

WPŁYW ZRÓŻNICOWANEJ GĘSTOŚCI SIEWU NASION LNU OLEISTEGO (*LINUM USITATISSIMUM* L.) NA WCIORNASTKI (THYSANOPTERA)*

MICHAŁ HUREJ¹, HALINA KUCHARCZYK², JACEK P. TWARDOWSKI¹, IWONA GRUSS¹

¹*Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Plac Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław*

²*Zakład Zoologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Akademicka 19, 20-033 Lublin*

Synopsis. Celem badań była ocena wpływu trzech norm wysiewu lnu oleistego na skład gatunkowy, liczebność oraz dynamikę występowania wciornastków. Badania prowadzono w latach 2011–2013, w południowo-zachodniej Polsce, we Wrocławiu-Pawłowicach. W doświadczeniu wykorzystano genetycznie modyfikowany typ lnu oleistego, odmiany Linola, nadprodukujący flawonoidy. Zastosowano trzy gęstości wysiewu: 400, 600 oraz 800 nasion·m⁻². Łącznie na lnie oleistym oznaczono 27 gatunków z rzędu Thysanoptera. Zdecydowanie najliczniejszym był *Thrips angusticeps*, niezależnie od zastosowanej gęstości wysiewu nasion. Licznie występowały również: *T. tabaci* oraz *Aeolothrips intermedius*. Wciornastki występujące na lnie, niezależnie od normy wysiewu, występowały liczniej w dwóch okresach wegetacji, tj. w fazie kwitnienia oraz na roślinach dojrzewających. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu gęstości siewu nasion lnu na liczebność i skład gatunkowy Thysanoptera.

Słowa kluczowe: gęstość siewu, len oleisty, wciornastki, Thysanoptera

WSTĘP

Len zwyczajny (*Linum usitatissimum* L.) uprawiany jest w zależności od warunków klimatycznych w dwóch formach użytkowych: oleistej oraz włóknistej [Popis i in. 2015, Zając i in. 2010]. Len oleisty najlepiej plonuje w krajach klimatu suchego i ciepłego lub umiarkowanego. Uprawiany jest przede wszystkim dla nasion. W 2013 roku, światowa produkcja siemienia lnianego wynosiła 2,3 mln ton i stanowiła zaledwie 1,1% całej światowej produkcji nasion oleistych [Popis i in. 2015]. W produkcji siemienia lnianego największy udział ma Kanada (30,9%). Kolejne miejsca zajmują Chiny (17,3%), Federacja Rosyjska (14,1%), Kazachstan (12,8%) oraz Indie (6,4%). W 2013 roku, w Unii Europejskiej uzyskano 5,5% światowej produkcji nasion lnu. W Polsce, w latach osiemdziesiątych oraz dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, nastąpiło załamanie branży lniarskiej. Dopiero po akcesji Polski do Unii Europejskiej areal uprawy i produkcja lnu zaczęły powoli wzrastać. W 2013 roku, uprawiano jedynie około 1400 ha tej rośliny. Olej lniany ma szerokie zastosowanie w produkcji farb, lakierów i tuszy drukarskich. Z uwagi na dużą zawartość, stabilnego kwasu α -linolenowego ma również prozdrowotny wpływ na organizm człowieka. Redukuje stężenie triacylogliceroli w osoczu krwi, normalizuje ciśnienie krwi, ma działanie przeciwzakrzepowe, ponadto hamuje rozwój choroby niedokrwiennej serca, działa przeciwnowotworowo oraz poprawia stan skóry [Achremowicz i Szary-Sworst 2005, Cichosz

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: jacek.twardowski@up.wroc.pl

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 2017110/2011 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

i Czeczot 2011, Marciniak-Lukasiak 2011]. Nasiona lnu są szczególnie przydatne w leczeniu chorób przewodu pokarmowego ze względu na działanie dietetyczne, przeczyszczające i osłaniające [Rumińska 1990]. Włókno tej rośliny wykorzystywane jest też do produkcji wysokiej jakości papieru, a także podobnie jak włókno lnu włóknistego, w nietekstylnym przetwarzaniu włókien, do produkcji wykładzin w budownictwie i przemyśle samochodowym.

W Polsce do najważniejszych, typowych szkodników lnu zalicza się następujące gatunki: pchełkę lnową (*Aphthona euphorbiae* Schrank), długostopkę lnową (*Longitarsus parvulus* Paykull), wciornastka lnowca (*Thrips lini* Uzel), wciornastka kalarepowca (*Thrips angusticeps* Uzel) oraz zwójkę lniankoweczkę (*Phalonia epilana* Zeller) [Heller i in. 2006, Heller 2012, Kamieński 1962, Mrówczyński i in. 2006]. Spośród przedstawicieli rzędu Thysanoptera szkodnikami lnu w Europie są: *Thrips linarius* Uzel i *T. angusticeps* Uzel [Bonnemaison i Bournier 1964, Fransen i Mantel 1960, Heller i in. 2006, Heller 2013, Zawirska 1960, 1963]. Oprócz wymienionych gatunków, na lnie mogą też rozmnażać się *T. tabaci* Lindeman oraz drapieżny *Aeolothrips intermedius* Bagnall [Zawirska 1960, 1978]. Na omawianej roślinie stwierdzono również kilka innych, fitofagicznych gatunków wciornastków [Ferguson i in. 1997, Fransen i Mantel 1960, Zawirska 1960]. Większość z nich była nieliczna i nie powodowała widocznych uszkodzeń roślin. *T. linarius* jest monofagiem na lnie [Fransen i Mantel 1960, Zawirska 1960]. W środkowej Europie gatunek ten rozwija jedno pokolenie w roku [Bonnemaison i Bournier 1964, Fransen i Mantel 1960]. Według Zawirskiej [1963], w Polsce *T. linarius* jest w stanie rozwinąć dwa pokolenia w ciągu roku. W przeciwieństwie do *T. linarius*, gatunek *T. angusticeps* jest organizmem polifagicznym, szeroko rozprzestrzenionym w Europie. Osobniki tego gatunku preferują len, ale mogą też żerować na innych roślinach, takich jak: burak cukrowy, cebula, groch, łubin wąskolistny, pszenica ozima i żyto ozime [Draycott 2006, Hurej i in. 2014, Pobożniak 2011, Šmatas 2009, Šmatas i in. 2013, Wise i Soroka 2003]. *T. angusticeps* rozwija dwa pokolenia w ciągu roku [Zawirska 1960]. *T. tabaci*, trzeci z fitofagicznych gatunków rozmnażających się na lnie, jest szkodnikiem wielu roślin rolniczych i ogrodniczych. Może on powodować uszkodzenia ogórka [Pourian i in. 2009], cebuli [Nawrocka 2003], pora [Legutowska i Theunissen 2003], grochu [Pobożniak 2011], pomidora i ziemniaka [Gill i in. 2015] oraz tytoniu [Zawirska 1978]. Liczba pokoleń *T. tabaci* rozwijanych w ciągu roku zależy od warunków klimatycznych. W regionach o chłodniejszym klimacie występują 2–3 pokolenia, natomiast w klimacie gorącym nawet 6–8 generacji [Gill i in. 2015].

