

ADRIAN ŁUKOWSKI, EWA MĄDEREK, PIOTR KAROLEWSKI

Wpływ warunków świetlnych na namiotnika czeremszaczka – głównego szkodnika czeremchy zwyczajnej*

Light conditions effect on bird cherry ermine moth – the main pest of bird cherry

ABSTRACT

Łukowski A., Mąderek E., Karolewski P. 2014. Wpływ warunków świetlnych na namiotnika czeremszaczka – głównego szkodnika czeremchy zwyczajnej. Sylwan 158 (8): 595-603.

This article studies the effect of light and high temperature on various parameters describing the growth and development of bird cherry ermine moth (*Yponomeuta evonymellus* L.) – the main pest of bird cherry (*Prunus padus* L.). We found that light significantly influences the moth masses and dynamics of their development. Moths developed from larvae feeding on leaves growing in full light conditions have a higher mass and shorter time of adult eclosion from pupa in comparison with larvae feeding on leaves growing in shade. However, extremely high summer temperature significantly disturbs pupation process in *Y. evonymellus* population. Our laboratory experiments indicate that a critical temperature is 36°C. Above this threshold the percentage of pupation drastically decreases (from ca. 70% to 35%). The conditions of intensive sun are better for some parameters of growth and development of bird cherry ermine moth. On the other hand, extreme summer temperatures, related with global warming, may restrict the occurrence of *Y. evonymellus* gradation.

KEY WORDS

folivorous insect, global warming, high temperature, leaf toughness

ADDRESSES

Adrian Łukowski^(1, 2) – e-mail: adrian.lukowski@gmail.com

Ewa Mąderek⁽¹⁾ – e-mail: ewamaderek@man.poznan.pl

Piotr Karolewski⁽¹⁾ – e-mail: pkarolew@man.poznan.pl

⁽¹⁾ Instytut Dendrologii; Polska Akademia Nauk; ul. Parkowa 5; 62-035 Kórnik

⁽²⁾ Katedra Łowiectwa i Ochrony Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań

Wstęp

Podszyt jest środkową warstwą ekosystemów leśnych, w skład której wchodzi głównie krzewy [Szymański 1986]. W praktyce leśnej poświęca się im coraz więcej uwagi, ponieważ pełnią one istotną rolę biocenotyczną i fitomeliorycyjną [Gil 2010]. Krzewy podszytowe stanowią znaczącą bazę pokarmową dla fitofagów, głównie dla owadów foliofagicznych. Istnieje silna zależność między stopniem zgryzienia liści przez owady i warunkami świetlnymi wzrostu krzewu [Karolewski i in. 2013]. Warunki świetlne wzrostu roślin, a w ramach pojedynczej rośliny – typ liści (słoneczne i cieniste), determinują ich odporność na żerowanie owadów [Karolewski i in. 2011].

* Praca powstała w ramach projektu badawczego N N304 037640 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2011-2014).

W konsekwencji tego, zależnie od wymagań świetlnych gatunku, wpływają one na dalszą wegetację, a nawet na przeżywalność roślin [Karolewski i in. 2010]. Poziom związków obronnych (fenoli, terpenoidów i alkaloidów), jak również zawartość w liściach substancji korzystnych dla wzrostu i rozwoju owadów (białek i cukrów niestrukturalnych), wpływa na ich preferencje żywieniowe [Harborne 1997]. Ponadto odporność mechaniczna (twardość liści) oraz struktury, które utrudniają poruszanie się owadów i zgryzanie przez nie liści (włoski, ciernie), wpływają na żerowanie foliofagów [Yoshida, Murakami 2012]. U większości gatunków liście krzewów podszytowych rosnących w warunkach pełnego nasłonecznienia są bardziej odporne na żerowanie owadów niż w cieniu [Karolewski i in. 2013].

