

Received: 18.09.2017 / Accepted: 04.01.2018

Damages of seeds of different cultivars of lupines caused by slugs *Arion vulgaris* Moquin Tandom, 1885, *Arion rufus* (Linnaeus, 1758) and *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller, 1774)

Uszkodzenia nasion różnych odmian łubinów przez ślimaki *Arion vulgaris* Moquin Tandom, 1885, *Arion rufus* (Linnaeus, 1758) i *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller, 1774)

Monika Jaskulska^{1*}, Jan Kozłowski¹, Maria Kozłowska²

Summary

Feeding of slugs on lupine seeds creates potential threat to crop yield, but detailed information on the extent of the damages is limited. The aim of the research was to evaluate damages on different cultivars of lupine seeds caused by slug feeding. Twenty one cultivars of lupine were exposed to feeding of slugs *Arion vulgaris*, *Arion rufus* and *Deroceras reticulatum* under laboratory conditions. Within the ten days of observation the degree of seed damage caused by slugs was determined using a scale. It was found that each species of slug had a different food preferences in relation to the cultivars lupine and this is the reason for the significant variability of susceptibility of cultivars to slugs damages.

Key words: slugs; seeds lupines; cultivars; damages

Streszczenie

Ślimaki nagie w wyniku żerowania na nasionach łubinów stanowią zagrożenie dla plonu upraw, ale informacje na temat stopnia ich uszkodzeń są ograniczone. W warunkach laboratoryjnych wykonano doświadczenia, w których nasiona 21 odmian łubinów eksponowano na żerowanie ślimaków nagich *Arion vulgaris*, *Arion rufus* i *Deroceras reticulatum*. Podczas dziesięciu dni obserwacji określano stopień uszkodzenia nasion przez ślimaki według 5-stopniowej skali. Stwierdzono, że każdy gatunek ślimaka wykazuje różne preferencje pokarmowe w stosunku do nasion poszczególnych odmian. Jest to przyczyną znacznego zróżnicowania podatności odmian na uszkodzenia przez ślimaki.

Słowa kluczowe: ślimaki nagie; nasiona łubinów; odmiany; uszkodzenia

¹ Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

² Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

*correspondng author: m.jaskulska@iortpib.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Ślimaki nagie (Gastropoda: Arionidae, Agriolimacidae) są poważnymi szkodnikami wielu gatunków roślin. W ostatnich latach coraz częściej można je spotkać w uprawach roślin z rodziny bobowatych (Fabaceae), takich jak koniczyna czerwona (*Trifolium pratense* L.), groch siewny (*Pisum sativum* L.), lucerna siewna (*Medicago sativa* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr.], łubin wąskolistny (*Lupinus angustifolius* L.), łubin żółty (*L. luteus* L.) i łubin biały (*L. albus* L.) (South 1992; Byers 2002; Gebauer 2002; Brooks i wsp. 2003; Douglas i Tooker 2012; Kozłowski i wsp. 2016). Uprawy tych roślin atakowane są przez różne gatunki ślimaków, z których największe znaczenie gospodarcze w Polsce mają: pomrowik plamisty *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller, 1774), ślinik pospolity *Arion vulgaris* Moquin Tandon, 1855 i ślinik wielki *Arion rufus* (Linnaeus, 1758). Informacje na temat szkód wyrządzanych przez te ślimaki w uprawach roślin bobowatych są bardzo ubogie. Dotyczy to zwłaszcza uszkodzeń nasion, które mogą być przyczyną znacznych ubytków roślin. Ślimaki nagie uszkadzają wszystkie organy roślin, we wszystkich fazach ich rozwoju, jednak największe straty plonu powstają w wyniku zjadania nasion i siewek roślin (South 1992; Glen i Moens 2002; Brooks i wsp. 2003; Douglas i Tooker 2012). Ocenia się, że większość ekonomicznych szkód powodowanych przez ślimaki w pszenicy ozimej powstaje na skutek zniszczenia ziarna (Spaull i Eldon 1990; Glen i Moens 2002). Dotychczasowe badania nad uszkodzeniami nasion dotyczyły głównie ziarniaków pszenicy i konsekwencji tych uszkodzeń dla plonu roślin (Glen i Moens 2002) oraz porównania uszkodzeń nasion niektórych gatunków roślin (Gebauer 2002). Wysoka smakowitość roślin strączkowych dla ślimaków jest dobrze znana, a wyniki niektórych eksperymentów wskazują, że dotyczy to również nasion (Runham i Hunter 1970; Gebauer 2002). Stwierdzono, że nasiona niektórych roślin koniczyny, lucerny i łubinu są bardziej smakowite dla ślimaków niż nasiona pszenicy (Brooks i wsp. 2003). Interesujące jest stwierdzenie, czy nasiona poszczególnych odmian tych roślin różnią się pod względem wielkości uszkodzeń przez różne gatunki ślimaków.

