

The effect of some features of carrot cultivars on egg-laying and larvae feeding preferences of carrot psyllid (*Trioza apicalis* Först.)

Wpływ niektórych cech odmianowych marchwi na preferencje składania jaj i żerowania larw golanicy zielonki (*Trioza apicalis* Först.)

Irena Łuczak¹, Maria Gawęda², Małgorzata Gaborska¹

Summary

Egg-laying and the larvae feeding preferences of *Trioza apicalis* Först. to selected cultivars of carrot (*Daucus carota*) were the objectives of the studies carried out in 2007–2009. On the basis of the content of green (chlorophylls a and b) and yellow-orange (carotenoids) pigments in leaves the differences in the intensity of green colour of leaves between the carrot cultivars were determined. The effect of this feature in carrot cultivars on the preference of egg-laying by carrot psyllid was determined through the use linear of correlation coefficient „r”. To study the relationships between carrot morphological features and the degree of plant acceptance in laying eggs and/or larvae feeding of *Trioza* the measurement of hair length, thickness and density on leaves was also done. The obtained results showed that the carrot cultivar Berlikumer 2 (with hairless of leaves) proved to be the most favourable terms to egg-laying by females, and larvae feeding of *T. apicalis*. Carrot leaves with long, thick and dense hair were regarded as an important factor limiting egg-laying and larvae feeding preferences of the pest.

Key words: carrot, morphological features, pigments, *Trioza apicalis*

Streszczenie

W latach 2007–2009 badano składanie jaj i żerowanie larw *Trioza apicalis* Först. na wybranych odmianach marchwi uprawnej. Na podstawie oznaczeń zawartości w liściach barwników zielonych (chlorofile a i b) oraz żółtopomarańczowych (karotenoidy) określono różnice międzyodmianowe w natężeniu zielonej barwy liści. Wpływ tej cechy odmianowej marchwi na preferencje składania jaj przez golanicy zielonkę określono na podstawie współczynników korelacji liniowej „r”. Dla zbadania zależności między cechami morfologicznymi marchwi a stopniem akceptacji roślin przy składaniu jaj i żerowaniu larw *Trioza* zostały wykonane pomiary zagęszczenia włosków na liściach; mierzono także długość i grubość włosków. W badaniach wykazano, że marchew odmiany Berlikumer 2 (o liściach gładkich bez włosków) stwarzała najbardziej korzystne warunki do składania jaj (przez samice) i do żerowania larw *T. apicalis*. Jako ważne czynniki niepreferencji marchwi przez *Trioza* zostały wykazane (obecne na liściach) włoski najdłuższe i najgrubsze oraz największe ich zagęszczenie na powierzchni 1 mm² liści.

Słowa kluczowe: marchew, cechy morfologiczne, barwniki, *Trioza apicalis*

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

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

² Katedra Roślin Warzywnych i Zielarskich

Wstęp / Introduction

Golanica zielonka (*Trioza apicalis* Först.) jest wyspecjalizowanym szkodnikiem marchwi, żeruje także na innych roślinach z rodziny Apiaceae (Burckhardt 1986; Valterová i wsp. 1997). Systemiczny mechanizm żerowania owadów dorosłych (głównie samic po przezimowaniu) oraz larw *Trioza* jest znany i często podkreślany (Láska 1964; Markkula i wsp. 1976; Láska 2011). Efektem jest silne kędzierzawienie liści, zahamowanie wzrostu rośliny i redukcja wielkości korzeni. Dlatego, nawet niska populacja owada jest przyczyną obniżonego plonowania marchwi (Markkula i wsp. 1976; Tiilikka i wsp. 1995; Łuczak i Gaborska 2010). Największe szkody i ekonomiczne straty powoduje w krajach Skandynawii (Rygg 1977; Nehlin i wsp. 1994). Niebezpieczne ataki tego owada są także obserwowane w Europie Centralnej (Láska 1974, 2011). W Polsce *T. apicalis* pojawia się masowo co kilka lub kilkanaście lat i wówczas stanowi duże zagrożenie (Szwejd i Wrzodak 2007). Bardzo liczne występowanie golanicy (100% opanowanych roślin) obserwowano w 2005 roku w rejonie Krakowa (Łuczak 2007).

