

IWONA SKRZECZ, ALICJA SOWIŃSKA, WOJCIECH JANISZEWSKI

Wpływ antyfidantów botanicznych na rozwój chrząszczy chrabąszcza majowego*

Impact of botanical antifeedants on the development of *Melolontha melolontha* L. beetles

ABSTRACT

Skrzecz I., Sowińska A., Janiszewski W. 2014. Wpływ antyfidantów botanicznych na rozwój chrząszczy chrabąszcza majowego. Sylwan 158 (10): 779-786.

The study evaluates the antifeedant activity of rutin and quercetin (flavonoids of buckwheat *Fagopyrum esculentum*) and the extract from the leaves of black alder *Alnus glutinosa* on the development and the extent of damage caused by the beetles of cockchafer *Melolontha melolontha* in laboratory and semi-field conditions. We found increased mortality and decreased intensity of beetle feeding on the *Quercus robur* leaves sprayed with a solution of rutin. The treatment of *Q. robur* leaves with solutions of quercetin and extract from the leaves of black alder had no effect on the development of beetles and fertility of females, and did not inhibit feeding of cockchafer.

KEY WORDS

Melolontha melolontha, antifeedants, rutin, quercetin, *Alnus glutinosa*

ADDRESSES

Iwona Skrzecz – e-mail: i.skrzecz@ibles.waw.pl

Alicja Sowińska, Wojciech Janiszewski

Zakład Ochrony Lasu; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

Wstęp

Problem ograniczania liczebności pędraków oraz imagines chrabąszcza majowego *Melolontha melolontha* L. i chrabąszcza kasztanowca *Melolontha hippocastani* Fabr. należy do najtrudniejszych zagadnień w ochronie roślin. Najczęściej do tej pory stosowaną formą ochrony lasu przed chrabąszczami *Melolontha* spp. były zabiegi chemiczne polegające w przypadku pędraków na dezynsekcji gleby przy użyciu insektycydów z grupy karbaminianów i związków fosforoorganicznych, a w przypadku owadów dorosłych – na opryskiwaniu drzewostanów pyretroidami [Malinowski 2009; Głowacka, Sierpińska 2012]. Jednakże systematyczne ograniczanie stosowania chemicznych środków ochrony roślin, wynikające z prawa obowiązującego w krajach Unii Europejskiej, doprowadziło do eliminacji z rynku większości pestycydów stosowanych do ograniczania liczebności chrabąszczy. Z drugiej strony brak jest skutecznych metod biologicznych ograniczających liczebność tej grupy owadów. Wykonane w wielu krajach próby użycia grzyba *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch oraz nicieni z rodzajów *Steinernema* i *Heterorhabditis* dały zadowalające efekty jedynie w uprawach pod osłonami, natomiast organizmy te nie miały znaczącego wpływu na liczebność

*Badania przeprowadzono w ramach projektu nr 12009610 pt. „Bezpieczne dla środowiska metody ochrony ekosystemów leśnych zagrożonych przez chrabąszcze *Melolontha* spp.” finansowanego w latach 2011-2013 przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

pędraków na powierzchniach otwartych [Peters, Galarza 2002; Keller, Zimmermann 2005; Eilenberg i in. 2006; Lakatos, Tóth 2006; Łabanowska, Bednarek 2011].

Obecnie jednym z ważniejszych kierunków badań nad niechemiczną ochroną upraw rolniczych i leśnych przed owadami są prace z wykorzystaniem antyfidantów, czyli roślin ograniczających żerowanie szkodników. W leśnictwie badania te koncentrują się głównie na użyciu antyfidantów w ochronie upraw leśnych przed chrząszczami szeliniaka sosnowca *Hylobius abietis* L. [Korczyński, Owczarek 2001; Kuźmiński 2002; Schlyter 2004; Månsson i in. 2005]. Natomiast niewiele prac dotyczy wykorzystania związków hamujących żerowanie pędraków oraz imagines chrabąszczy w lasach [Malinowski 1997; Woreta 1997]. Na możliwość zastosowania antyfidantów do ograniczania szkód powodowanych przez chrabąszcze wskazał Malinowski i in. [1999], obserwując zmniejszenie liczebności pędraków na powierzchniach obsianych gryką *Fagopyrum esculentum* Moench. Ponadto stwierdzono, że gryka najprawdopodobniej wykazuje działanie antyfidantne w stosunku do pędraków. Pomimo obiecujących wyników przerwano ten kierunek badań, koncentrując się głównie na możliwościach wykorzystania insektycydów doglebowych [Malinowski 2009, 2011].

