upraw, stanowią rośliny, dla których zapylanie przez owady z punktu widzenia plonowania jest efektywne lub niezbędne. W Polsce około 60 gatunków roślin uprawnych jest w mniejszym lub większym stopniu zależnych od owadów zapylających, przede wszystkim od pszczoł szeroko tutaj rozumianych. Wśród tych roślin część gatunków charakteryzuje się częściową samopłodnością, jednak zapylanie przez owady jest dla nich bardzo korzystne i znacznie zwiększa plon takich roślin, jak: rzepak, rzepik, proso, gorczyca, mak, len, łubin żółty, wyka ozima, groch siewny, peluszką, soja, komonica. Z kolei wiele roślin zapylają wyłącznie lub prawie wyłącznie owady, jak: grykę, słonecznika, koniczynę, lucernę, esparcete, drzewa owocowe, rośliny jagodowe (truskawki, maliny, porzeczki, agrest, warzywa, kapustę nasienną i inne.

Już z powyższego zestawienia można wnosić, jak istotna rola przypada owadom zapylającym w produkcji rolnej. Dotyczy to głównie pszczoły miodnej *Apis mellifera* L., chociaż nadal, poza środowiskiem specjalistów, jej ekonomiczne znaczenie jest postrzegane głównie jako producenta miodu, wosku, mleczka pszczelego i innych produktów pszczelich. Natomiast drugi aspekt działalności pszczoł, to znaczy zapylanie roślin i w konsekwencji wzrost plonowania, jest ciągle jeszcze mało doceniany. Wpływ na wysokość plonowania, chociaż bardzo zmienny, mają także pszczoły żyjące dziko. W Polsce występuje ponad 450 gatunków dzikich pszczoł, przedstawicieli nadrodziny *Apoidea*, o różnym stopniu rozwoju socjalnego, to jest od zupełnie samotnych po właściwie społeczne, jak trzmiele. Pełny ich wykaz zawiera spis sporządzony przez BANASZAKA (1991). a informacje na temat biologii, ekologii i znaczenia gospodarczego tych owadów można znaleźć w dwóch książkach tego autora: *Pszczoły i zapylanie roślin* (BANASZAK 1987) i *Ekologia pszczoł* (1993).

Mimo ukazania się licznych prac dotyczących zapylenia wybranych gatunków roślin przez owady, w literaturze krajowej brak jest zestawienia ekonomicznych efektów zapylenia roślin uprawnych przez pszczoły. Dotyczy to w równym stopniu pszczoły miodnej, co i dziko żyjących pszczół. Przyczynami są zapewne trudności metodologiczne, na przykład niepełne dane o wpływie entomogamii na wzrost plonów poszczególnych gatunków roślin, konieczność uwzględnienia wielu odmian roślin, a jednocześnie brak aktualnych danych o areale i plonach (zwłaszcza z okresu ostatnich pięciu lat, co jest spowodowane transformacją całej gospodarki. Mimo wspomnianych wyżej trudności można wykonać szacunkowe obliczenie ekonomicznych efektów zapylenia roślin uprawnych przez pszczoły w skali kraju, które z pewnością umożliwiają ukazanie wymiernego znaczenia pszczół szeroko rozumianych w rolnictwie. Takie właśnie zadanie postawili sobie autorzy niniejszego opracowania.

#### MATERIAŁ I METODY

Wielkość wzrostu plonowania danej rośliny w wyniku zapylenia jej przez pszczoły można obliczyć stosując różne metody. Do dokładnej analizy procesu zapylenia stosuje się metodę opartą na szczegółowym określeniu wszystkich znanych czynników składających się na końcowy efekt zapylenia — wzrost plonów. Można ją nazwać „metodą szczegółową”. W metodzie tej określa się takie elementy jak: a) skład gatunkowy pszczół zapyłających dany gatunek rośliny, b) zagęszczenie danego gatunku pszczoły, c) dzienną efektywność zapylenia dla badanego gatunku pszczoły, na którą składa się liczba godzin pracy owada w ciągu dnia, wydajność pracy czyli liczba zapylnych kwiatów w jednostce czasu (min, godz), liczba nasion (owoców) uzyskanych z zapylnego kwiatu, wielkość tych nasion (owoców) uzyskanych w wyniku zapylenia, d) ogólną efektywność zapylenia dla danego gatunku pszczoły, na którą składają się z kolei: dzienna efektywność zapylenia oraz liczba tak zwanych dni lotnych, którą oblicza się biorąc pod uwagę terminy występowania danego gatunku pszczoły i terminu zakwitania plantacji oraz liczbę dni z temperaturą umożliwiającą oblot plantacji przez pszczoły. W zależności od badanego gatunku pszczoły i rośliny są uwzględniane inne szczegółowe czynniki, jak na przykład pleć owadów, odmiana rośliny, pokos i wiele innych. Przykłady omawianej metodyki można znaleźć w pracach DYLEWSKIEJ i współautorów (1970) JABŁOŃSKIEGO (1970) BORNUSA i współautorów (1976), PESENKI (1992). Metoda szczegółowa jest bardzo pracochłonna i dlatego tego typu obliczenia wykonano dla niewielu gatunków roślin. Jednocześnie istnieje zawsze możliwość pominięcia pewnych istotnych czynników kształtujących końcowy efekt zapylenia.

Druga metoda, najczęściej stosowana, polega na wykorzystaniu izolatorów. Wybrane powierzchnie badanej plantacji lub pojedyncze rośliny izoluje się przed owadami zapyłającymi, stosując gęstą siatkę, a następnie porównuje się plonowanie roślin izolowanych z plonowaniem roślin, do których owady zapyłające miały swobodny dostęp. Metoda ta pozwala ocenić efekt końcowy zapylenia badanej rośliny przez pszczoły. Jest mniej pracochłonna od poprzedniej, aczkol-



wiek nie informuje o znaczeniu poszczególnych czynników składających się na proces zapylenia.

W niniejszej pracy wykorzystano wyniki uzyskane obiema metodami. Z metody „izolatorowej” wykorzystano dane o samopłodności rośliny — średni plon nasion (owoców) uzyskany bez udziału pszczół w zapyleniu oraz o wroście plonu przy danym zagęszczeniu pszczół, natomiast metoda „szczegółowa” dostarczyła danych o procentowym udziale poszczególnych gatunków pszczół w zapyleniu wybranych upraw. W obliczeniach za punkt wyjścia przyjęto: a) stopień samopłodności danej rośliny; b) średnie zbiory i plon w kraju (do obliczeń brano średnie z lat 1990–1992), jeżeli dane pochodziły z innego okresu zaznaczono to przy ich podaniu); c) średnie zagęszczenie pszczół na plantacjach danej rośliny; d) udział procentowy pszczoły miodnej i dziko żyjących Apoidea w zapyleniu oraz e) wzrost plonów przy określonym zagęszczeniu Apoidea.

Z 60 gatunków roślin zależnych w mniejszym lub większym stopniu od zapylenia przez owady wybrano pięć: lucernę, koniczynę czerwoną, rzepak, grykę i jabłoń. Kierowano się przy tym następującymi kryteriami: a) wielkością areалу zajmowanego przez daną uprawę, b) stopniem zależności rośliny od owadów zapyłających oraz c) dostępnością danych umożliwiających obliczenie wzrostu plonu związanego z zapyleniem przez owady pszczołowate.