W celu rozwiązania problemu szkód powodowanych przez golanicę zielonkę podejmowane są (głównie w krajach skandynawskich) liczne badania. Dotyczą one m.in. wpływania na zachowanie się owada w procesie składania jaj i żerowania szkodnika. W kilku pracach (Nehlin i wsp.

1994; Valterová i wsp. 1997; Kainulainen i wsp. 2002) wykazano, że przyczyną preferencyjnego składania jaj (przez samice *Trioza*) na roślinach marchwi jest wysoka zawartość w liściach: α -pinenu, sabinenu i myrcenu oraz niska – limonenu. W powiązaniach między roślinami a fitofagami (przy składaniu jaj i żerowaniu) istotną rolę odgrywają cechy biochemiczne, anatomiczne i morfologiczne roślin (Boczek 1977; Dąbrowski 1988).

Celem badań było ustalenie zależności pomiędzy natężeniem zielonej barwy liści (w odniesieniu do wybranych odmian marchwi) a przywabianiem samic golanicy do składania jaj oraz ustalenie zależności pomiędzy strukturami fizycznymi liści, tj. zagęszczeniem włosków, ich długością i grubością a akceptacją odmian przy składaniu jaj i żerowaniu larw golanicy.

Materiały i metody / Materials and methods

Obserwacje nad składaniem jaj i żerowaniem larw *T. apicalis* prowadzono w latach 2007–2009 na poletkach Stacji Doświadczalnej w Mydlnikach koło Krakowa. W 2007 roku testowano 7 odmian marchwi (tab. 1–4); w 2008 r. włączono do badań odmianę Perfekcja, a w 2009 r. – także 2 inne odmiany: Dolanka i Kamila F₁. Metodyka badań była zróżnicowana i obejmowała 3 rodzaje analiz.

Tabela 1. Wskaźniki charakteryzujące składanie jaj przez *T. apicalis* na wybranych odmianach marchwi w latach 2007–2008 (analizy roślin pod binokulem)

Table 1. Egg-laying indices by *T. apicalis* on selected carrot cultivars in 2007–2008 (plant microscope analyses)

Odmiana Cultivar	Lata Years	Suma jaj Total number of eggs	Liczba jaj na 1 roślinie Number of eggs per 1 plant		% roślin z jajami % of plants with eggs	
			średnia mean	maksymalna maximum	średni mean	maksymalny maximum
1	2	3	4	5	6	7
Berlikumer 2	2007	93 a	2,1 a	8 a	18,8 a	40 bc
	2008	54 ab	1,6 ab	3 b	15,7 ab	40 a
	średnio mean	73,5 a	1,8 a	5,5 a	17,2 a	40 b
Flakkese 2	2007	63 b	2,1 a	8 a	12,5 bc	60 a
	2008	36 bc	1,5 b	3 b	11,4 bc	40 a
	średnio mean	49,5 bc	1,8 a	5,5 a	11,9 b	50 a
Karo F ₁	2007	45 bc	1,4 c	4 b	13,7 b	30 cd
	2008	72 a	1,8 a	7 a	18,5 a	40 a
	średnio mean	58,5 ab	1,6 ab	5,5 a	16,1 a	35 bc
Koral	2007	42 c	1,7 b	4 b	10,0 cd	30 cd
	2008	30 c	1,1 c	2 bc	12,8 bc	30 ab
	średnio mean	36,0 cd	1,4 bc	3,0 b	11,4 b	30 c
Kalina F ₁	2007	18 d	1,2 c	2 b	6,3 e	20 d
	2008	30 c	1,7 ab	3 b	8,6 cd	20 bc
	średnio mean	24,0 de	1,4 bc	2,5 bc	7,4 c	20 d

1	2	3	4	5	6	7
Nantejska	2007	42 c	1,7 b	2 b	10,0 cd	50 ab
	2008	6 d	1,0 c	1 c	2,8 e	10 c
	średnio mean	24,0 de	1,3 cd	1,5 c	6,4 c	30 c
Amsterdamska	2007	21 d	1,2 c	2 b	7,5 de	20 d
	2008	9 d	1,0 c	1 c	4,3 de	10 c
	średnio mean	15,0 e	1,1 d	1,5 c	5,9 c	15 d
NIR (0,05) LSD (0,05)	2007	20,09	0,299	2,101	3,307	11,89
	2008	18,42	0,270	1,604	4,530	10,85
	średnia mean	15,04	0,204	1,482	2,965	9,298

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie według testu t-Studenta ($p = 0,05$)

