

WARSZTATY METODYCZNE

Biologia Ewolucyjna

Krempna wrzesień 2004

- To jaka jest hipoteza?

- Hipoteza jest...zerowa...w zasadzie!

Spis treści:

Kiksy	3
Uczestnicy kursu	4
Propozycje tematów	5
Projekty eksperymentów, raporty, recenzje	6
1. <u>CHRUŚCIKI</u>	6
Projekt eksperymentu	6
Raport	8
Recenzje	12
Ostateczna wersja raportu	16
2. <u>BRODAWNIKI</u>	21
Projekt eksperymentu	21
Raport	22
Recenzje	26
Ostateczna wersja raportu	29
3. <u>RZEPY</u>	34
Projekt eksperymentu	34
Raport	35
Recenzje	39
Ostateczna wersja raportu	42
4. <u>POKRZYWY</u>	47
Projekt eksperymentu	47
Raport	48
Recenzje	52
Ostateczna wersja raportu	56

Kiksy

- Przez pomyłkę przeczytałam twojego SMSa...Ale tam nie było nic straszego (Stefa do Kasi A)

- Chciałabym badać długość skoków rano i wieczorem (Ewa B o konikach polnych)...
- Myślisz, że im urosną? (Mariusz C)

- Jaki stres?
- Będę szmyrał w mrowisku .
- Jaki pokarm?
- Może być Pasztet Mazowiecki
(Tomek W. odpowiada na pytania dotyczące eksperymentu)

- Wyjdzie wam zależność taka, że nie wyjdzie wam zależność od wysokości (Piotrek S.)

- Zmierzymy co się da i sprawdzimy zależność między tym wszystkim (Asia B)

- średnia wielkość z chruścikiem (Adam Ł.)

- A ja patrzę i nie mogę (Stefa na ognisku)

- być może, gdybyśmy mierzyły nogi mieszkańców Krempnej... (Joasia R.)

- To jaka jest hipoteza? (Mariusz C.)
- **Hipoteza jest...zerowa...w zasadzie.** (Asia B.)

Uczestnicy kursu:

Katarzyna Adamus	k.adamus@interia.pl
Ewa Barycka	segaal@poczta.onet.pl
Joanna Babula	kluz@eko.uj.edu.pl
Beata Klimek	klimek@eko.uj.edu.pl
Joanna Rutkowska	rutko@eko.uj.edu.pl
Piotr Skórka	skorasp@poczta.onet.pl
Anna Stefanowicz	steffi@simplusnet.pl
Katarzyna Tomala	kasia_te@op.pl
Tomasz Wilk	wilk@theta.uoks.uj.edu.pl

Prowadzący:

Hab. Dr hab. Adam Łomnicki	lomnicki@eko.uj.edu.pl
Dr hab. Mariusz Cichoń	cichon@eko.uj.edu.pl

Recenzenci:

Dr Wiesław Babik	babik@zuk.iz.uj.edu.pl
Dr Marcin Czarnoleski	czarn@eko.uj.edu.pl

Propozycje tematów

- 1) Odległość skoku szarańczaków w zależności od pory dnia i od momentu startu (EB)
- 2) Grubość warstwy organicznej gleby leśnej w zależności od występowania drzew, krzewów i runa (AS)
- 3) Siła parzenia pokrzyw leśnych i łąkowych (KA)**
- 4) Czy pająk wstrzymuje się od wychodzenia na pajęczynę ze względu na zimno czy wilgotność pajęczyny (JR)
- 5) Czy wysokość kwiatu brodawnika jesiennego zależy od wielkości rozetki liściowej (JB)**
- 6) Czy pogońce w przypadku zagrożenia uciekają od źródła zagrożenia (JB)
- 7) Preferencje pokarmowe w zależności od zagrożenia gniazda mrówek (TW)
- 8) Odległość odrzucenia nasion niecierpka w zależności od wielkości nasion i aparatu strzelającego (EB)
- 9) Czy rozkład liczby galasów jest losowy – czy pewne liście są preferowane (JR)
- 10) Czy istnieje tendencja do współwystępowania różnych gatunków na kamieniach w potoku (AS)
- 11) Czy zagęszczenie drzew zależy od odległości od brzegu lasu (KA)
- 12) Czy liczba liści koniczyny może mieć wpływ na atrakcyjność kwiatów dla owadów (JB)
- 13) Zależność między gatunkiem szarańczaka, podłożem a odległością skakania (BK)
- 14) Czy jest zależność między ekspozycją stoku a grubością warstwy ściółki (BK)
- 15) Czy brodawniki jesienne otwierają się ze względu na światło czy temperaturę (KT)
- 16) Czy obecność owadów na brodawniku przywabia inne owady (TW)
- 17) Czy skupiskowość występowania brodawnika jest wynikiem zachowania owadów (PS)
- 18) Wpływ położenia pajęczyny na jej łowność (EB)
- 19) Czy dalej od ścieżki rzepy są bardziej przyczepne (JR)**
- 20) Czy siewek drzew jest więcej w pobliżu ściętych drzew czy drzew rosnących (KA)
- 21) Wielkość kamieni i szybkość nurtu a występowanie chruścików (TW)**
- 22) Czynniki wpływające na występowanie larw chruścików w potoku (PS)
- 23) Wpływ wysokości roślinności na łące na częstość odwiedzania przez owady (AS)
- 24) Czy owady są przywabiane przez kształt czy kolor kwiatu (KT)
- 25) Czy wielkość stada ptaków zależy od odległości od brzegu lasu (PS)
- 26) Czy ilość olejków eterycznych w mięcie zależy od umiejscowienia liścia na roślinie (KT)
- 27) Czy pnie drzew są rzeczywiście obrosnięte po północnej stronie (BK)

Projekty, raporty i recenzje

1. CHRUŚCIKI

Autorzy: Piotr Skórka, Anna Stefanowicz, Tomasz Wilk

Projekt eksperymentu

„Czynniki wpływające na występowanie i liczebność chruścików (rząd: *Trichoptera*) w środkowym biegu potoku Krempna”.

WSTĘP

Zasiedlanie siedlisk jest procesem zależnym od wielu czynników. Ze względu na heterogeniczność środowisk oraz ich zróżnicowaną jakość są one zazwyczaj zasiedlone nierównomiernie. Część potencjalnych siedlisk jest pusta, ponieważ są one trudne do skolonizowania. Ciekawymi obiektami mogącymi służyć badaniu czynników wpływających na kolonizację siedlisk są owady, których stadia larwalne rozwijają się w środowisku wodnym, np. w strumieniach. Często prowadzą one osiadły tryb życia (np. na kamieniach) i dlatego kwestia stabilności podłoża jest dla nich wysoce istotna. Ogólnie rzecz biorąc, środowisko potoku jest bardzo niestabilne i nawet krótkotrwałe opady atmosferyczne mogą powodować gwałtowne wezbrania wód i powodować dużą śmiertelność poprzez mechaniczne uszkodzenia, oderwanie od podłoża lub zniszczenie mikrosiedliska. Można przypuszczać, że powinny być one odpowiednio trwałe, tak, aby rozwój larw mógł się odbywać bez zakłóceń. Stabilność taką mogą zwiększać odpowiednio duże kamienie, położone w miejscach o wolniejszym nurcie. Można więc podejrzewać, że większe będzie prawdopodobieństwo skolonizowania kamieni większych i znajdujących się w miejscach, gdzie nurt strumienia jest wolniejszy niż kamieni mniejszych, położonych w wartkim nurcie.

Należy dodać, że jakość siedliska i jego atrakcyjność dla organizmu nie zależy jedynie od jego stabilności, lecz również od dostępności w nim pokarmu. Wpływ dostępności pokarmu na kolonizację siedliska dotyczył będzie również zwierząt osiadłych, dla których jedynym źródłem pokarmu jest przepływająca woda. W takim przypadku większej dostępności pokarmu można spodziewać się na kamieniach w miejscach o dużym przepływie wody. Dla osiadłej larwy owada konieczny jest więc kompromis w wyborze siedliska jednocześnie stabilnego i bogatego w pokarm. Celem badań jest określenie czy wielkość kamienia i jego położenie w nurcie o różnej szybkości przepływu wody, jak również głębokość jego zanurzenia w wodzie wpływa na prawdopodobieństwo znalezienia na nim domków larw chruścików oraz na ich liczebność.

