

Received: 12.12.2016 / Accepted: 25.01.2017

## Comparison of damage caused by *Arion vulgaris* Moquin Tandon and *Arion rufus* (Linnaeus) (Gastropoda: Arionidae) in pea (*Pisum sativum* L.)

### Porównanie uszkodzeń odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) przez *Arion vulgaris* Moquin Tandon i *Arion rufus* (Linnaeus) (Gastropoda: Arionidae)

Jan Kozłowski<sup>1\*</sup>, Monika Jaskulska<sup>1</sup>, Maria Kozłowska<sup>2</sup>

#### Summary

Slugs damage all organs of pea-plants; causing significant damage in cultivations of certain pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. The aim of the study was to identify the degree of susceptibility of different pea cultivars to grazing of two economically important species of slugs *Arion vulgaris* Moquin Tandon and *Arion rufus* (Linnaeus) (Gastropoda: Arionidae). The experiments were performed under laboratory conditions. Seeds and seedlings (at the 3–4 leaf stage) of eleven pea cultivars were exposed to feeding of *Arion vulgaris* and *Arion rufus*. The rate and extent of plant damages were determined and the susceptibility to injuries was assessed for each cultivar. It was demonstrated that seeds and plants of Muza cultivar were susceptible to feeding of both slug species the most. Additionally, the data revealed that plants of Mentor cultivar were also highly susceptible to *A. vulgaris*, while plants of Medal cultivar to *A. rufus*.

**Key words:** slugs; pea; cultivars; damage

#### Streszczenie

Ślimaki nagle uszkadzają wszystkie organy grochu, wyrządzając w uprawach niektórych odmian znaczne szkody. Celem badań było poznanie stopnia podatności poszczególnych odmian grochu na żerowanie dwóch gospodarczo ważnych gatunków ślimaków. Doświadczenia wykonano w warunkach laboratoryjnych, w których eksponowano nasiona i siewki (w fazie 3–4 liści) jedenastu odmian grochu na żerowanie *Arion vulgaris* i *Arion rufus*. W przeprowadzonych testach określono tempo i wielkość uszkodzeń roślin oraz oceniono podatność odmian na uszkodzenia. Wykazano, że najbardziej podatne dla obydwóch gatunków ślimaków były nasiona i rośliny grochu odmiany Muza. W przypadku *A. vulgaris* wysoką podatność na uszkodzenia wykazały także rośliny odmiany Mentor, a dla *A. rufus* rośliny odmiany Medal.

**Słowa kluczowe:** ślimaki; groch siewny; odmiany; uszkodzenia

<sup>1</sup>Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych  
Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

\*corresponding author: j.kozlowski@iorpib.poznan.pl

## Wstęp / Introduction

Ślimaki nagie (Gastropoda: Arionidae) są coraz większym problemem w uprawach roślin strączkowych. Do często atakowanych przez te szkodniki należy groch siewny, który jest bardzo wartościową rośliną jadalną i pastewną. Ślimaki uszkadzają kielkujące nasiona, siewki i strąki grochu, stwarzając poważne zagrożenie dla plonu tej rośliny. Znaczne straty ekonomiczne powstają w wyniku żerowania ślimaków na strąkach (Port i Ester 2002). Jednak nie bez znaczenia dla stanu upraw są szkody wyrządzane w okresie wczesnych faz rozwojowych roślin. Ślimaki niszczą zarodki nasion oraz rozwijające się siewki, co prowadzi do znacznych ubytków roślin. Ochrona upraw grochu przed ślimakami jest bardzo trudna z uwagi na brak zarejestrowanych moluskocydów do ich zwalczania. Dlatego poszukuje się innych, zwłaszcza niechemicznych sposobów ograniczania szkód powodowanych przez ślimaki. Obok zabiegów agrotechnicznych i uprawowych, potencjalnie duże znaczenie może mieć wykorzystanie odmian mniej podatnych lub tolerancyjnych na żerowanie tych szkodników. Najwięcej badań z tego zakresu wykonano dla rzepaku, ziemniaka, łubinu i koniczyny. Wykazano, że niektóre odmiany lub formy tych roślin, dzięki obecności wtórnych metabolitów roślinnych, takich jak: alkaloidy, cyjanogenne glikozydy, glukozynolany i inne związki, są mniej podatne na uszkodzenia przez ślimaki (Dirzo i Harper 1982; Aguiar i Wink 1999; Ester i Trul 2000; Moens i Glen 2002). Brak jest natomiast informacji na temat podatności odmianowej grochu.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wrażliwości odmian tej rośliny na uszkodzenia przez *A. vulgaris* i *A. rufus*.

