

Biologia kwitnienia i zapylania warzyw baldaszkowych. Część I: Koper ogrodowy (*Anethum graveolens* L.)

ZOFIA WARAKOMSKA, ZOFIA KOLASA, ANNA WRÓBLEWSKA

Zakład Botaniki Instytutu Przyrodniczych Podstaw Produkcji Roślinnej Akademii Rolniczej w
Lublinie

(Przyjęto dn. 29.09.1980)

Z. Warakomska, Z. Kolasa, A. Wróblewska (*Department of Botany,
Agricultural Academy, Akademicka 15, 20-934 Lublin*) Acta Agrobotanica 35(1): 69-78, 1982

*Biology of the bloom and pollination of the umbelliferous vegetables. Part I: Garden dill (*Anethum
graveolens* L.)*

Abstract

The biology of blooming of garden dill and the influence of insect pollination on seed setting was investigated. The experiment was carried out near Lublin, on the loessy soils within two different habitats in the season 1977-78. In order to determine the sugar weight of nectar isolated flowers were washed out, then the water enclosed in the nectar was vaporized and the remaining sugars underwent repeated dissolution and determined quantitatively with refractometer. The pollen yield was determined with the ether-weight method. The number of the secreting stomata on the epidermis of the nectary was on the average 950 per 1 mm². The sugar weight of 0.4 mg and pollen weight of 0.63 mg from 10 flowers informed of the attractiveness of the garden dill for the pollinating insects. The estimated honey yield of garden dill was 27.8 kg ha⁻¹ and pollen yield was 18.7 kg ha⁻¹. The isolation of the flowers from the pollinators brought about the decrease of the seed yield of 30% in 1977 and of 43% in 1978. The presence of the entomofauna on the flowers must be taken into consideration when forecasting the seed yield in the horticultural production of the garden dill.

WSTĘP

Większość roślin z rodziny *Umbelliferae* wytwarza kwiatostany groniaste w postaci baldachów złożonych, określanych w ekologii zapylania mianem form kwiatowych (S z a f e r, 1969). Podstawowym warunkiem uzyskiwania wysokich plonów nasion warzywnych roślin baldaszkowych jest liczba baldachów kolejnych rozgałęzień, obfitość kwitnienia i atrakcyjność tych form kwiatowych dla owadów zapylających. Podstawowe wiadomości o przystosowaniach różnych grup owadów do zapylania określonych form morfologicznych kwiatów

znajdujemy w monografiach krajowych i zagranicznych (S z a f e r, 1969; F a e g r i i V a n d e r P i j l, 1971; P r o c t o r i Y e o, 1975). F r e e (1970) opisał szczegółowo przebieg zapyłania marchwi (*Daucus carota* L.), pasternaku (*Pastinaca sativa* L.) i kopru włoskiego (*Foeniculum vulgare* Mill.) przez określone gatunki owadów. Praktyczny aspekt tych powiązań opracował W ó j t o w s k i w 1975 r., opisując możliwość wykorzystania pszczoł samotnic, trzmieli i muchówek do zapyłania roślin warzywnych; poziom i zmienność plonów nasion wspomnianych roślin przedstawiają K o s t e c k a i G e r t y c h (1975).

Owoc baldaszkowatych tworzy się z dolnego słupka zrosniętego z 2 owocolistków i po dojrzeniu rozpada się na 2 części. Różni autorzy (K o c z w a r a, 1960; K u l p a, 1974) nazywają ten owoc rozłupnią rozpadającą się na dwie rozłupki; stosują też termin owocki (2 półowoce) o charakterze niełupek. Ponieważ nasiona roślin baldaszkowych są trwale zrosnięte z owocnią, w dalszym tekście będziemy rozłupki nazywały nasionami, co jest też powszechnie przyjęte w nasiennictwie warzywnym (M ł o d z i a n o w s k a, 1963).