Przedstawione badania miały na celu określenie stopnia uszkodzenia nasion różnych gatunków i odmian łubinów przez ślimaki *A. vulgaris*, *A. rufus* i *D. reticulatum* oraz wyodrębnienie odmian mniej i bardziej podatnych na te ślimaki.

Materiały i metody / Materials and methods

W doświadczeniach wykorzystano ślimaki pochodzące z populacji występujących w okolicach Poznania (*A. vulgaris*, *D. reticulatum*) i Wronek (*A. rufus*). Jaja *A. vulgaris* i *A. rufus* zebrano jesienią 2015 roku i do czasu wylęgu trzymano w ciemności, w temperaturze 16°C, w pojemnikach

z ziemią. Młode osobniki *D. reticulatum* zostały zebrane wiosną 2016 roku w ogrodzie na terenie Poznania. Wylęgnięte w hodowli i zebrane w terenie osobniki poszczególnych gatunków trzymano w osobnych, plastikowych pojemnikach wypełnionych w 1/5 ziemią. Ślimaki karmiono liśćmi kapusty, korzeniami marchwi i otrębami pszennymi z dodatkiem węglanu wapnia. Pokarm wymieniano dwa razy w tygodniu. Przed rozpoczęciem każdego doświadczenia ślimaki były przez 48 godzin głodzone i ważone w celu wybrania osobników o podobnej masie. Średnie masy użytych ślimaków wynosiły: *A. vulgaris* – 1,24 g; *A. rufus* – 1,46 g i *D. reticulatum* – 0,66 g. Nasiona łubinów uzyskano od hodowców ze Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian. W badaniach wykorzystano nasiona trzynastu odmian łubinu wąskolistnego (*L. angustifolius*), sześciu odmian łubinu żółtego (*L. luteus*) oraz dwóch odmian łubinu białego (*L. albus*).

Przed wykonaniem doświadczeń nasiona łubinów przetrzymywano w warunkach wysokiej wilgotności w celu ich spęcznienia. Po 48 godzinach, na zwilżonej bibule filtracyjnej, w plastikowych, zamykanych pojemnikach (20 × 16 × 13 cm), umieszczono po 12 nasion jednej odmiany. Pojemniki były zaopatrzone w otwory wentylacyjne zapewniające cyrkulację powietrza. Następnie do każdego pojemnika włożono po jednym osobniku ślimaka i pojemniki przeniesiono do kabiny klimatycznej. Doświadczenia wykonano w temperaturze powietrza 16°C, RH 70%±3% i przy fotoperiodzie 12/12 godzin (dzień/noc). Jeden raz dziennie określano wielkość uszkodzeń rozwijających się nasion według 5-stopniowej skali (0, 25, 50, 75 i 100% uszkodzonej powierzchni). Oceniono łącznie uszkodzenia wszystkich organów nasion: łupiny nasiennej, zarodka, liścieni, korzonków zarodkowych, hipokotyli i zawiązków pierwszych liści. Dla nasion każdej odmiany łubinu i dla każdego gatunku ślimaka wykonano po 6 powtórzeń. W każdym doświadczeniu obserwacje prowadzono przez 10 dni.

Uzyskane wyniki obserwacji stopnia uszkodzenia nasion 21 odmian łubinów poddano analizie wariancji ANOVA dla każdego dnia obserwacji oddzielnie, a różnice porównano za pomocą testu Fishera przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (STATISTICA v. 12).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Objawy żerowania ślimaków *A. vulgaris*, *A. rufus* i *D. reticulatum* na nasionach badanych odmian łubinów były podobne. Ślimaki wygryzały otwory w łupinach nasiennych i żerowały na liściach zarodkowych, korzonkach oraz zawiązkach liści i pędów. W pierwszych dwóch dniach obserwacji kiełkujące korzonki zarodkowe osiągały długość do 5 mm i u niektórych nasion były zjadane w całości. Od trzeciego dnia, ślimaki uszkadzały wierzchołki korzonków oraz rozwijające się hipokotyle i liścienie, a w kolejnych dniach zawiązki pierwszych liści.

Istotne różnice w wielkościach uszkodzeń kiełkujących nasion badanych odmian łubinów, przez *A. vulgaris*, *A. rufus* i *D. reticulatum*, zaobserwowano po 24 godzinach żerowania ślimaków i w kolejnych dniach, do ostatniego, dziesiątego dnia obserwacji [patrz wyniki ANOVA: wartość statystyki F(20;105) i wartość p w tabelach 1, 2, 3].

