

**Uniwersytet Jagielloński  
w Krakowie  
Instytut Nauk o Środowisku**

**Warsztaty z Biologii Ewolucyjnej  
dla doktorantów**

**Ochotnica Górna  
12 - 17 września 2006**

### **Organizatorzy i recenzenci:**

Dr hab. Mariusz Cichoń, Zakład Ekologii Populacyjnej INOŚ UJ, [cichon@eko.uj.edu.pl](mailto:cichon@eko.uj.edu.pl)

Dr Marcin Czarnołęski, Zakład Hydrobiologii INOŚ UJ, [czarn@eko.uj.edu.pl](mailto:czarn@eko.uj.edu.pl)

Prof. dr hab. Adam Łomnicki, Zakład Ekologii Populacyjnej INOŚ UJ, [lomnicki@eko.uj.edu.pl](mailto:lomnicki@eko.uj.edu.pl)

Dr Joanna Rutkowska, Zakład Ekologii Populacyjnej, INOŚ UJ, [rutko@eko.uj.edu.pl](mailto:rutko@eko.uj.edu.pl)

Prof. dr hab. Michał Woyciechowski, Zakład Ekologii Behawioralnej INOŚ UJ, [woycie@eko.uj.edu.pl](mailto:woycie@eko.uj.edu.pl)

### **Uczestnicy:**

Krzysztof Argasiński, Zakład Zoopsychologii i Etologii Zwierząt INOŚ UJ, [argas1@wp.pl](mailto:argas1@wp.pl)

Łukasz Binkowski, Zakład Monitoringu Środowiska INOŚ UJ, [binkow@eko.uj.edu.pl](mailto:binkow@eko.uj.edu.pl)

Dominika Chmolewska, Zakład, INOŚ UJ, [domenica@poczta.onet.pl](mailto:domenica@poczta.onet.pl)

Justyna Kubacka, Zakład Ekologii Populacyjnej, INOŚ UJ, [beadora@interia.pl](mailto:beadora@interia.pl)

Kamil Kulpiński, Ogród Botaniczny UJ, [kulpis@o2.pl](mailto:kulpis@o2.pl)

Karolina Kuszewska, Ekologii Behawioralnej INOŚ UJ, [kuszewk@eko.uj.edu.pl](mailto:kuszewk@eko.uj.edu.pl)

Dawid Moroń, Zakład Ekologii Behawioralnej INOŚ UJ, [dawidmoron@poczta.onet.pl](mailto:dawidmoron@poczta.onet.pl)

Elżbieta Rożej, Zakład Ekologii Behawioralnej INOŚ UJ, [toccata@tlen.pl](mailto:toccata@tlen.pl)

Ewa Śliwińska, Zakład, INOŚ UJ, [ewa-sliwinska@wp.pl](mailto:ewa-sliwinska@wp.pl)

Monika Ulman, Instytut Botaniki UJ, [ulmana@wp.pl](mailto:ulmana@wp.pl)

Dariusz Wiejaczka, Zakład Ekologii Populacyjnej, INOŚ UJ, [guitarist@op.pl](mailto:guitarist@op.pl)

Maria Eskreys – Wójcik, Zakład Badań Łowieckich INOŚ UJ, [maria\\_eskreys@poczta.fm](mailto:maria_eskreys@poczta.fm)

---

## Spis treści

I.	Kiksy	4
II.	Tematy	5
III.	Grupy badawcze	6
IV.	Wpływ nasłonecznienia na sylwetkę twardzioszka przydrożnego <i>Marasmius oreades</i> (Boltz.Ex.Fr.) Fr.?	
	a) projekt	8
	b) raport	9
	c) recenzje	11
	d) raport II	15
V.	Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury.	
	a) projekt	18
	b) raport	19
	c) recenzje	21
	d) raport II	26
VI.	Czy spłaszczenie domków chrzączek zależy od prędkości nurtu strumienia?	
	a) projekt	28
	b) raport	29
	c) recenzje	31
	d) raport II	35
VII.	Czy wiek robotnic mrówek wpływa na podejmowanie ryzyka furażowania po pokarm różnej jakości?	
	a) projekt	39
	b) raport	40
	c) recenzje	42
	d) raport II	47

## I. Kiksy

- ...dekompozycja efektywnych hipotez (ŁB)
- Przy pomocy Dawida sprawdziliśmy normalność i homogeniczność  
No i przy pomocy Statystycy (ER)
- Widzieliśmy charakterystyczny... cycek na kapeluszu (ŁB)
- W naszym kluczu jest tylko jeden gatunek twardzioszka – twardzioszek przydrożny i na tej podstawie musieliśmy tak go przyporządkować (ŁB)
- No i co myślicie? (JR)  
Chyba nic (KA) (patrzac wymownie na cichą salę)
- Zarówno prof. Łomnicki jak i Marcin czep... tzn. mówili, że...(MEW) (o recenzjach)
- Ale tak jak ponoć prof. Łomnicki mówi, że jak ktoś zobaczy goły tyłek narysowany na parkanie, pogłaszcze go i drzazga mu się wbije w palec, to nie znaczy, że tak należy robić i należy odczytywać temperaturę z dokładnością do 0,5 °C (DM) (o odczytach z dokładnością do 0,5 °C z dużego termometru ściennego z podziałką co 1 °C)
- Czyli wy też kłamaliście? (MEW)  
Nie, po prostu nie mówiliśmy całej prawdy (ŁB)
- Ale o co chodzi, bo tak się trochę wyłączyłem? (DM) (zapytany w trakcie ogólnej dyskusji o biologię mrówek)
- Otrzymaliśmy tak jak druga grupa przyrosty ujemne (ŁB)
- Jakaś kontrola? (JZ) (do grupy grzybiarzy)  
Sanepid? (KA)
- Nie rozumiem... (ŁB)  
Ale ty Łukasz zrozumiałeś (ER)
- Czy możesz Ty mówić bo mnie w głowie łupie i z nosa mi cieknie? (KA)
- Mrówka przebywa 5 cm w 2 sekundy (KA)
- Przy omawianiu mrówek i tego, że są mało aktywne JZ proponuje zespołu-mrówkom zmianę tematu:  
Może krowy na pastwisku? (JR)  
Bo nawet ich więcej (KA)  
I chętniej furażują (JK)
- Szabla, która wisi w pierwszym akcie musi wypalić w ostatnim (Anonim)
- Twardzioszek kurczy się w dzień a rośnie w nocy (ER)
- Mrówki się nie śmieją, a te stare zwłaszcza. (KA)
- Jestem pewien, że nie zobaczymy szpaleru mrówek wędrujących do mojego zegarka i próbujących go wciągnąć do mrowiska (KA)
- W ciągu 12h możecie nie zobaczyć wzrostu.  
No chyba, że grzyby rosną w nocy (ME-W)
- My rozumiemy operację słoneczną jako całość (ŁB)  
Podejście holistyczne (JK)
- No to trzeba by wtedy dodatkowo zrobić podwójne baldachy i część w ogóle w pudełkach (ŁB)
- A co, ja nie jestem fizykiem od światła (KA)
- Promień składa się z energii cieplnej i z tego, czy jest jasno czy ciemno (JK)
- Jak nie macie wentylatora to możecie użyć lodówki (KA)
- Bo to tak jest, że grzyby są albo większe albo mniejsze (JR)  
No to nie jest tak tylko z grzybami (KA)

## II. Tematy

1. Wpływ bliskości zabudowań na stan jakościowy i ilościowy larw owadów w potoku. (MEW)
2. Wpływ odpadów cywilizacyjnych oraz ich interakcje z organizmami żywymi. (KA)
3. Czy tempo nurtu jest barierą migracyjną dla organizmów wodnych? (KA)
4. Czy potok jest barierą migracyjną dla mrówek? (KA)
5. Czy mrówki się biją? (KA)
6. Czy wielkość ciała i liczebność chruścików zależy od eutrofizacji potoku? (DM)
7. Czy różne formy użytkowania łąk wpływają na różnorodność trzmieli? (DM)
8. Czy wiek robotnic mrówek wpływa na podejmowanie ryzyka furażowania po pokarm różnej jakości? (DM)
9. Wpływ pory dnia, rodzaju pokarmu i charakteru siedliska na częstość wizyt os. (ER)
10. Czy buki na skraju lasu są częściej atakowane przez galasówki niż buki w głębi lasu? (ER)
11. Czy szybkość schnięcia i wielkość sieci pajęczej wpływa na jej efektywność w łapaniu owadów? (ER)
12. Zróżnicowanie fauny epigeicznej w zależności od ekspozycji stoku. (KK)
13. Zróżnicowanie rodzajowe mrówek w zależności od sposobu użytkowania terenu. (KK)
14. Liczebność kielży w zależności od wysokości nad poziom morza. (KK)
15. Czy wilgotność sieci pajęczych wpływa na ich łowność? (JK)
16. Czy istnieje związek między prędkością nurtu a masą domku chruścików? (JK)
17. Czy osy są wrażliwe na zróżnicowanie częstotliwości podawania pokarmu i jego ilości? (JK)
18. Wpływ nasłonecznienia na liczbę jagód w owocostanach jarzębiny. (MEW)
19. Od czego zależy długość igieł świerka? (MEW)
20. Wpływ odległości od źródła na bioróżnorodność fauny potoku Jaszczce. (MU)
21. Liczebność koników polnych na łące w zależności od ekspozycji. (MU)
22. Porównanie fauny potoków Jaszczce i Jamne. (MU)
23. Preferencje pokarmowe osy pospolitej. (ŁB)
24. Częstość występowania kretówek w zależności od nasłonecznienia siedliska. (ŁB)
25. Czy sylwetka twardzioszka przydrożnego zależy od nasłonecznienia? (ŁB)
26. Czy spłaszczenie domków chruścików zależy od prędkości nurtu strumienia? (DW)
27. Czy ekspozycja stoku ma wpływ na czas dojrzewania brodawnika? (DW)
28. Czy odległość od zabudowań ma wpływ na wysokość roślin? (DW)
29. Czy muchy z obory mają inne preferencje pokarmowe niż muchy z kuchni? (DCh)
30. Czy wielkość ciała wpływa na częstość szczekania psa łańcuchowego?
31. Mapa zasięgu sieci komórkowych w dolinie potoku Jaszczce. (DCh)
32. Czy prędkość zbiegania zależy od nachylenia stoku? (DCh)
33. Liczebność roztoczy na żukach gnojarskich różnej wielkości (EŚ)
34. Liczebność kopców kreta w zależności od odległości do skraju łąki. (EŚ)
35. Konkurencja galasów na liściach buka. (EŚ)
36. Wpływ pory dnia na tempo wzrostu owocników grzybów. (KKul)
37. Występowanie roślin synantropijnych w zależności od odległości od doliny Ochotnicy. (KKul)
38. Występowanie mszaków i porostów na drzewach w zależności od ekspozycji i zacielenia (KKul)

Wybrano:

- **Czy sylwetka twardzioszka przydrożnego zależy od nasłonecznienia?**
- **Wpływ pory dnia na tempo wzrostu owocników grzybów**
- **Czy spłaszczenie domków chruścików zależy od prędkości nurtu strumienia?**
- **Czy wiek robotnic mrówek wpływa na podejmowanie ryzyka furażowania po pokarm różnej jakości?**

### III. Grupy badawcze

Dr hab. Mariusz Cichoń i dr Joanna Rutkowska – organizatorzy i opieka naukowa



Łukasz Binkowski i Elżbieta Rożej - Twardzioszki



Kamil Kulpiński, Karolina Kuszewska i Maria Eskreys – Wójcik - Grzyby



Dominika Chmolewska, Dawid Moroń i Dariusz Wiejaczka - Chruściki



Krzysztof Argasiński, Justyna Kubacka i Ewa Śliwińska - Mrówki



## IV. Czy sylwetka twardzioszka przydrożnego zależy od nasłonecznienia?



### Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr. - projekt

Łukasz Binkowski<sup>1</sup>, Elżbieta Rożej<sup>2</sup>, Monika Ulman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Monitoringu Środowiska, Kraków

<sup>2</sup>Institut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Ekologii Behawioralnej, Kraków

<sup>33</sup>Institut Botaniki UJ, Kraków

#### Wstęp

Słońce nie jest tak niezbędnym czynnikiem dla rozwoju grzybów, jak dla organizmów fotosyntetyzujących. U wielu grzybów cykl życiowy przebiega bez dostępu światła. Warto zatem odpowiedzieć na pytanie: czy nasłonecznienie może wpływać na rozwój owocników mimo, że nie jest do tego rozwoju niezbędne? Grzyb - twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades* (obiekt naszych badań), zasiedla tereny otwarte, często wystawione na operację bezpośrednich promieni słonecznych. Można go również spotkać w miejscach stale ocienionych. Sprawdzenie, czy w obu rodzajach warunków jego owocniki rozwijają się podobnie pozwoli odpowiedzieć na powyższe pytanie.

Celem projektu jest wykazanie, że istnieje zależność pomiędzy nasłonecznieniem stanowiska a przyrostami twardzioszka przydrożnego

#### Materiały i metody

Badania przeprowadzone będą na twardzioszku przydrożnym *Marasmius oreades*. Jest to pospolity grzyb należący do klasy podstawczaków, występujący na terenach trawiastych, łąkach, pastwiskach i poboczach dróg polnych (Eisenreich i in., 2000). Owocniki twardzioszka przydrożnego wyrastają od wiosny do jesieni. Mają one postać parasolowatych, w miarę rozwoju otwierających się kapeluszy, o średnicy 20-50 mm, umieszczonych na cienkim trzonie (Dermek, 1981).

Obserwacje prowadzone będą na poletku eksperymentalnym o powierzchni 100m<sup>2</sup> wyznaczonym na łące o wystawie północno – wschodniej, użytkowanej parę tygodni wcześniej jako pastwisko. Powierzchnia badawcza zostanie tak dobrana, aby była jednolita pod względem florystycznym, faunistycznym i pedologicznym. Do badań wybranych będzie 50 osobników twardzioszka przydrożnego w taki sposób, by połowa z nich znajdowała się w ocienionej przez las części łąki a druga połowa w części wystawionej na działanie promieni słonecznych. Aby mieć pewność, że na stanowiska zacienione nie będzie działało bezpośrednie promieniowanie słoneczne, planuje się ustawić nad nimi baldachy wykonane z przewiewnej ciemnej tkaniny na drewnianym rusztowaniu. Taka konstrukcja dzięki swojej przewiewności nie zmieni warunków panujących na łące a zapewni jedynie ocienienie badanej grupy grzybów. Stanowiska twardzioszka przydrożnego będą oznaczone. Dodatkowo wykonamy mapy poszczególnych stanowisk i każdemu owocnikowi nadamy numer. W ten sposób wykonywane pomiary przypiszemy konkretnemu owocnikowi. Pomiarów będzie dokonywała jedna (i ta sama) osoba, aby zapewnić stałą metodę pomiaru. Pomiary średnicy kapelusza wykonywane będą co 12 godzin od godziny 6 rano. Na podstawie danych obliczony zostanie przyrost średnicy kapelusza w nocy i w ciągu dnia.

Wyniki będą analizowane testem ANOVA dla układów z powtarzanymi pomiarami. Następnie wykonamy test post – hoc Tukeya (HSD) w celu stwierdzenia które pomiary – z dnia czy z nocy – różnią się przyrostami między grupami (grupa zacieniona, nasłoneczniona)

#### Spodziewane wyniki

Przypuszczamy, że owocniki wystawione na działanie promieni słonecznych będą miały większe przyrosty, niż te znajdujące się na zacienionej części łąki. Spodziewamy się, że nasłonecznienie podniesie temperaturę i zależny od niej metabolizm grzybów. W związku z czym przyrosty dzienne twardzioszków na nasłonecznionej części łąki będą większe. Ponadto temperatura, którą owocniki i podłoże uzyskają w ciągu dnia będzie miała



wpływ również na przyrosty nocne, ponieważ nagrzane podłoże z owocnikami będzie utrzymywało podwyższoną temperaturę przynajmniej przez część nocy.

### Literatura

- Dermek A. Grzyby. Wydawnictwo „Sport i Turystyka” Warszawa, 1981.  
Eisenreich W., Handel A., Zimmer U. E. Przewodnik do rozpoznawania roślin i zwierząt na wycieczce. Multico Warszawa, 2000.  
Siatkowska E., Kaszak A. Świat Roślin, Skał i Mineralów. PWRiL Warszawa, 1982  
Poruba M., Pokorny J., Rabsteinek O., Hrabak R. Przewosnik LAS. Multico Warszawa, 1996  
Novak F. Wielki Atlas Roślin. PWRiL Warszawa, 1987

---

## Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr. – raport I

Łukasz Binkowski<sup>1</sup>, Elżbieta Rożej<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instytut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Monitoringu Środowiska, Kraków

<sup>2</sup>Instytut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Ekologii Behawioralnej, Kraków

„Grzyb raz uwidziany więcej nie urośnie”  
- lokalne przysłowie (Ochotnica Górna)

### Abstrakt

Twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades* zasiedla tereny otwarte, często wystawione na operację bezpośrednich promieni słonecznych. Przeprowadzono badania nad wpływem nasłonecznienia i zacielenia siedliska na tempo wzrostu tego grzyba. Uzyskane wyniki nie wykazały statystycznie istotnego wpływu powyższych parametrów na tempo przyrostu. Wykazały natomiast, że najszybszy przyrost (niezależnie od nasłonecznienia) następuje w nocy.

### Wstęp

Zdolność przystosowania się organizmów do zasiedlenia niszy, w której panują warunki odbiegające od optymalnych do rozwoju, jest ważną cechą i może przynosić korzyści w postaci mniejszej konkurencji o zasoby środowiska, jednak pociąga to za sobą pewne straty związane z narażeniem na czynniki niekorzystne. U wielu grzybów cykl życiowy przebiega bez dostępu światła a bezpośrednie działanie promieni słonecznych, szczególnie u młodych osobników, powoduje szybką utratę turgoru i obumieranie owocnika.

Do rozwoju owocniki grzybów, oprócz dostępu składników odżywczych, potrzebują odpowiedniej temperatury i wilgotności (Dermek A., 1981).

Niektóre gatunki grzybów przystosowały się do nasłonecznionych siedlisk i występują na terenach otwartych wystawionych przez większość dnia na działanie promieni słonecznych. Takim gatunkiem jest twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades* - grzyb jadalny, należący do klasy podstawczaków – *Basidiomycetes*, rodzaju twardzioszek – *Marasmius*.

Jest to grzyb o kapeluszu osiagającym średnicę 20-50 mm, często z charakterystycznym garbkiem pośrodku. Trzon grzyba jest cienki i długi - osiąga grubość 3-4 mm. Twardzioszek przydrożny jest bardzo pospolitym gatunkiem, najczęściej występuje na terenach trawiastych, łąkach, pastwiskach i poboczach dróg polnych (Eisenreich W. et al, 2000). Owocniki wyrastają od wiosny do jesieni. W Europie występuje około 30 gatunków twardzioszków. W Polsce, oprócz twardzioszka przydrożnego, jeszcze 10 innych gatunków m.in. czosnkowy i bulwkowy.

### Cele

Celem badań było sprawdzenie, czy twardzioszki przydrożne *Marasmius oreades* w zależności od warunków nasłonecznienia (wystawione na działanie bezpośrednich promieni słonecznych i zacielenie), mają różne przyrosty kapelusza.

### Metodyka

Badania przeprowadzono w Gorcach, w miejscowości Ochotnica Górna w dniach 13-15 września 2006. Na łące (kilka tygodni wcześniej użytkowanej jako pastwisko) o ekspozycji północno-wschodniej, współrzędnych geograficznych N 49°31'11,48'' E 20°13'03,29'' i wysokości 870 m n.p.m. wytyczono powierzchnie badawczą na której występował Twardzioszek przydrożny.

Połowa powierzchni badawczej osłonięta była od bezpośrednich promieni słonecznych ścianą lasu. Pozostały teren badań wystawiony był na ciągłą ekspozycję słoneczną w godzinach 6 – 18.

Na zacienionej części łąki wybrano 25 osobników grzybów. Analogicznie postąpiono na części wystawionej na działanie promieni słonecznych. Dodatkowo na części zacienionej ustawiono baldachimy z przewiewnej tkaniny, aby mieć pewność, że w ciągu dnia ta część próby ani przez moment nie jest wystawiona na działanie promieni słonecznych. Baldachimy posiadały liczne otwory wentylacyjne co warunkowało identyczne warunki fizyczne dla obu grup.

Przeprowadzono trzy serie pomiarów co dwanaście godzin (godzina 7<sup>00</sup>, 19<sup>00</sup>, 7<sup>00</sup>) średnicy najszerszej części kapelusza grzyba z użyciem miary o dokładności 0,5 mm.

Uzyskane wartości (w mm) przeliczono na tzw. przyrost zgodnie z równaniem

$P = \frac{\phi_2 - \phi_1}{\phi_1}$ , gdzie P – przyrost,  $\phi$  - mierzone średnice danego osobnika (1 wcześniejsza, 2 późniejsza).

Ustalono, że taki współczynnik najprościej pokaże zmiany we wzroście kapelusza. Alternatywą było obliczenie współczynnika na podstawie obwodu kapelusza, przy czym w takim wypadku konieczne byłoby założenie o idealnych wymiarach koła, co jak wiadomo, jest dalekie od prawdy. Poza tym w rozważaniach teoretycznych obliczono różnice pomiędzy dwoma alternatywnymi wskaźnikami dla przyrostu 50% wynoszącą zaledwie 5 punktów procentowych.

Za próbę kontrolną uznaliśmy pomiary przyrostu nocnego, gdyż w tym czasie obie grupy grzybów miały identyczne warunki fizyczne (w tym zerowe nasłonecznienie).

### Analiza statystyczna

Dane opracowano za pomocą analizy wariancji (jednoczynnikowa i dla układów z powtarzanymi pomiarami. Zmienną grupującą były grupy nasłonecznione i zacienione, a zmiennymi zależnymi były przyrosty średnic kapeluszy. Analizy wykonano za pomocą programu STASTISTICA 6.0

### Wyniki

Wyniki badań podzielono na trzy grupy: przyrost nocny (I), przyrost dzienny (II) i kolejny przyrost nocny (III).

Wyniki dla przyrostu I zawiera tabela I, przyrostu II tabela 2, a dla przyrostu III tabela 3.

Tabela 1. Zestawienie wyników dla przyrostu I.

Grupa	Średni przyrost I [mm]	Błąd st.	Różnice
Nasłoneczniona	0,06	0,03	Brak p= 0,067954
Zacieniona	0,14	0,03	

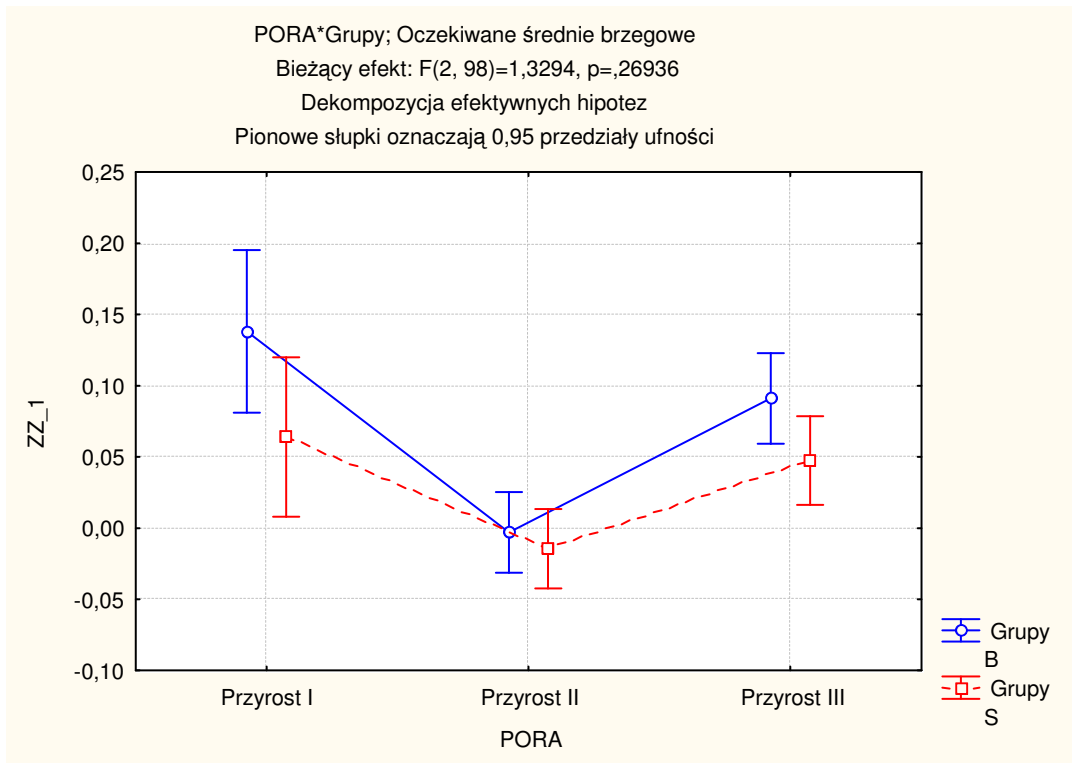
Tabela 2. Zestawienie wyników dla przyrostu II.

