

The efficiency of light trapping and pheromone traps for monitoring cutworms (Noctuidae) infesting in the cultivation of carrots and the importance of correctly forecasting

Efektywność odłowu na światło i pułapki feromonowe w monitoringu rolnic (Noctuidae) zasiedlających uprawy marchwi i jego znaczenie w poprawnym prognozowaniu

Andrzej Lewandowski, Maria Zjawieńska

Summary

Monitoring of cutworm moths flight dynamic by the light trap was conducted in 2010 and 2011. Obtained results permit to estimated practical usage the light trap for monitoring: *Agrotis segetum*, *Xestia c-nigrum*, *A. exclamatoris*, *A. ipsilon* and *Noctua pronuba*. The *A. segetum* population was monitored also by using pheromone traps, that allowed to compare both methods of moths flight monitoring on *A. segetum* example. Simulating of larval development period for each monitoring technique, to determine treatment date, showed higher practical utility of pheromone traps as in compared to light trap monitoring system. For both monitoring methods estimated average *A. segetum* larval period from hatching to reach third stage was 16.7 days (2010) and 22 days (2011). Established treatment period was similar for both monitoring methods in 18.4% for first and 84% for second generation (2011). In 2010 it was unable to established treatment period for both monitoring methods cause very low captures from light trap monitoring.

Key words: turnip moth, pheromone trap, light trap, monitoring

Streszczenie

W latach 2010–2011 przeprowadzono monitorowanie dynamiki populacji osobników dorosłych sówek za pomocą pułapki świetlnej. Dzięki uzyskanym danym, podjęto się oceny zasadności monitoringu za pomocą pułapki świetlnej rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum* Schiff.), rolnicy panewki (*Xestia c-nigrum* L.), rolnicy czopówki (*A. exclamatoris* L.), rolnicy gwoździówki (*A. ipsilon* Hufn.) i rolnicy tasiemki (*Noctua pronuba* L.). Populację motyli rolnicy zbożówki monitorowano także za pomocą pułapek feromonowych, co pozwoliło porównać obie metody monitoringu na przykładzie tego gatunku oraz umożliwiło przeprowadzenie osobno dla każdej z metod odławiania osobników dorosłych symulacji rozwoju gąsienic i wyznaczenia optymalnego terminu przeprowadzenia zabiegu ochrony. W wyniku badań stwierdzono wyższą przydatność dla celów praktycznych pułapek feromonowych w porównaniu do monitorowania populacji za pomocą odławiania na światło. Dla obu metod monitorowania określono średni czas rozwoju gąsienic rolnicy zbożówki od wylęgu do osiągnięcia trzeciego stadium, który wynosił 16,7 dni w roku 2010 i 22 dni w roku 2011. Wyznaczone optymalne terminy zwalczania były zgodne dla obu metod monitorowania w 18,4% dla pierwszego pokolenia i 84% dla drugiego. W roku 2010 nie było możliwe porównanie optymalnych terminów zwalczania z powodu bardzo niskiej liczby odłowionych osobników za pomocą lampy samolownej.

Słowa kluczowe: rolnica zbożówka, pułapka feromonowa, samolówka, monitoring

Institut Ogródnictwa
Pracownia Entomologii Roślin Warzywnych
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
andrzej.lewandowski@inhort.pl