Celem badań była ocena wpływu trzech norm wysiewu lnu oleistego na skład gatunkowy, liczebność oraz dynamikę występowania wciornastków.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2011–2013, na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Pawłowicach, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (51°17' N, 17°11' E). Prowadzono je w ramach większego doświadczenia uprawowego założonego w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach. Rośliny uprawiano na poletkach o powierzchni 15 m² każde (10 m x 1,5 m; długość x szerokość). Odstępy między poletkami wynosiły 0,3 metra i były mechanicznie utrzymywane w ugorze. W doświadczeniu wykorzystano genetycznie modyfikowany typ lnu oleistego, odmiany Linola, nadprodukujący flawonoidy [Zuk i in. 2011]. Zastosowano trzy gęstości wysiewu: A – niską (400 nasion na 1 m²), B – średnią (600 nasion na 1 m²) oraz C – wysoką (800 nasion na 1 m²).

W celu określenia składu gatunkowego wciornastków oraz dynamiki ich występowania na roślinach lnu, dwa razy w miesiącu wciornastki odławiano przy pomocy czerpaka entomolo-

gicznego o średnicy 38 cm. Każda próba składała się z 10 zagarnięć czerpakiem wykonanych w środkowej części każdego poletka. Zebrany materiał biologiczny przewożono do laboratorium, konserwowano w 75% alkoholu etylowym, a następnie segregowano, liczone i oznaczano do gatunku, korzystając z kluczy: zur Strassena [2003] – imago i Vierbergena i in. [2010] – larwy. W celu określenia składu gatunkowego Thysanoptera, raz w sezonie, pobierano również po 10 roślin rosnących w środkowej części każdego poletka (40 roślin na kombinację), w fazie pełni kwitnienia lnu – BBCH 65 [Smith i Froment 1998]. W laboratorium owady dorosłe i larwy wytrząsano z roślin nad kartką białego papieru. Następnie konserwowano je w 75% alkoholu etylowym i oznaczano do gatunku.

Liczebność wciornastków odnotowanych w poszczególnych kombinacjach doświadczenia porównywano statystycznie, korzystając z analizy wariancji (ANOVA, $p \leq 0,05$) oraz testu parametrycznego Tukeya (RIR). Obliczeń dokonano wykorzystując program Statistica 12.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

W 2011 roku, wykonano 6 odłowów przy użyciu czerpaka entomologicznego. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie odłowionych owadów w zależności od zastosowanej gęstości wysiewu lnu ($F=0,541$, $df=2$, $P=0,639$). Łącznie, w trzech kombinacjach, odnotowano 684 wciornastki, które zostały oznaczone do 16 gatunków (tab. 1). W omawianym roku, we wszyst-

Tabela 1. Skład gatunkowy i liczebność Thysanoptera odłowionych do czerpaka entomologicznego w 2011 roku

Table 1. Species composition and abundance of Thysanoptera collected by sweep net in 2011

Gatunek – Species	A*		B		C		Suma Total	%
	Suma Total	%	Suma Total	%	Suma Total	%		
<i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall, 1934	149(16)**	53,6	84(6)	40,6	86(7)	43,2	319	49,2
<i>Thrips angusticeps</i> Uzel, 1895	40	14,4	55	26,6	32(1)	16,1	127	19,6
<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	31	11,2	30	14,5	42(1)	21,1	103	15,9
<i>Frankliniella tenuicornis</i> Uzel, 1895	13	4,7	12	5,8	11	5,5	36	5,6
<i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom, 1895)	16	5,8	9	4,3	9	4,5	34	5,2
<i>Limothrips denticornis</i> Haliday, 1836	5	1,8	6	2,9	7	3,5	18	2,8
<i>Chirothrips manicatus</i> Haliday, 1836	10	3,6	3	1,4	3	1,5	16	2,5
<i>Thrips atratus</i> Haliday, 1836	5	1,8	2	1,0	1	0,5	8	1,2
<i>Anaphothrips obscurus</i> (Muller, 1776)			2	1,0	4	2,0	6	0,9
<i>Haplothrips aculeatus</i> Fabricius, 1803	3	1,1	2	1,0	1	0,5	6	0,9
<i>Thrips physapus</i> Linnaeus 1758	1	0,4			2	1,0	3	0,5
<i>Limothrips cerealium</i> Haliday, 1836	1	0,4	1	0,5			2	0,3
<i>Odonthrips loti</i> (Haliday, 1852)	2	0,7					2	0,3
<i>Thrips major</i> Uzel, 1895	1	0,4			1	0,5	2	0,3
<i>Haplothrips setiger</i> Priesner 1921			1	0,5			1	0,2
<i>Thrips trehernei</i> Priesner, 1927	1	0,4					1	0,2
Suma – Total	278	100	207	100	199	100	684	100
Liczba gatunków – No. of species	14		12		12		16	

*gęstość siewu nasion – density of sown seeds

**liczba larw najliczniejszych gatunków – number of larvae of the most numerous species

kich kombinacjach, najliczniejszym gatunkiem był *A. intermedius*, który stanowił od 40,6% (siew B) do 53,6% (siew A) wszystkich oznaczonych Thysanoptera. W odłowionym materiale dominowały osobniki dorosłe. Do gatunków licznie występujących należy też zaliczyć: *T. angusticeps* i *T. tabaci*. Pierwszy z wymienionych stanowił od 14,4% (siew A) do 26,6% (siew B), natomiast drugi od 11,2% (siew A) do 21,1% (siew C) wszystkich odłowionych wciornastków. Również w przypadku tych gatunków odławiano głównie osobniki dorosłe.

W 2012 roku, przy użyciu czerpaka entomologicznego odłowiono łącznie 7097 wciornastków, oznaczonych do 21 gatunków (tab. 2). Była to największa liczba gatunków odnotowana w ciągu trzech lat badań. Podobnie jak w poprzednim roku, również i w tym nie stwierdzono różnic w liczebności wciornastków pomiędzy poszczególnymi kombinacjami doświadczenia ($F=0,08$, $df=2$, $P=0,992$). Niezależnie od gęstości wysiewu nasion zdecydowanym dominantem okazał się *T. angusticeps*. W poszczególnych kombinacjach gatunek ten stanowił ponad 70% wszystkich oznaczonych owadów. Odławiano głównie osobniki dorosłe *T. angusticeps*. Dwa inne gatunki były liczne w odłowionym materiale, tj. *T. tabaci* i *A. intermedius*. Udział pierwszego z nich w łącznej liczbie wciornastków odnotowanych w każdej kombinacji był zbliżony i wahał się od 13,3 do 16,5%. Podobnie, *A. intermedius*, który stanowił od 10,2 do 13,9% wszystkich oznaczonych Thysanoptera. Przedstawiciele pozostałych wykazanych gatunków występowały nielicznie i nie we wszystkich kombinacjach.

W 2013 roku, podobnie jak w latach poprzednich, w okresie rozwoju lnu wykonano 6 odłowów przy użyciu czerpaka entomologicznego. W odłowionym materiale entomologicznym stwierdzono łącznie 4125 wciornastków, oznaczonych do 18 gatunków (tab. 3). Nie wykazano istotnych różnic w liczbie odłowionych owadów, w zależności od zastosowanej gęstości wysiewu ($F=0,533$, $df=2$, $P=0,589$). Liczba oznaczonych gatunków wahała się od 13 (siew C) do 16 (siew B). *T. angusticeps*, podobnie jak w poprzednim roku był zdecydowanie najliczniejszym gatunkiem, stanowiąc od 53,1% (siew A) do 62,5% (siew C), wszystkich odłowionych przedstawicieli Thysanoptera. Do gatunków licznie występujących na lnie w omawianym roku zaliczono również *T. tabaci* i *A. intermedius*. Pierwszy z wymienionych gatunków stanowił około 20%, natomiast drugi około 15% wszystkich Thysanoptera oznaczonych w doświadczeniu. W przypadku trzech głównych gatunków wciornastków występujących na lnie, w odłowionym materiale występowały przede wszystkim osobniki dorosłe.

