

**EFEKTYWNOŚĆ TWORZENIA NASION LINII KAPUSTY
PEKIŃSKIEJ I KAPUSTY GŁOWIASTEJ BIAŁEJ
W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU I LICZBY OWADÓW
ZAPYLAJĄCYCH ORAZ WARUNKÓW UPRAWY**

**SEED EFFECTIVENESS OF CHINESE CABBAGE AND HEAD
CABBAGE LINES ACCORDING TO TYPE AND QUANTITY
OF POLLINATOR INSECTS AND PLANT GROWTH CONDITIONS**

Piotr Kamiński, Elżbieta U. Kozik

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
piotr.kaminski@inhort.pl

Abstract

In 2012 and 2013 the evaluation of the ability for the generative propagation after cross-pollination of eleven Chinese cabbage and six head cabbage inbred lines pollinated with the use of two types of insects: the red mason bee (*Osmia rufa*) and the house fly (*Musca domestica*) was performed in the isolated growth-cages placed in the field and in the greenhouse. The influence of quantity of the red mason bee on the seed effectiveness of cabbage genotypes was also tested. Both red mason bee and house fly were effective as pollinators for the cross-pollination, however for the head cabbage inbred lines higher seed setting was obtained when pollinated with red mason bee. Head cabbage plants pollinated in the greenhouse developed more seeds than pollinated in the field. The type of pollination insects and conditions of pollination (greenhouse, open field) had smaller impact on Chinese cabbage genotypes than head cabbage. The quantity of red mason bee on the seed effectiveness of Chinese cabbage and head cabbage had a big influence as well.

Key words: breeding, *Brassica rapa* subsp. *pekinensis*, *Brassica oleracea* var. *capitata alba*, seed effectiveness, pollinator insects

WSTĘP

Dla większości gatunków uprawnych z rodzaju *Brassica* efektywne zapylenie kwitnących roślin jest warunkiem uzyskania wysokiego plonu nasion. Selekcja komponentów rodzicielskich oraz form mieszańcowych pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego jest bardzo ważnym elementem programów hodowlanych. Tworzenie mieszańców F₁ ka-

pusty głowiastej (*Brassica oleracea* var. *capitata alba*) oraz kapusty pekińskiej (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) wymaga wykorzystania komponentów rodzicielskich zróżnicowanych pod względem alleli samoniezgodności lub posiadających cechę męskiej sterylności (Dixon 2007). Owady zapylające znacząco podnoszą plon nasion wielu gatunków z rodzaju *Brassica*. Silną wzajemną zależność gatunków roślin kapustowatych oraz pszczoł warunkuje ich przetrwanie i rozmnażanie. Współzależność ta wynika z tego, że pyłek roślin kapustowatych jest stosunkowo ciężki i lepki, dlatego wymaga udziału owadów zapylających do przenoszenia (Mishra i in. 1988, Singh i in. 2000). Średni plon nasion dla roślin kapustowatych w warunkach klimatycznych Polski wynosi od 600 do 1200 kg·ha⁻¹, w zależności od gatunku, odmiany oraz metody uprawy. Optymalna liczba owadów zapylających na hektar zależy od ich rodzaju i efektywności oraz od gęstości nasadzenia roślin, całkowitej liczby kwiatów w pędach kwiatostanowych i długości okresu kwitnienia (Abrol 2009). Przyjmuje się, że introdukcja owadów zapylających powinna nastąpić nie później niż po rozkwitnięciu 5-10% kwiatów roślin kapustowatych. Na efektywność zapylenia oraz na aktywność owadów zapylających w dużym stopniu wpływają warunki pogodowe, a w szczególności temperatura, deszcz oraz prędkość wiatru. Zapylenia krzyżowe z udziałem owadów zapylających na skalę przemysłową prowadzone są najczęściej bezpośrednio w polu. Jednak dla zapewnienia stałych i optymalnych warunków, wykorzystuje się także szklarnie lub tunele foliowe. Skuteczną metodą zapewnienia izolacji przestrzennej w hodowli twórczej genotypów roślin kapustowatych jest zastosowanie izolatorów siatkowych. Rośliny kapustowate, takie jak kapusta głowiasta i kapusta pekińska, wytwarzają nasiona w drugim roku wegetacji, po jarowizacji w temperaturze poniżej 10 °C. W celu rozmnożenia generatywnego form rodzicielskich oraz eksperymentalnych mieszańców F₁ roślin kapustowatych w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach wykorzystuje się metodę bezwysadkową z ukorzeniem sadzonek odrostowych, a zapylenia prowadzone są najczęściej przy udziale pszczoły samotnicy – murarki ogrodowej (*Osmia rufa*). Ze względu na wysoką aktywność tych owadów oraz stosunkowo dużą dostępność kokonów, wykorzystanie pszczoły samotnicy jest tanią i efektywną metodą zapylenia dla wielu gatunków roślin (Steffan-Dewenter 2003). Rozmnażanie generatywne roślin kapustowatych na niewielką skalę prowadzi się przez zapylenie ręczne (na otwartym kwiecie oraz w fazie zielonego pąka) oraz z wykorzystaniem muchy domowej (*Musca domestica*).

