

Różnorodność i wzajemne powiązania pomiędzy gryzoniami, a grzybami podziemnymi oraz ich wpływ na środowisko przyrodnicze Pienińskiego Parku Narodowego

Patryk Komur¹, Piotr Mleczko¹, Piotr Chachuła², Izabela Wierzbowska³, Joanna Kapusta³

¹Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, e-mail: patryk.komur@doctoral.uj.edu.pl, ubmleczk@cyf-kr.edu.pl;

²Pieniński Park Narodowy, Krościenko n/Dunajcem, e-mail: piotrekchacha@gmail.com;

³Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, e-mail: i.wierzbowska@uj.edu.pl, joanna.kapusta@uj.edu.pl

WSTĘP

Grzyby podziemne charakteryzują się owocnikami gasteroidalnymi (zamkniętymi, kulistymi), które formują się i dojrzewają pod ziemią. Dla gryzoni grzyby te stanowią ważne uzupełnienie diety, zwłaszcza w okresach braku pokarmu lub przed hibernacją. Dla grzybów podziemnych gryzonie są organizmami wektorowymi, które umożliwiają im rozprzestrzenianie zarodników na dalsze odległości. Jednocześnie grzyby podziemne wchodzą w symbiotyczne relacje z drzewami leśnymi jako ich partnerzy ektomykoryzowi, gryzonie natomiast stanowią ważną bazę pokarmową dla zwierząt drapieżnych.

Współzależności między różnymi grupami organizmów wpływają na funkcjonowanie i różnorodność ekosystemów. Jednym z przykładów takich związków są grzyby podziemne i małe mykofagiczne ssaki. Podziemne owocniki tych grzybów podlegają rozprzestrzenianiu przez zarodniki za pośrednictwem powietrza, dlatego musiały się rozwinąć inne opcje rozprzestrzeniania się na odległości bliskie lub dalekie. Dokonano tego poprzez ewolucję adaptacji do mykofagii przede wszystkim małych ssaków. Zwierzęta spożywające owocniki zawierające zarodniki odgrywają rolę wektorów i najprawdopodobniej także ułatwiają kiełkowanie zarodników. Owocniki grzybów podziemnych często produkują intensywne zapachy, które stają się najsilniejsze po dojrzewaniu owocników grzybów.

Dane pozyskane w ramach badań pozwolą m.in. na określenie preferencji pokarmowych gryzoni w stosunku do grzybów podziemnych, zbadanie potencjału odchodów gryzoni jako naturalnego inokulum ektomykoryzowego i określenie znaczenia gryzoni w transporcie zarodników grzybów podziemnych na tereny bezleśne (łąki i polany) w Pienińskim Parku Narodowym (PPN).

METODY

Badania obejmowały prace terenowe: odłowy małych ssaków na 12 transektach (po 20 pułapek żywołownych co 10 m) (fot. 1 i 2), zbiór materiału – odchodów ssaków do badań sporologicznych i poszukiwanie owocników grzybów podziemnych, prace laboratoryjne: mikroskopowa analiza sporologiczna prób (odchodów), identyfikacja zarodników obecnych w odchodach oraz owocników grzybów podziemnych. Przeprowadzono również badania eksperymentalne z udziałem zwierząt oraz z inokulacją siewek drzew leśnych zarodnikami z odchodów zwierząt (fot. 3,4,6,7). Odłowy prowadzone były dwukrotnie w sezonie, w dniach 16-19.07.2017 i 17-20.09.2017 na transektach 1-6 oraz w dniach 19-22.07.2017 i 20-23.09.2017 na transektach 7-12. Rozmieszczenie transektów na terenie PPN przedstawiono na rycinie nr 1.