W Europie bardzo częstymi i licznymi składnikami podszytu są krzewy dwu gatunków z rodzaju *Prunus* – rodzima czeremcha zwyczajna (*P. padus* L.) oraz obca, pochodząca z Ameryki Północnej, czeremcha amerykańska (*P. serotina* Ehrh.) [Halarewicz 2011]. Czeremcha zwyczajna w porównaniu do wielu innych gatunków podszytowych rozpoczyna wegetację wcześniej, a jej liście są bardzo silnie zgryzane przez fitofagi [Leather 1996; Uusitalo 2004]. Głównymi szkodnikami są dwa spokrewnione ze sobą gatunki szubarg należące do rodziny stonkowatych (*Chrysomelidae: Coleoptera*): *Gonioctena* (= *Phytodecta*) *pallida* L. [Leather 1989] oraz *G. quinquepunctata* Fabr. [Halarewicz, Jackowski 2011]. Poza szubargą najgroźniejszym szkodnikiem *P. padus* jest monofag – namiotnik czeremszaczek *Yponomeuta evonymellus* L. [Leather 1986]. Ubytek aparatu asymilacyjnego w następstwie żerowania gąsienic namiotnika często sięga 50%, a zdarzają się przypadki prawie całkowitej defoliacji krzewów [Alonso i in. 2000]. Zaobserwowaliśmy, że motyl ten kolonizuje częściej krzewy rosnące w pełnym oświetleniu i od południowej części koron niż rosnących w cieniu (pod okapem drzew).

Celem pracy było ustalenie (1) jak warunki świetlne wzrostu krzewów rodzimej czeremchy wpływają na wzrost i rozwój namiotnika czeremszaczka oraz (2) jaka jest temperatura krytyczna dla przeżycia poczwarek namiotnikowca. Założyliśmy, że wyższa temperatura sprzyja wzrostowi larw i skraca okres przepoczwarzania. Jednakże ekstremalnie wysoka temperatura i susze w okresie letnim mogą powodować zabicie poczwarek i przez to ograniczyć liczebność owadów dorosłych, co prowadziłoby do zmniejszenia szkód powodowanych przez *Y. evonymellus* u *P. padus*.

Materiał i metody

TEREN BADAŃ. Doświadczenia przeprowadzono na trzech powierzchniach badawczych: w Lesie Doświadczalnym „Zwierzyniec” w Kórniku (52°14' N, 17°05' E), w Tulcach (Nadleśnictwo Babki, Leśnictwo Kobylepole 52°36' N, 17°06' E) oraz w Pałędziu (Nadleśnictwo Konstantynowo, Leśnictwo Pałędzie 52°23' N, 16°40' E). Do zbioru materiału entomologicznego w terenie wybraliśmy krzewy z dwu warunków oświetlenia (w pełnym świetle oraz w cieniu) tak, aby rozmiar koron, wiek i wysokość krzewów (3-5 m) były zbliżone. W badaniach twardości liści wykorzystano liście z krzewów, na których obserwowano żerowanie namiotnika czeremszaczka.

OPIS DOŚWIADCZEŃ. Badania przeprowadzono na poczwarkach w kokonach oraz owadach dorosłych namiotnika czeremszaczka *Yponomeuta evonymellus* L. (*Lepidoptera; Yponomeutidae*) występujących na czeremsze zwyczajnej.

Celem doświadczenia I było zbadanie wpływu warunków świetlnych wzrostu krzewów czeremchy zwyczajnej na parametry wzrostu i rozwoju namiotnika czeremszaczka. Fragmenty łodyg ze stosami kokonów zostały odcięte z krzewów z każdego wariantu: pełnego nasłonecznienia i zacielenia (około 15-20% pełnego światła). Zebrane w terenie stosy kokonów przeniesiono do laboratorium (2 czerwca 2012) i obserwowano przeobrażanie w postać dojrzałą. Na każdej z trzech

powierzchni badawczych zebrano po 40 stosów kokonów (po 20 stosów/wariant świetlny). Umieszczono je w litrowych pojemnikach plastikowych z wentylacją, w temperaturze pokojowej. Każdego dnia liczono nowo wylęgnięte motyle. Oddzielone motyle usypiano octanem etyli i następnego dnia (po około 18 godzinach), określano ich masę oraz płęć. Oznaczanie masy motyli wykonano za pomocą wagi analitycznej Sartorius CP225D (do 0,01 mg). Doświadczenie zakończono, gdy przez tydzień nie pojawił się już żaden motyl. W dalszym etapie rozdzielano ze stosów i liczono kokony. Każdy kokon rozcinano, określano liczbę poczwarek i udział poczwarek spasożytyowanych.

W doświadczeniu II określono w warunkach kontrolowanych bezpośredni wpływ temperatury na namiotnika czeremszaczka, na etapie przeobrażania w motyla, w okresie, kiedy w warunkach naturalnych najczęściej występują letnie upały i brak opadów. Dnia 31 maja 2011, kilka dni po wytworzeniu kokonów, zebrano stopy poczwarek i umieszczono je w laboratorium, w pojemnikach umożliwiających wentylację. Przez tydzień wszystkie stopy (siedem stosów/wariant temperaturowy) były poddawane (dwie godziny dziennie) wpływowi temperatury zróżnicowanej o 1°C w zakresie 33-41°C ($\pm 0,1^\circ\text{C}$). Doświadczenie zakończono, gdy przez tydzień nie pojawił się już żaden motyl. Określono liczebność powstałych motyli i ich procent w stosunku do niespaszożytyowanych poczwarek.