Celem badań było porównanie wpływu zapylenia przez owady (murarka ogrodowa i mucha domowa) na plon nasion wybranych linii kapusty pekińskiej oraz kapusty głowiastej białej w zależności od warunków, w jakich prowadzono proces ich rozmnażania (szklarnia, pole).

MATERIAŁ I METODY

Badania nad efektywnością rozmnażania generatywnego z użyciem owadów zapyłających prowadzono w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach w roku 2012 na kapuście głowiastej i w 2013 na kapuście pekińskiej. Dla oceny efektywności zapylenia kapusty wykorzystano murarkę ogrodową (*Osmia rufa*) oraz muchę domową (*Musca domestica*), których poczwarki zakupiono w Katedrze Hodowli Owadów Użytkowych, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz w Instytucie Przemysłu Organicznego w Warszawie.

Do badań przeznaczono jedenaście linii wsobnych kapusty pekińskiej: M0014, R0024, B0034, S0045, C0054, S0066, H0072, 43380, S0092, Y0102, H0114 oraz sześć linii wsobnych kapusty głowiastej białej: IW70, IW90, CH02, TO1, KO1, HK888, które otrzymano oraz wyselekcjonowano w Instytucie Ogrodnictwa pod względem zdrowotności, wigoru oraz wartości hodowlanej. Genotypy te wcześniej rozmnożono wegetatywnie metodą sadzonek odrostowych, a następnie poddano jarowizacji od listopada do końca lutego w temperaturze 4-6 °C w warunkach kontrolowanych przy zachowaniu naturalnego fotoperiodu. W celu zabezpieczenia przed niepożądanym zapyleniem krzyżowym, zjarowizowane genotypy wysadzono pod izolatorami siatkowymi o powierzchni 9 m². Do rozmnożenia generatywnego każdego z gatunków roślin kapustowatych wykorzystano osiem izolatorów, umieszczając w każdym z nich po jednej roślinie reprezentującej każdą z sześciu linii wsobnych kapusty głowiastej lub jedenastu linii wsobnych kapusty pekińskiej. Żeby ocenić wpływ warunków środowiska na zdolność do rozmnażania generatywnego doświadczenie założono zarówno w szklarni, jak i na polu doświadczalnym. Dla genotypów zapyłanych przez murarkę ogrodową (3 izolatory w szklarni i 3 izolatory w polu) dokonano oceny wpływu liczebności owadów na wydajność tworzenia nasion umieszczając odpowiednio po 80, 130 lub 250 osobników/izolator. W izolatorach z kapustą zapylaną przez muchę domową (1 izolator w szklarni i 1 izolator w polu) umieszczano maksymalnie 250 osobników/izolator. Owady umieszczano w czterech równych liczebnościach co 10-15 dni od początku kwitnienia roślin. Po osiągnięciu

dojrzałości fizjologicznej, łuszczyzny były zbierane indywidualnie z każdej rośliny. Następnie, po wysuszeniu, ekstrakcji i zważeniu nasion, oceniano zdolność roślin kapusty głowiastej i brukselskiej do rozmnażania generatywnego z uwzględnieniem miejsca uprawy oraz gatunku i liczebności owadów zapylających.

WYNIKI I DYSKUSJA

Kapusta pekińska

Genotypy kapusty pekińskiej przeznaczone do rozmnażania rozpoczęły wytwarzanie pędów generatywnych pod koniec lutego. Natomiast termin tworzenia kwiatów zależał w dużym stopniu od lokalizacji doświadczenia. Rośliny umieszczane w szklarni zakwitły na początku marca, o pięć tygodni wcześniej niż rozmnażane w izolatorach na polu. Kwiaty wszystkich obiektów charakteryzowały się intensywnie żółtą barwą, bez widocznych anomalii morfologicznych oraz posiadały dobrze pylące pylniki. Wśród roślin kapusty pekińskiej obserwowano prawidłową anatomię organów generatywnych, charakterystyczną dla form płodnych i warunkującą prawidłowy przebieg zapylenia i zapłodnienia. Linie kapusty pekińskiej rozmnażane generatywnie przez zapylenie krzyżowe z wykorzystaniem owadów różniły się między sobą pod względem zdolności do wytwarzania nasion (tab. 1).