Wstęp / Introduction

Rolnice (Noctuidae) pomimo dość dobrze poznanej biologii (Sherlock 1979), ciągle stanowią wyzwanie dla skutecznego ich zwalczania w uprawach warzyw. Największym problemem, który do tej pory nie został rozwiązany, jest wyznaczenie optymalnego terminu dla przeprowadzenia zabiegu ochrony (Garnis i Dąbrowski 2008; Jakubowska i Ławiński 2011). Związane jest to, przede wszystkim, z behawiorem gąsienic żyjących głównie w wierzchnich warstwach gleby (Esbjerg 2003). W związku z tym jedyną praktyczną metodą szacowania liczebności populacji gąsienic w uprawie jest monitoring lotu motyli. W praktyce stosowane są dwie metody. Odławianie na źródło światła i odławianie na feromon. Stosowanie pierwszej metody sprawia istotne trudności, druga natomiast odławia tylko samce rolnic danego gatunku (Rogowska i Wrzodak 2006). Kluczową informacją dla producentów (która powinna być potwierdzona wieloletnimi obserwacjami) jest skład gatunkowy gąsienic uszkadzających rośliny. Dopiero na jej podstawie można poprawnie interpretować wyniki monitorowania w celu ograniczania szkód spowodowanych przez rolnice.

Celem pracy było określenie i zestawienie ze sobą optymalnych terminów zwalczania rolnicy zbożówki obliczonych na podstawie obu metod monitorowania osobników dorosłych.

Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2010–2011, w miejscowości Żelazna koło Skierniewic (województwo łódzkie), przeprowadzono obserwacje dynamiki populacji rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum* Schiff.), rolnicy panewki (*Xestia c-nigrum* L.), rolnicy czopówki (*A. exclamationis* L.), rolnicy gwoździówki (*A. ipsilon* Hufn.) i rolnicy tasiemki (*Noctua pronuba* L.), w rejonie gdzie od wielu lat prowadzona jest konwencjonalna uprawa marchwi. Dynamikę lotu motyli określono na podstawie osobników odłowionych za pomocą lampy samolownej. Odłow w roku 2010 prowadzono od 11 maja do 30 sierpnia i od 3 maja do 6 października w roku 2011. Motyle z pułapki świetlnej wybierano dwa razy w tygodniu. Przynależność gatunkową osobników potwierdzano analizą budowy aparatów genitalnych na podstawie kluczy do oznaczania owadów polski wydanych przez Polski Związek Entomologiczny. Ponadto, dokonano porównania dynamik lotu samców rolnicy zbożówki za pomocą pułapek feromonowych, rozmieszczonych na terenie uprawy marchwi. Rolnicę zbożówkę, w wyniku wieloletnich badań, zaklasyfikowano jako najgroźniejszy dla upraw marchwi gatunek spośród rolnic, co jest zgodne z podobnymi obserwacjami innych autorów (Zether 1977; Jørgensen 1978). Odłow tego gatunku za pomocą feromonów prowadzono w roku 2010 od 14 maja do 30 sierpnia i od 6 maja do 30 sierpnia w roku 2011. Dwa razy w tygodniu dokonywano odczytu z pułapek feromonowych. Do oceny różnicy w liczbie odłowionych osobników motyli rolnicy zbożówki pomiędzy zastosowanymi technikami odłowu przeprowadzono nieparametryczny test jednoczynnikowy – Krus-

ka-Wallisa. Uzyskane wartości, po analizie ich rozkładu, przekształcono według formuły $\log(x + 1)$.