Brak perspektyw rozwoju metod chemicznych z użyciem insektycydów oraz brak skutecznych metod alternatywnych uzasadnił powrót do badań nad wykorzystaniem antyfidantów w ochronie lasu przed chrabąszczami. W latach 2011-2013 wykonano badania mające na celu określenie możliwości wykorzystania bezpiecznych dla środowiska związków botanicznych hamujących żerowanie owadów do redukcji szkód powodowanych w lasach przez imagines chrabąszczy *Melolontha* spp. Aby zrealizować ten cel, wykonano doświadczenia określające antyfidantną aktywność flawonoidów wyizolowanych z gryki *F. esculentum* (rutyna i kwercetyna) oraz wyciągów z olszy czarnej *Alnus glutinosa* Gaertn. wobec chrząszczy chrabaszca majowego.

Materiał i metody

Chrabąszcze chrabaszca majowego zbierano każdego roku w pierwszej dekadzie maja z dębów szypułkowych *Quercus robur* L. na terenach nadleśnictw Jabłonna (RDLP w Warszawie) i Gołębki (RDLP w Toruniu). Po przewiezieniu do laboratorium owady przechowywano do momentu rozpoczęcia doświadczenia w 10-litrowych pojemnikach z glębą, które umieszczono w inkubatorze w temperaturze 6°C i wilgotności 80%.

W doświadczeniu wykorzystano antyfidanty przygotowane w Zakładzie Doświadczalnym „Chemipan” Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w następujących formach użytkowych:

- wyciąg z 50 g liści olszy czarnej (zwany dalej wyciągiem z olszy) i 100 ml oleju rzepakowego,
- roztwór 2 g rutyny w 100 ml oleju rzepakowego,
- roztwór 2 g kwercetyny w 100 ml oleju rzepakowego.

W warunkach laboratoryjnych chrabąszcze hodowano na bukietach składających się z 3 gałązek dębu szypułkowego, liczących 12-15 liści łącznie. Przed umieszczeniem owadów na bukietach gałęzie opryskiwano wodnymi roztworami rutyny, kwercetyny i wyciągu z olszy w stężeniu 5%. Na każdy bukiet zużywano około 10 ml roztworu aplikowanego przy użyciu opryskiwacza ogrodowego Apollo 0,8 l (producent Kwazar). Po wyschnięciu (około 30 min) bukiety umieszczano w wazonach z wodą i w szklanych kloszach. Do tak przygotowanych kloszy wkładano chrabąszcze, następnie klosze przykrywano gazą w celu uniemożliwienia ucieczki owadów.

Doświadczenie obejmowało 4 warianty, w których chrabąszcze hodowano na bukietach opryskanych ww. roztworami oraz na bukietach opryskanych taką samą objętością wody destylowanej – wariant kontrolny. W każdym wariantcie hodowano po 72 chrząszcze, w tym: 36 samic i 36 samców (12 bukietów po 3 samice i 3 samce), łącznie 288 owadów. Hodowlę prowadzono w warunkach szklarniowych (temperatura 23°C, wilgotność 80%) przez 14 dni, każdego dnia oceniając śmiertelność chrabąszczy oraz intensywność ich żerowania na podstawie suchej masy ekskrementów wydalanych przez 1 osobnika w ciągu doby. Co 2 dni wymieniano gałęzie dębowe na świeże, opryskane roztworami antyfidantów zgodnie z wyżej opisaną metodyką. Po zakończeniu doświadczenia oceniano płodność samic na podstawie liczby jaj znajdujących się w ich odwłokach.