POMIAR TWARDOŚCI LIŚCI. Dokonano dwukrotnie pomiaru twardości liści (26 kwietnia i 1 czerwca 2012), przy pomocy penetrometru FHT 801 (<http://www.testequipmentdepot.com/general/garden/fht801.htm>). Na powierzchni badawczej w Kórniku twardość [gf/mm^2] zmierzono u 50 liści z każdego wariantu oświetlenia (liście typu słonecznego i cienistego) w każdym terminie. Na każdym liściu wykonano dwa pomiary między nerwami bocznymi, po lewej i prawej stronie od nerwu głównego. Do obliczeń stosowano wartości średnie dla każdego liścia.

ANALIZY STATYSTYCZNE. Analizy statystyczne wykonano przy pomocy programu JMP 8.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA; <http://www.jmp.com>). Przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA) oraz analizę wariancji z powtarzającymi danymi (repeated measures ANOVA), w celu oceny wpływu warunków świetlnych na procent powstałych motyli w czasie. Dane procentowe przekształcono według formuły Blissa i przeprowadzono test Tukeya. Na wykresach pionowymi kreskami zaznaczono błędy standardowe ($\pm\text{SE}$).

Wyniki

W doświadczeniu I motyle wyszły z podobnej liczby kokonów pobranych z krzewów nasłonecznionych (56 na 60 pobranych) i z zacienionych (53 na 60 pobranych). Jednak masa motyli powstałych z gąsienic żerujących na krzewach nasłonecznionych była istotnie większa niż tych z cienia (tab.). Różnice wystąpiły w masie motyli ogółem (ryc. 1A) i oddzielnie – w masie samców (ryc. 1B) oraz samic (ryc. 1C). Masy motyli powstałych z larw żerujących na liściach krzewów rosnących w nasłonecznionych miejscach były o 14,4% wyższe niż masy motyli powstałych z larw żerujących na krzewach z cienia. Masy samic były o 67,9% wyższe od mas samców. Ponadto masy samic były bardziej zdeterminowane przez warunki świetlne.

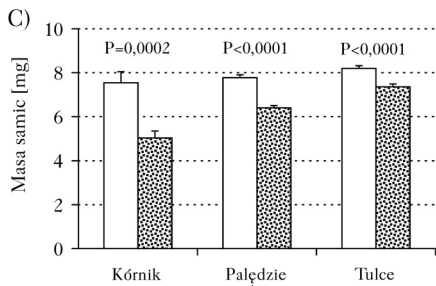
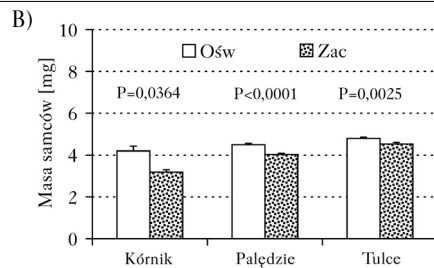
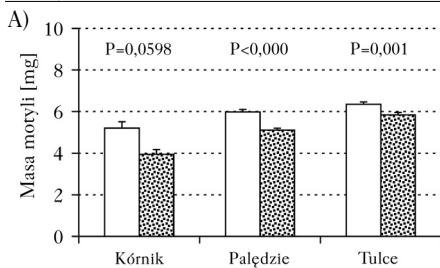
Udział wyklutych motyli wyliczono dwojako: jako liczbę motyli w stosunku do wszystkich poczwarek oraz jako liczbę motyli w stosunku do poczwarek niespaszożytyowanych [%]. Analiza wykazała brak istotnego wpływu warunków świetlnych na procent przepoczwarczenia się larw, niezależnie od sposobu przeliczenia. Procent przepoczwarczenia, wyliczony w stosunku do wszystkich poczwarek, na powierzchni w Pałędziu i Tulcach był zbliżony i odpowiednio wyniósł 57,4% ($\pm 3,0$) oraz 50,8% ($\pm 3,6$), a w Kórniku 19,1% ($\pm 3,7$).

Tabela.