Wytrąsając owady z roślin będących w stadium pełni kwitnienia, zebrano znacznie mniej osobników oraz gatunków niż przy użyciu czerpaka entomologicznego. W ciągu trzech lat badań nie stwierdzono różnic w liczbie owadów zasiedlających rośliny lnu, niezależnie od gęstości wysianych nasion (2011 – $F=0,770$, $df=2$, $P=0,491$; 2012 – $F=1,196$, $df=2$, $P=0,346$; 2013 – $F=0,170$, $df=2$, $P=0,846$). W 2011 roku, stosując omawianą metodę oceny występowania, zebrano jedynie 40 wciornastków, w tym 13 larw (tab. 4). Najwięcej, tj. 5 gatunków oznaczono na roślinach pochodzących z poletek, na których wysiano najwięcej nasion (siew C), najmniej, tj. 3 gatunki z poletek o średniej normie wysiewu (siew B). Najliczniejsze w każdej kombinacji były trzy gatunki: *T. angusticeps*, *T. tabaci* i *A. intermedius*. Stanowiły one odpowiednio: 35; 35 i 22,5% wszystkich Thysanoptera odłowionych omawianą metodą.

W 2012 roku, w zebranych materiale stwierdzono 122 osobniki, w większości larwy (tab. 4). Podobnie jak w poprzednim roku, oznaczono 5 gatunków, po trzy gatunki dla średniej i wysokiej (B i C) gęstości siewu lnu oraz pięć gatunków przy niskiej gęstości siewu (A). W tym roku, zdecydowanym dominantem okazał się *T. angusticeps* stanowiąc od 76% (siew C) do 83,8% (siew A) wszystkich oznaczonych owadów. Znacznie mniej liczny był *T. tabaci*. Udział procentowy osobników tego gatunku w łącznej liczbie wciornastków odnotowanych w poszczególnych kombinacjach wynosił odpowiednio: 10,9 (siew A), 17,4 (2) i 20,0 (siew C).

Tabela 2. Skład gatunkowy i liczebność Thysanoptera odłowionych do czerpaka entomologicznego w 2012 roku
Table 2. Species composition and abundance of Thysanoptera collected by sweep net in 2012

Gatunek Species	A*		B		C		Suma Total	%
	Suma Total	%	Suma Total	%	Suma Total	%		
<i>Thrips angusticeps</i> Uzel, 1895	1654(3)**	71,6	1653(8)	70,6	1751(18)	71,6	5058	71,3
<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	311(78)	13,5	312(70)	13,3	404(92)	16,5	1027	14,5
<i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall, 1934	304(98)	13,2	326(178)	13,9	249(87)	10,2	879	12,4
<i>Frankliniella tenuicornis</i> Uzel, 1895	13	0,6	14	0,6	8	0,3	35	0,5
<i>Anaphothrips obscurus</i> (Muller, 1776)	5	0,2	7	0,3	9	0,4	21	0,3
<i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom, 1895)	7	0,3	8	0,3	6	0,2	21	0,3
<i>Limothrips denticornis</i> Haliday, 1836	3	0,1	3	0,1	5	0,2	11	0,15
<i>Stenothrips graminum</i> Uzel, 1895	4	0,2	2	0,1	5	0,2	11	0,15
<i>Thrips atratus</i> Haliday, 1836	1	0,1	6	0,3	3	0,1	10	0,14
<i>Haplothrips aculeatus</i> Fabricius, 1803			4	0,2	1	0,1	5	0,07
<i>Thrips major</i> Uzel, 1895	1	0,1	2	0,1	2	0,1	5	0,07
<i>Chirothrips manicatus</i> Haliday, 1836	1	0,1	2	0,1			3	0,04
<i>Aeolothrips fasciatus</i> (Linnaeus 1758)	2	0,1					2	0,03
<i>Neohydatothrips gracilicornis</i> (Williams, 1916)			2	0,1			2	0,03
<i>Chirothrips hamatus</i> Trybom 1895	1	0,1					1	0,01
<i>Haplothrips angusticornis</i> Priesner 1921			1	0,1			1	0,01
<i>Haplothrips leucanthemi</i> (Schrank, 1781)					1	0,1	1	0,01
<i>Haplothrips setigeriformis</i> Fabian, 1938					1	0,1	1	0,01
<i>Odontothrips loti</i> (Haliday, 1852)	1	0,1					1	0,01
<i>Oxythrips ajugae</i> Uzel, 1895			1	0,1			1	0,01
<i>Thrips physapus</i> Linnaeus 1758	1	0,1					1	0,01
Suma – Total	2309	100	2343	100	2445	100	7097	100
Liczba gatunków – No. of species	15		15		13		21	

*gęstość siewu nasion – density of sown seeds

**liczba larw najliczniejszych gatunków – number of larvae of the most numerous species

Tabela 3. Skład gatunkowy i liczebność Thysanoptera odłowionych do czerpaka entomologicznego w 2013 roku
 Table 3. Species composition and abundance of Thysanoptera collected by sweep net in 2013

Gatunek Species	A*		B		C		Suma Total	%
	Suma Total	%	Suma Total	%	Suma Total	%		
<i>Thrips angusticeps</i> Uzel, 1895	654(31)**	53,1	668(7)	56,0	1063(8)	62,5	2385	57,82
<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	265(5)	21,5	226(1)	19,0	304(2)	17,9	795	19,27
<i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall, 1934	214(16)	17,4	197(14)	16,5	223(21)	13,1	634	15,37
<i>Limothrips denticornis</i> Haliday, 1836	49	4,0	37	3,1	48	2,8	134	3,25
<i>Chirothrips manicatus</i> Haliday, 1836	12	1,0	19	1,6	18	1,1	49	1,19
<i>Haplothrips aculeatus</i> Fabricius, 1803	7	0,6	12	1,0	12	0,7	31	0,75
<i>Limothrips cerealium</i> Haliday, 1836	3	0,2	3	0,3	17	1,0	23	0,56
<i>Frankliniella tenuicornis</i> Uzel, 1895	7	0,6	9	0,8	5	0,3	21	0,51
<i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom, 1895)	7	0,6	5	0,4	5	0,3	17	0,41
<i>Stenothrips graminum</i> Uzel, 1895	2	0,2	6	0,5	4	0,2	12	0,29
<i>Chirothrips ambulans</i> Bagnall, 1932	7	0,6					7	0,17
<i>Thrips atratus</i> Haliday, 1836	1	0,1	4	0,3	1	0,1	6	0,15
<i>Anaphothrips obscurus</i> (Muller, 1776)	1	0,1	1	0,1	1	0,1	3	0,07
<i>Thrips major</i> Uzel, 1895			2	0,2	1	0,1	3	0,07
<i>Chirothrips hamatus</i> Trybom 1895	1	0,1	1	0,1			2	0,05
<i>Haplothrips alpester</i> Priesner 1914			1	0,1			1	0,02
<i>Haplothrips setiger</i> Priesner 1921	1	0,1					1	0,02
<i>Thrips fuscipennis</i> Haliday, 1836			1	0,1			1	0,02
Suma – Total	1231	100	1192	100	1702	100	4125	100
Liczba gatunków – No. of species	15		16		13		18	

