

Occurrence and harmfulness of black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) in carrot crops

Występowanie i szkodliwość mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) w uprawie marchwi

Irena Łuczak¹, Adam Świdorski², Małgorzata Gaborska¹, Aleksandra Mech-Nowak²

Summary

The number of *Aphis fabae* population on ten cultivars of carrot was estimated in 2007–2009 in a field experiment. In the insulator (2008–2009) and in a pot experiments (2009) the influence of *A. fabae* feeding on yielding of carrot was studied. Changes in the content of soluble sugars, sucrose and total carotenoids in roots of plants infested (by this aphid) in relation to the control plants (without aphid) were also determined. In 2007, *A. fabae* predominated other aphid species (82.5% of total aphid population) feeding on above-ground parts of carrot. The most numerous of *A. fabae* colonies (total number – 22) and the largest density of aphids in one colony (56 individuals) were recorded on cultivar Kalina F₁. The experiment proved a negative (depending on carrot cultivars) effect of *A. fabae* feeding on the yield of marketable roots. The highest decrease in the yield (above 20%) were found in three of carrot cultivars (Amsterdamska, Berlikumer 2 and Perfekcja). The decrease in yield of root was smaller (below 10 %) in the case the other cultivars (for example – Koral and Nantejska cultivars). Plants infested by the *A. fabae* were characterized by a decrease of soluble sugars and sucrose content in roots. Different reaction to *A. fabae* feeding, i.e. increase in sugar content in roots was recorded in three cultivars (Amsterdamska, Flakkese 2 and Dolanka). Decrease or increase in total carotenoids content in carrot roots was affected by *A. fabae*.

Key words: carrot, cultivars, *Aphis fabae*, harmfulness

Streszczenie

W latach 2007–2009 w doświadczeniu polowym na 10 odmianach marchwi oceniano liczebność populacji *Aphis fabae*. W doświadczeniu izolatorowym (2008–2009) i wazonowym (2009) badano wpływ żerowania *A. fabae* na plonowanie marchwi. Określano także zmiany w zawartości cukrów rozpuszczalnych, sacharozy i sumy karotenoidów w korzeniach roślin zasiedlonych (przez mszycę) w stosunku do roślin kontrolnych (wolnych od mszyc). W 2007 roku, *A. fabae* była gatunkiem dominującym (82,5% łącznej liczby mszyc żerujących na nadziemnych częściach marchwi). Najliczniejsze kolonie (ogółem – 22) i największe zagęszczenie mszyc w 1 kolonii (56 osobników) stwierdzono na odmianie Kalina F₁. W badaniach wykazano, że żerowanie *A. fabae* wywiera negatywny, ale różny (zależnie od odmiany marchwi) wpływ na plon handlowy korzeni. Największe obniżki plonu (powyżej 20%) stwierdzono u 3 odmian (Amsterdamska, Berlikumer 2 i Perfekcja). U innych odmian (np. Koral i Nantejska) obniżki w plonie korzeni nie przekraczały 10%. U roślin zasiedlonych przez *A. fabae* obserwowano spadek zawartości cukrów rozpuszczalnych i sacharozy w korzeniach. Odminną reakcję, tj. wzrost zawartości cukrów w korzeniach wykazały 3 odmiany (Amsterdamska, Flakkese 2 i Dolanka). Żerowanie *A. fabae* powodowało spadek lub wzrost zawartości karotenoidów w korzeniach marchwi.

Słowa kluczowe: marchew, odmiany, *Aphis fabae*, szkodliwość

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
29 Listopada 54, 31-425 Kraków

¹ Katedra Ochrony Roślin
i.luczak@ogr.ur.krakow.pl

² Katedra Biochemii

Wstęp / Introduction

Mszycy burakowa (*Aphis fabae* Scop.) obniża plony bobu, bobiku, buraków, maku i innych roślin uprawnych (Hurej 1991; Łuczak 1991; Cichocka i wsp. 1992; Goszczyński i wsp. 1992; Łuczak 1996). Zasiedla bardzo silnie plantacje kopru ogrodowego oraz włoskiego i jest najliczniejszym gatunkiem mszycy na lubiczyku; występuje także na innych roślinach przyprawowych i zielarskich (Goszczyński 1998). Ten wielożerny gatunek zasiedla masowo i licznie (w powtarzających się cyklicznie kilkuletnich odstępach czasu) krajowe plantacje marchwi (Szwejd i Wrzodak 2007). Wyniki wstępnych obserwacji wykazały, że w 2005 roku, w rejonie Krakowa *A. fabae* stanowiła 19,8% łącznej liczby mszyc żerujących na częściach nadziemnych marchwi (Łuczak 2007).