Oddziaływanie warunków świetlnych wzrostu krzewów *P. padus* (L), płci osobników dorosłych (S) i powierzchni badawczej (P) na masę motyli *Y. evonymellus*, powstałych z larw żerujących na liściach krzewów rosnących w warunkach pełnego oświetlenia i zacinienia

Effects of light conditions growth of *P. padus* shrubs (L), adult sex (S) and experimental field (P) on the mass of *Y. evonymellus* (mg), hatched from larvae feeding on leaves of shrubs growing under full lighting and shading. In parentheses are the standard errors

	Liczba osobników		Masa motyli [mg]	
	Samice	Samce	Samice	Samce
Oświetlone	293	368	7,97 (0,09)	4,60 (0,05)
Zacienione	250	300	6,72 (0,09)	4,17 (0,05)
ANOVA		df	F	P
L		1	125,4519	<0,0001
S		1	874,7867	<0,0001
P		2	58,4349	<0,0001
L×S		1	26,9664	<0,0001
L×P		2	10,9849	<0,0001
S×P		2	3,4262	0,0328
L×S×P		2	1,8435	0,1587
Błąd d.f.				1199



Ryc. 1.

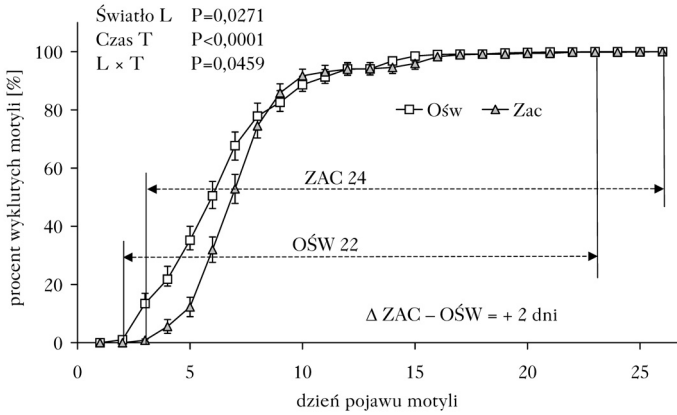
Masa motyli (A), samców (B) i samic (C) powstałych z larw żerujących na liściach *P. padus*, rosnącej w pełnym nasłonecznieniu (Ośw) oraz w cieniu, pod okapem drzew (Zac) na powierzchniach badawczych Kórnik, Pałędzie i Tulce

Mass of moth (A), male (B) and female (C) moth hatched from larvae feeding on leaves of shrubs growing under full sun (Ośw) and in the shade (Zac) under a canopy on experimental fields in Kórnik, Pałędzie and Tulce

Analiza wariancji z powtarzanimi pomiarami wykazała istotne różnice w szybkości przepoczwarczenia w zależności od warunków świetlnych wzrostu krzewów (od pierwszego wyklutego motyla do ostatniego; ryc. 2). Wyjście motyli z poczwerek na krzewach oświetlonych rozpoczęło się i skończyło wcześniej niż na krzewach zacienionych, a okres wykluwania się motyli był o 2 dni krótszy.

W doświadczeniu II, którego celem było określenie bezpośredniego wpływu temperatury na namiotnika czeremszaczka, stwierdzono, że wysoka temperatura istotnie negatywnie wpływa na rozwój tego szkodnika na etapie poczwarki (ryc. 3). Wykazano, że niewalgięzną temperaturą, powyżej której procent przepoczwarczenia zmniejszył się aż o połowę, jest 36°C (z około 70% do 35% w 37°C).

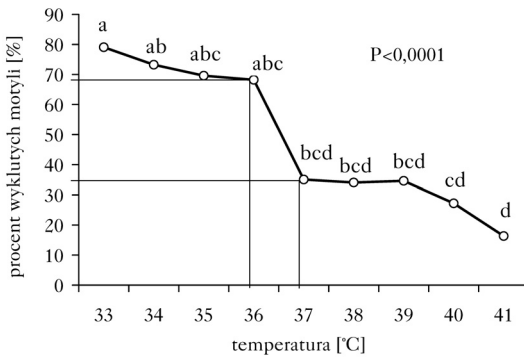
Wyniki pomiarów twardości liści czeremchy zwyczajnej wykazały, że mimo tendencji wzrostowej twardości liści, w okresie żerowania larw brak było statystycznie istotnych różnic pomiędzy liśćmi rosnącymi w różnych warunkach świetlnych (ryc. 4).



Ryc. 2.