O atrakcyjności kwiatów dla oblatujących je owadów świadczy nie tylko wytworzenie powabni i wydzielanie woni. Głównym czynnikiem zwabiającym jest nektar i pyłek zjadany bezpośrednio lub gromadzony jako zapas przez owady z grupy pszczołowatych (*Apoidea*) (S z a f e r, 1969). Możliwość określenia ilości wytwarzanego przez rośliny nektaru lub zawartych w nim cukrów, jak również pyłku, opracowano w formie różnych szczegółowych metod. Na ich podstawie możemy oznaczać wydajność cukrową i pyłkową kwiatów w przeliczeniu na jednostkę powierzchni lub 1 kwiat (L i v i n c e v a, 1954; D e m i a n o w i c z i R u s z k o w s k a, 1959; W a r a k o m s k a, 1972; S z c z e p a ń s k i i J a b ł o ń s k i, 1975).

Celem pracy było prześledzenie rytmu, kolejności i sposobu kwitnienia baldachów kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) i ich wydajności cukrowej i pyłkowej. Izolowanie kwiatostanów od dostępu owadów miało na celu wykazanie ich wpływu na wiązanie owoców.

METODYKA BADAŃ

Poletka doświadczalne kopru o powierzchni 0,5 ara zakładano w obu latach badań na glebach brunatnych, uformowanych na lessie głębokim, stosując uprawę i zabiegi pielęgnacyjne zgodnie z wymogami kopru. Terminy siewu uzależniono od warunków pogody i stopnia nawilgocenia gleby. Koper wysiano rzędowo w 1977 r. 14 maja, zaś w 1978 r. 25 maja.

Zakładając doświadczenie wzięto pod uwagę następujące zagadnienia: biologię kwitnienia kwiatostanów kolejnych rzędów, wpływ owadów na zawiązywanie nasion oraz atrakcyjność kwiatów kopru dla oblatujących je owadów.

Zastosowano odpowiednio następujące kombinacje, każda w sześciu powtórzeniach;

1. Rośliny nieizolowane; etykietowano baldachy każdego rozgałęzienia. (Za baldach I-ego rzędu przyjęto szczytowy kwiatostan na pędzie głównym).

2. a) Rośliny nieizolowane,

b) Rośliny o izolowanych baldachach I-ego rzędu.

3. Rośliny nieizolowane, przeznaczone do badań wydajności nektarowej i pyłkowej.

Stosowane metody odpowiadały określonym zagadnieniom badawczym. W obserwacjach kwitnienia posłużono się ramowo wskazaniami fenologicznymi K r o t o s k i e j (1958). Wyróżniano następujące fazy kwitnienia kopru:

Zielony pąk – baldach stulony o zielonej barwie, wysuwa się z pochwy liściowej.

Żółty pąk – w baldachu wyróżniamy poszczególne baldaszki. Kwiaty w pąkach nadają im żółtawy odcień.

Początek kwitnienia – na brzegach baldachu pojawiają się pierwsze rozkwitnięte kwiaty.

Pełnia kwitnienia – w baldachu kwitnie ponad połowa kwiatów.

Początek przekwitania – z około 1/4 kwiatów w baldachu opadają płatki.

Koniec kwitnienia – w baldachu kwitnie tylko 1/4 kwiatów.

Owocowanie – wszystkie kwiaty przekwitły, widoczne zielone zawiązki owoców.

Dojrzewanie owoców – zielone owoce zaczynają brunatnieć.

Obserwacje kwitnienia prowadzono co drugi dzień, jeśli na to pozwalały warunki pogody. Ponadto mierzono średnicę baldachów i wysokość roślin pod koniec ich kwitnienia i rozrastania się.

W celu stwierdzenia wpływu owadów na zawiązywanie nasion, izolowano baldachy w stadium żółtych pąków, w 1977 r. gazą apteczną, zaś w 1978 r. izolatorami z tiulu nylonowego o średnicy oczek 1 mm.