Po trzech dniach istotnie silniej uszkodzone przez *A. vulgaris* były nasiona łubinu wąskolistnego Oskar (31,6%), Dalbor (30,2%) i Graf (29,5%) w porównaniu do uszkodzeń nasion łubinu żółtego Parys (8,0%), Lord (11,8%), Perkoz (12,2%) i łubinu wąskolistnego Karo (11,5%) (tab. 1). Po pięciu dniach, najsilniej uszkodzone były rośliny łubinu wąskolistnego Oskar (39,9%) i Bojar (38,2%), a istotnie najslabsze uszkodzenia wystąpiły na nasionach łubinu żółtego Parys (12,5%) (rys. 1). Słabo uszkodzone były także rośliny łubinu wąskolistnego Karo (16,3%) oraz łubinu

żółtego Lord (16,7%) i Perkoz (18,4%). Od siódmego do dziesiątego dnia żerowania ślimaków, silniej uszkodzane były nasiona łubinu wąskolistnego Bojar, Boruta, Dalbor, Graf i Oskar, a istotnie słabiej nasiona łubinu wąskolistnego Karo oraz łubinu żółtego Parys, Lord i Perkoz. Po dziesięciu dniach uszkodzenie nasion łubinu wąskolistnego Karo oraz łubinu żółtego Parys, Lord i Perkoz wynosiło od 26 do 32%, podczas gdy nasiona łubinu wąskolistnego Oskar i Bojar były uszkodzone w 59%. Wyniki obserwacji podczas całego okresu żerowania ślimaków wykazały, że istotnie najsilniej uszkodzane przez *A. vulgaris* były nasiona łubinu wąskolistnego Bojar i Oskar w porównaniu do uszkodzeń nasion łubinu żółtego Parys i łubinu wąskolistnego Karo (tab. 1, rys. 1). Ponadto, silniej uszkodzane były także nasiona łubinu wąskolistnego Dalbor i Graf, a słabiej nasiona łubinu żółtego Lord i Perkoz.

Tabela 1. Tempo i wielkość uszkodzeń kiełkujących nasion różnych odmian łubinów (*Lupinus* spp.) [%] przez *Arion vulgaris* i wyniki analizy wariancji oraz testu Fishera przy poziomie $\alpha = 0,05$

Table 1. Rate and size of damages of germinating seeds of various lupine varieties (*Lupinus* spp.) [%] caused by slugs *Arion vulgaris* and ANOVA results and Fisher's test results at the level of significance $\alpha = 0.05$

Gatunek/odmiana Species/variety	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding				
	1	3	5	7	10
<i>Lupinus albus</i>					
Boros	14,2 def	23,6 e-h	28,5 d-g	32,3 c-f	36,5 bc
Butan	12,5 b-e	24,0 e-h	28,8 d-g	36,5 d-h	45,5 cd
<i>Lupinus luteus</i>					
Dukat	5,9 ab	15,6 bcd	24,0 b-e	33,0 d-g	46,2 cde
Lord	4,2 ab	11,8 ab	16,7 ab	23,6 abc	31,6 ab
Mister	4,2 ab	12,5 abc	20,1 abc	28,5 b-e	37,5 bc
Parys	2,4 a	8,0 a	12,5 a	20,5 ab	30,9 ab
Perkoz	4,5 ab	12,2 ab	18,4 ab	23,6 abc	32,3 ab
Taper	3,5 ab	17,7 b-e	22,2 bed	30,6 c-f	36,8 bc
<i>Lupinus angustifolius</i>					
Bojar	21,9 g	27,8 ghi	38,2 ij	47,9 i	58,7 f
Boruta	14,9 ef	29,2 ghi	35,1 f-j	47,6 i	55,9 ef
Dalbor	18,1 fg	30,2 hi	37,5 hij	46,9 i	55,9 ef
Graf	21,9 g	29,5 hi	37,2 hij	45,1 hi	57,6 f
Heros	12,5 b-e	25,3 f-i	31,3 e-i	37,8 fgh	49,7 def
Kalif	18,4 fg	29,2 ghi	34,4 f-j	43,1 hi	53,8 def
Karo	8,3 a-d	11,5 ab	16,3 ab	18,4 a	26,4 a
Mirela	13,9 def	21,9 d-g	27,1 c-f	30,9 c-f	45,1 cd
Neptun	2,4 a	19,8 c-f	30,6 e-i	37,2 e-h	50,0 def
Oskar	22,2 g	31,6 i	39,9 j	43,1 hi	58,7 f
Regent	4,5 ab	21,9 d-g	29,5 d-h	33,3 d-g	38,2 cd
Sonet	7,3 abc	17,7 b-e	21,9 bed	27,8 bed	30,6 ab
Zeus	9,7 b-e	28,5 ghi	35,8 g-j	41,3 ghi	44,8 cd
ANOVA F(20;105)	9,27	7,99	7,94	8,54	9,10
Wartość p/p – Value p/p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Wartości w kolumnach oznaczone, co najmniej jedną taką samą literą nie różnią się istotnie
Values in columns marked with at least the same letter do not differ significantly