Means marked by the same letter are not statistically different according to t-Student's test ($p = 0.05$)

Tabela 2. Wskaźniki charakteryzujące żerowanie larw *T. apicalis* na wybranych odmianach marchwi w latach 2007–2008 (analizy roślin pod binokulem)

Table 2. Larvae feeding indices of *T. apicalis* on selected carrot cultivars in 2007–2008 (plant microscope analyses)

Odmiana Cultivar	Lata Years	Suma larw Total number of larvae	Liczba larw na 1 roślinie Number of larvae per 1 plant		% roślin z larwami % of plants with larvae	
			średnia mean	maksymalna maximum	średni mean	maksymalny maximum
Berlikumer 2	2007	267 a	1,9 b	11 a	39,1 a	90 a
	2008	93 a	1,8 bc	3 c	15,4 b	50 b
	średnio mean	180,0 a	1,8 b	7,0 a	27,2 a	70 a
Flakkese 2	2007	204 bc	1,6 bc	6 cd	35,0 ab	70 b
	2008	75 b	1,4 d	3 c	16,4 ab	60 a
	średnio mean	139,5 b	1,5 c	4,5 bc	25,7 ab	65 b
Karo F ₁	2007	219 b	1,6 bc	5 de	37,5 ab	80 ab
	2008	81 ab	2,5 a	12 a	10,0 c	50 b
	średnio mean	150,0 b	2,0 a	8,5 a	23,7 b	65 b
Kalina F ₁	2007	207 b	1,8 b	9 ab	31,7 b	80 ab
	2008	57 c	1,9 b	6 b	9,1 c	30 d
	średnio mean	132,0 b	1,8 b	7,5 a	20,4 c	55 c
Amsterdamska	2007	177 c	1,6 bc	4 de	30,0 bc	70 b
	2008	96 a	1,5 cd	4 bc	19,1 a	40 c
	średnio mean	136,5 b	1,5 c	4,0 bc	24,5 b	55 c
Koral	2007	120 d	1,4 c	8 bc	23,3 c	40 c
	2008	75 b	1,3 d	2 c	17,3 ab	50 b
	średnio mean	97,5 c	1,3 d	5,0 b	20,3 c	45 d
Nantejska	2007	114 d	2,7 a	3 e	11,7 d	50 c
	2008	39 d	1,2 d	3 c	10,0 c	30 d
	średnio mean	76,5 c	1,8 b	3,0 c	10,8 d	40 e
NIR (0,05) LSD (0,05)	2007	27,72	0,337	2,268	7,518	13,95
	2008	15,78	0,357	2,718	3,225	8,92
	średnia mean	26,823	0,196	1,604	2,522	4,523

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie według testu t-Studenta ($p = 0,05$)

Means marked by the same letter are not statistically different according to t-Student's test ($p = 0.05$)

Tabela 3. Zawartość barwników zielonych i żółtopomarańczowych [mg/g świeżej masy] w liściach badanych odmian marchwi i stopień akceptacji roślin przy składaniu jaj przez *T. apicalis* (wartości średnie za lata 2007–2008)Table 3. The content of green and yellow-orange pigments [mg/g fresh weight] in leaves of tested carrot cultivars and the degree of plant acceptance in laying eggs of *T. apicalis* (mean values of years 2007–2008)

Odmiana Cultivar	Chlorofil a Chlorophyll a	Chlorofil b Chlorophyll b	Suma chlorofilu a + b Chlorophyll a + b	Karotenoidy Carotenoids	Karotenoidy: suma chlorofilu a + b Carotenoids: chlorophylls a + b	Stopień akceptacji* Degree of acceptance*
Berlikumer 2	1,420 c	0,480 b	1,900 b	0,372 ab	0,196 a	1,5
Flakkese 2	1,380 d	0,425 d	1,805 d	0,340 d	0,188 c	1,5
Karo F ₁	1,446 b	0,475 b	1,921 b	0,363 bc	0,189 c	2
Koral	1,474 a	0,503 a	1,977 a	0,377 a	0,191 bc	2,5
Kalina F ₁	1,417 cd	0,435 cd	1,852 c	0,356 c	0,192 abc	3
Nantejska	1,492 a	0,428 d	1,920 b	0,372 ab	0,194 ab	3
Amsterdamska	1,396 d	0,446 c	1,842 c	0,313 e	0,170 d	3,5
NIR (0,05)						
LSD (0.05)	0,0227	0,0176	0,0305	0,0131	0,0048	