Aby określić procent dorodnych nasion w stosunku do liczby kwiatów policzono baldachy każdego rzędu i kwiaty w baldachach tych rzędów na 6 wybranych losowo roślinach swobodnie dostępnych dla owadów oraz izolowanych. Określono też liczbę baldachów na 1 m². Kwiaty liczono bezpośrednio na poletku w fazie pełni kwitnienia, kiedy baldaszki były już rozluźnione. Zbioru nasion dokonywano oddzielnie z baldachów izolowanych i nieizolowanych. W pracowni liczono dorodne (dobrze wykształcone) nasiona i obliczano ich procent w stosunku do liczby kwiatów. W przeliczeniach uwzględniano tworzenie się z każdego kwiatu 2 rozłupek.

Wartość cukrową kwiatów kopru ogrodowego określono na podstawie ich wartości cukrowej (ilość cukrów wydzieloną przez 10 kwiatów w ciągu doby) i wydajności pyłkowej, którą zbadano metodą eterowo-wagową (Warakomska,

1972). W celu określenia wartości cukrowej izolowano od dostępu owadów baldachy I-ego rzędu na okres 1 doby. Z baldachów pobierano w ciągu 5 dni po 50 kwiatów w 3 powtórzeniach. Z kwiatów usuwano pęsetą pylniki pod lupą binokularną, a następnie kwiaty te umieszczano w probówkach w 1 ml wody destylowanej. Po 20 min. ręcznego wytrząsania roztwór przesączono i odparowywano w temp. 70°C, co zapobiegało rozwojowi drożdżaków. Wysuszone cukry rozpuszczano powtórnie w 0,5 ml wody destylowanej, a procentową ich zawartość w tak otrzymanym roztworze oznaczono refraktometrycznie. Masę cukrów wyliczono przy założeniu, że 1 ml H₂O dest. posiada w temperaturze 20°C masę 1 grama. Otrzymany wynik dzielono przez liczbę kwiatów, uzyskując w ten sposób wartość cukrową.

Metoda oznaczania wartości cukrowej oparta na wyplukiwaniu, była stosowana przez niektórych badaczy (Demianowicz i Ruszkowska, 1959; Liviencova, 1954; Ponomarova, 1973). W naszym wypadku wprowadzono jednak do niej pewne zmiany wpływające na jej uproszczenie. Zamiast pracochłonnych analiz chemicznych, zastosowano oznaczanie ilości cukrów na podstawie ich procentowej zawartości w roztworze, przy użyciu refraktometru. Metody wyplukiwania cukrów zawartych w nektarze stosujemy przy badaniu roślin o bardzo drobnych kwiatach, z których nie możemy pobrać nektaru przy pomocy pipety.

Z materiału zakonserwowanego w alkoholu 70% wykonano preparaty mikroskopowe z nektarników i pyłku. Skrawki z powierzchni nektarnika i jego przekrój zamykano w glicerynie i na powierzchni skórki liczono szparki nektarnikowe w kwadracie okularu siatkowego o boku 100 mikrometrów, w 6 różnych polach widzenia. Średnią liczbę szparek na tej powierzchni przeliczano na 1 mm², co w przybliżeniu pokrywało się z wielkością górnej, płaskiej powierzchni nektarnika (stylopodium). Zbadano na przekroju podłużnym nektarnika miąższość warstwy nektarującej, która pokrywa stylopodium. Do wyróżnienia komórek wydzielniczych wypełnionych cytoplazmą zastosowano płyn Lugola.

W warunkach polowych zauważono pojawianie się kropelek nektaru na dysku w czasie pylenia pręcików. Dokładniej przebadano to zjawisko w pracowni. Rozkwitanie kwiatów obserwowano pod lupą binokularną, w baldaszkach umieszczonych w wodzie. Notowano co 2 godziny stadia rozkwitania elementów kwiatu i obserwowano moment pęknięcia pylników i pojawiania się kropelek nektaru na powierzchni stylopodium.

