

## Wpływ pokarmu na imagines chrabąszczy *Melolontha melolontha* i *M. hippocastani*

Effects of food source quality on the adults of *Melolontha melolontha* and *M. hippocastani*

Danuta Woreta\*, Sławomir Lipiński, Robert Wolski

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

\*Tel. +48 22 7150551, e-mail: D.Woreta@ibles.waw.pl

**Abstract.** This paper presents the results of studies on the life span, survival, weight and fecundity of the forest cockchafer (*Melolontha hippocastani*, Fabricius, 1801) and the common cockchafer (*Melolontha melolontha*, Linnaeus, 1758) beetle feeding on *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L., *Larix decidua* Mill., *Prunus serotina* (Ehr.) Borkh., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus nigra* L. and *Sorbus aucuparia* L. em. Hedl. The lifespan and weight of beetles as well as female fertility were examined in 2011 and 2013. Specimen for laboratory tests were collected in the field shortly after leaving their overwintering sites in the soil and identical experimental protocols were applied to both examined species. 576 and 432 beetles were tested in 2011 and 2013, respectively. In 2011, beetles were feeding on *A. glutinosa*, *B. pendula*, *F. sylvatica*, *L. decidua*, *Q. petraea* leaves and on *C. betulus*, *P. serotina*, *R. pseudoacacia*, *S. aucuparia* and *S. nigra* in 2013. Both years, beetles feeding on *Q. robur* leaves were examined as a control. Our results showed that feeding on leaves of *Q. robur* and *Q. petraea* had the largest positive impact on the life time, weight and fecundity of the studied beetles. Leaves of *F. sylvatica* and *L. decidua* also constituted an adequate food source for the development of *M. melolontha*. *M. hippocastani*, however, did not perform as well when feeding on these two tree species. Females of *M. melolontha* reared on leaves of *B. pendula* did not lay eggs. The following plant species had a negative impact on the survival and development of the collected specimen and female fertility: *A. glutinosa*, *S. nigra*, *P. serotina* and *R. pseudoacacia*. Neither beetle species fed on the leaves of *A. glutinosa* or *S. nigra*.

**Keywords:** forest cockchafer, common cockchafer, forest pests, relative growth rate, mortality, food quality

### 1. Wstęp

Zwiększona aktywność chrabąszczy – majowego *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) i kasztanowca *Melolontha hippocastani* (Fabricius, 1801) – obserwowana jest zarówno w Polsce (Woreta 1995, 2015a), jak i na terenie innych państw europejskich (Zelger 1996; Brenner, Keller 1996; Strasser, Schinner 1996; Kronauer 2010; Švestka 2010) od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Z literatury polskiej i zagranicznej wynika, że chrabąszcze od dawna skupiały na sobie uwagę naukowców (Karpiniński 1950) i hodowców lasu (Rożyński 1926) i nadal wzbudzają zainteresowanie oraz niepokój związany z trwającą od wielu lat silną gradacją tych szkodników na terenie Europy (Ott et al. 2006; Kronauer 2007, 2010). To szczególne zainteresowanie chrabąszczami wynika z rozmiaru szkód, jakie owady te wyrządzają w środowisku leśnym.

W czasie silnych gradacji chrabąszczy ich larwy, zwane pędrakami, powodują poważne uszkodzenia korzeni roślin w uprawach i szkółkach leśnych, często doprowadzając do ich zamierania. Owady doskonałe, prowadząc żer uzupełniający w koronach drzew, uszkadzają ich aparat asymilacyjny i przyczyniają się do osłabienia kondycji drzew i zwiększenia ich podatności na niekorzystny wpływ środowiska. Chrząszcze pojawiają się w maju i są przez około dwa miesiące widoczne w koronach drzew, głównie gatunków liściastych, ale również modrzewia, na którego igłach chętnie żerują. Po zapłodnieniu samice zagrzebują się w ziemi i składają jaja. Po złożeniu pierwszej partii jaj ponownie pojawiają się w koronach drzew, kontynuując żerowanie. Większość samic składa w sumie kilka ziół jajowych w kilkudniowych odstępach. Pędraki żerujące na korzeniach drzew i krzewów są trudno dostępne, stąd w przeszłości stosowano przeciw nim różne metody zwalczania (Woreta 1997, 2015b).

Wpłynęło: 24.09.2015 r., zrecenzowano: 21.10.2015 r., zaakceptowano: 14.12.2015 r.

W związku z trwającą od wielu lat gradacją chrabąszczy powstały na terenie Polski, tzw. trwałe pędraczyśka, czyli miejsca trudne do odnowienia z powodu intensywnego żerowania pędraków na korzeniach sadzonek. Od wielu lat systematycznie wzrasta zagrożenie przez pędraki zarówno upraw leśnych, jak i starszych drzewostanów liściastych powodowane przez chrząszcze. W sytuacji coraz bardziej restrykcyjnego ograniczania środków chemicznych, które do niedawna były jedynym skutecznym sposobem walki z tymi szkodnikami, pojawiła się pilna potrzeba znalezienia innych, niechemicznych sposobów ograniczania nadmiernej liczebności chrabąszczy. Wobec tego wzrosło znaczenie wszelkich hodowlanych, agrotechnicznych i biologicznych metod ochrony roślin.

Przeprowadzone badania miały na celu poszerzenie wiedzy na temat biologii i ekologii chrabąszczy, a w szczególności ocenę wpływu rodzaju pokarmu na przyrost masy ciała, przeżywalność i płodność. Lepsze poznanie biologii owadów, a także ich preferencji pokarmowych może przyczynić się do wypracowania strategii ochrony lasu przed tymi szkodnikami.

## 2. Materiały i metody badań

### 2.1. Materiał biologiczny

W badaniach zastosowano następujący materiał biologiczny:

- owady dorosłe *M. hippocastani* (zebrane z terenu Nadl. Jabłonna w 2011 r. i z terenu Nadl. Radom w 2013 r.),
- owady dorosłe *M. melolontha* (zebrane z terenu Nadl. Brzeziny w 2011 r. i z terenu Nadl. Radom w 2013 r.),
- ulistnione pędy brzozy brodawkowatej *Betula pendula* Roth., buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L., bzu czarnego *Sambucus nigra* L., czeremchy amerykańskiej *Prunus serotina* (Ehr.) Borkh., dębu bezszypułkowego *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., dębu szypułkowego *Quercus robur* L., grabu zwyczajnego *Carpinus betulus* L., jarzębu pospolitego *Sorbus aucuparia* L. em. Hedl., modrzewia europejskiego *Larix decidua* Mill., olszy czarnej *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. i robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* L., stanowiące pokarm dla owadów (zebrane z terenu Nadl. Chojnów).

### 2.2. Metodyka badań

Badania prowadzono w latach 2011 i 2013. Dorosłe chrabąszcze zbierano w terenie, wkrótce po opuszczeniu przez nie miejsc zimowania w ziemi. Chrabąszcze pozyskano w ciągu jednego dnia, natychmiast po otrzymaniu informacji z terenu o ich pojawieniu się. Badania preferencji pokarmowych chrabąszczy przeprowadzono na liściach gatunków tworzących drzewostan oraz na roślinach znajdujących się w niższych warstwach lasu (podszyt). W sumie badaniom poddano jedenaście gatunków roślin.

W 2011 r. ocenę roślin pod względem ich oddziaływania na owady przeprowadzono na: brzozie brodawkowatej, buku zwyczajnym, dębie bezszypułkowym, dębie szypułko-

wym, modrzewiu europejskim i olszy czarnej. Do badania długości życia i przyrostu masy ciała chrabąszczy użyto 360 dorosłych owadów, tj. po 180 sztuk dla każdego gatunku. W tym celu na roślinach znajdujących się w szklanych kloszach umieszczano po 5 samic i 5 samców chrabąszczy. Klosze od góry zabezpieczono gazą. Każdy wariant doświadczenia powtórzono trzykrotnie. Na liściach każdego gatunku rośliny żerowało w sumie 30 owadów. Obserwacje długości życia oraz zmiany masy ciała chrabąszczy prowadzono od 5 maja do 29 czerwca. Przyrost masy ciała zarówno samic, jak i samców określono po żerowaniu od 5 do 11 maja, czyli po pierwszych 6 dniach. Badania przeprowadzono w szklarni.