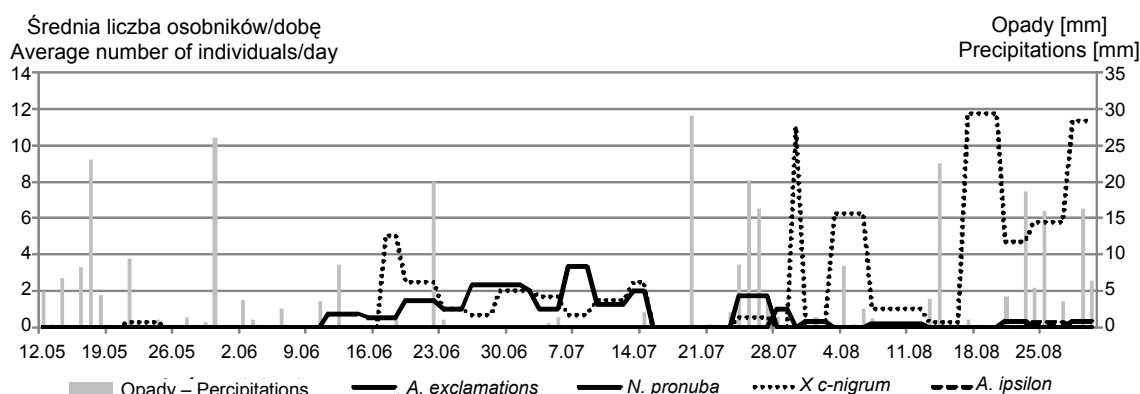
W oparciu o dynamikę lotu motyli rolnicy zbożówki oszacowaną na podstawie odłowów za pomocą samolówki świetlnej, a także na podstawie odłowów z pułapek feromonowych przeprowadzono symulację rozwoju gąsienic według Esbjerga (2003). Założono, że data ustalonego szczytu liczebności, jest jednocześnie datą złożenia jaj. Obliczono na tej podstawie sumy temperatur efektywnych dni rozwoju gąsienic, od wylęgu do uzyskania trzeciego stadium rozwojowego, co jest okresem wysokiej podatności gąsienic na zabieg zwalczania (Jakubowska 2008, 2009; Jakubowska i Walczak 2010), wynikającej przede wszystkim z behawioru tych stadiów (Esbjerg 1988). Na podstawie dynamiki lotu wyznaczono po jednym, najliczniejszym średniodobowym, maksimum liczebności dla każdej z technik monitoringu, dla każdego z obu pokoleń. Dla każdego maksimum lotu obserwowanego oddzielnie dla każdej z badanych technik monitoringu wyznaczono okres optymalnego terminu zabiegu. Następnie, osobno dla każdego pokolenia i dla każdego roku, obliczono % liczby dni wspólnych dla obu wyznaczonych okresów obliczonych na podstawie obu technik odłowu. Uzyskana wartość pokazuje jakie jest prawdopodobieństwo, że wyznaczony termin zabiegu będzie trafny niezależnie od wybranej metody monitoringu.

Bezpośrednio przed zbiorem pobrano po 20 prób korzeni w każdym roku prowadzenia badań. Każda próba pobierana była z powierzchni 1 metra bieżącego redliny w celu określenia stopnia uszkodzenia korzeni spowodowanych przez rolnice. Oceniono wszystkie wykopane korzenie, tj. 913 korzeni w roku 2010 i 586 korzeni w roku 2011.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

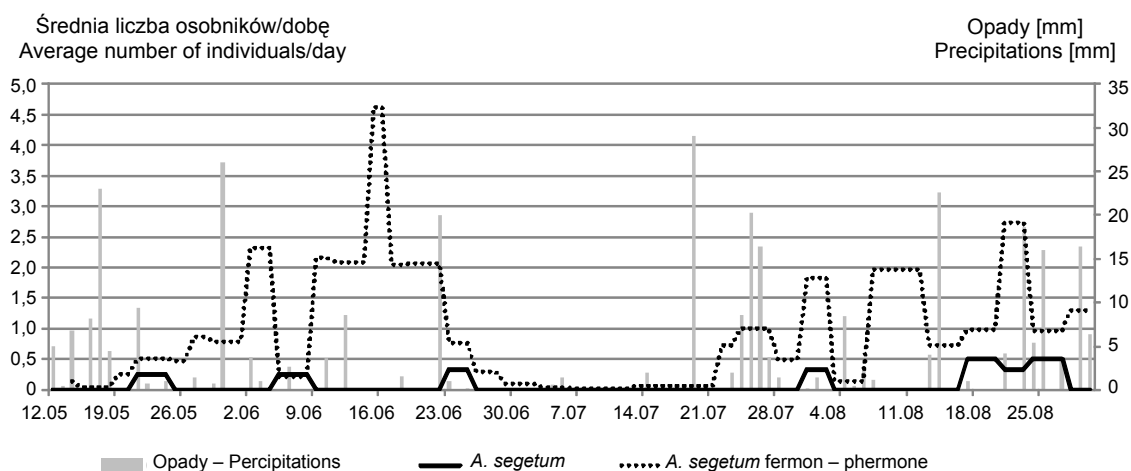
Wszystkie badane gatunki zostały odłowione za pomocą samolówki w obu latach badań (rys. 1, 1a, 2, 2a) na badanym obszarze. Najliczniej odławianym gatunkiem była rolnica panewka, która odłowiona została w liczbie 317 sztuk w roku 2010 i 3481 sztuk w roku 2011. Drugim gatunkiem, pod względem liczebności odłowionych osobników była rolnica czopówka, której odłowiono 55 osobników w roku 2010 i 324 w roku 2011. W roku 2010 odłowiono w sumie 15 osobników rolnicy tasiemki. W roku 2011 odłowiono 155 osobników przez cały sezon. Rolnicę gwoździówkę odłowiono w nieznacznej liczbie pod koniec sierpnia w roku 2010 i w jego połowie w roku 2011. Dynamika lotu motyli rolnic ustalona za pomocą samolówki w zasadniczym stopniu jest zgodna z podobnymi obserwacjami, dotyczącymi łowności sówkowatych, przeprowadzonych przez innych autorów (Nowacki 1988; Buszko i Nowacki 1990; Jakubowska i Walczak 2005).