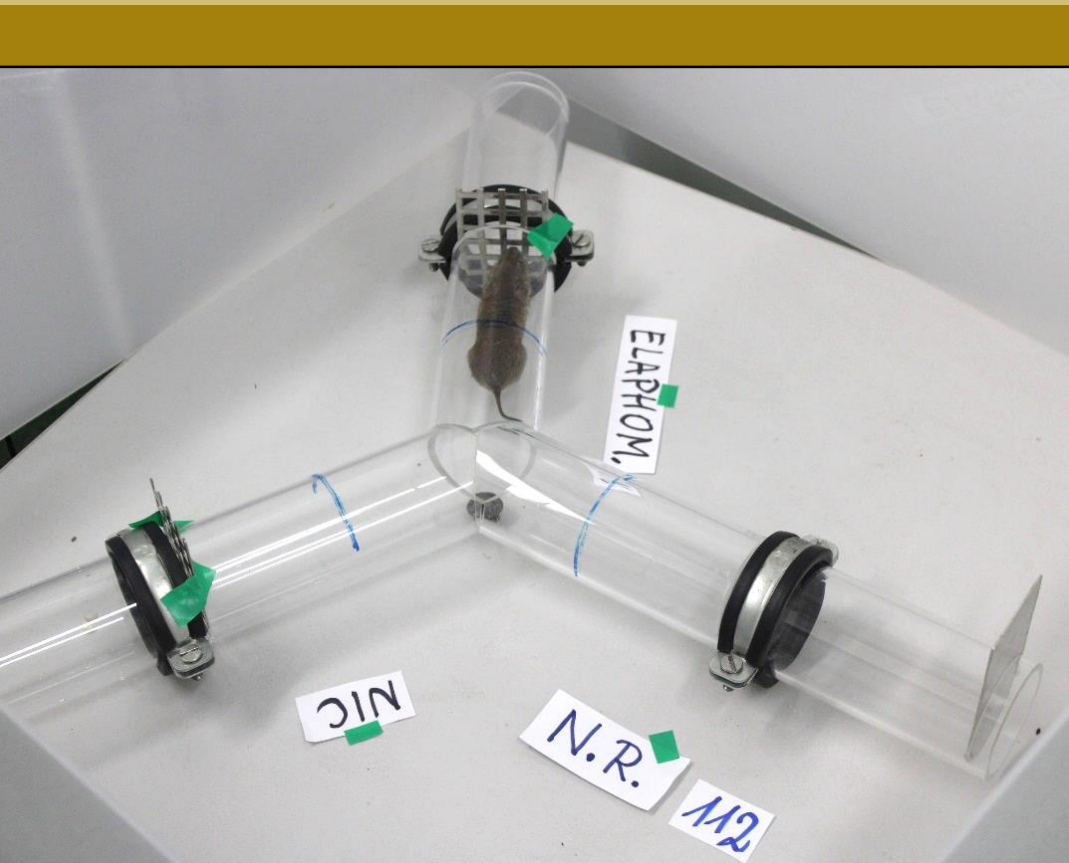
Fot. 1. Pułapka żywołowna.



Fot. 2. Nornica ruda *Myodes glareolus*.



Fot. 3 i 4. Pomieszczenie do hodowli gryzoni w Instytucie Nauk o Środowisku UJ i klatki z gryzoniami używane podczas eksperymentu.



Fot. 5. Labirynt Y stosowany podczas eksperymentu wyboru.



Fot. 6. Zarodniki *Melanogaster*, *Hymenogaster* i *Tuber* w odchodach nornicy rudej *Myodes glareolus*.



Fot. 7. Zarodniki *Picea carthusiana* w odchodach nornicy rudej.



Fot. 8. Wnętrze lasu bukowo-jodłowego w Pienińskim Parku Narodowym.



Fot. 9. Borowiczka niebieszczejąca *Chamonixia caespitosa*.



Fot. 10. Podkorzeniak leszczynowy *Hysterangium stoloniferum*.



Fot. 11. Czarnobrzuszek *Melanogaster ambiguus*.



Fot. 12. Trufia wydrążona *Tuber excavatum*.