Grupa	Średni przyrost II [mm]	Błąd st.	Różnice
Nasłoneczniona	-0,01	0,01	Brak p= 0,567145
Zacieniona	0,00	0,00	

Tabela 3. Zestawienie wyników dla przyrostu III.

Grupa	Średni przyrost III [mm]	Błąd st.	Różnice
Nasłoneczniona	0,05	0,02	Brak p= 0,053921
Zacieniona	0,09	0,02	

W toku badań stwierdzono, że średnie przyrosty różnią się statystycznie w zależności od pory.



Wykres 1. Przyrosty grzybów w zależności od pory. B – grupa zaciemniona, S – nasłoneczniona.

### Dyskusja

Wyniki badań wskazują, że grzyby rosnące w różnych warunkach nasłonecznienia nie wykazują istotnych statystycznie różnic w przyroście kapelusza. W obydwu grupach (nasłonecznionej i zaciemnionej) tempo przyrostu jest zbliżone

Co prawda na wykresie nr1 widać, że tempo przyrostu grupy nasłonecznionej jest niższe od tempa przyrostu grupy zaciemnionej (statystycznie nieistotne  $p=0,067954$ ) w nocy. Być może jest to konsekwencja przegrzania grzyba w ciągu dnia, co jednocześnie wiąże się z większą utratą wody. Świadczy o tym niewielka różnica przyrostu dziennego (II). W takim przypadku grzyb z grupy nasłonecznionej musi oprócz przyrostu nocnego (który również realizuje grzyb z grupy zaciemnionej) wyrównać większe straty wody powstałe przez dzień.

Przeprowadzone badania potwierdzają dodatkowo stare porzekadło, że grzyby głównie rosną w nocy, a jednocześnie obalają teorię zawartą w motcie.

### Literatura

1. Dermek A. Grzyby. Wydawnictwo „Sport i Turystyka” Warszawa, 1981.
2. Eisenreich W., Handel A., Zimmer U. E. Przewodnik do rozpoznawania roślin i zwierząt na wycieczce. Multico Warszawa, 2000.
3. Łomnicki A. Wprowadzenia do statystyki dla przyrodników. PWN Warszawa 1999.

## Recenzje

**Prof. dr hab. Adam Łomnicki - Recenzja raportu: „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr.**

Raport nie ma numerów stron, co utrudnia czytanie. Pierwsze zdanie Wstępu sugeruje, że twardzioszek został wyparty z optymalnych siedlisk na tereny otwarte przez inne grzyby. Nie ma na to żadnych dowodów podanych w tym raporcie i dlatego nie ma sensu o tym pisać. Akapity nie powinny składać się z jednego zdania,

tak jak drugi akapit Wstępu. Cytacja powinna być napisana: (Dermek 1981), tak jak tu napisano cytacji nie pisze się.

W Metodocyce brakuje opisu wielkości powierzchni choćby przybliżonej, a prosiłby się szkic mapy z zaznaczeniem gdzie jest las, gdzie są strony świata, gdzie są części zacienione, a gdzie nie zacienione. Z czego były baldachimy, jak duże były, gdzie miały otwory i jak duże? Jest ogromną naiwnością, niegodną badacza, stwierdzenie że liczne otwory wentylacyjne warunkowały identyczne warunki fizyczne dla obu grup. Takie baldachimy zmieniają także wilgotność, stężenie dwutlenku węgla i wiele innych składowych środowiska.

Dla opisu przyrostu nie należy używać symbolu  $P$ , bo zwykle rezerwuje się go dla prawdopodobieństwa błędu I rodzaju. Dla określenia obwodu nie trzeba założenia o idealnych wymiarach koła bo obwód można mierzyć centymetrem krawieckim z podziałką milimetrowa, a mając pomiary przeszło sześciokrotnie większe łatwiej zauważyć różnice. Można oczywiście badać tylko średnice, ale trzeba wyjaśnić czytelnikom dlaczego. O jakie dwa alternatywne wskaźniki przyrostu chodzi (wiersz 1 strony 3), bo przecież obwód to  $2r\pi$ , czyli 300% a nie 5%. Nie wiem co znaczy „próba kontrolna” i dlaczego akapit z jednym zdaniem?

W Wynikach nie znalazłem żadnej analizy dla układów z powtarzanymi pomiarami (*repeated measures*) aczkolwiek tu takie istnieją. Należałoby je podać np. w Dodatku dla każdego osobnika w każdym z trzech terminów, zebrać wszystko w jednej tabeli i potraktować wszystkie tabele łącznie. A gdyby wziąć na serio to co wcześniej napisano o „próbie kontrolnej” i wyłączyć pomiar dzienny, pozostawić dwa nocne, to sądzę, że otrzymalibyśmy statystycznie istotny wpływ zacienienia na przyrost.

Rycina na stronie 4 jest bez sensu, bo te wszystkie dane są już podane w tabeli. Nie wolno pisać „wykres nr 1”, bo w pracach biologicznych stosuje się tabele i ryciny, pisząc np. „ryc. 1”, na której może być wykres, rysunek lub fotografia.

Na zakończenia powtórzę, to co napisałem w recenzji o grzybach: Sprawą kluczową jest tu ustalenie wilgotności w poszczególnych porach doby. Zdaje sobie sprawę, że w Stacji mogło nie być higrometrów lub psychrometrów do pomiaru wilgotności. Ale można było zamoczyć kawałek papieru i wagowo stwierdzić jak woda paruje, albo odłuszczyć dłuższy włos (np. płynem do zmywania naczyń) uwiesić na nim coś niezbyt ciężkiego i badać jak się wydłuża lub skraca. Po to jest się młodym uczonym, aby dokonywać odkryć w bardzo trudnych warunkach.

Adam Łomnicki

Kraków, piątek, 15 września 2006.

-----

**Prof. dr hab. Michał Woyciechowski - Opinia o pracy: Binkowski Ł., Rozej E. „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr.”**

W pracy zbadano owocniki grzyba na dwóch stanowiskach, z których jedno było m.inn. nasłonecznione, co nie w pełni odpowiada założeniom. Do prawidłowej oceny wpływu określonych warunków brak jest niezależnych powtórzeń. Należało albo wyznaczyć dwie porównywane grupy grzybów (w cieniu i na słońcu) na kilku łąkach, albo do takich dwóch grup wybrać grzyby z wielu fragmentów określonej łąki.

Kolejną niezręcznością jest traktowanie poszczególnych owocników jak niezależnych osobników. Tymczasem, były to jedynie owocniki osobników, których grzybnia rozciągała się na nieokreślonym obszarze. Teoretycznie mogło się zdarzyć, że porównano owocniki dwóch osobników rosnących w różnych fragmentach łąki. Jednym słowem trudno ocenić czy próby w obrębie jednej grupy były pobrane niezależne.

Uwagi szczegółowe

- W maszynopisie pracy naukowej standardowo nie równa się prawych marginesów by nie wprowadzać ewentualnych niejasności.
- Nie zawsze wiadomo gdzie w tekście są poszczególne akapity. Akapit powinien rozpoczynać się wcięciem (czasem za wyjątkiem pierwszego)..
- Cel powinien być integralną częścią wstępu – zwykle jego zakończeniem - podane w nawiasie informacje powinny być oddzielone spójnikiem „lub” a nie „i”, dotyczą bowiem zbiorów rozłącznych.
- „Metodyka” – polskie nazwy gatunkowe pisze się małą literą.
- Podano zbyt dokładnie odczyt GPSa. Z taką dokładnością (prawdopodobnie do kilku metrów) można podać np. środek łąki lub jej najniższy fragment.
- Skoro na stanowisku nasłonecznionym słońce było od 6:00 do 18:00, to dlaczego pomiarów dokonywano o 7:00 i 19:00? W ten sposób w godzinach zaliczonych do nocnych przez 2 godziny świeciło słońce.
- Podano, że przeprowadzono trzy serie pomiarów. Jednak by określić trzy etapy przyrostów owocników tych pomiarów musiało być cztery. O tym, że mam rację przekonuje mnie inny fragment, w którym podano, że badania przeprowadzono co 12 godzin w dniach 13-15 września, a więc w czasie trzech dni.

- Zupełnie nie przekonuje mnie stosowana metoda oceny przyrostów owocników. Przyrost mierzy się zwykle przyrostem masy lub długości w czasie. Stosowany parametr jest swego rodzaju względnym przyrostem lub procentowym przyrostem i przedstawianie go w mm (Tab. 1, 2, 3) jest niezrozumiałe. Stosowana miara przyrostu jest bowiem taka sama dla osobnika, którego pomiar zmienił się z 10 mm do 20 mm, jak i dla osobnika, którego kapelusz zmienił średnicę z 5 mm do 10 mm. Przyrost masy tych osobników był jednak zupełnie różny.

- Która nocna próba była uznana, za kontrolną – były chyba dwie?

- Wyniki niedopracowane. Opisy tabel niewystarczające. Ich wyniki przedstawione ponownie na wykresie. Jeśli koniecznie chciano podać je w Tabeli należało skonstruować jedną tabelę i porządnie opisać.

- Podpis pod ryciną (nie Wykresem) powinien być poniżej ryciny a nie nad ryciną. Wszystkie istotne dane statystyczne powinny być podane w opisie lub na wykresie, nie obok.

- W dyskusji nieprawidłowo cytowana rycina.

Bardzo budujące jest w pracy to, że jej autorzy mają dystans do swych osiągnięć. Rzeczywiście gdyby celem pracy było ustalenie czy lepiej chodzić na grzyby rano czy wieczorem oraz to, czy grzyb raz uwidziany więcej nie urośnie, zastrzeżeń do pracy miałbym znacznie mniej.

MWoyciechowski

-----

**Dominika Chmolewska - Recenzja raportu Łukasza Binkowskiego i Elżbiety Rożej pt. „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr.**

Raport sprawia dobre wrażenie. Został sporządzony starannie. Podoba mi się aspekt empirycznego sprawdzania ludowych porzekadeł, w myśl przysłowia, że w każdej bajce jest ziarnko prawdy. Również to, iż badano wpływ nasłonecznienia na przyrost owocników podstawczaków jest interesujący, ze względu na to, że słońce nie jest czynnikiem tak nieodzownym dla ich wegetacji jak dla organizmów fotosyntetycznych. Na nagrodę zasługuje bardzo dokładny opis stanowiska badawczego i warunków terenowych

Nie otrzymano istotnych statystycznie różnic między obiema grupami. Zwiększenie liczby stanowisk wzmocniłoby wnioskowanie. Obserwacje powinny prowadzone być przez dłuższy okres. Jeśli nie uwidoczniłoby to różnic między obiema grupami to przynajmniej poprawiło siłę analizy (ale wiemy, że to nie do spełnienia).

W metodyce opisano procedurę wyboru współczynnika do oznaczania przyrostu wielkości kapelusza. Mało zrozumiałe jest wyjaśnienie rozważań teoretycznych.

Warto byłoby dodać do zestawu tabel z wynikami z poszczególnych pomiarów podsumowanie dla całości.

Raport jest przejrzysty, ale autorzy stosują na zmianę akapity bez wcięcia i z wcięciem. Sama lubię tak robić, ale jest to chyba w Polsce niestosowane.

Dużą wadą jest niedostateczny komentarz wyników w dyskusji i próby wyciągania wniosków. W dyskusji znajduje się właściwie tylko słowny opis wyników.

Brawo dla autorów za nie poddawanie się i konsekwentną realizację.

-----

**Kamil Kulpiński - Recenzja pracy Łukasza Binkowskiego, Elżbiety Rożej i Moniki Ulman pt. „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr.**

Przysłowie podane jako motto nie ma tylko lokalnego zasięgu. Można je spotkać w różnych częściach kraju.

Ostatnie zdanie abstraktu sugeruje różnice nasłonecznienia w nocy.

Założenie z ostatniego zdania metodyki jest nieuprawnione. Różnice między częściami nasłonecznioną a zacienioną utrzymują się w nocy i obejmują przede wszystkim różnice w wilgotności (podłoża i powietrza), ale również temperaturze. Gdyby różnice szybkości wzrostu kapeluszy grzybów zależały wyłącznie od warunków występujących w dzień (przegrzania), większe różnice powinny występować przede wszystkim w dzień. Są one jednak znacznie większe w nocy (choć wyniki są co najwyżej na granicy istotności).

Co oznacza sformułowanie „dekompozycja efektywnych hipotez” w opisie wykresu? Czy odnosi się do nie potwierdzenia się hipotezy? Podobnie opis osi „ZZ\_1” jest co najmniej niejasny. Należy trzymać się jednolitej numeracji tabel, najlepiej cyframi arabskimi (drugie zdanie wyników). Na końcu pierwszego zdania analizy statystycznej brakuje nawiasu.

**Dawid Moroń - Recenzja – Twardzioszki**

1. Tytuł jest zrozumiały.
2. Abstrakt ok.
3. Wstęp.
  - 3.1. Pierwsze zdanie jest niejasne. Przystosowanie się do nieoptymalnej niszy powoduje, że staje się ona optymalna i nie musi oznaczać również mniejszej konkurencji w nowym siedlisku. Według mnie do zmiany.
  - 3.2. W cytowanej literaturze w tekście nie wstawiamy pierwszej litery imienia autora.
  - 3.3. Nie wszystkie nowe akapity zaczynają się do tabulatury.
4. Cel ok.
5. Metodyka.
  - 5.1. Tak naprawdę to wasze powtórzenia są autoreplikacjami, ponieważ owocniki są częścią jednego organizmu. Należało badania przeprowadzić na lakach oddalonych od siebie o parę kilometrów, ale wiem że nie było to możliwe ☺
  - 5.2. Niestety nie jest również możliwe oddzielenie efektu lasu (trochę inne warunki między grupami) ☺
  - 5.3. Zdecydowanie za mała dokładność pomiarów (0.05 mm) przy średnich przyrostach rzędu 0.06 mm!
6. Analiza statystyczna.
  - 6.1. Może dane z nocy można analizować w obrębie jednej analizy wariancji i uwzględnić noc jako zmienna losowa?
  - 6.2. Czy sprawdzono założenia analizy wariancji, czyli rozkład i homogeniczność wariancji między grupami?
7. Wyniki.
  - 7.1. Podpisy wykresów umieścić pod wykresem!
  - 7.2. Opis osi x na wykresie 1: Pora = przyrost? A oś y, zgaduje, przyrost???? Niejasne.
8. Dyskusja ok.
9. Literatura.
  - 9.1. Brak wymienionej literatury cytowanej w tekście!

-----

**Justyna Kubacka - Recenzja raportu pt.: „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades*”**

## Uwagi krytyczne

*Tytuł*

Badanie wpływu jakiegoś czynnika wymaga możliwości manipulowania tym czynnikiem. Wasze badania są korelacyjne. Sugeruję zatem zmienić tytuł na „Związek między nasłonecznieniem stanowiska a przyrostem twardzioszka przydrożnego”.

*Wstęp*

Zabrakło przewidywać wynikających z hipotezy – autorzy nie napisali, jakich efektów się spodziewali.

*Analiza i wyniki*

Wyniki analizowano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji - sądzę, że właściwsza byłaby dwuczynnikowa analiza wariancji (o efektach losowych – model II). Ponadto przeprowadzanie tego samego testu kilkakrotnie na tych samych danych może stanowić wielokrotne porównanie i wymagać odpowiedniej poprawki dla wartości p. Co prawda dla Was ta poprawka nie miałaby znaczenia, bo nie uzyskaliście istotnych wyników.

Dalej, wszystkie pomierzone przez Was przyrosty (a ściślej średnie przyrosty) są mniejsze od dokładności pomiaru (0,5 mm). Nie jestem pewna, czy uzasadnione jest wtedy szukanie różnic?

Kurczenie się to nie przyrost, a spadek turgoru; moim zdaniem należałoby wziąć pod uwagę tylko dodatni przyrost.

Tabele 1-3 można przedstawić w jednej tabeli, i wpisać błąd st. średniej. Byłoby to bardziej przejrzyste.

Uwagi techniczne – p można skrócić do 3 miejsc po przecinku. Wykres ma niejasne podpisy (oś Y – ZZ\_1, oś X – przyrost I itd.; trzeba zerknąć na poprzednią stronę, by ustalić czego dotyczy który przyrost), i niejasny tytuł – nie jest dla mnie zrozumiałe, co oznacza „oczekiwana średnia brzegowa”, „dekompozycja efektywnych hipotez” i „bieżący efekt”. Pora to nie przyrost (oś X).

*Pochwały i inne sugestie*

- podoba mi się tło pomysłu zbadania związku nasłonecznienia z przyrostem grzyba – ciekawe, dlaczego twardzioszek szuka miejsc odsłoniętych, skoro nie jest tam dla niego korzystnie, bo wysycha
- ciekawe byłoby zobaczyć, jak różne pasma promieniowania świetlnego mają wpływ na wzrost grzyba; światło słoneczne składa się z różnych komponentów, mogących różnie wpływać na przyrost

(np. promieniowanie ciepłe – w pewnym zakresie negatywnie, bo zwiększa parowanie, w innym pozytywnie, bo ogólnie jest niezbędne do wzrostu, promieniowanie widzialne – negatywnie, bo zwiększa presję grzybożerców, promieniowanie UV – pozytywnie, bo niszczy bakterie mogące atakować grzyb itd.). Można użyć odpowiednich filtrów świetlnych (i najlepiej eksperyment przeprowadzić w warunkach kontrolowanych)

- tekst jest zwięzły, spójny i zrozumiały.

---

### **Krzysztof Argasiński - Recenzja pracy Łukasza Binkowskiego i Elżbiety Rożej „Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius Oreades* (Bolt. Ex. Fr.) Fr.**

Celem pracy było zbadanie związku ekspozycji na słońce ze zmianami rozmiarów grzyba. Żeby to sprawdzić przeprowadzono eksperyment, w którym dokonywano pomiarów średnicy grzybów w różnym stopniu narażonych na działanie promieni słonecznych. Jako ślepej próby użyto pomiarów przeprowadzanych w nocy. W pracy tej nie znajdziemy żadnych dociekań przyczynowo skutkowych mających na celu wyjaśnienie, tudzież opisanie mechanizmu stojącego za badaną zależnością. Autorzy po prostu sprawdzają czy związek pomiędzy tymi czynnikami istnieje. Tu dochodzimy do pierwszych problemów związanych z użytą metodą. Jako miarę przyrostu autorzy przyjęli zmianę średnicy kapelusza w trakcie obserwacji podzieloną przez wartość średnicy na jej początku. Taka normalizacja uniezależnia miarę przyrostu od początkowego rozmiaru grzyba opisując proporcję przyrostu. Na pierwszy rzut oka wydaje się to bardzo wygodne, jednak może prowadzić do poważnych problemów z interpretacją otrzymanych wyników. Znormalizowanie przyrostu do rozmiaru grzyba na początku bieżącej obserwacji prowadzi do utraty informacji o wpływie całkowitego rozmiaru grzyba na zdolność do dalszego wzrostu. Mamy tu do czynienia z klasycznym z punktu widzenia socjologii nauki tzw. „niemym” założeniem (uzasadnionym merytorycznie przez „...eee, a co nas to obchodzi”), że zdolność do generowania przyrostu skaluje się proporcjonalnie wraz ze wzrostem jego rozmiaru. W rzeczywistości to nie musi być prawda, gdyż zmiany rozmiaru organizmu z reguły wiążą się ze spadkiem wydajności mechanizmów fizjologicznych odpowiedzialnych za jego funkcjonowanie (problemy z transportem substancji odżywczych, większe nakłady energetyczne itp.). Jak już wcześniej wspomniałem autorzy nie wnikają w naturę mechanizmów stojących za przyrostem grzyba, co więcej traktują je oni tak jakby wcale nie istniały. Sugerowałbym, aby za miarę przyrostu pierwotnie przyjąć po prostu zmianę średnicy kapelusza, i zastanowić się nad związkiem tej wartości z początkowym rozmiarem grzyba, natomiast miarę znormalizowaną uznać za wartość pomocniczą przydatną w interpretacji wyników. Są w przyrodzie zjawiska, których nie da się opisać jednowymiarową zmienną i musimy o tym pamiętać.

Mimo tego, że uzyskane wyniki nie wnoszą wiele do naszego rozumienia praw rządzących przyrodą (albo chociaż grzybem...), same badana należy uznać za wartościowe z czysto użytkowego punktu widzenia. Zdajemy sobie przecież sprawę jak ważny dla społeczeństwa jest twardzioszek przydrożny *Marasmius Oreades* (Bolt. Ex. Fr.) Fr. Uzyskane wyniki mogą być bardzo przydatne przy wdrażaniu hodowli na skalę przemysłową, i choćby z tego względu zasługują na publikację w renomowanym czasopiśmie (sugeruję „Science” lub „Nature”).

---

### **Wpływ nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego *Marasmius oreades* (Bolt. Ex Fr.) Fr. – raport II**

Łukasz Binkowski<sup>1</sup>  
Elżbieta Rożej<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instytut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Monitoringu Środowiska, Kraków

<sup>2</sup>Instytut Nauk o Środowisku UJ, Zakład Ekologii Behawioralnej, Kraków

### Abstrakt

Twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades* zasiedla tereny otwarte, często wystawione na operację bezpośrednich promieni słonecznych. Przeprowadzono badania nad wpływem nasłonecznienia i zacinienia siedliska na tempo wzrostu tego grzyba. Uzyskane wyniki nie wykazały statystycznie istotnego wpływu powyższych parametrów na tempo przyrostu. Wykazały natomiast, że najszybszy przyrost (niezależnie od nasłonecznienia) następuje w nocy.

### Wstęp

U wielu grzybów cykl życiowy przebiega bez dostępu światła a bezpośrednio działanie promieni słonecznych, szczególnie u młodych osobników, powoduje szybką utratę turgoru i obumieranie owocnika. Do rozwoju owocniki grzybów, oprócz dostępu składników odżywczych, potrzebują odpowiedniej temperatury i wilgotności (Dermek, 1981).

Niektóre gatunki grzybów przystosowały się do nasłonecznionych siedlisk i występują na terenach otwartych wystawionych przez większość dnia na działanie promieni słonecznych. Takim gatunkiem jest twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades* - grzyb jadalny, należący do klasy podstawczaków – *Basidiomycetes*, rodzaju twardzioszek – *Marasmius*.

Jest to grzyb o kapeluszu osiągającym średnicę 20-50 mm, często z charakterystycznym garbkiem pośrodku. Trzon grzyba jest cienki i długi - osiąga grubość 3-4 mm. Twardzioszek przydrożny jest bardzo pospolitym gatunkiem, najczęściej występuje na terenach trawiastych, łąkach, pastwiskach i poboczach dróg polnych (Eisenreich i in., 2000). Owocniki wyrastają od wiosny do jesieni. W Europie występuje około 30 gatunków twardzioszków. W Polsce, oprócz twardzioszka przydrożnego, jeszcze 10 innych gatunków m.in. czosnkowy i bulwkowy.