## Materiały i metody / Materials and methods

Młode ślimaki zebrano wiosną 2015 roku z upraw ogrodniczych z okolic Poznania (*Arion vulgaris*) i Wronek (*Arion rufus*). Do czasu rozpoczęcia doświadczeń trzymano je w plastikowych pojemnikach na wilgotnej ziemi, w temperaturze 17°C i przy długości dnia 12 godzin. Trzy razy w tygodniu ślimakom podawano i wymieniano pokarm (liście kapusty, bulwy ziemniaków, korzenie marchwi). Przed każdym doświadczeniem ślimaki przez 48 godzin głodzono i ważono, w celu wybrania osobników o zbliżonej masie. Nasiona 11 odmian grochu pochodziły od hodowców. Część nasion wysiano w skrzynkach ogrodniczych i po trzech tygodniach uzyskano rośliny w fazie 3–4 liści właściwych.

W pierwszym doświadczeniu nasiona umieszczono na zwilżonej bibule filtracyjnej, po 12 nasion każdej odmiany w jednym pojemniku (20 × 16 × 13 cm). Następnie, do każdego pojemnika włożono po jednym osobniku ślimaka o średniej masie: *A. vulgaris* – 1,31 g i *A. rufus* – 1,26 g. W drugim doświadczeniu, rośliny (w fazie 3–4 liści) posadzono w 5 cm warstwie ziemi w plastikowych, wentylowanych pojemnikach (26 × 26 × 14 cm), po pięć roślin w każdym pojemniku. Po dwóch dniach w pojemnikach umieszczono po jednym osobniku ślimaka o średniej masie: *A. vulgaris* – 1,26 g i *A. rufus* – 1,27 g. Testy wyko-

nano w komorze klimatycznej, w temperaturze powietrza 17°C, RH 70±3% i fotoperiodzie 12/12 godzin (dzień/noc). Oceniano uszkodzenia wszystkich organów kielkujących nasion oraz nadziemnych części roślin, według 5-stopniowej skali (0; 25; 50; 75 i 100% uszkodzonej powierzchni roślin). Testy dotyczące uszkodzeń nasion i roślin wszystkich odmian dla każdego gatunku ślimaka wykonano w 6 powtórzeniach.

Uzyskane wyniki doświadczeń poddano analizie wariancji, a różnice oceniano za pomocą testu Fishera przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Objawy żerowania *A. vulgaris* i *A. rufus* na kielkujących nasionach badanych odmian grochu były podobne. Ślimaki zjadały korzonki zarodkowe oraz bielmo i zarodki nasion. W znacznie mniejszym stopniu zjadane były hipokotyle, liścienie oraz zawiązki liści.

Po jednym dniu żerowania osobników *A. vulgaris* istotnie silniej uszkodzone były nasiona grochu odmiany Turnia w porównaniu do nasion odmiany Batuta (tab. 1). Od drugiego do czwartego dnia silnie uszkadzane były także nasiona odmiany Sokolik, a od trzeciego dnia do końca obserwacji nasiona odmiany Muza. Istotnie słabiej uszkadzane były nasiona odmian Batuta i Akord. Po siedmiu dniach największe uszkodzenia obserwowane były na nasionach odmiany Mentor (42,4%), a najmniejsze na nasionach odmiany Akord (26,7%). Podczas siedmiu dni żerowania ślimaków istotnie silniej uszkadzane były nasiona odmian Turnia, Muza i Mentor w porównaniu do nasion odmian Batuta i Akord.