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie według testu t-Studenta (p = 0,05)

Means marked by the same letter are not statistically different according to t-Student's test (p = 0.05)

*1–1,5 – wysoki – high, 2–2,5 – średni – moderate, 3–3,5 – niski – low

Tabela 4. Zagęszczenie włosków na liściach badanych odmian marchwi oraz wymiary włosków (długość, grubość) i stopień akceptacji roślin przy żerowaniu larw *T. apicalis* (wartości średnie za lata 2007–2008)Table 4. The density of hairs on leaves of tested carrot cultivars and hair measures (length, thickness), and the degree of plant acceptance in feeding larvae of *T. apicalis* (mean values of years 2007–2008)

Odmiana Cultivar	Analizowana powierzchnia liści Analysed of the surface of leaves [mm ²]	Liczba włosków [szt.] Number of the hairs [pcs]		Średnia długość włoska Average length of 1 hair [mm]	Średnia grubość włoska Average thickness of 1 hair [mm]	Stopień akceptacji** Degree of acceptance**
		ogółem total	na powierzchni 1 mm ² per 1 mm ² area			
Berlikumer 2	530	0*	0	0	0	1,5
Karo F ₁	353	108	0,31 c	0,243 d	0,022 c	2
Flakkese 2	412	69	0,17 d	0,364 bc	0,029 bc	2,5
Kalina F ₁	612	276	0,45 b	0,395 ab	0,145 a	2,5
Amsterdamska	506	284	0,56 a	0,287 cd	0,058 b	2,5
Koral	378	155	0,41 bc	0,293 cd	0,133 a	3
Nantejska	496	97	0,20 d	0,458 a	0,036 bc	3,5
NIR (0,05) – LSD (0.05)			0,105	0,0818	0,0313	

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie według testu t-Studenta (p = 0,05)

Means marked by the same letter are not statistically different according to t-Student's test (p = 0.05)

*brak włosków – lack of hairs

**1–1,5 – wysoki – high, 2–2,5 – średni – moderate, 3–3,5 – niski – low

Analizy mikroskopowe roślin

Celem tych analiz było wykazanie różnic międzyodmianowych w akceptacji roślin jako miejsca do składania jaj przez samice i – jako miejsca do żerowania larw golanicy. Rośliny do analiz były pobierane z poletek odmianowych od początku czerwca do połowy września, średnio co 10 dni. Każdorazowo z pojedynczego poletka (o powierzchni 17,5 m²) pobierano po 10 roślin (x3 powtórzenia). Próby roślin analizowano w laboratorium pod mikroskopem stereoskopowym; notowano obecne na roślinach jaja i larwy golanicy. Stopień akceptacji danej odmiany marchwi przy składaniu jaj (tab. 3) lub żerowaniu larw golanicy (tab. 4), określano na podstawie kilku obliczonych wskaźników i istotności różnic, uzyskanych

w latach licznego występowania szkodnika (tj. w 2007 i 2008 r.) dla 7 odmian marchwi (tab. 1, 2).

Analizy biochemiczne roślin – oznaczanie zawartości barwników w liściach

Celem tych analiz było wykazanie różnic międzyodmianowych w natężeniu zielonej barwy liści i określenie ewentualnego wpływu tej cechy odmianowej marchwi na przyciąganie samic *Trioza* do składania jaj. Natężenie zielonej barwy liści zależy od zawartości zielonych chlorofilu (a, b) i żółtopomarańczowych karotenoidów oraz ich wzajemnego stosunku (Leszczyński i wsp. 1985). Oznaczenia zawartości barwników w świeżych liściach marchwi zostały wykonane w miesiącu lipcu (2007 i 2008 r.), według procedury podanej przez Lichtenthalera

Tabela 5. Zależności istotne pomiędzy badanymi cechami odmianowymi marchwi a parametrami składania jaj i żerowania larw *T. apicalis* (wartości średnie dla 7 odmian i 2 lat)Table 5. The significant relationships between the studied features of carrot cultivars and the parameters of egg-laying and the larvae feeding of *T. apicalis* (mean values for 7 cultivars and 2 years)