Celem badań było sprawdzenie, czy twardzioszki przydrożne *Marasmius oreades* w zależności od warunków nasłonecznienia (wystawione na działanie bezpośrednich promieni słonecznych i zacięzione), mają różne przyrosty kapelusza.

### Metodyka

Badania przeprowadzono w Gorcach, w miejscowości Ochotnica Górna w dniach 13-15 września 2006. Na łące (kilka tygodni wcześniej użytkowanej jako pastwisko) o ekspozycji północno-wschodniej wytyczono powierzchnie badawczą o powierzchni 100 m<sup>2</sup>, na której występował twardzioszek przydrożny. Środek powierzchni badawczej miał następujące współrzędne geograficzne: N 49°31'11,48'' E 20°13'03,29'' i wysokości 870 m n.p.m.. Połowa powierzchni badawczej osłonięta była od bezpośrednich promieni słonecznych ścianą lasu. Pozostały teren badań wystawiony był na ciągłą ekspozycję słoneczną w godzinach 6 – 18. Powierzchnia badawcza została tak dobrana, aby była jednolita pod względem florystycznym, faunistycznym i pedologicznym.

Na zacięzionej części łąki wybrano 25 osobników grzybów. Analogicznie postąpiono na części wystawionej na działanie promieni słonecznych. Dodatkowo na części zacięzionej ustawiono baldachy z przewiewnej tkaniny, aby mieć pewność, że w ciągu dnia ta część próby ani przez moment nie jest wystawiona na działanie promieni słonecznych. Baldachy ustawione były na drewnianych stojakach wbitych w ziemię. Posiadały liczne otwory wentylacyjne co nie zmieniało warunków fizycznych panujących na łące.

Przeprowadzono cztery serie pomiarów co dwanaście godzin (godzina 6<sup>00</sup>, 18<sup>00</sup>, 6<sup>00</sup>) średnicy najszerzej części kapelusza grzyba z użyciem miary o dokładności 0,5 mm. (pomiarów dokonywała zawsze ta sama osoba). Pomiaru średnicy pozwoliły wychwytać różnice przyrostów, które wynosiły od 0,5 do 3mm.

Uzyskane wartości (w mm) przeliczono na tzw. przyrost (względny) zgodnie z równaniem

$$Pr = \frac{\phi_2 - \phi_1}{\phi_1}$$
, gdzie Pr – przyrost,  $\phi$  - mierzone średnice danego osobnika (1 wcześniejsza, 2 późniejsza). Ustalono, że taki współczynnik najprościej pokaże zmiany we wzroście kapelusza. Za próbę kontrolną uznaliśmy pomiary przyrostu nocnego, gdyż w tym czasie obie grupy grzybów miały identyczne warunki fizyczne (brak nasłonecznienia).

### Analiza statystyczna

Dane opracowano za pomocą analizy wariancji dla układów z powtarzanymi pomiarami. Następnie wykonano test post hoc Tukeya (HSD) w celu stwierdzenia które pomiary – z dnia czy z nocy – różnią się przyrostami między grupami (grupa zacięzona, nasłoneczniona). Zmienną grupującą były grupy nasłonecznione i zacięzione, a zmiennymi zależnymi były przyrosty średnic kapeluszy. Analizy wykonano za pomocą programu STATISTICA 6.0



### Wyniki

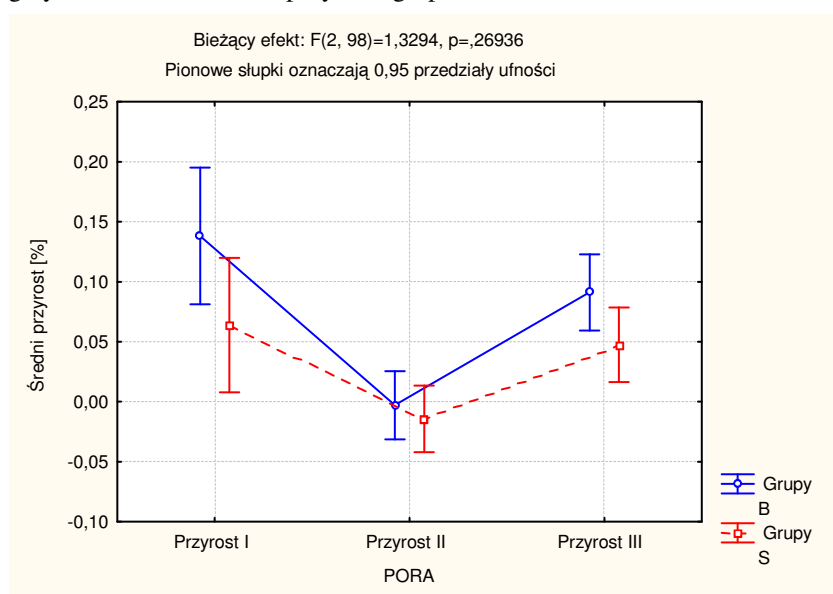
Wyniki badań podzielono na trzy grupy: przyrost nocny (I), przyrost dzienny (II) i kolejny przyrost nocny (III). Przyrosty nocne były wyższe od przyrostów dziennych. Średni przyrost dla pierwszej nocy w grupie nasłonecznionej wynosił 0,06 %, w grupie zacienionej 0,14 %. Średni przyrost dzienny w grupie nasłonecznionej był ujemny (wynosił -0,01 %), natomiast w grupie zacienionej był zerowy. Średni przyrost dla drugiej nocy w grupie nasłonecznionej wynosił 0,05 % a dla grupy zacienionej 0,09 %.

Test statystyczny ANOVA dla układów z powtarzającymi pomiarami nie wykazał istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi przyrostami w obrębie tej samej pory przyrostu (tab. 1).

Tabela 1. Różnice statystyczne pomiędzy poszczególnymi przyrostami.

Grupa	Przyrost I	Przyrost II	Przyrost III
Nasłoneczniona	Brak różnic	Brak różnic	Brak różnic
Zacieniona	p=0,068	p=0,567	p=0,054

W toku badań stwierdzono, że średnie przyrosty różnią się statystycznie w zależności od pory. Ryc.1. Przyrosty grzybów w zależności od pory. B – grupa zacieniona, S – nasłoneczniona.



### Dyskusja

Wyniki badań wskazują, że grzyby rosnące w różnych warunkach nasłonecznienia nie wykazują istotnych statystycznie różnic w przyroście kapelusza. W obydwu grupach (nasłonecznionej i zacienionej) tempo przyrostu jest zbliżone. Statystycznie istotne różnice w przyrostach zaszły między porami – w nocy grzyby obydwu grup badawczych wykazały większy przyrost niż w ciągu dnia (test post-hoc Tukeya).

Co prawda na rycinie 1 widać, że tempo przyrostu grupy nasłonecznionej jest niższe od tempa przyrostu grupy zacienionej (statystycznie nieistotne p=0,068) w nocy. Być może jest to konsekwencja przegrzania grzyba w ciągu dnia, co jednocześnie wiąże się z większą utratą wody. W takim przypadku grzyb z grupy nasłonecznionej musi oprócz przyrostu nocnego (który również realizuje grzyb z grupy zacienionej) wyrównać większe straty wody powstałe przez dzień.

Przeprowadzone badania potwierdzają dodatkowo stare porzekadło, że grzyby głównie rosną w nocy, a jednocześnie obalają teorię zawartą w motcie.

W dalszych badaniach nad wpływem nasłonecznienia stanowiska na przyrosty twardzioszka przydrożnego chcielibyśmy uwzględnić jak różne pasma promieniowania świetlnego wpływają na wzrost grzyba. Eksperyment należałoby przeprowadzić w warunkach laboratoryjnych z użyciem filtrów słonecznych.

### Literatura

- Dermek A. 1981: Grzyby. Wydawnictwo „Sport i Turystyka”, Warszawa.
- Eisenreich W., Handel A., Zimmer U. E. 2000: Przewodnik do rozpoznawania roślin i zwierząt na wycieczce. Multico, Warszawa
- Siatkowska E., Kaszak A. 1982: Świat Roślin, Skał i Mineratów. PWRiL, Warszawa.
- Poruba M., Pokorny J., Rabsteinek O., Hrabak R. 1996: Przewodnik LAS. Multico, Warszawa.
- Novak F. 1987: Wielki Atlas Roślin. PWRiL, Warszawa.

## V. Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury.



### Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury - projekt

Maria Eskreys-Wójcik<sup>1</sup>, Kamil Kulpiński<sup>2</sup>, Karolina Kuszewska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zakład Badań Łowieckich Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

<sup>2</sup> Ogród Botaniczny, Instytut Botaniki UJ

<sup>3</sup> Zakład Ekologii Behavioralnej Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

#### Abstrakt

Wzrost grzybów zależy od wielu czynników między innymi od temperatury otoczenia. Przeprowadzono badania, które miały na celu wykazanie że tempo wzrostu owocników grzybów jest wprost proporcjonalne do temperatury otoczenia.

#### 1. Istniejący stan wiedzy

Grzyby stanowią oddzielne królestwo organizmów żywych. Są one ważnym składnikiem ekosystemów jako saprofity oraz symbionty roślin wyższych. Organem wegetatywnym u grzybów jest złożona ze strzępek grzybnia. Grzyby wyższe wytwarzają wyrastające z podłoża owocniki. Tempo wzrostu owocników zależy od wilgotności oraz temperatury otoczenia. Przy dostatecznej wilgotności i odpowiedniej temperaturze grzyby wykazują stosunkowo szybki wzrost.

#### 2. Cel pracy

Celem niniejszego projektu jest określenie szybkości wzrostu owocników grzybów w zależności od zmian temperatury w ciągu doby.

#### 3. Hipoteza

Przewidujemy że najintensywniejszy wzrost owocników zachodzi w ciągu dnia w okresie o najwyższej temperaturze.

#### 4. Metody

Badania przeprowadzono w Ochojnicy Górnej – Jaszczce w lesie przylegającym do bazy Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obiektem badań były grzyby z następujących gatunków: Krowiak liźnięty itd. Zlokalizowano cztery monogatunkowe grupy grzybów, po 8 owocników każda. W ciągu jednej doby, w czterogodzinnych odstępach mierzono średnicę kapelusza każdego z owocników. Pomiary wykonano przy użyciu suwmiarki, z dokładnością do 0,02 mm. Prace terenowe rozpoczęto o godzinie 8 rano 14 września, a zakończono 15 września, również o 8 rano. Każdorazowo odczytywano również temperaturę powietrza.

#### 5. Analiza statystyczna

Wyliczono współczynnik korelacji Pearsona i regresję prostoliniową. W tym celu dla każdego okresu pomiarowego obliczono średni przyrost owocników w danej grupie oraz średnią temperaturę.

#### 6. Przewidywane wyniki

Przewidujemy że przyrost średnicy kapelusza grzybów będzie wprost proporcjonalny do temperatury. Zakładamy że przyrost średnicy kapelusza będzie najwyższy w godzinach okołopołudniowych, kiedy temperatura osiąga swoje maksimum dobowe.

W przypadku gdy hipoteza się nie sprawdzi może to wynikać np. z braku zależności między przyrostem średnicy a temperaturą otoczenia lub zależność ta jest odwrotnie proporcjonalna.

## Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury – raport I

Maria Eskreys-Wójcik<sup>1</sup>, Kamil Kulpiński<sup>2</sup>, Karolina Kuszewska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zakład Badań Łowieckich Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

<sup>2</sup> Ogród Botaniczny, Instytut Botaniki UJ

<sup>3</sup> Zakład Ekologii Behawioralnej Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

### Abstrakt

Wzrost grzybów zależy od wielu czynników, między innymi od temperatury otoczenia. Przeprowadzono badania, które miały na celu wykazanie, że tempo wzrostu owocników grzybów jest wprost proporcjonalne do temperatury otoczenia. Okazało się jednak, że w badanym zakresie temperatur zależność ta jest odwrotnie proporcjonalna. Uzyskane wyniki sugerują potrzebę przeprowadzenia badań zależności przyrostu średnicy kapeluszy grzybów od innych czynników środowiskowych, zwłaszcza wilgotności.

### Wstęp

Grzyby stanowią oddzielne królestwo organizmów żywych. Są one ważnym składnikiem ekosystemów jako saprofity oraz symbionty roślin wyższych. Organem wegetatywnym u grzybów jest złożona ze strzępek grzybnia. Grzyby wyższe wytwarzają wyrastające z podłoża owocniki. Tempo wzrostu owocników zależy od wilgotności oraz temperatury otoczenia (Dermek, 1981). Przy dostatecznej wilgotności i odpowiedniej temperaturze grzyby wykazują stosunkowo szybki wzrost.

Celem niniejszego projektu jest określenie szybkości wzrostu owocników grzybów w zależności od zmian temperatury w ciągu doby. Przewidujemy, że najintensywniejszy wzrost owocników zachodzi w ciągu dnia w okresie o najwyższej temperaturze.

### Materiał i Metody

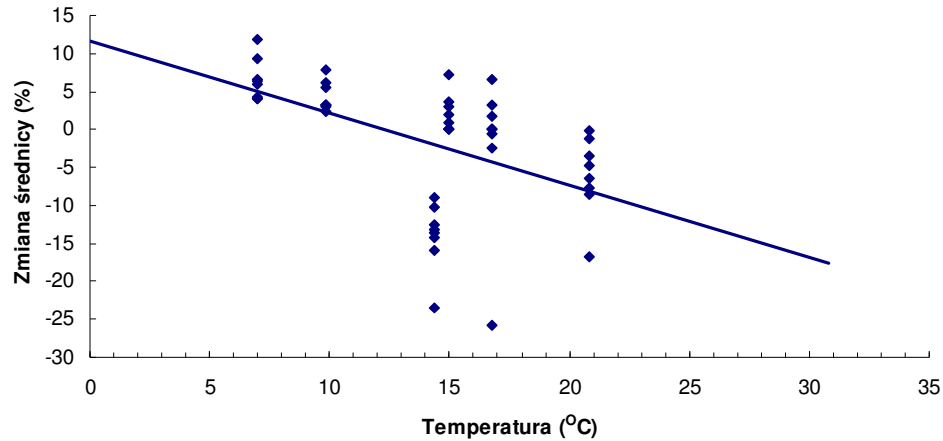
Badania przeprowadzono w Ochotnicy Górnej – Jaszcze w lesie przylegającym do bazy Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obiektem badań były grzyby z następujących gatunków: Maślanka wiązkowa *Hypholoma fasciculare*, Mleczaj chrząstka *Lactarius vellereus*, Krowiak podwinięty *Paxillus involutus* oraz Twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades*. Zlokalizowano cztery monogatunkowe grupy grzybów, po 8 owocników każdego. W ciągu 28 godzin w czterogodzinnych odstępach mierzono największą średnicę kapelusza każdego z owocników, aby zminimalizować błąd na każdym zaznaczono markerem oś pomiaru. Pomiary wykonywała zawsze ta sama osoba przy użyciu suwmiarki, z dokładnością do 0,02 mm. Prace terenowe rozpoczęto 13 września o godzinie 16.00, a zakończono 14 września o godzinie 20.00. W czasie badań odczytywano temperaturę powietrza w godzinnych odstępach (z dokładnością do 0,5 °C).

### Analiza statystyczna

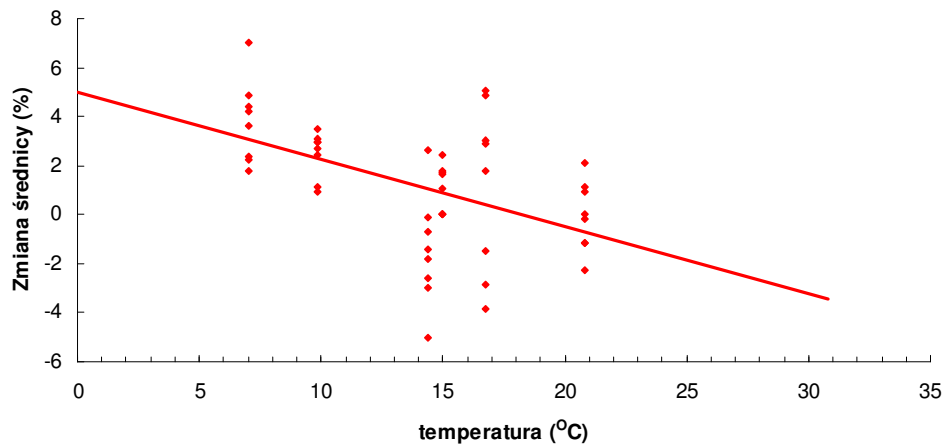
Wyliczono współczynnik korelacji Pearsona i regresję prostoliniową. W tym celu obliczono przyrost średnicy owocników oraz średnią temperaturę w danym okresie.

### Wyniki

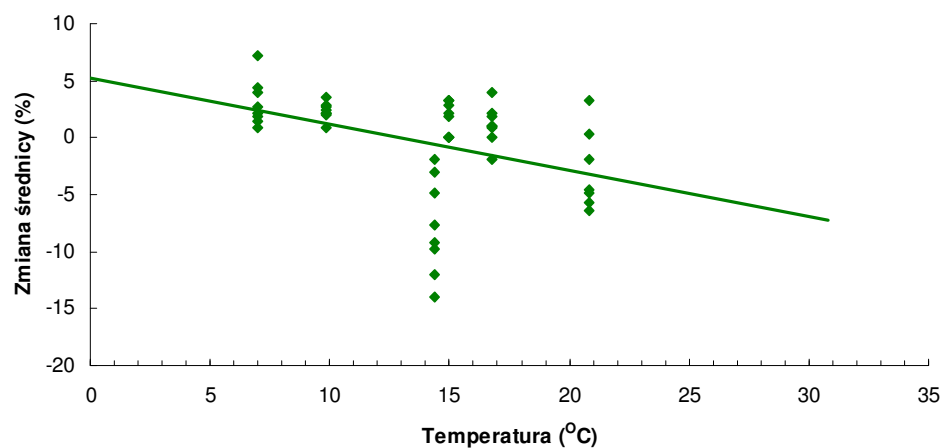
Z przeprowadzonych badań wynika, że przyrost owocników, w zakresie badanych temperatur, jest odwrotnie proporcjonalny do temperatury. Wyniki takie uzyskano dla każdej grupy osobników. Sporządzono wykresy zależności przyrostu owocników od temperatury dla każdej grupy (ryc. 1-4).



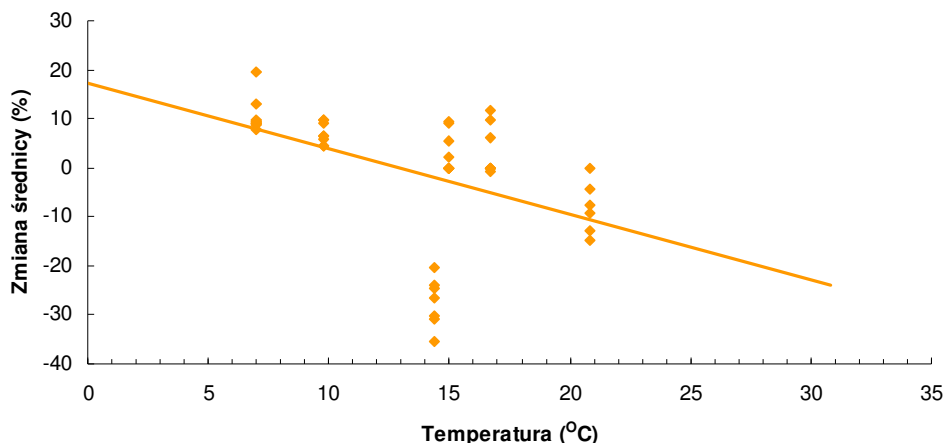
Ryc. 1. Zmiany średnicy owocników maślanki wiązkowej w zależności od temperatury otoczenia. Równanie regresji:  $y = -0,950x + 11,713$ ; korelacja  $r = -0,503$  ( $F = 15,570$ ;  $p = 0,0003$ ).



Ryc. 2. Zmiany średnicy owocników mleczaka chrząstki w zależności od temperatury otoczenia. Równanie regresji:  $y = -0,276x + 5,012$ ; korelacja  $r = -0,491$  ( $F = 14,617$ ;  $p = 0,0004$ ).



Ryc. 3. Zmiany średnicy owocników krowiaka podwiniętego w zależności od temperatury otoczenia. Równanie regresji:  $y = -0,406x + 5,259$ ; korelacja  $r = -0,399$  ( $F = 8,548$ ;  $p = 0,005$ ).



Ryc. 4. Zmiany średnicy owocników twardzioszka przydrożnego w zależności od temperatury otoczenia.  
Równanie regresji:  $y = -1,336x + 17,198$ ; korelacja  $r = -0,445$  ( $F = 10,629$ ;  $p = 0,002$ ).

### Dyskusja

Przeprowadzone badania nie potwierdziły założonej hipotezy. Zależność przyrostu średnicy kapeluszy od temperatury okazała się być odwrotnie proporcjonalna. Zależność ta jest istotna statystycznie. Przypuszcza się, że w badanym zakresie temperatur (6-21 °C) inne czynniki środowiska, zwłaszcza wilgotność, mają większe znaczenie niż temperatura. Prawdopodobnie przy szerszym zakresie badanych temperatur zależność ta przedstawiała by się inaczej. Wyniki badań sugerują równocześnie, że należałoby sprawdzić zależność przyrostu średnicy kapelusza od wilgotności otoczenia. Wymagałoby to jednak przeprowadzenia oddzielnych badań przy użyciu odpowiedniego sprzętu.

Dodatkowym czynnikiem zaburzającym pomiary może być wpływ światła słonecznego. Badania przeprowadzono w lesie na stoku o wystawie północno-wschodniej i w godzinach przedpołudniowych (8-12) był wystawiony na bezpośrednie działanie światła słonecznego. Mogło to spowodować lokalne podwyższenie temperatury i związane z tym obniżenie wilgotności. Było to prawdopodobnie przyczyną odchyłań pomiarów dokonanych dla temperatury 14,4 °C od innych pomiarów. Najsilniej efekt ten można było zaobserwować w grupie twardzioszka przydrożnego rosnącego najbliższej skraju lasu.

Podsumowując, nasze wyniki potwierdziły stare ludowe porzekadło, że grzyby rosną najintensywniej w nocy.

### Literatura

Dernek A. *Grzyby* Wydawnictwo „Sport i Turystyka”, Warszawa 1981

---

## Recenzje

### Prof. dr hab. Adam Łomnicki - Recenzja raportu: „Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury”

Niektóre stwierdzenia (pierwsze zdanie Abstraktu i pierwsze trzy zdania Wstępu) są tak oczywiste, że umieszczanie ich w tak krótkim opracowaniu jest bezsensowne. Nie ma chyba wsi (przysiółka) Ochotnica Górna – Jaszce (str. 1), jest natomiast dolina Jaszce we wsi Ochotnica Górna. Bezsensowne wydaje się rysowanie wykresów dla każdego gatunku grzyba w innym kolorze. Nic to nie daje i nie wyjaśnia, podraża tylko koszty druku. W Wynikach nie ma żadnych stwierdzeń, a jedynie powołanie się na ryciny. To za mało. To tyle spraw formalnych.

Ogólnie opracowanie to jest ciekawe, ale zabrakło kilku ważnych informacji. Nie wiadomo jak liczone temperaturę dla okresu 4 godzinowego, w którym grzyb przyrastał. Można sobie wyobrazić, że brano średnią z 5

pomiarów, z trzech pomiarów lub z pomiaru środkowego. I tu aż się prosi, aby zrobić wykresy temperatury jako funkcji czasu z całej doby z zaznaczeniem wschodu i zachodu słońca oraz godzin w którym badane grzyby były oświetlone (choćby częściowo promieniami przechodzącymi przez korony drzew). Byłoby to dobrym argumentem wyjaśniającym spadek tempa przyrostu przy temperaturze 15 stopni. Brak statystycznego argumentu, z twardzioszek w temperaturze 15 stopni ma najniższy przyrost. A jeśli wynika to ze skraju lasu, to podobnie jak u innych gatunków należało zrobić szkic rozmieszczenia powierzchni na których badano poszczególne gatunki. W Dyskusji brakuje kilka słów o tym, dlaczego analizowano procent przyrostu, a nie sam przyrost w milimetrach (postąpił moim zdaniem słusznie, ale nie podano argumentów) i dlaczego liczono średnicę, a nie obwód lub powierzchnie owocnika. I czy w ogóle próbowano brać jakiś inny pomiar.