WYNIKI

Warunki atmosferyczne

Dane charakteryzujące pogodę uzyskano z najbliższej stacji meteorologicznej w RZD Felin koło Lublina. Warunki atmosferyczne w obu latach badań

były bardzo różne; korzystniejszy dla rozwoju był rok 1977. W całym sezonie wegetacyjnym tego roku liczba dni bez opadu wynosiła 85, w 1978 tylko 19, mimo że suma opadów w obu latach była bardzo podobna i wynosiła odpowiednio 400 i 396 mm. Również temperatura minimalna w poszczególnych miesiącach roku 1978 była niższa niż w roku poprzednim i wahała się od $-0,5^{\circ}\text{C}$ (czerwiec) do $6,8^{\circ}\text{C}$ (maj). Ogólnie biorąc rok 1977 charakteryzował się dość ciepłym i słonecznym latem, natomiast w następnym roku przeważała pogoda chłodna i deszczowa. Dane dotyczące warunków atmosferycznych w obu latach badań podano w tabeli 1.

Tabela 1 — Table 1

Warunki atmosferyczne w okresie wegetacji kopru w latach 1977-1978 (dane ze stacji meteorologicznej RZD Felin koło Lublina)

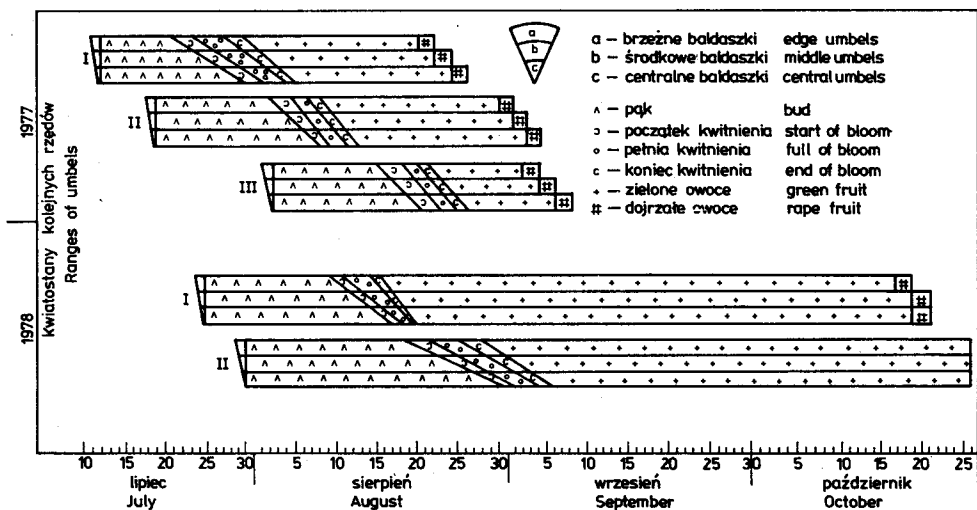
Weather conditions in the vegetation period of garden dill in the years 1977-1978 (data from meteorological station RZD Felin near Lublin)

Rok Year	Miesiąc Month	Temperatura powietrza Air temperature			Sumy opadów w mm Precipitation sums in mm	Liczba dni w miesiącu Number of days in a month		
		średnia mean.	maks. max.	min. min.		pogod- nych cloudless	pochmur- nych cloudy	bez opadu without rainfall
1977	V	12,9	17,6	8,2	50,7	14	14	17
	VI	16,4	21,6	10,6	58,1	13	6	18
	VII	16,0	21,2	11,0	85,0	7	11	16
	VIII	15,8	21,0	11,5	161,3	12	13	15
	IX	10,8	15,4	6,9	44,9	7	11	19
1978	V	11,2	15,9	6,8	59,6	5	13	14
	VI	14,7	19,6	10,0	55,7	4	7	0
	VII	15,7	20,6	11,0	42,2	3	7	2
	VIII	15,4	21,0	11,0	128,1	2	11	2
	IX	10,6	14,3	7,4	101,6	1	15	1