PRZEWIDYWANIA

Przewidujemy, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach dużych i umiejscowionych w nurcie o średniej prędkości ze względu na stosunkowo wysoką stabilność podłoża i dobre zaopatrzenie w pokarm. Przypuszczamy, że

położenie kamienia w nurcie o prędkości zbyt dużej lub zbyt małej będzie mniej korzystne ze względu na stosunkowo małą stabilność (szybki nurt) lub zbyt wolny przepływ pokarmu i małe natlenienie wody (wolny nurt). Spodziewamy się zatem istotnej interakcji między wielkością kamienia a prędkością nurtu. Przewidujemy również, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach częściowo wynurzonych z wody, ze względu na potencjalnie łatwiejszy dostęp suchszych miejsc dla larw wychodzących z wody, aby przeobrazić się w postać imago.

W przypadku liczebności domków chruścików spodziewamy się takich samych efektów, jak przy analizie obecności domków chruścików na kamieniach.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostaną przeprowadzone w środkowym biegu potoku Krempna. Do badań wykorzystamy losowo wybrane kamienie, jednak o długości krawędzi nie mniejszej niż 10 cm. Nasze obserwacje pilotażowe wykazały, że kamienie o długości krawędzi mniejszej niż 10 cm nie są zasiedlane przez chruściki. Planujemy pomiar ok. 200 kamieni, w 3 wymiarach, tj. długość, szerokość i wysokość kamienia (cm). Ponieważ bezpośredni pomiar objętości tak dużej liczby kamieni nie będzie możliwy w ograniczonym czasie, wykonamy krótkie badania pozwalające ocenić, która miara wielkości kamienia będzie najlepsza. W tym celu pobierzemy losową próbę 25 kamieni, które zostaną pomierzone w sposób przedstawiony powyżej, a dodatkowo zostanie zmierzona ich objętość (w specjalnie do tego celu przygotowanym naczyniu). Następnie metodami korelacji sprawdzimy, które miary (długość, szerokość, grubość, iloczyn trzech pomiarów, główna składowa trzech pomiarów) najlepiej korelują ze zmierzoną objętością.

Wprowadzimy 3 klasy prędkości nurtu – szybki, średni i wolny. Stopień zanurzenia kamienia określimy dwoma klasami – jako zanurzony całkowicie w wodzie bądź nie zanurzony całkowicie. Na każdym mierzonym kamieniu policzone zostaną domki larw wszystkich gatunków chruścików, zarówno zamieszkane jak i opuszczone.

ANALIZA STATYSTYCZNA

Do oceny prawdopodobieństwa zasiedlenia kamieni przez larwy chruścików użyjemy uogólnionego modelu liniowego z funkcją wiążącą logit. Analizowanymi czynnikami będą wielkość kamienia, jego zanurzenie i prędkość nurtu. Przed analizą sprawdzimy, czy chruściki preferują różne wielkości kamieni. Założenie o wybiórczości siedliskowej larw chruścików jest konieczne, gdyż jego brak może prowadzić do artefaktu. Prawdopodobieństwo występowania chruścików na większych kamieniach wynikałoby wówczas tylko z wielkości kamieni. Założenie to zostanie sprawdzone dwójako. Po pierwsze, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to rozkład wielkości kamieni w potoku oraz rozkład wielkości kamieni z larwami chruścików powinny być takie same. Zgodność rozkładów zostanie sprawdzona testem G. Po drugie, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to należy oczekiwać liniowego związku między wielkością kamienia a liczebnością larw chruścików.

W kolejnej analizie sprawdzimy czy wielkość kamienia, jego zanurzenie i prędkość nurtu wpływają na liczebność larw chruścików. Do sprawdzenia czy istnieje związek między liczebnością larw chruścików a wielkością kamienia użyjemy analizy korelacji. Zaś do określenia wpływu prędkości nurtu oraz zanurzenia kamienia na liczebność larw chruścików użyjemy dwuczynnikowej analizy wariancji.

Raport

„Czynniki wpływające na występowanie i liczebność chruścików (*Trichoptera*) w środkowym biegu potoku Krempna”.

STRESZCZENIE

Larwy chruścików mogą aktywnie poszukiwać optymalnych siedlisk. Badania mające na celu określenie ich preferencji siedliskowych wykazały, że wybierają one głównie duże kamienie jako siedliska bardziej stabilne i jednocześnie preferują kamienie usytuowane w nurcie o prędkości średniej lub małej jako siedliska, gdzie jest mniejsze prawdopodobieństwo splukania bądź uszkodzenia ich przez wodę. Z kolei zbyt mała prędkość nurtu wody, która jest nośnikiem pokarmu i tlenu dla osiadłych larw, prowadzić może do niedostatecznego zaopatrzenia larw w pokarm i tlen. Można więc powiedzieć, że optymalnymi siedliskami dla larw chruścików są duże, stabilne kamienie umiejscowione tam, gdzie prędkość nurtu jest średnia.

WSTĘP

Zasiedlanie siedlisk jest procesem zależnym od wielu czynników. Ze względu na heterogeniczność środowisk oraz ich zróżnicowaną jakość są one zazwyczaj zasiedlone nierównomiernie. Część potencjalnych siedlisk jest pusta, ponieważ są one trudne do skolonizowania. Ciekawymi obiektami mogącymi służyć badaniu czynników wpływających na kolonizację siedlisk są owady, których stadia larwalne rozwijają się w środowisku wodnym, np. w strumieniach. Często prowadzą one osiadły tryb życia (np. na kamieniach) i dlatego kwestia stabilności podłoża jest dla nich wysoce istotna. Ogólnie rzecz biorąc, środowisko potoku jest bardzo niestabilne i nawet krótkotrwałe opady atmosferyczne mogą powodować gwałtowne wezbrania wód i powodować dużą śmiertelność poprzez mechaniczne uszkodzenia, oderwanie od podłoża lub zniszczenie mikrosiedliska. Można przypuszczać, że powinny być one odpowiednio trwałe, tak, aby rozwój larw mógł się odbywać bez zakłóceń. Stabilność taką mogą zwiększać odpowiednio duże kamienie, położone w miejscach o wolniejszym nurcie. Dodatkowo można podejrzewać, że większe będzie prawdopodobieństwo skolonizowania kamieni większych i znajdujących się w miejscach, gdzie nurt strumienia jest wolniejszy niż kamieni mniejszych, położonych w wartkim nurcie.

Należy dodać, że jakość siedliska i jego atrakcyjność nie zależy jedynie od jego stabilności, lecz również od dostępności w nim pokarmu. Wpływ dostępności pokarmu na kolonizację siedliska dotyczył będzie również zwierząt osiadłych, dla których jedynym źródłem pokarmu jest przepływająca woda. W takim przypadku większej dostępności pokarmu można spodziewać się na kamieniach w miejscach o dużym przepływie wody. Dla osiadłej larwy owada konieczny jest więc kompromis w wyborze siedliska jednocześnie stabilnego i bogatego w pokarm. Celem badań jest określenie czy wielkość kamienia i jego położenie w nurcie o różnej szybkości przepływu wody, jak również głębokość jego zanurzenia w wodzie wpływa na prawdopodobieństwo znalezienia na nim domków larw chruścików oraz na ich liczebność.

PRZEWIDYWANIA

Przewidujemy, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach dużych i umiejscowionych w nurcie o średniej prędkości ze względu na stosunkowo wysoką stabilność podłoża i dobre zaopatrzenie w pokarm. Przypuszczamy, że położenie kamienia w nurcie o prędkości zbyt dużej lub zbyt małej będzie mniej korzystne ze względu na stosunkowo małą stabilność (szybki nurt) lub zbyt wolny przepływ pokarmu i małe natlenienie wody (wolny nurt). Spodziewamy się zatem także istotnej interakcji między wielkością kamienia a prędkością nurtu. Przewidujemy również, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach częściowo wynurzonych z wody, ze względu na potencjalnie łatwiejszy dostęp suchszych miejsc dla larw wychodzących z wody, aby przeobrazić się w postać imago.