Kumulacyjny procent wyklutych motyli (suma wszystkich wyklutych motyli =100%) w doświadczeniu z larwami żerującymi na liściach *P. padus* rosnącej w pełnym nasłonecznieniu (Ośw) oraz w cieniu, pod okapem drzew (Zac)

Cumulative percent of moths hatched (of total number of hatched moths =100%) in the experiment with larvae feeding on the leaves of *P. padus* grown in full sunlight (Ośw) and in the shade, under a canopy of trees (Zac)



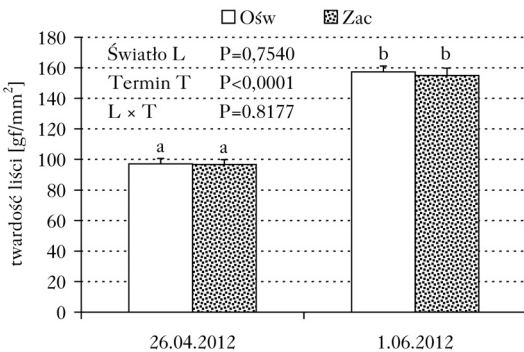
Ryc. 3.

Procent wyklutych motyli w stosunku do wszystkich kokonów poczwarkowych w doświadczeniu z bezpośrednim wpływem temperatury na namiotnika czeremszaczka

Percent of hatched moths in relation to all pupae in the experiment with the direct effect of temperature on bird cherry ermine moth

Ta sama litera oznacza brak istotnych różnic przy P=0,05 w teście Tukeya

The same letter indicates no significant difference at P=0.05 in Tukey's test



Ryc. 4.

Twardość liści *P. padus* rosnących w warunkach pełnego oświetlenia (Ośw) oraz w cieniu, pod okapem drzew (Zac) na początku (26 kwietnia 2012) i na końcu (1 czerwca 2012) okresu żerowania larw

Leaf toughness of *P. padus* grown in full light (Ośw) and in the shade, under a canopy of trees (Zac) at the beginning (26th April 2012) and end (1st June 2012) of larvae feeding

Ta sama litera oznacza brak istotnych różnic przy P=0,05 w teście Tukeya

The same letter indicates no significant difference at P=0.05 in Tukey's test

Dyskusja

Wyniki naszych badań wskazują, że warunki świetlne wzrostu krzewów czeremchy zwyczajnej mają istotny wpływ na wzrost i rozwój *Yponomeuta evonymellus*. Owady dorosłe powstałe z gąsienic żerujących na liściach typu słonecznego mają wyższą masę, niezależnie od płci oraz terenu badań ($P < 0,0001$; tab.; ryc. 1). Większość badaczy wskazuje, że liście typu słonecznego są gorszym pokarmem dla foliofagów [Hemming, Lindroth 1999; Henriksson i in. 2003]. Istnieją też opinie zgodne z naszymi wnioskami. Na przykład Leather i MacKenzie [1994] stwierdzili, że motyle powstałe z larw żerujących na nasłonecznionych krzewach *Prunus padus* (z brzegu lasu) miały większą masę niż z krzewów zacienionych (rosnących w głębi lasu). Także Niesenbaum i Kluger [2006] na podstawie badań laboratoryjnych i terenowych wyciągnęli podobne wnioski odnośnie wpływu światła na konsumpcję i trawienie liści *Lindera benzoin* przez larwy *Epimecis hortaria*. Prawdopodobnie relacje te są zależne od gatunku owada, ale w przypadku namiotnika czeremszczaka korzystniejszym pokarmem są liście typu słonecznego. Jest to zgodne z sugestią, że monofagi są odporniejsze na wyższy poziom związków obronnych w liściach od polifagów [Mathur i in. 2011].

Obserwacje prowadzone w Skandynawii wykazały, że populacje *Y. evonymellus* mają około 10-letnie okresy nasilenia liczebności występowania tego szkodnika z silnymi gradacjami co 20 lat [Junnikkała 1960]. Przyczyną wygasania masowych gradacji są w głównej mierze pasożyty [Pyönilä, Pyönilä 1979]. Okresy przejściowe między gradacjami cechują się około 50-procentowym spasożytowaniem populacji w środkowej Europie oraz około 30-procentowym w populacjach wschodnioazjatyckich [Lee, Pemberton 2009]. Poziom spasożytowania populacji *Y. evonymellus* jest częściowo zależny od *Agoniaspis fuscicollis*, jednego z głównych pasożytów u populacji europejskich i azjatyckich [Karczewski 1980; Lee, Pemberton 2009]. Wyniki naszych badań świadczą, iż warunki świetlne nie mają istotnego wpływu na procent wykluwających się motyli na poszczególnych powierzchniach badawczych. Różnice w procencie przeobrażeń w postać dojrzałą między badanymi powierzchniami mogą być wynikiem różnic w okresach cyklu gradacyjnego między nimi.