Najwyższą wydajność tworzenia nasion uzyskała linia S0066 (193,9 i 284,3 g) oraz linia S0045 (155,5 i 102 g) odpowiednio w szklarni i w polu. Linia R0024 charakteryzowała się prawie trzykrotnie wyższą zdolnością do rozmnażania generatywnego w szklarni (145,8 g) niż w polu (51,7 g). Pozostałe genotypy odznaczały się niższą zdolnością do rozmnażania generatywnego w obu warunkach uprawy i wytworzyły średnio od 3,1 (H0114) do 60,5 g (M0014). Rośliny wytwarzające najwięcej nasion charakteryzowały się jednocześnie wysoką zdrowotnością oraz bujnie rozwiniętymi pędami generatywnymi z dużą liczbą kwiatów. Linia H0114 w szklarni oraz linie H0072 i S0092 w polu nie wytworzyły nasion. Na brak lub obniżoną zdolność do wiązania nasion niektórych linii kapusty pekińskiej mogły mieć wpływ choroby bakteryjne (*Erwinia*, *Xanthomonas*), wirusowe oraz fitoplazmy obniżające w trakcie wegetacji wigor, hamujące wytwarzanie nasion oraz powodujące obumieranie pędów nasiennej i całych roślin (Kamińska i in. 2012).

Tabela 1. Masa nasion (g) linii kapusty pekińskiej otrzymanych w wyniku zapy-
leń krzyżowych w izolatorach w szklarni i polu, Skierniewice 2012
Table 1. Seed mass (g) of Chinese cabbage lines obtained from cross pollination
in growth-cages placed in the greenhouse and in the field, Skierniewice
2012

Lp. No.	Genotyp Genotype	Szklarnia Greenhouse	Pole Field	Średnia Average
1	M0014	74,9	46,01	60,5
2	R0024	145,8	51,7	98,7
3	B0034	53,0	17,4	35,2
4	S0045	102,0	155,5	128,7
5	C0054	9,6	12,0	10,8
6	S0066	193,9	284,3	239,1
7	H0072	55,6	0,0	27,8
8	43380	6,5	65,3	35,9
9	S0092	27,0	0,0	12,5
10	Y0102	16,0	9,5	12,7
11	H0114	0,0	6,3	3,1
Średnia; Average		62,2	58,9	60,45
Zakres; Range		0,0 – 193,9	0,0 – 284,3	

Tabela 2. Masa nasion (g/izolator) kapusty pekińskiej w zależności od rodzaju
i liczby owadów zapylających, Skierniewice 2012
Table 2. Mass of seeds (g/cage) of Chinese cabbage in respect to the type and
quantity of pollinating insects, Skierniewice 2012

Miejsce uprawy Place of cultivation	Rodzaj i liczba owadów zapylających Type and quantity of pollinating insects				Całkowita masa nasion Total mass of seeds (g)
	Mucha domowa House fly	Murarka ogrodowa Red mason bee			
	250 szt.	80 szt.	130 szt.	250 szt.	
Masa nasion w g/roślinę Mass of seeds in g/plant					
Szklarnia Greenhouse	196,6	266,1	107,5	114,1	684,3
Pole, Field	85,4	138,1	146,1	279,2	648,8
Razem, Total	282,0	404,2	253,6	393,3	1333,1