W przypadku liczebności domków chruścików spodziewamy się takich samych efektów, jak przy analizie obecności domków chruścików na kamieniach.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostały przeprowadzone w środkowym biegu potoku Krempna. Do badań wykorzystane były losowo wybrane kamienie, jednak o długości krawędzi nie mniejszej niż 10 cm. Nasze obserwacje pilotażowe wykazały, że kamienie o długości krawędzi mniejszej niż 10 cm nie są zasiedlane przez chruściki. Dokonano pomiaru ok. 200 kamieni, w 3 wymiarach, tj. długość, szerokość i wysokość kamienia. Ponieważ bezpośredni pomiar objętości tak dużej liczby kamieni nie był możliwy w ograniczonym czasie, wykonano krótkie badania pozwalające ocenić, która miara wielkości kamienia będzie najlepsza. W tym celu pobrano losową próbę 25 kamieni, które zostały zmierzone w sposób przedstawiony powyżej, a dodatkowo została zmierzona ich objętość (w specjalnie do tego celu przygotowanym naczyniu). Następnie metodami korelacji sprawdzono, które miary (długość, szerokość, grubość, iloczyn trzech pomiarów, główna składowa trzech pomiarów) najlepiej korelują ze zmierzoną objętością.

Wprowadzono 3 klasy prędkości nurtu – szybki (ok. 0,4 m/s), średni (ok. 0,2 m/s) i wolny (ok. 0,1 m/s). Stopień zanurzenia kamienia opisano dwoma klasami – jako zanurzony całkowicie w wodzie bądź nie zanurzony całkowicie. Na każdym mierzonym kamieniu policzono domki larw wszystkich gatunków chruścików, zarówno zamieszkane jak i opuszczone.

ANALIZA STATYSTYCZNA

Do oceny prawdopodobieństwa zasiedlenia kamieni przez larwy chruścików użyliśmy uogólnionego modelu liniowego z funkcją wiążącą logit. Analizowanymi czynnikami były wielkość kamienia, jego zanurzenie, prędkość nurtu oraz interakcja wielkość kamienia*prędkość nurtu. Przed analizą sprawdziliśmy, czy chruściki preferują różne wielkości kamieni. Założenie o wybiórczości siedliskowej larw chruścików było konieczne, gdyż jego brak mógł prowadzić do artefaktu. Prawdopodobieństwo występowania chruścików na większych kamieniach wynikałoby wówczas tylko z wielkości kamieni. Założenie to zostało sprawdzone dwojako. Po pierwsze, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to rozkład wielkości kamieni w potoku oraz rozkład wielkości kamieni z larwami chruścików powinny być takie same. Zgodność rozkładów została sprawdzona testem G. Po drugie, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to należało oczekiwać liniowego związku między wielkością kamienia a liczebnością larw chruścików.

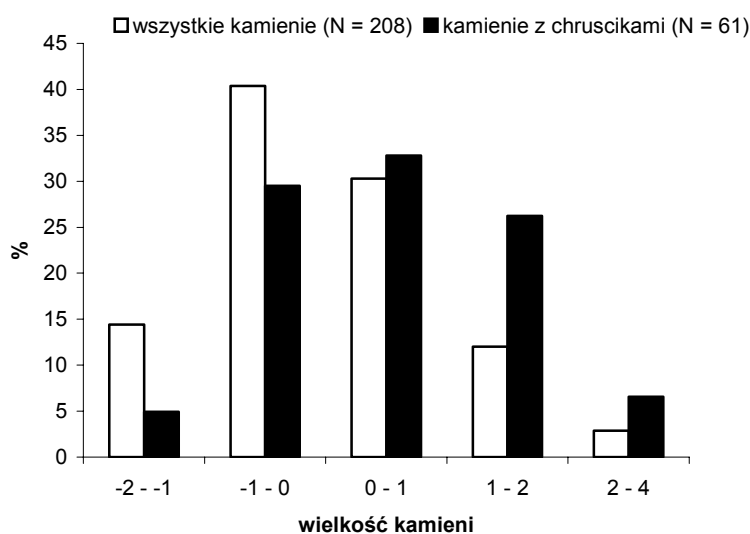
W kolejnej analizie sprawdziliśmy czy wielkość kamienia, jego zanurzenie i prędkość nurtu wpływają na liczebność larw chruścików. Ponieważ rozkład liczebności domków chruścików na kamieniach był silnie prawoskośny i żadna transformacja nie doprowadziła do stabilizacji rozkładów w grupach zmuszeni byliśmy do przeprowadzenia oddzielnych testów nieparametrycznych dla poszczególnych czynników. Aby sprawdzić czy liczebność chruścików na kamieniach jest skorelowana z wielkością kamieni użyliśmy współczynnika korelacji Spearmana. Aby sprawdzić czy zanurzenie kamieni i prędkość nurtu wpływają na liczbę domków chruścików użyliśmy odpowiednio testu U i testu Kruskala-Wallisa.

WYNIKI

Wstępne obserwacje i założenia.

Jako najlepszą miarę wielkości kamienia uznano składową główną trzech pomiarów: długości, szerokości i grubości. Analiza składowych głównych próby 25 kamieni pokazała, że wyodrębniona składowa tłumaczyła 53 % wariacji zmiennych i najlepiej skorelowana była z długością i szerokością kamienia (współczynniki korelacji odpowiednio $r = 0.862$ i $r = 0.850$), natomiast gorzej korelowała z grubością ($r = 0.267$). Stwierdzono, że objętość kamieni stwierdzona empirycznie najlepiej korelowała ze składową główną trzech pomiarów ($r = 0.889$), gorzej zaś z objętością wyliczoną jako iloczyn trzech pomiarów ($r = 0.837$).

Stwierdziliśmy, że rozkład wielkości wszystkich kamieni w potoku różnił się od rozkładu wielkości kamieni zajmowanych przez larwy chruścików ($G_4 = 12.731$, $P = 0.013$, Ryc. 1). Domki chruścików budowane były częściej na większych kamieniach, niż wynikało to z ich dostępności.



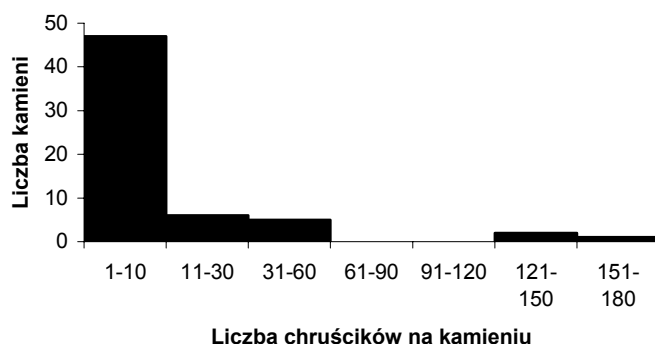
Rycina 1. Porównanie rozkładu wielkości wszystkich kamieni w potoku z rozkładem wielkości kamieni zajętych przez chruściki. Wielkość kamieni wyrażona jest w jednostkach standaryzowanych składowej głównej.

Sprawdzenie założenia o nieliniowości związku między liczbą domków chruścików a wielkością kamieni okazało się niemożliwe do weryfikacji. Zarówno prosta regresja jak i funkcja wykładnicza dawały podobne dopasowanie i tłumaczyło bardzo niewielką część wariacji (prosta regresji: $R^2 = 0.193$, funkcja wykładnicza: $R^2 = 0.150$). Jednak na podstawie wcześniejszej analizy oraz na

podstawie informacji specjalisty (Adamus K., informacja ustna), uznano założenie o preferencjach siedliskowych chruścików za uzasadnione i przeprowadzono dalsze analizy.

Czynniki wpływające na obecność chruścików na kamieniach

Spośród 208 sprawdzonych kamieni, występowanie chruścików stwierdzono na 61 (29.3 %). Liczebność chruścików na kamieniu wahała się w granicach od 1 do 180 (Rycina 2).



Rycina 2. Rozkład liczby chruścików na kamieniach

Przeprowadzona analiza pokazała istotny wpływ wielkości kamienia na prawdopodobieństwo stwierdzenia domków chruścików (Tabela 1). Prawdopodobieństwo stwierdzenia chruścików na dużych kamieniach było większe. Stwierdzono także, że prędkość nurtu oraz interakcja wielkość kamienia*prędkość nurtu są marginalnie nieistotne (Tabela 1). Usunięcie z modelu nieistotnego efektu zanurzenia, nie poprawiło efektu interakcji ($P = 0.063$), natomiast prosty efekt nurtu zyskał na istotności ($P = 0.037$). Kamienie położone w średnim i wolnym nurcie były częściej zajęte przez larwy chruścików niż kamienie położone w nurcie szybkim.