TEREN BADAŃ

Badania prowadzono na terenie Pienińskiego Parku Narodowego zlokalizowanego na południu Kraju, na granicy Centralnych i Zewnętrznych Karpat, w sąsiedztwie Gorców, Beskidu Sądeckiego, Małych Pienin, Magury Spiskiej i Pienin Spiskich. Ze względu na wapienne podłoże, duże urozmaicenie orograficzne i brak zlodowacenia w plejstocenie roślinność Pienin jest różnorodna i bogata. Na tak niewielkim obszarze (23,46 km²) stwierdzono około 1670 gatunków roślin, w tym blisko 1100 roślin naczyniowych, ok. 290 mchów i 280 glonów. W Pieninach wyróżnia się jedno piętro roślinne - regiel dolny. Mimo to roślinność jest bardzo urozmaicona. Dominuje buczyna karpacka (ok. 50%) (fot. 8) z niewielkimi enklawami jaworzyny górskiej. W pozostałej części obszarów leśnych spotkać można laski sosnowe, ciepłolubne buczyny i jedliny, grądy, nadrzeczne i bagienne olszyny górskie, bory świerkowe i bory jodłowo-świerkowe.



Ryc. 1. Lokalizacja miejsc odłowów małych ssaków na terenie Pienińskiego Parku Narodowego, a – transekty: 1 i 2 – rejon szkółki leśnej, 3 i 4 – Gróbką, 5 i 6 – Upszar, 7 i 8 – Ociemny Potok, 9 i 10 – Biały Potok i Zagroń, 11 i 12 – Osica i Lasek; b – granica PPN; c – granica otuliny PPN; d – ciek wodny; e – Zbiornik Czorszyński i Sromowicki. Oprac. Michał Lempa.

WYNIKI

Podczas badań terenowych w 2017 roku pozyskano 802 próby. Jako próbę traktowano materiał w postaci odchodów pobrany z danej pułapki w danym terminie. W lipcu pobrano łącznie 339 prób, podczas gdy we wrześniu liczba ta była większa i wynosiła 463 próby. Najwięcej prób pochodziło od myszy leśnej *Apodemus flavicollis* (270 w lipcu i 327 we wrześniu) oraz nornicy rudej *Myodes glareolus* (55 w lipcu i 82 we wrześniu) i nornika zwyczajnego *Microtus arvalis* (13 prób w lipcu i 44 we wrześniu) (tab. 2).