Tabela 2. Tempo i wielkość uszkodzeń kiełkujących nasion różnych odmian łubinów (*Lupinus* spp.) [%] przez *Arion rufus* i wyniki analizy wariancji oraz testu Fishera przy poziomie $\alpha = 0,05$ Table 2. Rate and size of damages of different germinating seeds of various lupine varieties (*Lupinus* spp.) [%] caused by slugs *Arion rufus* and ANOVA results and Fisher's test results at the level of significance $\alpha = 0.05$

Gatunek/odmiana Species/variety	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding				
	1	3	5	7	10
<i>Lupinus albus</i>					
Boros	8,0 abc	14,2 a-e	22,2 b-e	23,3 a-e	27,8 abc
Butan	6,9 abc	14,2 a-e	21,9 bcd	24,7 a-f	34,4 b-e
<i>Lupinus luteus</i>					
Dukat	5,6 ab	10,8 ab	12,2 ab	14,2 ab	16,3 a
Lord	5,2 ab	8,7 a	9,7 a	12,5 a	16,0 a
Mister	4,5 a	8,7 a	10,1 a	13,2 a	16,3 a
Parys	4,9 ab	8,3 a	9,7 a	12,2 a	14,9 a
Perkoz	4,5 a	12,5 abc	13,2 ab	16,0 abc	17,0 a
Taper	4,9 ab	12,8 a-d	14,6 ab	17,7 a-d	20,1 ab
<i>Lupinus angustifolius</i>					
Bojar	4,9 ab	13,5 a-d	20,8 abc	27,4 b-f	33,7 b-e
Boruta	9,4 a-d	22,9 e-i	31,6 c-f	37,5 fgh	45,1 def
Dalbor	8,3 abc	15,6 a-f	27,8 c-f	33,3 efg	39,9 c-f
Graf	8,3 abc	16,7 a-f	32,3 def	38,5 gh	47,6 ef
Heros	20,5 e	29,9 i	37,8 f	46,9 h	52,4 f
Kalif	14,2 cde	27,1 ghi	33,0 def	38,2 gh	47,6 ef
Karo	12,2 bcd	19,1 b-g	22,6 cde	26,7 b-f	36,5 cde
Mirela	4,9 ab	13,2 a-d	22,6 b-e	34,4 e-h	39,6 c-f
Neptun	16,0 de	28,8 hi	33,3 ef	38,9 gh	42,4 c-f
Oskar	11,8 a-d	20,5 c-h	26,4 cde	34,7 e-h	44,1 def
Regent	5,6 ab	13,9 a-e	20,8 abc	27,8 b-f	35,4 cde
Sonet	9,8 abc	20,4 d-h	24,7 cde	30,4 efg	33,9 cd
Zeus	16,3 de	24,3 f-i	27,4 c-f	30,6 d-g	33,3 b-e
ANOVA F(20;105)	3,18	4,07	4,58	4,84	5,19
Wartość p/p – Value p/p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Wartości w kolumnach oznaczone, co najmniej jedną taką samą literą nie różnią się istotnie
Values in columns marked with at least the same letter do not differ significantly

Różnice w wielkościach uszkodzeń kiełkujących nasion przez *A. rufus*, pomiędzy poszczególnymi odmianami łubinów, były podobne podczas całego okresu żerowania ślimaków (tab. 2). Po trzech dniach, istotnie silniej uszkodzone były nasiona łubinu wąskolistnego Heros (29,9%), Neptun (28,8%) i Kalif (27,1%), a istotnie słabiej łubinu żółtego Parys, Mister i Lord, które były uszkodzone w 8,3–8,7%. Po pięciu dniach najsilniej uszkodzone były nasiona łubinu wąskolistnego Heros i Neptun (37,8% i 33,3% odpowiednio) i ich uszkodzenia nie różniły się istotnie od uszkodzeń nasion odmian Boruta, Dalbor, Graf, Kalif i Zeus (27,4–32,3%), natomiast były istotnie większe od uszkodzeń nasion pozostałych odmian łubinu wąskolistnego i od uszkodzeń nasion wszystkich odmian łubinu żółtego i białego. Po siedmiu dniach, uszkodzenia

nasion łubinu wąskolistnego Kalif, Graf, Neptun i Heros wynosiły od 38 do 47%, podczas gdy nasiona odmian Parys, Mister i Lord były uszkodzone w 12 do 13%. W ostatnim, dziesiątym dniu żerowania ślimaków, najsilniej uszkodzone były nasiona łubinu wąskolistnego Heros (52,4%), a naj-słabiej nasiona łubinu żółtego Parys, Lord, Mister i Dukat (15–16%). Porównując uszkodzenia podczas całego okresu obserwacji, najsilniej uszkadzane przez *A. rufus* były nasiona łubinu wąskolistnego Heros (tab. 2, rys. 2). Do silnie uszkadzanych należały także nasiona odmian Neptun, Graf i Kalif. Natomiast istotnie słabiej uszkadzane przez tego ślimaka były nasiona łubinu żółtego Parys, Mister i Lord.