Tabela 1. Czynniki wpływające na występowanie domków chruścików na kamieniach.

Efekt	df	Wald χ^2	P
Wyraz wolny	1	16.151	< 0.001
Prędkość nurtu	2	5.850	0.054
Zanurzenie	1	0.946	0.331
Wielkość kamienia	1	10.262	<0.001
Wielkość kamienia*prędkość nurtu	2	5.830	0.054

Czynniki wpływające na liczebność chruścików

Stwierdziliśmy istotną korelację między liczebnością chruścików na kamieniu a wielkością kamienia ($r_s = 0.371$, $P < 0.01$, $N = 61$). Nie stwierdzono wpływu prędkości nurtu ani zanurzenia kamieni na liczebność domków larw chruścików (test U, $Z = 1.612$, $P = 0.107$; test Kruskala-Wallisa H (2,61) = 4.514, $P = 0.105$).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdziły przewidywania, że larwy chruścików preferują kamienie większe. Wielkość kamienia wpływa nie tylko na prawdopodobieństwo zasiedlenia go przez larwę chruścika, lecz również na liczebność larw, co potwierdza pozytywna korelacja między liczbą larw a wielkością kamienia. Wiadomo, że larwy chruścików mogą aktywnie poszukiwać siedlisk bardziej korzystnych. Mogą one percepcyjnie odczuwać drgania podłoża, a tym samym oceniać jego stabilność (Adamus K., informacja ustna). Większe kamienie są z reguły bardziej stabilne.

Niemniej jednak, pomimo stabilnego podłoża domki chruścików narażone są na splukiwanie przez szybki nurt rzeki. Przeprowadzone badania potwierdziły przypuszczenia, że larwy chruścików wybierają kamienie umiejscowione w nurcie o przepływie średnim i wolnym.

Z prędkością nurtu związany jest również stopień natlenienia wody oraz dostępność pokarmu (Adamus K., informacja ustna). Przypuszczamy, że na odcinkach strumienia o niskim przepływie wody jest zbyt mało pokarmu w stosunku do zapotrzebowania larw i z tego powodu przepływ ten nie jest optymalny, pomimo, że stanowi małe zagrożenie jako czynnik splukujący larwy z kamienia. Dlatego też można stwierdzić, że optymalna dla larw prędkość przepływu wody to prędkość średnia.

Przeprowadzone badania nie potwierdziły wpływu stopnia zanurzenia kamienia na preferencje chruścików. Niecałkowite zanurzenie kamienia umożliwia wydostanie się dorosłego chruścika na suchą powierzchnię kamienia i jego odlot. Jednakże larwy bytujące na niecałkowicie zanurzonych kamieniach są bardziej podatne na ataki drapieżników lądowych, np. ptaków owadożernych. Dlatego też pozytywne i negatywne efekty stopnia wynurzenia kamienia mogą znosić się wzajemnie i nie wpływają na preferencje chruścików.

Jak wynika z naszych badań, najbardziej optymalne siedliska dla larw chruścików to duże, stabilne kamienie położone w średnim lub wolnym nurcie strumienia.

Recenzje

Dr Wiesław Babik

Celem Autorów było zbadanie preferencji siedliskowych larw chruścików żyjących na powierzchni kamieni w górskim potoku. Badania te mogą mieć szersze znaczenie dla poznania czynników warunkujących sukces kolonizacji niestabilnych, zaburzonych lub nowo powstałych środowisk. Projekt został zaplanowany i wykonany poprawnie, mam jedynie niewielkie uwagi do niektórych sformułowań i analiz.

Streszczenie

- *Zdanie **Z kolei zbyt mała prędkość nurtu wody, która jest nośnikiem pokarmu i tlenu dla osiadłych larw, prowadzić może do niedostatecznego zaopatrzenia larw w pokarm i tlen** pozostaje w pewnej sprzeczności ze zdaniem poprzednim, gdzie Autorzy piszą, że larwy zasiedlają kamienie w nurcie o prędkości średniej **lub malej**.*

Przewidywania

- Na podkreślenie zasługuje umieszczenie w raporcie jasno sprecyzowanych i testowalnych przewidywań.

Analiza statystyczna

- *Przed analizą sprawdziliśmy, czy chruściki preferują różne wielkości kamieni – rozumiem, że chodzi tutaj o nielosowe zasiedlanie kamieni różnej wielkości?*
- Jako najlepszą miarę wielkości kamienia Autorzy uznają taką kombinację pomiarów, która wykazuje najwyższą korelację z objętością. W takim przypadku nie wydaje się, aby o braku wybiórczości larw względem kamieni o różnej wielkości świadczył liniowy związek między wielkością kamienia a liczebnością larw. Gdyby larwy „osadzały” się na kamieniach losowo, większe znaczenie od objętości miałyby powierzchnia kamienia, a jak wiadomo, związek powierzchni i objętości nie jest liniowy.

Wyniki

- Autorzy piszą, że najlepszą miarą wielkości kamienia była składowa główna, najprawdopodobniej chodzi tutaj o pierwszą główną składową, powinno to być zaznaczone wprost.
- Rzeczywiście prosta regresji i krzywa wykładnicza tłumaczyły niewielką część zmienności, poniżej 20%, nie podano jednak, czy była to proporcja istotna. Nie jest dla mnie jasne dlaczego Autorzy wybrali krzywą wykładniczą a nie np. wielomianową. Wymaga to komentarza.
- Ponieważ nie udało się znaleźć transformacji, umożliwiającej uzyskanie rozkładu zgodnego z rozkładem normalnym autorzy zastosowali nieparametryczne testy Manna-Whitney’a i Kruskala-Wallisa. Uważam to podejście za uzasadnione. Jednak warto byłoby zastosować przy testowaniu wpływu prędkości nurtu i zanurzenia kamieni nieparametryczny odpowiednik analizy kowariancji, gdzie zmienną towarzyszącą byłaby wielkość kamienia.

Katarzyna Adamus

Raport wzbudził moje zainteresowanie, porusza ciekawy temat. Uważam, że Streszczenie jest bardzo dobrze napisane, również wykresy są bardzo jasne i dobrze oddają otrzymane przez Was wyniki.

Mam jednak kilka uwag. Najpierw taka drobna: niepotrzebne są sformułowania: „można więc powiedzieć”, „ogólnie rzecz biorąc”.

Możecie się ze mną nie zgodzić, ale uważam, że błędnie założyliście (tak zrozumiałam z Waszego Wstępu), że dla larw chruścików źródłem pokarmu są jedynie cząstki unoszone przez wodę. Przecież część z nich jest zbieraczami, rozdrabniaczami bądź zdrapywaczami. Rozdrabniacze będą szukały pokarmu np. na butwiejących liściach na dnie w słabym nurcie, będą się aktywnie przemieszczać a nie pozostaną przytwierdzone do podłoża. Może powinniście mocniej podkreślić rolę źródła pokarmu. I tutaj oznaczenie tylko do rzędu Trichoptera to zbyt mało. Powinniście dokonać podziału przynajmniej na grupy troficzne. Baza pokarmowa jest jednym z najistotniejszych czynników decydujących o rozmieszczeniu.

Nie uwzględniliście w Swej pracy w ogóle pory roku. Obecnie większa część larw owadów wodnych przekształca się już w imago i wyfrunęła. A tylko część Trichoptera jest domkowa. Nie jesteście w stanie oszacować, jakie były preferencje siedliskowe tych bezdomkowych, które już wyfrunęły, a piszecie cały czas o chruścikach (domkowych i bzdomek). Może powinniście inaczej sformułować tytuł Waszych badań?

W Przewidywaniach: nie rozumiem pierwszego zdania, być może to przez błąd stylistyczny? Piszecie, że w wolnym nurcie będzie małe natlenianie wody. Ale przecież nie w płytkim, górskim potoku, takim jak w Krempnej. Czy natlenienie wody może tu istotnie różnicować?

W Materiałach i Metodach nie jest dla mnie jasne w jaki sposób określiliście szybkość nurtu (skąd te liczby 0,4 m/s itd.). Piszecie, że „policzono domki larw wszystkich gatunków chruścików”, co sugeruje, że oznaczaliście do gatunku chruściki. Może by było lepiej napisać: policzono wszystkie zaobserwowane domki chruścików?