I jeszcze jedna sprawa na zakończenie. Sprawą kluczową jest tu ustalenie wilgotności w poszczególnych godzinach. Zdaje sobie sprawę, że w Stacji mogło nie być higrometrów lub psychrometrów do pomiaru wilgotności. Ale można było zamoczyć kawałek papieru i wagowo stwierdzić jak woda paruje, albo odłuszczyć dłuższy włos (np. płynem do zmywania naczyń) uwiesić na nim coś niezbyt ciężkiego i badać jak się wydłuża lub skraca. Po to jest się młodym uczonym, aby dokonywać odkryć w bardzo trudnych warunkach.

Adam Łomnicki

Kraków, piątek, 15 września 2006.

-----

**Dr Marcin Czarnołęski - Recenzja projektu: Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury. Autorzy projektu: Maria Eskreys-Wójcik, Kamil Kulpiński, Karolina Kuszewska**

#### **Abstrakt**

1. „Przeprowadzono badania, które miały na celu wykazanie, że tempo wzrostu owocników grzybów jest wprost proporcjonalne do temperatury otoczenia.” – lepiej brzmiałoby stwierdzenie, iż sprawdzono CZY coś zależy od czegoś.
2. „wprost proporcjonalny” „odwrotnie proporcjonalny” – zastąpić przez np. „zależność dodatnia, ujemna, rośnie z ..., maleje z ...itp”. Zmiana wprost proporcjonalna to coś więcej niż tylko zależność dodatnia, a tu jak rozumiem chodziło tylko o stwierdzenie, że X koreluje dodatnio/ujemnie z Y.

#### **Wstęp**

„Celem niniejszego projektu jest określenie szybkości wzrostu owocników grzybów w zależności od zmian temperatury w ciągu doby.” – powinno być „szybkość wzrostu od temperatury”, rozumiem, że nie badano wpływu tempa zmian temperatury na to jak szybko rosły grzyby, tylko badano wpływ temperatury. To dwa różne problemy.

#### **Materiał i Metody**

1. „Monogatunkowe” zastąpić przez „jednogatunkowe”
2. „W ciągu 28 godzin w czterogodzinnych odstępach mierzono największą średnicę kapelusza każdego z owocników” – nie rozumiem podkreślonego
3. Czy temperaturę mierzono na każdym stanowisku osobno, czy też jest ona wspólna dla wszystkich gatunków grzyba?
4. Jeżeli mierzono kapelusze co 4 godziny to powinno być 8 serii pomiarowych (8 różnych temperatur), a na wykresach jest ich 6.
5. Dane zebrane w czasie z danego grzyba nie są niezależne, to są serie czasowe, albo tzw. „repeated measures” i tak należałoby je potraktować. Poza tym niewłaściwe jest zmierzenie jednej temperatury dla 8 kapeluszy, wówczas jednej wartości X przyporządkujemy 8 wartości Y. Można by np. obliczać średnią średnicę z 8 grzybów i analizę wykonać na średnich. Wówczas nie mnożylibyśmy sztucznie stopni swobody. Nie widzę też powodu by nie analizować danych z 4 gatunków grzyba razem. W takim układzie jak jest brakuje poprawki Bonferoniego na 4 analizy regresji testujące tę samą hipotezę. Dysponując średnimi rozmiarami kapeluszy w danej chwili u każdego gatunku grzyba, można np. zastosować GLM ze zmienną grupującą: „gatunek” i zmienną ciągłą „temperatura”.
6. Brakuje wytłumaczenia względem jakiej wielkości (początkowej, poprzedniej) kapelusza była obliczana zmiana jego średnicy. Jeżeli obserwowane zmiany średnicy wynikały z wysuszenia grzyba, można by dodatkowo to sprawdzić mierząc jednocześnie ze średnicą stopień jego wywinięcia.

### Analiza statystyczna

„Wyliczono współczynnik korelacji Pearsona i regresję prostoliniową” – w oparciu o jakie dane? Następne zdanie nie mówi o tym wprost. Po co dopasowywano prostą regresji?

### Wyniki

„Wyniki takie uzyskano dla każdej grupy osobników. Sporządzono wykresy zależności przyrostu owocników od temperatury dla każdej grupy (ryc. 1-4).” – lepiej by brzmiało „co widać na wykresach 1-4”. Wykresy powinny mieć nagłówki z gatunkiem grzyba i jeden wspólny podpis. Na wykresy przenieść z opisu wartości p i r. Wykresy niepotrzebnie mają inne kolory dla każdego gatunku, miałyby to sens gdyby był jeden wykres z 4 podzbiorami danych.

### Dyskusja

1. „Przeprowadzone badania nie potwierdziły założonej hipotezy” – lepiej brzmi gdy mówimy o testowaniu, sprawdzaniu hipotez.
2. „Przypuszcza się, że” – lepiej wziąć odpowiedzialność za takie stwierdzenia na swe barki, i nie używać formy bezosobowej.
3. „w badanym zakresie temperatur (6-21 °C) inne czynniki środowiska, zwłaszcza wilgotność, mają większe znaczenie niż temperatura” – prawdopodobnie po prostu czas badań był zbyt krótki aby w ogóle zauważyć wzrost. To były raczej zmiany z wysuszenia, ale też nie wpływ wilgotności na tempo wzrostu.
4. „Było to prawdopodobnie przyczyną odchyień pomiarów dokonanych dla temperatury 14,4 °C od innych pomiarów. Najsilniej efekt ten można było zaobserwować w grupie twardzioszka przydrożnego rosnącego najbliższej skraju lasu.” – to spekulacje na podstawie grafiki, a nie wnioskowanie statystyczne.

### Ogólne wnioski

Praca przejrzysta, ale hipoteza mało dramatycznie przedstawiona. Problem raczej dotyczy wpływu temperatury poprzez zmiany wilgotności na rozmiar kapelusza, niż wpływu temperatury na tempo wzrostu grzyba. Szkoda, że nie mierzono wilgotności i np. wysokości grzyba, która to miara rozmiaru grzyba powinna być bardziej odporna na dobowe skoki wilgotności. Można by przeprowadzić eksperyment zamiast badań porównawczych zmieniając temperaturę i wilgotność środowiska np. sztucznie zacieniając część poletek, karczując las, podlewając, umieszczając grzyby pod kloszem z folii itp

---

### Dariusz Wiejczka - Recenzja projektu: Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury.

Podobnie jak w poprzedniej pracy rzuca się w oczy brak wyjustowania tekstu. Wydaje mi się, że eksperyment powinien zawierać więcej zmiennych i przeprowadzany powinien być w warunkach laboratoryjnych, z kontrolą w postaci osobników hodowanych w zaciemnieniu przez okrągłą dobę podobnie podzielonych na zraszane i nie zraszane. Jednak w tym przypadku warunki te zostały bardzo dobrze symulowane poprzez analizę osobników rosnących jedynie w zacienionym miejscu (las).

Dobrym pomysłem jest także podzielenie każdego gatunku na odrębne grupy, a nie wrzucanie ich do wspólnego worka. Różnice gatunkowe mogą być przecież znaczne.

Nie mogę także znaleźć w pracy, w jaki sposób autorzy wyeliminowali wilgotność powietrza. Czynnikiem ten może mieć przecież większe znaczenie niż temperatura. W metodach nie ma o tym mowy. Jeśli chodzi o pomiar wielkości grzyba – wybrana jest tutaj jedna zmienna, a być może powinno być ich więcej, na przykład grubość trzonu lub wysokość grzyba. Różnice w przyrostach mogą się znacznie różnić w zakresie różnych gatunków. Jednak nie jestem do własnego pomysłu do końca przekonany.

Przyjęta została hipoteza alternatywna. Okazało się, że wzrost jest zależny od temperatury. Wykresy pokazują to w przejrzysty i przekonujący sposób. Autorzy zwracają także uwagę na konieczność przeprowadzenia podobnego eksperymentu jeśli chodzi o wilgotność powietrza. Praca napisana jest ciekawie i z pewnością otrzymane wyniki czegoś dowodzą.

---

### Dawid Moroń - Recenzja - Grzyby

1. Tytuł jest zrozumiały.

## 2. Abstrakt.

2.1. Chyba nie przeprowadza się eksperymentu by coś wykazać. Jakoś to niezręcznie brzmi, ale mogę się mylić.  
2.2. Dlaczego starano się „wykazać, że tempo wzrostu owocników jest wprost proporcjonalny”, a jeśli by był krzywoliniowy to wasza hipoteza nie została by odrzucona? Ja bym zamienił wprost proporcjonalny na zależność.

## 3. Wstęp.

3.1. Ostatni akapit. Badacie tylko wpływ temperatury, dlaczego więc oczekujecie, że najintensywniejszy wzrost owocników zachodzi w dzień. Noc może być cieplejsza od dnia! Może zamienić dzień na czas?

## 4. Materiał i metody.

4.1. Tak naprawdę to wasze powtórzenia są autoreplikacjami, ponieważ wasze owocniki są częścią jednego organizmu. Należało badania przeprowadzić na stanowiskach oddalonych od siebie o parę kilometrów, ale wiem że nie było to możliwe ☺

4.2. Zawsze ta sama osoba dokonywała pomiarów? Wolne żarty! Najlepiej napisać prawdę.

4.3. Naprawdę potraficie odczytywać pomiary z większą dokładnością niż dokładność urządzenia?! Radzę zmienić odczyt temperatury z dokładności 0.5 stopnia na 1 stopień. Wtedy trzeba również analizować dane jeszcze raz i zmienić wykresy.

## 5. Analiza statystyczna.

5.1. Może porównać współczynniki nachylenia osi między gatunkami? Sprawdzicie wtedy czy spadki przyrostu różnią się między gatunkami. Co wy na to? Chociaż z wykresów widać, że rocznic między gatunkami raczej nie będzie.

5.2. Czy zostały sprawdzone założenia wymagane przez regresję? Ja już na wykresie widzę, że może być kłopot.

5.3. Brak informacji, jaka część zmienności jest wyjaśniana przez temperaturę. A to jest ciekawe.

## 6. Dyskusja ok.

## 7. Literatura ok.

---

### Ela Rożej - Recenzja: Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury

1. W abstrakcie autorzy twierdzą, że ich badania miały wykazać zależność wprost proporcjonalną pomiędzy wzrostem owocników grzybów i temperaturą. Nie rozumiem po co zacieśniać zależność do wprost proporcjonalnej? Chodziło po prostu o wykazanie zależności i trudno oczekiwać aby była ona wprost proporcjonalna, biorąc pod uwagę ograniczone możliwości przyrostu grzyba☺
2. Wstęp przejrzysty i jasno określone, że tym razem chcecie określić szybkość wzrostu owocników grzybów w zależności od temperatury. Przy przewidywaniach należałoby dodać, że chodzi o najwyższe temperatury we wrześniu lub podać zakres temperatur przy których spodziewacie się największych przyrostów
3. Materiały i metody – polskie nazwy gatunkowe powinny być z małych liter
4. W ciągu 28 godzin co 4 godziny wykonywano pomiary – zatem powinno ich być 7 a na wykresach jest ich 6. Dodatkowo w błąd wprowadza informacja że prace rozpoczęto 13 września o godzinie 16 a zakończono 14 września o godzinie 20. W takim razie powinno być 8 pomiarów średnicy kapeluszy grzybów? Może warto wspomnieć na czym polegały początkowe prace terenowe?
5. Warto napisać gdzie usytuowany był termometr z którego odczytywaliście tak wytrwale temperaturę☺

---

### Ewa Śliwińska – Recenzja „Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury”

Artykuł z chęcią przeczytają na przykład badacze tempa wzrostu roślin lub zwierząt, którzy chcieliby mieć punkt odniesienia w innym królestwie organizmów żywych; a także zapaleni grzybiarze, którzy nie śpią po nocach myśląc nad tym, czy grzyby już rosną czy jeszcze nie. Badania mogą także przybliżyć biologię czterech mało znanych gatunków badaczom metabolizmu grzybów, skupiających się tylko na gatunkach modelowych.

Główny wniosek pracy jest następujący: około-dobowe tempo wzrostu owocników grzybów kapeluszowych jest odwrotnie proporcjonalne do temperatury, co jest niezgodne z przewidywaniami autorów. Wniosek ten miałby istotne znaczenie, gdyby, jak wspominają autorzy, oprócz temperatury powietrza badany był także wpływ wilgotności powietrza oraz temperatura i wilgotność gleby. Z tego względu praca niesie ze sobą niepełną informację, mogącą stanowić punkt wyjścia dla dalszych badań. Uważam, że, ze względu na grzybiarzy, badania powinny zostać przeprowadzone przede wszystkim dla jadalnych grzybów kapeluszowych.



We wstępie autorzy stwierdzają, co następuje: „tempo wzrostu owocników zależy od wilgotności oraz temperatury otoczenia”. Jeśli autorzy stwierdzają to we wstępie i na pierwszym miejscu umieszczają wilgotność, należy lepiej wyjaśnić dlaczego warto badać tę zależność od temperatury, mimo braku środków do oddzielenia tych dwóch oddziaływań.

„Przy dostatecznej wilgotności i odpowiedniej temperaturze grzyby wykazują odpowiednio szybki wzrost.” To zdanie wydaje mi się trochę niepotrzebne.

Badane grzyby, to organizmy, których „ciało” w dużej mierze znajduje się w glebie i jest poza zasięgiem obserwatora. Ponieważ grzybnia w glebie może być daleko większa (mieć większą powierzchnię i masę) od wytwarzanych przez siebie owocników, sugeruję, że to wilgotność i temperatura gleby – z którą oddziałuje grzybnia – powinna mieć wpływ na tempo wzrostu owocników. Badany układ powinien wobec tego uwzględniać nie tylko owocniki ale i grzybnie jako całość, co zapewne byłoby znacznie bardziej interesujące ze względu na ich biologię. Dla samego grzyba jako organizmu, owocniki mają znaczenie strategiczne jako czasowy dystrybutor zarodników. Można by dyskutować wyniki w tym kontekście, że wysychanie i wzrost owocników mogą mieć znaczenie w związku ze strategią rozmnażania – na przykład około-dobowym rozsiewaniem zarodników.

Praca świetnie nadaje się do czasopisma popularnonaukowego. Można by przemyścić kilka informacji naukowych przy okazji tematu dla grzybiarzy.

---

## **Justyna Kubacka - Recenzja raportu pt.: „Zmienność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury”**

### **Uwagi krytyczne**

#### **Wstęp**

Nie wspomniano, na czym opiera się przewidywanie szybszego wzrostu w wyższej temperaturze (szybszy metabolizm?).

#### **Metody**

Nazwy grzybów powinny być pisane z małej litery – to nie angielski ☺.

Nie jestem pewna, czy pobierane próby (pojedyncze grzyby w grupie) są niezależne; grzyby rosnące blisko siebie są pewnie spokrewnione ze sobą, a wtedy na ich wzrost ma wpływ komponent genetyczny. Próba powinna być cała grupa (moim zdaniem właściwsze byłoby obliczenie średniej dla grupy i wzięcie średniej do regresji).

#### **Wyniki**

Nie wiadomo, co na wykresach stanowi punkt odniesienia („0 %”) na osi Y.

#### **Spis literatury**

W naukach przyrodniczych rok podaje się po autorach, a nie na końcu.

#### **Pochwały**

- abstrakt jest jasny, zwięzły i wyczerpujący
  - w metodyce wykazaliście się dużą dbałością o powtarzalność i rzetelność pomiarów (mierzyła ta sama osoba, zaznaczono oś do pomiarów)
  - ogólnie tekst jest spójny i zrozumiały
  - podoba mi się próba (zapewne trafna) wytłumaczenia wyniku odstającego od reszty (wzrost w 14,4 stopnia) – dobrze, że nie został on pominięty w analizie
-

## Zależność tempa wzrostu owocników grzybów od temperatury – raport II

Maria Eskreys-Wójcik<sup>1</sup>, Kamil Kulpiński<sup>2</sup>, Karolina Kuszewska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zakład Badań Łowieckich Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

<sup>2</sup> Ogród Botaniczny, Instytut Botaniki UJ

<sup>3</sup> Zakład Ekologii Behawioralnej Instytutu Nauk o Środowisku, UJ

### Abstrakt

Wzrost grzybów zależy od wielu czynników, między innymi od temperatury otoczenia. Przeprowadzono badania, które miały na celu sprawdzenie czy tempo wzrostu owocników grzybów rośnie wraz ze wzrostem temperatury otoczenia. Okazało się jednak, że w badanym zakresie temperatur zależność ta jest odwrotna. Uzyskane wyniki sugerują potrzebę przeprowadzenia badań zależności przyrostu średnicy kapeluszy grzybów od innych czynników środowiskowych, zwłaszcza wilgotności.

### Wstęp

Grzyby stanowią oddzielne królestwo organizmów żywych. Są one ważnym składnikiem ekosystemów jako saprofity oraz symbionty roślin wyższych. Organem wegetatywnym u grzybów jest złożona ze strzępek grzybnia. Grzyby wyższe wytwarzają wyrastające z podłoża owocniki. Tempo wzrostu owocników zależy od wilgotności oraz temperatury otoczenia (Dermek, 1981). Przy dostatecznej wilgotności i odpowiedniej temperaturze grzyby wykazują stosunkowo szybki wzrost.

Celem niniejszego projektu jest określenie szybkości wzrostu owocników grzybów w zależności od temperatury. Przewidujemy, że najintensywniejszy wzrost owocników zachodzi w ciągu dnia w okresie o najwyższej temperaturze, co jest wynikiem szybszego metabolizmu. Pod uwagę bierzemy zakres temperatur, którego można spodziewać się we wrześniu.

### Materiał i Metody

Badania przeprowadzono w Ochojnicach Górnej – Jaszczce w lesie przylegającym do bazy Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obiektem badań były grzyby z następujących gatunków: maślanka wiązkowa *Hypholoma fasciculare*, mleczaj chrząstka *Lactarius vellereus*, krowiak podwinięty *Paxillus involutus* oraz twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades*. Zlokalizowano cztery jednogatunkowe grupy grzybów, po 8 owocników każda. Pomiary przeprowadzono w ciągu 28 godzin w czterogodzinnych odstępach, za wyjątkiem pomiaru o 4 rano. Prace terenowe rozpoczęto 13 września o godzinie 16.00, a zakończono 14 września o godzinie 20.00. W związku z nieforemnością owocników mierzono wymiar liniowy w najszerszym miejscu kapelusza. W celu zminimalizowania błędów na każdym kapeluszu zaznaczono markerem oś pomiaru. Pomiary wykonywała zawsze ta sama osoba przy użyciu suwmiarki, z dokładnością do 0,02 mm. Jedynym wyjątkiem był pomiar z godziny 8 rano, wykonany przez inną osobę. W celu standaryzacji przeprowadzono serię pomiarów testowych wykonanych przez obie osoby mierzące na tych samych osobnikach. Następnie obliczono różnicę pomiędzy pomiarami i skorygowano pomiar o 8 rano. W celu określenia przyrostu obliczono różnicę pomiędzy dwoma kolejnymi pomiarami, a następnie podzielono ją przez pierwszy z nich i wyrażono w procentach. W czasie badań odczytywano temperaturę powietrza w godzinnych odstępach (z dokładnością do 1 °C). Pomiar wykonywano na termometrze znajdującym się w pobliskim gospodarstwie. Odczyty uśredniono dla czterogodzinnych okresów. W celu oszacowania wpływu wilgotności na zmianę szerokości kapeluszy przeprowadzono dodatkowo eksperyment polegający na zwilżaniu połowy owocników z danej grupy. Eksperyment przeprowadzono 15 września między 8.00 a 12.00 (godziny w których ubytek szerokości kapeluszy jest największy). Kapelusze zwilżano strzykawką w godzinnych odstępach. Przed rozpoczęciem i po zakończeniu eksperymentu zmierzono szerokość kapeluszy.

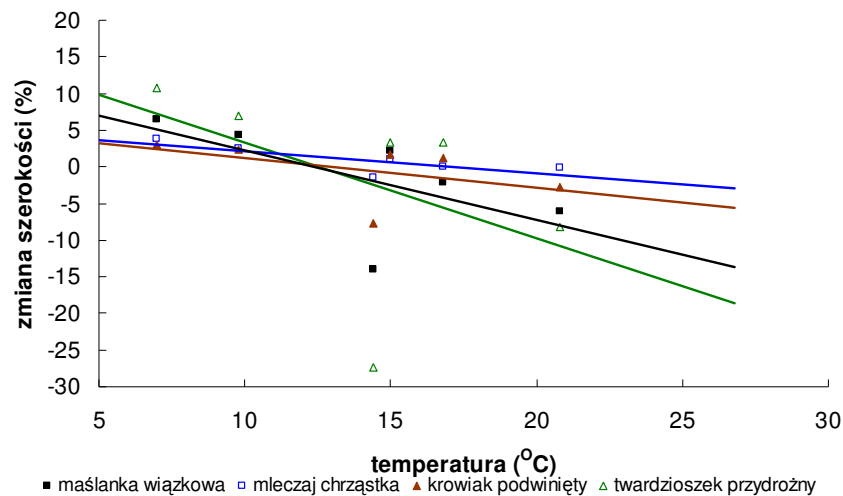
### Analiza statystyczna

Wykonano analizę kowariancji ze średnich przyrostów kapeluszy w danej temperaturze dla wszystkich osobników. Zmienną zależną przyjęto średnie przyrosty kapeluszy, zmienną jakościową - gatunek oraz zmienną ciągłą - temperatura.

### Wyniki

Z przeprowadzonej analizy kowariancji wynika, że przyrost owocników, w zakresie badanych temperatur, zależy ujemnie od temperatury ( $F = 4,54$ ;  $p = 0,046$ ). Natomiast nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy

między gatunkami ( $F = 0,17$ ;  $p = 0,92$ ). Wyniki takie uzyskano dla każdej grupy osobników. Sporządzono wykres zależności średnich przyrostów owocników od temperatury dla każdej grupy (ryc. 1).



Ryc. 1. Średnie zmiany szerokości kapelusza dla poszczególnych gatunków grzybów w zależności od temperatury otoczenia. Równania regresji: maślanka wiązkowa  $y = -0,950x + 11,713$ ; mleczaj chrząstka  $y = -0,276x + 5,012$ ; krowiak podwinięty  $y = -0,406x + 5,259$ ; twardzioszek przydrożny  $y = -1,336x + 17,198$ .

Eksperyment sprawdzający wpływ wilgotności na zmianę szerokości kapeluszy wykazał brak różnic próbą nawilżaną i próbą

### Dyskusja

Przeprowadzone badania zmusiły nas do odrzucenia testowanej hipotezy. Zależność przyrostu średnicy kapeluszy od temperatury okazała się być ujemna. Zależność ta jest istotna statystycznie. Przypuszczamy, że w badanym zakresie temperatur (6-21 °C) inne czynniki środowiska, zwłaszcza wilgotność, mają większe znaczenie niż temperatura. Prawdopodobnie przy szerszym zakresie badanych temperatur zależność ta przedstawiała by się inaczej.

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy gatunkami. Prawdopodobnie ujawniłyby się one przy przeprowadzeniu badań w dłuższym okresie i na większej liczbie prób. Wyniki badań sugerują równocześnie, że należałoby sprawdzić zależność przyrostu średnicy kapelusza od wilgotności otoczenia. Wymagałoby to jednak przeprowadzenia oddzielnych badań przy użyciu odpowiedniego sprzętu. Przeprowadzony eksperyment sprawdzający wpływ wilgotności prawdopodobnie był niewystarczający.