W obliczeniach wykorzystano głównie dane z literatury krajowej, doceniając zarówno jej wartość merytoryczną, jak też biorąc pod uwagę fakt, że dane dotyczące zapylenia i plonowania, uzyskane w innych szerokościach geograficznych, klimacie i sposobie gospodarowania, mogą być nieadekwatne do warunków polskich.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### LUCERNA

Lucerna należy do cennych roślin pastewnych. W Polsce uprawy lucerny zajmują obecnie około 200 tys. ha (JELINOWSKA — informacja ustna). Na produkcję nasienną przeznaczają się obecnie około 1,5 tys. ha. W ostatnich latach zaznaczył się wyraźny spadek powierzchni plantacji nasiennej: w 1976 — 13136 ha, w 1980 — 2275 ha, w 1985 — 1989 ha i w 1989 — 1584 ha (dane wg GUS). Jednym z podstawowych czynników ograniczających powierzchnię upraw są trudności w produkcji nasiennej.

Lucerna jest rośliną wybitnie obcopolną. Może, co prawda, zachodzić samozapylenie, które według różnych autorów obejmuje 17%–46% kwiatów (CARLSON i współaut. 1950, PALMER-JONES i FORSTER 1965 — za FREE 1970), jednak liczba wytworzonych w takim procesie nasion (jak również ich wielkość) jest znacznie mniejsza niż w zapyleniu krzyżowym (PETERSEN 1954, PALMER-JONES, FORSTER 1965 — za FREE 1970, JANY 1973). Zapylenie (zarówno samozapylenie, jak i zapylenie krzyżowe) następuje tylko w wypadku otwarcia kwiatu, które ma miejsce w trakcie odwiedzin owadów zapyłających lub sporadycznie zachodzi samoistnie. Stwierdzono, że w warunkach Polski samootwieranie występuje u 3%–6% wytworzonych przez plantację kwiatów. Ilość nasion powstała z takich kwiatów może wynosić do 9 kg/ha (JABIOŃSKI 1970).

Badania w Polsce wykazały występowanie na plantacjach lucerny aż 144 gatunków *Apoidea* (WÓJTOWSKI 1965, RUSZKOWSKI 1968, RUSZKOWSKI i WÓJTOWSKI 1970, ANASIEWICZ 1973, SOWA 1973, SOWA i współaut. 1979, BANASZAK 1984). Według ANASIEWICZ (1973) za charakterystyczne gatunki pszczół dla upraw lucerny należy uznać: *Eucera longicornis* Vecht, *Melitta leporina* (Panz.), *Rhophitoides canus* (Evers.), *Megachile willughbiella* (K.), *M. centuncularis* (K.), *Halictus rubicundus* (Christ.) *Andrena gelriae* Vecht, *A. wilkella* (K.), *A. labialis* (K.), *Bombus terrestris* (L.), *B. lucorum* (L.), *B. distinguendus* Mor., *Lasioglossum albipes* (F.), *Halictus tumulorum* (L.) i *Apis mellifera* (L.). Gatunki te są silnie związane troficznie z lucerną i w całym kraju tworzą zespoły zapylaczy o zbliżonym składzie gatunkowym (SOWA 1973), aczkolwiek ich liczebność jest bardzo zmienna. Najliczniej oblatuje lucernę pszczoła miodna, której udział może wynosić do 98% wszystkich *Apoidea*, a zagęszczenie waha się od 5000–13240 osobników/ha (ANASIEWICZ 1975, BANASZAK 1984, DYLEWSKA i współaut. 1970, JABŁOŃSKI 1970, SOWA 1973). Jednak jej rola w warunkach umiarkowanego i wilgotnego klimatu Polski jest znacznie mniejsza, niż wynikałoby to z jej liczebności na plantacjach. Pszczoły miodne przeważnie zbierają nektar nie otwierając kwiatów podczas ich odwiedzin. Za najważniejszych zapylaczy lucerny są uznawane następujące dzikie pszczoły: *Melitta leporina* (Vecht) *Bombus* spp., *Eucera longicornis* (L.), *Rhophitoides canus* (Evers.), *Andrena* spp. Pszczoły te występują jednak zazwyczaj niezbyt licznie, w każdym razie bardzo zmienna jest ich liczebność w różnych miejscach kraju. Średnie ich zagęszczenie w Polsce wynosi 380,4 osobników/ha na lucernie pierwszego pokosu i 534,1 osobników/ha na lucernie drugiego pokosu (średnie zagęszczenie obliczono wg prac: JABŁOŃSKI 1973, SOWA i współaut. 1979, SOWA 1973, DYLEWSKA i współaut. 1970, BANASZAK 1984).

Uwzględniając średnie zagęszczenie pszczół na plantacjach lucerny I i II pokosu, a także samopłodność lucerny, średni plon całkowity i średni areal (średnia za lata 1976–1989. zbiory lucerny, które są wynikiem zapylania przez pszczoły, oszacowano na 790,1 ton w skali kraju (tab. 1). Efekt ekonomiczny, przy średniej cenie 5 nowych zł za kg (koniec 1993 r.) wynosi 1,9 mln \$. Powyższe wyniki graficznie prezentuje rysunek 1.

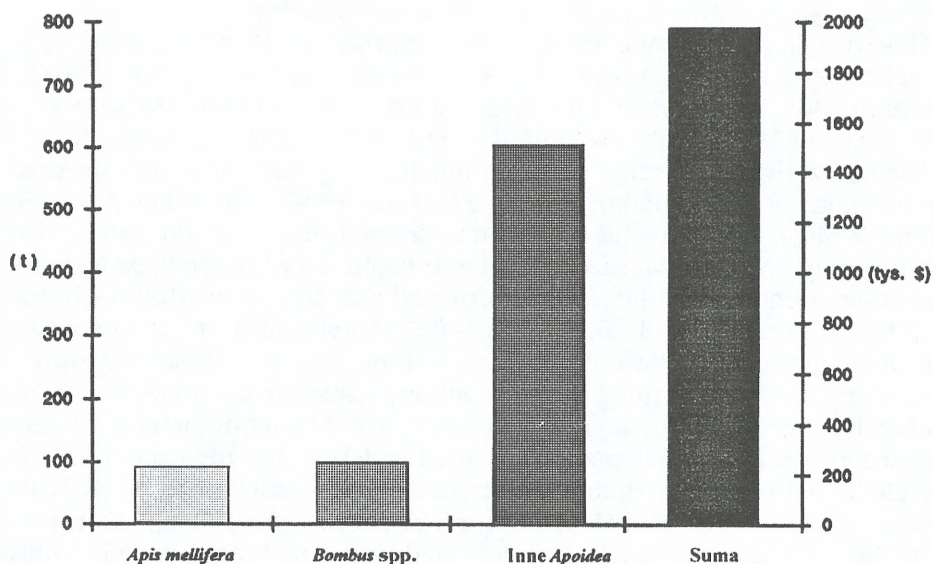
Tabela 1

Zagęszczenie zapylaczy, udział w zapylaniu i efekt ekonomiczny (zwyżka plonów) zapylania  
wybranych roślin entomogamicznych w Polsce.

a — średnia z lat 1976–1989, b — średnia z lat 1985–1987, c — obliczenia dotyczą areалу, który może być optymalnie zapylony przy założeniu, że 20% pni jest wywożonych na kwitnące uprawy rzepaku, d — kg/drzewo, e — mln drzew.