Ślimaki *A. rufus* po jednym dniu żerowania najsilniej uszkodziły nasiona odmian Sokolik i Turnia, a najsłabiej nasiona odmiany Batuta (tab. 2). Od trzeciego do siódmego dnia istotnie silniej uszkadzane od nasion odmiany Lasso były nasiona odmiany Mentor. Po siedmiu dniach najsilniej uszkodzone były nasiona odmiany Muza (56,9%), a o połowę słabiej odmiany Lasso (31,9%). Podczas całego okresu żerowania osobniki *A. rufus* istotnie silniej uszkadzały nasiona odmian Mentor, Sokolik i Muza w porównaniu do nasion odmian Lasso, Batuta i Audit.

Na podstawie wyników badań dotyczących uszkodzeń roślin w fazie 3–4 liści wykazano wyraźne różnice odmianowe pomiędzy wielkością uszkodzeń roślin po dwóch dniach żerowania ślimaków *A. vulgaris* (tab. 3). Istotnie silniej uszkodzone były rośliny odmian Batuta i Mentor w porównaniu do roślin odmian Akord i Medal. Od piątego dnia żerowania ślimaków silnie uszkadzane były także rośliny odmiany Muza. Po siedmiu dniach największe uszkodzenia obserwowano na roślinach odmiany Mentor (50,8%), a najsłabiej uszkodzone były rośliny odmian Akord i Batuta (27,5%). Podczas jedenastu dni żerowania osobniki *A. vulgaris* najsilniej uszkadzały rośliny odmian Mentor i Muza, a najsłabiej odmian Akord i Medal.

Po dwóch dniach żerowania *A. rufus*, istotnie silniej uszkodzone były rośliny odmiany Audit w porównaniu do roślin odmian Muza i Turnia (tab. 4). Po siedmiu dniach żerowania ślimaków najsilniej uszkodzone były rośliny

odmiany Muza (39,2%), Sokolik (35,0%) i Medal (34,2%), a najsłabiej rośliny odmiany Turnia (15,0%) i Lasso (16,7%). Podczas jedenastu dni żerowania osobników *A. rufus* rośliny odmian Muza, Sokolik i Medal były silniej uszkodzane niż rośliny odmiany Turnia.

Atrakcyjność nasion i roślin strączkowych jako źródła pokarmu dla ślimaków jest od dawna dobrze znana (Runham i Hunter 1970; Gebauer 2002). Z uwagi na wysoką zawartość białka groch jest chętnie zjadany przez ślimaki. Jednak, jak stwierdzono w przeprowadzonych badaniach, poziom uszkodzenia roślin poszczególnych odmian jest zróżnicowany. Podatne na uszkodzenia przez obydwie gatunki ślimaków były nasiona oraz rośliny grochu odmiany Muza. W przypadku *A. vulgaris* wysoką podatność na żerowanie osobników tego ślimaka wykazały

także nasiona odmiany Turnia i Mentor oraz rośliny odmiany Mentor. Dla *A. rufus*, obok odmiany Muza, wysoką podatność na jego żerowanie wykazały nasiona odmiany Mentor i Sokolik. Mniej podatne na uszkodzenia powodowane przez *A. vulgaris* były rośliny odmiany Akord i Medal, a w przypadku *A. rufus* nasiona odmiany Lasso i rośliny odmiany Turnia.