Po trzech dniach żerowania ślimaków *D. reticulatum*, istotnie silniej uszkodzone były nasiona łubinu białego Boros (24%) i łubinu wąskolistnego Boruta (21,9%)

Tabela 3. Tempo i wielkość uszkodzeń kiełkujących nasion różnych odmian łubinów (*Lupinus* spp.) [%] przez *Deroceras reticulatum* i wyniki analizy wariancji oraz testu Fishera przy poziomie $\alpha = 0,05$ Table 3. Rate and size of damages of different germinating seeds of various lupine varieties (*Lupinus* spp.) [%] caused by slugs *Deroceras reticulatum* and ANOVA results and Fisher's test results at the level of significance $\alpha = 0,05$

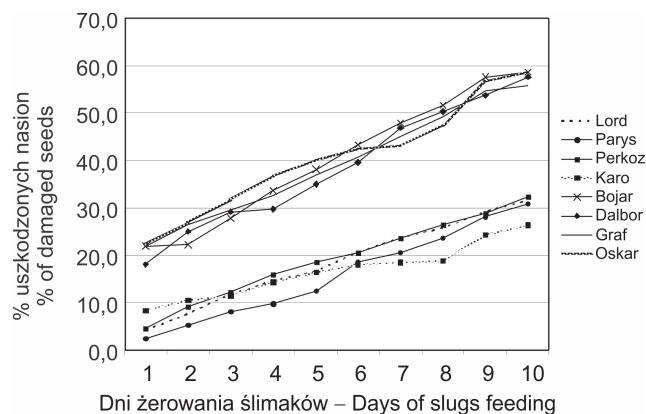
Gatunek/odmiana Species/variety	Dni żerowania ślimaków – Days of slug feeding				
	1	3	5	7	10
<i>Lupinus albus</i>					
Boros	8,7 c-f	24,0 e	27,8 g	29,2 ef	30,9 cd
Butan	2,1 a	15,6 a-e	21,9 b-g	24,3 b-f	27,8 bcd
<i>Lupinus luteus</i>					
Dukat	4,5 a-d	10,4 ab	13,9 abc	16,3 ab	21,2 ab
Lord	6,6 a-f	13,2 abc	17,4 a-d	18,8 abc	21,5 abc
Mister	3,8 abc	11,8 abc	14,9 abc	17,0 ab	18,4 ab
Parys	3,1 ab	11,1 ab	13,5 ab	16,7 ab	18,8 ab
Perkoz	5,9 a-f	15,6 a-e	18,4 a-e	19,8 a-d	23,6 abc
Taper	5,9 a-f	14,9 a-d	17,7 a-e	19,1 abc	23,3 abc
<i>Lupinus angustifolius</i>					
Bojar	10,4 f	18,4 b-e	21,2 b-g	28,8 def	33,3 d
Boruta	10,1 ef	21,9 de	26,7 fg	29,5 ef	33,3 d
Dalbor	6,9 a-f	19,8 cde	23,6 d-g	31,6 f	35,1 d
Graf	9,7 def	17,7 a-e	26,4 fg	29,5 ef	33,7 d
Heros	5,2 a-f	12,5 abc	17,4 a-d	18,8 abc	21,2 ab
Kalif	8,7 c-f	16,7 a-e	26,0 efg	27,8 c-f	30,9 cd
Karo	5,5 a-f	10,8 ab	12,5 a	13,5 a	15,3 a
Mirela	9,4 def	17,4 a-e	19,1 a-e	21,9 a-e	22,6 abc
Neptun	4,9 a-e	9,4 a	14,2 abc	17,7 ab	21,2 ab
Oskar	6,3 a-f	12,5 abc	16,3 a-d	18,8 abc	20,8 ab
Regent	3,8 abc	11,8 abc	15,3 a-d	20,8 a-e	25,7 bcd
Sonet	8,3 def	18,8 cde	20,7 b-f	23,5 b-e	25,2 bc
Zeus	7,6 b-f	14,2 a-d	16,3 a-d	18,4 ab	20,5 ab
ANOVA F(20;105)	1,70	1,82	2,41	2,78	2,86
Wartość p/p – Value p/p	0,042	0,026	0,002	0,002	< 0,001