Gatunek lub grupa <i>Apoidea</i>	Średnie zagęszczenie <i>Apoidea</i> (osobników/ha)		Udział (%) w zapylaniu	Średni plon (kg/ha)		A r e a ł (tys. ha)		Zbiory w wyniku zapylania (t)
	I pokos	II pokos		całkowity	w wyniku samopłodności	w wyniku zapylania	Areal (tys. ha)	
Lucerna								
<i>Apis mellifera</i>	9309,6	10810,3	11,4			24,4		90,1
<i>Bombus</i>	38,8	28,1	12,3	223	9	26,3	3691,8 <sup>a</sup>	97,1

Inne Apoidea	341,6	506,0	76,3			163,3		602,9
Suma	9690,0	11344,4	100,0			214,0		790,1
Koniczyna czerwona								
<i>Apis mellifera</i>		2840,0	27,7			56,8		2272,0
<i>Bombus</i>		1490,0	70,9	210	5	145,3	40000 <sup>b</sup>	5812,0
Inne Apoidea		80,0	1,4			2,9		116,0
Suma		4410,0	100,0			205,0		8200,0
Rzepak								
<i>Apis mellifera</i>		30000,0	99,0			670,7		53656,0
<i>Bombus</i> i inne Apoidea		117,0	0,5	2710	2032,6	3,4	80000	272,0
Suma		30117,0	99,5			674,1		53928,0
Gryka								
<i>Apis mellifera</i>		13383,5	91,9			367,6		9925,2
<i>Bombus</i> i inne Apoidea		670,0	4,5	1000	600	18,0		486,0
Suma		14053,5	96,5			385,6		10411,2
Jabłoń								
<i>Apis mellifera</i>		1000,0	94			25,4 <sup>e</sup>		932180,0
<i>Bombus</i>		30,0	3	32 <sup>d</sup>	5 <sup>d</sup>	0,8 <sup>d</sup>	36,7 <sup>e</sup>	29360,0
Inne Apoidea		20,0	2			0,5 <sup>e</sup>		18350,0
Suma		1050,0	99			26,7 <sup>c</sup>		979890,0



Rys. 1. Zbiory lucerny (na nasiona) i efekt ekonomiczny uzyskany w wyniku zapylania przez pszczołę miodną i dziko żyjące pszczoły w Polsce.

Warto w tym miejscu podkreślić, że lucerna należy do niewielu krajowych roślin uprawnych bardzo ściśle zależnych od zapylania przez dziko żyjące pszczoły. W trzech czwartych winna być zapylana przez owady, których liczebność jest często niewystarczająca. Miedzy innymi jest to główną przyczyną



zawodności plonowania lucerny. Stąd i konieczność zakupu drogich nasion za granicą. Możliwości poprawienia tej sytuacji należy szukać między innymi we wzroście populacji dziko żyjących *Apoidea* przez odpowiednią gospodarke rolniczą, uwzględniającą zasady ekologii; prowadzenia sztucznej hodowli dzikich zapylaczy oraz typowaniu odpowiednich miejsc pod plantacje nasienne z uwzględnieniem zasobów naturalnych dzikich pszczołowatych w danej okolicy.

#### KONICZYNA CZERWONA

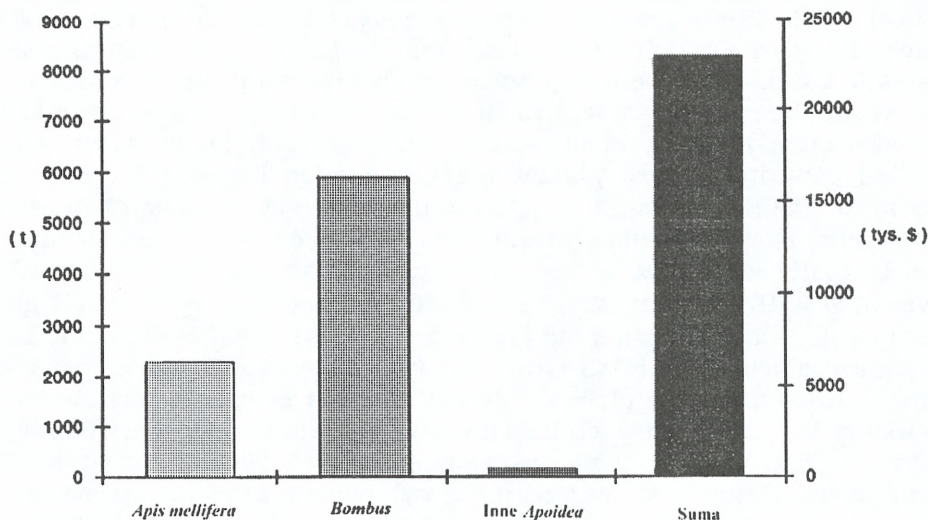
Koniczynę czerwoną zalicza się do najważniejszych roślin pastewnych. W Polsce uprawy zajmują obecnie około 600 tys. ha. Polska jest również, obok dawnej Czechosłowacji, największym producentem materiału siewnego w Europie. W końcu lat osiemdziesiątych zbierano nasiona z powierzchni 40 tys. ha (CORREIA i TASEI 1989).

Koniczyna czerwoną, podobnie jak lucerna, jest rośliną wybitnie obcopolną i owadopylną. Kwiaty pozbawione dostępu owadów zapylających nie zawiązują prawie wcale nasion. Według niektórych doniesień (na przykład FREE 1970) koniczyna czerwoną nie oblatywana przez owady zapylające może wytworzyć pewną ilość nasion, które mogą stanowić jednak najwyżej 6% plonu uzyskanego przy dobrym zapyleniu.

Dzięki badaniom nad biologią kwitnienia i zapylenia koniczyny czerwonej oraz szeroko zakrojonym badaniom terenowym, które objęły obszar całego kraju, dysponujemy cennymi danymi, pozwalającymi określić zagęszczenie i udział poszczególnych gatunków pszczół w zapyleniu tej rośliny.

Obserwacje prowadzone w Polsce na uprawach koniczyny czerwonej wykazały jej oblot przez 78 gatunków *Apoidea* (BŁAŻEJEWSKA i współaut. 1961, HONCZARENKO 1965, WÓJTOWSKI 1965, 1967, RUSZKOWSKI i BILIŃSKI 1968, ANASIEWICZ 1976, BILIŃSKI 1977, SOWA i współaut. 1977, 1983, BANASZAK 1984). Najliczniej koniczynę czerwoną oblatuje pszczoła miodna. Jej liczebność, w zależności od regionu, pogody i roku badań waha się od 0 do 25000 osobników/ha i wynosi średnio 2840 osobników/ha. Liczebność trzmieli dochodzi do 23750 osobników/ha, przy średnim zagęszczeniu 1490 osobników/ha. Najliczniej na koniczynie czerwonej występują: *Bombus terrestris* (L.), *B. lucorum* (L.), *B. pascuorum* (Scop.), *B. ruderarius* Müll., *B. lapidarius* (L.), *B. hortorum* (L.) i *B. muscorum* (L.); Pszczoły samotnice (głównie *Andrena gelriae* Vecht i *Melitta leporina* Pz.) i trzmiele są wyraźnie mniej liczne — ich zagęszczenie dochodzi do 1100 osobników/ha, przy średnim zagęszczeniu zaledwie 80 osobników/ha. Liczebność poszczególnych gatunków pszczół na plantacjach koniczyny czerwonej nie odzwierciedla jednak ich udziału w zapyleniu. Jak wykazały szczegółowe badania, efektywność pracy poszczególnych gatunków pszczół różni się wyraźnie (JABIOŃSKI 1975), ponadto większość pszczół miodnych i niektóre trzmiele pobierają nektar przez otwory wygryzione z boku korony kwiatowej. Uwzględniając te fakty oraz liczebność poszczególnych gatunków *Apoidea* na plantacjach stwierdzono, że w warunkach Polski koniczyna czerwoną jest zapylna średnio w 27,7% przez pszczołę miodną, 22,8% przez trzmiele krótkojęzyczkowe (*Bombus* s. str.), 48,1% przez pozostałe gatunki trzmieli oraz w 1,4% przez pozostałe *Apoidea* (pszczoły samotnice i trzmiele) (SOWA i współaut. 1983).