*Gęstość siewu nasion – density of sown seeds

**Liczba larw najliczniejszych gatunków – number of larvae of the most numerous species

W 2013 roku, wykorzystując metodę wytrząsania owadów z roślin, zebrano łącznie 100 osobników (tab. 4). W odłowionym materiale, w podobnych proporcjach występowały owady dorosłe oraz larwy. W każdej z trzech badanych kombinacji siewu oznaczono po 3 gatunki. Podobnie jak w ubiegłym roku, zdecydowanie najliczniejszym gatunkiem był *T. angusticeps*. Udział procentowy osobników tego gatunku w łącznej liczbie Thysanoptera wahał się w poszczególnych kombinacjach od 72,2 (siew A) do 93,2 (siew B). W zebranych próbach, mniej licznie oznaczano *T. tabaci*. Przedstawiciele tego gatunku stanowiły łącznie 15% wszystkich żerujących na roślinach wciornastków.

Tabela 4. Skład gatunkowy wciornastków zebranych metodą wytrząsania z roślin (2011–2013)
Table 4. Species composition of thrips collected by shaking plants in 2011–2013

Gatunek Species	A*		B		C		Suma Total	%
	N**	%	N	%	N	%		
2011								
<i>Thrips tabaci</i>	5(1)***	33,3	5	41,7	4(2)	30,8	14(3)	35,0
<i>Thrips angusticeps</i>	6(4)	40,0	3(1)	25,0	5(1)	38,5	14(6)	35,0
<i>Aeolothrips intermedius</i>	3(1)	20,0	4(2)	33,3	2(1)	15,3	9(4)	22,5
<i>Thrips fuscipennis</i>	1	6,7			1	7,7	2	5,0
<i>Thrips flavus</i>					1	7,7	1	2,5
Suma – Total	15(6)	100	12(3)	100	13(4)	100	40(13)	100
Liczba gatunków – No. of species	4		3		5		5	
2012								
<i>Thrips angusticeps</i>	62(53)	83,8	18(5)	78,3	19(11)	76,0	99(69)	81,2
<i>Thrips tabaci</i>	8(6)	10,9	4(3)	17,4	5(2)	20,0	17(11)	13,9
<i>Frankliniella intonsa</i>	2	2,7	1	4,3			3	2,5
<i>Aeolothrips intermedius</i>	1(1)	1,3			1(1)	4,0	2(2)	1,6
<i>Thrips brevicornis</i>	1(1)	1,3					1(1)	0,8
Suma – Total	74(61)	100	23(8)	100	25(14)	100	122(83)	100
Liczba gatunków – No. of species	5		3		3		5	
2013								
<i>Thrips angusticeps</i>	26(14)	72,2	27(14)	93,2	26(10)	74,3	79(38)	79,0
<i>Thrips tabaci</i>	8(6)	22,2	1	3,4	6(6)	17,1	15(12)	15,0
<i>Aeolothrips intermedius</i>	2(3)	5,6			3(3)	8,6	5(5)	5,0
<i>Anaphothrips obscurus</i>			1	3,4			1	1,0
Suma – Total	36(23)	100	29(14)	100	35(19)	100	100(55)	100
Liczba gatunków – No. of species	3		3		3		4	

*gęstość siewu nasion – density of sown seeds; **liczebność wciornastków – number of thrips;

***liczba larw najliczniejszych gatunków – number of larvae of the most numerous species

W ciągu trzech lat badań, wykorzystując dwie metody badawcze, oznaczono łącznie 27 gatunków Thysanoptera, występujące na lnie oleistym nadprodukującym flawonoidy. Najliczniejsze były trzy gatunki, tj. *T. angusticeps*, *T. tabaci* i *A. intermedius*. Dwa pierwsze z nich zaliczane są do fitofagów, natomiast *A. intermedius* jest gatunkiem drapieżnym. *T. angusticeps*, niezależnie od gęstości wysiewu nasion był zdecydowanym dominantem. Gatunek ten jako roślinę żywicielską preferuje len, ale może żerować też na wielu innych roślinach [Draycott 2006, Hurej i in. 2014, Pobożniak 2011, Razi i in. 2013, Šmatas 2009, Šmatas i in. 2013, Wise i Soroka 2003]. *T. tabaci* (drugi pod względem liczebności gatunek fitofagiczny w naszych badaniach) jest typowym polifagiem, szkodnikiem o znaczeniu gospodarczym wielu roślin uprawnych na całym świecie [Gill i in. 2015, Kahrer 1992, Legutowska i Theunissen 2003, Nawrocka 2003, Pobożniak 2011, Pourian i in. 2009]. *T. linarius* wymieniany w piśmiennictwie jako główny szkodnik lnu w Europie [Bonnemaison i Bournier 1964, Heller i in. 2006, Heller 2013, Zawirska 1960, 1963] nie był stwierdzany w zebranych materiale entomologicznym. Jak już wcześniej wspomniano jest to gatunek monofagiczny żerujący głównie na lnie. Roślina ta przez wiele lat nie była uprawiana w rejonie prowadzenia badań. Można zatem przypuszczać, że wieloletni brak rośliny żywicielskiej był główną przyczyną braku omawianego gatunku wśród fitofagów lnu. *T. linarius* jest gatunkiem ciepłolubnym, w ostatnich latach zbierany był na plantacjach lnu na Wyżynie Lubelskiej i Roztoczu [Kucharczyk 2010].

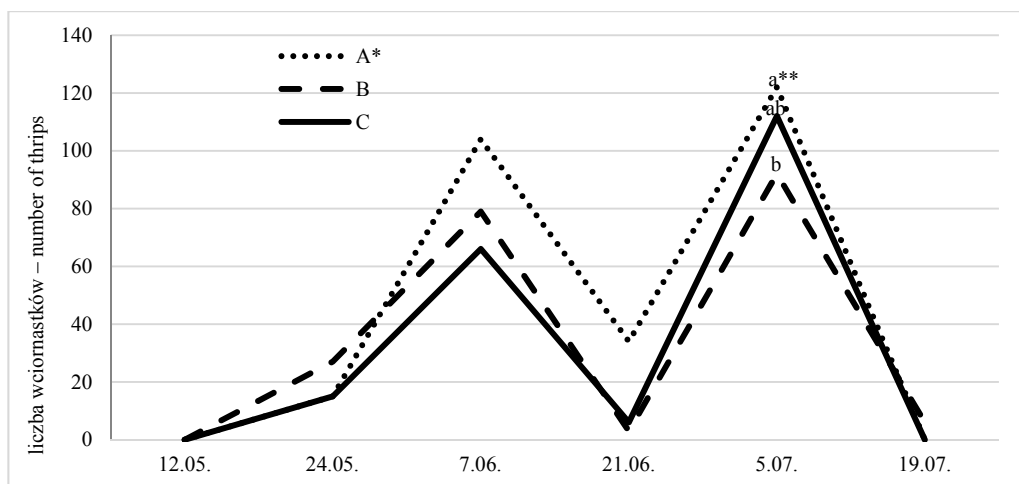
Zoofagiczny *A. intermedius* był licznie stwierdzany w naszych badaniach. Gatunek ten znany jest jako drapieżca licznych innych wciornastków, mszyc oraz larw i jaj wielu owadów [Riudavets 1995]. Owady dorosłe *A. intermedius* mogą też odżywiać się pyłkiem, dlatego często odnotowywany jest w kwiatach różnych roślin [Bournier i in. 1978, Kucharczyk i in. 2006]. W tej samej miejscowości, w której prowadzono badania, gatunek ten licznie występował na łubinie wąskolistnym i łubinie andyjskim [Hurej i in. 2014, 2015].