Wartości w kolumnach oznaczone, co najmniej jedną taką samą literą nie różnią się istotnie
Values in columns marked with at least the same letter do not differ significantly

w porównaniu do nasion łubinu wąskolistnego odmiany Neptun (9,4%) i Karo (10,8%) oraz łubinu żółtego Dukat (10,4%) i Parys (11,1%) (tab. 3). Po pięciu dniach, najsilniej uszkodzone były nasiona łubinu białego Boros (27,8%) oraz łubinu wąskolistnego Boruta, Graf i Kalif (26–26,7%). Istotnie słabiej uszkodzone po pięciu dniach, były nasiona łubinu wąskolistnego Karo (12,5%) oraz nasiona łubinu żółtego Parys (13,5%), Dukat (13,9%) i Neptun (14,2%). Od siódmego do dziesiątego dnia istotnie silniej uszkodzane były także nasiona łubinu wąskolistnego Dalbor, a słabiej nasiona łubinu żółtego Mister i Zeus. Po dziesięciu dniach żerowania ślimaków, uszkodzenie nasion łubinu wąskolistnego Dalbor wynosiło 35%, podczas gdy nasiona odmiany Karo były uszkodzone w 15%. Obserwacje wykonane łącznie podczas dziesięciu dni żerowania *D. reticulatum*

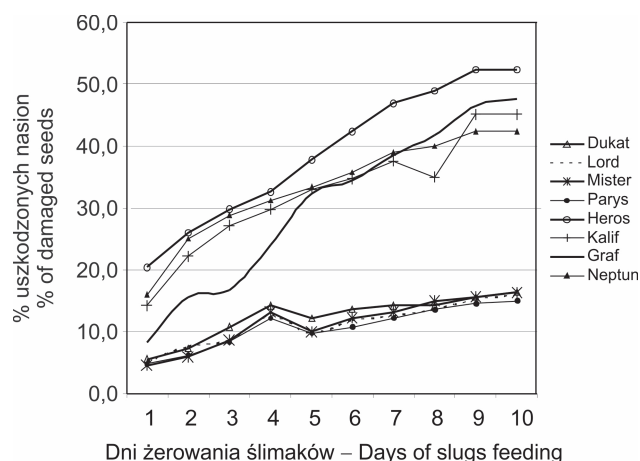
wykazały, że najsilniej uszkodzane przez tego ślimaka były nasiona łubinu wąskolistnego odmian Dalbor, Boruta i Graf oraz łubinu białego Boros (rys. 3). Natomiast, zdecydowanie najłagodniejsze uszkodzenia obserwowano na nasionach łubinu wąskolistnego Karo. Słabo uszkodzane były także nasiona łubinu żółtego Parys i Mister oraz łubinu wąskolistnego Neptun.

Uzyskane wyniki wskazują, że nasiona poszczególnych odmian łubinów charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem pod względem wielkości uszkodzeń przez badane gatunki ślimaków. Tylko w przypadku dwóch odmian, poziom uszkodzenia nasion dla trzech lub dwóch gatunków ślimaków był zbliżony. Były to: słabo uszkodzane nasiona odmiany Parys przez *A. vulgaris*, *A. rufus* i *D. reticulatum* oraz słabo uszkodzane nasiona odmiany Karo przez *A. vulgaris*



Rys. 1. Porównanie uszkodzeń nasion odmian łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) – Lord, Parys, Perkoz oraz odmian łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) – Karo, Bojar, Dalbor, Graf, Oskar przez *Arion vulgaris*

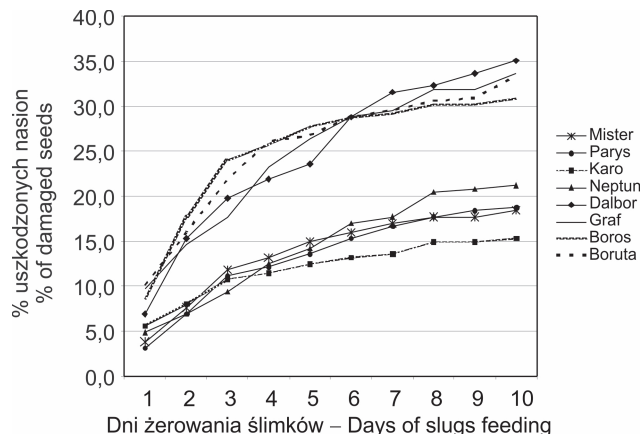
Fig. 1. Comparison of damages of seeds of different yellow lupine varieties (*Lupinus luteus* L.) – Lord, Parys, Perkoz and blue lupine seeds varieties (*Lupinus angustifolius* L.) – Karo, Bojar, Dalbor, Graf, Oskar caused by *Arion vulgaris*