We Wstępnych obserwacjach i założeniach wyniki są dla mnie przedstawione w sposób niezrozumiały. Przyszanę, może to być wynik mojego niedouczenia w dziedzinie statystyki, ale może warto by było spróbować przedstawić je w bardziej przystępnej formie, zwłaszcza dla czytelników nie będących biologami. Również nie mogę zrozumieć, jakiej informacji Wam udzieliłam, iż uznaliście założenia o preferencjach siedliskowych chruścików za uzasadnione?

W Dyskusji, w trzecim akapicie również powinniście uwzględnić, że różne grupy chruścików w różny sposób się odżywiają.

Podsumowując, uważam, że powinniście jeszcze zastanowić się nad problemem chruścików domkowych i bezdomkowych oraz nad ich grupami troficznymi i dołączyć to do Waszego raportu.

Beata Klimek

Badany przez autorów temat jest interesujący, a wyniki badań mogą mieć zastosowanie praktyczne (łatwiejszy monitoring stanu czystości wód). Badania zostały bardzo starannie przeprowadzone, z dużą ilością wykorzystanych w badaniach prób.

Jednak można mieć kilka zastrzeżeń. Czy rzeczywiście silniejszy nurt oznacza większą dostępność pokarmu dla chruścików? Różne grupy chruścików mogą mieć różną bazę pokarmową. Przypuszczalnie tylko część z nich łapie pokarm w nurcie.

Wątpliwości budzi fakt, że liczebność chruścików na kamieniach została szacowana na podstawie liczby domków na kamieniach. Niektóre chruściki nie budują domków (należałoby zmienić nieco tytuł). Zastanawiam się także, czy trwałość domków może się mechanicznie zmniejszać, gdy w domku nie ma lokatora, zwłaszcza w silnym nurcie (pomimo faktu, że chruściki budują domki pod kamieniami). Liczba zniszczonych i zmytych domków nie może być w żaden sposób analizowana, ale może należałoby wprowadzić obecność chruścika w domku jako dodatkową zmienną do analiz?

Przydałby się dokładniejszy opis przebiegu doświadczenia. Nie wiadomo, czy badana wartość nurtu i wielkości kamieni są typowe dla środkowego biegu potoku Krempna. Autorzy nie podają, jaka długość potoku została zbadana. Brakuje też dokładniejszego opisu metody oszacowania wartości nurtu (misie-patysie?).

Dobrze, że autorzy zdają sobie sprawę z faktu, że szacowana wartość nurtu jest bardzo zmienna (roztopy, obfite deszcze, zmiana koryta strumienia). Rozkład chruścików na kamieniach może nie być efektem aktualnych warunków środowiskowych. Zwłaszcza bardzo liczne kolonie domków chruścików (do 180!) na kamieniach mogą być wręcz wieloletnie.

Bardzo starannie opracowana jest część statystyczna raportu z badań. Wstępne analizy pozwoliły na sprawdzenia, czy wyniki są spowodowane tylko matematyczną zależnością. Tekst raportu był jasno napisany i dobrze się go czytało.

Joanna Bobula

W projekcie swym Piotr Skórka, Anna Stefanowicz oraz Tomasz Wik mają zamiar sprawdzić, jakie czynniki mogą wpływać na występowanie oraz liczebność chruścików w środkowym biegu potoku Krempna. Jednak już w streszczeniu nie mogę zgadnąć czy badania owe przeprowadził ktoś inny czy sami eksperymentatorzy. Moim zdaniem przydałoby się także bardzo szeroko rozumiane pojęcie „chruściki” chociaż trochę uściślić, oznaczając znalezione zwierzęta chociaż do rodziny albo do grupy troficznej a także zaznaczyć w tytule, że chodzi o larwy.

Temat jest ciekawy, a założenia poczynione przez autorów są uzasadnione. Autorzy projektu zakładają, że larwy chruścików mogą aktywnie poszukiwać optymalnych dla siebie miejsc pod względem ich stabilności oraz dostępności pokarmu. Postawione hipotezy uważam za uzasadnione, jednak niejasne jest dla mnie założenie o preferowaniu przez chruściki kamieni częściowo wynurzonych: czy decyzja chruścika o zasiedleniu danego kamienia byłaby poprzedzona wcześniejszym sprawdzeniem czy aby da się potem po tym kamieniu wyjść z wody? Jak zmierzono prędkość nurtu? W analizach statystycznych zastosowano dosyć skomplikowany sposób określania wielkości kamieni, chociaż r dla głównej składowej nie różni się w sposób zasadniczy od r obliczonego dla objętości kamienia obliczonego na podstawie iloczynu jego trzech wymiarów.

We Wstępie spora część akapitu jest podkreślona, co sugerowałoby szczególną istotność zawartych w niej informacji, jednak są tam jedynie przypuszczenia autorów projektu, a poza tym mam wrażenie, że brakuje tam części zdania, podobnie jak w Przewidywaniach. Niezbyt jasne jest dla mnie również znaczenie ostatniego zdania Przewidywań. Znalazłam również sporo literówek, co sprawia wrażenie niechlujności.

Pomimo ewidentnego nie dopracowania formy napisanego projektu, uważam, po dokonaniu odpowiednich poprawek korektorskich, projekt za jak najbardziej interesujący.

Ewa Barycka

Raport przedstawia ciekawy problem, który warty był zbadania. Streszczenie dobrze przedstawia najważniejsze etapy pracy. Cel jest jasno przedstawiony, a przeprowadzone badania realizują założenia celu. Natomiast słabą stroną jest wstęp. Wygląda on na niedopracowany. Zawiera urwane myśli, źle użyte wyrazy i niewyjaśnione podkreślenia. Wprowadza to chaos myślowy i niezrozumienie.

Mam też zastrzeżenia do wykresu rozkładu liczby chruścików na kamieniach, który umieszczony jest w miejscu rozważań warunków obecności chruścików. Jeśli autorzy chcieli wskazać prawdopodobieństwo zasiedlenia przez chruściki różnych wielkości kamieni wykres powinien być inny, czyli przedstawiony wcześniej na rycinie 1. Rozważania o liczebności chruścików powinny być przeniesione do podrozdziału o czynnikach wpływających na liczebność chruścików.

Warto by było wesprzeć swoje badania przynajmniej jedną cytacją, ale rozumiem, że w tych warunkach może być to trudne.

Ostateczna wersja raportu

„Czynniki wpływające na występowanie i liczebność domków chruścików (*Trichoptera*) w środkowym biegu potoku Krempna”.

STRESZCZENIE

Larwy chruścików mogą aktywnie poszukiwać optymalnych siedlisk. Badania mające na celu określenie preferencji siedliskowych osiadłych chruścików domkowych wykazały, że wybierają one głównie duże kamienie jako siedliska bardziej stabilne i jednocześnie preferują kamienie usytuowane w nurcie o prędkości średniej lub małej jako siedliska, gdzie jest mniejsze prawdopodobieństwo splukania bądź uszkodzenia ich przez wodę. Z kolei zbyt mała prędkość nurtu wody, która jest nośnikiem pokarmu i tlenu dla osiadłych larw, prowadzić może do niedostatecznego zaopatrzenia larw w pokarm i tlen. Można więc powiedzieć, że optymalnymi siedliskami do budowy domków przez larwy chruścików są duże, stabilne kamienie umiejscowione tam, gdzie prędkość nurtu jest średnia.

WSTĘP

Zasiedlanie siedlisk jest procesem zależnym od wielu czynników. Ze względu na heterogeniczność środowisk oraz ich zróżnicowaną jakość są one zazwyczaj zasiedlone nierównomiernie. Część potencjalnych siedlisk jest pusta, ponieważ są one trudne do skolonizowania. Ciekawymi obiektami mogącymi służyć badaniu czynników wpływających na kolonizację siedlisk są owady, których stadia larwalne rozwijają się w środowisku wodnym, np. w strumieniach. Często prowadzą one osiadły tryb życia (np. na kamieniach) i dlatego kwestia stabilności podłoża jest dla nich wysoce istotna. Ogólnie rzecz biorąc, środowisko potoku jest bardzo niestabilne i nawet krótkotrwałe opady atmosferyczne mogą powodować gwałtowne wezbrania wód i powodować dużą śmiertelność poprzez mechaniczne uszkodzenia, oderwanie od podłoża lub zniszczenie mikrosiedliska. Można przypuszczać, że powinny być one odpowiednio trwałe, tak, aby rozwój larw mógł się odbywać bez zakłóceń. Stabilność taką mogą zwiększać odpowiednio duże kamienie, położone w miejscach o wolniejszym nurcie. Dodatkowo można podejrzewać, że większe będzie prawdopodobieństwo skolonizowania kamieni większych i znajdujących się w miejscach, gdzie nurt strumienia jest wolniejszy niż kamieni mniejszych, położonych w wartkim nurcie.