Dodatkowym czynnikiem zaburzającym pomiary może być wpływ światła słonecznego. Badania przeprowadzono w lesie na stoku o wystawie północno-wschodniej i w godzinach przedpołudniowych (8-12) był wystawiony na bezpośrednie działanie światła słonecznego. Mogło to spowodować lokalne podwyższenie temperatury i związane z tym obniżenie wilgotności. Było to prawdopodobnie przyczyną odchyłań pomiarów dokonanych dla temperatury 14,4 °C od innych pomiarów

Podsumowując, nasze wyniki potwierdziły stare ludowe porzekadło, że grzyby rosną najintensywniej w nocy.

### Literatura

Dernek A. 1981 *Grzyby* Wydawnictwo „Sport i Turystyka”, Warszawa.

## VI. Czy spłaszczenie domków chruścików zależy od prędkości nurtu strumienia?



### Czy spłaszczenie domków chruścików zależy od prędkości nurtu strumienia? - projekt

Dominika Chmolewska, Dawid Moroń, Dariusz Wiejaczka

#### Abstrakt

Proponowany eksperyment będzie oceniał wpływ prędkości wody na kształt domków larw chruścika. Oznaczana będzie prędkość strumienia wody w miejscu znalezienia osobnika, dokonane zostaną pomiary rozmiarów domku oraz masy ciała larwy. Na tej podstawie zostaną wyciągnięte wnioski, co do postulowanej zależności.

Przewidujemy, że bardziej płaskie larwy lepiej radzić sobie będą w wodzie o szybkim nurcie, natomiast w wodach wolno płynących wysokość domków powinna być większa.

#### Wstęp

Chruścik jest przedstawicielem rzędu *Trichoptera*. Larwy prowadzą wodny tryb życia. Mogą się odżywiać roślinami bądź są drapieżnikami. Większość gatunków występuje w szybko płynących strumieniach górskich, a niektóre nawet w wodach wolno stojących. Osobniki dorosłe prowadzą lądowy tryb życia zlizując nektar z kwiatów i żyją tylko kilka dni.

Larwy chruścików dzielą się na dwie grupy: gąsienicowate i kampodealne. Wszystkie gąsienicowate larwy chruścików mają domki natomiast kampodealne tylko nieliczne. W naszych badaniach zajmiemy się larwami budującymi domki z ziaren piasku. Będą to osobniki z rodzaju *Agapetus* (kampodealne) i *Sericostoma* (gąsienicowate).

Jednym z podstawowych czynników kształtujących warunki życiowe larw chruścików jest prędkość nurtu. Wpływa ona na natlenienie wody oraz dostępność pokarmu, a przede wszystkim na przyczepialność larw do podłoża. Wielkość ciała i jego spłaszczenie warunkuje dostosowanie do środowiska.

Mamy na celu zweryfikowanie hipotezy dotyczącej zależności prędkości strumienia od spłaszczenia domku. Zakładamy, że przy silniejszym strumieniu wody i większej sile działającej na domek, preferowane będą domki stwarzające mniejszy opór dla płynącej wody w miejscach o większej jej prędkości.

#### Metodyka:

Pomiary wykonywane będą na potoku Jaszce na wysokości Stacji Terenowej UJ na odcinku o długości 100 metrów. Losowo wybrane zostaną kamienie, które są zasiedlone przez larwy chruścika. Mierzona będzie prędkość wody poprzez pomiar czasu przepływu pływaka na dystansie 1 metra.

Oznaczany będzie współczynnik spłaszczenia domku poprzez wyliczenie ilorazu wysokości w najwyższym miejscu i długości. Larwa będzie ważona oraz będzie mierzona jej długość.

Otrzymane dane będą zanalizowane przy pomocy regresji. Korelowane ze sobą będą prędkość nurtu i współczynnik spłaszczenia oraz prędkość nurtu i masa.

Pomiary długości i wysokości będą wykonane przy pomocy suwmiarki z dokładnością 0,02mm. Masa larw będzie oznaczana na wadze przenośnej ACCULAB model PP2060D z dokładnością 0,01/0,001g.

#### Przewidywane wyniki:

Spodziewamy się pozytywnej korelacji pomiędzy prędkością wody a spłaszczeniem domku oraz prędkością wody i masą larw.

#### Literatura:

Engelhardt, W. 1998. Przewodnik flora i fauna wód śródlądowych. Multico, Warszawa.

## Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika? – raport I

Dominika Chmolewska, Dawid Moroń, Dariusz Wiejaczka

### Abstrakt

Szybkość nurtu ma duży wpływ na kształt organizmów wodnych i struktur przez nie budowanych. Proponowany eksperyment ocenia wpływ prędkości wody na kształt i masę domków larw chruścika. Oznaczono prędkość strumienia wody w miejscu znalezienia osobnika oraz zmierzono wymiary domku. Znalezione dodatnie zależności pomiędzy spłaszczeniem oraz masą domków larw a prędkością strumienia wody. Nasze wyniki mogą sugerować, że płaskie domki chruścików lepiej są dostosowane do wody o szybszym nurcie.

### Wstęp

Chruścik jest przedstawicielem rzędu *Trichoptera*. Larwy prowadzą wodny tryb życia. Mogą się odżywiać roślinami bądź są drapieżnikami. Większość gatunków występuje w szybko płynących strumieniach górskich. Osobniki dorosłe prowadzą lądowy tryb życia zlizując nektar z kwiatów i żyją tylko kilka dni (Engelhardt, 1998).

Larwy chruścików dzielą się na dwie grupy: gąsienicowate i kampodealne. Wszystkie gąsienicowate larwy chruścików mają domki natomiast wśród kampodealnych tylko nieliczne. W naszych badaniach zajmiemy się larwami budującymi domki z ziaren piasku. Będą to osobniki z rodzaju *Sericostoma* (gąsienicowate) (Engelhardt, 1998). Jest to jeden z najpospolitszych rodzajów występujących w polskich strumieniach. Do budowania kryjówek wykorzystują ziarna piasku i małych kamieni konstruując wydłużony (15 – 25 mm), okrągły lub grzbieto-brzusznie spłaszczony (stosunek wysokości do szerokości bryły) domek (Engelhardt, 1998).

Jednym z podstawowych czynników kształtujących warunki życiowe larw chruścików jest prędkość nurtu. Wpływa ona na natlenienie wody oraz dostępność pokarmu, a przede wszystkim na szanse przyczepienia larwy do podłoża. Strumień górski nie jest środowiskiem homogennym pod względem szybkości przepływu wody. Różnice mogą być znaczne – od wody praktycznie stojącej do nurtu o prędkości ponad jednego metra na sekundę. Wymusza to na organizmach adaptacje związane z kształtem kryjówek. Z podstawowych praw hydrodynamiki wynika, że opór ośrodka (wody) zależy od kształtu i wielkości powierzchni natarcia bryły (Argasiński, informacja ustna). Wielkość domku i jego spłaszczenie powinna korelować z oporem stawianym wodzie.

Doświadczenie ma na celu zweryfikowanie hipotezy dotyczącej zależności prędkości strumienia od spłaszczenia domku i jego masy.

### Przewidywania

Spodziewamy się, że przy szybszym strumieniu wody i większej sile działającej na domek, preferowane będą domki stwarzające mniejszy opór dla płynącej wody, czyli bardziej spłaszczone i mniejsze.

### Materiały i metody

Pomiary wykonywane były w środkowym biegu potoku Jaszce na wysokości Stacji Terenowej UJ na odcinku o długości 100 metrów. Do badań losowo wybrane zostały kamienie, które zasiedlone były przez larwy chruścika.

Do analizy wybierane były larwy, dla których najprecyzyjniej zmierzyć można było prędkość nurtu. Pomijane były te, które zasiedlały spody kamieni oraz ich części skierowane prostopadle do nurtu. Gdy na jednym kamieniu znajdowała się większa liczba domków, wybierano losowo maksymalnie pięć.

Dokonywano pomiarów szerokości, wysokości, długości (suwmiarka Vernier Caliper o dokładności 0,02 mm) i masy domku (waga przenośna Acculab model PP2060D o dokładności 0,001g). Z dwóch pierwszych wyliczano współczynnik spłaszczenia domku (iloraz wysokości i szerokości domku).

W miejscu znalezienia chruścików wyznaczana była prędkość wody na podstawie pomiaru czasu przepływu pływaka (kawałek drewna) na dystansie 50 cm. Dokonywano trzech pomiarów, które następnie uśredniano oraz zamieniano jednostkę na metry na sekundę.

### Analiza statystyczna

Do oceny wpływu szybkości nurtu na spłaszczenie domu chruścika użyliśmy regresji, gdzie zmienną niezależną była prędkość wody a zmienną zależną było spłaszczenie domku. Dla analizy korelacji sprawdzone były założenia o normalności rozkładu oraz jednorodności wariancji (Zar, 1999).

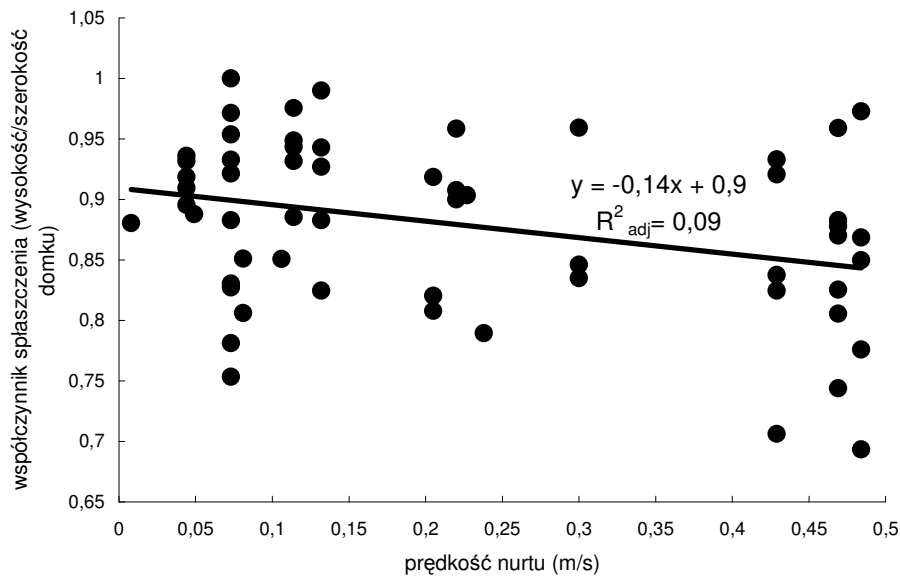
Dla zbadania zależności masy domku od prędkości wody przeprowadzono analizę korelacji porządku rang Spearmana. Użyto testu nieparametrycznego ponieważ dane nie spełniły założeń wymaganych dla korelacji (Łomnicki, 1999).

Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu STATYSTICA 7.1.

## Wyniki

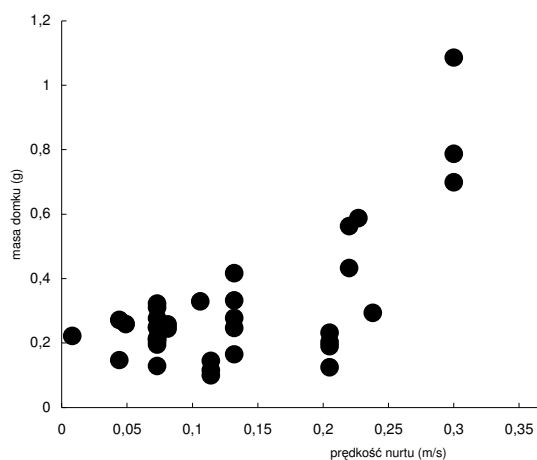
Zebrano 58 prób z 18 miejsc pomiaru prędkości wody. Wszystkie zostały użyte w analizie zależności spłaszczenia od prędkości wody, natomiast do analiz zależności masy domku od prędkości wody użyto 53 pomiary.

Rycina 1. Zależność pomiędzy współczynnikiem spłaszczenia a prędkością nurtu strumienia.



Stwierdzono negatywną liniową zależność pomiędzy prędkością nurtu a współczynnikiem spłaszczenia domku (Ryc. 1;  $F = 6,54$ ;  $df = 1, 56$ ;  $p = 0,013$ ;  $N = 58$ ) Oznacza to, że w wodzie o wartkim nurcie częściej występują osobniki budujące bardziej płaskie domki.

Natomiast dodatnią zależność wykazano natomiast pomiędzy prędkością nurtu a masą domku (Ryc. 2;  $R_s = 0,755$ ;  $p = 0,05$ ;  $N = 52$ ).



Rycina 2. Zależność pomiędzy masą domku a prędkością nurtu.

## Dyskusja

W trakcie zbierania materiałów w terenie wyłonił się problem wynikający z oznaczaniem prędkości wody dokładnie w miejscu przytwierdzenia domku do kamienia. Pomiar prędkości nurtu był dokonywany przy powierzchni wody natomiast domki larw chruścików często przytwierdzone były kilka centymetrów poniżej lustra wody. Powoduje to, że dane dotyczące prędkości wody są nieprecyzyjne, jednak wystarczające dla projektu.

Uzyskane wyniki potwierdzają nasze przewidywania, że w wodzie o większej prędkości znajdują się domki o większym stopniu spłaszczenia. Dzięki temu domek stawia mniejsze opory dla płynącej wody, co jest to w zgodzie z podstawowymi prawami hydrodynamiki.

Spodziewano się, że masa domków będzie malała wraz ze wzrostem prędkości nurtu. Odwrotnie do naszych oczekiwań masa domku okazała się większa w szybciej płynącej wodzie. Może być to spowodowane przez fakt, że z wodą o większej prędkości transportowana jest większa ilość pokarmu oraz lepsze jest jej natlenienie. Osobniki budujące swój domek w takim miejscu mogą, więc intensywniej rosnać jednocześnie powiększając rozmiary swojego schronienia.

## Literatura

- Engelhardt W., 1998. Przewodnik, flora i fauna wód śródlądowych. Mulico, Warszawa.  
Łomnicki A., 1999. Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. PWN, Warszawa.  
Zar J.H., 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.

---

## Recenzje

### **Prof. dr hab. Adam Łomnicki - Recenzja raportu: „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”**

Ten raport jest interesujący i wartościowy, ale dość niechlujnie pisany, co postaram się poniżej wykazać. W biologii trzeba być bardzo ostrożnym stosowaniu słów „dostosowanie” i „przystosowanie” oraz pochodnych przymiotników. Dostosowanie to angielskie *fitness* a przystosowanie to angielskie *adaptation*. A my nie wiemy czy chruściki nabyły umiejętności budowania dużych płaskich domków w silnym nurcie, czyli że jest to genetycznie ustalona norma reakcji, czy też chruściki budują tak jak im z innych względów pasuje, a sam nurt określa, które domki w nim się utrzymają. To jest poważna sprawa Wstępu i do Dyskusji, której omówienia brakuje.

Pisanie, że chruścik jest przedstawicielem rzędu *Trichoptera* ma taki sens jak pisanie, że ssak jest przedstawicielem rzędu *Mammalia*. Pisanie, że larwy prowadzi wodny tryb życia jest ogólnikiem nic nie wnoszącym, natomiast albo trzeba pominąć larwy kampodealne, albo coś więcej o nich napisać, bo teraz to tylko chybiony popis erudycji. Z tekstu wynika, że wszystkie gaśienicowate to rodzaj *Sericostoma*. To trzeba jakoś inaczej napisać. Czy ten rodzaj występuje tylko w strumieniach po polskiej stronie Karpat, a po słowackiej, ani w innych krajach już nie występuje? To też bardzo niezręcznie napisane. Dlaczego spłaszczenie opisane jest stosunkiem wysokości do szerokości? Powinno być przeciwnie szerokości do wysokości, bo teraz jest to brak spłaszczenia. Zdanie w wierszu 3 i 2 od dołu na stronie 1 też bardzo dyskusyjne i ogólnikowe. Czy autorzy naprawdę nie wiedzą, że spłaszczenie zmniejsza szans zmycia domku przez prąd i dowiedzieli się tego dopiero od Krzysia Argasińskiego. Ja wiem, że Krzyś jest bardzo mądry i wiele się sam od niego dowiedziałem, ale to jest chyba nawet biologom wiadomo i nie trzeba pytać Krzysia. Jeśli się pisze, że coś koreluje, to przy braku informacji, że jest to korelacja ujemna, czytelnik zwykle sądzi, że chodzi o korelację dodatnią. Dlatego w 1 i 2 wierszu strony (nawiasem mówiąc brak numerów stron) drugiej czytelnik sądzi, że autorzy mają hipotezę, że wielkość domku koreluje dodatnio ze spłaszczeniem i z wielkością. Ale w przewidywaniach okazuje się, że z wielkością ujemnie, a spłaszczenie jest tak dziwnie zdefiniowane, że też ujemnie.

Podrozdział „Przewidywanie” nie ma sensu. Po prostu we Wstępie trzeba przedstawić hipotezę, bo to co podano w przewidywaniach to hipoteza, a bez hipotezy nauki teraz się nie uprawia. I jeszcze ostatnia dyskusyjna sprawa. Czy duża komórka w dużym nurcie to wynik lepszego odżywiania i większej gaśienicy, czy też większa gaśienica może mocniej przyczepiać swój domek i wytrzymać silniejszy nurt?

Adam Łomnicki

Kraków, sobota, 16 września 2006

**Prof. dr hab. Michał Woyciechowski - Omówienie pracy: Chmolewska D., Moroń D. i Wiejaczka D., „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”**

Pomijając choćby krótkie omówienie zasadniczych założeń pracy, uważam, że podjęto w niej próbę rozstrzygnięcia ciekawego problemu jednak w sposób bardzo niekompletny. Po pierwsze nie mam żadnej pewności, że zebrane dane dotyczą jednego gatunku z rodzaju *Sericostoma*. Autorzy nie podjęli nawet próby przekonania czytelnika o tym, że tak w istocie było. Być może badano dwa lub więcej gatunków a uzyskany wynik jest jedynie efektem ich różnej proporcji. Zakładając jednak, że moje obawy są nieuzasadnione, bo tylko wówczas dalsza dyskusja ma sens, uważam, że przystępując do badań zajęto się jednym bardzo szczególnym zagadnieniem (kształt domku) nie myśląc wcale o tym, jak ewentualny wynik uzasadnić biologicznie. Takie wyjaśnienie ułatwić mogłyby dodatkowe dane mówiące o zagęszczeniu osobników w miejscach potoku o różnej prędkości przepływu wody. Świadczyłyby to o określonych preferencjach badanego gatunku.

Uwagi szczegółowe

- W maszynopisie pracy naukowej lepiej nie równać prawych marginesów bo może to powodować pewne niejasności. Standardowo używa się też czcionki rozmiaru 12.
- W tytule, a nawet w abstrakcie pracy brak nazwy gatunkowej czy choćby rodzajowej obiektu badań.
- Nie widzę powodu, by przewidywania nie były integralną częścią wstępu, ściśle powiązaną z celem.
- „Materiały i metody” są jedynie opisem metod. Kompletnie zapomniano o „materiale”.
- W tym samym rozdziale nie podano gdzie to Jaszczce się znajduje i kiedy wykonano badania.
- Twierdzenie, że do analizy wybrano „larwy dla których najprecyzyjniej zmierzyć można było prędkość prądu” jest niewystarczające. Cały początek dyskusji, świadczący o tym problemie powinien się znaleźć w „Materiałach i metodach”.
- Do końca nie wiem, czy określano masę domku czy larwy z domkiem. W całym dalszym tekście wprowadza to zamieszanie. Warto by sprawdzić jaką część całkowitej masy stanowi larwa a jaką domek.
- Zwykle domki chruścików są szersze u wejścia – w którym miejscu dokonywano pomiaru?
- W „Wynikach” jest mowa o negatywnej liniowej zależności. Tymczasem w Abstrakcie opisano zależności dodatnie. Trzeba być konsekwentnym.
- Nie ma powodu podpisy pod rycinami pisać kursywą.
- Cytując rycinę 1. podano wartości przedstawione ponownie na tej właśnie rycinie. Podawanie dwukrotnie tych samych danych jest nieuzasadnione.
- Na rycinie 1. opis osi pionowej zbyt obszerny – część z tych informacji przenieść do podpisu.
- Akapit powinien rozpoczynać nową myśl lub problem. Rozpoczynanie go od „Natomiast” (zresztą użyte dwa razy w tym zdaniu) jest niewłaściwe.
- Po co mierzono długość domków skoro tych danych nigdzie nie podano i nie dyskutowano.
- Dyskusja praktycznie pozbawiona biologicznej interpretacji. Właśnie tu pomogłyby dane o zagęszczeniu larw. Liczę na zrozumienie bowiem starałem się wyjść naprzeciw oczekiwaniom Autorów i być krytyczny.

MWoyciechowski

**Łukasz Binkowski - Recenzja raportu badań D. Chmolewskiej, D. Moronia i D. Wiejaczki pt. „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”.**

Przedstawiony raport jest realizacją bardzo ciekawego projektu badawczego. Uważam, że realizacja badań, jak i ich zaplanowanie przeprowadzone zostało bardzo sumiennie. Podczas czytania raportu natknąłem się jednak na kilka nieścisłości.

Badania, opisywane w raporcie, należą do grupy badań terenowych. Dlatego powinno podać się dokładną lokalizację terenu badań (miejscowość, województwo, podstawowe dane geograficzne) jak i jego opis.

W części materiały i metody autorzy podają, że mierzyli długość domków chruścików, natomiast nie znalazłem słowa o wynikach tych pomiarów w części poświęconej wynikom.

Z biologii chruścików wiadomo, że larwy podczas swego życia linieją, średnio sześć razy przed przepoczwarczeniem. Idzie za tym powiększanie się domku. Nie wykluczone jest też, że stadium rozwojowe może w pewien sposób determinować kształt domku. Autorzy jednak nie wspominają w raporcie, czy w jakiś sposób starali się odróżnić poszczególne fazy linienia. Jeśli nie to być może pojawia się kolejny czynnik wpływający na wynik.

Należy zmienić pytanie zamieszczone w tytule pracy, bądź pierwsze zdanie części abstrakt. W przeciwnym wypadku autorzy sami sugerują, że ich badania nic nowego do nauki nie wnoszą, ewentualnie mogą



potwierdzić znaną tezę. Zauważyłem jeszcze kilka błędów interpunkcyjnych, powtórzeń i błędów literowych (m.in. w nazwie programu statystycznego).

Łukasz Binkowski

-----

**Karolina Kuszewska - Recenzja pracy Dominiki Chmolewskiej, Dawida Moronia i Dariusza Wiejaczki pt. Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?**

Praca jest ciekawa i dość dobrze przeprowadzona metodologicznie, abstrakt napisany jest czytelnie i kondensuje wiedzę jaką wykonawcy uzyskali z badań, pomimo tego znalazłam kilka dobrych usterek:

- 1) W tytule brakuje mi łacińskiej nazwy chruścików, nawet jeśli nie był to jakiś konkretny gatunek to można było w nawiasie napisać (rząd *Trichoptera*).
- 2) We wstępie (3 akapit, wiersze 1-4) opisano że prędkość wody ma wpływ na warunki życiowe lar chruścików – brakuje mi tu literatury (choć wiem że z nią w tych warunkach jest ciężko).
- 3) Przewidywania można było umieścić po wstępie zaraz po celach, a nie koniecznie wykonywać osoby rozdział.
- 4) Wybieranie losowe – czy było to robione na podstawie korzystania z tablic liczb losowych z zaznaczeniem jakoś kamieni, czy po prostu odkrywano kamienie i pod jakim się trafił odpowiedni chruścik ten był wybierany – myślę że to raczej przypadek niż losowość (Materiał i Metody, wiersz 3)
- 5) Podobnie dotyczy to wybierania chruścików w przypadku gdy było więcej niż 5
- 6) Raczej nie podpisywałam rycin kursywą tylko prostym pismem
- 7) W dyskusji w ostatnim akapicie jest napisane, że duże domki występują w wartkim nurcie bo znajdują się tam więcej pokarmu. A może po prostu dlatego są większe że w takim wartkim nurcie nie są się w stanie utrzymać przy dnie chruściki o małym domku.
- 8) W literaturze tytuły można było dać kursywą łatwiej by się czytało literaturę
- 9) Także występują czasami na końcu zdania samotne litery np. „z” (wstęp, 2 akapit, 3-4 linijka).