W roku 2010 (rys. 1a) na lampę samolowną odłowiono zaledwie 7 osobników rolnicy zbożówki przez cały sezon, podczas gdy za pomocą pułapki feromonowej odłowiono przez cały rok średnio 102,3 osobnika/pułapkę. W roku 2011 (rys. 2a) na lampę samolowną odłowiono w sumie 265 osobników rolnicy zbożówki, natomiast średnio



Rys. 1. Aktywność populacji rolnicy oceniona za pomocą samolówki świetlnej w roku 2010

Fig. 1. Activity of the moths population estimated by using light trap in 2010



Rys. 1a. Aktywność populacji rolnicy zbożówki oceniona badanymi metodami w roku 2010

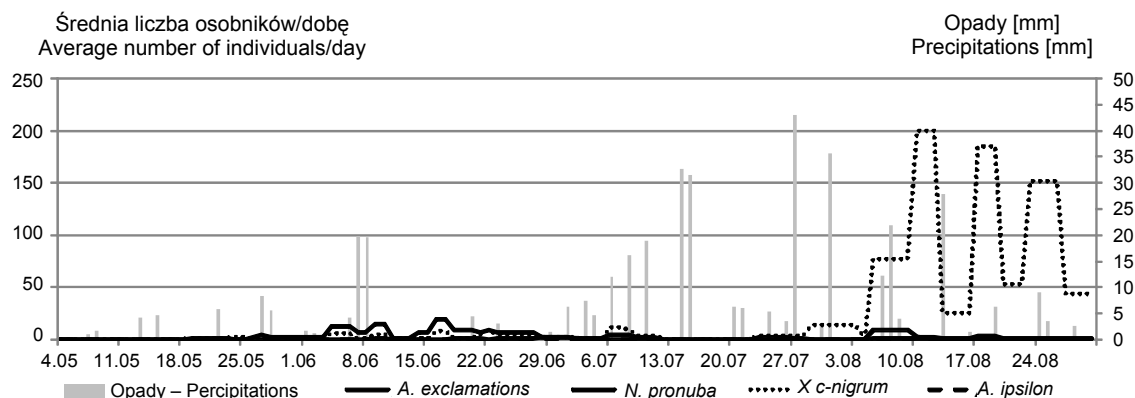
Fig. 1a. Activity of the *A. segetum* population estimated by both used methods in 2010

142,2 osobnika/pułapkę feromonową przez cały sezon. Analiza statystyczna wykazała różnice wysoko istotne w liczebności odłowionych motyli pomiędzy obiema zastosowanymi metodami odłowu, w obu latach prowadzenia badań, na poziomie istotności $p = 0,05$. Wartość testu wyniosła w roku 2010 $H = 35,4401$ ($p = 0,000$), a w roku 2011 $H = 15,25964$ ($p = 0,0001$).