Doświadczenia przeprowadzono na terenie otwartym instytutu w 3 pawilonach ogrodowych (namiotach) o powierzchni 9 m² i wysokości 2,5 m każdy, wykonanych z siatki (oczka 2×2 mm) zapewniającej swobodny dopływ światła, a jednocześnie chroniącej przed innymi owadami oraz ptakami. W namiotach tych, na bocznych ścianach o wystawie południowej, zawieszono na wysokości 2 m po 6 pojemników z wodą (pojemność 0,5 l). W 3 pojemnikach umieszczono bukiety składające się z 3 gałęzi dębu szypułkowego o długości około 0,5 m opryskanych poszczególnymi antyfidantami (zgodnie z opisaną wyżej metodyką), natomiast w 3 pozostałych bukiety opryskano wodą destylowaną. W każdym z namiotów znajdowały się bukiety traktowane tylko jednym antyfidantem umieszczone naprzemiennie z bukietami nieopryskanymi antyfidantem. Następnie 3-krotnie w odstępach 4-dniowych wpuszczano po 10 samic i 10 samców chrabąszcza majowego i każdego dnia o godz. 10 i 14 liczono owady znajdujące się na poszczególnych gałęziach. Po zakończeniu doświadczenia porównano liczbę liści uszkodzonych przez chrabąszcze w poszczególnych wariantach doświadczenia.

Śmiertelność chrabąszczy korygowano wzorem Abbotta [1925], uwzględniającym naturalną śmiertelność osobników w wariantcie kontrolnym:

$$P = \frac{100(P_0 - C)}{100 - C}$$

gdzie:

P_0 – śmiertelność obserwowana w danym wariantcie doświadczenia [%],

C – śmiertelność w kontroli [%],

P – śmiertelność skorygowana wzorem Abbotta z uwzględnieniem śmiertelności naturalnej.

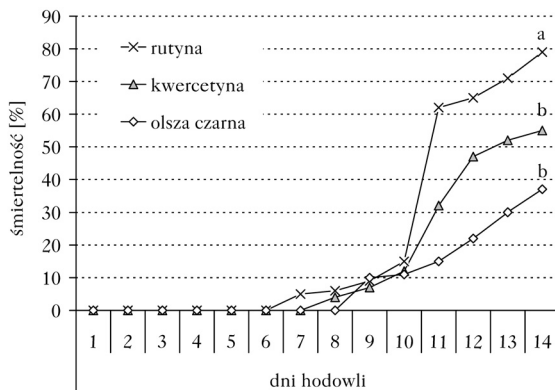
Do określenia statystycznie istotnych różnic między liczbami martwych owadów po 14 dniach hodowli wazonowej, masą ekskrementów wydalanych w ciągu doby przez chrząszcze w 7. i 14. dniu hodowli wazonowej, liczbami jaj w odwłokach samic chrabąszczy oraz liczbami wizyt i liści uszkodzonych przez chrabąszcze wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji, a do wyodrębnienia grup jednorodnych – test Tukeya. Do obliczeń wykorzystano pakiet Statistica 10.0.

Wyniki

ROZWÓJ I INTENSYWNOSĆ ŻEROWANIA CHRZĄSZCZY W HODOWLI LABORATORYJNEJ. Śmiertelność owadów w ciągu pierwszych 10 dni hodowli była niewielka (do 15%) i dopiero po tym czasie zaobserwowano znaczący wzrost liczby martwych osobników we wszystkich wariantach doświadczenia (ryc. 1). Po 14 dniach hodowli stwierdzono różnice statystyczne między najwyższą śmiertelnością (79%) chrabąszczy żerujących na pokarmie opryskanym rutyną a śmiertelnością owadów w pozostałych wariantach doświadczenia ($F=115,27$; $p<0,001$). Śmiertelność chrabąszczy żerują-

cych na liściach opryskanych kwercetyną i wyciągiem z olszy była niższa i wynosiła odpowiednio około 54 i 38%. Analizy statystyczne nie wykazały różnic między śmiertelnością owadów hodowanych na pokarmie traktowanym kwercetyną i wyciągiem z olszy ($F=121,18$; $p<0,001$).