Rys. 2. Porównanie uszkodzeń nasion odmian łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) – Dukat, Lord, Mister, Parys oraz odmian łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) – Heros, Kalif, Graf, Neptun przez *Arion rufus*

Fig. 2. Comparison of damages of seeds of different yellow lupine varieties (*Lupinus luteus* L.) – Dukat, Lord, Mister, Parys and blue lupine seeds varieties (*Lupinus angustifolius* L.) – Heros, Kalif, Graf, Neptun caused by *Arion rufus*

i *D. reticulatum*. Podobne wyniki dotyczące słabego uszkodzenia odmiany Karo przez ślimaki *A. vulgaris*, *A. rufus* i *D. reticulatum* uzyskano we wcześniejszych badaniach, w których porównywano uszkodzenia roślin (w fazie 3–4 liści) ośmiu odmian łubinu wąskolistnego (Kozłowski i wsp. 2016). Przyczyną odmianowego zróżnicowania stopnia uszkodzenia nasion łubinów była prawdopodobnie różna zawartość składników biochemicznych, zwłaszcza alkaloidów. Wiadomo, że niektóre wtórne metabolity roślinne, takie jak: alkaloidy, cyjanogenne glikozydy, saponiny, taniny, flawonoidy, terpenoidy i inne mają wpływ na ograniczenie zjadania roślin przez ślimaki (Kloos i McCullough 1982;



Rys. 3. Porównanie uszkodzeń nasion odmian łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) – Mister, Parys oraz odmian łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) – Karo, Neptun, Dalbor, Graf, Boruta i łubinu białego (*Lupinus albus* L.) – Boros przez *Deroceras reticulatum*

Fig. 3. Comparison of damages of seeds of different yellow lupine varieties (*Lupinus luteus* L.) – Mister, Parys and blue lupine seeds varieties (*Lupinus angustifolius* L.) – Karo, Neptun, Dalbor, Graf, Boruta and white lupine (*Lupinus albus* L.) – Boros caused by *Deroceras reticulatum*

Webbe i Lambert 1983; Airey i wsp. 1989). W przypadku łubinów taką rolę pełnią alkaloidy quinolizidinowe, które występują w nasionach oraz siewkach i ograniczają żerowanie ślimaków (Dirzo i Harper 1982; Aguiar i Wink 1999; Ester i Trul 2000). Znalazło to potwierdzenie w obecnych badaniach odnośnie słabych uszkodzeń nasion odmiany Karo przez *A. vulgaris* i *D. reticulatum*, które według danych Centralnego Ośrodka Badania Roślin Uprawnych, mają bardzo wysoką zawartość alkaloidów (> 1,17% s.m.) w porównaniu do nasion innych odmian łubinów (<http://www.coboru.pl/DR/charaktodmiany.aspx>).

Przeprowadzone badania wykazały, że stopień uszkodzenia nasion badanych odmian łubinów, różnił się znacznie dla poszczególnych gatunków ślimaków. Wskazuje to, na ich odmienne preferencje pokarmowe, które decydują o ilości zjedanego pokarmu, a w rezultacie o wielkości uszkodzeń roślin. Zróżnicowanie preferencji pokarmowych ślimaków jest zjawiskiem dobrze znanym, jednak większość dotychczasowych badań dotyczyła siewek roślin (Hanley i wsp. 1995; Byers 2002; Brooks i wsp. 2003; Kozłowski i Kozłowska 2009; Barlow i wsp. 2013). Nieliczne badania nad uszkodzeniami nasion prowadzono głównie w odniesieniu do pszenicy ozimej, która w tej fazie rozwojowej jest bardzo silnie uszkodzana przez ślimaki (Spaull i Eldon 1990; Glen i Moens 2002). Spaull i Eldon (1990) wykazali, że ślimaki preferują odmiany pszenicy o wysokiej zawartości cukrów. Gebauer (2002) w badaniach nad preferencjami pokarmowymi *D. reticulatum* w stosunku do nasion pszenicy, kukurydzy i grochu stwierdził, że ślimaki te najchętniej żerują na mieszance różnych gatunków nasion, a najwyższą aktywność żerowania wykazują na nasionach grochu.

Stwierdzono, że każdy z badanych gatunków ślimaków miał inny zestaw preferowanych odmian łubinów, i że nasiona niektórych odmian są mniej podatne na uszkodzenia. Informacje te, po sprawdzeniu w warunkach polowych, będą bardzo przydatne w prognozowaniu i ograniczaniu uszkodzeń nasion łubinów przez poszczególne gatunki ślimaków. Wykorzystanie podczas zakładania upraw nasion mniej podatnych odmian, może być jednym ze sposobów niechemicznej ochrony roślin przed skutkami żerowania ślimaków oraz ważnym elementem integrowanych programów ochrony. Dlatego poznanie stopnia uszkodzenia nasion różnych odmian przez poszczególne gatunki ślimaków jest niezbędne dla opracowania właściwej strategii kontroli tych szkodników.