Łączna analiza objawów żerowania *A. vulgaris* i *A. rufus* wykazała, że wielkość uszkodzeń nasion większości badanych odmian grochu była podobna dla obydwóch gatunków ślimaków. Tylko w przypadku odmian Akord, Lasso i Turnia poziom uszkodzeń nasion był zróżnicowany dla poszczególnych gatunków ślimaków, jednak zaobserwowane różnice nie były duże. Największe różnice w wielkości uszkodzeń stwierdzono dla roślin odmiany

Tabela 1. Uszkodzenia nasion różnych odmian grochu (*Pisum sativum*) przez *Arion vulgaris* i wyniki testu Fishera przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$

Table 1. Damages of seeds of different cultivars of pea (*Pisum sativum*) caused by *Arion vulgaris*, and the results of Fischer's test at a significance of  $\alpha = 0.05$

Odmiany Cultivars	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding						
	1	2	3	4	5	6	7
Audit	12,8 ab	18,1 abc	22,6 bc	25,3 abc	28,8 ab	33,0 bcd	35,4 b-e
Akord	10,4 ab	15,3 ab	17,7 ab	19,8 ab	21,2 a	24,3 a	26,7 a
Batuta	6,3 a	14,6 ab	14,9 a	18,4 a	21,5 a	25,7 ab	28,8 ab
Lasso	11,8 ab	18,8 abc	20,5 abc	24,0 abc	29,2 ab	35,8 cd	39,6 cde
Model	10,1 ab	19,8 abc	23,3 bc	24,7 abc	25,7 ab	26,4 ab	27,8 ab
Mecenas	10,8 ab	17,4 abc	21,5 abc	23,6 abc	27,8 ab	34,0 bcd	40,3 de
Medal	9,4 ab	13,5 a	19,1 ab	22,2 abc	25,3 ab	28,5 abc	30,6 ab
Mentor	9,7 ab	15,3 ab	20,1 ab	24,7 abc	30,2 b	37,2 d	42,4 e
Muza	11,1 ab	16,3 ab	22,2 bc	27,4 bc	33,0 b	36,8 cd	39,6 b-e
Sokolik	12,8 ab	21,2 bc	24,7 bc	26,7 bc	27,8 ab	31,6 a-d	31,9 abc
Turnia	16,3 b	24,3 c	27,4 c	28,5 c	29,9 b	31,9 a-d	33,0 a-d

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie  
Values in columns marked with the same letters do not differ significantly

Tabela 2. Uszkodzenia nasion różnych odmian grochu (*Pisum sativum*) przez *Arion rufus* i wyniki testu Fishera przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$

Table 2. Damages of seeds of different cultivars of pea (*Pisum sativum*) caused by *Arion rufus* to seed and the results of Fischer's test at a significance of  $\alpha = 0.05$

Odmiany Cultivars	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding						
	1	2	3	4	5	6	7
Audit	17,0 bcd	20,5 abc	22,6 ab	24,3 a	27,4 a	30,2 ab	33,0 ab
Akord	11,1 abc	18,4 a	24,3 ab	28,5 ab	31,6 abc	35,8 abc	41,0 bc
Batuta	8,0 a	16,0 a	23,3 ab	26,7 ab	29,2 abc	32,6 abc	35,4 ab
Lasso	11,8 abc	19,1 ab	20,5 a	24,0 a	25,7 a	28,5 a	31,9 ab
Model	18,1 cd	26,0 bc	27,8 ab	29,2 ab	30,9 abc	33,0 abc	33,7 ab
Mecenas	10,4 ab	16,7 a	20,5 a	25,0 ab	32,6 abc	37,5 bcd	45,1 c
Medal	10,1 ab	16,0 a	21,9 ab	28,5 ab	32,6 abc	36,1 abc	40,6 bc
Mentor	17,0 bcd	22,6 abc	29,2 b	32,3 b	36,5 c	39,9 cd	46,2 c
Muza	8,7 a	20,1 ab	24,7 ab	29,9 ab	36,1 bc	44,8 d	56,9 d
Sokolik	19,8 d	27,4 c	29,2 b	29,9 ab	31,3 abc	31,9 abc	32,3 ab
Turnia	22,2 d	26,0 bc	26,7 ab	27,1 ab	28,1 ab	28,1 a	29,2 a