W 2011 roku, pojedyncze osobniki Thysanoptera odłowiono do czerpaka na początku drugiej dekady maja (rys. 1a). Pierwsze maksimum liczebności populacji tych owadów miało miejsce na początku czerwca, kiedy rośliny były w fazie 30–50% otwartych kwiatów (BBCH 63–65). W terminie tym nie odnotowano istotnych różnic w liczebności wciornastków między badanymi gęstościami wysiewu lnu. Po znacznym załamaniu się populacji na początku trzeciej dekady czerwca, w pierwszych dniach lipca miał miejsce kolejny maksymalny pojaw wciornastków, w czasie, gdy rośliny były w fazie początku dojrzewania nasion i dojrzewania wczesnożółtego (BBCH 81–83). W terminie tym istotnie więcej Thysanoptera oznaczono w materiale zebranym z poletek, na których wysiewano najmniej nasion (siew A) w porównaniu do kombinacji ze średnią gęstością wysiewu (siew B). W omawianym roku, nieliczne wciornastki odławiano do końca drugiej dekady lipca, tj. dojrzałości żółtej (BBCH 85).

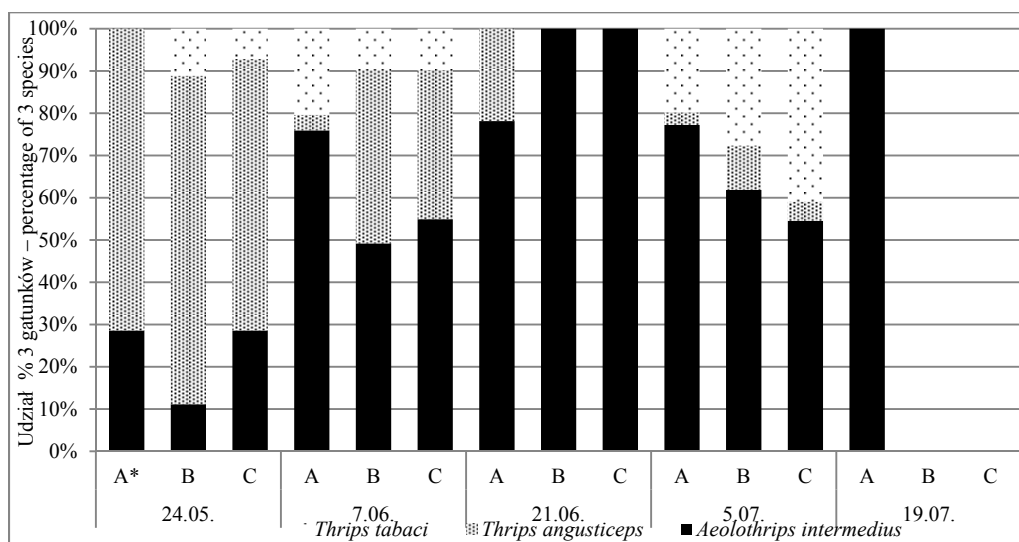
Spośród trzech dominujących gatunków wciornastków oznaczonych w 2011 roku, we wszystkich kombinacjach doświadczenia, zdecydowanie najliczniej występował *Aeolothrips intermedius* (rys. 1b). Największy udział procentowy tego wciornastka w porównaniu do *Thrips angusticeps* i *T. tabaci* stwierdzono 21 czerwca. Na początku okresu wegetacji lnu licznie oznaczonym gatunkiem był *T. angusticeps*.

W 2012 roku, pierwsze osobniki odławiano w połowie maja, zaś maksimum liczebności populacji wciornastków we wszystkich kombinacjach wystąpiło na przełomie maja i czerwca (rys. 2a). Rośliny w tym czasie rozpoczynały kwitnienie (BBCH 60). W okresie maksimum, istotnie więcej Thysanoptera stwierdzono w kombinacji, w której wysiewano najwięcej nasion (siew C). W czerwcu nastąpił wyraźny spadek liczebności omawianej grupy owadów. Kolejny niewielki wzrost ich liczebności obserwowano w końcu czerwca, kiedy prawie wszystkie torebki nasienne uzyskiwały ostateczną wielkość (BBCH 79). Ostatnie pojedyncze wciornastki zbierano w połowie trzeciej dekady lipca, tj. dojrzałości żółtej (BBCH 85).

a) wciornastki łącznie – all the thrips



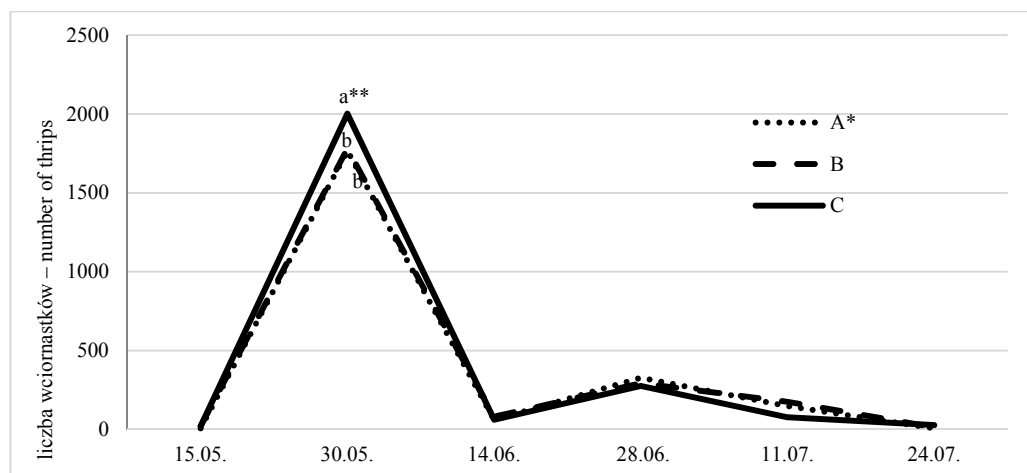
b) udział procentowy 3 najliczniejszych gatunków – percentage of 3 most abundant species