Należy dodać, że jakość siedliska i jego atrakcyjność nie zależy jedynie od jego stabilności, lecz również od dostępności w nim pokarmu. Wpływ dostępności pokarmu na kolonizację siedliska dotyczył będzie również zwierząt osiadłych, dla których jedynym źródłem pokarmu jest przepływająca woda. W takim przypadku większej dostępności pokarmu można spodziewać się na kamieniach w miejscach o dużym przepływie wody. Dla osiadłej larwy owada konieczny jest więc kompromis w wyborze siedliska jednocześnie stabilnego i bogatego w pokarm.

Celem badań jest określenie czy wielkość kamienia i jego położenie w nurcie o różnej szybkości przepływu wody, jak również głębokość jego zanurzenia w wodzie wpływa na prawdopodobieństwo znalezienia na nim domków osiadłych larw chruścików oraz na ich liczebność.

PRZEWIDYWANIA

Przewidujemy, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach dużych i umiejscowionych w nurcie o średniej prędkości ze względu na stosunkowo wysoką stabilność podłoża i dobre zaopatrzenie w pokarm. Przypuszczamy, że położenie kamienia w nurcie o prędkości zbyt dużej lub zbyt małej będzie mniej korzystne ze względu na stosunkowo małą stabilność (szybki nurt) lub zbyt wolny przepływ pokarmu i mniejsze natlenienie wody (wolny nurt). Spodziewamy się zatem także istotnej interakcji między wielkością kamienia a prędkością nurtu. Przewidujemy również, że prawdopodobieństwo występowania domków chruścików będzie istotnie większe na kamieniach częściowo wynurzonych z wody, ze względu na potencjalnie łatwiejszy dostęp suchszych miejsc dla larw wychodzących z wody, aby przeobrazić się w postać imago.

W przypadku liczebności domków chruścików spodziewamy się takich samych efektów, jak przy analizie obecności domków chruścików na kamieniach.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostały przeprowadzone na ok. 200 metrowym w środkowym biegu potoku Krempna, w okolicy stacji badawczej UJ. Do badań wykorzystane były losowo wybrane kamienie, jednak o długości krawędzi nie mniejszej niż 10 cm. Nasze obserwacje pilotażowe wykazały, że kamienie o długości krawędzi mniejszej niż 10 cm nie są zasiedlane przez chruściki. Dokonano pomiaru 208 kamieni, w 3 wymiarach, tj. długość, szerokość i wysokość kamienia. Ponieważ bezpośredni pomiar objętości tak dużej liczby kamieni nie był możliwy w ograniczonym czasie, wykonano krótkie badania pozwalające ocenić, która miara wielkości kamienia będzie najlepsza. W tym celu pobrano losową próbę 25 kamieni, które zostały zmierzone w sposób przedstawiony powyżej, a dodatkowo została zmierzona ich objętość (w specjalnie do tego celu przygotowanym naczyniu). Następnie metodami korelacji sprawdzono, które miary (długość, szerokość, grubość, iloczyn trzech pomiarów, pierwsza główna składowa trzech pomiarów) najlepiej korelują ze zmierzoną objętością.

Wprowadzono 3 klasy prędkości nurtu – szybki (ok. 0,4 m/s), średni (ok. 0,2 m/s) i wolny (ok. 0,1 m/s). Podział ten wprowadzono na podstawie bezpośredniego pomiaru prędkości nurtu metodą „misie – patysie” (mierzone długość odcinka, który przepłynęła zapaląka w określonym czasie). Stopień zanurzenia kamienia opisano dwoma klasami – jako zanurzony całkowicie w wodzie bądź zanurzony częściowo. Na każdym mierzonym kamieniu policzono wszystkie zaobserwowane domki chruścików, zarówno zamieszkane jak i opuszczone.

ANALIZA STATYSTYCZNA

Do oceny prawdopodobieństwa zasiedlenia kamieni przez larwy chruścików użyliśmy uogólnionego modelu liniowego z funkcją wiążącą logit. Analizowanymi czynnikami były wielkość kamienia, jego zanurzenie, prędkość nurtu oraz interakcja wielkość kamienia*prędkość nurtu. Przed analizą sprawdziliśmy, czy chruściki preferują różne wielkości kamieni. Założenie o wybiórczości siedliskowej larw chruścików było konieczne, gdyż jego brak mógł prowadzić do artefaktu. Prawdopodobieństwo występowania chruścików na większych kamieniach wynikałoby wówczas tylko z wielkości kamieni. Założenie to zostało sprawdzone dwojako. Po pierwsze, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to rozkład wielkości kamieni w potoku oraz rozkład

wielkości kamieni z larwami chruścików powinny być takie same. Zgodność rozkładów została sprawdzona testem G. Po drugie, jeżeli chruściki nie wykazują wybiórczości, to należało oczekiwać liniowego związku między wielkością kamienia a liczebnością larw chruścików. W tym celu porównano dopasowanie prostej regresji oraz funkcji wykładniczej. Użyliśmy funkcji wykładniczej, ponieważ wydawała się najbardziej sensowną alternatywą wobec prostej regresji.

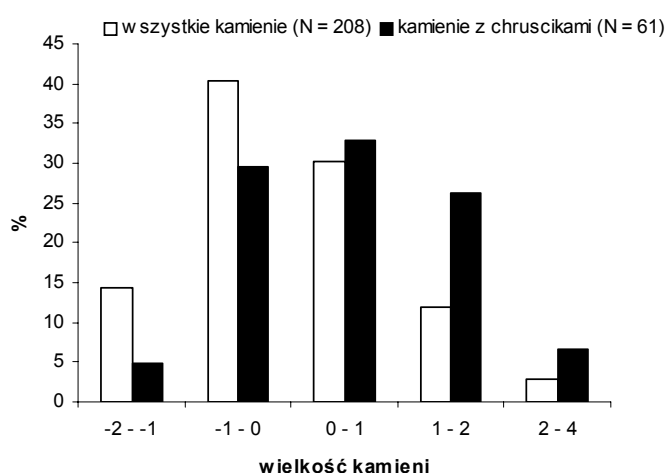
W kolejnej analizie sprawdziliśmy czy wielkość kamienia, jego zanurzenie i prędkość nurtu wpływają na liczebność larw chruścików. Ponieważ rozkład liczebności domków chruścików na kamieniach był silnie prawoskośny i żadna transformacja nie doprowadziła do stabilizacji rozkładów w grupach, zmuszeni byliśmy do przeprowadzenia oddzielnych testów nieparametrycznych dla poszczególnych czynników. Aby sprawdzić czy liczebność chruścików na kamieniach jest skorelowana z wielkością kamieni użyliśmy współczynnika korelacji rang Spearmana. Aby sprawdzić czy zanurzenie kamieni i prędkość nurtu wpływają na liczbę domków chruścików użyliśmy odpowiednio testu U i testu Kruskala-Wallisa.

WYNIKI

Wstępne obserwacje i założenia.

Jako najlepszą miarę wielkości kamienia uznano pierwszą składową główną trzech pomiarów: długości, szerokości i grubości. Analiza składowych głównych próby 25 kamieni pokazała, że wyodrębniona pierwsza składowa tłumaczyła 53 % wariacji zmiennych i najlepiej skorelowana była z długością i szerokością kamienia (współczynniki korelacji odpowiednio $r = 0.862$ i $r = 0.850$), natomiast gorzej korelowała z grubością ($r = 0.267$). Stwierdzono, że objętość kamieni stwierdzona empirycznie najlepiej korelowała ze składową główną trzech pomiarów ($r = 0.889$), gorzej zaś z objętością wyliczoną jako iloczyn trzech pomiarów ($r = 0.837$).

Stwierdziliśmy, że rozkład wielkości wszystkich kamieni w potoku różnił się od rozkładu wielkości kamieni zajmowanych przez larwy chruścików ($G_4 = 12.731$, $P = 0.013$; ryc. 1). Domki chruścików budowane były częściej na większych kamieniach, niż wynikało to z ich dostępności.