Analizowana cecha marchwi – badane parametry składania jaj i żerowania larw golanicy Analysed of carrot features – studied parameters of laying eggs and the feeding of <i>Trioza</i> larvae	Współczynnik korelacji $r_{obl.}$ Correlation coefficient $r_{exp.}$
Zawartość chlorofilu b w liściach [mg/g świeżej masy] – łączna liczebność golanicy (jaja + larwy) The content of chlorophyll b [mg/g of fresh weight] – total numbers of <i>Trioza</i> (eggs + larvae)	0,679**
Liczba włosków na powierzchni 1 mm ² – suma jaj golanicy The number of hairs per 1 mm ² area – total number of <i>Trioza</i> eggs	-0,609*
Liczba włosków na powierzchni 1 mm ² – rośliny obłożone jajami golanicy, średni % The number of hairs per 1 mm ² area – plants with eggs of <i>Trioza</i> , mean %	-0,576*
Średnia długość włoska [mm] – suma jaj golanicy Average length of 1 hair [mm] – total number of <i>Trioza</i> eggs	-0,609*
Średnia długość włoska [mm] – rośliny obłożone jajami golanicy, średni % Average length of 1 hair [mm] – plants with eggs of <i>Trioza</i> , mean %	-0,672**

 $r_{tab.} (p = 0,05) - r_{theor.} (p = 0,05) - 0,532$ $r_{tab.} (p = 0,01) - r_{theor.} (p = 0,01) - 0,661$ *korelacja statystycznie istotna przy $p = 0,05$ – correlation statistically significant at $p = 0,05$ **korelacja statystycznie istotna przy $p = 0,01$ – correlation statistically significant at $p = 0,01$

i Wellburna (1983). Zależności między parametrami składania jaj przez *T. apicalis* a zawartością barwników liściowych obliczono przy użyciu współczynników korelacji prostej „r” Pearsona.

Analizy cech morfologicznych roślin – pomiary zagęszczenia włosków na liściach oraz pomiary długości i grubości włosków

Pomiary zostały wykonane na przełomie lipca i sierpnia w latach 2007–2008. Wyrównane fragmenty liści, złożone z 3 odgałęzień x 5 powtórzeń (dla danej odmiany marchwi) zostały poddane analizie mikroskopowej. Na każdym odgałęzieniu liczono włoski oraz mierzono długość i grubość każdego pojedynczego włoska. Określono powierzchnię (w mm²) analizowanych fragmentów liści, a średnie zagęszczenie włosków przeliczano na 1 mm² powierzchni. Wpływ różnego zagęszczenia włosków (szt./mm²) oraz wpływ długości i grubości włosków na preferencję składania jaj i/lub żerowania larw określano na podstawie współczynników korelacji „r” i istotności różnic.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W 2007 r. na polu doświadczalnym w Mydlnikach stwierdzono liczne, a w 2008 r. – dość liczne występowanie golanicy zielonki. Populacja szkodnika była jednak zdecydowanie mniejsza, aniżeli wykazana przez Łuczak (2007) w latach 2005–2006. W 2009 r. jaja bądź larwy golanicy notowano tylko sporadycznie. Obserwowany spadek liczebności golanicy potwierdza opinie innych autorów, że w Polsce *T. apicalis* zasiedla plantacje marchwi masowo co kilka lub kilkanaście lat (Szwejdą i Wrzodak 2007).

Wskaźniki charakteryzujące składanie jaj i żerowanie larw *Trioza* były (w latach 2007–2008) istotnie zróżnicowane między badanymi odmianami marchwi (tab. 1, 2).

Z porównania danych zamieszczonych w tabelach 1., 2. i 4. wynika, że marchew Berlikumer 2 (o liściach gładkich, bez włosków) stwarzała najbardziej korzystne warunki do składania jaj (przez samice) i do żerowania larw golanicy. Tutaj, w 2007 r. jaja golanicy notowano najczęściej (w 7 terminach), a łączna ich liczba (wynosząca 93 sztuki) przekraczała 4- lub 5-krotnie liczebności jaj złożonych na innych odmianach. Na marchwi Amsterdamska (o bardzo gęstym pokryciu liści włoskami) było 21 jaj, a na odmianie Kalina F₁ (o włoskach najgrubszych i gęsto rozmieszczonych) – 18 jaj (tab. 1, 4).