Wnioski / Conclusions

1. Nasiona badanych odmian łubinów różniły się znacznie pod względem podatności na uszkodzenia przez ślimaki.
2. Silniej uszkodzane przez *A. vulgaris* były nasiona odmian Bojar i Oskar, przez *A. rufus* nasiona odmiany Heros,

a przez *D. reticulatum* nasiona odmiany Dalbor i Boros. Natomiast słabiej uszkodzane przez *A. vulgaris* i *D. reticulatum* były nasiona odmian Karo i Parys, a przez *A. rufus* nasiona odmiany Parys, Lord i Mister.

3. Nasiona większości odmian łubinu żółtego i białego były słabiej uszkodzane przez badane gatunki ślimaków niż nasiona łubinu wąskolistnego. Wyjątek stanowiły nasiona łubinu wąskolistnego Karo, słabo uszkodzane przez ślimaki *A. vulgaris* i *D. reticulatum* oraz nasiona łubinu białego odmiany Boros silnie uszkodzane przez *D. reticulatum*.
4. Podobny stopień uszkodzenia nasion przez trzy badane gatunki ślimaków stwierdzono tylko w przypadku słabo uszkodzanej odmiany Parys. Wielkości uszkodzeń nasion pozostałych odmian przez poszczególne gatunki ślimaków różniły się istotnie. Świadczy to o zróżnicowanych preferencjach pokarmowych badanych gatunków ślimaków.
5. Informacje na temat stopnia podatności nasion różnych odmian łubinów na uszkodzenia przez ślimaki zostaną w przyszłości wykorzystane w doborze odmian do uprawy na terenach zasiedlonych przez te szkodniki.

Literatura / References

- Aguiar R., Wink M. 1999. Mollusc-deterrent activity of lupin alkaloids. p. 97–98. Proceeding 9th International Lupin Conference. Klink/Mültritz, "International Lupin Association". New Zealand, Canterbury, June 20–24, 1999, 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. DOI: 10.1093/aob/mct086.
- Brooks A.S., Crook M.J., Wilcox A., Cook R.T. 2003. A laboratory evaluation of the palatability of legumes to the field slug *Deroceras reticulatum* Müller. *Pest Management Science* 59 (3): 245–251. DOI: 10.1002/ps.658.
- 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.
- 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 (1): 119–138. DOI: 10.2307/2259868.
- Douglas M.R., Tooker J. 2012. Slug (Mollusca: Agriolimacidae, Arionidae) ecology and management in no-till field crops, with an emphasis on mid-Atlantic region. *Journal of Integrated Pest Management* 3 (1): C1–C9. DOI: <https://doi.org/10.1603/IPM11023>.
- 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.
- 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): 1–5. DOI: 10.1046/j.1439-0280.2002.02001.x.
- Glen D.M., Moens R. 2002. Agriolimacidae, Arionidae and Milacidae as pests in West European cereals. p. 271–300. In: "Molluscs as Crop Pests" (G.M. Barker, ed.). Landcare Research Hamilton, New Zealand, CABI Publishing, UK, 468 pp.
- 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 (5): 754–759. DOI: 10.2307/2390248. <http://www.coboru.pl/DR/charaktodmiany.aspx>
- Kloos H., McCullough F.S. 1982. Plant molluscicides. *Planta Medica* 46: 195–209.
- Kozłowski J., Jaskulska M., Kozłowska M. 2016. The role alkaloids in the feeding behaviour of slugs (Gastropoda: Stylommatophora) as pests of narrow-leafed lupin plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science* 67 (3): 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1259423>.
- Kozłowski J., Kozłowska M. 2009. Palatability and consumption of 95 species of herbaceous plants and oilseed rape for *Arion lusitanicus* Mabille, 1868. *Journal of Conchology* 40 (1): 79–90.
- Runham N.W., Hunter P.J. 1970. *Terrestrial Slugs*. 1st ed. Hutchinson and Co. Ltd., London, UK, 184 pp.
- South A. 1992. *Terrestrial Slugs: Biology, Ecology, and Control*. Chapman and Hall, London, 444 pp.
- Spaull A.M., Eldon S. 1990. Is it possible to limit slug damage using choice winter wheat cultivars? p. 703–708. Proceedings of The Brighton Crop Protection Conference: Pest and Diseases. Vol. 2. UK, Brighton, November 17–20, 1986, 865 pp.
- Webbe G., Lambert J.D.H. 1983. Schistosomiasis: Plants that kill snails and prospects for disease control. *Nature* 302: 754. DOI: 10.1038/302754a0.