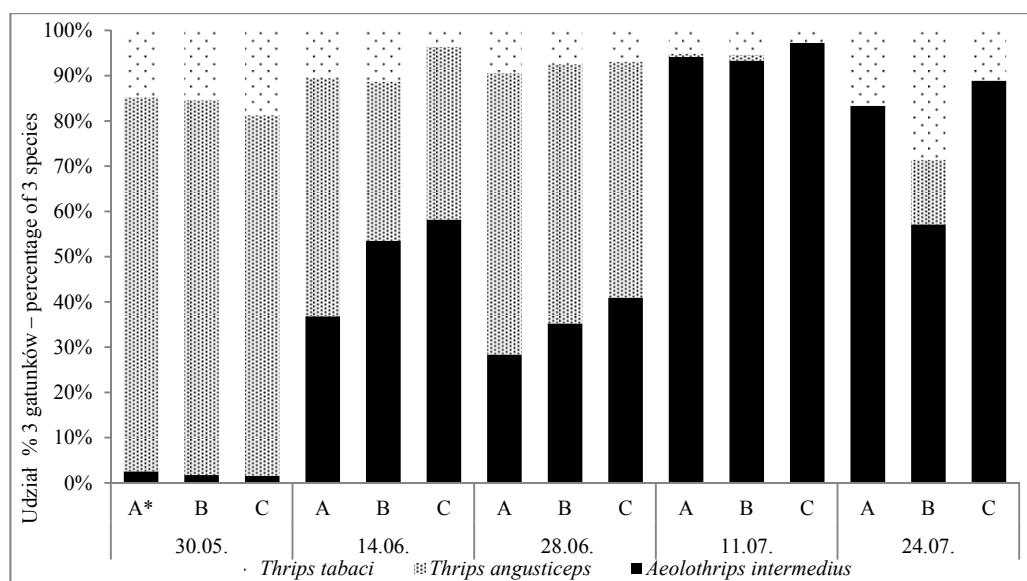
*gęstość siewu nasion – density of sown seeds; **różnice istotne – significant differences

Rys. 1. Dynamika występowania wciornastków na lnie oleistym w 2011 roku
 Fig. 1. Seasonal dynamics of thrips on linseed in 2011

a) wciornastki łącznie – all the thrips



b) udział procentowy 3 najliczniejszych gatunków – percentage of 3 most abundant species



*gęstość siewu nasion – density of sown seeds; **różnice istotne – significant differences

Rys. 2. Dynamika występowania wciornastków na lnieniu oleistym w 2012 roku
Fig. 2. Seasonal dynamics of thrips on linseed in 2012

W 2012 roku, najliczniej oznaczonym gatunkiem Thysanoptera, we wszystkich kombinacjach doświadczenia, był *T. angusticeps* (rys. 2b). Gatunek ten, podobnie jak w poprzednim roku badań częściej występował na początku wegetacji lnu, tj. od 30 maja do 28 czerwca. W późniejszych terminach odłowów, liczniejszym gatunkiem był drapieżny *A. intermedius*.

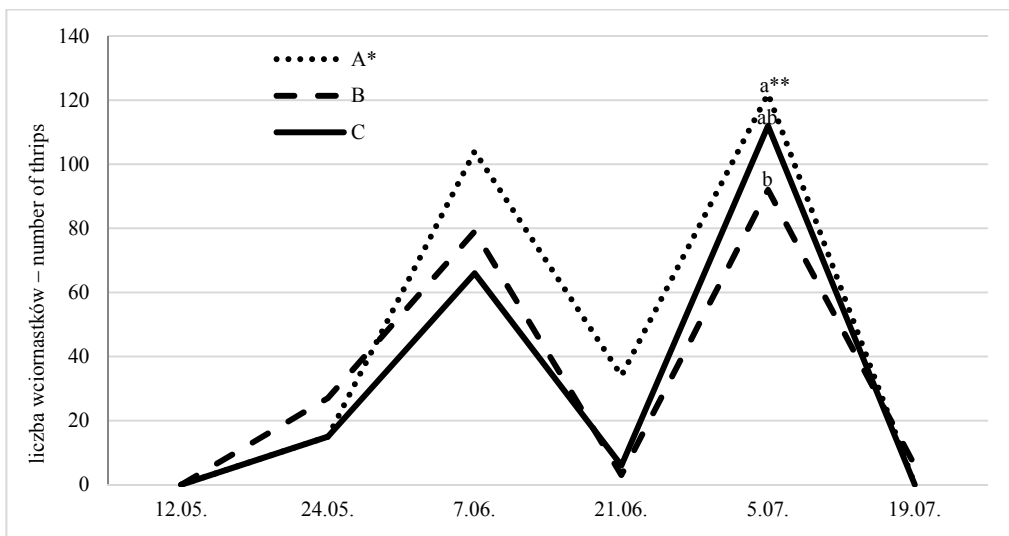
W 2013 roku, odłowy przy użyciu czerpaka entomologicznego rozpoczęto na początku czerwca, kiedy len był w fazie początku wzrostu pędu (BBCH 30–32) (rys. 3a). Maksimum liczebności wciornastków odnotowano w połowie drugiej dekady czerwca. Len w tym czasie był w fazie 20–50% otwartych kwiatów (BBCH 62–65). W okresie najliczniejszego występowania, podobnie jak w poprzednim roku, istotnie więcej Thysanoptera odłowiono w kombinacji, w której wysiewano najwięcej nasion (siew C). Drugi, znacznie mniejszy wzrost liczebności populacji miał miejsce w połowie lipca. W omawianym sezonie wegetacyjnym ostatnie wciornastki odławiano na początku sierpnia, kiedy rośliny osiągnęły dojrzałość pełną (BBCH 89).

W 2013 roku badań najliczniej oznaczonym gatunkiem wciornastków był *T. angusticeps* (rys. 3b). Podobnie jak w poprzednich latach badań, we wszystkich kombinacjach doświadczenia, gatunek ten liczniej występował na początku wegetacji lnu (zwłaszcza 6 i 18 czerwca). W odłowach do czerpaka prowadzonych w lipcu i na początku sierpnia, liczniej oznaczonym gatunkiem był zoofagiczny *A. intermedius*.

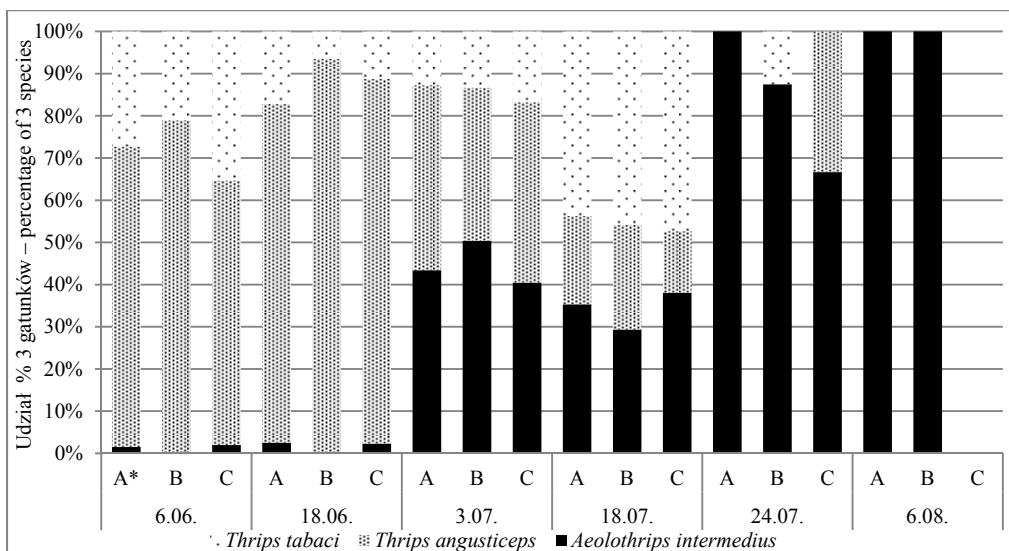
Sezonowa dynamika populacji wielu polifagicznych gatunków wciornastków charakteryzuje się występowaniem dwóch szczytów liczebności [Bereś i in. 2013, Hurej i Twardowski 2004, Kucharczyk i in. 2011, Lewis 1973]. Pierwszy, mniej liczny, występuje na wiosnę, tworzą go głównie zimujące osobniki, które zasiedlają i intensywnie żerują na nowych uprawach. Drugi, liczniejszy, notuje się w lipcu i składa się z larw oraz osobników dorosłych nowego pokolenia. Nasze badania wykazały, że w dynamice populacji wciornastków na lnie oleistym odmiany *Linola* nadprodukuje flawonoidy, niezależnie od gęstości wysiewu nasion, można wyróżnić dwa maksima liczebności. Pierwsze, liczniejsze (2012, 2013) występowało w pierwszej lub drugiej dekadzie czerwca, kiedy rośliny znajdowały się w fazie kwitnienia. Drugie, mniej liczne (2012, 2013), lub liczniejsze od pierwszego (2011), miało miejsce w końcu czerwca lub w pierwszej i drugiej dekadzie lipca na roślinach dojrzewających. Fransen i Huisman [1958] na plantacjach lnu w Holandii również obserwowali występowanie dwóch maksimów liczebności wciornastków, w pierwszym dominujące były formy krótkoskrzydłe *T. angusticeps* opuszczające zimowiska i żerujące na szczytowych częściach młodych roślin. Drugie maksimum liczebności tworzone było przez osobniki długoskrzydłe nowego pokolenia żerujące w kwiatach i na owocach lnu. Podczas prowadzonych przez nas badań nie obserwowano krótkoskrzydłych form wciornastków.