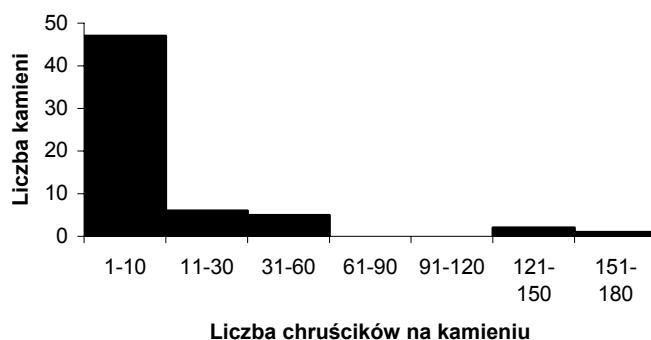


Rycina 1. Porównanie rozkładu wielkości wszystkich kamieni w potoku z rozkładem wielkości kamieni zajętych przez chruściki. Wielkość kamieni wyrażona jest w jednostkach standaryzowanych składowej głównej.

Wielkość kamienia wyrażona jako pierwsza główna składowa trzech pomiarów była silnie skorelowana ($r = 0.837$) z iloczynem długości i szerokości (powierzchnią), dlatego do sprawdzenia założenia o nieliniowości związku między liczbą domków chruścików a wielkością kamieni, użyto tylko pierwszej miary. Jednakże sprawdzenie tego założenia okazało się niemożliwe do weryfikacji. Zarówno prosta regresja jak i funkcja wykładnicza dawały podobne dopasowanie i tłumaczyło bardzo niewielką, aczkolwiek istotną statystycznie część wariacji (prosta regresji: $R^2 = 0.193$, $P < 0.001$; funkcja wykładnicza: $R^2 = 0.150$, $P < 0.01$). Jednak na podstawie wcześniejszej analizy oraz na podstawie informacji specjalisty (Adamus K., informacja ustna), uznano założenie o preferencjach siedliskowych chruścików za uzasadnione i przeprowadzono dalsze analizy.

Czynniki wpływające na obecność i liczbę domków chruścików na kamieniach

Spośród 208 sprawdzonych kamieni, występowanie chruścików stwierdzono na 61 (29.3 %). Liczebność chruścików na kamieniu wahała się w granicach od 1 do 180 (ryc. 2).



Rycina 2. Rozkład liczby chruścików na kamieniach.

Przeprowadzona analiza pokazała istotny wpływ wielkości kamienia na prawdopodobieństwo stwierdzenia domków chruścików (Tabela 1). Prawdopodobieństwo stwierdzenia chruścików na dużych kamieniach było większe. Stwierdzono także, że prędkość nurtu oraz interakcja wielkość kamienia*prędkość nurtu są marginalnie nieistotne (Tabela 1). Usunięcie z modelu nieistotnego efektu zanurzenia, nie poprawiło efektu interakcji ($P = 0.063$), natomiast prosty efekt nurtu zyskał na istotności ($P = 0.037$). Kamienie położone w średnim i wolnym nurcie były częściej zajęte przez larwy chruścików niż kamienie położone w nurcie szybkim.

Tabela 1. Czynniki wpływające na występowanie domków chruścików na kamieniach.

Efekt	df	Wald χ^2	P
Wyraz wolny	1	16.151	< 0.001
Prędkość nurtu	2	5.850	0.054
Zanurzenie	1	0.946	0.331
Wielkość kamienia	1	10.262	<0.001
Wielkość kamienia*prędkość nurtu	2	5.830	0.054

Stwierdziliśmy istotną korelację między liczebnością chruścików na kamieniu a wielkością kamienia ($r_s = 0.371$, $P < 0.01$, $N = 61$). Nie stwierdzono wpływu prędkości nurtu ani zanurzenia kamieni na liczebność domków larw chruścików (test U, $Z = 1.612$, $P = 0.107$; test Kruskala-Wallisa $H(2,61) = 4.514$, $P = 0.105$).

DYSKUSJA

W trakcie zbierania materiałów w terenie wyłoniło się kilka problemów metodologicznych, których nie można było uniknąć. Jednym z nich była pora roku. Większość chruścików buduje domki w okresie wiosennym. Znaczna część domków badanych przez nas późnym latem była już opuszczona. Wiadomo, że puste domki chruścików są bardziej podatne na zniszczenie niż domki zamieszkałe, gdyż nie są one utrwalane za pomocą kleistej substancji wydzielanej przez chruścika (K. Adamus – inf. ustna). W efekcie mogło to spowodować zaniżenie oszacowania liczby domków chruścików budowanych na małych kamieniach. Małe kamienie są bardziej podatne na działanie silnego prądu wody, a więc domki umiejscowione na takich kamieniach mogą być szybciej niszczone niż domki na kamieniach dużych. Ponadto należy zaznaczyć, że obserwowany wzorzec rozmieszczenia domków chruścików jest zmienny m.in. w zależności od obfitości opadów atmosferycznych.

Przeprowadzone badania potwierdziły przewidywania, że larwy chruścików preferują kamienie większe. Wielkość kamienia wpływa nie tylko na prawdopodobieństwo zasiedlenia go przez larwę chruścika, lecz również na liczebność larw, co potwierdza pozytywna korelacja między liczbą larw a wielkością kamienia. Wiadomo, że larwy chruścików mogą aktywnie poszukiwać siedlisk bardziej korzystnych. Mogą one percepcyjnie odczuwać drgania podłoża, a tym samym oceniać jego stabilność (K. Adamus – inf. ustna). Większe kamienie są z reguły bardziej stabilne.

Niemniej jednak, pomimo stabilnego podłoża domki chruścików narażone są na splukiwanie przez szybki nurt rzeki. Przeprowadzone badania potwierdziły przypuszczenia, że larwy chruścików wybierają kamienie umiejscowione w nurcie o przepływie średnim i wolnym. Z prędkością nurtu związany jest również stopień natlenienia wody oraz dostępność pokarmu (K. Adamus – inf. ustna). Przypuszczamy, że na odcinkach strumienia o niskim przepływie wody jest zbyt mało pokarmu w stosunku do zapotrzebowania larw i z tego powodu przepływ ten nie jest optymalny, pomimo, że stanowi małe zagrożenie jako czynnik splukujący larwy z kamienia. Dlatego też można stwierdzić, że optymalna dla larw prędkość przepływu wody to prędkość średnia.

Przeprowadzone badania nie potwierdziły wpływu stopnia zanurzenia kamienia na preferencje chruścików. Niecałkowite zanurzenie kamienia umożliwia wydostanie się dorosłego chruścika na suchą powierzchnię kamienia i jego odlot. Jednakże larwy bytujące na niecałkowicie zanurzonych kamieniach są bardziej podatne na ataki drapieżników lądowych, np. ptaków owadożernych. Dlatego też pozytywne i negatywne efekty stopnia wynurzenia kamienia mogą znosić się wzajemnie i nie wpływają na preferencje chruścików.

Jak wynika z naszych badań, najbardziej optymalne siedliska dla larw chruścików to duże, stabilne kamienie położone w średnim lub wolnym nurcie strumienia.

2. BRODAWNIKI

Autorzy: Ewa Barycka i Joanna Babula

Projekt eksperymentu

„Wielkość rozetki brodawnika a wysokość i średnica kwiatka.”

WSTĘP

Wytwarzanie kwiatów przez roślinę jest dla niej kosztowne. Roślina na ten proces może przeznaczyć określoną część zasobów. W naszym eksperymencie chcemy sprawdzić, czy rośliny o dużej powierzchni liściowej wytwarzają więcej większych kwiatów, czy też rośliny wytwarzają większą liczbę kwiatów kosztem mniejszej inwestycji w powierzchnię liści lub w wielkość kwiatów. W pierwszej części eksperymentu będziemy sprawdzać czy wielkość rozetki liściowej ma wpływ na ilość wytwarzanych przez roślinę kwiatów. Kolejnym etapem badań będzie określenie czy wysokość łodyżki kwiatowej oraz średnica kwiatu zależy od wielkości rozetki lub/i liczby kwiatów.

Celem badań będzie określenie zależności pomiędzy liczbą wytworzonych przez roślinę kwiatów, ich wysokością i wielkością a wielkością rozetki liściowej.