W celu zestawienia okresów rozwoju gąsienic oszacowanych na podstawie odłowów z obu badanych technik monitoringu wyznaczono maksymalną liczebność motyli. W roku 2010 pomimo stwierdzenia słabej łowności motyli rolnicy zbożówki za pomocą samolówki w roku 2010 założono, że odłowienie się średnio 0,25 osobnika/noc oznaczało moment wystąpienia szczytu liczebności populacji pokolenia pierwszego tego szkodnika (tab. 1). Szczyt liczebności pokolenia drugiego ustalono w wyniku odłowienia się 0,33 osobnika/noc. W roku 2011 przyjęto odłowienie się na źródło światła 1 osobnika/noc jako szczyt liczebności pierwszego pokolenia. Dla wyznaczenia szczytu liczebności drugiego pokolenia przyjęto wartość 26,3 odłowionych osobników/noc.

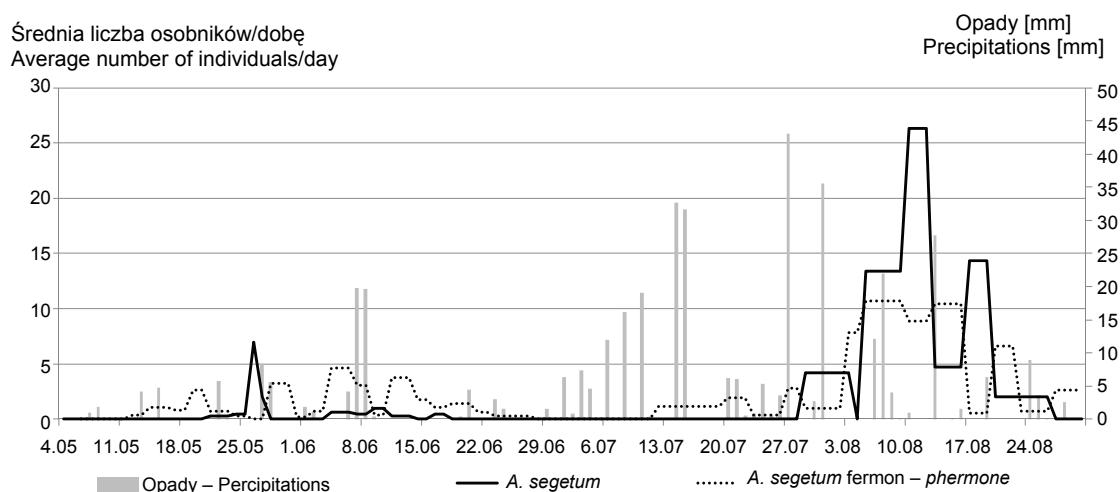
Symulacja rozwoju gąsienic pokazała, że określając moment szczytu za pomocą samolówki w roku 2010 czas rozwoju gąsienic od wyklucia do osiągnięcia stadium L_3 trwał średnio 16,25 dni, a dla metody opartej na monitorowaniu samców rozwój trwał średnio 17 dni. W roku 2011 oceniono, że czas rozwoju od L_1 do osiągnięcia L_3 oszacowany na podstawie odławiania osobników na światło trwał średnio 21,3 dnia. W przypadku zastosowania pułapek feromonowych okres rozwoju trwał średnio 21,8 dnia.