We wszystkich wariantach stwierdzono zbliżoną dynamikę żerowania chrabąszczy, tj. wzrost intensywności pobierania pokarmu w pierwszym i systematyczny spadek w drugim tygodniu hodowli (ryc. 2). Przez pierwsze 7 dni średnia masa ekskrementów wydalanych w ciągu doby przez 1 chrabąszcza hodowanego na liściach opryskanych rutyną wzrosła do 17 mg/osobnika, a następnie stopniowo zmniejszyła się do 1 mg/dobę. Pod koniec drugiego tygodnia chrząszcze prawie całkowicie przestały żerować. Chrząszcze żerowały znacznie intensywniej na bukietach opryskanych roztworem kwercetyny i wyciągiem z olszy. W pierwszym tygodniu średnia masa ekskrementów wzrosła do około 40 mg/osobnika, natomiast w drugim obniżyła się do około 15 mg/osobnika. Zbliżoną intensywność żerowania chrabąszczy stwierdzono w kontroli, tj. początkowy wzrost średniej masy ekskrementów do ponad 40 mg/osobnika, a potem jej spadek do 25 mg/osobnika. Porównanie średniej masy ekskrementów wydalanych przez owady w 7. i 14. dniu hodowli wykazało statystycznie niższą intensywność żerowania chrabąszczy na liściach opryskanych rutyną niż na liściach traktowanych pozostałymi antyfidantami oraz w kontroli doświadczenia (7 dni: $F=58,16$ i $p<0,001$; 14 dni: $F=166,56$ i $p<0,001$). Jednocześnie nie stwierdzono różnic statystycznych między intensywnością żerowania chrabąszczy na liściach traktowanych kwercetyną, wyciągiem z olszy i liściach nietraktowanych (7 dni: $F=35,24$ i $p=0,296$; 14 dni: $F=42,77$ i $p=0,085$).

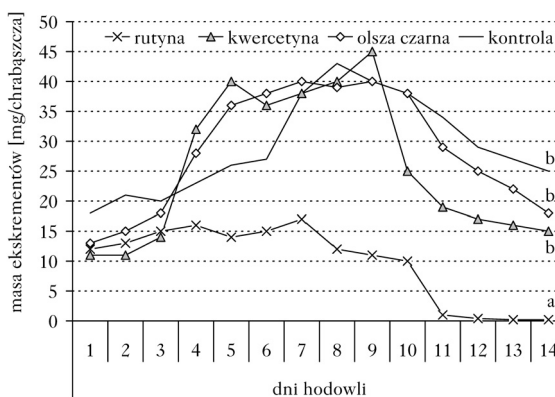


Ryc. 1.

Skorygowana śmiertelność chrząszczy *M. melolontha* na liściach *Q. robur* traktowanych antyfidantami

Corrected mortality of *M. melolontha* beetles on the *Q. robur* leaves treated with antifeedants

różne litery oznaczają różnice istotne statystycznie przy $p\leq 0,05$
various letters indicate difference significant at $p\leq 0,05$



Ryc. 2.

Średnia masa ekskrementów wydalanych w ciągu doby przez chrząszcza na liściach dębowych traktowanych antyfidantami

Average weight of daily excrements of *M. melolontha* beetle on the *Q. robur* leaves treated with antifeedants

oznaczenia jak na rycinie 1
denotes as in figure 1

W odwłokach samic hodowanych na pokarmie traktowanym wyciągiem z olszy i samic kontrolnych żerujących na liściach nietraktowanych stwierdzono statystycznie większe liczby jaj niż w odwłokach samic żerujących na liściach opryskanych rutyną lub kwercetyną ($F=7,21$; $p<0,001$) (tab. 1).