W pracy zaprezentowano wyniki dalszych, 3-letnich obserwacji polowych nad wielkością populacji *A. fabae* w uprawie niektórych odmian marchwi. Przedstawiono także wyniki doświadczenia izolatorowego i wazonowego dotyczące wpływu żerowania mszycy na plon handlowy i zawartość cukrów oraz karotenoidów w korzeniach.

Materiały i metody / Materials and methods

Obserwacje nad występowaniem *A. fabae* prowadzono w latach 2007–2009 na poletkach Stacji Doświadczalnej w Mydlnikach koło Krakowa. W 2007 roku testowano 7 odmian marchwi (Koral, Nantejska, Kalina F₁, Amsterdamska, Berlikumer 2, Flakkese 2 i Karo F₁); w 2008 roku – 8 odmian (tab. 2), a w 2009 roku – 10 odmian (tab. 3). Marchew była siana w drugiej dekadzie kwietnia na poletkach o powierzchni 17,5 m² (5 × 3,5 m) każde. Od początku czerwca do połowy września pobierano co 7 lub 12 dni po 10 roślin z każdego poletka (× 3 powtórzenia). Próby roślin analizowano w laboratorium pod binokulem; liczono i identyfikowano (do gatunku) obecne na roślinach mszyce i inne fitofagi. Notowano samice uskrzydłone, bezskrzydłe i nimfy poszczególnych gatunków mszyc żerujących na częściach nadziemnych marchwi. Dla danego roku określano procentowy udział *A. fabae* w łącznej liczbie wszystkich zebranych i oznaczonych okazów mszyc. Występowanie *A. fabae* na odmianach marchwi charakteryzowano na podstawie obliczonych wskaźników i istotności różnic (tab. 1). W statystycznym opracowaniu wyników zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, a następnie test Dun-cana ($p = 0,05$).

Wpływ żerowania *A. fabae* na plonowanie marchwi badano w doświadczeniu poletkowym pod izolatorami (2008–2009) oraz w doświadczeniu wazonowym (2009). W obydwu doświadczeniach zastosowano 2 warianty: I – izolatory/wazon kontrolne (bez mszyc) oraz II – izolatory/wazon z *A. fabae*. W 2008 r. dla każdego wariantu przeznaczono po 5 izolatorów; w 2009 r. każdy wariant obejmował 3 izolatory i 3 wazon. Po wschodach marchwi, na poletkach odmianowych zostały wytypowane rzędy roślin, które nakrywano włókniną polipropylenową. W połowie czerwca (po zdjęciu włókniny) na wybrane rośliny były mocowane metalowe konstrukcje (stelaże)