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie  
Values in columns marked with the same letters do not differ significantly

Tabela 3. Uszkodzenia roślin w fazie 3–4 liści, różnych odmian grochu (*Pisum sativum*) przez *Arion vulgaris* i wyniki testu Fishera przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ Table 3. Damages of plants of different cultivars of pea (*Pisum sativum*) at the 3–4 leaf stage caused by *Arion vulgaris* and the results of Fischer's test at a significance of  $\alpha = 0.05$ 

Odmiany Cultivars	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding								
	1	2	3	4	5	6	7	9	11
Audit	3,3 ab	8,3 ab	15,8 a	19,2 a	23,3 a	30,0 abc	31,7 ab	37,5 a	40,0 ab
Akord	2,5 ab	6,7 a	10,8 a	16,7 a	21,7 a	25,0 a	27,5 a	36,7 a	39,2 a
Batuta	3,3 ab	13,3 b	15,8 a	20,0 ab	22,5 a	25,0 a	27,5 a	36,7 a	45,0 ab
Lasso	5,8 b	10,0 ab	13,3 a	15,8 a	20,8 a	30,8 abc	34,2 ab	37,5 a	47,5 abc
Model	5,8 b	10,8 ab	15,0 a	16,7 a	23,3 a	25,8 ab	28,3 a	37,5 a	42,5 ab
Mecenas	5,8 b	10,8 ab	13,3 a	19,2 a	25,0 ab	35,8 bcd	40,0 bc	45,8 ab	54,2 abc
Medal	0,8 a	5,8 a	11,7 a	15,0 a	17,5 a	21,7 a	28,3 a	33,3 a	43,3 ab
Mentor	6,7 b	13,3 b	17,5 a	29,2 b	37,5 c	45,0 d	50,8 c	55,8 b	58,3 bc
Muza	5,8 b	11,7 ab	14,2 a	22,5 ab	35,8 bc	38,3 cd	46,7 c	55,8 b	64,2 c
Sokolik	4,2 ab	10,8 ab	13,3 a	20,0 ab	24,2 ab	27,5 ab	35,0 ab	45,0 ab	56,7 abc
Turnia	5,0 ab	9,2 ab	12,5 a	20,0 ab	25,0 ab	31,7 abc	40,8 bc	48,3 ab	65,0 c

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie  
Values in columns marked with the same letters do not differ significantly

Tabela 4. Uszkodzenia roślin w fazie 3–4 liści, różnych odmian grochu (*Pisum sativum*) przez *Arion rufus* i wyniki testu Fishera przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ Table 4. Damages of plants of different cultivars of pea (*Pisum sativum*) at the 3–4 leaf stage caused by *Arion rufus* and the results of Fischer's test at a significance of  $\alpha = 0.05$ 

Odmiany Cultivars	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding								
	1	2	3	4	5	6	7	9	11
Audit	4,2 a	11,7 b	13,3 a	14,2 ab	15,8 a	16,7 ab	17,5 abc	18,3 a	19,2 a
Akord	3,3 a	7,5 ab	10,0 a	15,0 ab	16,7 a	20,8 ab	21,7 a-d	24,2 ab	24,2 a
Batuta	4,2 a	6,7 ab	10,0 a	11,7 ab	12,5 a	16,7 ab	18,3 abc	20,8 a	25,0 a
Lasso	5,8 a	6,7 ab	10,8 a	13,3 ab	13,3 a	14,2 ab	16,7 ab	16,7 a	19,2 a
Model	3,3 a	8,3 ab	13,3 a	16,7 ab	20,8 a	21,7 ab	23,3 a-d	23,3 a	23,3 s
Mecenas	0,8 a	7,5 ab	10,8 a	14,2 ab	17,5 a	20,0 ab	26,7 a-d	25,0 ab	26,7 a
Medal	2,5 a	5,8 ab	8,3 a	10,0 ab	14,2 a	25,8 ab	34,2 bcd	45,0 c	60,0 b
Mentor	2,5 a	9,2 ab	11,7 a	13,3 ab	15,8 a	20,0 ab	23,3 a-d	28,3 abc	39,2 ab
Muza	0,8 a	4,2 a	7,5 a	12,5 ab	23,3 a	30,0 b	39,2 d	45,0 c	56,7 b
Sokolik	4,2 a	7,5 ab	13,3 a	17,5 b	22,5 a	26,7 ab	35,0 cd	43,3 bc	53,3 b
Turnia	0,8 a	4,2 a	5,0 a	5,8 a	10,0 a	11,7 a	15,0 a	17,5 a	21,7 a