W roku 2010 z racji bardzo słabej efektywności (0,25; 0,25 i 0,33 osobnika/dobę) nie wybrano daty maksymalnej liczebności, odłowionych motyli pokolenia pierwszego za pomocą samolówki, w celu wyznaczenia terminu zabiegu chemicznego. Dla metody odławiania za pomocą pułapek feromonowych termin ten przypadł na 16 czerwca (odłowienie średnio 4,61 osobnika/pułapkę/dobę). W wyniku symulacji rozwoju przyjąć można było optymalny termin zabiegu chemicznego na okres od 1 do 14 lipca. Słaba efektywność odławiania motyli za pomocą samolówki (0,33 osobnika/dobę) uniemożliwiła wyznaczenie optymalnego terminu zabiegu



Rys. 2. Aktywność populacji rolnicy oceniona za pomocą samolówki świetlnej w roku 2011

Fig. 2. Activity of the moths population estimated by using light trap in 2011



Rys. 2a. Aktywność populacji rolnicy zbożówki oceniona badanymi metodami w roku 2011

Fig. 2a. Activity of the *A. segetum* population estimated by both used methods in 2011

dla drugiego pokolenia szkodnika. Zastosowanie pułapki feromonowej pozwoliło wyznaczyć termin zabiegu na 2 sierpnia (odłowienie 1,83 osobnika/dobę/pułapkę). W wyniku symulacji termin zabiegu przypadłby na okres od 10 do 23 sierpnia.

W roku 2011 odłowu przeprowadzone za pomocą lampy samolównej pozwoliły wyznaczyć maksimum liczebności pierwszego pokolenia motyli na 26 maja (7 osobników/dobę). Symulacja rozwoju wykazała, że optymalny termin zabiegu przypadłby na okres od 4 do 23 czerwca (tab. 1). Odłowu przeprowadzone za pomocą pułapek feromonowych wykazały szczyt liczebności motyli pierwszego pokolenia na 6 czerwca (4,6 osobnika/dobę). Za pomocą symulacji rozwoju ustalono optymalny termin zabiegu na okres od 17 czerwca do 11 lipca (tab. 1). Termin zabiegu zwalczania wyznaczony za pomocą obu technik pokrywał się w liczbie 7 dni (od 17 do 24 czerwca), czyli stwierdzono że termin zabiegu pokrywał się w 18,4%. Maksimum liczebności lotu motyli drugiego pokolenia stwierdzono za pomocą odłowów na lampę samolówną wyznaczono na dzień 12 sierpnia. Odłowiono wtedy 26,33 osobnika/dobę. Symulacja rozwoju wykazała, że optymalny termin

zabiegu przypadł na okres od 21 sierpnia do 13 września (tab. 1). Maksimum liczebności tego pokolenia monitorowanego za pomocą pułapek feromonowych wyznaczono na dzień 9 sierpnia. Symulacja rozwoju pozwoliła wyznaczyć optymalny termin zabiegu na okres od 19 sierpnia do 11 września (tab. 1). Termin zabiegu chemicznego w celu zwalczania szkodnika wyznaczony za pomocą obu badanych technik pokrywał się w liczbie 21 dni (od 22 sierpnia do 11 września), daje to pokrycie w terminie zabiegu w 84%.

W wyniku analizy korzeni marchwi na obecność uszkodzeń spowodowanych przez rolnice w roku 2010 oceniono, że 4,2% sztuk było uszkodzonych. W 2011 roku 4,8% zaklasyfikowano jako uszkodzone przez rolnice. Mały udział uszkodzonych korzeni, może wiązać się z wystąpieniem opadów w początkowym okresie rozwoju gąsienic (Lewandowski i Klukowski 2010). Opady mają także wpływ na prognozowanie konieczności wykonania zabiegu, pomimo wyznaczenia szczytów liczebności (Esbjerg 2011).