-----

**Ewa Śliwińska – Recenzja - „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”. Autorzy raportu: Dominika Chmolewska, Dawid Moroń oraz Dariusz Wiejaczka.**

Publikację tę z zainteresowaniem przeczytają zarówno miłośnicy chruścików, architekci oraz fizycy techniczni. Znajdują się w niej elementy biologii ewolucyjnej – adaptacje kształtu domków chruścików do szybkości prądu wody; elementy zasad architektonicznych – współczynnik spłaszczenia, istotny dla przetrwania domku chruścika oraz fizyczne oddziaływanie prądu i naporu wody z masą i powierzchnią domku.

Główne wnioski, które zawiera praca to: w wodzie o większej prędkości znajdują się domki o większym stopniu spłaszczenia, co zgodne jest z przewidywaniami autorów odnośnie stawianej hipotezy. Jakkolwiek drugi główny wniosek: masa domku okazała się większa w szybciej płynącej wodzie, jest odwrotna od ich oczekiwań.

We wspomnianych wyżej trzech areałach wiedzy, praca wnosi niebagatelny wkład. Po raz kolejny okazało się, że istnieją adaptacje organizmów do ich środowisk oraz istnieje coś takiego jak plastyczność fenotypowa, o których to zjawiskach nie wszyscy są przekonani, że istnieją. Poza tym, gdyby przełożyć wyniki otrzymane dla środowiska wodnego na środowisko lądowe architekci mogą wykorzystać ten aspekt wiedzy w projektowaniu domów mniej narażonych na wiatry północno-zachodnie, dominujące w Europie środkowej.

Pewne wątpliwości powstają, gdy przyjrzymy się przewidywaniom autorów dla masy domków w zależności od szybkości prądu wody. Czy rzeczywiście należy zakładać, że masa ta będzie mniejsza w szybszym prądzie? Jeśli brać pod uwagę znaczenie siły bezwładności, to rzeczywiście bezwładność będzie większa dla masywniejszych domków w szybkim prądzie – domek może łatwiej oderwać się z kamienia i spłynąć z prądem. Domki o mniejszej masie jednak spływałyby z prądem dalej – domek o masie większej miałby krótszy czas takiej bezwładności i szybciej zostałby zniesiony przez wodę na mieliznę lub pod kamień, ponieważ szybciej systematycznie by opadał.

Badania są zrobione w sposób pomysłowy i wyczerpujący dostępne środki. Jakkolwiek prędkość nurtu spada wraz z głębokością i rzeczywiście analizy mogą być lekko odchyłone, jeśli ten parametr był mierzony na samej powierzchni strumienia. Przy gruncie prędkość nurtu jest mniejsza na skutek tarcia wody o powierzchnie gleby. Częściej powstają więc tam prądy wirowe, które mogą nawet odwracać kierunek oddziaływań. W takich niszach larwy owadów mogą wykorzystywać specjalne warunki. Proponuję wobec tego stworzyć warunki w

sposób kontrolowany w laboratorium i obserwować reakcję owadów w postaci kształtów ich domków. Byłoby to jednak bardzo pracochłonne i wymagało osobnego potraktowania, nie jako problem uzupełniający pracę, ale jako osobny projekt badawczy. Poza tymi uwagami nasuwają się drobne niedociągnięcia – jak błąd w nazwie programu komputerowego, użytego w analizach statystycznych.

-----

**Krzysztof Argasiński - Recenzja pracy Dominiki Chmolewskiej, Dawida Moronia i Dariusza Wiejaczki „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”**

Praca opisuje badania zależności pomiędzy kształtem domku chruścika a szybkością nurtu w danym miejscu. W tym celu autorzy przeprowadzili pomiary parametrów zebranych domków chruścików oraz prędkości nurtu w miejscach w których zostały one znalezione. Następnie zebrane wyniki zostały poddane analizie statystycznej, która wykazała że w wodzie o szybszym nurcie chruściki budują bardziej spłaszczone domki. Ten wynik jest intuicyjnie zrozumiały, natomiast problemem jest opisanie badań w raporcie. Autorzy posługują się terminem „współczynnik spłaszczenia” którego wcześniej nie definiują. Jest to podstawowa informacja która powinna się znaleźć w raporcie. Razi również nieprecyzyjność i potoczność używanych sformułowań. W przewidywaniach czytamy że „preferowane będą domki stwarzające mniejszy opór dla płynącej wody, czyli bardziej spłaszczone i mniejsze”. Tak więc „spłaszczone i mniejsze”, od razu nasuwa się pytanie po co autorom waga laboratoryjna (czyżby miała wbudowany stoper?)? Dopiero w dyskusji pojawia się jakieś jaśniejsze sformułowanie dotyczące pomiaru masy. Czytamy że, „spodziewano się, że masa domków będzie malała wraz ze wzrostem prędkości nurtu”. Zastanawiam się na jakiej podstawie? Faktem jest że w obszarach często nawiedzanych przez huragany domy stawia się z tektury i z blachy falistej, ale nie wynika to z faktu że są one wytrzymalsze od betonowych. W przypadku chruścików wydaje mi się, że raczej należałoby spodziewać się solidniejszych konstrukcji (tylko bardziej opływowych). Zauważmy też, że „mniejsze” to wcale nie musi znaczyć „lżejsze” (waga zależy również od użytego materiału), a te terminy są traktowane niemalże jak synonimy. Na końcu dyskusji znajdujemy sugestję, że osobniki mieszkające w silniejszym nurcie są lepiej odżywione i z tego wynika większy rozmiar ich domków. No cóż, być może... Tylko że nie da się tego obiektywnie stwierdzić na podstawie przeprowadzonych analiz. Należałoby w tym celu zbadać rozmiary i wagę zawartości domku (czyli chruścika) co jednoznacznie rozwiązałoby ten problem.

-----

**Kamil Kulpiński - Recenzja pracy Dominiki Chmolewskiej, Dawida Moronia i Dariusza Wiejaczki Pt. „Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?”**

Autorzy przyjmują, że przyczyną wzrostu masy domków wraz ze wzrostem prędkości nurtu są lepsze warunki wzrostu larw (więcej pokarmu i lepsze natlenienie). Jednak w takim wypadku należałoby się spodziewać obecności dużej ilości mniejszych osobników ściągających do miejsc o dobrych warunkach. Również założenie o większej dostępności pokarmu jest dyskusyjne. Chruściki domkowe odżywiają się głównie detrytusem, który gromadzi się raczej w miejscach o spokojniejszym prądzie. Szybki prąd ułatwia odżywianie się filtratorom oraz organizmom budującym sieci łowne (jak drapieżne chruściki). Potoki górskie charakteryzują się generalnie dużym natlenieniem, więc również ten czynnik ma niewielkie znaczenie. Bardziej prawdopodobne wydaje mi się wyjaśnienie, że większe chruściki są cięższe a zatem trudniej porywane przez prąd. Jednak przede wszystkim są silniejsze, co ułatwia utrzymanie się na kamieniach.

W wynikach nie podano powodu użycia do analiz zależności masy domku od prędkości wody tylko 53 a nie 58 pomiarów.

W ostatnim zdaniu wstępu użyto sformułowania „zależności prędkości strumienia od spłaszczenia domku i jego masy”. Jakiś wpływ bez wątpliwości występuje, ale znacznie większy i będący przedmiotem badań jest wpływ prędkości strumienia na budowę domku.

Należy usunąć powtórzenie w ostatnim zdaniu wyników (2 razy natomiast), oraz zbędny zaimbek w dyskusji („co jest to w zgodzie”). Dotyczy to również pustych miejsc w pierwszych wierszach abstraktu i drugiego akapitu wstępu. Generalnie bardzo dobra praca.

**Maria Eskreys-Wójcik - recenzja raportu: Czy prędkość wody wpływa na budowę domku chruścika?**

Projekt bardzo ciekawy i poprawnie wykonany, mam jednak kilka uwag:

- Autorzy wnioskują, że w wartkim nurcie strumienia chruściki budują bardziej spłaszczone domki. Może warto się zastanowić, czy spłaszczenie domków nie jest procesem wtórnym, czyli czy domki nie ulegają spłaszczeniu na skutek działania przepływającej wody. Autorzy w ogóle nie poruszają tego problemu w projekcie.
- Nie rozumiem dlaczego założono, że w wodzie o wartkim nurcie budowane będą lżejsze domki, przecież cięższe domki są stabilniejsze i dzięki większej masie trudniej je przemieścić.
- Z przeprowadzonych badań wynika, że w wartkim nurcie żyją głównie chruściki o większych rozmiarach ciała i z cięższymi domkami. Autorzy tłumaczą to lepszym natlenieniem wody oraz większą dostępnością pokarmu przez co chruściki są większe. Może mniejsze chruściki są po prostu spłukiwane i dlatego pozostają tylko te większe?
- Celem doświadczenia nie jest badanie zależności prędkości strumienia od spłaszczenia i masy domku, tylko zbadanie zależności spłaszczenia i masy domku od prędkości strumienia (nurtu):  
„...zweryfikowanie hipotezy dotyczącej zależności prędkości strumienia od spłaszczenia domku i jego masy”.
- W jakim celu mierzona jest długość domków?
- Dlaczego do pomiarów wagi domków użyto tylko 53 domki, podczas gdy zebrano 58 prób?
- W tekście występuje parę błędów np. ortograficzny ☺.

---

**Wpływ szybkości nurtu na kształt i masę domków chruścików z rodzaju *Sericostoma* – raport II**

Dominika Chmolewska, Dawid Moroń, Dariusz Wiejaczka

**Abstrakt**

Szybkość nurtu ma duży wpływ na kształt organizmów wodnych i struktur przez nie budowanych. Przeprowadzony eksperyment ocenia wpływ prędkości wody na kształt i masę domków larw chruścików. W tym celu oznaczono prędkość strumienia wody w miejscu znalezienia chruścika oraz zmierzono wymiary i masę domku. Znaleziono dodatnie zależności pomiędzy spłaszczeniem (iloraz szerokości i wysokości domku) i masą domków larw oraz prędkością strumienia wody. Nasze wyniki sugerują, że płaskie domki chruścików lepiej są dostosowane do wody o szybszym nurcie.

**Wstęp**

Jednym z istotnych elementów kształtujących warunki bytowe organizmów żywych są warunki fizyczne. Z podstawowych praw hydrodynamiki wynika, że opór ośrodka zależy od kształtu i wielkości powierzchni natarcia bryły. Organizmy żyjące w wartko płynącej wodzie są narażone na siły mogące powodować uszkodzenia ciała lub zniszczenie struktur przez nie budowanych. Szczególnie organizmy prowadzące osiadły tryb życia muszą przeciwstawiać się potężnym siłom płynącej wody nie mogąc się schronić w wodzie o spokojnym biegu.

W zmiennym i niejednorodnym środowisku jakim jest górski potok, organizmy muszą mierzyć się z krańcowo różnymi warunkami prędkości przepływu wody. Sugeruje to, że prędkość przepływającej wody jest siłą selekcyjną na cechę „opływowości”. Tak więc organizmy oraz struktury przez nie budowane powinny mieć kształt maksymalnie redukujący siły tarcia w wodzie o szybkim nurcie. Ciekawymi obiektami mogącymi służyć badaniu tej hipotezy są chruściki (*Trichoptera*), których osiadłe stadia larwalne zamieszkują domki zbudowane z ziaren piasku i małych kamieni zlepionych wydzieliną gruczołów przędnych i przymocowanych do kamieni. Domki takie w oczywisty sposób narażone są na spłukiwanie w wartkim nurcie.

Doświadczenie ma na celu zweryfikowanie hipotezy dotyczącej istnienia zależności spłaszczenia domku (iloraz szerokości i wysokości) i jego masy od prędkości strumienia. Spodziewamy się, że przy szybszym strumieniu wody i większej sile działającej na domek, preferowane będą domki stwarzające mniejszy opór dla płynącej wody, czyli bardziej spłaszczone i o mniejszej masie.

**Materiały i metody**

W Polsce do tej pory udokumentowano występowanie ponad 260 gatunków z 18 rodzin chruścików. Obiektem naszych badań były domki larw z rodzaju *Sericostoma*, które są jednym z najpospolitszych elementów

makrobentos w Europejskich strumieniach (Engelhardt, 1998). Larwy konstruuja wydłużony (15 – 25 mm), okrągły lub grzbieto-brzusznie spłaszczony domek (Engelhardt, 1998) w którym znajdują schronienie. Osobniki dorosłe żyją na lądzie, zlizując nektar z kwiatów i żyją tylko kilka dni (Engelhardt, 1998).

Pomiary wykonywane były w dniu 14 września 2006 roku na 100 m odcinku potoku Jaszcze na wysokości Stacji Terenowej UJ we wsi Ochotnica Górna. Do badań zostały losowo wybrane kamienie, które były zasiedlone przez larwy chruścików z rodziny *Sericostoma* sp. W Polsce występują trzy, bardzo trudne do rozpoznania gatunki tego rodzaju (Engelhardt, 1998), ponad to w czasie przeprowadzenia doświadczenia większość domków była już opuszczona (oprócz 5 domków), co znacznie utrudniało przypisanie domków do konkretnego gatunku chruścika. Własne obserwacje (budowa domków oraz sposób ich przytwierdzenia do kamieni) i doświadczenie sugerują nam jednak, że na badanym obszarze występuje jeden gatunek chruścika z rodziny *Sericostoma*.

Do analizy wybierane były domki, dla których można było wykonać pomiar prędkości nurtu. Oznacza to, że pomijane były te, które przytwierdzone były do spodu lub do powierzchni kamienia skierowanej prostopadle do nurtu. Gdy na jednym kamieniu znajdowała się większa liczba domków, wybierano maksymalnie pięć spośród tych umiejscowionych na zewnątrz kolonii oraz spośród domków możliwie położonych najdalej od siebie (często była to odległość kilkudziesięciu centymetrów), dlatego postanowiliśmy traktować wymiary domków z jednego kamienia jako niezależne pomiary.

Dokonywano pomiarów szerokości oraz wysokości (suwmiarka Vernier Caliper o dokładności 0,02 mm) i masy domku (waga przenośna Acculab model PP2060D o dokładności 0,001g). Z dwóch pierwszych wyliczono współczynnik spłaszczenia domku (iloraz szerokości i wysokości domku).

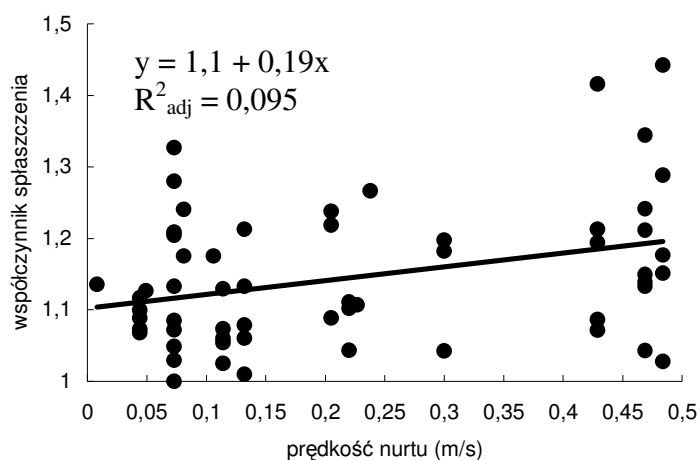
W miejscu znalezienia chruścików wyznaczana była prędkość wody na podstawie pomiaru czasu (stoper Timex o dokładności 0,01s) przepływu pływaka (kawałek drewna) na dystansie 50 cm. Dokonywano trzech pomiarów, które następnie uśredniano oraz zamieniano jednostkę na metry na sekundę. W trakcie zbierania materiałów w terenie wyłonił się problem dokładności oznaczenia prędkości wody dokładnie w miejscu przytwierdzenia domku do kamienia. Pomiar prędkości nurtu był dokonywany przy powierzchni wody natomiast domki larw chruścików często przytwierdzone były kilka centymetrów poniżej lustra wody. Powoduje to, że dane dotyczące prędkości wody są nieprecyzyjne, jednak naszym zdaniem wystarczające dla projektu.

### Analiza statystyczna

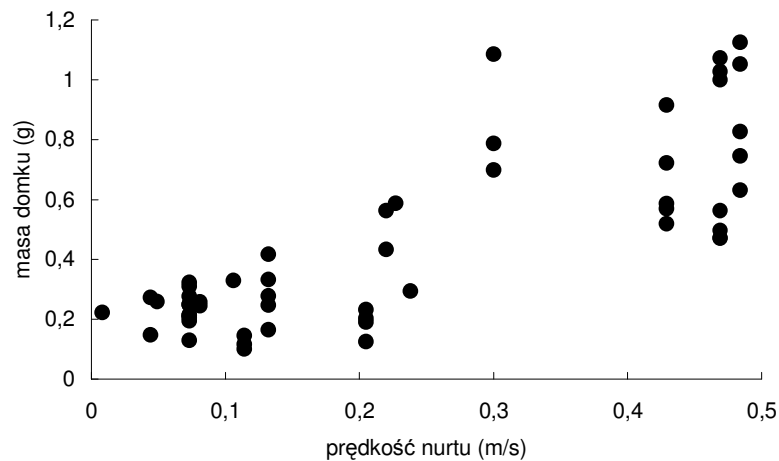
Do oceny wpływu szybkości nurtu na spłaszczenie domu chruścika użyliśmy regresji, gdzie zmienną niezależną była prędkość wody a zmienna zależną było spłaszczenie domku. Dla regresji sprawdzone były założenia o normalności rozkładu oraz jednorodności wariancji (Zar, 1999). Dla zbadania zależności masy domku od prędkości wody przeprowadzono analizę korelacji porządku rang Spearmana. Użyto testu nieparametrycznego ponieważ dane nie spełniły założeń wymaganych dla regresji (Łomnicki, 1999). Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu STATISTICA 7.1.

### Wyniki

Stwierdzono pozytywną liniową zależność pomiędzy prędkością nurtu a współczynnikiem spłaszczenia domku (Ryc. 1;  $F = 6,96$ ;  $df = 1, 56$ ;  $p = 0,011$ ;  $N = 58$ ) Oznacza to, że w wodzie o wartkim nurcie częściej występują osobniki budujące bardziej płaskie domki.

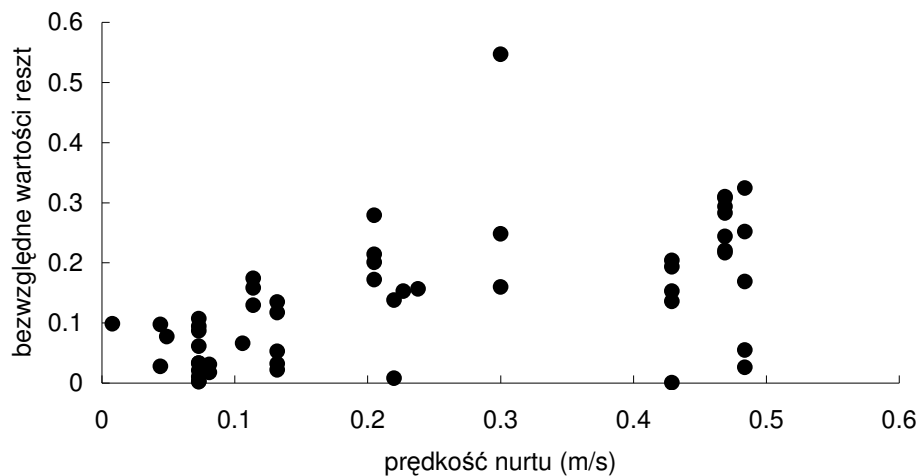


Rycina 1. Zależność pomiędzy współczynnikiem spłaszczenia (szerokość/wysokość) a prędkością nurtu strumienia.



Rycina 2. Zależność pomiędzy masą domku a prędkością nurtu.

Dodatnią zależność wykazano również pomiędzy prędkością nurtu a masą domku (Ryc. 2;  $r_s = 0,755$ ;  $p = 0,05$ ;  $N = 53$ ). Podczas dalszej analizy stwierdzono, że bezwzględne wartości reszt (bezwzględne odchylenia wartości obserwowanych od wartości oczekiwanych) masy domków korelują z prędkością nurtu (Ryc. 3;  $r_s = 0,6$ ;  $p = 0,05$ ;  $N = 53$ ), co oznacza, że w nurcie szybkim wariancja w masie domków jest większa niż w nurcie wolniejszym.



Rycina 3. Zależność pomiędzy masą domku a prędkością nurtu.

### Dyskusja

Uzyskane wyniki potwierdzają nasze przewidywania, że w wodzie o większej prędkości znajdują się domki o większym stopniu spłaszczenia. Dzięki temu domek stawia mniejsze opory dla płynącej wody, co jest to w zgodzie z podstawowymi prawami hydrodynamiki. Nasze badania jednak nie są w stanie odpowiedzieć na ważne pytanie, czy preferencja do spłaszczenia domków w szybszym nurcie wynika z nabycia przez chruściki umiejętności budowania płaskich domków, czy też to sam nurt określa, które domki w nim się utrzymują. W tym celu należałoby sprawdzić czy możliwe jest selekcjonowanie chruścików ze względu na rodzaj budowanego domku (jego spłaszczenie).

Spodziewano się, że masa domków będzie malała wraz ze wzrostem prędkości nurtu. Odwrotnie do naszych oczekiwań masa domku okazała się większa w szybciej płynącej wodzie. Z przeprowadzonych przez nas, lecz niepublikowanych w tej pracy badań wiemy, że masa domku jest dobrym predykatorem masy ciała

chruścika (im większy domek tym cięższy chruścik). Ponieważ z wodą o większej prędkości transportowana jest większa ilość pokarmu oraz lepsze jest jej natlenienie, może mieć to zasadnicze znaczenie dla szybkości wzrostu chruścika. Osobniki budujące swój domek w takim miejscu mogą, więc intensywniej rosnąć powiększając rozmiary swojego schronienia, jednocześnie narażając się na większą szansę zmycia przez nurt z kamienia. Większa wariacja w masie domków w nurcie szybkim może być efektem stosowania przez chruściki odmiennych strategii w wodzie o szybkim nurcie. Możliwe jest, że chruściki w szybkim nurcie mogą inwestować w masę ciała (przez co domki są cięższe) ryzykując narażenie domków na większy opór wody lub też mniej inwestować w masę ciała (mniejsze domki) zmniejszając szansę domku na zmycie. Większe osobniki ryzykując zmycie jednocześnie zwiększają swoje przyszłe dostosowanie (szczególnie samice, dla których, masa ciała jest wyznacznikiem płodności). Byłby to klasyczny trade-off między szansą na zmycie a zwiększaniem masy (rozmiarów).

#### **Literatura**

- Engelhardt W., 1998. Przewodnik, flora i fauna wód śródlądowych. Mulico, Warszawa.  
Łomnicki A., 1999. Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. PWN, Warszawa.  
Zar J.H., 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.

## VII. Czy wiek robotnic mrówek wpływa na podejmowanie ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości?”



### Czy wiek robotnic mrówek wpływa na podejmowanie ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości? - projekt

#### ABSTRAKT

Zaobserwowano, że owady eusocjalne różnią się podziałem pracy. Sugeruje się, że jest to związane z oczekiwanym czasem życia osobnika. Osobniki młode podejmują mniejsze ryzyko, niż starsze. Celem naszej pracy jest sprawdzenie, czy zjawisko to występuje także u mrówek z rodzaju *Myrmica*. W naszym eksperymencie mrówki będą wabione pokarmem różnej jakości (o różnym stężeniu cukru). Spodziewamy się, że starsze mrówki będą chętniej furażowały na pokarmie gorszej jakości, niż młodsze.