Przebieg kwitnienia

Okres kwitnienia kopru trwał od 12.VII do 27.VIII w 1977 r. i od 9.VIII do 10.IX w 1978 r. Obserwowane rośliny wytwarzały 3 (1977) lub tylko 2 (1978) rozgałęzienia kolejnych rzędów. W obrębie baldachu zakwitanie postępowało od brzegu ku środkowi; w związku z tym przy obserwacji kwitnienia wyróżniano trzy strefy baldachu: brzeżną, środkową i centralną. Rytm zakwitania kwiatów był w baldachach kolejnych rzędów podobny, co ilustruje rys. 1. Kwitnienie przedprątneho kwiatu kopru trwało dwie doby.

Kwiatostany tworzące formę kwiatową o barwie intensywnie żółtozielonkawej i dość dużej powierzchni, zwabiały liczne owady, wśród których dominowały



Rys. 1. Przebieg kwitnienia kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) w sezonach 1977-1978

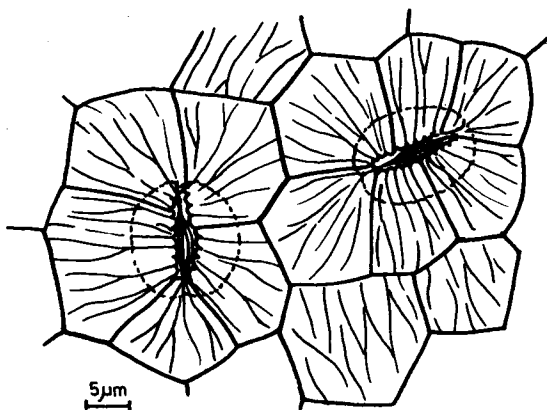
Fig. 1. The bloom of the garden dill (*Anethum graveolens* L.) in the seasons 1977-1978

blonkówki i muchówki. Wśród blonkówek przeważały dzikie pszczołowate (*Andrenidae* i *Halictidae*) często penetrujące płaskie baldachy, co opracowała szczegółowo A n a s i e w i c z (1979).

Ogólna liczba kwiatów na poszczególnych roślinach o różnej bujności wahała się od 2405 do 9264. Dojrzewanie nasion w baldachach kolejnych rzędów trwało w czasie od 25.VII do 7.IX w 1977 r. W drugim roku badań niekorzystne warunki pogody wydłużyły znacznie stadium zielonych owoców. Rozciągnęło się ono od 15.VIII do 18.X 1978 r. (64 dni) w kwiatostanach I-ego rzędu. Nasiona w baldachach II-ego rzędu w ogóle w tym roku nie dojrzały.

Nektarowanie i wydajność pyłkowa

Tkanka nektarnikowa w kwiatkach kopru znajduje się na szczycie załączni dolnej, zrosnionej z 2 owocolistków. Jest ona zbudowana z komórek parenchymatycznych, typowych dla tkanki gruczołowej. Zawartość komórek silnie łamie światło i przybiera intensywny ciemno żółty kolor pod wpływem JKJ, jako że komórki są całkowicie wypełnione cytoplazmą. Nektarnik ma postać owalnej poduszkowatej tarczki (stylopodium) o wymiarach $0,9 \times 1,0$ mm, przedzielonej w poprzek bruzdą; z jej wewnętrznych brzegów wyrastają 2 krótkie znamiona o długości 0,183 mm. Do tkanki nektarnikowej dochodzą gęsto rozgałęzione wiązki przewodzące, a nektar jest wydzielany przez szparki znajdujące się pod szczelinami podłużnymi, rozrzuconymi gęsto pomiędzy komórkami skórki pokrywającej nektarnik. Szparki są otoczone promieniście komórkami skórki o



Rys. 2. Komórki skórki nektarnika kopru (*Anethum graveolens* L.) ze szparkami wydzielniczymi
 Fig. 2. The cells of the epidermis of the nectary of the garden dill (*Anethum graveolens* L.) with the secreting stomata

rowkowanej powierzchni, co ułatwia rozplywanie się nektaru (rys. 2). Ich średnia liczba na powierzchni 1 mm^2 wyniosła u kopru 920.