W miarę postępu sezonu wegetacyjnego zmniejsza się w liściach *P. padus* zawartość składników korzystnych dla wzrostu i rozwoju owadów [Kooi i in. 1991; Karolewski i in. 2013], a ich odporność mechaniczna wzrasta (ryc. 4). Stwierdziliśmy, że w okresie żerowania larw twardość liści poszczególnych typów (cienistego i słonecznego) nie różniła się istotnie między sobą. Także wyniki badań wykonanych przez Kooi [1989] wskazują, że *Y. evonymellus* był w stanie zaakceptować liście *Prunus laurocerasus*, gatunku o twardych i skórzastych liściach. Dlatego uważamy, że twardość liści *P. padus* w okresie żerowania gąsienic namiotnika czeremszczaka nie ma znaczącego wpływu na ich wzrost i rozwój.

Nasze wcześniejsze badania [Karolewski i in. 2013] dowodzą, że czeremcha zwyczajna jest jednym z najchętniej atakowanych przez foliofagi gatunków krzewów podszytowych, a zgryzienia liści typu cienistego są istotnie większe od zgryzień liści typu słonecznego. Główną przyczyną tego jest fakt, że liście typu słonecznego charakteryzują się wyższą zawartością związków obronnych, w tym rozpuszczalnych fenoli i skondensowanych tanin. Wyniki te świadczą o tym, że mimo większego stężenia metabolitów obronnych *Y. evonymellus* wybiera oświetlone krzewy *P. padus*, przez co potencjalnie zwiększa sobie ilość dostępnego do konsumpcji pokarmu (mniejsza konkurencja z innymi gatunkami foliofagów). Dodatkową korzyścią płynącą z wykorzystywania liści typu słonecznego jest skrócenie okresu opuszczania przez motyle poczwarek, co redukuje okres ryzyka narażenia w tym bezbronny stadium na drapieżniki (ryc. 2). Może to mieć istotne znaczenie dla strategii rozrodczej *Y. evonymellus*. Motyl ten dojrzałość płciową osiąga po kilku dniach

od opuszczenia poczwarki, a rozprzestrzenianie imagines, choć posiadają one dobrze rozwinięte skrzydła, jest nieznaczne [Menken i in. 1992]. Jednoczesne pojawienie się wielu zdolnych do reprodukcji osobników stwarza potencjalną możliwość osiągnięcia wysokiego sukcesu rozrodczego. Powyższe fakty w dużym stopniu tłumaczą obserwowane w naturalnym środowisku większe zasiedlanie przez namiotnika czeremszaczka krzewów rosnących w miejscach dobrze oświetlonych (np. przy drogach leśnych, na polanach śródleśnych itp.).

Owady, będąc organizmami ektotermicznymi, są podatne na wpływ ocieplenia, z uwagi na silny związek między funkcjami fizjologicznymi a temperaturą otoczenia [Deutsch i in. 2008; Karl i in. 2011]. Wraz z pojawieniem się problemu tzw. globalnego ocieplenia klimatu obserwowane jest wzmożone zainteresowanie wpływem temperatury na biologię i zachowania żywieniowe owadów roślinożernych oraz konsekwencjami tych zmian dla roślin żywicielskich [Simberloff 2000]. Wzrost temperatury będzie miał coraz większy wpływ na liczne układy ekologiczne, a nawet na strukturę i funkcjonowanie całych ekosystemów. Nasz eksperyment wykazał, że zbyt wysoka temperatura niekorzystnie wpływa na proces przepoczwarczenia się namiotnika czeremszaczka (ryc. 3). Wyniki tych badań pozwalają na stwierdzenie, że związane z globalnym ociepleniem klimatu przypadki ekstremalnie wysokiej temperatury latem mogą ograniczać występowanie gradacji tego motyla. W konsekwencji tego podwyższona temperatura będzie istotnie, bezpośrednio (na owada) i pośrednio (na jakość pokarmową liści dla foliofagów) wpływać pozytywnie na wzrost i reprodukcję czeremchy zwyczajnej.