W 2013 r. badaniami objęto ponownie dąb szypułkowy, jako roślinę porównawczą, oraz bez czarny, czeremchę amerykańską, grab zwyczajny, jarzab pospolity i robinie akacjową. W badaniach wykorzystano 216 owadów, po 108 sztuk dla każdego gatunku. Badane rośliny umieszczano w kloszach, do których następnie wkładano po 3 samce i 3 samice chrabąszczy. Każdy wariant powtórzono trzykrotnie – tym samym na liściach każdego gatunku rośliny żerowało po 18 owadów. Obserwacje długości życia chrabąszczy oraz kontrolę masy ciała owadów obu gatunków prowadzono od 30 kwietnia do 12 lipca. Przyrost masy ciała samic i samców chrabąszcza kasztanowca określono w dniach 30.04 – 06.05, a chrabąszcza majowego 13.05 – 20.05, czyli po pierwszych sześciu i siedmiu dniach żerowania. Badania prowadzono w warunkach naturalnych.

W czasie trwania doświadczeń dwa razy w tygodniu wymieniano ulistnione pędy roślin, wodę w naczynkach oraz kontrolowano masę ciała owadów i ich śmiertelność. Masę ciała chrabąszczy określano z dokładnością do 0,001 g przy użyciu wagi AD 300 (Axis sp. z o.o., Gdańsk, Polska).

Do badania płodności samic w latach 2011 i 2013 użyto 216 chrząszczy, po 108 sztuk dla każdego gatunku owada. W pierwszym etapie tego doświadczenia samice wraz z samcami umieszczone zostały w kloszach. Na liściach badanych roślin umieszczano po 6 owadów – 4 samice i 2 samce. Każdy wariant powtórzono trzykrotnie. Po 11 dniach (w 2011 r.) lub po 10 dniach (w 2013 r.) wspólnego żerowania samic i samców w kloszach z każdego gatunku rośliny wybrano po 10 samic w celu zbadania ich płodności. Samice umieszczono pojedynczo w kloszach wypełnionych w 1/3 objętości piaskiem. Ponieważ samice składają jaja w kilkudniowych odstępach, a w międzyczasie żerują, do klosza włożono również naczynko z wodą i tą samą rośliną, na której samica dotychczas żerowała. Co dwa dni uzupełniano wodę i wymieniano rośliny na świeże. Po ok. 3 tygodniach rozpoczęto przeszukiwanie piasku w celu określenia liczby jaj złożonych przez samice.

### 2.3. Analiza matematyczna i statystyczna

Do oceny zmiany masy imagines chrabąszczy wykorzystano współczynnik względnego przyrostu masy ciała (RGR), który obliczano wg wzoru (Lazarevic et al. 2002):

$$RGR = \frac{(M_t - M_0)}{(T_{t-0} \times M_0)}$$

gdzie:

$M_0$  i  $M_t$  – początkowa i końcowa masa ciała owada (g),

$T_{t-0}$  – liczba dni między początkowym i końcowym ważeniem.

Dla imagines RGR obliczano po tygodniu od początku hodowli, ponieważ w tym czasie żerowanie owadów było najbardziej intensywne. Do porównania średnich RGR osiągniętych przez imagines na pokarmie pochodzącym z różnych gatunków drzew zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, a w przypadku niespełnienia jej założeń – nieparametryczny test Kruskala-Wallisa z następnym porównaniem średnich rang.

Do oceny istotności różnic pomiędzy średnią liczbą jaj, składanych przez samice chrząszcza kasztanowca i chrząszcza majowego, które żerowały na liściach różnych gatunków roślin, zastosowano test nieparametryczny RIR Tukeya dla prób o równych liczebnościach.

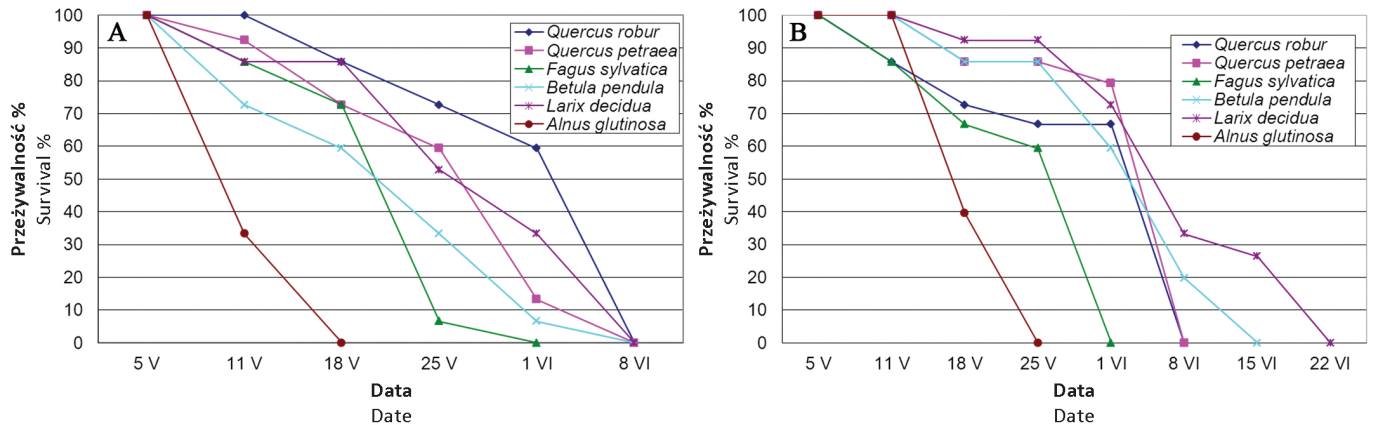
### 3. Wyniki

#### 3.1. Wpływ głównych gatunków drzew leśnych na przyrost masy ciała i przeżywalność chrząszczy

##### Długość życia

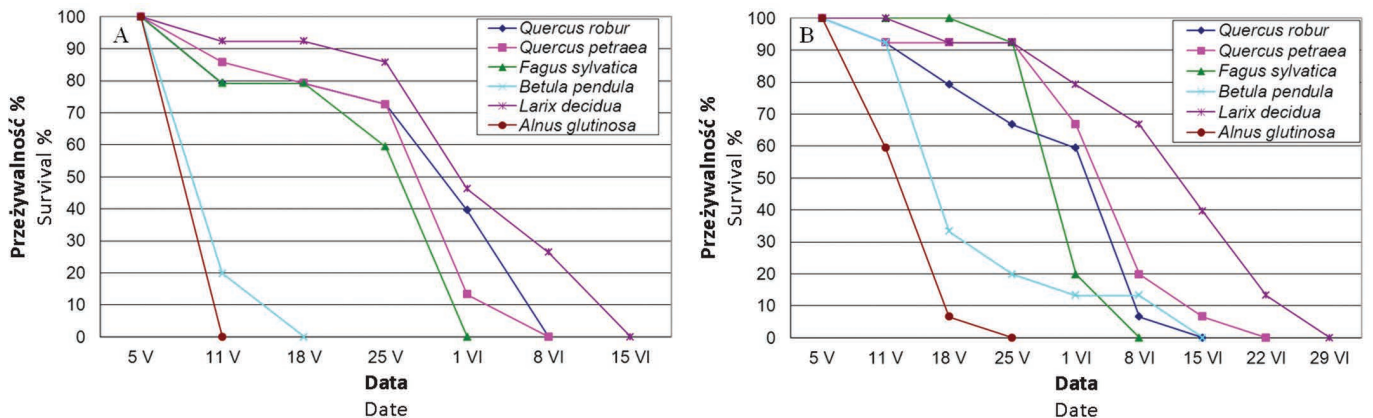
Wyniki badań przeprowadzonych w 2011 r. wykazały, że samce chrząszcza kasztanowca żerujące na liściach olszy czarnej żyły najkrócej – tylko dwa tygodnie. Na liściach buka śmiertelność 100% liczby samców odnotowano po czterech tygodniach, natomiast chrząszcze żerujące na pozostałych gatunkach drzew żyły dłużej, bo przez pięć tygodni (ryc. 1A). Spośród samic chrząszcza kasztanowca najdłużej żyły te, które żerowały na igłach modrzewia (do 7 tygodni), a najkrócej – tylko trzy tygodnie – żyły samice na liściach olszy czarnej (ryc. 1B).