W 2008 r. najwięcej jaj ogółem (72 sztuki) i największe ich zagęszczenia na 1 roślinie (średnie – 1,8 sztuk, maksymalne – 7 sztuk) stwierdzono na odmianie Karo F₁ – o włoskach najkrótszych oraz najcieńszych i umiarkowanym ich zagęszczeniu na liściach. Składaniu jaj i żerowaniu larw golanicy nie sprzyjały także (obecne na liściach) włoski najdłuższe, np. na marchwi Nantejska. W 2008 r. na roślinach tej odmiany notowano tylko pojedyncze jaja, a łączna ich liczba wynosiła – 6 sztuk (tab. 1). Najmniej korzystne warunki do żerowania larw golanicy stwarzały 2 odmiany marchwi (Nantejska i Korral). Tutaj, w obydwu latach badań wszystkie analizowane wskaźniki posiadały wartości najniższe (tab. 2).

Końcowa klasyfikacja odmian uwzględniająca stopień akceptacji roślin przy składaniu jaj i żerowaniu larw *Trioza* została przedstawiona w tabelach 3. i 4. Na uwagę zasługują 2 odmiany: Nantejska i Berlikumer 2. Wykazują one podobny stopień akceptacji (odpowiednio – niski i wysoki) względem golanicy – przy składaniu jaj i żerowaniu larw. Wykorzystanie odmian o wysokiej atrakcyjności (jako roślin pułapkowych) oraz odmian odpornych (nieakceptowanych przez golanice) w programach integrowanej ochrony marchwi omawiają Foster i Harris (1997).

W badaniach wykazano, że ważnym czynnikiem braku preferencji (w odniesieniu do niektórych odmian marchwi) przy składaniu jaj i żerowaniu larw golanicy zielonki jest

obecność na liściach włosków o znacznej długości i grubości oraz gęste ich rozmieszczenie. Tę tezę potwierdziły ujemne korelacje („r”) obliczone dla zależności między parametrami składania jaj i żerowania larw a zagęszczeniem włosków na liściach i ich wymiarami. Wartości „r” były wyższe dla zależności składania jaj (aniżeli żerowania larw) od wymienionych wyżej fizycznych struktur liści (włosków). Najwyższe wartości „r” i statystycznie istotne korelacje uzyskano między wskaźnikami składania jaj a długością włosków i ich zagęszczeniem (tab. 5). W literaturze znane są liczne przykłady świadczące o tym, że pokrycie liści lub innych organów włoskami, a także wymiary włosków (długość, grubość) wpływają na akceptację lub unikanie roślin przez owady i odgrywają rolę w odporności (Boczek 1977; Dąbrowski 1988). Autorzy podają, że np. gęste pokrycie liści pszenicy włoskami stymuluje składanie jaj przez przyszczarka heskiego (*Mayetiola destructor* Say.), ale wpływa niekorzystnie na obłożenie roślin jajami i żerowanie młodych larw skrzyptonki zbożowej (*Oulema melanopa* L.). Obecnie ta cecha jest wykorzystywana w hodowli odmian zbóż odpornych na *Oulema* spp. Gęste pokrycie liści włoskami jest także czynnikiem odporności soi na miniarki (Agromyzidae) oraz roślin krzyżowych na pchełki (*Phyllotreta* spp.). Otrzymane wyniki pozwalają wnioskować, że dwie cechy odmianowe marchwi: (1) obecność na liściach włosków długich oraz (2) gęste pokrycie liści włoskami – należałoby wykorzystać w hodowli odpornościowej marchwi na golaniec zielonkę.

W badaniach wykazano, że testowane odmiany marchwi różniły się zawartością w liściach barwników asymilacyjnych (chlorofil a, b, karotenoidy) oraz wartością wzajemnego stosunku: karotenoidy – suma chlorofili

(tab. 3). Stwierdzono wysokie i dodatnie choć statystycznie nieistotne korelacje pomiędzy wskaźnikami obłożenia roślin jajami *Trioza* a zawartością w liściach analizowanych barwników. Wysoką dodatnią i statystycznie istotną korelację stwierdzono jedynie dla zależności łącznej liczebności golanicy (jaja + larwy) od zawartości w liściach chlorofilu b (tab. 5). Wysoki poziom tego barwnika (0,480 mg/g) oraz żółtopomarańczowych karotenoidów (0,372 mg/g) zawierały świeże liście marchwi odmiany Berlikumer 2 (tab. 3). Należy wnioskować, że głównymi biochemicznymi czynnikami wpływającymi na przyciąganie samic golanicy zielonki do roślin marchwi są wysokie stężenia w liściach niektórych mono- i seskwiterpenów (Valterova i wsp. 1997; Kainulainen i wsp. 2002).