i zakładane izolatory z gazy młyńskiej. W 2008 r. dla każdej odmiany wybrano po 5 roślin w 10 miejscach; w 2009 r. – tyle samo roślin w 6 miejscach. Włókniną nakrywano także wschody marchwi wysianej do plastikowych wazonów (o wysokości i średnicy 45 cm) napełnionych ziemią ogrodową. Marchew wysiano w dniu 24 kwietnia (po 8 nasion w wazonie); po wschodach w pojedynczym wazonie pozostawiono 5 roślin. W połowie czerwca (po zdjęciu włókniny) wazon nakrywano izolatorami z gazy młyńskiej (o wysokości i średnicy 50 cm) – były one utrzymywane przez plastikowe konstrukcje, zamontowane w wazonach. W tym samym czasie, na rośliny w wazonach oraz w izolatorach (na poletkach) były nanoszone nimfy (L₂ i L₃) *A. fabae*; pozyskiwano je z roślin szpinaku i buraka ćwikłowego. Po 6 tygodniach izolatory zdjęto i przeprowadzono analizę wizualną stanu zdrowotnego roślin i wyglądu liści. Po tej analizie, aż do zbioru plonu rośliny były ponownie osłonięte włókniną polipropylenową. Podczas zbioru marchwi dla każdego wariantu i odmiany określano liczbę i procent korzeni handlowych, mierzono długość (w cm) i ważono masę (w g) każdego pojedynczego korzenia. W 2009 roku, w korzeniach marchwi (z wazonów oraz izolatorów) oznaczono zawartość cukrów rozpuszczalnych (metodą antronową) i redukujących (metodą cyjanożelazianową) oraz karotenoidów (na spektrofotometrze JASCO V-530). Sumę karotenoidów przeliczono na β -karoten uwzględniając jego współczynnik absorpcji równy 2450 przy 450 nm (Świderski i Kostecka-Gugała 2009).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W 2007 r. na polu doświadczalnym w Mydlnikach stwierdzono 5 gatunków mszyc (*A. fabae*, *Cavariella aegopodii* Scop., *Semiaphis dauci* F., *Cavariella theobaldii* Gill. et B., *Hyadaphis foeniculi* Pass.) rozwijających się na nadziemnych częściach marchwi. Gatunkiem dominującym była *A. fabae*; stanowiła 82,5% łącznej liczby wszystkich zebranych mszyc i zasiedlała 5 spośród 7 badanych odmian marchwi (tab. 1). Obecności mszycy nie stwierdzono na odmianie Amsterdamska i Flakkese 2; a na odmianie Berlikumer 2 – tylko w dniu 5 czerwca notowano pojedyncze okazy. Najliczniejsze kolonie (łącznie – 22) i największe zagęszczenia mszyc w kolonii (56 sztuk) stwierdzono na odmianie Kalina F₁, następnie – Nantejska i Karo F₁. Fakt liczego i masowego zasiedlania roślin marchwi przez *A. fabae* w kilkuletnich odstępach opisali w swojej pracy Szwejd i Wrzodak (2007).

W 2008 r. na nadziemnych częściach marchwi żerowały 2 gatunki mszyc: *C. aegopodii* i *S. dauci*. Tylko 2-krotnie (w sierpniu) notowano pojedyncze okazy *A. fabae* na odmianie Nantejska.

W 2009 r. żerowały 4 gatunki mszyc: *C. aegopodii*, *S. dauci*, *A. fabae* i *H. foeniculi*. Udział *A. fabae* w łącznej liczbie zebranych mszyc wynosił 19,7%; ta wartość była zbliżona do uzyskanej w 2005 r. przez Łuczak (2007). Wszystkie obliczone wskaźniki były istotnie zróżnicowane w odniesieniu do odmian marchwi (tab. 1).

W doświadczeniu poletkowym pod izolatorami (2008) stwierdzono ujemny, ale różny wpływ żerowania *A. fabae*

Tabela 1. Wskaźniki charakteryzujące występowanie *A. fabae* na wybranych odmianach marchwi w 2007 i 2009 r. (analizy roślin pod binokulem)Table 1. Occurrence indices of *A. fabae* on selected carrot cultivars in 2007 and 2009 (analyses of plants under a microscope)

Odmiana Cultivar	Liczba notowań mszycy Number of records of the aphid*	Udział Share [%]	Suma mszyc (kolonie) Total number of aphids (colonies)	Liczba mszyc na 1 roślinie Number of aphids per 1 plant		% zasiedlonych roślin % of infested plants	
				średnia mean	maksimum maximum	średni mean	maksimum maximum
Rok – Year 2007							
Kalina F ₁	3	97,8	398 (22)	13,2	56	14,3	70
Nantejska	1	79,5	105 (6)	17,5	23	2,8	20
Karo F ₁	2	77,8	63 (3)	10,5	20	2,8	10
Koral	2	50,0	24 (3)	4,0	7	2,8	10
Berlikumer 2	1	12,5	3	1,0	1	1,4	10
NIR (0,05) – LSD (0.05)			133,1	6,58	18,8	4.94	22,5
Rok – Year 2009							
Nantejska	3	27,3	36 (3)	3,0	6	3,6	30
Kalina F ₁	4	36,0	27	1,8	3	4,5	30
Kamila F ₁	5	34,4	33	1,5	3	6,4	30
Dolanka	4	27,6	24	1,6	3	4,5	30
Karo F ₁	3	23,8	21	1,4	3	4,5	20
Koral	3	16,7	21	1,0	1	6,4	30
Perfekcja	2	13,2	15	1,2	2	3,6	30
Berlikumer 2	2	13,2	15	1,7	3	2,7	10
Amsterdamska	1	13,6	9	3,0	3	0,9	10
Flakkese 2	1	3,8	3	1,0	1	0,9	10
NIR (0,05) – LSD (0.05)			7,3	0,59	0,9	1,37	6,6