Podobnie jak w przypadku samców chrząszcza kasztanowca samce chrząszcza majowego żerujące na liściach olszy czarnej żyły najkrócej, tzn. przez około 7 dni (ryc. 2A).



Rycina 1. Przeżywalność samców (A) i samic (B) chrząszczy chrząszcza kasztanowca żerujących na liściach różnych gatunków drzew w warunkach laboratoryjnych w 2011 r.

Figure 1. The survival of adult males (A) and females (B) of the forest cockchafer feeding on leaves of different tree species in the laboratory in 2011



Rycina 2. Przeżywalność samców (A) i samic (B) chrząszczy chrząszcza majowego żerujących na liściach różnych gatunków drzew w warunkach laboratoryjnych w 2011 r.

Figure 2. The survival of adult males (A) and females (B) of the may cockchafer feeding on the leaves of different tree species in the laboratory in 2011

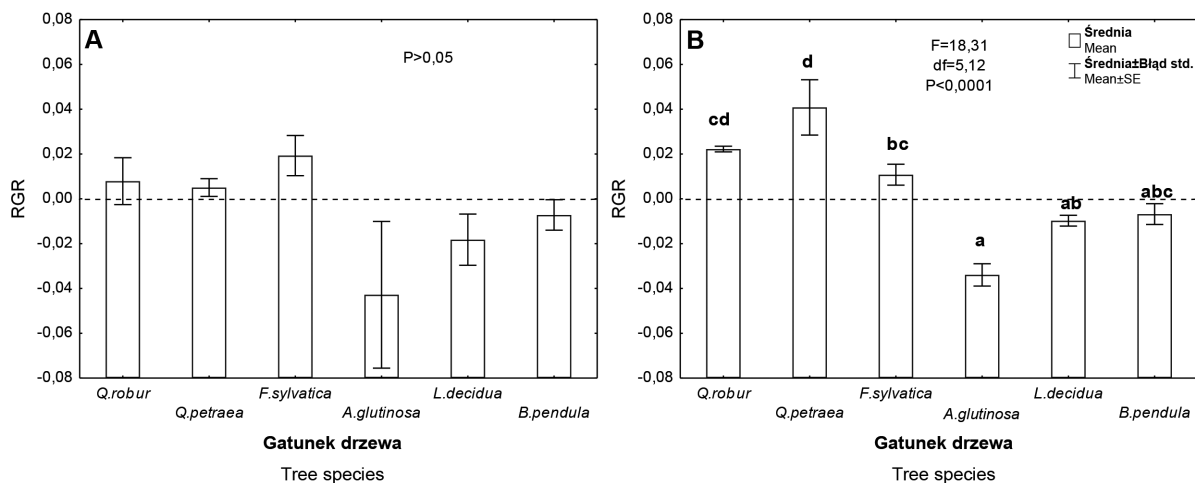
Dwukrotnie dłużej żerowały samce, którym jako pokarm podawano liście brzozy, a najdłużej żyły samce żerujące na igłach modrzewia – ok. 6 tygodni. Podobnie jak samce, samice tego gatunku żerowały najdłużej na igłach modrzewia (8 tygodni), a najkrócej – na liściach olszy (trzy tygodnie) (ryc. 2B). U obydwu gatunków chrabąszczy samice żyły o dwa tygodnie dłużej niż samce.

### Masa ciała

W okresie od 5 do 11 maja 2011 r. nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu badanych roślin na RGR samców chrabąszczy kasztanowca (ryc. 3A). W przypadku samic największy przyrost masy ciała odnotowano na liściach dębu bezszypułkowego i różnił się on istotnie statystycznie od RGR samic na pozostałych gatunkach drzew,

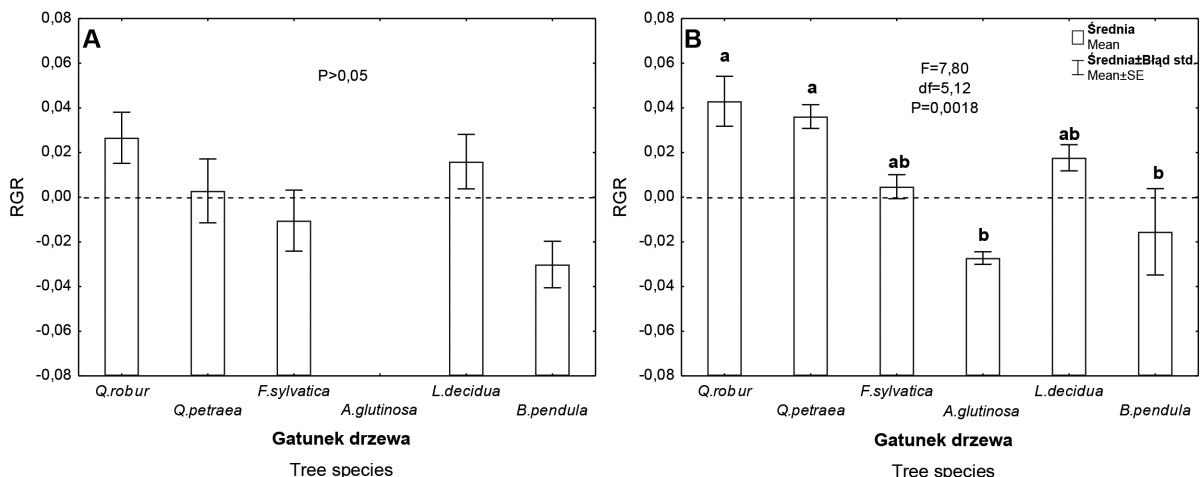
oprócz dębu szypułkowego (ryc. 3B). Najmniejszy ujemny RGR obserwowano u imagines obu płci odżywiających się liśćmi olszy, a w następnej kolejności – modrzewia i brzozy.

W tym samym okresie największe wartości RGR osiągnęły samce chrabąszczy majowego żerujące na liściach dębu szypułkowego i modrzewia. Na liściach buka i brzozy RGR uległ zmniejszeniu, a na liściach olszy po tygodniu trwania doświadczenia nie było już żadnego żywego samca (ryc. 4A). Wykazane różnice nie były jednak istotne statystycznie. Podobnie jak w przypadku samic chrabąszczy kasztanowca, RGR samic chrabąszczy majowego był największy u osobników żerujących na liściach obu gatunków dębu, a najmniejszy i istotnie mniejszy niż w przypadku dębów dla samic żerujących na liściach olszy i brzozy (ryc. 4B). Buk i modrzew zajmowały pośrednią pozycję pod względem jakości pokarmowej.



Rycina 3. Względny przyrost masy ciała samców (A) i samic (B) chrabąszczy kasztanowca żerujących na liściach różnych gatunków drzew w warunkach laboratoryjnych w okresie 5–11 maja 2011 r.

Figure 3. Relative weight gain of males (A) and females (B) of the forest cockchafer feeding on the leaves of various tree species in the laboratory in the period 5–11 May 2011



Rycina 4. Względny przyrost masy ciała samców (A) i samic (B) chrabąszczy majowego żerujących na liściach różnych gatunków drzew w warunkach laboratoryjnych w okresie 5–11 maja 2011 r.