WPLYW ANTYFIDANTÓW NA ROZMIAR SZKÓD POWODOWANYCH PRZEZ CHRABĄSZCZA MAJOWEGO W WARUNKACH PÓLPOLOWYCH. Stwierdzono istotne statystycznie różnice między liczbami wizyt chrząszczy na gałęziach opryskanych i nieopryskanych – kontrolnych ($F=6,402703$; $p=0,004$). W każdym wariancie chrząszcze częściej przebywały na gałęziach nietraktowanych. Porównanie liczby wizyt chrząszczy na gałęziach traktowanych antyfidantami wykazało, że najrzadziej przebywały one na gałęziach opryskanych rutyną, a najczęściej na gałęziach traktowanych kwercetyną (tab. 2).

Wykazano statystyczne różnice między liczbami liści uszkodzonych przez chrabąszcza w poszczególnych wariantach doświadczenia ($F=20,14263$; $p=0,001$). W każdym z wariantów chrząszcze żerowały intensywniej na liściach nieopryskanych niż na opryskanych antyfidantami. Najmniej liści z żerowiskami chrabąszczy stwierdzono na gałęziach traktowanych rutyną, więcej na gałęziach opryskanych wyciągiem z olszy i kwercetyną (tab. 2).

Dyskusja

Pierwsze polskie prace wskazujące na możliwość wykorzystania roślin do ograniczania szkód wyrządzanych przez chrabąszcze pochodzą z końca XIX wieku. Satkowski [1899] zaobserwował, że powierzchni upraw leśnych, na których wysiano grykę tatarską *Fagopyrum tataricum* Gaertn., były wolne od pędraków, występujących za to licznie na przyległych terenach, gdzie tej rośliny nie wysiewano. Rożyński [1926] zaobserwował, że pędraki chrabąszczy nie żerowały na korzeniach olszy czarnej, a na powierzchniach obsianych m.in. gryką i łubinem *Lupinus* L. występo-

Tabela 1.

Średnia (\pm odchylenie standardowe) liczba jaj w odwłokach samic *M. melolontha* na liściach *Q. robur* traktowanych antyfidantami

Mean (\pm standard deviation) number of eggs in the abdomens of *M. melolontha* females on the *Q. robur* leaves treated with antifeedants

	Jaja
Rutyna	7,23 \pm 6,28a
Kwercetyna	5,13 \pm 6,39a
Wyciąg z olszy czarnej	11,23 \pm 4,32b
Kontrola	14,43 \pm 3,86b

różne litery oznaczają różnice istotne statystycznie przy $p\leq 0,05$
various letters indicate difference significant at $p\leq 0,05$

Tabela 2.

Średnia (\pm odchylenie standardowe) liczba wizyt chrząszczy *M. melolontha* oraz uszkodzonych liści *Q. robur* w testach wyboru

Mean (\pm standard deviation) number of *M. melolontha* visits and damaged *Q. robur* leaves in choice tests

	Wizyty na liściach		Liście uszkodzone	
	opryskanych	nieopryskanych	opryskane	nieopryskane
Rrutyna	2,0 \pm 1,0a	4,7 \pm 0,6b	2,7 \pm 1,5a	22,3 \pm 7,5b
Wyciąg z olszy	5,0 \pm 1,0b	7,0 \pm 3,0bc	14,7 \pm 1,0b	51,0 \pm 9,5c
Kwercetyna	6,3 \pm 0,6bc	8,0 \pm 1,0c	6,6 \pm 1,5a	33,3 \pm 11,3bc

oznaczenia jak w tabeli 1
denotes as in table 1

wały w glebie znacznie głębiej niż na powierzchniach, gdzie tych roślin nie było. Podobnie Ulatowski [1932] stwierdził znaczne zmniejszenie liczby pędraków na uprawach, na których przed posadzeniem drzew wysiano grykę. Po blisko 60 latach Malinowski i in. [1999] również wykazali redukcję liczebności populacji pędraków na powierzchniach obsianych gryką.