*częstotliwość (liczba terminów) występowania *A. fabae* w stosunku do przeprowadzonych 10 i 15 obserwacji (odpowiednio) w 2007 i 2009 roku*frequency (number of dates) of occurrence of *A. fabae* related to 10, and 15 observations (respectively) in 2007 and 2009Tabela 2. Wpływ żerowania mszycy *A. fabae* na plonowanie wybranych odmian marchwi – wyniki doświadczenia izolatorowego w 2008 rokuTable 2. Influence of *A. fabae* feeding on yielding of selected carrot cultivars – results of the insulator experiment in 2008

Odmiana Cultivar	Wariant* Variant	Liczba korzeni Number of roots	Korzenie handlowe Marketable roots		Średnia długość korzenia Average length of 1 root [cm]	Obniżka długości Reduction in length [%]	Średnia masa korzenia Average weight of 1 root [g]	Obniżka masy Reduction in weight [%]
			[szt.] [pcs]	[%]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Perfekcja	K	24	22	91,7	9,0 a	–	55,7 a	–
	M	25	16	64,0	6,4 b	28,9	34,6 b	37,9
Amsterdamska	K	22	18	81,8	9,7 a	–	52,8 a	–
	M	20	16	80,0	8,1 b	16,5	30,5 b	42,2
Berlikumer 2	K	25	22	88,0	9,5 a	–	50,6 a	–
	M	24	18	75,0	8,0 b	15,8	35,4 b	30,0
Flakkese 2	K	21	16	76,2	9,7 a	–	37,7 a	–
	M	19	14	73,7	7,8 b	19,6	30,5 b	19,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kalina F ₁	K	24	17	70,8	8,7 a	–	30,9 a	–
	M	24	15	62,5	7,8 b	10,3	22,7 b	26,5
Koral	K	21	19	90,5	10,4 a	–	64,1 a	–
	M	22	19	86,4	8,7 b	16,3	61,7 a	3,7
Karo F ₁	K	25	19	76,0	8,8 a	–	41,4 a	–
	M	23	15	65,2	8,0 a	9,1	32,9 b	20,5
Nantejska	K	25	20	80,0	8,7 a	–	40,9 a	–
	M	24	18	75,0	8,2 a	5,7	34,5 a	15,6

*K – rośliny niezasiedlone (kontrola) – not infested plants (control), M – rośliny zasiedlone przez mszyce – plants infested with aphids

Wartości średnie oznaczone w kolumnach tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą (5%) według testu t-Studenta

Average values in columns marked with the same letter do not differ at 5% level of significance (t-Student's test)

Tabela 3. Wpływ żerowania mszycy *A. fabae* na zawartość cukrów i karotenoidów w korzeniach wybranych odmian marchwi – wyniki doświadczenia wazonowego i izolatorowego w 2009 roku

Table 3. Influence of *A. fabae* feeding on the content of sugars and carotenoids in roots of selected carrot cultivars – results of pot and insulator experiments in 2009

Odmiana Cultivar	Zawartość składnika [mg/100 g świeżej masy korzeni] i różnica – spadek, wzrost [%] Content of the component [mg/100 g root fresh weight] and difference – decrease, increase [%]								
	cukry rozp. soluble sugars		spadek (wzrost) decrease (increase) [%]*	sacharoza cucose		spadek (wzrost) decrease (increase) [%]*	suma karotenoidów total carotenoids		spadek (wzrost) decrease (increase) [%]*
	K	M		K	M		K	M	
Perfekcja	25,7	12,7	50,6	23,4	10,7	54,3	2,95	3,44	(16,6)
Kalina F ₁	49,5	28,6	42,2	48,0	27,2	43,3	2,97	6,38	(114,8)
Kamila F ₁	34,8	21,0	39,7	33,1	19,1	42,3	6,17	3,36	45,5
Koral	22,6	15,5	31,4	21,0	14,2	32,4	6,76	4,45	34,2
Nantejska	37,2	28,6	23,1	35,8	27,3	23,7	5,05	3,06	39,4
Karo F ₁	24,1	19,8	17,8	23,1	19,0	17,7	5,12	4,31	15,8
Berlikumer 2	15,2	13,6	10,5	13,4	11,2	16,4	4,53	6,55	(44,6)
Flakkese 2	38,7	47,1	(21,7)	36,9	45,0	(21,9)	4,79	5,12	(6,9)
Amsterdamska	21,8	39,5	(81,2)	19,0	36,7	(93,1)	3,99	6,05	(51,6)
Dolanka	24,0	51,9	(116,2)	21,9	49,6	(126,5)	2,66	6,10	(129,3)