Figure 4. Relative weight gain of males (A) and females (B) of the may cockchafer feeding on the leaves of various tree species in the laboratory in the period 5–11 May 2011

## Płodność

Nie udało się określić płodności samic w dedykowanym temu zagadnieniu doświadczeniu ze względu na dużą śmiertelność jaj w podłożu i ich szybki rozkład. Jednak w doświadczeniu dotyczącym badania długości życia owadów, gdzie samice nie miały możliwości składania jaj do gleby, zaobserwowano ich obecność na liściach (ryc. 5).

Liczba znalezionych ziół jajowych na liściach daje pewien pogląd na związek między rodzajem pokarmu a płodnością samic. W czasie kontroli chrabąszcza kasztanowca najczęściej ziół jajowych stwierdzono w kłozach z modrzewiem oraz dębami (ryc. 6). W kłozach, w których chrabąszcze żerowały na liściach brzozy, zaobserwowano jedno zióło, natomiast w kłozach z olszą ziół nie stwierdzono w ogóle. Więcej ziół jajowych zaobserwowano w kłozach z chrabąszczem majowym, który wydaje się lepiej znosił warunki panujące w szklarni,



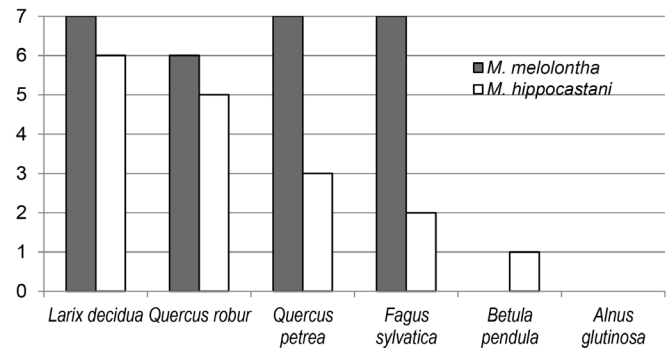
Rycina 5. Jaja chrabąszcza majowego na liściach buka  
Figure 5. May cockchafer eggs on the leaves of beech

zwłaszcza w upalną pogodę. Samice tego gatunku złożyły prawie identyczną liczbę ziół jajowych na modrzewiu i obydwu gatunkach dębu i buka, natomiast nie stwierdzono w ogóle jaj w przypadku żerowania chrabąszczy na liściach brzozy i olszy.

## 3.2. Wpływ gatunków rosnących w podszycie drzewostanów na przyrost masy ciała i przeżywalność chrabąszczy

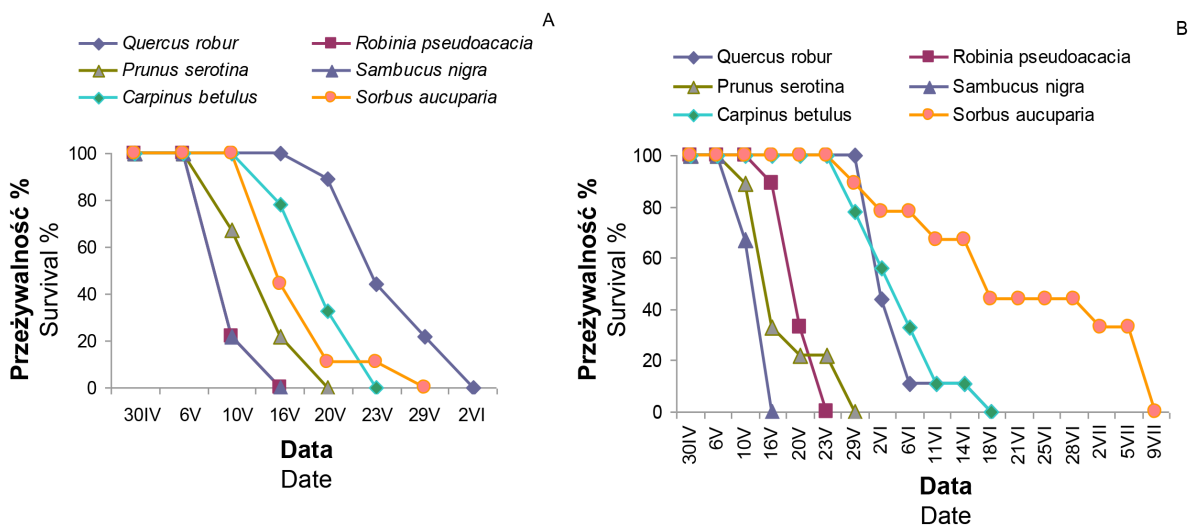
### Długość życia

Wyniki badań przeprowadzonych w 2013 roku wykazały, że najkrócej, tylko ok. 2 tygodnie, żyły samice i samce chrabąszcza kasztanowca żerujące na liściach bzu czarnego oraz samce żerujące na liściach robinii akacjowej (ryc. 7A, B). Natomiast samice żerujące na liściach jarzębu żyły ponad 70 dni, tj. o ok. 3 tygodnie dłużej niż owady żerujące na in-



Rycina 6. Liczba ziół jajowych złożonych przez samice *M. melolontha* i *M. hippocastani* w zależności od gatunku drzew, na których żerowały

Rycina 6. Number of egg masses laid by females of *M. melolontha* and *M. hippocastani* depending on trees species on which they were feeding on



Rycina 7. Przeżywalność samców (A) i samic (B) chrabąszczy kasztanowca żerujących na liściach różnych gatunków roślin w warunkach polowych w 2013 r.

Figure 7. The survival of adult males (A) and females (B) of the forest cockchafer feeding on the leaves of different plant species in field conditions in 2013

nych gatunkach roślin. Samce żyły najdłużej na liściach dębu szypułkowego – ok. 5 tygodni. Średnia długość życia samic była o ok. 2 tygodnie dłuższa niż samców.

Podobnie jak w przypadku chrząszczy chrabąszcza kasztanowca, samice i samce chrabąszcza majowego żyły najkrócej na liściach bzu czarnego (ryc. 8A, B). Najdłuższy okres życia – ok. 8 tygodni – zaobserwowano u samic, którym jako pokarm podawano liście grabu i jarzębiny. Żywotność samic na liściach dębu przez pierwszy miesiąc osiągała 100%, po czym w krótkim czasie zaczęła gwałtownie spadać (ryc. 8B). Samice i samce żyły dłużej na liściach dębu szypułkowego, jarzębu pospolitego i grabu zwyczajnego niż na pozostałych gatunkach roślin. Samce chrabąszcza majowego również żyły o ok. 2 tygodnie krócej niż samice.

### Masa ciała

Między 30 kwietnia a 6 maja średni względny przyrost masy ciała był dodatni i przyjmował największe wartości u samców chrabąszcza kasztanowca żerujących na liściach dębu szypułkowego, a w następnej kolejności – na liściach grabu i jarzębu. Ujemną wartość współczynnika RGR stwierdzono u osobników żerujących na liściach robinii akacyjowej, czeremchy i bzu czarnego (ryc. 9A). Wykazane różnice nie były jednak istotne statystycznie.

Zróznicowanie RGR u samic było większe niż u samców. Największy przyrost masy ciała miały osobniki żerujące na liściach dębu szypułkowego (ryc. 9B). Był on istotnie większy od RGR samic karmionych liśćmi innych gatunków drzew, oprócz grabu. Ujemną wartość RGR stwierdzono u osobników żerujących na liściach czeremchy i bzu czarnego.