Istotnym wynikiem jest zaobserwowanie podobnego procentu liczby uszkodzonych korzeni w obu latach prowadzenia badań, lecz znikomą liczbą odłowionych za

pomocą lampy samolownej osobników rolnicy zbożówki w roku 2010. Na podstawie tej obserwacji autor poddaje w wątpliwość skuteczność, dla praktyki, odłowu tego gatunku za pomocą samolówki jako metodę szacowania dynamiki motyli w celu wyznaczenia terminu zabiegu chemicznego. Stanowi to element, którego badania

powinny być kontynuowane zwłaszcza w odniesieniu do odmiennych wyników uzyskiwanych w innych badaniach i potwierdzających skuteczności odłowów za pomocą lampy samolownej (Jakubowska 2007, 2008; Jakubowska i Walczak 2007).

Tabela 1. Maksimum liczebności motyli rolnicy zbożówki i okresy rozwoju gąsienic oszacowane na ich podstawie
Table 1. Maximum number of turnip moths and assessed periods for the development of caterpillars

Rok Year	Data szczytu liczebności Date of peak	Metoda monitoringu Monitoring method	Średnia liczba odłowionych osobników/dobę Average number of captured individuals	Wynik przeprowadzonej symulacji rozwoju Result of conducted development simulation			
				data osiągnięcia – date of develop			suma dni sum of days L ₁ –L ₃
				stadium L ₁	stadium L ₂	stadium L ₃	
2010	24.05	samolówka light trap	0,25	7.06	12.06	27.06	20
	4.06	feromon pheromone	2,31	11.06	30.06	6.07	25
	8.06	samolówka light trap	0,25	17.06	2.07	9.07	22
	16.06*	feromon pheromone	4,61	1.07	10.07	14.07	13
	25.06	samolówka light trap	0,33	5.07	12.07	16.07	11
	2.08	samolówka light trap	0,33	10.08	16.08	23.08	13
	2.08	feromon pheromone	1,83	10.08	16.08	23.08	13
	Średnio – Average						16,7
2011	20.05	feromon pheromone	2,67	1.06	8.06	20.06	19
	26.05*	samolówka light trap	7	4.06	15.06	23.06	19
	30.05	feromon pheromone	3,25	6.06	18.06	28.06	22
	6.06*	feromon pheromone	4,60	17.06	30.06	11.07	24
	10.06	samolówka light trap	1	22.06	8.07	14.07	22
	13.06	feromon pheromone	3,74	24.06	9.07	15.07	21
	12.08*	samolówka light trap	26,33	21.08	29.08	13.09	23
	9.08*	feromon pheromone	10,69	19.08	27.08	11.09	23
	Średnio – Average						22,0

*daty będące podstawą dla obliczenia optymalnego terminu zabiegu – dates which is the basis for calculating the optimal treatment period

Wnioski / Conclusions

1. Lampa samolowna stanowi dobre narzędzie monitoringu dynamiki lotu motyli różnych gatunków rolnic. Jednak jako praktyczne narzędzie w celu wyznaczenia optymalnego terminu zabiegu chemicznego przeciwko rolnicy zbożówce jest techniką zawodną. Problem ten
2. Uwzględniając obie metody monitoringu stwierdzono, że średni czas rozwoju larw od wylęgu do osiągnięcia stadium L₃ wynosił 16,7 dnia (rok 2010) i 22 dni (rok 2011). Dla szczytów określonych w wyniku stosowania samolówki okres ten wynosił 16,5 dnia (rok 2010) i 21,3 dnia (rok 2011), dla szczytów określonych

nie występuje w przypadku zastosowania pułapek fero-monowych.

- w wyniku monitoringu za pomocą feromonów wynosił on średnio 17 dni (rok 2010) i 21,8 dnia (rok 2011).
3. Optymalny termin zabiegu, w roku 2011, oszacowany na podstawie odłowów dokonanych samolówką, pokrywał się średnio w 18,4% (pierwsze pokolenie) i w 84% (drugie pokolenie) roku 2011 z terminem obliczonym na podstawie dynamiki liczebności samców odłownych na pułapkę feromonową.