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie  
Values in columns marked with the same letters do not differ significantly

Turnia. Rośliny tej odmiany były stosunkowo silnie uszkodzane przez *A. vulgaris*, natomiast bardzo słabo uszkodzane przez *A. rufus*.

Zróznicowanie odmianowej podatności grochu na uszkodzenia powodowane przez poszczególne gatunki ślimaków, podobnie jak w przypadku innych roślin, wynika z różnych preferencji pokarmowych ślimaków determinowanych przez skład biochemiczny roślin, a zwłaszcza przez wtórne metabolity roślinne. Wykazano, że występujące w niektórych roślinach alkaloidy, cyjanogenne glikozydy, terpenoidy, flawonoidy, saponiny i fenole mogą znacznie ograniczać żerowanie ślimaków na roślinach (Kloos i McCullough 1982; Webbe i Lambert 1983; Molgaard 1986; Airey i wsp. 1989; Clark i wsp. 1997).

Ślimaki rozpoznają i wybierają preferowane przez siebie rośliny, na których chętniej żerują (Hanley i wsp. 1995; Byers 2002; Barlow i wsp. 2013). Jest to powodem różnego stopnia ich uszkodzenia. Niektóre rośliny grochu zawierają pochodne fenoli – taniny. Według niektórych autorów związki te mogą chronić rośliny przed szkodnikami i chorobami (Kigel 1995). Stwierdzono na przykład, że siewki wierzby (*Salix sericea* i *Salix eriocephala*), zawierające dużą ilość tanin, były słabo uszkodzane przez ślimaka *Arion subfuscus* (Draparnaud) (Fritz i wsp. 2001). Możliwe, że podobne działanie wykazują taniny występujące w niektórych badanych przez autorów pracy odmianach grochu. Innym powodem różnej atrakcyjności odmian grochu dla ślimaków, mógł być zróznicowany

poziom pierwotnych składników roślinnych (białek, cukrów, azotu i innych). W badaniach nad atrakcyjnością pokarmową nasion różnych odmian pszenicy wykazano, że chętniej zjadane przez ślimaki są nasiona z wysoką zawartością cukrów i innych rozpuszczalnych składników (Spaull i Eldon 1990). Wskazuje to, że podstawowe składniki roślinne mają wpływ na stopień uszkodzenia roślin przez ślimaki. Ustalenie przyczyn zróżnicowanej podatności odmianowej grochu na żerowanie ślimaków będzie przedmiotem przyszłych badań.

## Wnioski / Conclusions

1. Podatność odmian grochu na uszkodzenia powodowane przez ślimaki jest zróżnicowana.
2. Zróżnicowana reakcja różnych gatunków ślimaków na skład biochemiczny pokarmu wynika z ich specyficznych wymagań pokarmowych.
3. Zjawisko różnej podatności odmianowej grochu na żerowanie *A. vulgaris* i *A. rufus* może być wykorzystane w doborze odmian do uprawy na terenach zasiedlonych przez te ślimaki.