Po uwzględnieniu wyżej wymienionych danych, a także średniego plonu koniczyny czerwonej, samopłodności (przyjęto 2,4% plonu całkowitego — po uwzględnieniu danych zawartych w pracy FREE 1970) i areалу upraw nasiennych, zbiory uzyskane dzięki zapyleniu przez pszczoły w skali kraju wynoszą 8 200 ton, co daje produkt o wartości 21,5 mln \$ (cena 1kg — 5,50 nowych zł) (tab. 1 i rys. 2).



Rys. 2. Zbiory koniczyny czerwonej (na nasiona) i efekt ekonomiczny uzyskany w wyniku zapylania przez pszczołę miodną i dziko żyjące pszczoły w Polsce.

Podobnie jak w przypadku lucerny, plony nasion koniczyny czerwonej są silnie zależne od zapylania przez dziko żyjące pszczoły, szczególnie trzmielce. Z tego względu jest korzystne lokalizowanie upraw w rejonach liczego występowania trzmieli. Do takich rejonów należą w Polsce województwa północno-, środkowo- i południowo-zachodnie (Sowa i współaut. 1983, Ruszkowski i współaut. 1992). Lokalnie do terenów o bogatszych zasobach owadów zapylających należą urozmaicone tereny rolnicze z dużym udziałem (około 20%) zadrzewień śródpolnych, kęp krzewów, miedz i innych tak zwanych użytków ekologicznych. Lokalizacja upraw nasiennych na takich terenach może znacznie zwiększyć plon nasion.

#### RZEPAK

Rzepak ozimy jest najważniejszą i najszerzej uprawianą rośliną oleistą w Polsce. Areal zasiewów wynosi obecnie 461,7 tys ha (razem z rzepikiem) (Rocznik Statystyczny 1993).

Kwiaty są obupłciowe, przedślupne. Z tego względu nie następuje samozapylenie, ale możliwe jest zapylenie sąsiedzkie, kiedy na znamię dostanie się pyłek z rozwiniętych wcześniej kwiatów tej samej rośliny. W pewnym stopniu kwiaty rzepaku są więc samopłodne. Wysokie plony zapewnia jednak tylko zapylenie krzyżowe. Przy takim zapyleniu stwierdzono bowiem zwiększenie się ciężaru



nasion (FECHNER 1927 — za FREE 1970). Lepsze zapylenie wpływa na równomierne dojrzewanie nasion, co umożliwia trafniejszy wybór terminu sprzętu. Literatura przedmiotu podaje różne wielkości wzrostu plonów w efekcie dobrego zapylenia. Według KOLARIKA (1964), dobre zapylenie może zwiększyć plony od 25% do 126%. Doświadczenia przeprowadzone w dawnej Czechosłowacji wykazały, że zwyżka plonów z pola rzepaku, na którym ustawiono ule z pszczołmi, wynosiła około 65% w stosunku do plonów z pola odległego o 2 km od najbliższej pasieki. Z badań polskich wynika, że obecność pszczół na kwiatkach rzepaku nie powoduje zwiększenia się liczby zawiązanych i wykształconych łuszczyń, lecz zwiększa liczbę nasion w łuszczyinach. W badaniach z wykorzystaniem izolatorów wykazano, że dobry oblot rzepaku przez pszczoły (około 45000 osobników/ha) powoduje wzrost plonów różnych odmian rzepaku średnio o 25% (JABŁOŃSKI 1986). Ten wynik przyjęto w niniejszej pracy do dalszych obliczeń.

Dotychczasowe badania wykazały występowanie w Polsce na rzepaku ozimym 105 gatunków pszczół (GAŁUSZKOWA 1965, MICZULSKI 1967, WENGRIS 1973, PAWLIKOWSKI 1978, BANASZAK 1982). Spośród dziko żyjących pszczół główny udział mają pszczolinki *Andrena* (36 gatunków) i smukliki *Halictus* (36 gatunków) oraz trzmiele *Bombus* (13 gatunków). Ogólna liczebność dzikich pszczół jest jednak bardzo niska. Na plantacjach w Wielkopolsce stwierdzono średnio 117 osobników/ha. Dlatego też ich udział w oblocie rzepaku jest niewielki i wynosi średnio 12,8% (trzmiele 2,5%, pszczoły samotnice 10,3%, BANASZAK 1982). Udział w zapyłaniu jest jeszcze mniejszy, ponieważ dzikie pszczoły pracują o połowę wolniej na kwiatkach rzepaku od pszczoły miodnej (FREE i NUTTALL 1968, RADČENKO 1964). Na plantacjach, na które są podwożone pasieki, udział dzikich zapyłaczy w oblocie rzepaku (oprócz pszczół występują również muchówki) nie przekracza 1% (JABŁOŃSKI 1986). Dla uproszczenia przyjęto, że udział procentowy w zapyłaniu rzepaku wynosi wtedy 99% dla pszczoły miodnej i po 0,5% dla pozostałych *Apoidea* i innych owadów. Podstawowym zapyłaczem w tych warunkach jest pszczoła miodna. Jej zagęszczenie jest bardzo zmienne i zależy od wielkości plantacji (BANASZAK i CIERZNIK 1994), liczby uli, wydajności miodowej (BOBRZECKA i BOBRZECKI 1973) i oczywiście od tego czy na daną plantację zostały podwiezione rodziny pszczele. Przy braku pasiek w pobliżu upraw rzepaku zagęszczenie pszczoły miodnej dochodzi do 1000 osobników/ha (BANASZAK 1982). Wskutek takiej liczebności wzrost plonów w wyniku zapyłania jest minimalny (około 1% — przy założeniu, że wzrost plonów jest wprost proporcjonalny do liczby zapyłających pszczół). W tej sytuacji należy uwzględnić przede wszystkim plantacje rzepaku zapyłane przez specjalnie podwożone pasieki. Ponieważ brak jest danych o liczbie rodzin pszczelich, wywożonych corocznie na plantacje rzepaku, przyjęto, że maksymalnie 20% rodzin może być podwiezionych na kwitnące uprawy rzepaku — taka liczba pasiek jest bowiem przystosowana do transportu (PIDEK 1992). Jako ogólną liczbę rodzin w Polsce przyjęto średnią z trzech ostatnich lat (1990–1993) — 1,2 mln. Wynika z tego, że około 240000 rodzin może zapyłać rzepak. Optymalnie zapyłone może być w takiej sytuacji około 80000 ha, na których wzrost plonu, wywołany dobrym zapyleniem, sięga 25%.