#### WSTĘP

Cel badań:

Zbadanie hipotezy mówiącej, że mrówki o krótszym oczekiwanym czasie życia są skłonne podejmować większe ryzyko w celu zdobycia pożywienia. Poprzez podejmowanie ryzyka rozumiemy opuszczanie gniazda.

Robotnice w kolonii wykonują wiele zadań, które nie są związane z ich własnym dostosowaniem i reprodukcją, ponieważ są grupą wysoce spokrewnioną (Hamilton 1964). Opłaca im się więc opiekować bardziej siostrami, którymi są bardziej spokrewnione niż byłyby z własnym potomstwem. Powstały sugestie, że podział pracy w koloniach owadów eusocjalnych ma wpływ na przeżywalność i reprodukcję całej kolonii (Oster i Wilson 1978). Jakkolwiek decyzja, który członek kolonii podejmie się danego zadania, wymaga kompromisu między robotnicami, ponieważ różne zadania reprezentują także różne zagrożenie śmiercią. Zewnętrzne okoliczności mogą prowadzić do większej śmiertelności, gdy zadanie ma miejsce daleko od gniazda, niż gdy zadanie ma miejsce w gnieździe (Dukos i Wissecher 1994). W jaki sposób robotnice osiągają ten kompromis – to jedno z bardziej interesujących pytań w biologii owadów eusocjalnych. Wewnętrzne czynniki, takie jak wiek robotnic, mogą tłumaczyć ten kompromis w podejmowaniu ryzyka o różnym natężeniu. Rozkład natężenia ryzyka podejmowanych zadań wydaje się zmieniać z wiekiem robotnic. Młode robotnice unikają zadań o wysokim ryzyku, a podejmują się tych zadań starsze robotnice, ponieważ zwiększa to średnią długość życia robotnic w gnieździe. Przedłużanie zaś życia robotnic prowadzi do większego sukcesu reprodukcyjnego całej kolonii (Schmidt-Hempel 1987).

Dotychczas podobne badania zostały przeprowadzone na pszczołach miodnej (Wojciechowski i Kozłowski 1998), gdzie robotnice chore, o krótszym przewidywanym czasie życia częściej podejmowały się ryzykownych zadań, niż robotnice zdrowe. To pozwala nam przewidywać, że podobnie zachowują się robotnice w gniazdach mrówek z rodzaju *Myrmica*. Oczekujemy, że jeśli nasza hipoteza jest prawdziwa, to starsze robotnice (o krótszym spodziewanym czasie życia) będą bardziej skłonne do podejmowania ryzyka dla zdobycia pokarmu gorszej jakości, niż robotnice młodsze.

#### METODY

##### *Opis eksperymentu*

Planujemy użyć pięciu rodzajów pokarmu, zróżnicowanego ze względu na jakość. Miarą jakości będzie stężenie cukru. Obiektem badań będą mrówki *Myrmica*. Pięć pojemników z pokarmem zwiększającej się jakości zostanie wystawione w takiej samej odległości od gniazda (ok. 20 cm). Po zakończeniu czasu ekspozycji (czas, w którym mrówki zbierają pokarm i przekazują informację o nim do gniazda), mrówki furażujące przy pojemnikach zostaną odłowione (z zachowaniem podziału ze względu na jakość pokarmu). Następnie określimy ich wiek według ubarwienia kutikuli. Natężenie koloru zwiększa się z wiekiem mrówki, co umożliwi podzielenie osobników na 2 klasy wiekowe.

*Analiza statystyczna*

Za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji zbadamy hipotezę o braku różnic między proporcją mrówek starych w pięciu grupach różniących się stężeniem cukru.

*Przewidywane wyniki*

Jeśli nie uda się odrzucić hipotezy zerowej, będzie to oznaczać, że mrówki młode i stare nie różnią się skłonnością do podjęcia ryzyka furażowania. W przeciwnym wypadku spodziewamy się, że przy pokarmie o niższym stężeniu cukru znajdziemy więcej starszych mrówek, co może wskazywać, że chętniej podejmują one ryzyko opuszczenia gniazda w celu zdobycia pożywienia.

---

## **Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości? – raport I**

**Krzysztof Argasiński, Justyna Kubacka, Ewa Śliwińska**

**ABSTRAKT**

Zaobserwowano, że owady eusocjalne różnią się wykonywanymi czynnościami. Sugeruje się, że jest to związane z oczekiwanym czasem życia osobnika. Osobniki młode podejmują czynności związane z mniejszym ryzykiem, niż starsze. Celem naszej pracy było sprawdzenie, czy zjawisko to występuje także u mrówek z rodzaju *Myrmica*. W naszym eksperymencie mrówki były wabione pokarmem różnej jakości (o różnym stężeniu cukru). Spodziewaliśmy się, że starsze mrówki będą chętniej furażowały na pokarmie gorszej jakości, niż młodsze. Nasze wyniki wskazują, że starsze mrówki chętniej podejmują ryzyko. Różnice pomiędzy pokarmem różnej jakości okazały się nieistotne.

**WSTĘP**

Robotnice w kolonii wykonują wiele zadań, które nie są związane z ich własnym dostosowaniem i reprodukcją, ponieważ są grupą wysoce spokrewnioną (Hamilton 1964). Powstały sugestie, że podział pracy w koloniach owadów eusocjalnych ma wpływ na przeżywalność i reprodukcję całej kolonii (Oster i Wilson 1978). Jakkolwiek decyzja, który członek kolonii podejmie się danego zadania, wymaga kompromisu między robotnicami, ponieważ różne zadania reprezentują także różne zagrożenie śmiercią. Zewnętrzne okoliczności mogą prowadzić do większej śmiertelności, gdy zadanie ma miejsce daleko od gniazda, niż gdy zadanie ma miejsce w gnieździe (Dukas i Vissecher 1994). W jaki sposób robotnice osiągają ten kompromis – to jedno z bardziej interesujących pytań w biologii owadów eusocjalnych. Rozkład natężenia ryzyka podejmowanych zadań wydaje się zmieniać z wiekiem robotnic. Młode robotnice unikają zadań o wysokim ryzyku, a podejmują się tych zadań starsze robotnice, ponieważ zwiększa to średnią długość życia robotnic w gnieździe. Przedłużanie zaś życia robotnic prowadzi do większego sukcesu reprodukcyjnego całej kolonii (Schmidt-Hempel 1987).

Badania dotyczące furażowania robotnic o różnym wieku zostały przeprowadzone dotychczas na pszczole miodnej (Woyciechowski i Kozłowski 1998), gdzie robotnice chore, o krótszym przewidywanym czasie życia częściej podejmowały się ryzykownych zadań, niż robotnice zdrowe. To pozwala przewidywać, że podobnie zachowują się robotnice w gniazdach mrówek z rodzaju *Myrmica*. Celem naszych badań było zbadanie hipotezy mówiącej, że robotnice z rodzaju *Myrmica* o krótszym oczekiwanym czasie życia są skłonne podejmować większe ryzyko w celu zdobycia pożywienia, niż robotnice o krótszym spodziewanym czasie życia. Poprzez podejmowanie ryzyka rozumiemy opuszczanie gniazda. Oczekiwaliśmy, że jeśli nasza hipoteza jest prawdziwa, to starsze robotnice będą bardziej skłonne do podejmowania ryzyka dla zdobycia pokarmu gorszej jakości, niż robotnice młodsze, które z kolei będą bardziej skłonne do furażowania na pokarmie lepszej jakości.

**METODY**

Użyliśmy dwóch rodzajów pokarmu, różniących się jakością. Miara jakości było stężenie cukru – zastosujemy roztwór o stężeniu 100% oraz 50%. Obiektem badań były robotnice mrówek z rodzaju *Myrmica*. Dwa pojemniki z pokarmem różnej jakości zostały wystawione w takiej samej odległości od gniazda (ok. 5 cm), po jego przeciwnych stronach. Ich wzajemne położenie zamieniano w kolejnych gniazdach, które poddawano eksperymentowi. Po zakończeniu czasu ekspozycji (czas, w którym mrówki zbierają pokarm i przekazują informację o nim do gniazda), który wyniósł ok. 15-30 min., i jeśli liczba mrówek przy jednym z pojemników



wyniosła co najmniej 5 osobników, mrówki furazujące przy pojemnikach odławiano do probówek z alkoholem (z zachowaniem podziału ze względu na jakość pokarmu). Następnie określono ich wiek pod binokulem według ubarwienia kutikuli. Natężenie jej koloru zwiększa się z wiekiem mrówki, co umożliwiło podzielenie osobników na 2 klasy wiekowe: mrówki o ciemniejszym kolorze kutikuli (starsze) i o jaśniejszym (młodsze).

#### WYNIKI

Eksperyment przeprowadziliśmy na 6 różnych gniazdach, umiejscowionych na łące (zgrzyzanej przez krowy). W 4 z nich aktywność mrówek była na tyle niewielka, że zanotowaliśmy tylko po kilka mrówek przy każdym z pojemników. Tych gniazd nie wzięliśmy zatem pod uwagę przy analizie wyników.

Za pomocą testu niezależności chi kwadrat, dla każdego gniazda osobno, zbadaliśmy hipotezę o braku związku między liczbą mrówek w różnym wieku a podanym im stężeniem roztworu cukru (tab. 1).

gniazdo	statystyka chi kwadrat	p
1	4,04	0,044*
4	0,00	0,957
5	0,15	0,698
6	0,05	0,822

Tab. 1 . Związek między liczbą mrówek z rodzaju *Myrmica* w różnym wieku a jakością pokarmu, na którym żerowały poza gniazdem – wyniki testu chi-kwadrat.

Hipotezę zerową odrzuciliśmy tylko w przypadku gniazda nr 1, jednakże związek między wiekiem osobników, a ich skłonnością do żerowania na pokarmie różnej jakości był przeciwny do oczekiwanego. W gnieździe tym więcej mrówek młodych (niż starych) żerowało przy niższym stężeniu cukru, natomiast mrówki starsze przeważały przy pojemniku o stężeniu wyższym. W pozostałych gniazdach nie było zależności między wiekiem mrówek a stężeniem wybieranego przez niego pokarmu, czyli mrówki młode i stare nie różniły się skłonnością do podjęcia ryzyka furazowania.

#### DYSKUSJA

Podczas wykonywania eksperymentów pojawiły się poważne problemy. Pierwszym była mała aktywność mrówek związana prawdopodobnie z porą roku. Łącznie we wszystkich gniazdach odłowionych zostało 115 osobników (średnio 19,2 mrówki na gniazdo). Te liczby są znacznie mniejsze niż nasze oczekiwania. Drugim problemem było zagrożenie ze strony innych gatunków mrówek. Prowadziło to do zróżnicowania ryzyka związanego z eksploatacją pojemników w zależności od ich rozmieszczenia. Doprowadziło to do tego, że w przypadku gniazda nr.1 wynik świadczył że większa frakcja osobników starych występuje przy pojemniku z bardziej wartościowym pokarmem, natomiast więcej młodych złapano przy drugim pojemniku. Najprawdopodobniej spowodowane to było tym że pojemnik z bardziej wartościowym pokarmem eksploatowany był przez konkurencyjne gatunki mrówek (co prowadziło do konfliktów, z których kilka zostało zaobserwowanych), natomiast drugi pojemnik wydawał się być wolny od tego zagrożenia. Można powiedzieć, że osobniki starsze były skłonne do podejmowania ryzyka jeśli wygrana byłaby wyższa, natomiast młodsze były bardziej ostrożne i zadowalały się gorszym pokarmem ale położonym w bezpiecznym miejscu. W skrócie mówiąc starsze wybierały strategię maksymalizującą zysk (Pareto optimal), natomiast młodsze strategię minimalizującą ryzyko (risk optimal). Wybory tego typu analizowane są w badaniach dotyczących zagadnień z pogranicza ekonomii i socjologii (Kanemann, Tverski), jak również analizowane modelami teorii gier (Miekisz). Nasze wyniki sugerują że starsze osobniki skłonne są bardziej do podejmowania ryzyka niż osobniki młode. Niemniej jednak należy do nich podchodzić z ostrożnością, ponieważ nie mamy informacji o strukturach wiekowych badanych populacji. Brak wyraźnych tendencji może być spowodowany małymi liczebnościami prób, które również wynikały z ograniczeń czasowych.

#### SPIS LITERATURY

- Dukas R, Visscher A. 1994. Lifetime learning by foraging honey bees. *Anim Behav* **48**.  
 Hamilton WD. 1964. The genetical evolution of social behaviour. *J Theor Biol* **7**.  
 Oster GF, Wilson EO. 1978. Caste and evolution of social insects. Princeton University.  
 Schmidt-Hempel P. 1987. Efficient nectar-collecting by honeybees. *J Anim Ecol* **56**.  
 Woyciechowski M, Kozłowski J. 1998. Division of labor by division of risk according to worker life expectancy in the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie* **29**.

## Recenzje

### **Prof. dr hab. Adam Łomnicki - Recenzja raportu: „Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości?”**

Hipoteza badawcza, której sprawdzenie opisuje ten raport nie jest przekonująca. Autorzy nie przedstawili powodów dla których starsze mrówki powinny częściej odżywiać się gorszym pokarmem. Ponieważ owady społeczne nie zawsze same korzystają z pokarmu, który furażują, lecz przeznaczają go dla innych osobników w gnieździe, gorszy pokarm nie zmniejsza ich szansy przeżycia. To raczej szukanie pokarmu trudno dostępnego, bo inni go też poszukują, jest ryzykowne. Ale tu pojemniki z pokarmem były w tej samej odległości i ryzyko nie było zaplanowane, ale pojawiło się niezależnie od autorów tylko w gnieździe pierwszym.

Pisanie, że robotnice są grupą wysoko spokrewnioną, z powoływaniem się na klasyczną pracę Hamiltona (1964) jest ryzykowne, gdy weźmiemy pod uwagę, że u mrówek występuje także wielokrotna kopulacja królowej i w gniazdach bywa więcej niż jedna królowa, o czym Hamilton nie pisze. Nie widzę też sensu w przywoływaniu tu kompromisu (*trade-off*) ponieważ nie ma tam konfliktu dwóch różnych interesów, rozwiązywanych przez kompromis. Maksymalne dostosowanie całego gniazda (rodziny) uzyskiwane jest przez podejmowanie ryzykownych działań przez osobniki zagrożone śmiercią, a mniej ryzykownych przez osobniki młode.

Bardzo niejasno, o ile nie skandalicznie, opisane są metody. Nie wiadomo jakiego pokarmu użyto. Czy to był roztwór wody i czy był on podawany samodzielnie, czy polewano nim jakiś inny pokarm? Nie podano też czy w kolorze kutikuli od jasnego do ciemnego były przejścia, czy też były wyraźnie oddzielone dwa różne natężenia koloru. Bo jeśli nie było wyraźnego oddzielenia, to jak traktowano formy przejściowe? Czy je odrzucano?

Mając zaledwie 6 różnych gniazd można było w jednej tabeli podać cztery liczby mrówek dla każdego gniazda, na których to liczbach oparto test chi kwadrat. I tu mam też wątpliwości, ponieważ w teście chi kwadrat wymagane są minimalna wartość oczekiwana, czasem poprawka Yatesa, a czasem jeszcze trzeba zastosować test dokładny Fishera, tym bardziej że średnia wynosiła zaledwie 19,2 mrówki przy jednym gnieździe. Znacznie poważniejszą sprawą jest konieczność założenia, że każda pojedyncza mrówka musi być niezależną próbą losową w dwóch skalach nominalnych. A przecież między mrówkami jest jakaś komunikacja społeczna i założenia te nie są spełnione. Ja wiem, że było mało czasu i mrówek było mało, ale właśnie w czasie takiego kursu w Ochotnicy trzeba przestrzegać zasad uprawiania nauki.

Zamiast czasownika „łapać” lepiej używać czasownika „odławiać”. Natomiast nie wiem czemu mają służyć słowa „Pareto optima” i „risk optima” podane w nawiasach na dole strony 3. Chyba tylko popisowi erudycji autorów, ale to chybiony popis. Ponieważ są to terminy angielskie powinny być podane kursywą, a ponieważ nie należą do kanonu wiedzy biologicznej powinny być wyjaśnione, z powołaniem się na odpowiednie źródła. Ja pozwoliłem sobie przytoczyć termin angielski, gdy mowa była o kompromisie, ponieważ wielu polskich autorów nie uważa aby kompromis był najlepszym wytłumaczeniem *trade-off*, ale przy terminach zysk i ryzyko nie ma takiego niebezpieczeństwa

Adam Łomnicki

Kraków, sobota, 16 września 2006

-----

**Dr Marcin Czarnołęski - Recenzja projektu: „Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości?”. Autorzy projektu: Krzysztof Argasiński, Justyna Kubacka, Ewa Śliwińska**

### **ABSTRAKT**

„Nasze wyniki wskazują, że starsze mrówki chętniej podejmują ryzyko. Różnice pomiędzy pokarmem różnej jakości okazały się nieistotne.” – te zdania są niezrozumiałe bez przeczytania dyskusji.

### **WSTĘP**

1. „Robotnice w kolonii wykonują wiele zadań, które nie są związane z ich własnym dostosowaniem i reprodukcją” – właśnie to, że się nie rozmnażają ale robią co innego podnosi ich własne dostosowanie, a więc tak nie można powiedzieć.
2. Razi mnie stwierdzenie „furażować na pokarmie” czy nie można ominąć takiego żargonu?

## METODY

1. „Ich wzajemne położenie zamieniano w kolejnych gniazdach, które poddawano eksperymentowi.” – niejasne
2. „Po zakończeniu czasu ekspozycji (czas, w którym mrówki zbierają pokarm i przekazują informację o nim do gniazda), który wyniósł ok. 15-30 min., i jeśli liczba mrówek przy jednym z pojemników wyniosła co najmniej 5 osobników” – nie wyjaśnione dlaczego
3. „mrówki furażujące przy pojemnikach” – a były jakieś mrówki przy pojemnikach, które nie furażowały?
4. Brak informacji o metodach statystycznych oraz jakie dokładnie dane zebrano (liczby mrówek)

## WYNIKI

1. „Eksperyment przeprowadziliśmy na 6 różnych gniazdach, umiejscowionych na łące (zgrzyzanej przez krowy).” – to są metody
2. „W 4 z nich aktywność mrówek była na tyle niewielka, że zanotowaliśmy tylko po kilka mrówek przy każdym z pojemników. Tych gniazd nie wzięliśmy zatem pod uwagę przy analizie wyników. „, a w tabeli są wyniki z 4 a nie z 2 gniazd
3. Czy dane były niezależne? Nie znam się na zachowaniach mrówek, ale może tak być, że jak wyjdzie na zwiady mrówka w wieku A to częściej „odzywa się” po powrocie do gniazda do swych rówieśnic. Wtedy dane nie byłyby niezależne. Co innego, gdyby „rozmawiała” z pobratymkami w gnieździe bez uprzedzeń pokoleniowych. Wówczas to, jakie mrówki obserwujemy przy syropie, wynikałoby z ich indywidualnych wyborów (niezależność) a nie z warunków początkowych uruchamiających szlak reakcji (A mówi tylko do A i wtedy tylko A idą syropu bo B nic nie wiedzą).
4. Jak się weźmie poprawkę Bonferoniego na wielokrotność porównań to w gnieździe 1 nie ma istotności. Lepiej byłoby zrobić analizę wariancji z uwzględnieniem przynależności obserwacji do gniazda. Dane by trzeba oczywiście transformować.
5. Brakuje wykresu.

## DYSKUSJA

„pogranicza ekonomii i socjologii (Kanemann, Tverski), jak również analizowane modelami teorii gier (Miekisz)” – nazwiska nic nie mówią, nie są to cytacje a więc co?

## SPIS LITERATURY

Brakuje podania stron

## OGÓLNE UWAGI

Projekt ambitny i nietrywialny. Ciekawa spekulacja dotycząca wpływu interakcji z innymi mrówkami na bilans kosztów i zysków żerowania. Można by przeprowadzić osobny eksperyment manipulując stopniem takich interakcji i obserwując wpływ wieku na decyzje mrówek.

---

### **Łukasz Binkowski - Recenzja raportu badań K. Argasińskiego, J. Kubackiej i E. Śliwińskiej pt. „Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości?”.**

Przedstawiony raport przedstawia moim zdaniem bardzo ciekawy problem. Niestety jego realizacja była utrudniona ze względu na obecną porę roku. Na samym początku już zaznaczam, że w pełni popieram realizację takiego projektu i po pewnych, moim zdaniem koniecznych przeróbkach i uściśleniach, powinien być ponowiony w kolejnym roku kalendarzowym, do czego bardzo zachęcam autorów.

W części abstrakt autorzy piszą, że spodziewali się, że starsze mrówki będą chętniej furażowały na pokarmie gorszej jakości, niż młodsze. Podejrzewam, że jest to skrót myślowy, który rozumiem dzięki mojej obecności na zebraniach. Uważam jednak, że powinno to być wytłumaczone, aby osoby, które pierwszy raz czytają ten artykuł bez problemów zorientowały się o co chodzi.

We wstępie pierwszych kilka zdań niesie ogólne informacje tłumaczące cel projektu. Zauważyłem jednak, że zdania te nie do końca łączą się w stylistyczną całość – przypominają wyszczególnione punkty i nie tworzą jednolitego tekstu.

Odniesienie się do badań Woyciechowski i Kozłowski, 1998 i kolejne zdania sugerują, że autorzy raportu uważają osobniki chore za synonim starych. To nie jest prawda.

Oczekiwany czas życia (wspomniany między innymi we wstępie) moim zdaniem oznacza cały okres życia danego osobnika. Wydaje mi się, że autorom chodzi o oczekiwany pozostały czas życia – należy to sprostować w raporcie.

W części metody autorzy podają stężenie roztworu cukru równe 100%. Po przeliczeniach na podstawie wzoru na stężenie procentowe stwierdzam w tym przypadku, że masa rozpuszczonego cukru jest równa masie całego roztworu. Czy oznacza to, że mrówki wabione były suchym cukrem?

Podział na osobniki młodsze i starsze nie jest precyzyjny. Być może nie da się inaczej ich podzielić, ale zwracam uwagę autorom, aby lepiej objaśnili te kryteria. Może da się ustalić mniej więcej wokół jakiego wieku oscylują osobniki młode i w jakim przedziale wiekowym mieszczą się starsze.

Liczba mrówek i udział poszczególnych klas wiekowych przy pojemniku z określonym pokarmem może być również wynikiem niepełnej komunikacji pomiędzy mrówkami. Być może mrówka wchodząca do mrowiska z informacją o pokarmie spotyka więcej młodych przez co mało starych osobników wie o dostępie pokarmu (chyba jest to możliwe). Proponuję autorom o ponowne rozważenie czasu trwania eksperymentu. Uważam, że gdyby co np. 30 minut pobierać z pojemników próbę przez całkowity czas np. 4 godzin to można śmiało wtedy zaniedbać wspomniane przeze mnie możliwe problemy w komunikacji.

Liczba mrówek może także wynikać z kondycji danego mrowiska. Autorzy nie wspominają, czy określają ją w jakiś sposób i czy badane mrowiska odpowiadają sobie pod względem tego parametru.

Zauważyłem kilka błędów edytorskich i interpunkcyjnych, co zapewne jest wynikiem pośpiechu.

Jeśli część działów rozpoczyna się akapitem, to powinno się to dotyczyć całego raportu.

Proponuję punktowanie lub numerowanie literatury, co zdecydowanie uporządkuje cały spis.

Łukasz Binkowski

-----

**Dominika Chmołowska - Recenzja raportu Krzysztofa Argasińskiego, Justyny Kubackiej i Ewy Śliwińskiej pt. „Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furazowania na pokarmie różnej jakości?”**

Badanie dotyczy ciekawego zagadnienia, choć uważam, że kilka elementów wymaga dopracowania. Po poprawkach i powtórzeniu całego eksperymentu prawdopodobnie można będzie otrzymać interesujące wyniki. Tym bardziej, że sporządzony raport sprawiają wrażenie, że autorom zabrakło czasu na przemyślenie i wykonanie badań oraz na sporządzenie samego raportu. W sprawozdaniu jest dużo błędów i niejasności. Te które dostrzegłam opisuję poniżej.