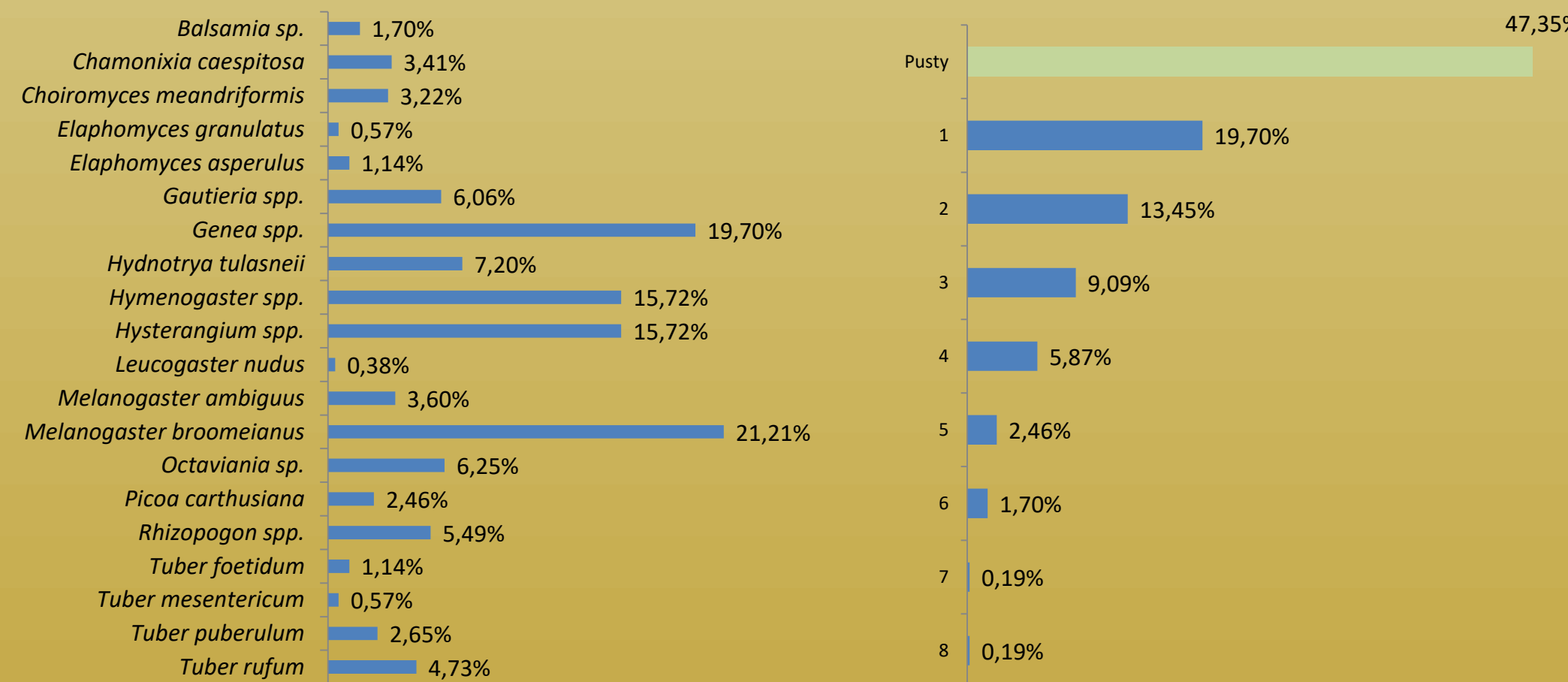
Badania przeprowadzone w 2017 roku w Pienińskim Parku Narodowym to kontynuacja badań, które były już prowadzone na tym terenie w 2016 roku. Podobne prace wykonano również w latach 2014 i 2015 w Tatrzańskim i Gorczańskim PN. W wyniku tych badań teren PPN na tle sąsiednich pasm górskich okazał się znacznie bogatszy zarówno pod względem odłowionej liczby gatunków gryzoni i stwierdzonych w ich odchodach zarodników gatunków grzybów. Na terenie PPN odłowiono 611 osobników należących do 9 gatunków małych ssaków, w TPN 106 należących do 3 gatunków, w GPN 212 należących do 4 gatunków (tab. 1). W większości próbek zarejestrowano 1-2 taksonów grzybów. Największą różnorodność stwierdzono na transekcie nr 2 (Biały Potok-Zagroń) – do 8 taksonów w próbce (ryc. 3) (GPN do 5, w TPN do 3). łącznie w PPN zidentyfikowano 20 gatunków grzybów podziemnych m.in. borowiczkę niebieszczejącą *Chamonixia caespitosa*, podkorzeniaka leszczynowego *Hysterangium stoloniferum*, czarnobrzuszkę *Melanogaster ambiguus* i trufle wydrążoną *Tuber excavatum* (fot. 9-12), (GPN – 13, TPN – 17) z 15 rodzajów (GPN – 11, TPN – 13) (ryc. 2). Stężenie zarodników i liczba taksonów na próbce była wyższa jesienią (wrzesień) niż latem (lipiec). Zarodniki grzybów podziemnych zidentyfikowano w próbkach zebranych zarówno w lasach, jak i na łąkach. Dowodzi to roli małych ssaków w rozprzestrzenianiu się inokulum ektomykoryzowego na siedliska nieleśne.