Do obliczeń efektu ekonomicznego zapyłania nie można zastosować średniego plonu krajowego, ponieważ w większości (około 80%) odnosi się on do plantacji



słabo zapyłonych. Spowodowałyby to znaczne obniżenie wyniku obliczeń. Aby tego uniknąć, obliczono średni plon z plantacji dobrze zapyłonych. Takiej wielkości nie podają oczywiście dane GUS. Znacząc jednak areal ogólny, areal dobrze zapyłonych plantacji (wielkość przez nas założona), ogólne zbiory i plon uzyskany bez zapylenia (— 75% plonu uzyskanego przy dobrym zapyleniu, łatwo obliczyć średni plon z upraw rzepaku dobrze zapyłonych przez pszczoły. Wynosi on 2710,1 kg/ha i jest zbliżony do wartości, jaką uzyskano w badaniach szczegółowych (2985 kg/ha) (JABIOŃSKI 1986).

Zgodnie z poczynionymi wyżej założeniami i po uwzględnieniu arealu zasiewów oraz średniego plonu pochodzącego z plantacji dobrze zapyłonych, zbiory w wyniku dobrego zapylenia części upraw rzepaku w kraju wzrastają o 53928 ton. Szczegółowe dane prezentuje tabela 1. Uwzględniając aktualne ceny rzepaku notowane na giełdach rolniczych (330 nowych zł/t przy zakupie prosto z pola) ekonomiczny efekt zapylenia rzepaku przez pszczoły wynosi 8,5 mln \$.

#### GRYKA

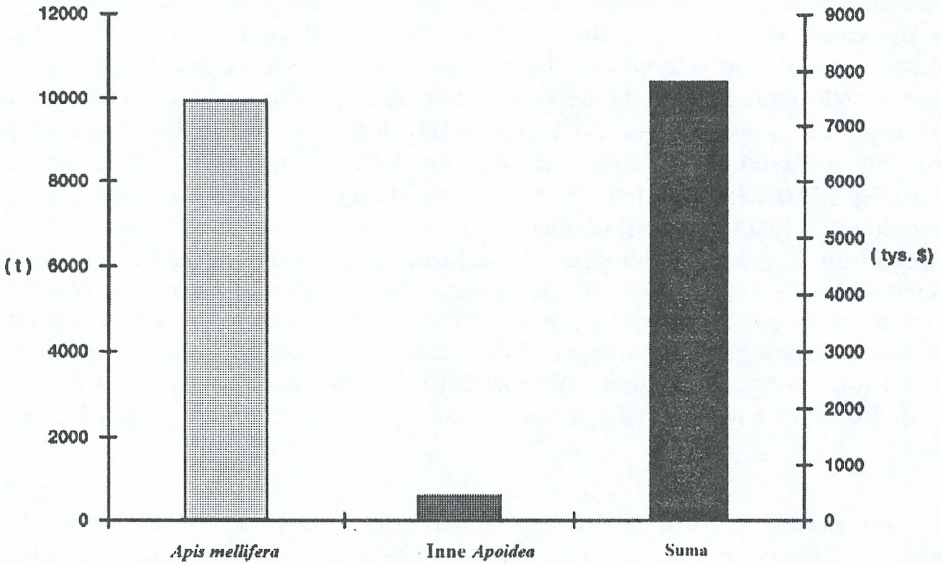
Gryka dostarcza wartościowego ziarna oraz paszy w postaci plew, słomy i zielonki. Główne rejony upraw znajdują się w województwach wschodnich. Ogólny areal upraw gryki wraz z prosem wynosi według statystyk GUS 38,3 tys. ha. Udział gryki w wymienionej liczbie zbliża się do 70%, a więc areal jej zasiewów wynosi około 27 tys. ha. Średni plon z hektara waha się około 1 t/ha.

Gryka ma kwiaty różnosłupkowe. Na jednych roślinach występują słupki krótsze od pręcików, na innych roślinach odwrotnie. Powoduje to, że zapylenie kwiatów, a więc i plony są silnie zależne od owadów.

W Polsce przeprowadzono nieliczne badania nad składem i zagęszczeniem pszczół oblatujących grykę. BANASZAK (1984) stwierdził oblot kwiatów gryki przez 6 gatunków pszczół, wśród których zdecydowanie dominowała pszczoła miodna (95%). Ogólne zagęszczenie pszczół wahało się w granicach 3250–31050 osobników/ha, średnio wynosiło 14083,5 osobników/ha. Również według JABIOŃSKIEGO i SZKLANOWSKIEJ (1990) kwiaty gryki są odwiedzane głównie przez pszczoły miodne, które stanowią średnio 92,4% ogółu entomofauny zapyłającej. Udział trzmieli wynosił średnio 3,6%, pszczół samotnic 0,5% a muchówek 3,5%. Średnie zagęszczenie pszczoły miodnej wynosiło 50–60 tys. osobników/ha.

Badania JABIOŃSKIEGO i SZKLANOWSKIEJ (1990) z zastosowaniem izolatorów wykazały, że dobry oblot gryki przez pszczoły zwiększa plonowanie ziarna o 35% u powszechnie uprawianej odmiany Hruszczowska oraz o 50% u odmiany tetraploidalnej Emka. Badania zagraniczne wykazują nawet wyższy wzrost plonów dzięki dobremu zapyleniu. MATERIKINA (1956 — za FREE 1970) stwierdziła 2,5-krotny wzrost plonów na plantacji, na której znajdowała się pasieka w stosunku do uprawy oddalonej o 1,5 km od pasieki. KOPELKIEVSKI (1960 — za FREE 1970) w zbliżonej sytuacji uzyskał wzrost plonów o 58%. Dla potrzeb niniejszej pracy przyjęto wzrost plonów o 40% przy średnim oblocie przez pszczoły (10–15 tys. osobników/ha).

Obliczenia wykonane w oparciu o zaprezentowane wyniki wykazały, że dzięki zapyłającej działalności pszczół plony nasion gryki wynoszą w skali kraju około 10,5 tys. ton i stanowią wartość 8,7 mln \$ (tab. 1, rys. 3).



Rys. 3. Zbiory gryki i efekt ekonomiczny uzyskany w wyniku zapylania przez pszczołę miodną i dziko żyjące pszczoły w Polsce.

#### JABŁOŃ

Jabłoń jest najważniejszą rośliną sadowniczą w Polsce. W latach 1990–1992 było w kraju średnio 36,6 mln jabłoni, co stanowi 60% ogólnej liczby drzew owocowych. Udział jabłek w ogólnych zbiorach owoców był jeszcze większy i wynosił 83,3%. Według danych GUS, średnie zbiory wynoszą 1175300 ton rocznie.