## Literatura / References

- Aguiar R., Wink M. 1999. Mollusc-deterrent activity of lupin alkaloids. p. 97–98. In: Proceeding 9th International Lupin Conference. Germany, Klink/Mültritz, 20–24 June 1999. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, 481 pp.
- Airey W.J., Henderson I.F., Pickett J.A., Scott G.C., Stephenson J.W., Woodcock C.M. 1989. Novel chemical approaches to mollusc control. p. 301–307. In: “Slugs and Snails in World Agriculture”, Monograph 41 (I.F. Henderson, ed.). British Crop Protection Council, Thornton Heath.
- Barlow S.E., Close A.J., Port G.R. 2013. The acceptability of meadow plants to the slug *Deroceras reticulatum* and implications for grassland restoration. *Annals of Botany* 112 (4): 721–730.
- Byers R.A. 2002. Agriolimacidae and Arionidae as pests in lucerne and other legumes in forage systems of north-eastern North America. p. 325–335. In: “Molluscs as Crop Pests” (G.M. Barker, ed.). Landcare Research Hamilton, New Zealand, CABI Publishing, UK, 468 pp.
- Clark S.J., Dodds C.J., Henderson I.F., Martin A.P. 1997. A bioassay for screening materials influencing feeding in the field slug *Deroceras reticulatum* (Müller) (*Mollusca, Pulmonata*). *Annals of Applied Biology* 130: 379–385.
- Dirzo R., Harper J.L. 1982. Experimental studies on slug–plant interactions. IV The performance of cyanogenic and acyanogenic morphs of *Trifolium repens* in the field. *Journal of Ecology* 70: 119–138.
- Ester A., Trul R. 2000. Slug damage and control of field slug (*Deroceras reticulatum* (Müller)) by carvone in stored potatoes. *Potato Research* 43 (3): 253–261.
- Fritz R.S., Hochwender C.G., Lewkiewicz D.A., Bothwell S., Orians C.M. 2001. Seedling herbivory by slugs in a willow hybrid system: developmental changes in damage, chemical defense, and plant performance. *Oecologia* 129: 87–97.
- Gebauer J. 2002. Survival and food choice of the grey field slug (*Deroceras reticulatum*) on three different seed types under laboratory conditions. *Anzeiger für Schädlingskunde. Journal of Pest Science* 75: 1–5.
- Hanley M.E., Fenner M., Edwards P.J. 1995. The effect of seedling age on the likelihood of herbivory by the slug *Deroceras reticulatum*. *Functional Ecology* 9: 754–759.
- Kigel J. 1995. Seed development and germination. p. 7–13. In: “The Seed: Structure and Function” I (F.D. Boesewinkel, F. Boumann, eds.). Hebrew University of Jerusalem Rehovot, Israel and Gad Gailili Weizmann Institute of Science Rehovot, Israel.
- Kloos H., McCullough F.S. 1982. Plant molluscicides. *Planta Medica* 46: 195–209.
- Moens R., Glen D.M. 2002. Agriolimacidae, Arionidae and Milacidae as pests in West European oilseed rape. p. 301–314. In: “Molluscs as Crop Pest” (G.M. Barker, ed.). Landcare Research Hamilton New Zealand, CABI Publishing, UK, 468 pp.
- Molgaard P. 1986. Food plant preferences by slugs and snails: a simple method to evaluate the relative palatability of the food plants. *Biochemical Systematics Ecology* 14 (1): 113–121.
- Port R., Ester A. 2002. Gastropods as pests in vegetables and ornamental crops in Western Europe. p. 337–352. In: “Molluscs as Crop Pests” (G.M. Barker, ed.). Landcare Research Hamilton, New Zealand, CABI Publishing, UK, 468 pp.
- Runham N.W., Hunter P.J. 1970. *Terrestrial Slugs*. 1st ed. Hutchinson and Co. Ltd., London, UK, 184 pp.
- Spaull A.M., Eldon S. 1990. Is it possible to limit slug damage using choice winter wheat cultivars? p. 703–708. In: Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference: Pest and Diseases. Vol. 2. UK, Brighton, 17–20 November 1986, 865 pp.
- Webbe G., Lambert J.D.H. 1983. Plants that kill snails and prospects for disease control. *Nature* 302: 754.