Gęstość siewu w różny sposób wpływa na liczebność szkodników. W uprawie rzepaku ozimego wysiewanego w mniejszym zagęszczeniu stwierdzono większą liczebność słodyszka rzepakowego, larw chowacza czterożębnego oraz larw pryszczarka kapustnika [Hurej i Twardowski 2007, Neumann i Ulber 2005, Nuss 2004]. Hurej i Twardowski [2010] wykazali tendencję do liczniejszego występowania Thysanoptera w kłosach pszenicy twardej przy mniejszej gęstości siewu, tj. 4 mln ziaren na ha w porównaniu do 7 mln ziaren na ha. Badania wykonane na lnie nie potwierdzają tej tendencji. Odwrotnie, w 2012 i 2013 roku, w okresie pierwszego maksimum liczebności wciornastków więcej tych owadów zasiedlało rośliny lnu na poletkach, na których wysiano najwięcej nasion. Nie zanotowano natomiast wpływu gęstości siewu na liczbę stwierdzonych gatunków i była ona zbliżona w zastosowanych kombinacjach.

a) wciornastki łącznie – all the thrips



b) udział procentowy 3 najliczniejszych gatunków – percentage of 3 most abundant species



*gęstość siewu nasion – density of sown seeds; **różnice istotne – significant differences

Rys. 3. Dynamika występowania wciornastków na lnieniu oleistym w 2013 roku
Fig. 3. Seasonal dynamics of thrips on lineseed in 2013

WNIOSKI

1. Na lnie oleistym odmiany Linola nadprodukującym flawonoidy oznaczono łącznie 27 gatunków Thysanoptera. Najliczniejszym gatunkiem był *Thrips angusticeps*, niezależnie od zastosowanej gęstości wysiewu nasion. Spośród gatunków fitofagicznych, licznie występował również *T. tabaci*, natomiast *T. linarius*, który w piśmiennictwie podawany jest jako główny szkodnik lnu, nie został stwierdzony. Gatunek drapieżny, *Aeolothrips intermedius*, również licznie występował na lnie, a jego liczebność była podobna we wszystkich kombinacjach.
2. Wciornastki obserwowane na lnie, niezależnie od normy wysiewu występowały licznie w dwóch okresach wegetacji: w pierwszej lub drugiej dekadzie czerwca, w fazie kwitnienia oraz w końcu czerwca oraz w pierwszej i drugiej dekadzie lipca na roślinach dojrzewających. Na początku wegetacji lnu najliczniejszym gatunkiem był fitofagiczny *Thrips angusticeps*, natomiast w pod koniec rozwoju roślin częściej notowano drapieżnego *Aeolothrips intermedius*.
3. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu gęstości siewu nasion lnu na liczebność i skład gatunkowy Thysanoptera. Jedynie w dwóch terminach pobierania prób, istotnie więcej tych owadów zasiedlało len na poletkach, na których wysiano najwięcej nasion.

PODZIĘKOWANIA

Składamy podziękowania mgr Joannie Magierze-Dulewicz za pomoc przy zestawianiu wyników badań.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz K., Szary-Sworst K. 2005. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żyw. Nauka Technol. Jakość* 3(44): 23–35.
- Bereš P.K., Kucharczyk H., Kucharczyk M. 2013. Thrips abundance on sweet corn in southeastern Poland and the impact of weather conditions on their populations dynamics. *Bull. Insect.* 66(1): 143–152.
- Bonnemaison L., Bournier A. 1964. Les thrips du lin *Thrips angusticeps* Uzel et *Thrips linarius* Uzel (Thysanoptères). *Ann. Epiphyt.* 15(2): 97–169.
- Bournier A., Lacasa A., Pivot Y. 1978. Règime alimentaire d'un thrips prédateur (*Aeolothrips intermedius* Bag.). *Entomophaga* 23: 403–410.
- Cichosz G., Czczot H. 2011. Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1: 50–60.
- Draycott A.P. (red.). 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd., pp. 465.
- Ferguson A.W., Bruce D.L., Williams I.H. 1997. Insect injury to linseed in south-east England. *Crop Prot.* 16: 643–652.
- Franssen C.J.H., Huisman P. 1958. The biology and control of *Thrips angusticeps* Uzel. *Verslagen Van Landbouwkundige Onderzoekingen* 64(10): 103.
- Franssen C.J.H., Mantel W.P. 1960. The flax thrips: *Thrips lini* Lad. or *Thrips linarius* Uzel? *Entomolog. Ber.* 20: 30–33.
- Gill H.K., Garg H., Gill A.K., Gillett-Kaufman J.L., Nault B.A. 2015. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. *J. Integr. Pest Manag.* 6(1): 1–9.
- Heller K. 2012. *Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego*. Wyd. IWNiRZ Poznań, ss. 87.
- Heller K. 2013. Crop management of fibre flax in Europe. FIBRA Summer School, 21–27 July 2013, Catania–Italy, pp. 96.