Wnioski

- ✦ Większe nasłonecznienie krzewów korzystnie wpływa na wzrost i rozwój namiotnika czeremszaczka. Imagines powstałe z larw żerujących na liściach typu słonecznego mają większą masę, niezależnie od płci owadów.
- ✦ Warunki świetlne wzrostu krzewów czeremchy zwyczajnej nie mają istotnego wpływu na procent wylęgniętych motyli.
- ✦ Wykorzystywanie liści typu słonecznego skraca okres opuszczania przez motyle poczwarek, co redukuje czas narażenia na drapieżniki i może mieć związek ze strategią rozrodczą namiotnika czeremszaczka.
- ✦ Ekstremalnie wysoka temperatura latem istotnie zakłóca proces przeobrażania poczwarki w postać dojrzałą w populacji namiotnika czeremszaczka, zwiększając śmiertelność owadów.

Literatura

- Alonso C., Vuorisalo T., Wilsey B., Honkanen T. 2000. *Yponomeuta evonymellus* outbreaks in southern Finland: spatial synchrony but different local magnitudes. *Annales Zoologici Fennici* 37: 178-188.
- Deutsch C. A., Tewksbury J. J., Huey R. B., Sheldon K. S., Ghalambor C. K., Haak D. C., Martin P. R. 2008. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 105: 704-706.
- Gil W. 2010. Krzewy w gospodarce leśnej/krzewy polskich lasów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Halarewicz A. 2011. Przyczyny i skutki inwazji czeremchy amerykańskiej *Prunus serotina* w ekosystemach leśnych. *Leśne Prace Badawcze* 72 (3): 267-272.
- Halarewicz A., Jaekowski J. 2011. Leaf damage of the black cherry, *Prunus serotina* Ehrh., by the leaf beetle, *Gonioctena quinquepunctata* Fabr.: an accidental foraging on a neophytic host, or an established trophic link? *Polish Journal of Ecology* 59: 589-597.
- Harborne J. B. 1997. Ekologia biochemiczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Hemming J. D. C., Lindroth R. L. 1999. Effects of light and nutrient availability on aspen: growth, phytochemistry, and insect performance. *Journal of Chemical Ecology* 25: 1687-1714.
- Henriksson J., Haukioja E., Ossipov V., Osipova S., Sillsnpää S., Kaspari L., Pihlaja K. 2003. Effects of host shading on consumption and growth of the geometrid *Epirrita autumnata*: interactive roles of water, primary and secondary compounds. *Oikos* 103: 3-16.