K – rośliny niezasiedlone (kontrola) – not infested plants (control), M – rośliny zasiedlone przez mszyce – plants infested with aphids

*różnica istotna (p = 0,05) – significant difference at p = 0.05

na plonowanie badanych odmian marchwi (tab. 2). W izolatorach z mszycą notowano zawsze mniejszą liczbę (%) korzeni handlowych, aniżeli w izolatorach kontrolnych. Stwierdzono szczególnie silny negatywny wpływ *A. fabae* na masę korzeni. Na odmianie Amsterdamska zmniejszenie masy korzeni wynosiło ponad 40%, ale redukcja liczby korzeni handlowych nie przekraczała 2% (tab. 2). Najsilniej na żerowanie *A. fabae* reagowała odmiana Perfekcja; obserwowano istotne i wysokie (ponad 30%) spadki w masie i wielkości korzeni oraz wysoką (około 28%) redukcję liczby korzeni handlowych. Na odmianie Nantejska (w izolatorach z mszycą) nie wykazano istotnego zmniejszenia masy i wielkości korzeni w stosunku do roślin kontrolnych.

W 2009 roku, większe ujemne skutki żerowania mszycy burakowej były obserwowane w doświadczeniu poletkowym pod izolatorami, w porównaniu z wazonami. W izolatorach (z *A. fabae*) u 5 odmian marchwi odnotowano wysokie (od 23,8 do 59,2%) i statystycznie

istotne spadki w masie korzeni; u 4 odmian stwierdzono istotne zmniejszenie wielkości korzeni (długość w cm). Średnie (w % z obu doświadczeń) obniżenie parametrów plonu handlowego marchwi (liczba korzeni handlowych, ich długość i masa) było nieco niższe od wartości uzyskanych w doświadczeniu izolatorowym w 2008 roku. Reakcja odmian na *A. fabae* była podobna. Obniżki w plonie handlowym korzeni były największe (ponad 20%) u odmian: Amsterdamska, Berlikumer 2 i Perfekcja. Dla 3 innych odmian (Koral, Nantejska i Kalina F₁) obniżki te wynosiły od 5,1 do 7,8%. W korzeniach marchwi u roślin zasiedlonych przez *A. fabae* obserwowano istotne zmiany w zawartości cukrów i sumy karotenoidów w stosunku do roślin niezasiedlonych (wazon i izolatory kontrolne). Spadek zawartości cukrów rozpuszczalnych i sacharozy stwierdzono u 7 odmian, natomiast odmienną reakcję, tj. wzrost poziomu cukrów w korzeniach (w efekcie żerowania *A. fabae*) wykazano u 3 odmian: Flakkese 2, Amsterdamska i Dolanka (tab. 3). Najsilniejszy wzrost

stężenia cukrów (o ponad 100%) obserwowano na marchwi Dolanka, a nieco mniejszy (o 80–90%) – na Amsterdamska. Przyczyną wysokiego gromadzenia się sacharozy (lub jej spadku) w korzeniach marchwi mogą być zmiany w metabolizmie roślin zasiedlonych przez *A. fabae* – wymieniane także w literaturze (Capinara 1981; Łuczak 1991; Cichocka i wsp. 1992; Goszczyński i wsp. 1992). Zaburzenia w przebiegu procesów fizjologicznych wywołane przez wydzieliny ślinowe mszyc w połączeniu z wysysaniem soków roślinnych mogą zakłócać wzrost organów i zmieniać skład biochemiczny oraz obniżać plonowanie roślin. Żerowanie mszyc może niekiedy uaktywniać proces starzenia; efektem może być wzrost karotenoidów w roślinie (Burd 2002). W izolatorach i wazonach z *A. fabae* u 4 odmian marchwi stwierdzono spadek zawartości sumy karotenoidów w korzeniach; u pozostałych odmian – obserwowano wzrost tego składnika (tab. 3). Otrzymane wyniki wskazują na potrzebę dalszych szczegółowych badań nad biochemicznymi aspektami żerowania *A. fabae* na marchwi uprawnej.