- Heller K., Andruszewska A., Grabowska L., Wielgusz K. 2006. Ochrona lnu i konopi w Polsce i na świecie. *Prog. Plant Prot.* 46: 88–98.
- Hurej M., Kucharczyk H., Twardowski J., Kotecki A. 2015. Thrips (Thysanoptera) associated with two morphological forms of Andean lupin (*Lupinus mutabilis*). *Biologia* 70: 935–942.
- Hurej M., Kucharczyk H., Twardowski J., Kozak M. 2014. Thrips (Thysanoptera) associated with narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L., 1753) intercropped with spring triticale (*X Triticosecale* Wittm. ex A. Camus, 1927). *Rom. Agric. Res.* 31: 337–345.
- Hurej M., Twardowski J. 2004. Przylżeńce (Thysanoptera) występujące na pszenżycie jarym uprawianym współrzędnie z lubinem żółtym. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 263–270.
- Hurej M., Twardowski J. 2007. Wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na występowanie ważniejszych fitofagów rzepaku ozimego. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 553, Ser. Rol. 90: 67–73.
- Hurej M., Twardowski J. 2010. Wpływ gęstości siewu pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) na występowanie przylżeńców. *Prog. Plant Prot.* 50(1): 424–428.
- Kahrer A. 1992. Monitoring the timing of peak flight activity of *Thrips tabaci* in cabbage fields. *IOBC/WPRS Bulletin* 17: 12–16.
- Kamiński E. 1962. Ochrona roślin oleistych i włóknistych, PWRiL Warszawa, ss. 152.
- Kucharczyk H. 2010. Comparative morphology of the second larval instar of the *Thrips* Genus Species (Thysanoptera: Thripidae) occurring in Poland. Olsztyn, Poland: Mantis, pp. 152.
- Kucharczyk H., Beres P.K., Dąbrowski Z.T. 2011. The species composition and seasonal dynamics of thrips (Thysanoptera) populations on maize (*Zea mays* L.) in southeastern Poland. *J. Plant Prot. Res.* 51(3): 210–216.
- Kucharczyk H., Setniewska M., Legutowska A. 2006. Zróżnicowanie fauny wciornastków (Thysanoptera) na roślinach zielarskich w rejonie warszawskim. *Prog. Plant Prot.* 46(2): 429–432.
- Legutowska H., Theunissen J. 2003. Thrips species in leeks and their undersown intercrops. *IOBC/WPRS Bulletin* 26(3): 177–182.
- Lewis T. 1973. Thrips. Their biology, ecology and economic importance. Academic Press London and New York, pp. 349.
- Marciniak-Lukasiak K. 2011. Rola i znaczenie kwasów omega-3. *Żyw. Nauka Technol. Jakość* 6(79): 24–35.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2006. Zagrożenie upraw małoobszarowych przez szkodniki i metody ochrony. *Prog. Plant Prot.* 46(1): 99–107.
- Nawrocka B. 2003. Economic importance and the control method of *Thrips tabaci* Lind. on onion. *IOBC/WPRS Bulletin* 26: 321–324.
- Neumann N., Ulber B. 2005. Adult activity and larval abundance of stem weevils and their parasitoids at different crop densities of oilseed rape “Integrated Control in Oilseed Crops, International Workshop”. Poznań, Poland, 11–12 October, 2005, 87 pp.
- Nuss H. 2004. Effect of plant density and plant architecture on the abundance and within-plant distribution of stem borers in winter oilseed rape. PhD Thesis, University of Göttingen.
- Pobożniak M. 2011. The occurrence of thrips (Thysanoptera) on food legumes (Fabaceae). *J. Plant Dis. Prot.* 118(5): 185–193.
- Popis E., Ratusz K., Przybysz M., Krygier K., Sakowska A., Konarska M. 2015. Światowa oraz polska produkcja lnu oleistego i oleju lnianego. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Problemy Rolnictwa Światowego* 15(2): 106–116.
- Pourian H-R., Mirab-balou M., Alizadeh M., Orosz S. 2009. Study on biology of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber (var. Sultan) in laboratory conditions. *J. Plant Prot. Res.* 49(4): 390–394.
- Razi S., Laamari M., Ouamen S., Bernard E.C. 2013. Thysanoptera survey on *Vicia faba* (broad bean) in the arid Biskra region of Algeria. *Agric. Biol. J. North Am.* 4(3): 268–274.
- Riudavets J. 1995. Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* Lind. In: Loomans A.J.M. et al., (eds), Biological control of thrips pests. Wageningen Agric. Univ. Papers 95(1): 43–87.
- Rumińska A. 1990. Len zwyczajny. Leksykon roślin leczniczych. PWRiL Warszawa, 263–279.
- Šmatas R. 2009. Species structure and sex ratio of thrips (Thysanoptera) on winter rye (*Secale cereale*). *Zemdirbyste-Agriculture* 96(4): 260–267.

- Šmatas R., Tamosiunas K., Danyte V. 2013. Diversity and sex ratio of thrips (*Thysanoptera*) species in winter wheat in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture* 100(3): 289–292.
- Smith J.M., Froment M.A. 1998. A growth stage key for winter linseed (*Linum usitatissimum*). *Ann. Appl. Biol.* 133: 297–306.
- Strassen zur R. 2003. Die Terebranten Thysanopteren Europas. In: “Die Tierwelt Deutschlands”, 74 Teils-Goecke and Evers, Keltern, Germany, pp. 277.
- Vierbergen G., Kucharczyk H., Kirk W.D.J. 2010. A key to the second instar larvae of the Thripidae of the Western Palaearctic region (Thysanoptera). *Tijd. Entomol.* 153: 99–153.
- Wise I.L., Soroka J.J. 2003. Principal insect pests of flax. In: “Flax the genus *Linum*” (A.D. Muir, N.D. Westcott, eds.). Routledge Taylor and Francis Ltd, London and New York, pp. 142–145.
- Zajac T., Oleksy A., Kulig B., Klimek A. 2010. Uwarunkowania plonowania formy oleistej lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.) oraz jej znaczenie żywieniowe i lecznicze. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 9(2): 47–63.
- Zawirska I. 1960. Fauna Thysanoptera na lnie. *Biul. Inst. Ochr. Roślin* 10: 69–75.
- Zawirska I. 1963. Contribution on the biology of *Thrips linarius* Uzel. *Biul. Inst. Ochr. Roślin* 1: 1–10.
- Zawirska I. 1978. Studia nad *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera, Thripidae). *Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin* 20(1): 15–138.
- Zuk M., Kulma A., Dyminska L., Szoltysek K., Prescha A., Hanuza J., Szopa J. 2011. Flavonoid engineering of flax potentiate its biotechnological application. *BMC Biotechnol.* 11: 10.

M. HUREJ, H. KUCHARCZYK, J.P. TWARDOWSKI, I. GRUSS

EFFECT OF DIFFERENT SOWING SEEDS DENSITY OF LINESEED (*LINUM USITATISSIMUM* L.) ON THRIPS (THYSANOPTERA)

Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of three densities of sowing linseed on the species composition, abundance and dynamics of the thrips. The study was carried out in 2011–2013, in Wrocław-Pawłowice (south-western Poland). In this experiment, the genetically modified type of linseed, variety Linola, i.e. overproducing flavonoids was used. There were three seed densities, i.e.: 400, 600 and 800 seeds·m⁻². In total, on linseed plants, 27 species of Thysanoptera were identified. The most numerous was *Thrips angusticeps*, regardless of the density of sowing seeds. Numerous were also: *T. tabaci* and *Aeolothrips intermedius*. Thrips recorded on flax plants, regardless of the seeds' sowing density, occurred numerously in two growing seasons, i.e. in the flowering and maturing plants. There was no apparent effect of sowing seeds of flax on the abundance and species composition of Thysanoptera.

Key words: sowing density, linseed, oil flax, thrips, Thysanoptera

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 15.09.2016

Do cytowania – *For citation*

Hurej M., Kucharczyk H., Twardowski J.P., Gruss I. 2016. Wpływ zróżnicowanej gęstości siewu nasion lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.) na wciornastki (Thysanoptera). *Fragm. Agron.* 33(4): 29–43.