Większość uprawianych w Polsce odmian jest samobezpłodna i dla wydania owocu musi być zapylona pyłkiem innej odmiany. Takie zapylenie zapewniają owady. Najliczniejszym zapylaczem w sadach jabłoniowych jest pszczoła miodna. Jej udział zazwyczaj przekracza 90% wszystkich zapylaczy. BORNUS i współpracownicy (1976b) stwierdzili, że kwiaty jabłoni są zapylane w 60%–99% przez pszczołę miodną, 0,3%–10% przez trzmiele oraz 0,1%–40% przez inne owady. W ostatniej grupie owadów niemal całość stanowiły muchówki i tylko pojedyncze owady należały do pszczół samotnic. Prace zagraniczne określają udział pszczoły miodnej w przedziale od 75% do 99% (MENKE 1952, TSYGANKOV 1953, Wafa i IBRAHIM 1957, DYCE 1958, FREE 1966 — za FREE 1970.) Należy jednak zaznaczyć, że czasem notuje się również znaczny udział pszczół dziko żyjących w zapylaniu jabłoni. ANASIEWICZ (1972) stwierdziła, że pszczoły samotnice i trzmiele stanowiły 31% owadów zapylających. Wśród pszczół samotnic największe znaczenie posiada rodzaj *Andrena*, zwłaszcza *A. varians* (K.), *A. propinqua* Schck., *A. haemorrhoea* (F.) i *A. jakobi* Perk. Spośród trzmieli najczęściej wymienianymi gatunkami są *Bombus hypnorum* (L.), *B. terrestris* (L.), *B. lucorum* (L.), *B. pascuorum* (Scop.) i *B. pratorum* (L.) (RUSZKOWSKI i BILIŃSKI 1968). Udział procentowy poszczególnych grup owadów może więc różnić się znacznie



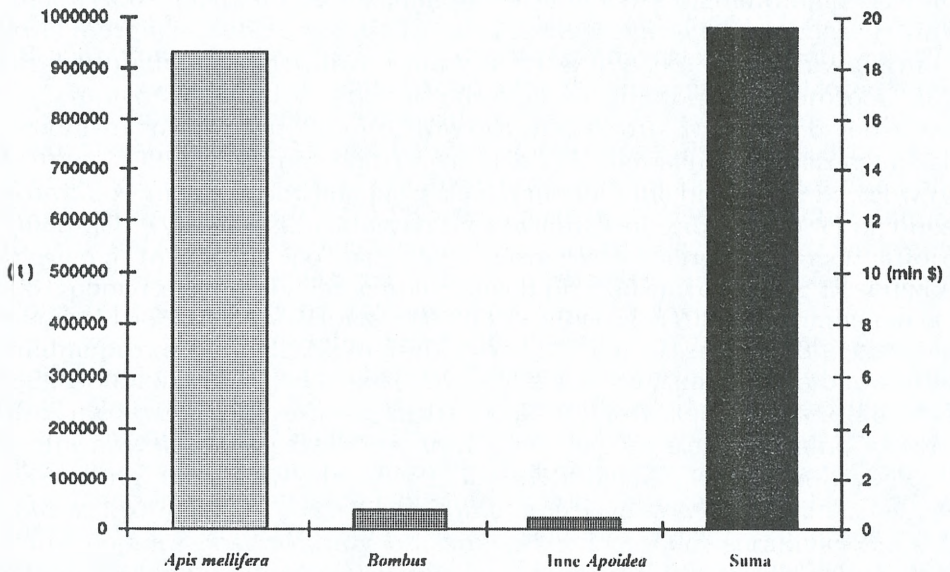
w zależności od roku, miejsca badań i odmiany. Ponieważ brak jest szerzej zakrojonych badań w skali kraju trzeba przyjąć pewną wartość średnią. W niniejszej pracy przyjęto za najbardziej reprezentatywne wyniki siedmioletnich badań WILKAŃCA (1990), który stwierdził, że pszczoły miodne stanowiły 93,9% (~94%) owadów zapylających, trzmiele 3,1% (~3%), pszczoły samotnice 2,1% (~2%) a pozostałą część stanowiły inne owady, głównie muchówki.

Zagęszczenie pszczół oblatujących kwitnące jabłonie jest bardzo zmienne i zależy od liczby rodzin pszczelich w sadzie i jego sąsiedztwie, występowania roślin konkurencyjnych, na przykład rzepaku, odmiany drzewa i stopnia nektarowania. Badania ankietowe wykazały, że w 82% nowoczesnych, prowadzonych intensywnie sadów są wystawiane pasieki w celu polepszenia zapylania. Średnio na jeden hektar sadu przypada 1,7 rodzin pszczelich (PIDEK 1992). Wynika z tego, że w takich sadach średnie zagęszczenie pszczoły miodnej wynosi około 5000 osobników/ha. Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że występują trudności z wydzierżawianiem pasiek lub sadownicy opierają się tylko na pszczołach zalatujących z najbliższej okolicy. WILKANIEC (1990) badając zapylanie w sadzie pozbawionym rodzin pszczelich i bazującym na ogólnym napszczeniu okolicy stwierdził, że zagęszczenie pszczoły miodnej wynosiło 886 osobników/ha. Średnie zagęszczenie pszczoły miodnej w sadach można również oszacować biorąc pod uwagę zależność między plonem jabłek a zagęszczeniem pszczół zapylających sad (BORNUS i współaut. 1976). Średni plon 32 kg jabłek z drzewa wskazuje, że średnie zagęszczenie pszczoły miodnej w sadach jabłoniowych wynosi około 1000 osobników/ha.

Większość odmian jabłoni można zaliczyć do kategorii roślin całkowicie zależnych od pszczół. Są znane wprawdzie odmiany częściowo samopłodne, jak na przykład Golden Delicious i James Grieve, jednak nawet u tych odmian zapylenie krzyżowe zwiększa plon od 25% do 50%. Ponadto owoce powstałe w wyniku samozapylenia mają gorsze walory smakowe, a większość zawiązków owoców powstałych z samozapylenia opada, chociaż jest ich mniej niż drzewo potrafi wyżywić (JABIOŃSKI i współaut. 1979, 1981. W badaniach z wykorzystaniem izolatorów wykazano, że drzewa odmian Jonatan i Bankroft pozbawione dostępu pszczół wytwarzały zaledwie od 0,12 kg do 3,25 kg (średnio 1,3 kg/drzewo), co stanowiło średnio 2,3% wagi owoców uzyskanych przy optymalnym zapyleniu (BORNUS i współaut. 1976), LIPIŃSKI (1976) podaje, że plon jabłek przy braku zapylenia wynosi 4,4 kg/drzewo. JABIOŃSKI i współpracownicy (1979) stwierdzili, że 23 badane przez nich odmiany jabłek można podzielić na dwie grupy różniące się zdolnością zawiązywania i wykształcania owoców przy zapyleniu własnym pyłkiem: odmiany o niskim stopniu samopłodności oraz odmiany o wyższym stopniu samopłodności. Jabłonie pierwszej grupy odmian pozbawione dostępu pszczół wytwarzały 19,5% ilości owoców w stosunku do drzew dobrze zapylnych — w drugiej grupie odmian procent ten wynosił 4,9%.

Uwzględniając odmiany częściowo samopłodne przyjęto, że w wyniku samopłodności średnio w polskich sadach można uzyskać 5 kg jabłek z jednego drzewa, pozostała część zbiorów powstaje w wyniku zapylenia jabłoni przez owady zapylające, głównie pszczoły. W skali kraju daje to prawie 980 tys. ton (rys. 4). Ponieważ cena jabłek w zależności od odmiany, jakości i miesiąca wykazuje duże wahania (od 0,04 nowych zł/kg — jabłka przemysłowe do 0,65 nowych zł/kg — niektóre

odmiany jabłek konsumpcyjnych) wartość uzyskanych w wyniku zapylenia jabłek można określić w przedziale od 18,7 mln \$ do 303,3 mln \$.