W pierwszym zdaniu abstraktu napisano, że owady eusocjalne różnią się wykonywanymi zadaniami. Wydaje mi się, że został tu zastosowany nadmierny skrót myślowy. Myślę, że zdanie należałoby bardziej rozwinąć, tj. dodać że chodzi o owady pochodzące z jednego gniazda czy mrowiska.

Zdanie pierwsze wstępu informuje, że robotnice, ponieważ są wysoce spokrewnione, wykonują wiele zadań nie związanych z własnym dostosowaniem i reprodukcją. Nie wiem czy zdanie to jest nadmiernym skrótem myślowym czy moja wiedza niedostateczna, niemniej jest ono dla mnie mało zrozumiałe. Może autorzy chcieli przekazać dużo informacji nadmiernie nie rozpisując się? Dobre intencje, zły efekt?

Autorzy błędnie określają stężenia roztworów zastosowanych w badaniu. O ile mnie pamięć nie myli (ale może mnie myli), stężenie procentowe to iloraz masy substancji i objętości rozpuszczalnika pomnożone przez 100. Rozpuszczalność każdej substancji jest ograniczona i zależy od wielu czynników, a standardy są przedstawione w odpowiednich tablicach rozpuszczalności. Sacharoza zdaje się, jest jednym z najlepiej rozpuszczalnych ciał stałych w wodzie – maksymalne stężenie roztworu to 90-kilka procent. Zatem roztwór 100% byłby niemożliwy. Autorzy nie podają w raporcie jak używane przez nich roztwory – wabiki były sporządzone. Ponieważ jednak wiem to z informacji ustnej, proponowałabym aby opisać je jako roztwory sacharozy w wodzie w stosunku objętościowym 1:1 oraz dla roztworu o mniejszym stężeniu 1:2 lub jako roztwór dwukrotnie rozcieńczony roztworu podstawowego.

Ponieważ, jak sami autorzy przyznają, mrówki wykazywały się niską aktywnością, myślę, że wartym było sporządzić obserwację „tła”, tj. ile mrówek było i w jakim stosunku starych robotnic do młodych przed wystawieniem naczynek z pokarmem w miejscu obserwacji.

W pierwszym akapicie wyników napisano, że do eksperymentu wzięto sześć gniazd, a tylko dwa z nich do analizy. W następującej dalej tabeli wyników testu chi zamieszczono cztery gniazda. W abstrakcie podano informację o braku różnic statystycznie istotnych pomiędzy pokarmem o różnej atrakcyjności, podczas gdy w tabeli zaznaczono jeden wynik gwiazdką. Co oznacza gwiazdka? Jak się to ma do braku różnic z abstraktu? Czy są zatem różnice istotne dla jednego gniazda? Według akapitu drugiego wstępu cztery mrowiska zostały

odrzucone, więc jedno gniazdo to byłaby połowa wyników? Pogubiłam się, ale mam nadzieję że autorzy nie i wszystko wyjaśnią.

Poza tym w raporcie dostrzegłam błędy interpunkcyjne. Należałoby też lepiej opisać tabelę wyników.

Inną kwestią jest brak wystarczającej ilości danych do prawidłowej analizy oraz wnioskowania. Uznaję to niemniej za kwestię poniekąd niezależną od autorów, którzy wykazali się dobrymi chęciami.

-----

**Karolina Kuszewska - Recenzja pracy Krzysztofa Argasińskiego, Justyna Kubacka, Ewy Śliwińskiej pt. Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości?**

Praca ma dość ciekawe założenia, porusza ciekawy aspekt badawczy, niestety z uzyskanych danych autorzy nie są w stanie odpowiedzieć na postawione pytanie badawcze, ze względu na zbyt małą liczbę powtórzeń. Proponowałabym przeprowadzić eksperyment jeszcze raz może w innym miejscu gdzie można by było uzyskać więcej powtórzeń (gniazd mrówek z rodzaju *Myrmica*). Ponadto można znaleźć w pracy jeszcze kilka usterek:

- 1) Tytuł pracy nie powinien być w cudzysłowie.
- 2) Należałoby określić w tytule dokładnie o jakie mrówki chodzi np. napisać że te z rodzaju *Myrmica*, ponieważ tylko takie były badane inne mogą zachowywać się w zupełnie inny sposób. Dlatego też badanie jednego rodzaju nie może być generalizowane na inne mrówki.
- 3) W abstrakcie na początku (1 wiersz) użyto słowa „zaobserwowano”, sugeruje to, że zrobili to autorzy pracy. Natomiast w dalszej części dowiadujemy się że to zostało już wcześniej przez kogoś zrobione, może należałoby zmienić formę
- 4) W metodach w miejscu gdzie opisany jest podział robotnic do klas wiekowych dobrze byłoby podać albo literaturę jeśli korzystano z danych literaturowych albo metodę jak to robiono dokładnie jeśli została ona wypracowana przez autorów pracy w czasie wykonywania projektu.
- 5) Należy też zwrócić uwagę na pozostawione na końcu linijki pojedyncze litery nie powinno ich tam być np. „o” lub „w” (str. 1, ostatnia i przedostatnia linijka), ponieważ jest to błąd

-----

**Ela Rożej - Recenzja projektu: Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości.**

Na początek moja wątpliwość czy mrówki furażują **na** pokarmie czy **do** tego pokarmu?

A teraz więcej konkretów:

1. W tytule powinna znaleźć się nazwa gatunkowa mrówek, na której przeprowadzono eksperyment,

2. Metody

- brak informacji o tym ile mrówek z poszczególnych mrowisk wzięto do analiz, taka informacja powinna się pojawić gdyż grupy (mrówki z 4 mrowisk) nie były zapewne równoliczne i z mrowisk pobrano inne liczebności niż 19,2 mrówki☺ - taka informacja pojawia się w dyskusji

- zabrakło opisu terenu badań, informacja na początku części WYNIKI, że eksperyment przeprowadzono na 6 różnych gniazdach umiejscowionych na 1 łące powinna raczej znaleźć się w części metody

- czy to jest istotne, że łąka z mrowiskami była zgryzana przez krowy – jeśli tak, to dlaczego?

- w jakich godzinach zbierano mrówki i przeprowadzano obserwacje?

3. Uwagi kosmetyczne ;)

- brak akapitu na początku dyskusji

- „pojemnik z bardziej wartościowym pokarmem eksploatowany był...” chodzi raczej nie o eksploatację pojemnika, ale o odwiedzanie pokarmu zawartego w tym pojemniku

Poza tym praca napisana ciekawie i przejrzysto. Szczególnie cenny jest wstęp, w którym badacze w oparciu o literaturę przedstawiają punkt wyjścia dla swoich badań.

Wyrazy uznania za wytrwałość w przeczesywaniu pobliskich łąk i wielogodzinnych obserwacjach ospałych robotnic☺

**Dariusz Wiejaczka - Recenzja projektu: Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości.**

Pomysł jest naprawdę ciekawy i z pewnością przyniosłoby lepsze efekty, gdyby badania przeprowadzane były kilka miesięcy wcześniej.

Uwagi kosmetyczne: brak wyjustowania tekstu i akapitu w abstrakcie.

Bardzo dobrze zarysowany wstęp i nawiązanie do wcześniejszych badań. Skoro hipoteza okazała się prawdziwa w przypadku pszczoł to spodziewamy się, że podobnie może być w przypadku mrówek.

Być może różnica w stężeniach rodzaju pokarmu była zbyt mała. Lepszego efektu spodziewać by się można w przypadku na przykład różnic rzędu 100% i 20%. Problematyczne okazać się mogło też to, że w różnych gniazdach ryzyko wychodzenia z gniazda było różne. Jak autorzy wspominają przy jednym mrowisku występowały mrówki innego rodzaju aktywnie rywalizujące z *Myrmica*.

Nie jest dla mnie także jasne, co zgrzyzanie przez krowy ma wspólnego z występowaniem mrówek. Pewien jestem, że ma, jednak autorzy powinni do tego faktu nawiązać.

W wynikach napisane jest także, że eksperyment przeprowadzany jest na sześciu gniazdach, po czym odrzucane są cztery i nie brane pod uwagę w analizach. Z kolei w tabeli nr 1 widnieje ponownie cztery mrowiska. Nie jest to do końca jasne. Przynajmniej nie po przeczytaniu jedynie metod. Wydaje mi się, że autorzy powinni podać także ilości mrówek w poszczególnych gniazdach. Podobnie podana powinna być ilość mrówek uwzględnionych w analizach a nie wszystkich 115.

Podsumowując pomysł wydaje się bardzo ciekawy i godny przetestowania. Praca napisana w bardzo interesujący sposób – szczególnie wstęp. Brakuje zdecydowanie ilości mrówek i gniazd, jednak otrzymane wyniki pozwalają stwierdzić, że w lepszych warunkach można by otrzymać interesujące dane.

-----

**Maria Eskreys-Wójcik - Recenzja raportu: Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek a skłonnością do podejmowania ryzyka furażowania na pokarmie różnej jakości.**

Projekt bardzo ciekawy, ale niestety chyba pisany w pośpiechu.

W rezultacie pojawia się wiele niejasności:

- Najpierw jest napisane, że eksperyment prowadzono na sześciu mrowiskach, z czego cztery są odrzucone z powodu małej liczby mrówek. Następnie w analizie statystycznej brane są pod uwagę cztery mrowiska, czyli pojawiły się jakieś dwa nowe???

- Przy opracowaniu wyników powinny być przedstawiane liczebności mrówek, które brały udział w poszczególnych eksperymentach.

- Z powodów niezależnych od autorów, w doświadczeniu jest za mało obiektów badań, czyli mrowisk i osobników w mrowiskach. Tylko w jednym na cztery mrowiska, wykazano zależność między wiekiem mrówek a stopniem wybieranego ryzyka. Wydaje mi się, że jedno mrowisko to zdecydowanie za mało, aby te wnioski były wiarygodne.

- W pozostałych trzech mrowiskach wykazano brak zależności pomiędzy wiekiem mrówek a stopniem wybieranego ryzyka. W dyskusji autorzy sami podkreślają, że odłowili mniej mrówek niż się spodziewali. Czy w takim wypadku można wyciągać jakiegokolwiek wnioski, o tym czy istnieje interesująca nas zależność czy też nie.

Pomimo wszystko uważam, że pomysł jest bardzo dobry i warto go przeprowadzić na większej liczbie mrowisk i w okresie, gdy mrówki są aktywniejsze.

## Czy istnieje związek między wiekiem robotnic mrówek z rodzaju *Myrmica* a skłonnością do podejmowania ryzyka furazowania na pokarmie różnej jakości? – raport II

Krzysztof Argasiński, Justyna Kubacka, Ewa Śliwińska

### ABSTRAKT

Owady eusocjalne różnią się wykonywanymi czynnościami. Sugeruje się, że jest to związane z oczekiwanym czasem życia osobnika. Osobniki młode mniej chętnie podejmują ryzykowne czynności (np. poszukiwanie pokarmu), niż starsze. Celem naszej pracy było sprawdzenie, czy zjawisko to występuje także u mrówek z rodzaju *Myrmica*. W naszym eksperymencie mrówki były wabione pokarmem różnej jakości. Spodziewaliśmy się, że młodsze mrówki będą mniej skłonne do żerowania na pokarmie gorszej jakości, niż starsze, ponieważ rachunek potencjalnych strat (ryzyko śmierci) i zysków (zysk z żerowania) będzie dla nich mniej korzystny. Nasze wyniki nie pozwoliły wykazać, że różna jakość pokarmu powodowała różną skłonność do podejmowania ryzyka żerowania u mrówek starszych i młodszych.

### WSTĘP

Robotnice w kolonii wykonują wiele zadań, które nie są związane z ich dostosowaniem osobniczym, ponieważ są grupą wysoce spokrewnioną (Hamilton 1964). Powstały sugestie, że podział pracy w koloniach owadów eusocjalnych ma wpływ na przeżywalność i reprodukcję całej kolonii (Oster i Wilson 1978), dlatego powinien on być dokonany w sposób maksymalizujący długość życia kolonii. Różne zadania reprezentują różne zagrożenie śmiercią. Zewnętrzne okoliczności mogą prowadzić do większej śmiertelności, gdy zadanie ma miejsce daleko od gniazda, niż gdy zadanie ma miejsce w gnieździe (Dukas i Vissecher 1994). Rozkład natężenia ryzyka podejmowanych zadań wydaje się zmieniać z wiekiem robotnic. Młode robotnice unikają zadań o wysokim ryzyku, a podejmują się tych zadań starsze robotnice, ponieważ zwiększa to średnią długość życia robotnic w gnieździe. Przedłużanie zaś życia robotnic prowadzi do większego sukcesu reprodukcyjnego całej kolonii (Schmidt-Hempel 1987).

Badania dotyczące furazowania robotnic o różnym pozostałym oczekiwanym wieku życia zostały przeprowadzone dotychczas na pszczole miodnej (Woyciechowski i Kozłowski 1998), gdzie robotnice chore, a więc o krótszym pozostałym przewidywanym czasie życia, częściej podejmowały się ryzykownych zadań, niż robotnice zdrowe. To pozwala przewidywać, że podobnie zachowują się robotnice w gniazdach mrówek z rodzaju *Myrmica*.

Celem naszych badań było zbadanie hipotezy mówiącej, że robotnice z rodzaju *Myrmica* o krótszym oczekiwanym czasie życia są skłonne podejmować większe ryzyko w celu zdobycia pożywienia, niż robotnice o dłuższym spodziewanym czasie życia. Poprzez podejmowanie ryzyka rozumiemy opuszczanie gniazda. Robotnice młodsze, jako osobniki o dłuższym oczekiwanym czasie życia, mają potencjalnie więcej do stracenia, niż robotnice starsze. Stąd oczekiwaliśmy, że starsze mrówki będą bardziej skłonne do podejmowania ryzyka dla zdobycia pokarmu gorszej jakości, niż robotnice młodsze. Mrówki młodsze z kolei powinny decydować się opuścić gniazdo dla pokarmu lepszej jakości, ponieważ gorszej jakości pokarm nie będzie kompensował potencjalnie wysokich strat, na jakie narażają się na niebezpieczeństwa towarzyszące żerowaniu.

### METODY

Obiektem badań były robotnice mrówek z rodzaju *Myrmica*. Badaliśmy je w warunkach terenowych, przeprowadzając eksperyment na 6 różnych gniazdach, umiejscowionych na pastwisku, oddalonych od siebie o co najmniej 10 m.

Pokarm stanowił roztwór cukru i wody o dwóch stężeniach: 1:1 oraz 2:1 (objętość wody:objętość cukru). Stężenie cukru było miarą jakości pokarmu (słodszy był bardziej wartościowy). Pokarm eksponowano w 2 plastikowych pojemnikach o średnicy 3 cm. Pojemniki zawierały różne stężenia i umiejscawiano je w takiej samej odległości od gniazda (ok. 5 cm), po jego przeciwnych stronach. Położenie pojemników z danymi stężeniami zamieniano w kolejnych gniazdach, które poddawano eksperymentowi (bloki losowe). Następnie czekano, aż mrówki zlokalizują nasze źródło pokarmu i przekażą informację o nim do gniazda (15-45 minut). Po tym czasie mrówki żerujące przy pojemnikach odławiano do probówek z alkoholem (z zachowaniem podziału ze względu na jakość pokarmu).

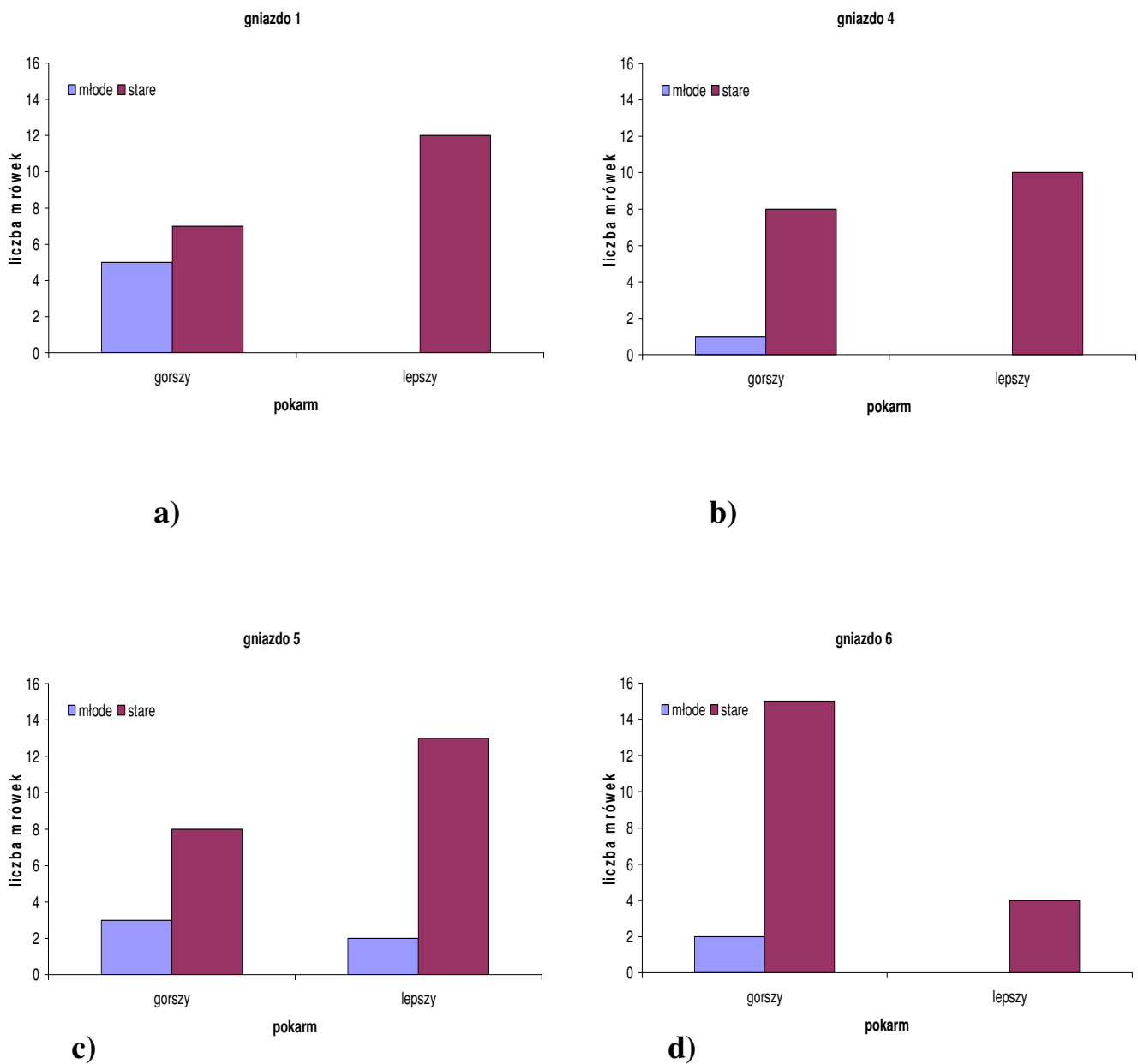
Wiek mrówek określano pod binokulem według ubarwienia kutikuli. Natężenie jej koloru zwiększa się z wiekiem mrówki, co umożliwiło podzielenie osobników na 2 klasy wiekowe: mrówki o ciemniejszym kolorze kutikuli (starsze) i o jaśniejszym (młodsze). Oznaczenie to miało na celu określenie względnych różnic wiekowych.

Otrzymano dane w postaci liczby mrówek żerujących przy pojemnikach zawierających pokarm gorszej (rozcieńczenie 2:1) i lepszej (1:1) jakości, osobno dla każdego z badanych gniazd. Testem chi kwadrat testowano hipotezę o braku związku między wiekiem mrówek a preferowaną przez nie jakością pokarmu.

## WYNIKI

W 2 gniazd aktywność mrówek była na tyle niewielka, że zanotowaliśmy tylko po kilka mrówek przy każdym z pojemników. Tych gniazd nie wzięliśmy zatem pod uwagę przy analizie wyników. W poddanych analizie gniazdach stwierdzono następujące liczby mrówek: gniazdo 1 – 24, gniazdo 4 – 19, gniazdo 5 – 26, gniazdo 6 – 21 (ryc. 1.).

Hipotezę zerową odrzuciliśmy tylko w przypadku gniazda nr 1 ( $\chi^2=4,04$ ,  $p=0,044$ ), jednakże związek między wiekiem osobników, a ich skłonnością do żerowania na pokarmie różnej jakości był przeciwny do oczekiwanego (ryc. 1a). W gnieździe tym więcej mrówek młodych (niż starych) żerowało przy niższym stężeniu cukru, natomiast mrówki starsze przeważały przy pojemniku o stężeniu wyższym. W pozostałych gniazdach nie stwierdzono zależności między wiekiem mrówek a stężeniem wybieranego przez niego pokarmu (ryc. 1 b, c, d).





## DYSKUSJA

Nasze przewidywania dotyczące skłonności do podejmowania ryzyka przez mrówki nie potwierdziły się. Może to być spowodowane małymi liczebnościami prób, które również wynikały z ograniczeń czasowych. Ponadto, podczas wykonywania eksperymentów pojawiły się poważne problemy. Pierwszym była mała aktywność mrówek związana prawdopodobnie z porą roku. Łącznie we wszystkich gniazdach odłowionych zostało 115 osobników (średnio 19,2 mrówki na gniazdo). Te liczby są znacznie mniejsze niż nasze oczekiwania. Drugim problemem było zagrożenie ze strony innych gatunków mrówek. Prowadziło to do zróżnicowania ryzyka związanego z eksploatacją pojemników w zależności od ich rozmieszczenia. Prawdopodobnie dlatego w przypadku gniazda nr 1 wynik wskazywał, że większa frakcja osobników starych występuje przy pojemniku z bardziej wartościowym pokarmem, natomiast więcej młodych odłowiono przy pojemniku z pokarmem gorszej jakości. Najprawdopodobniej spowodowane to było tym, że naczynie z bardziej wartościowym pokarmem zwabiło konkurencyjne, większe gatunki mrówek (co prowadziło do konfliktów, z których kilka zostało zaobserwowanych), natomiast naczynie z pożywieniem mniej wartościowym wydawało się wolne od tego zagrożenia.

Można powiedzieć, że w przypadku gniazda 1 osobniki starsze były skłonne do podejmowania ryzyka, jeśli wygrana byłaby wyższa, natomiast młodsze były bardziej ostrożne i zadowalały się gorszym pokarmem, ale położonym w bezpiecznym miejscu. W skrócie mówiąc, można podejrzewać, że starsze mrówki wybierały strategię maksymalizującą zysk (tzw. *Pareto optimal*), natomiast młodsze strategię minimalizującą ryzyko (*risk optimal*). Wybory tego typu analizowane są w badaniach dotyczących zagadnień z pogranicza ekonomii i socjologii, jak również analizowane modelami teorii gier.

Ponieważ przy prezentowanym przez nas pokarmie (obu typów) zanotowaliśmy więcej osobników starszych, niż młodszych, można podejrzewać, że starsze osobniki są bardziej skłonne do podejmowania ryzyka niż osobniki młode. Niemniej nie można tego stwierdzić z pewnością, ponieważ nie mamy informacji o strukturach wiekowych badanych populacji.

## SPIS LITERATURY

- Dukas R, Visscher A. 1994. Lifetime learning by foraging honey bees. *Anim Behav* **48**:1007  
Hamilton WD. 1964. The genetical evolution of social behaviour. *J Theor Biol* **7**:1  
Oster GF, Wilson EO. 1978. *Caste and evolution of social insects*. Princeton University.  
Schmidt-Hempel P. 1987. Efficient nectar-collecting by honeybees. *J Anim Ecol* **56**:209  
Woyciechowski M, Kozłowski J. 1998. Division of labor by division of risk according to worker life expectancy in the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie* **29**:19