Literatura / References

- Buszko J., Nowacki J. 1990. Łowność sówkowatych (*Lepidoptera: Noctuidae*) na światło i przynętę pokarmową w zależności od temperatury i wilgotności powietrza. *Wiad. Entomol.* 9: 13–20.
- Esbjerg P. 1988. Behaviour of 1st- and 2nd-instar cutworms (*Agrotis segetum* Schiff.) (Lep., Noctuidae): The influence of soil moisture. *J. Appl. Entomol.* 105 (1): 295–302.
- Esbjerg P. 2003. Cutworm (*Agrotis segetum*) forecasting. Two decades of scientific and practical development in Denmark. *Bull. OILB/SROP* 26 (3): 239–244.
- Esbjerg P. 2011. Phenology and pest status change of *Agrotis segetum* related to climate change in Northwest Europe. *IOBC/WPRS Bull.* 65: 43–49.
- Garnis J., Dąbrowski Z. 2008. Praktyczna ocena metod i technik stosowanych w monitoringu rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum*). *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (3): 836–840.
- Jakubowska M. 2007. Influence of abiotic factors in mass occurrence of *Agrotis segetum* (Schiff.) and *Agrotis exclamations* L. (*Lepidoptera, Noctuidae*) on sugar beet (*Beta vulgaris*). *Eco. Chem. Eng.* 14 (8): 799–804.
- Jakubowska M. 2008. Określenie optymalnego terminu chemicznego zwalczania rolnic *Agrotis* spp. (*Lepidoptera, Noctuidae*) przy użyciu pułapek świetlnych i feromonowych. *Ann. UMCS, Agricult.* 63 (2): 46–59.
- Jakubowska M., Ławiński H. 2011. Przydatność wyników monitoringu rolnic (*Agrotis* sp.) na plantacjach buraka cukrowego dla potrzeb ochrony roślin. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 570–576.
- Jakubowska M., Walczak F. 2005. Dynamika lotów oraz nasilenie występowania rolnic w Polsce na tle warunków meteorologicznych w latach 2003–2004. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 45 (2): 733–738.
- Jakubowska M., Walczak F. 2007. Wyznaczenie optymalnych terminów zwalczania rolnic w uprawach buraka cukrowego przy użyciu pułapek świetlnych i feromonowych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47 (1): 238–243.
- Jakubowska M. 2009. Doskonalenie prognozowania krótkoterminowego chemicznej ochrony buraka cukrowego przed *Agrotis segetum* (Den. et. Schiff.) i *Agrotis exclamations* (L.) (*Lepidoptera: Noctuidae*). Praca doktorska, Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 179 ss.
- Jakubowska M., Walczak F. 2010. Praktyczne wykorzystanie wyznaczonych sum temperatur efektywnych do wspomaganie określenia terminu chemicznej ochrony buraka cukrowego przed rolnicami (Noctuidae: Noctuinae). *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50 (1): 23–28.
- Jørgensen S. 1978. The species of cutworms (*Agrotis* spp.) found in Danish agricultural and horticultural crops. *Z. Angew. Entomol.* 87, I (1): 76–81.
- Lewandowski A., Klukowski Z. 2010. Ocena wpływu opadów jako czynnika ograniczającego liczebność populacji larw rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum*) w zrównoważonej uprawie marchwi. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50 (4): 1703–1710.
- Nowacki J. 1988. Sówkowate (*Lepidoptera, Noctuidae*) odłowione na światło lampy rtęciowej w Przybrodzie koło Poznania. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria C*, 37: 47–55.
- Rogowska M., Wrzodak R. 2006. Nowe feromony do stosowania w ochronie roślin warzywnych przed szkodnikami. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46 (2): 363–366.
- Sherlock P.L. 1979. A method for mass-rearing the cutworm *Agrotis segetum* in the laboratory. *Entomol. Exp. Appl.* 26: 245–251.
- Zethner O. 1977. Losses caused by cutworms (*Agrotis segetum* Schiff.) and approaches to their control in Denmark. The BCPC Conference – Pests and Diseases 1: 271–277.