Nektar wydziela się na powierzchni stylopodium w postaci drobnych, zlewających się kropelek, w momencie pęknięcia pylników. W pąku są one ukryte międzyległe pod płatkami korony na pałkowato zgiętych do środka nitkach pręcikowych. W czasie rozkwitania pręciki pyłą przemienne po szybkim wyprostowaniu się nitek, a po wypyleniu puste główki odpadają. Długość nitek pręcika wynosi 0,9 mm, a wymiary główki $0,4 \times 0,5 \text{ mm}$.

Wartość cukrowa kopru ogrodowego w przeliczeniu na 10 kwiatów wyniosła 0,4 mg. Wydajność miodowa obliczona na podstawie wzoru G u b i n a (1936) osiągnęła w 1978 r. 27,8 kg z ha.

Wydajność pyłkowa z 10 kwiatów kopru wyniosła 0,63 mg, co w przeliczeniu na 1 ha plantacji daje 18,7 kg pyłku. Uprawy nasienne kopru mogą w lecie stanowić dla pszczół uzupełniający pożytek nektarowy i pyłkowy.

Zawiazywanie nasion

W ciągu obu lat badań, mimo zróżnicowanej pogody, obfitość kwitnienia kopru była podobna (tab. 2), jednak większa ciągłość opadów w 1978 r. wpłynęła ujemnie na obloty owadów, co odzwierciedliło się w zmniejszeniu o połowę liczby nasion zawiązywanych przy swobodnym zapyłaniu. Procent nasion zebranych z baldachów nieizolowanych obliczony w stosunku do liczby kwiatów, był wyraźnie wyższy niż z baldachów okrytych izolatorami. Szczególnie wyraźnie różnica ta zaznaczyła się w 1978 r., w porównaniu z rokiem poprzednim. Możliwe, że wpłynęły na to dwa czynniki; tiul okazał się doskonalszym

Tabela 2 – Table 2

Obfitość kwitnienia oraz procent zawiązanych nasion* w baldachach kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) w sezonach 1977-1978
 Blooming abundance and percentage of seed set* in umbels of the garden dill (*Anethum graveolens* L.) in seasons 1977-1978

Rok Year	Baldachy kolejnych rzędów Ranges of umbels	Średnice baldachów w cm \bar{x} Diameter of umbels in cm \bar{x}	Liczba kwiatów w baldachu \bar{x} Number of flowers in an umbel \bar{x}	Zawiązane nasiona w baldachu Seed set in an umbel			
				Liczba Number		%	
				N	I	N	I
1977	I	od 14,5 × 14,5 do 17,0 × 18,0	876	1660	1131	94,00	64,55
	II	od 16,0 × 15,5 do 17,0 × 17,0	961				
	III	od 9,5 × 8,5 do 11,0 × 11,0	569				
1978	I	od 17,2 × 18,0 do 19,0 × 20,0	877	870	110	49,50	6,26
	II	od 13,5 × 14,5 do 14,0 × 15,5	706				

*Procent nasion obliczono w stosunku do podwójnej liczby kwiatów (percentage of seeds was calculated as a proportion of the double number of flowers). N – niezolowane (not isolated), I – izolowane (isolated).

izolatorem od wiotkiej gazy, a w 1977 r., jak stwierdzono, pod izolatory z gazy dostały się nieliczne mszyce, które mogły zmienić efekt doświadczenia.

Z zestawienia wyników w tabeli 2 widać wyraźnie jak znaczny wpływ na wiązanie nasion mają owady oblatujące kwiaty kopru ogrodowego. W warunkach plantacji nasiennych należy ten fakt uwzględnić zwłaszcza przy stosowaniu środków ochrony roślin.