Wnioski / Conclusions

1. Wśród mszyc żerujących na częściach nadziemnych marchwi, w niektórych latach gatunkiem dominującym

była *A. fabae*. Zasiadlała ona i kolonizowała rośliny w niejednakowym stopniu – zależnie od odmiany.

2. Rośliny marchwi (izolowane na poletkach lub wazonach) zasiedlane jednakową liczbą nimf *A. fabae* reagują (zależnie od odmiany) różnym procentowym spadkiem plonu handlowego korzeni. Największe (wynoszące ponad 20%) średnie obniżki plonu były zawsze obserwowane u 3 odmian: Amsterdamska, Berlikumer 2 i Perfekcja. U innych odmian (np. Koral i Nantejska) obniżki nie przekraczały 10%.
3. U roślin zasiedlonych przez *A. fabae* następował spadek zawartości w korzeniach – cukrów rozpuszczalnych i sacharozy (od 10% u Berlikumer 2 do 50% u Perfekcja). Odminną reakcję, tj. wzrost zawartości cukrów obserwowano u 3 odmian: Flakkese 2, Amsterdamska i Dolanka.
4. Żerowanie *A. fabae* na marchwi było przyczyną spadku lub wzrostu sumy karotenoidów w korzeniach; zmiany te zależały od odmiany marchwi.
5. Istnieje potrzeba prowadzenia dalszych szczegółowych badań nad biochemicznymi aspektami żerowania *A. fabae* i określeniem progów szkodliwości w odniesieniu do odmian marchwi.

Literatura / References

- Burd J. 2002. Physiological modification of the host feeding site by cereal aphids (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 95 (2): 463–468.
- Capinara J. 1981. Some effects of infestation by bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli, on carbohydrate and protein levels in sugarbeet plants, and procedures for estimating economic injury levels. Z. Ang. Entomol. 92: 374–384.
- Cichocka E., Goszczyński W., Chacińska M. 1992. The effect of aphids on host plants. I. Effect on photosynthesis, respiration and transpiration. Aphids and Other Homopterous Insects 3: 59–64.
- Goszczyński W. 1998. Hemiptera infesting umbelliferous and spice medicinal plants. Aphids and other Homopterous Insects 6: 31–34.
- Goszczyński W., Cichocka E., Chacińska M. 1992. *Aphis fabae* (Scop.) on field beans (*Vicia faba* sp. *minor*) – life cycle and the direct harmfulness. Aphids and Other Homopterous Insects 3: 51–57.
- Hurej M. 1991. Reakcja Buraka Cukrowego na Żerowanie Mszycy Burakowej (*Aphis fabae* Scop.). Mszyce – ich Bionomia, Szkodliwość i Wrogowie Naturalni. PAN, Warszawa: 23–29.
- Łuczak I. 1991. Szkodliwość Mszycy Burakowej (*Aphis fabae* Scop.) na Buraku Ćwikłowym. Mszyce – ich Bionomia, Szkodliwość i Wrogowie Naturalni. PAN, Warszawa: 31–41.
- Łuczak I. 1996. Harmfulness of *Aphis fabae* (Scop.) to sugar beet cultivars. Aphids and Other Homopterous Insects 5: 119–125.
- Łuczak I. 2007. Występowanie mszyc (*Aphidoidea*) na różnych odmianach marchwi i pietruszki. s. 52–53. W: Materiały z Konferencji „Postęp w Technologii Uprawy Warzyw Korzeniowych”. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, 15 listopada 2007, 64 ss.
- Szwejd J., Wrzodak R. 2007. Phytophagous entomofauna occurring on carrot and plant protection methods. Veg. Crops Res. Bull. 76: 95–102.
- Świdorski A., Kostecka-Gugała A. 2009. Związki wtórne. s. 125–148. W: „Ćwiczenia z Biochemii” (H. Kołoczek, red.). Wydanie 2 poprawione i uzupełnione. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, 148 ss.