W dniach 13–20 maja największy przyrost masy ciała samców chrabąszcza majowego odnotowano dla osobników

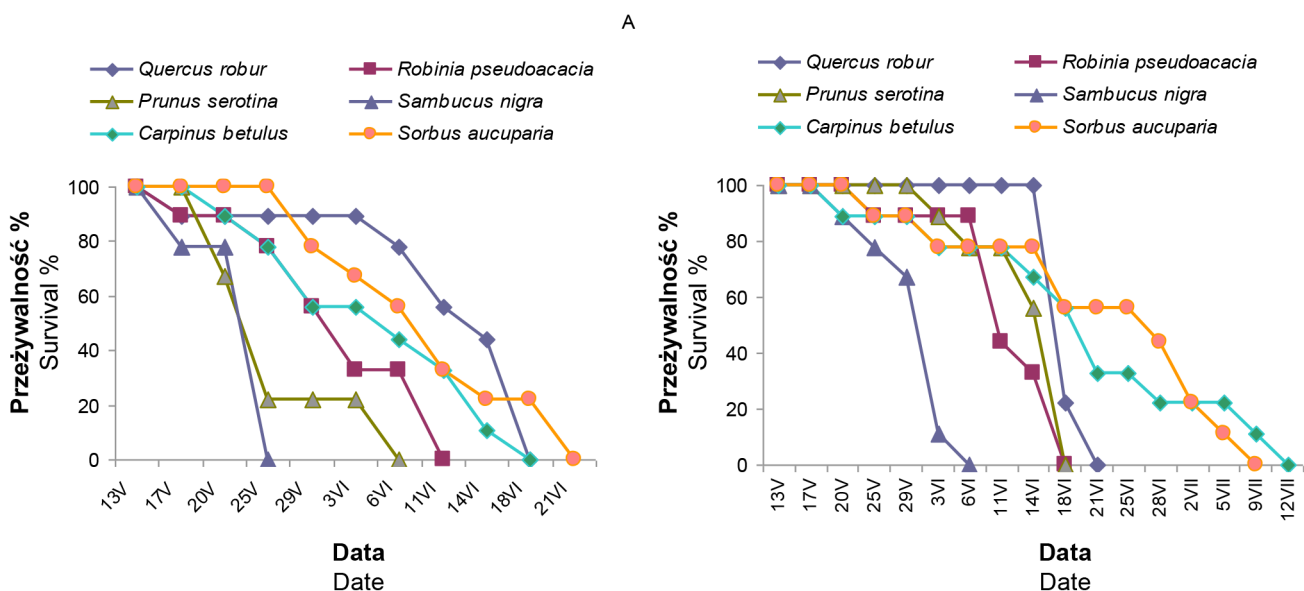
żerujących na liściach grabu zwyczajnego i dębu szypułkowego (ryc. 9A). Największy spadek masy ciała stwierdzono u samców żerujących na liściach bzu czarnego i czeremchy amerykańskiej. Różnice w RGR na różnych gatunkach drzew nie były jednak istotne statystycznie.

W przypadku samic sytuacja była podobna – przyrost masy ciała był dodatni u osobników żerujących na liściach dębu szypułkowego i grabu. RGR dla samic hodowanych na liściach bzu, czeremchy, robinii akacyjowej i jarzębu był ujemny, co oznacza, że masa ciała zmniejszyła się w badanym okresie, a w przypadku pierwszych trzech wymienionych gatunków był on istotnie mniejszy niż na dębie (ryc. 10B).

### Plodność

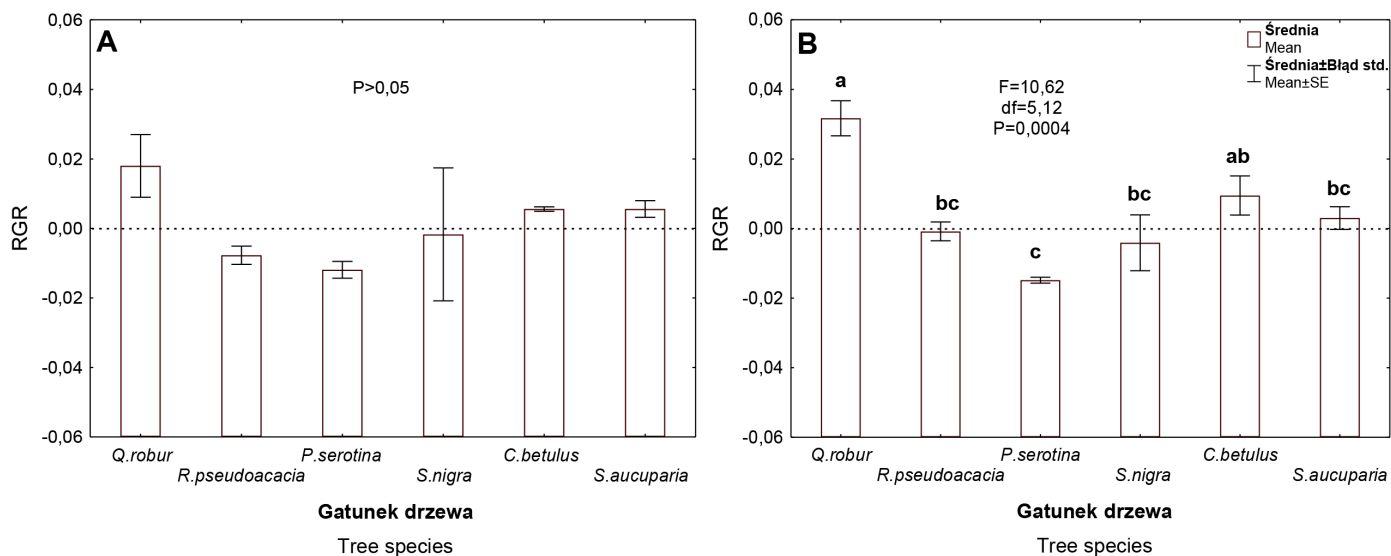
Samice chrabąszcza kasztanowca złożyły w sumie 209 jaj. Najwięcej złożyły w kloszach z dębem szypułkowym, średnia liczba przypadająca na jeden klosz wyniosła 14,3. Tylko w jednym kloszu z dziesięciu nie stwierdzono jaj. Spośród badanych drzew i krzewów liście dębu szypułkowego okazały się najbardziej wartościowym pokarmem dla samic chrabąszcza kasztanowca. Średnia liczba jaj złożonych przez te samice różniła się statystycznie istotnie od średnich liczb jaj złożonych przez samice w pozostałych wariantach doświadczenia (ryc. 11A). Jaja znaleziono również w czterech kloszach z jarzębem pospolitym (średnia liczba jaj – 4,4) oraz w jednym kloszu z czeremchą amerykańską (1,9) i grabem zwyczajnym (0,4). Samice żerujące w kloszach z liśćmi bzu czarnego i robinii akacyjowej nie złożyły jaj w ogóle. Nie ma statystycznie istotnych różnic między średnią liczbą jaj złożonych przez samice żerujące na pozostałych gatunkach roślin, oprócz dębu.

W trakcie prowadzenia hodowli chrabąszcza majowego znaleziono w sumie 561 jaj. Samice żerujące na liściach dębu