Zarówno zastosowanie murarki ogrodowej, jak i muchy domowej do zapylania pozwoliło na efektywne rozmnożenie kapusty pekińskiej. Całkowita liczba nasion kapusty pekińskiej uzyskanych w izolatorach polowych i izolatorach szklarniowych była porównywalna (odpowiednio 684,3 i 648,8 g) (tab. 2). Biorąc jednak pod uwagę rodzaj i liczbę owadów wprowadzonych do izolatorów, odnotowano wyraźne różnice w efektywności tworzenia nasion. Gatunek zastosowanych owadów miał wpływ na efektywność wiązania nasion kapusty pekińskiej. Skuteczność zapylenia przez muchę domową była ponad dwukrotnie wyższa w izolatorach w szklarni (196,6 g) niż w polu (85,4 g). Niska efektywność muchy domowej w zapylaniu kapusty pekińskiej była prawdopodobnie spowodowana niekorzystnymi warunkami pogodowymi (opady deszczu, dobowe i okresowe wahania temperatur typowe dla polskich warunków klimatycznych – rys. 1, 2) obniżającymi ich liczebność i aktywność. Dla genotypów kapusty pekińskiej rozmnażanych przez zapylenie krzyżowe w izolatorach polowych wyraźnie wyższe wydajności tworzenia nasion uzyskano przy zastosowaniu murarki ogrodowej niż muchy domowej. Zastosowanie 250 osobników/izolator pozwoliło na dwukrotne zwiększenie masy zawiązanych nasion (279,2 g) w porównaniu do izolatora z 80 osobnikami/izolator (138,1 g). W izolatorach ustawionych w szklarni obserwowano odwrotną niż w polu zależność pomiędzy zagęszczeniem murarki ogrodowej a wydajnością tworzenia nasion kapusty pekińskiej. Najwyższą wydajność otrzymano w izolatorze z 80 pszczołami (266,1 g). Spadek plonu nasion kapusty pekińskiej w izolatorach ustawionych w szklarni przy wyższej liczebności murarki ogrodowej mógł być spowodowany większą konkurencją o pokarm. Obserwacje prowadzone w trakcie wegetacji i kwitnienia kapusty pekińskiej wskazywały, iż murarka ogrodowa wykorzystana do zapyleń w izolatorach umieszczonych w szklarni żyła o 2-3 tygodnie dłużej niż pszczoły w izolatorach ustawionych w polu. Na dłuższe życie i wyższą aktywność pszczoł w izolatorach umieszczonych w szklarni mogły mieć wpływ: wyższa i bardziej wyrównana temperatura, brak opadów atmosferycznych oraz silnych wiatrów występujących w polu. Niższa efektywność owadów w warunkach polowych była spowodowana niskimi temperaturami powietrza panującymi w okresie intensywnego kwitnienia kapusty pekińskiej na przełomie kwietnia i maja (rys. 1, 2).

Kapusta głowiasta biała

Kwitnienie genotypów kapusty głowiastej białej w szklarni rozpoczęło się w połowie marca, natomiast w polu w trzeciej dekadzie kwietnia.

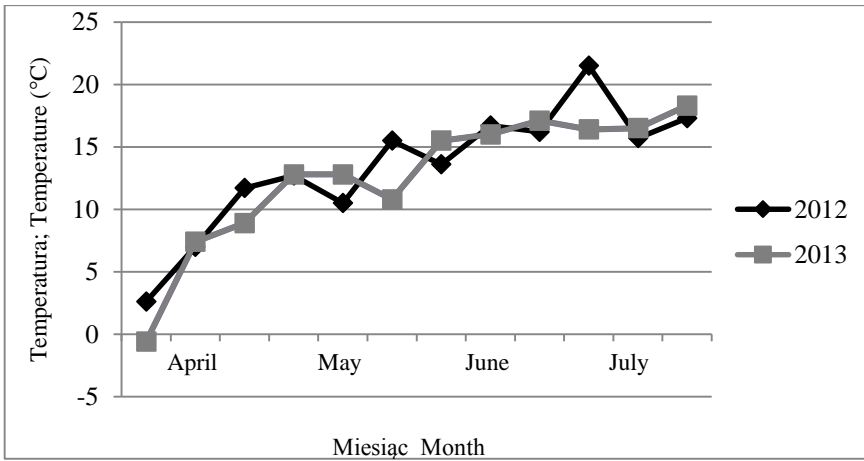
Kwiaty wszystkich genotypów kapusty głowiastej miały budowę typową dla tego gatunku, z płodnymi, obficie pyłącymi pylnikami oraz dobrze ukształtowanymi żeńskimi organami generatywnymi warunkującymi prawidłowy przebieg zapylenia i zapłodnienia. Wydajność tworzenia nasion przy zapyleniu krzyżowym poszczególnych linii kapusty głowiastej białej była zróżnicowana zarówno w polu jak i w szklarni (tab. 3). Najwyższą efektywnością wytwarzania nasion w izolatorach szklarniowych charakteryzowała się linia TO1 (449,3 g), najniższą zaś linia IW70 (96,6 g). W izolatorach w polu efektywność tworzenia nasion była kilkukrotnie niższa i wynosiła od 59 g (linia CO1) do 22,4 g (linia IW 70). Różnice w wydajności tworzenia nasion pomiędzy liniami wsobnymi kapusty głowiastej białej były zdecydowanie mniejsze niż kapusty pekińskiej (tab. 1, 3).