Streszczenie

W sezonach 1977 i 1978 badano biologię kwitnienia kopru i wpływ zapylania go przez owady. W tym celu zakładano co roku izolatory na baldachy I-go rzędu, obserwując wiązanie nasion przy swobodnym zapylaniu i bez dostępu owadów. Doświadczenie prowadzono pod Lublinem na glebach lessowych w 2 różnych siedliskach. Wartość cukrową nektaru oznaczano przez wypłukiwanie izolowanych kwiatów, odparowywanie i powtórne rozpuszczanie cukrów z zastosowaniem refraktometru. Wydajność pyłkową określano metodą eterowo-wagową. Koper wytwarzał baldachy od I-go do III-go rzędu o średnicach 8-18 cm, zakwitające od brzegu ku środkowi. Pełnia kwitnienia kopru trwała 8-14 dni w zależności od pogody. Czas kwitnienia przedprątnego kwiatu wynosił 2 dni. Liczba szparek wydzielniczych na powierzchni nektarnika wyniosła 950/mm². Wartość cukrowa była równa 0,4 mg, zaś wydajność pyłkowa z 10 kwiatów 0,63 mg. Wydajność miodową kopru określono w 1978 r. na 27,8 kg z ha, zaś pyłkową na 18,7 kg z ha. Wykazano ujemny wpływ niekorzystnej pogody na wiązanie nasion. Izolowanie kwiatów zmniejszyło plon nasion w kolejnych latach o 30% i 43%. Przy prognozowaniu plonów nasion w produkcji ogrodniczej należy uwzględnić obecność i obfitość entomofauny nakwietnej kopru.

LITERATURA

- Anasiewicz A., 1979. Entomofauna nakwietna selerów, pietruszki i kopru. Materiały III Sympozjum nad Zapylaniem Owadopylnych Roślin Warzywnych. Skierniewice, Instytut Warzywnictwa, 14.
- Demianowicz Z., Ruszkowska B., 1959. Gryka jako roślina pożytkowa. Pszczel. Zesz. nauk. 19: 1-12.
- Faegri K., Vander Pijl L., 1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press Ltd., 291.
- Free J. B., 1970. Insect pollination of crops. Academic Press, London/New York, 544.
- Gubin A. F., 1936. Bestäubung und Erhöhung der Samenernte bei Rotklee *Trifolium pratense* L. mit Hilfe der Bienen. Arch. f. Bienenkunde, 17: 209-264.
- Koczwarra M., 1960. Dwuliścienne. Część VII, rodzina *Umbelliferae* Baldaszkwate. Flora Polska, 9: 137.
- Kostecka B., Gertych Z., 1975. Poziom zmienności plonów nasion roślin warzywnych. Biul. warz. 17: 13-40.
- Krotoska T., 1958. Pory roku w życiu roślin. Obserwacje fenologiczne w zespołach roślinnych. PWN, Poznań, 69.
- Kulp W., 1974. Nasionoznawstwo chwastów. PWRiL, 413.
- Livienceva E. K., 1954. O metodikie opriedielenija nektaroproduktivnosti rastenij. Pčelovodstvo, 31: 33-39.
- Młodzianowska D., 1963. Nasionoznawstwo. PWRiL, 69.

- Ponomariova E. G., 1973. Kormovaja baza pčelovodstva i opylenie sielskochozajstvien-nych rastienij. Moskva, Izd. Kolos, 256.
- Proctor M., Yeo P., 1975. The pollination of flowers. The New Naturalist, London, 418.
- Szafer W., 1969. Kwiaty i zwierzęta. PWN, 378.
- Szczepański K., Jabłoński B., 1975. Ocena wielkości próby w badaniach nektarowania roślin. Pszczel. Zesz. nauk. 19: 1-12.
- Warakomska Z., 1972. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. Pszczel. Zesz. nauk. 16: 63-70.
- Wójtowski F., 1975. Możliwość wykorzystania trzmieli, pszczół samotnic i muchówek do zapylania roślin warzywnych. Nowości Warzywnicze. Skierniewice, Instytut Warzywnictwa, 4: 24-42.