W poszukiwaniu przyczyn repelentnego działania gryki na owady wykonano analizy chemiczne tej rośliny, w wyniku których wykryto związki z grupy flawonoidów: rutynę (3-rutynozyd kwercetyny), kwercetynę (3-ramnozyd kwercetyny) i hiperozyd (3-galaktozyd kwercetyny) występujące w gryce w bardzo dużych ilościach [Campbell 1997]. W kolejnych badaniach potwierdzono antyfidantne działanie tych związków na mszyce [Dreyer, Jones 1981] i na motyle z rodzaju *Heliothis* [Harbourne 1997]. Natomiast Parmar i Walia [2001] wymienili rutynę w grupie związków powodujących deformacje poczwerek i śmiertelność larw *Manduca sexta* L. oraz stonki ziemniaczanej *Leptinotarsa decemlineata* Say.

W prezentowanych badaniach laboratoryjnych wykazano zwiększoną śmiertelność oraz obniżoną intensywność żerowania chrabąszcza majowego na liściach dębu *Q. robur* opryskanych roztworem rutyny. Ponadto samice tego gatunku hodowane na pokarmie traktowanym rutyną i kwercetyną miały w odwłokach mniejszą liczbę dojrzałych jaj niż samice żerujące na liściach nietraktowanych. W literaturze brak jest informacji dotyczących wpływu rutyny i kwercetyny na rozwój imagines chrabąszczy *M. melolontha* lub *M. hippocastani*. Najwięcej badań z zakresu oddziaływania związków botanicznych na wymienione gatunki chrabąszczy dotyczy zastosowania azadirachtyny wyizolowanej z miodli indyjskiej *Azadirachta indica* A. Juss. Liczne badania potwierdziły, że azadirachtyna ma właściwości antyfidantne oraz powoduje zwiększoną śmiertelność chrząszczy *Melolontha* spp. [Kaethner 1991; Schnetter i in. 1996; Rhode 1997; Hummel, Kleberg 2004]. Związek ten obniża również płodność samic chrabąszcza majowego i kasztanowca. Doświadczenia wykonane w Niemczech wykazały, że samice obu gatunków chrabąszczy żerujących na dębach szypułkowych opryskanych biopreparatami zawierającymi azadirachtynę (25-50 g w 1 l) w dawkach około 2 l/ha nie składały jaj [Rhode 1996] lub składały ich znacznie mniej w porównaniu z populacją kontrolną [Schnetter i in. 1996].

W opisywanych badaniach nie stwierdzono wpływu związków zawartych w olszy czarnej na intensywność żerowania i śmiertelność chrząszczy *M. melolontha*. Poza tym w odwłokach samic karmionych liśćmi opryskanymi wyciągiem z olszy i nietraktowanymi stwierdzono zbliżoną liczbę jaj, co świadczy o braku wpływu związków zawartych w olszy na płodność samic chrabąszcza majowego. Inne wyniki uzyskały Woreta i Sukovata [2010], które hodując chrząszcze chrabąszcza kasztanowca na liściach różnych gatunków drzew, zaobserwowały zahamowanie rozwoju, obniżenie płodności oraz zwiększoną śmiertelność owadów żerujących na olszy czarnej. Jednocześnie autorki te wykazały, że najlepszym pokarmem dla chrząszczy były liście dębu szypułkowego, o czym świadczyła najwyższa przeżywalność oraz przyrost masy ciała, a także zwiększona płodność owadów hodowanych na tym gatunku drzewa. Być może przyczyną tak odmiennych wyników uzyskanych w niniejszych badaniach był fakt, że związki znajdujące się w wyciągu z olszy czarnej nie miały antyfidantnego wpływu na chrząszcze, ponieważ nanoszone były na liście dębu szypułkowego, które stanowią najlepszy gatunkowo pokarm dla chrabąszczy [Woreta, Sukovata 2010].

Również w warunkach półpolowych liście dębu opryskane roztworem rutyny były mniej atrakcyjne jako pokarm, co spowodowało spadek intensywności żerowania chrząszczy chrabąszcza majowego. Nie wykazano natomiast repelentnego oddziaływania kwercetyny i wyciągu z liści olszy. Należy przypuszczać, że opryskiwanie drzewostanów dębowych roztworami rutyny może ograniczać szkody powodowane przez chrabąszcze w lasach. Jednak potwierdzenie tych przypuszczeń musi być poprzedzone aplikacjami rutyny w doświadczeniach terenowych.