Wnioski / Conclusions

1. Odmiany marchwi wykazują różny stopień akceptacji wobec *T. apicalis* – przy składaniu jaj i żerowaniu larw. Zarówno samice, jak i larwy golanicy preferują marchew o liściach gładkich, bez włosków (np. odmiana Berlikumer 2).
2. Odmiany marchwi posiadające włoski najdłuższe i najgrubsze oraz wysokie ich zagęszczenie na jednostce powierzchni liści nie sprzyjają składaniu jaj i żerowaniu golanicy (wysokie i ujemne wartości „r”).
3. W hodowli odpornościowej marchwi wobec *T. apicalis* należałoby wykorzystać niektóre cechy morfologiczne związane z ulistnieniem roślin, m.in. gęste pokrycie liści włoskami oraz obecność długich włosków (wysokie ujemne i statystycznie istotne korelacje).

Literatura / References

- Boczek J. 1977. Wpływ roślin na owady. Post. Nauk Roln. 5 (165): 7–84.
- Burckhardt D. 1986. Taxonomy and host plant relationships of the *Trioza apicalis* Förster complex (Hemiptera, Homoptera: Triozidae). Entomol. Scand. 16 (4): 415–432.
- Dąbrowski Z.T. 1988. Podstawy Odporności Roślin na Szkodniki. PWRiL, Warszawa, 280 ss.
- Foster S.P., Harris M.O. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest-management. Ann. Rev. Entomol. 42: 123–146.
- Kainulainen P., Nissinen A., Piirainen A., Tiilikkala K., Holopainen J.K. 2002. Essential oil composition in leaves of carrot varieties and preference of specialist and generalist sucking insect herbivores. Agric. Forest Entomol. 4: 211–216.
- Láska P. 1964. Beitrag zu Bionomie und Bekämpfung der *Trioza apicalis* Först. (Triozidae, Homoptera). Folia Zool. 13 (4): 327–332.
- Láska P. 1974. Studie über den Möhrenblattfloh (*Trioza apicalis* Först.) (Triozidae, Homoptera). Acta Sci. Nat. Brno 8 (1): 1–44.
- Láska P. 2011. Biology of *Trioza apicalis* – a review. Plant Prot. Sci. 47 (2): 68–77.
- Leszczyński B., Warchoń J., Niraz S. 1985. Poziom barwników roślinnych jako wskaźnik odporności pszenicy ozimej na mszyce zbożowe. Ochrona Roślin 5: 5–6.
- Lichtenthaler K.N., Wellburn R.A. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extract in different solvents. Bioch. Soc. Trans. 603: 591–592.
- Łuczak I. 2007. Występowanie golanicy zielonki (*Trioza viridula* Zett.) na różnych odmianach marchwi i pietruszki. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (1): 310–313.
- Łuczak I., Gaborska M. 2010. Szkodliwość golanicy zielonki (*Trioza apicalis* Först.) w uprawie marchwi. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (1): 144–148.
- Markkula M., Laurema S., Tiittanen K. 1976. Systemic damage caused by *Trioza apicalis* on carrot. Symp. Biol. Hung. 16: 153–155.
- Nehlin G., Valterová I., Borg-Karlson A.-K. 1994. Use of conifer volatiles to reduce injury caused by carrot psyllid, *Trioza apicalis*, Förster (Homoptera, Psylloidea). J. Chem. Ecol. 20 (3): 771–783.
- Rygg T. 1977. Biological investigations on the carrot psyllid *Trioza apicalis* Förster. Meld. Nor. Landbrukshogsk. 56 (3): 1–20.
- Szwejdka J., Wrzodak R. 2007. Phytophagous entomofauna occurring on carrot and plant protection methods. Veg. Crops Res. Bull. 76: 95–102.
- Tiilikkala K., Ketola J., Taivalmaa S.-L. 1995. Monitoring and threshold values for control of the carrot psyllid. IOBC/WPRS Bull. 19: 18–24.
- Valterová I., Nehlin G., Borg-Karlson A.-K. 1997. Host plant chemistry and preferences in egg-laying *Trioza apicalis* (Homoptera, Psylloidea). Bioch. System. Ecol. 25 (6): 477–491.