Tabela 3. Masa nasion (g) genotypów kapusty głowiastej otrzymanych w wyniku zapyleń krzyżowych w izolatorach szklarniowych i polowych, Skierniewice 2013

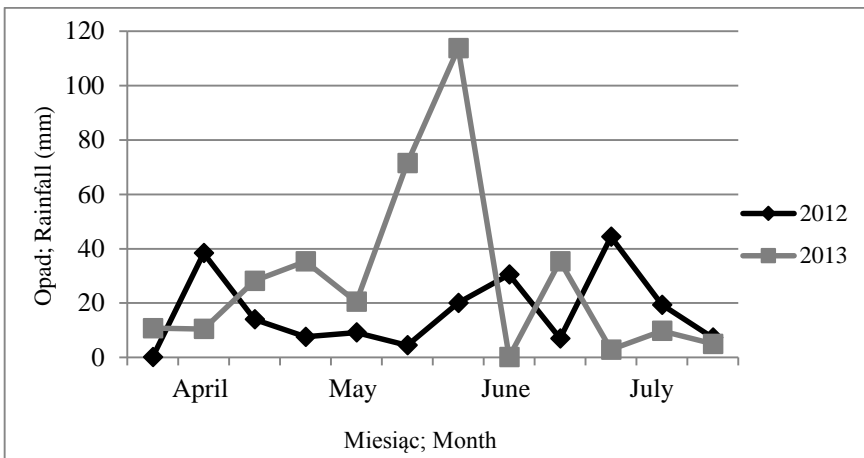
Table 3. Seed mass (g) of head cabbage genotypes obtained from cross pollination performed in growth-cages placed in the greenhouse and at the field, Skierniewice 2013

Lp. No.	Genotyp Genotype	Szklarnia Greenhouse	Pole Open field	Średnia Average
1	IW70	96,6	22,4	59,5
2	IW 90	126,5	42,6	84,5
3	CO1	207,3	59,0	133,1
4	TO1	449,3	35,8	242,5
5	KO2	199,5	52,1	125,7
6	HK 888	127,2	52,1	89,6
Średnia; Average		201,1	44,0	122,5
Zakres; Range		96,6 – 449,3	22,4 – 59,0	

Najwyższe wydajności tworzenia nasion kapusty głowiastej w izolatorach w szklarni uzyskano z zastosowaniem murarki ogrodowej, najniższe z wykorzystaniem muchy domowej. Na zdecydowanie niższą efektywność tworzenia nasion kapusty głowiastej białej w warunkach polowych w porównaniu do zapyleń w szklarni mogły mieć wpływ niskie temperatury i bardzo intensywne opady deszczu w trakcie kwitnienia, które niekorzystnie wpłynęły na zapylenie i w konsekwencji na zawiązanie łuszczyn i nasion (rys. 1, 2).



Rys. 1. Średnie temperatury (°C) w trakcie kwitnienia i zawiązywania nasion kapusty głowiastej i pekińskiej w latach 2012 i 2013, Skierniewice
 Fig. 1. The average temperatures (°C) during blooming and seed setting of head cabbage and Chinese cabbage in the years 2012 and 2013, Skierniewice



Rys. 2. Średnie opady (mm) w trakcie kwitnienia i zawiązywania nasion kapusty głowiastej i pekińskiej w latach 2012 i 2013, Skierniewice
 Fig. 2. The average rainfalls (mm) during blooming and seed setting of head cabbage and Chinese cabbage in the years of 2012 and 2013, Skierniewice

W izolatorach polowych wydajności tworzenia nasion kapusty głowiastej z zastosowaniem muchy domowej i murarki ogrodowej była porównywalna, z niewielką przewagą murarki ogrodowej. Zwiększenie liczebności

murarki ogrodowej miało wpływ na wzrost wydajności tworzenia nasion. Dla linii kapusty głowiastej rozmnażanej w szklarni, największą wydajność tworzenia nasion/izolator uzyskano, gdy wprowadzono 250 osobników murarki/izolator (590,6 g), a najniższą – 80 osobników/izolator (270,8 g). W warunkach polowych po umieszczeniu 250 osobników murarki/izolator otrzymano 111,7 g nasion, natomiast gdy wprowadzono 80 osobników/izolator, wydajność tworzenia nasion była ponad dwukrotnie niższa i wynosiła 46,3 g (tab. 4).