- Junnikkala E. 1960. Life history and insect enemies of *Hyponomeuta mailnellus* Zell. (*Lep. Hyponomeutidae*) in Finland. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennica 'Vanamo'* 21: 1-44.
- Karzewski J. 1980. Przyczynę do poznania entomofagów namiotnika czeremszaczka (*Hyponomeuta evonymellus* L.) (*Lep. Hyponomeutodae*). *Sylwan* 124 (11): 47-59.
- Karl L., Stoks R., De Block M., Janowitz S. A., Fischer K. 2011. Temperature extremes and butterfly fitness: conflicting evidence from life history and immune function. *Global Change Biology* 17: 676-687.
- Karolewski P., Giertych M. J., Żmuda M., Jagodziński A. M., Oleksyn J. 2013. Season and light affect constitutive defenses of understory shrub species against folivorous insects. *Acta Oecologica* 53: 19-32.
- Karolewski P., Jagodziński A. M. 2013. Udział węgla w związkach obronnych przed czynnikami biotycznymi u roślin drzewiastych. *Sylwan* 157 (11): 831-841.
- Karolewski P., Jagodziński A. M., Grzebyta J. 2011. Wpływ wieku drzew oraz wieku i lokalizacji igieł w koronie na zawartość związków fenolowych w igłach młodych sosen. *Sylwan* 155 (12): 797-807.
- Karolewski P., Zadworny M., Mucha J., Napierała-Filipiak A., Oleksyn J. 2010. Link between defoliation and root vitality in five understory shrubs with different resistance to insect herbivores. *Tree Physiology* 30: 969-978.
- Kooi R. E. 1989. Is *Prunus laurocerasus* a new host plant for *Yponomeuta evonymellus* (*Lepidoptera: Yponomeutidae*)? *Entomologia Entomologische Berichten (Amsterdam)* 49: 37-38.
- Kooi R. E., Van de Water T. P. M., Herrebut W. M. 1991. Food acceptance by a monophagous and an oligophagous insect in relation to seasonal changes in host plant suitability. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 59: 111-122.
- Leather S. R. 1986. Insects on bird cherry 1: the bird cherry ermine moth, *Yponomeuta evonymellus* (L.) (*Lepidoptera: Yponomeutidae*). *Entomologist's Gazette* 37: 209-215.
- Leather S. R. 1989. *Phytodecta pallida* (L.) (*Col., Chrysomelidae*) – a new insect record for bird cherry (*Prunus padus*). *Entomologist's Monthly Magazine* 125: 1496-1499.
- Leather S. R. 1996. *Prunus padus* L. *Journal of Ecology* 84: 125-132.
- Leather S. R., Mackenzie G. A. 1994. Factors affecting the population development of the bird cherry ermine moth, *Yponomeuta evonymella* (L.). *Entomologist* 113: 86-105.
- Lee J. H., Pemberton R. W. 2009. Parasitoid complex of the bird cherry ermine moth *Yponomeuta evonymellus* in Korea. *Entomological Research* 39: 201-206.
- Mathur V., Ganta S., Raaijmakers C. E., Reddy A. S., Vet L. E. M., van Dam N. M. 2011. Temporal dynamics of herbivore-induced responses in *Brassica juncea* and their effect on generalist and specialist herbivores. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 139: 215-225.
- Menken S. B. J., Herrebut W. M., Wiebes J. T. 1992. Small ermine moths (*Yponomeuta*) – their host relations and evolution. *Annual Review of Entomology* 37: 41-66.
- Niesenbaum R. A., Kluger E. C. 2006. When studying the effects of light on herbivory, should one consider temperature? The case of *Epimacis hortaria* F. (*Lepidoptera: Geometridae*) feeding on *Lindera benzoin* L. (*Lauraceae*). *Environmental Entomology* 35: 600-606.
- Pyörnilä M., Pyörnilä A. 1979. Role of parasitoids in termination of a mass occurrence of *Yponomeuta evonymellus* (*Lepidoptera, Yponomeutidae*) in northern Finland. *Notulae Entomologicae* 59: 133-137.
- Simberloff D. 2000. Global climate change and introduced species in United States forests. *Science of the Total Environment* 262: 253-261.
- Szymański S. 1986. *Ekologiczne podstawy hodowli lasu*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Uusitalo M. 2004. European bird cherry (*Prunus padus* L.) – a biodiverse wildplant for horticulture. *Agrifood Research Reports* 61, MTT Agrifood Research Finland: 1-82.
- Yoshida K., Murakami M. 2012. Larval morphology and feeding behavior in *Notodontidae* (*Lepidoptera*) in relation to leaf toughness of host plants. *Eurasian Journal of Forest Research* 15 (1): 45-52.

SUMMARY

Light conditions effect on bird cherry ermine moth – the main pest of bird cherry

The bird cherry ermine moth (*Yponomeuta evonymellus* L.) is a typical monophagous insect that feeds entirely on bird cherry (*Prunus padus* L.) leaves. This moth is one of the most dangerous pests of bird cherry leaves. We have observed larger colonization of full sun than shaded shrubs of *P. padus* by this insect. It became the reason to determine how the light conditions of bird cherry growth affect the growth and development of *Y. evonymellus*. Such studies are particularly

important, because there are no clear answer in the literature concerning their impact on the growth and development of *Y. evonymellus*. In recent years we have to deal with global warming and the occurrence of high summer temperature, so it was the main reason that we decided to investigate the effect of temperature on the insects.

We have collected pupae from full light and shade *P. padus* shrubs growing in natural environment. Additionally, we have identified direct effect of temperature on the insect under controlled conditions, on the stage of pupation, when usually occur the summer heat. Pupae collected from shrubs, at the turn of June and July, were placed individually in containers and for 7 days (2 hours per day) were assayed influence of temperature differentiated by 1°C in the range 33-41°C. After another two weeks, we have defined number of hatched moths.

The study showed a significant influence of light conditions on the moth masses. Moths created from larvae feeding on the leaves growing in sunny sites have 14,4% higher weight than larvae feeding on the shaded leaves. Moreover, the light conditions of *P. padus* growth have no significant effect on percentages of adult eclosion and parasitization. Dynamics of development of adult insects (percentage of hatched moths over time) was dependent on the type of leaves (sun vs. shade leaves), which were feeding caterpillars. Imagines rising from larvae feeding on the full light leaves passed pupation process in shorter time. Extremely high summer temperature significantly disturbs eclosion process in the population of *Y. evonymellus*. Critical temperature is 36°C, above which the percentage of hatched moths decreases drastically (from 70 to 35%).

Our results lead to the conclusion that the conditions of intensive sun are better for some parameters of growth and development of bird cherry ermine moth. On the other hand, extreme summer temperature may restrict the occurrence of *Y. evonymellus* gradation.