Rys. 4. Zbiory jabłek i minimalny efekt ekonomiczny uzyskany w wyniku zapylenia przez pszczołę miodną i dziko żyjące pszczoły w Polsce.

## WNIOSKI

1. Oceniono wpływ pszczoły miodnej i pszczół dziko żyjących (*Apoidea*) na wydajność plonowania i oszacowano wartości plonów pięciu roślin uprawianych w Polsce, zależnych od działalności zapyłającej owadów: lucerny, koniczyny czerwonej, rzepaku, gryki i jabłoni.

2. Największy udział (92%–99%) w zapyłaniu rzepaku, gryki i jabłoni ma pszczoła miodna, natomiast plonowanie lucerny wybitnie zależy (powyżej 90%) od pszczół dziko żyjących, zaś koniczyny czerwonej w znacznym stopniu (ponad 70%) od dobrego zapylenia przez dzikie pszczoły, głównie przez trzmiele.

3. W wyniku przeprowadzonych szacunków, uwzględniając areał upraw, średnie zagęszczenie *Apoidea* oraz ich udział w zapyłaniu wyliczono, że zbiory 5 roślin uprawnych w Polsce w wyniku zapylenia przez pszczoły są następujące:

- nasiona lucerny — 790,1 t;
- nasiona koniczyny czerwonej — 8200,0 t;
- rzepaku — 53928,0 t;
- gryki — 10411,0 t;
- jabłek — 979890,0 t.

Odpowiednie efekty ekonomiczne uzyskane w wyniku zapylenia przez owady pszczołowate w Polsce są następujące:

- nasiona lucerny — 1,9 mln \$ ;



- nasiona koniczyny czerwonej — 21,5 mln \$;
- rzepaku — 8,5 mln \$;
- gryki — 8,7 mln \$;
- jabłoni — 18,7 mln \$—303,3 mln \$.

Ogólny efekt ekonomiczny zapylenia 5 roślin jest równy 59,2 mln — 343,8 mln \$. W tym wartość plonów uzyskanych z działalności pszczoły miodnej wynosi 40,6 mln — 311,4 mln \$, a łącznie przez dziko żyjące pszczoły 18,5 mln — 32,4 mln \$.

## ECONOMICAL EFFECTS OF ARABLE CROPS POLLINATION BY HONEY BEE AND WILD BEES (APOIDEA)

### Summary

Economical effects of pollination of five crops: alfalfa, red clover, rapeseed, buckwheat and apple tree by honey bee and wild Apoidea in Poland were estimated. From the estimates taking into account crop acreage, mean density of Apoidea and their contribution to pollination, the yields of the five crops in Poland due to pollination by bees were calculated. The total economical effect of pollination of the five crops by bees equals 59.2 mln-343.8 mln \$, per year.

### LITERATURA

- ANASIEWICZ A., 1972. Oblot niektórych gatunków drzew owocowych i porzeczki czarnej przez błonkówki pszczołowe (Hymenoptera, Apoidea). Pol. Pismo Entomol. 52, 491-506.
- ANASIEWICZ A., 1973. Błonkówki pszczołowe (Apoidea, Hymenoptera) występujące na plantacjach lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) i skład florystyczny zebranego przez nie pyłku. AR Lublin, Rozprawy naukowe 5, 1-39.
- ANASIEWICZ A., 1976. Dzikie błonkówki pszczołowe (Apoidea, Hymenoptera) występujące na plantacjach lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) i skład florystyczny zebranego przez nie pyłku. AR Lublin, Rozprawy naukowe 5, 1-39.
- ANASIEWICZ A., 1975. The bees (Apoidea, Hymenoptera) on alfalfa (*Medicago media* Pers.) plantations. I. The species composition and variation of flights. Ecol. Pol. 23, 129-146.
- BANASZAK J., 1982. Występowanie i zagęszczenie pszczół (Hymenoptera, Apoidea) na rzepaku ozimym. Bad. Fizjograf. Pol. Zach. C-Zoologia 33, 117-127.
- BANASZAK J., 1984. Występowanie i zagęszczenie pszczół (Apoidea) na plantacjach wybranych roślin uprawnych w Wielkopolsce. Pol. Pismo Entomol. 53, 623-631.
- BANASZAK J., 1987. Pszczoły i zapylenie roślin. PWRiL, Poznań, 255 ss.
- BANASZAK J., 1991. A checklist of the bee-species (Apoidea) of Poland with remarks to their taxonomy and zoogeography. Acta Univ. Lodz. Folia Zool. 7, 15-66.
- BANASZAK J., 1993. Ekologia pszczół. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 263 ss.
- BANASZAK J., CIERZNIK 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 Przyrodnicze 10, 25-38.
- BILIŃSKI M., 1977. Oblot koniczyny czerwonej przez owady zapyłające. Pol. Pismo Entomol. 47, 487-505.
- BŁĄŻEJSKA A., LEJA S., MATYSIAK T., 1961. Z obserwacji nad występowaniem trzmieli (*Bombus Latr.*) na uprawach koniczyny czerwonej w okolicy Torunia. Zesz. Nauk. UMK Toruń, Biol. 8, 51-107.
- BOBRZECKA D., BOBRZECKI J., 1973. Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na nektarowanie, obloty przez pszczoły oraz plonowanie rzepaków. Pszczeln. Zesz. Naukowe 17, 87-109.
- BORNUS L., JABŁOŃSKI B., KRÓL S., 1976. Próba określenia optymalnej ilości pszczół do dobrego zapylenia sadu jabłoniowego. Pszczeln. Zesz. Nauk. 20, 1-20.
- BORNUS L., JABŁOŃSKI B., KRÓL S., KUNA K., BYSTYDZIŃSKI W., OPALA M., CEGŁOWSKI M., RECHNIO H., MICHAŁSKI W., STĘPOROWIE J. i J., 1976b. Próba określenia optymalnej ilości pszczół do dobrego zapylenia sadu jabłoniowego. Pszczeln. Zesz. Nauk. 20, 21-39.