Tabela 4. Masa nasion (g) kapusty głowiastej/izolator w zależności od rodzaju i liczby owadów zapylających, Skierniewice 2013

Table 4. Mass of seeds (g) of head cabbage/growth cage in respect to the type and quantity of pollinating insects, Skierniewice 2013

Miejsce uprawy Place of cultivation	Rodzaj i liczba owadów zapylających Type and quantity of pollinating insects				Całkowita masa nasion Total mass of seeds (g)
	Mucha domowa House fly	Murarka ogrodowa Red mason bee			
		250 szt.	80 szt.	130 szt.	
Szklarnia Greenhouse	25,7	270,8	319,3	590,6	1206,4
Pole, Field	40,2	46,3	65,7	111,7	264,0
Razem, Total	32,9	158,5	192,5	351,1	735,2

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Na ogólną wydajność nasion kapusty głowiastej i pekińskiej otrzymanych w polu wyraźny wpływ miały warunki pogodowe, panujące w danym roku uprawy. Obfite opady i niskie temperatury w czasie kwitnienia powodowały obniżenie plonu nasion.
2. Zarówno murarka ogrodowa, jak i mucha domowa mogą być efektywnymi zapylaczami roślin kapustowatych, wykorzystywanymi w pracach hodowlanych przy prowadzeniu krzyżowań międzyliniowych.
3. Rodzaj wykorzystanych do zapylania owadów miał wpływ na produkcję nasion kapusty głowiastej. Wydajność tworzenia nasion była wyższa, gdy zastosowano murarkę ogrodową niż muchę domową. Dla kapusty pekińskiej wydajność tworzenia nasion była porównywalna przy wykorzystaniu obu gatunków owadów.

4. Dla kapusty głowiastej otrzymano wyższą wydajność tworzenia nasion w warunkach szklarniowych, dla kapusty pekińskiej wydajność tworzenia nasion w izolatorach polowych i szklarniowych była podobna.
5. Liczebność murarki ogrodowej miała wpływ na wydajność otrzymanych nasion, zarówno dla kapusty pekińskiej, jak i kapusty głowiastej białej. Dla kapusty pekińskiej rozmnażanej w szklarni efektywniejsze było zastosowanie niższej liczebności murarki (80 osobników/izolator), a w polu najwyższej liczebności (250 osobników/izolator). Dla kapusty głowiastej zwiększenie liczebności murarki ogrodowej wpływało pozytywnie na wydajność tworzenia nasion bez względu na warunki w jakich prowadzono rozmnożenie generatywne.

Literatura

- Abrol D.P. 2009. Plant-insect interaction. W: Gupta S.K. (red.), Biology and breeding of crucifers. CRC Press, s. 129-150. DOI: 10.1201/9781420086096.ch8.
- Dixon G.R. 2007. Vegetable brassicas and related crucifers. CAB International. DOI: 10.1079/9780851993959.0000.
- Kamińska M., Berniak H., Kamiński P. 2012. Detection and identification of 'Candidatus Phytoplasma asteris' in *Brassica rapa* subsp. *pekinensis* in Poland. Journal of Phytopathology 160(11-12): 723-727. DOI: 10.1111/jph.12011.
- Mishra R.C., Kumar J., Gupta J.K. 1988. The effect of mode of pollination on yield and oil potential of *Brassica campestris* L. var. *sarson* with observations on insect pollinators. Journal of Apicultural Research 27(3): 186-189.
- Singh P., Asati B.S. 2008. Seed production technology of vegetables. Daya Publishing House, Delhi.
- Singh M.P., Singh K.I., Devi C.S. 2000. Role of *Apis cerana himalaya* pollination on yield and quality of rapeseed and sunflower crops. W: Matsuka M., Verma L.R., Wongsiri S., Shrestha K.K., Partap U. (red.), Asian bees and beekeeping. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, s. 186-189.
- Steffan-Dewenter I. 2003. Seed set of male-sterile and male-fertile oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to pollinator density. Apidologie 34(3): 227-235. DOI: 10.1051/apido:2003015.

Publikacja powstała w ramach realizacji Programu Wieloletniego MRiRW na lata 2008-2014, zadanie 6.5: Poszukiwanie i tworzenie nowej zmienności genetycznej roślin warzywnych jako źródła odporności na stresowe czynniki biotyczne i abiotyczne oraz o większej wartości odżywczej i prozdrowotnej.