Wnioski

- ✦ W warunkach laboratoryjnych stwierdzono zwiększoną śmiertelność oraz obniżoną intensywność żerowania chrząszczy i płodność samic chrabąszcza majowego hodowanego na liściach dębu szypułkowego opryskanych roztworem rutyny. Hodowla chrząszczy na pokarmie traktowanym roztworem kwercetyny i wyciągiem z liści olszy czarnej nie miała wpływu na ich rozwój i płodność.
- ✦ Wyniki uzyskane w testach wyboru przeprowadzonych w warunkach półpolowych wykazały, że chrząszcze chrabąszcza majowego unikały żerowania na liściach dębu szypułkowego opryskanych roztworem rutyny. Natomiast w równym stopniu żerowały na pokarmie traktowanym roztworem kwercetyny i wyciągiem z liści olszy czarnej, a także na liściach kontrolnych.

Literatura

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Campbell C. G. 1997. Buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crops Plant Research, Rome.
- Dreyer D. L., Jones K. C. 1981. Feeding deterrence of flavonoids and related phenolics towards *Schizaphis graminum* and *Myzus persicae*: Aphid feeding deterrents in wheat. *Phytochemistry* 20 (11): 2489-2493.
- Eilenberg J., Nielsen C., Harding S., Vestergaard S. 2006. Biological control of scarabs and weevils in Christmas trees and greenery plantations. W: Eilenberg J., Hokkanen H. M. T. [red.]. *An ecological and societal approach to biological control*. Springer. 247-255.
- Głowacka B., Sierpińska A. 2012. Control of adult cockchafers *Melolontha* spp. with Mospilan 20 SP. *Folia Forestalia Polonica S-A* 54 (2): 109-115.
- Harbourne J. B. 1997. *Ekologia biochemiczna*. PWN, Warszawa.
- Hummel E., Kleberg H. 2004. Experiences with the control of cockchafer with NeemAzal T/S – an overview. *Newsletter of the German Plant Protection Service* 55 (5): 117-119.
- Kaethner M. 1991. Potential of neem seed kernel products for the control of the cockchafer *Melolontha hippocastani* F. and *M. melolontha* L. (*Col. Scarabaeidae*). *Journal of Applied Entomology* 112: 345-352.
- Keller S., Zimmermann G. 2005. Scarabs and other soil pests in Europe: situation, perspectives and control strategies. *IOBC/WPRS Bulletin* 28 (2): 9-12.
- Korczyński I., Owczarek I. 2001. Reactions of the large pine weevil *Hylobius abietis* (L.) to the smell of selected plant species. *Scientific Papers of Agricultural University of Poznań, Forestry* 4: 107-111.
- Kuzmiński R. 2002. Reakcje szeliniaka sosnowca – *Hylobius abietis* L. (*Coleoptera: Curculionidae*) na zapach soków wykonanych z wybranych gatunków roślin. *Sylwan* 146 (11): 83-87.
- Lakatos T., Tóth T. 2006. Biological control of European cockchafer larvae (*Melolontha melolontha* L.) – preliminary results. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14 (3): 73-78.
- Łabanowska B., Bednarek H. 2011. Efficacy of *Beauveria brongniartii* as Melocont in the control of the European cockchafer (*Melolontha melolontha*). *IOBC/WPRS Bulletin* 66: 179-182.
- Malinowski H. 1997. Naturalne insektycydy z miodli indyjskiej (*Azadirachta indica*) w ochronie lasu. *Sylwan* 141 (7): 45-55.
- Malinowski H. 2009. Badania nad nowymi insektycydami do ochrony szkótek i upraw leśnych przed szkodnikami korzeni. *Notatnik Naukowy IBL XVII*.
- Malinowski H. 2011. Wrażliwość trzeciego stadium pędraków chrabąszczy (*Melolontha* spp.) na kontaktowe działanie insektycydów neonikotynoidowych. *Leśne Prace Badawcze* 72 (1): 17-20.
- Malinowski H., Woreta D., Dobrowolski M., Tarwacki G. 1999. Wskazanie optymalnych metod prognozowania i zwalczania szkodników glebowych z uwzględnieniem charakterystyki zalecanych insektycydów na glebach o różnej wilgotności i pH. *Dokumentacja IBL, Sękocin Stary*.
- Månsson P. E., Eriksson C., Sjödin K. 2005. Antifeedants against *Hylobius abietis* pine weevils: An active compound in extract of bark of *Tilia cordata* linden. *Journal of Chemical Ecology* 31: 989-1001.
- Parmar B. S., Walia S. 2001. Prospects and problems of phytochemical biopesticides. W: Koul O., Dhaliwal G. S. [red.]. *Phytochemical biopesticides*. Harwood Academic Publishers: 133-210.
- Peters A., Galarza M. 2002. Evaluation of a new *Steinernema* sp. of *Melolontha melolontha* and *Amphimallon solstitiale*. *IOBC/WPRS Bulletin* 25: 23-28.