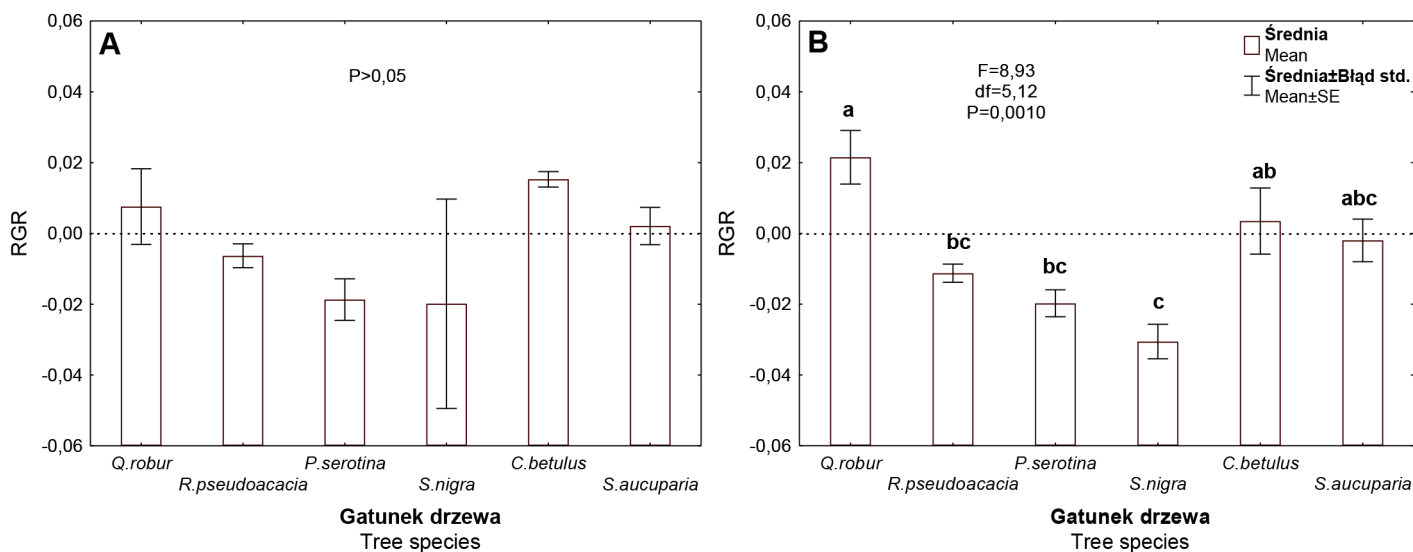
Rycina 8. Przeżywalność samców (A) i samic (B) chrząszczy chrabąszcza majowego żerujących na liściach różnych gatunków roślin w warunkach polowych w 2013 r.

Figure 8. The survival of adult males (A) and females (B) of the may cockchafer feeding on the leaves of various plant species in field conditions in 2013



Rycina 9. Względny przyrost masy ciała samców (A) i samic (B) chrabąszcza kasztanowca żerujących na liściach różnych gatunków roślin leśnych w warunkach polowych w okresie od 30 kwietnia do 6 maja 2013 r.

Figure 9. Relative weight gain of adult males (A) and females (B) of the forest cockchafer feeding on the leaves of various plant species in field conditions in the period from 30 April to 6 May 2013



Rycina 10. Względny przyrost masy ciała samców (A) i samic (B) chrabąszcza majowego żerujących na liściach różnych gatunków roślin leśnych w warunkach polowych w okresie od 13 do 20 maja 2013 r.

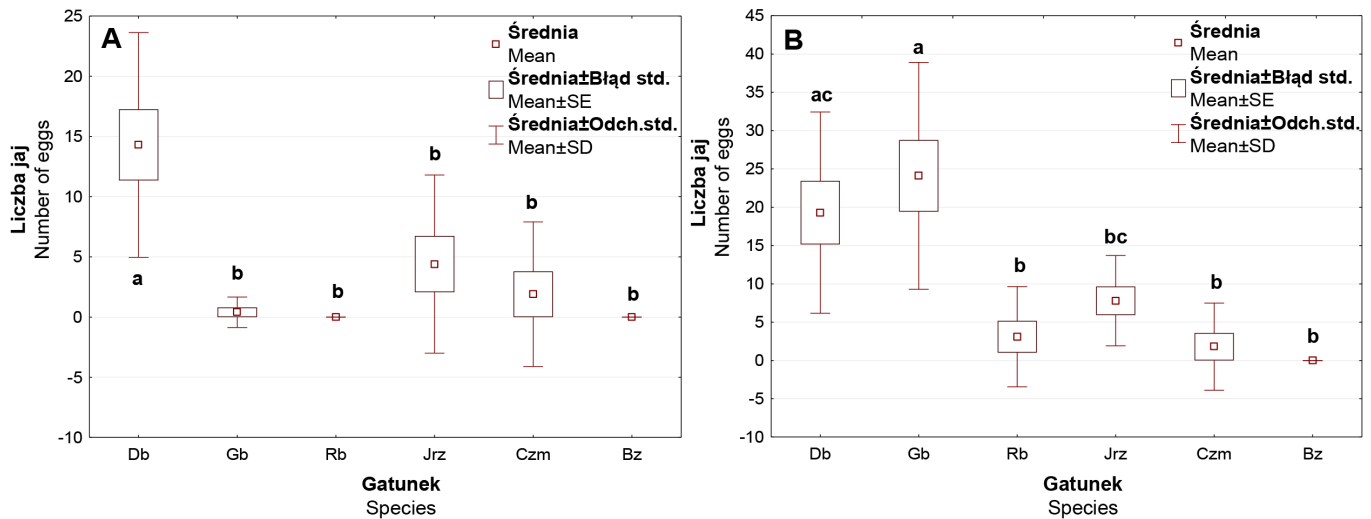
Figure 10. Relative weight gain of adult males (A) and females (B) of the may cockchafer feeding on the leaves of various plant species in field conditions during the period from 13 to 20 May 2013

i grabu złożyły 434 jaja. Średnia liczba jaj przypadająca na jeden kłosz z liśćmi grabu wyniosła 24,1 a z liśćmi dębu – 19,3. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między średnią liczbą jaj złożonych przez samice tych dwóch gatunków (11B). Nie ma również statystycznie istotnych różnic między średnią liczbą jaj złożonych przez samice żerujące na liściach dębu i jarzębu (7,8). Jaja znajdowały się również w dwóch kłoszach z robinia akacjową (3,1) i w jednym z czeremchą amerykańską (1,8) W doświadczeniu z chrabąszczem majowym nie stwierdzono złożów jajowych tylko w przypadku samic karmionych

liśćmi bzu czarnego. Nie ma statystycznie istotnych różnic między średnią liczbą jaj złożonych przez samice żerujące na liściach jarzębu, robinii, czeremchy i bzu, natomiast te wszystkie średnie liczby jaj istotnie różnią się od średniej liczby jaj złożonych przez samice żerujące na liściach grabu.

#### 4. Dyskusja

Do badań preferencji pokarmowych chrabąszczy wybrano rośliny, które często są spotykane w ekosystemach leśnych,



Rycina 11. Średnia liczba jaj złożonych przez samice (A) *M. hippocastani* i (B) *M. melolontha* w zależności od gatunku roślin, na liściach których żerowały [Db – *Quercus robur*, Gb – *Carpinus betulus*, Rb – *Robinia pseudoacacia*, Jrz- *Sorbus aucuparia*, Czm – *Prunus serotina*, Bz – *Sambucus nigra*]

Rycina 11. The average number of eggs laid by females of (A) *M. hippocastani* and (B) *M. melolontha* depending on the species of plants, on which they were feeding on [Db – *Quercus robur*, Gb – *Carpinus betulus*, Rb – *Robinia pseudoacacia*, Jrz- *Sorbus aucuparia*, Czm – *Prunus serotina*, Bz – *Sambucus nigra*]

czyli podstawowe gatunki tworzące drzewostan oraz rośliny znajdujące się w niższych warstwach lasu. Przeprowadzone badania wykazały, że dla dorosłych chrabąszczy rodzaj pokarmu jest istotnym czynnikiem warunkującym procesy życiowe. Niektóre rośliny stanowiły dla chrabąszczy wartościowy pokarm, inne znacznie osłabiały ich żywotność, skracaly długość życia, obniżały płodność, a w skrajnych przypadkach prowadziły do śmierci głodowej.