	<i>Apodemus agrarius</i> mysz polna	<i>Apodemus flavicollis</i> mysz leśna	<i>Apodemus sylvaticus</i> mysz zaroślowa	<i>Microtus agrestis</i> nornik buri	<i>Microtus arvalis</i> nornik zwyczajny	<i>Microtus oeconomus</i> nornik północny	<i>Microtus subterraneus</i> darniówka zwyczajna	<i>Myodes glareolus</i> nornica ruda	<i>Sorex spp.</i> ryjówka	Suma
Pieniński PN	17	315	17	3	180	6	3	64	6	611
Gorczański PN	1	122	-	4	-	-	-	85	-	212
Tatrzański PN	-	32	-	4	-	-	10	60	-	106

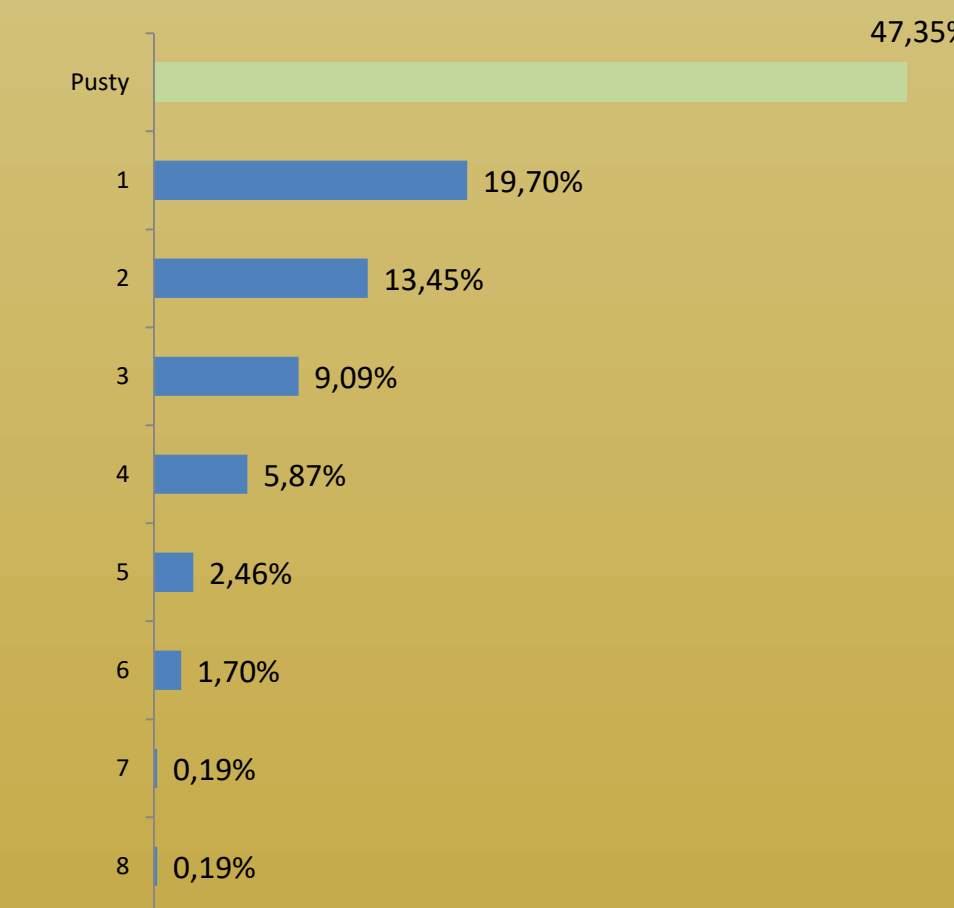
Tabela 1. Udział odłowionych osobników drobnych ssaków na terenie Pienińskiego, Gorczańskiego i Tatrzańskiego Parku Narodowego w latach 2014-2016.