- CARLSON J. W., EWANS R. J., PEDERSEN M. W., STOKER G. L., 1950. *Growing alfalfa for seed in Utah*. Circ. Utah. agric. Exp. Stn. 125.
- CORREIA M. L. M., TASEI J. N., 1989. *Survey on pollinators of legumes in Europe*. [W:] *Unconventional methods in lucerne breeding*. Proceedings. Medicago sativa Working Group Meeting. ss. 30-36.
- DYCE E. J., 1958. *Honeybees and the pollination problem in New York State*. Glean. Bee Cult. 86, 140-143.
- DYLEWSKA M., JABIOŃSKI B., SOWA S., BILIŃSKI M., WRONA S., 1970. *Próba określenia liczby pszczoł (Hym., Apoidea) potrzebnych do należytego zapylenia lucerny*. Pol. Pismo Entomol. 40, 2, 371-398.
- FECHNER E., 1927. *Untersuchungen über die Einwirkung eines Rückganges der Bienezucht auf den Samenertrag einiger landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*. Arch. Bienenk. 8, 1-72.
- FREE J. B., 1970. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press Inc, London, 544 ss.
- FREE J. B., 1966. *The pollinating efficiency of honeybee visits to apple flowers*. J. hort. Sci. 41, 91-94.
- FREE J. B., NUTTALL P. M., 1968. *Effect of the time of day at which honeybee colonies are first allowed flight in a new location on their choice of flower species*. Nature (London) 218, 982.
- GALUSZKOWA H., 1965. *Pszczołowate (Apidae) zebrane na rzepaku ozimym na Niżu i Wyżu Dolnego Śląska*. Pol. Pismo Entomol., ser. B. 3-4, 218-228.
- HONCZARENKO J., 1965. *Trzmiele (Bombus Latr.) zapyłające koniczynę czerwoną (Trifolium pratense L.) w okolicach Szczecina*. Tow. Wydż. Przyr. Roln. 20, 3-60.
- JABŁOŃSKI B., 1970. *Badania biologii kwitnienia i zapyłania lucerny mieszańcowej (Medicago media Pers.)*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 14, 1-74.
- JABŁOŃSKI B., 1975. *Zagęszczenie owadów pszczołowych na koniczynie czerwonej potrzebne do dobrego jej zapylenia*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 19, 13-29.
- JABŁOŃSKI B., 1986. *Nektarowanie i wydajność niskoerukowych odmian rzepaku*. Pszczelarstwo 4, 3-6.
- JABŁOŃSKI B., SKOWRONEK J., MARCINKOWSKI J., MALEWSKI W., 1981. *Owocowanie jabłoni (James Grieve i Golden Delicious) po zapyleniu ich własnym pyłkiem przez pszczoły*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 25, 129-139.
- JABŁOŃSKI B., ZMARLICKI C., SKOWRONEK J., 1979. *Wyniki badań stopnia samopłodności jabłoni*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 23, 115-122.
- JABŁOŃSKI B., SZKLANOWSKA K., 1990. *Wartość pszczelarska i wymogi zapyłania gryki tetraploidalnej*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 34, 51-56.
- JABŁOŃSKI B., SZKLANOWSKA K., DĄBSKA B., 1978. *Badanie biologii kwitnienia, nektarowania i zapyłania jabłoni (Malus domestica Borkh.)*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 22, 129-145.
- JANY H., 1973. *Die Bedeutung der wildlebenden Apiden für die Luzerne-Saatguterzeugung*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 131, 85-91.
- KOLARIK J., 1964. *Efektivnost' opylovaci einosti v fely medonosne u repky*. Včelárství 17, 4, 56-59.
- KOPELKEVSKI G. V., 1960. *Bees and the buckwheat seed crop*. Pčelovodstvo 37, 36-39.
- LIPIŃSKI M., 1976. *Pożytki pszczoły — zapyłanie i miódodajność*. PWRiL, Warszawa, 424 ss.
- MATERIKINA E. I., 1956. *Supplementary pollination of buckwheat*. Zemledelie 4, 127.
- MENKE H. F., 1952. *Behavior and population of some Insect Pollinators of apples in Eastern Washington*. Rep Iowa St. Agrarist 66-93.
- MICZULSKI B., 1967. *Błonkówki (Hymenoptera) w biocenozie upraw rzepaku. Część IV. Żądłówki (Aculeata)*. Pol. Pismo Entomol. 37, 3, 486-506.
- PALMER-JONES T., FORSTER I. W. (1965). *Observations on the pollination of lucerne (Medicago sativa Linn.)*. N. Z. Jl agric. Res. 8, 340-349.
- PAWLIKOWSKI T., 1978. *Związki pokarmowe pszczołowych (Hymenoptera, Apoidea) występujące na uprawach rzepaku ozimego — Brassica napus L. z innymi roślinami zielnymi w okolicy Torunia*. Pol. Pismo Entomol. 48, 267-277.
- PESENKO A. YU., 1992. *Ispolzowanie pfel (Hymenoptera, Apoidea) dlja opylenija ljucerny; osnovnye napravlenija sistema mier, metody ocenki zapasov dikich pfel i effektivnost opyliteliej*. Entomol. Obozr. 71, 2, 249-266.
- PETERSEN H. L., 1954. *Pollination and seed setting in lucerne*. Askr. k. Vet.- Landbohojsk 138-160.
- PIDEK A., 1992. *Wykorzystanie pszczoł do zapyłania roślin sadowniczych w polsce 1987-1990*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 36, 15-19.
- RADČENKO T. G., 1964. *The influence of pollination on the crop and the quality of seed of winter rape*. Bdzhił'nitstvo 1, 68-74.
- RUSZKOWSKI A., 1968. *Oblot lucerny przez trzmiele*. Pam. Puł. 31, 189-200.
- RUSZKOWSKI A., BILIŃSKI M., 1968. *Oblot koniczyny czerwonej przez trzmiele*. Pam. Puł. 36, 301-320.



- RUSZKOWSKI A., BILIŃSKI M., 1968. *Skład gatunkowy trzmieli oblatujących rośliny różowate i skalnicowate*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 12, 43-66.
- RUSZKOWSKI A., WÓJTOWSKI F., 1970. *Przegląd badań polskich nad owadami zapyłającymi lucernę*. Roczn. Nauk Roln.
- RUSZKOWSKI A., BILIŃSKI M., SOWA S., KOSIOR A., 1992. *Localization of bumblebee species in Poland. [W:] Natural resources of wild bees in Poland*. BANASZAK J. (red), Pedagogical Univ. Bydgoszcz 79-92.
- SOWA S., DYLEWSKA M., JABIOŃSKI B., BILIŃSKI M., 1979. *Próba wyjaśnienia przyczyn licznego występowania dzikich Apoidea na plantacji lucerny w Nowosiótkach*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 23, 131-139.
- SOWA S., RUSZKOWSKI A., BAWOLSKI S., BILIŃSKI M., 1977. *Number of pollinator insects with reference to seed setting in red clover in different regions of Poland*. Pszczeln. Zesz. Nauk. 21, 219-227.
- SOWA S., RUSZKOWSKI A., BILIŃSKI M., KOSIOR A., 1983. *Liczebność i skład gatunkowy owadów zapyłających koniczynę czerwoną (*Trifolium pratense* L.) w Polsce w latach 1972-1975*. Biuletyn IHAR 151, 147-161.
- SOWA S., 1973. *Z badań nad owadami zapyłającymi lucernę w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 131, 145-152.
- TSYGANKOV S. K., 1953. *Pollination by bees increases the number and improves the quality of fruit*. Pčelovodstvo 30, 36-38.
- WAFI A. K., IBRAHIM S. H., 1957. *The honeybee as an important insect for pollination*. Bull. Fac. Agric. Ain Shams Univ. 162.
- WENGRIS J., 1973. *Z badań nad owadami zapyłającymi rzepak ozimy (*Brassica napus* L. subsp. *oleifera* (Metzg) Sink, for. *biennis*) i rzepik (*Brassica campestris* L.)*. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rolnictwo 4, 249-255.
- WILKANIEC Z., 1990. *Intensywność i efektywność oblotu jabłoni przez owady zapyłające w zależności od formy korony i odmiany*. Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe zesz. 207, 1-55.
- WÓJTOWSKI F., 1965. *Zastosowanie błonkówek pszczołowatych z rodzaju *Bombus* Latr. oraz *Anthophora* Latr., Hymenoptera, Apoidea do zapylenia plantacji nasiennych roślin motylkowych*. Roczn. WSR Poznań 24, 223-274.
- WÓJTOWSKI F., 1967. *Badania nad użytecznością gospodarczą pszczoł porobnic (*Anthophora parietina* F.) w nasiennictwie koniczyny czerwonej*. Roczn. WSR Poznań 36, 271-282.