W zależności od składu chemicznego rośliny owady mogą być przywabiane lub zniechęcane do żerowania. Głównym czynnikiem decydującym o akceptowalności smakowej roślin są cukry, występujące powszechnie w tkance liściowej i będące najważniejszym składnikiem pokarmowym (Harborne 1997). Innymi pożądanymi składnikami są białka lub wolne aminokwasy, witaminy, fosfolipidy i mikroelementy. Poza związkami biologicznie czynnymi, spełniającymi w roślinie ważne funkcje fizjologiczne, występują w nich również tzw. substancje swoiste, które są zwykle metabolitami wtórnymi (Lewkowicz-Mosiej 2003). Do substancji tych należą między innymi glikozydy, alkaloidy, saponiny, flawonoidy, gorycze, garbniki, substancje aromatyczne, olejki eteryczne, terpeny, oleje, kwasy organiczne, glukokiny, śluz, fitohormony, sole mineralne i witaminy (Sarwa 2001). Flawonoidy są to taniny roślinne występujące powszechnie w stosunkowo dużych stężeniach w liściach roślin drzewiastych, które wykazują działanie odstrasżające owady (Harborne 1997). Glikozydy i alkaloidy są uznawane za substancje czynne o silnym działaniu, które w wysokich dawkach mogą powodować zatrucia. Wiele spośród wtórnych metabolitów wykazuje silną toksyczność w stosunku do owadów. W 1945 roku McIndoo sporządził listę 1180 gatunków roślin zawierających związki toksyczne dla owadów i większość z nich do

dnia dzisiejszego nie została zbadana. Rozpoznane toksyny pochodzenia roślinnego to m.in. glikozydy cyjanogenne, glukozynolany, alkaloidy, peptydy, iridoidy, furankumaryny i saponiny (Harborne 1997).

Z literatury wynika, że chrabąszcze chętnie żerują na liściach dębu, brzozy, jarzębiny, buka, grabu i klonu, a z gatunków iglastych – na modrzewiu (Sierpiński 1975). Na liściach lipy, olszy, kaliny, jesionu i bzu czarnego żerują tylko w przypadkach wyjątkowych – gdy nie ma w pobliżu innych gatunków drzew. Czym różnią się liście roślin chętnie zjadanych przez chrabąszcze od tych, na których żerować nie chcą? Odpowiedzią na to pytanie może być zawartość i udział w liściach różnych substancji chemicznych, o działaniu korzystnym bądź negatywnym względem tych owadów, a być może także inne, nieznanne mechanizmy.

Nunberg (1934) wymienia liście dębowe i brzożowe jako pokarm preferowany przez chrabąszcze. Również w prezentowanych badaniach liście dębu szypułkowego i bezszypułkowego były dla obu gatunków owadów pełnowartościowym pokarmem, korzystnie wpływającym zarówno na długość życia, jak i na ich przyrost masy ciała w pierwszych dniach oraz na liczbę złożonych przez samice jaj. Spośród wszystkich testowanych roślin na dębie żeruje największa liczba gatunków owadów (Kozłowski 2008). W Polsce poza chrabąszczami na dębach żeruje około 400 innych liściożernych owadów, a na świecie – 1200. Chrabąszcze pojawiają się wiosną na przełomie kwietnia i maja. Żerują na młodych liściach dębowych, które w tym czasie zawierają jeszcze niewielkie ilości tanin. Wraz ze starzeniem liści zwiększa się w nich stężenie tanin, które działają odstrasżająco na owady (Feeny 1970). Młode liście dębów są miękkie, mają znaczną ilość aminokwasów i białek i nie zawierają mocnych trucizn



(Kozłowski 2008). Zapewne te właśnie czynniki sprawiają, że liście dębu są preferowanym pokarmem chrabąszczy.

W niniejszych badaniach liście buka okazały się mniej wartościowym pokarmem dla chrabąszczy niż liście dębu. W pewnym stopniu przyczyną tego zjawiska mogła być wysoka temperatura w szklarni podczas upalnych dni, co mogło wpłynąć negatywnie na delikatne liście buka, w porównaniu z liśćmi pozostałych gatunków roślin, i obniżyć ich wartość pokarmową dla badanych owadów. Ponadto liście buka zwyczajnego zawierają flawonoidy i kwasy organiczne (Podgórski, Podgórska 2009). Pierwsze z wymienionych substancji, flawonoidy, zaliczane są do grupy związków odstrasżających, stanowią najważniejszą barierę przeciwko żerowaniu owadów na roślinach okrytonasiennych (Harborne 1997). Może to w pewnym stopniu tłumaczyć mniejszą ich przydatność dla żerujących chrabąszczy.

Duży wpływ na wybór rośliny żywicielskiej i żerowanie owadów mają właściwości morfologiczne, takie jak wielkość liści i ich grubość, a także występowanie na ich powierzchni parzących włosków, bruzd, kolców cierni czy nalotu woskowego (Malinowski 2008). W przeciwieństwie do igieł większości gatunków iglastych igły modrzewia są delikatne i miękkie. Być może właśnie te właściwości korzystnie wpływały na oba gatunki chrabąszczy, bowiem samice żerujące na igłach modrzewia europejskiego żyły długo i złożyły znaczną liczbę jaj. Z kolei grab zwyczajny, wymieniony jako gatunek chętnie odwiedzany przez chrabąszcze (Sierpiński 1975), w niniejszych badaniach okazał się być właściwym pokarmem tylko dla chrabąszcza majowego. Samice chrabąszcza kasztanowca żerujące na liściach tej rośliny charakteryzowały się bardzo niską płodnością, także we wcześniejszych badaniach (Woreta, Sukovata 2010).

Liście jarzębu były zjadane przez oba gatunki chrabąszczy, ale liczba złożonych przez samice jaj była znacznie niższa niż w przypadku tych, które żerowały, np. na liściach dębu. Owoce jarzębu zawierają m.in. garbniki, karotenoidy, antocyjany, witaminę C i kwasy organiczne, w tym trujący kwas parasorbinowy (Mazerant 1990; Serwa 2001). Truczyny te występują zwykle we wszystkich tkankach rośliny w mniejszym lub większym stężeniu. Można przypuszczać, że właśnie obecność kwasu parasorbinowego w liściach jarzębu przyczyniła się do obniżenia wartości tego gatunku jako pokarmu dla chrabąszczy. Interesującym wynikiem badań było również wykazanie niskiej wartości brzozy brodawkowej dla obu gatunków chrabąszczy. Chrabąszcze chrabąszcza kasztanowca żerujące na liściach brzozy charakteryzowały się niskim przyrostem masy ciała w pierwszych dniach i słabą płodnością, a chrabąszczom chrabąszcza majowego brzoza nie odpowiadała w ogóle. Obserwacje te są zgodne z wynikami innych badań laboratoryjnych (Woreta, Sukovata 2010).

Przyczyną obserwowanego zjawiska może być fakt, iż liście brzozy brodawkowatej zawierają m.in.: flawonoidy, saponiny, olejek eteryczny, kwas jabłkowy i cytrynowy, garbniki, antocyjany i śluz (Kosiński, Krzyściak-Kosińska 2008), zaś w liściach olszy czarnej stwierdzono obecność m.in. garbników, triterpenów, hiperozydu, żywicy i olejków

eterycznych (Podgórski, Podgórska 2009), z których część zaliczana jest do toksyn roślinnych. Brzoza, jako roślina rozwijająca liście już w kwietniu, może być miejscem czasowego żerowania wcześniej pojawiającego się chrabąszcza kasztanowca, do chwili rozwinięcia się liści na dębach, czy innych roślinach przez nie preferowanych.

W badaniach wykazano niekorzystny wpływ czeremchy amerykańskiej i robinii akacjowej na rozwój obu gatunków chrabąszcza żerujących na liściach tych roślin. Liście, pędy, kora i nasiona czeremchy amerykańskiej zawierają glikozydy cyjanogenne, które podczas trawienia ulegają rozkładowi na kwas cyjanowodorowy o gorzkim smaku (Sarwa 2001; Olszewska 2007). Również wszystkie tkanki robinii akacjowej są trujące, ale zawartość trujących związków w roślinie jest bardzo zmienna (Bohne, Dietze 2008). Substancje czynne stwierdzone w kwiatach robinii to kwasy organiczne, glikozydy, olejek eteryczny i cukry (Sarwa 2001).