<i>Apodemus agrarius</i> mysz polna	<i>Apodemus flavicollis</i> mysz leśna	<i>Apodemus sylvaticus</i> mysz zaroślowa	<i>Microtus agrestis</i> nornik buri	<i>Microtus arvalis</i> nornik zwyczajny	<i>Microtus oeconomus</i> nornik północny	<i>Microtus subterraneus</i> darniówka zwyczajna	<i>Myodes glareolus</i> nornica ruda	<i>Sorex spp.</i> ryjówka
13,30%	64,50%	50,00%	70,00%	9,70%	0,00%	38,50%	77,30%	42,90%

Tabela 2. Udział odłowionych osobników drobnych ssaków w Pienińskim Parku Narodowym, które zawierały zarodniki grzybów podziemnych.



Ryc. 2. Częstość występowania poszczególnych taksonów grzybów podziemnych w próbkach (uwzględniono tylko próbki z zarodnikami).



Ryc. 3. Udział prób z małych ssaków, w których zarejestrowano określoną liczbę taksonów grzybów podziemnych

E K S P E R Y M E N T Y

Czas retencji zarodników w przewodach pokarmowych gryzoni

Do badań wybrano dwa gatunki gryzoni utrzymywane w hodowli: nornicę rudą *Myodes glareolus* i nornika zwyczajnego *Microtus arvalis*. W eksperymencie brało udział 26 osobników nornicy oraz 26 osobników nornika. Każdy osobnik otrzymał 3 różne rodzaje grzybów podziemnych. Ściółkę z odchodami pobierano co 4 godziny od momentu podania owocników. Od każdego osobnika pobranych zostało 36 prób odchodów. łącznie od wszystkich osobników nornicy i nornika pobrano 1872 próby. Z analiz wynika, że czas przechodzenia zarodników przez przewody pokarmowe zwierząt jest zbliżony w przypadku nornika oraz nornicy i wynosi ok. 24 ± 4 godz. Niektóre zarodniki były obecne do 76 godzin po spożyciu owocnika. Wykazano jednak, że niewielka liczba wykrytych zarodników może nie odpowiadać ilości spożytego owocnika, ponieważ odchody zawierają ślady zarodników przez długi czas po przejściu głównej masy zarodników.

Preferencje pokarmowe gryzoni

W teście preferencji wzięły udział 22 osobniki nornicy rudej *Myodes glareolus*. Po kilkudniowej aklimatyzacji rozpoczęto testy preferencji, które przeprowadzono z zastosowaniem labiryntu Y (Coopersmith & Lenington 1992) (ryc. 5). Celem uniknięcia zakłóceń w trakcie badań monitorowano i rejestrowano zachowanie zwierząt przy pomocy kamery. Nornica ruda wprowadzona była do komory startowej labiryntu i pozostawiona na czas 1-2 min. w celu adaptacji. Następnie podnoszona była przegroda w komorze startowej, co umożliwiała zwierzęciu wejście do labiryntu. Test rozpoczął się dopiero po wejściu zwierzęcia do obu ramion testowych i wyjściu do części środkowej lub ramienia startowego.

Inokulacja siewek odchodami gryzoni zawierającymi zarodniki grzybów podziemnych

Celem eksperymentu było sprawdzenie, jaki jest potencjał odchodów gryzoni jako źródła inokulum ektomykoryzowego. Do założenia eksperymentu użyto skielkowanych nasion trzech gatunków drzew, typowych dla zbiorowisk leśnych Pienińskiego Parku Narodowego: buka zwyczajnego, jodły pospolitej i świerka pospolitego. Do eksperymentu użyte zostały odchody gryzoni pochodzące zarówno z eksperymentalnego skarmiania zwierząt jak i pozyskane podczas prac terenowych. Rośliny zostały umieszczone w szklarni Centrum Badań nad Biodiversity – w Ogródzie Botanicznym PAN w Warszawie-Powsinie. Po upływie pół roku korzenie zostaną zbadane pod kątem obecności ektomykoryz.