- Rhode M. 1997. Effects of 'Neem Azal' on vitality and fertility of *Melolontha hippocastani*. Practice oriented results on use and production of neem ingredients and pheromones. Proceedings of the 5th Workshop, 22-25 January 1996, Wetzlar. 75-80.
- Rożyński F. 1926. W sprawie walki z chrabąszczem majowym. Przegląd Leśniczy 1: 32-38.
- Satkowski K. 1899. Przyczynki do środków tępienia pędraka. Sylwan 3: 52-54.
- Schlyter F. 2004. Semiochemicals in the life of bark feeding weevils. W: Lieutier F. i in. [red.]. Bark and wood boring insects in Living Trees in Europe, a synthesis. Springer. 351-364.
- Schnetter W., Mittermüller R., Fröschle M. 1996. Control of the cockchafer *Melolontha melolontha* in the Kreichgau with neem Azal – T/S. IOBC WPRS Bulletin 19 (2): 95-99.
- Ulatowski W. 1932. Przykład walki z pędrakiem. Echa Leśne 1: 5-6.
- Woreta D. 1997. Możliwości ograniczania szkód powodowanych przez pędraki chrabąszczowatych (*Melolonthinae*) metodami niechemicznymi. Sylwan 141 (5): 29-39.
- Woreta D., Sukovata L. 2010. Wpływ pokarmu na rozwój chrząszczy chrabąszcza kasztanowca (*Melolontha hippocastani* F.) (*Coleoptera, Melolonthidae*). Leśne Prace Badawcze 71 (2): 195-199.

SUMMARY

Impact of botanical antifeedants on the development of *Melolontha melolontha* L. beetles

The study aimed to determine the possible use of environmentally safe botanical compounds that inhibit insect feeding (antifeedants) to reduce the damage caused by the beetles of cockchafer *Melolontha melolontha* in the forests. Laboratory and semi-field experiments were performed to evaluate antifeedant activity of rutin and quercetin (flavonoids isolated from buckwheat *Fagopyrum esculentum*), and an extract from the leaves of black alder *Alnus glutinosa* against beetles. In the laboratory, the beetles were reared on the leaves of oak *Quercus robur* sprayed with solutions of tested antifeedants. Then, the mortality and intensity of insect feeding as well as female fertility was evaluated every 2 weeks. In addition, the choice tests were established in semi-field conditions (in garden pavilions set in the open field) to compare the attractiveness of oak leaves treated with antifeedants with untreated ones as a food for the beetles.

We found an increased mortality and decreased intensity of feeding beetles and female fertility reared on oak leaves sprayed with a solution of rutin (fig. 1, 2; tab. 1). The rearing of beetles on the leaves sprayed with a solution of quercetin or an extract from the leaves of black alder had no effect on their development and fertility. The beetles avoided feeding on oak leaves sprayed with rutin (tab. 2), however they were feeding with the same intensity on the leaves treated with quercetin and extract from the leaves of black alder and on untreated plants.