W prezentowanych badaniach zaobserwowano, że chrabąszcze nie żerowały w ogóle na liściach olszy czarnej i bzu czarnego, pomimo że w doświadczeniach nie miały innego pokarmu do wyboru. Jak wspomniano wcześniej liście olszy czarnej zawierają szereg substancji, w tym hiperozyd (Podgórski, Podgórska 2009), czyli glikozyd kwercetyny, który może wykazywać działanie repelentne w stosunku do chrabąszczy. Ponadto w liściach obecny jest zestaw biologicznie czynnych substancji, jakimi są żywice, czyli mieszaniny rozтворów terpenowych, kwasów żywicznych, alkoholi, estrów, węglowodorów, fenoli i innych substancji (Podbielkowski 1992), które prawdopodobnie obniżają jakość liści jako pokarmu dla chrabąszczy. Również liście bzu czarnego wydzielają nieprzyjemny zapach i zawierają trujący glikozyd – sambunigrinę (Sarwa 2001; Wilgoz 2008), który zapewne odpowiada za brak żerowania chrabąszczy na tym gatunku.

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu rodzaju pokarmu na przeżywalność, przyrost masy ciała i płodność imagines chrabąszczy. Preferencje pokarmowe chrabąszcza majowego i chrabąszcza kasztanowca badano, wykorzystując jako pokarm liście głównych gatunków leśnych oraz podszytowych. Badania wykazały, że liście dębu szypułkowego i bezszypułkowego były dla obu gatunków chrabąszczy pokarmem najkorzystniej wpływającym na przeżywalność, przyrost masy ciała oraz płodność. Liście grabu zwyczajnego i igły modrzewia europejskiego stanowiły również odpowiedni pokarm dla chrabąszcza majowego, lecz w mniejszym stopniu wykazano to dla chrabąszcza kasztanowca. Odwrotną zależność stwierdzono w przypadku liści buka zwyczajnego i jarzębu pospolitego. Brzoza brodawkowata zapewniała mało wartościowy pokarm dla imagines chrabąszcza kasztanowca i niekorzystnie oddziaływała na chrabąszcza majowego. Samice chrabąszcza majowego żerujące na liściach tej rośliny nie składały jaj. Negatywny wpływ na przyrost masy ciała, przeżywalność oraz płodność samic miała czeremcha amerykańska i robinia akacjowa, a szcze-

gólnie olsza czarna i bez czarna. Na liściach tych gatunków imagines żerowały słabo lub nie odbywały żeru w ogóle.

Wyniki przeprowadzonych badań mogą być podstawą do dalszych prac mających na celu wypracowanie skutecznych metod ograniczania nadmiernej liczebności szkodników leśnych i jednocześnie bezpiecznych dla środowiska.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Podziękowania i źródła finansowania

Badania przeprowadzono w ramach projektu rozwojowego sfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (nr umowy NR12-0096-10/2010).

## Literatura

- Bohne B., Dietze P. 2008. Rośliny trujące. 170 gatunków roślin ozdobnych i dziko rosnących. Warszawa, Bellona S.A., 128 s.
- Brenner H., Keller S. 1996. Protection of orchards from white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by placements of nets. Integrated control of soil pests. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(2): 79–82.
- Feeny P. 1970. *Ecology* 51: 565–581.
- Harborne J.B. 1997. Ekologia biochemiczna. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 351 s.
- Karpiński J.J. 1950. Zagadnienie walki z chrabąszczem za pomocą grzyba *Beauveria densa* Pic. *Annales Universitatis. MCS Lublin – Polonia* 2, 29–68.
- Kosiński M., Krzyściak-Kosińska R. 2008. Atlas ziół. Bielsko Biała, Pascal sp. z o.o., 272 s.
- Kozłowski M.W. 2008. Wyspy obfitości. *Matecznik Białowieski* 1, 8–10.
- Kronauer H. 2007. Zu viele Waldmaikäfer im Hardtwald bei Karlsruhe. *AFZ der Wald* 62(13): 692–694.
- Kronauer H. 2010. Massenvermehrung im Hessischen Ried. Prozessschutz für Waldmaikäfer in Hessen. *AFZ der Wald* 65(6): 36–37.
- Lazarević J., Perić-Mataruga V., Stojković B., Tucić N. 2002. Adaptation of the gypsy moth to an unsuitable host plant. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102: 75–86.
- Lewkowicz-Mosiej T. 2003. Leksykon roślin leczniczych. Warszawa, Świat Książki, 368 s.
- Malinowski H. 2008. Strategie obronne roślin drzewiastych przed szkodliwymi owadami. *Leśne Prace Badawcze* 69(2): 165–173.
- Mazerant A. 1990. Mała księga ziół. Warszawa, Wydawnictwo Związków Zawodowych, 280 s.
- McIndoo N.E. 1945. U.S. Dept. Agr. Bur. Entom. Plant Quareatine, ET 661, 286 s.
- Nunberg M. 1934. Chrząszcz i jego zwalczanie. Instytut Badawczy Lasów Państwowych w Warszawie, seria C, nr 5.
- Olszewska. M. 2007. Quantitative hplc analysis of flavonoids and chlorogenic acid in the leaves and inflorescences of *Prunus serotina* Ehrh. *Acta Chromatographic* 19: 253–267.
- Ott A., Delb H., Mattes J., Schröter H. 2006. Erfolgreiche Regulierung eines Nebenflugstammes des Waldmaikäfers. *AFZ der Wald* 61(6): 312–315.
- Podbielkowski Z. 1992. Rośliny użytkowe. Warszawa, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 575 s.
- Podgórski A., Podgórska B. 2009. Drzewa w pomniki zakłete. Drzewa pomnikowe w Rudzie Śląskiej. Katowice, KOS, 123 s.
- Rożyński F. 1926. W sprawie walki z chrząszczem majowym (*Melolontha vulgaris*). *Przegląd Leśniczy*: 32–38.
- Sarwa A. 2001. Wielki leksykon roślin leczniczych. Warszawa, Książka i Wiedza, 444 s.
- Sierpiński Z. 1975. Ważniejsze owady – szkodniki korzeni drzew i krzewów leśnych. Warszawa, PWRiL, 222 s.
- Strasser H., Schinner F. 1996. Current status of *Melolontha melolontha* control by the fungus *Beauveria brongniartii* in Austria. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(2): 69–73.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. 1986. Rośliny polskie. Część 1. Warszawa, PWN, 464 s.
- Švestka M. 2010. Changes in the abundance of *Melolontha hippocastani* Fabr. and *Melolontha melolontha* (L.) (Coleoptera: Scarabeidae) in the Czech Republic in the period 2003–2009. *Journal of Forest Science* 56: 417–428.
- Wielgosz T. 2008. Wielka księga ziół polskich. Poznań. Publicat S.A., 344 s.
- Woreta D. 1995. Niepokojący wzrost znaczenia chrabąszczowatych w tym guniaka czerwczyka. *Głos Lasu* 8: 13–15.
- Woreta D. 1997. Możliwości ograniczania szkód powodowanych przez pędraki chrabąszczowatych (*Melolonthinae*) metodami niechemicznymi. *Sylvan* 5: 29–39.
- Woreta D. 2015a. Chrząszcze *Melolontha*, w: Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2015 r. Instytut Badawczy Leśnictwa, Analizy i Raporty 24, 82–83.
- Woreta D. 2015b. Control of cockchafer *Melolontha* spp. grubs – a review of methods. *Folia Forestalia Polonica* 57(1): 33–41. DOI: 10.1515/ffp-2015-0005.
- Woreta D., Sukovata L. 2010. Wpływ pokarmu na rozwój chrabąszcza kasztanowca (*Melolontha hippocastani* F.) (Coleoptera, Melolonthidae). *Leśne Prace Badawcze* 71(2): 195–199. DOI: 10.2478/v10111-010-0015-0.
- Zelger R. 1996. The population dynamics of the cockchafer in South Tyrol since 1980 and the measures applied for control. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(2): 109–113.

## Wkład autorów

D.W. – prowadzenie doświadczeń, opracowanie tematu, napisanie artykułu, korekta; S.L. – prowadzenie doświadczeń, opracowanie tematu, korekta; R.W. – prowadzenie doświadczeń, korekta.