Hipoteza zerowa:

Wysokość łodyżki kwiatowej i średnica kwiatostanu nie zależy od wielkości rozetki liściowej ani od liczby kwiatów.

Hipoteza alternatywna:

Wysokość łodyżki kwiatowej i/lub średnica kwiatostanu zależy od wielkości rozetki liściowej i/lub liczby kwiatów.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostaną przeprowadzone na pospolitych w całym kraju roślinach z gatunku brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus*), rosnących na nasłonecznionym zboczu wzgórza naprzeciwko stacji terenowej UJ w Krempnej. Do celów eksperymentu zostanie zebranych po dwadzieścia roślin z każdej klasy roślin posiadających jeden, dwa i trzy kwiaty. Wielkość rozetki liściowej zostanie określona jako całkowita powierzchnia liści zmierzona poprzez odwzorowanie ich na siatkę kwadratów o powierzchni $\frac{1}{4} \text{ cm}^2$. Wysokość łodyg kwiatowych zostanie zmierzona za pomocą linijki od nasady łodygi do podstawy kielicha kwiatowego. Średnica kwiatu również zostanie zmierzona za pomocą linijki dwukrotnie dla tego samego kwiatu pod kątem 90° i obliczona jako średnia z tych dwóch pomiarów.

ANALIZY STATYSTYCZNE

Do analizy zależności liczby kwiatów od wielkości rozetek zostanie użyta analiza wariancji klasyfikacja prosta. Jeśli zostaną wykazane różnice pomiędzy grupami, wykonamy zostanie test Tukeya. Do analizy zależności wysokości kwiatów i ich średnicy od wielkości rozetek zostanie użyta analiza kowariancji, niezależnie dla każdej ze zmiennych. Czynnikiem będą liczba kwiatów i wielkość rozetki a zmiennymi wysokość łodyżki kwiatowej i średnicą kwiatu. W przypadku grup o

większej liczbie kwiatów niż jeden, do analiz zostaną użyte odpowiednio średnie z pomiarów dwóch lub trzech kwiatów. Pozwoli to uniknąć zagnieżdżenia w obrębie grup i niejednorodności wariacji pomiędzy grupami. Zostanie również wykonana korelacja pomiędzy średnicą kwiatu a wysokością łodyżki kwiatowej.

PRZEWIDYWANE WYNIKI

- 1) Wysokość łodyżki kwiatowej nie zależy od wielkości rozetki liściowej ani od ilości kwiatów – przyjmujemy hipotezę zerową.
- 2) wysokość łodyżki kwiatowej zależy od wielkości rozetki liściowej lub/i ilości kwiatów – przyjmujemy hipotezę alternatywną.

Raport

„Wielkość rozetki brodawnika a wysokość i średnica kwiatka.”

STRESZCZENIE

Celem naszych badań było określenie zależności pomiędzy średnicą, wysokością i liczbą kwiatów a wielkością rozetek liściowych brodawnika zwyczajnego. Zebraliśmy w tym celu po dziesięć roślin posiadających po jednym, dwa i trzy kwiaty oraz osiem roślin z czterema kwiatami. Zmierzyliśmy całkowitą długość liści rozetki liściowej, wysokość łodyżek kwiatowych i średnicę kwiatostanów. Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny o większych rozetkach liściowych mają więcej kwiatów a ich kwiatostany mają większą średnicę. Natomiast wysokość łodyżek liściowych jest niezależna od wielkości rozetki, natomiast ma wpływ na średnicę kwiatostanu. Duży może więcej ;-)

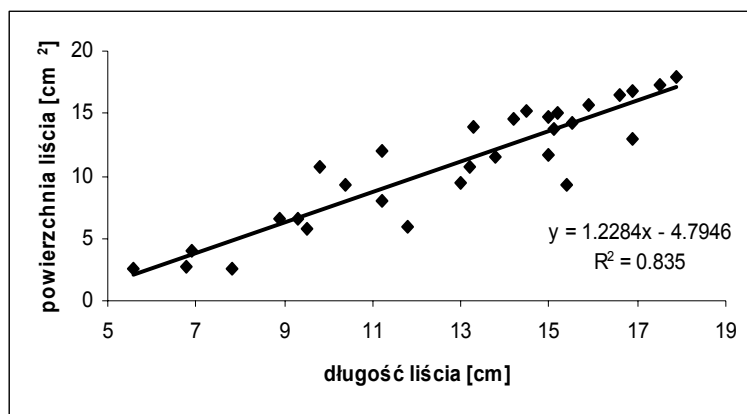
WSTĘP

Wytwarzanie kwiatów przez roślinę jest dla niej kosztowne. Roślina na ten proces może przeznaczyć określoną część zasobów. Należy się zatem spodziewać konieczności kompromisu (ang. *trade-off*) między reprodukcją osobników większych, które mogą więcej zainwestować w produkcję organów służących rozmnażaniu, a zatem w potencjalnie większą liczbę wyprodukowanego potomstwa, a reprodukcją osobników mniejszych o mniejszych „możliwościach inwestycyjnych” (Krzanowska i in.2002). W naszym eksperymencie chcemy sprawdzić, czy istnieją różnice w ilości lub wielkości kwiatów pomiędzy roślinami różniącymi się wielkością. W pierwszej części eksperymentu będziemy sprawdzać czy wielkość rozetki liściowej ma wpływ na ilość wytwarzanych przez roślinę kwiatów. Kolejnym etapem badań będzie określenie czy wysokość łodyżki kwiatowej oraz średnica kwiatu zależy od wielkości rozetki lub/i liczby kwiatów oraz określenie zależności pomiędzy wysokością łodyżki a szerokością rosnącego na niej kwiatostanu.

Spodziewamy się, że w przypadku istnienia kompromisu ewolucyjnego pomiędzy wielkością rośliny a możliwościami wyprodukowania przez nią kwiatów, rośliny większe powinny posiadać więcej, większych lub wyższych kwiatów niż rośliny mniejsze.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostały przeprowadzone na pospolitych w całym kraju roślinach z gatunku brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus*), rosnących na nasłonecznionym zboczu wzgórza naprzeciwko stacji terenowej UJ w Krempej. Do celów eksperymentu zebraliśmy po dziesięć roślin posiadających jeden, dwa i trzy kwiaty oraz osiem roślin posiadających cztery kwiaty. Wielkość rozetki liściowej została określona jako całkowita długość liści w rozetce zmierzona za pomocą linijki. Metoda ta została przetestowana jako odpowiednia do znacznie bardziej czasochłonnego pomiaru samej powierzchni. Polegało to na określeniu zależności pomiędzy długością próby 30 liści, zarówno tych krótkich, średniej długości oraz najdłuższych, a ich powierzchnią zmierzoną za pomocą odwzorowania na siatce kwadratów o powierzchni $\frac{1}{4}$ cm² (Ryc.1).



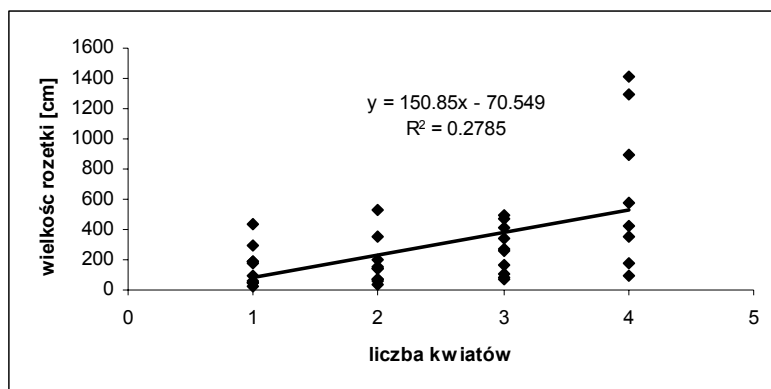
Rycina 1. Zależność powierzchni liści od ich długości.

Wysokość łodyg kwiatowych została zmierzona za pomocą linijki od nasady łodygi do podstawy kielicha kwiatowego. Średnica kwiatu również została zmierzona za pomocą linijki dwukrotnie dla tego samego kwiatu pod kątem 90° i obliczona jako średnia z tych dwóch pomiarów.

Zależność liczby kwiatów od wielkości rozetek została określona za pomocą regresji. Do analizy zależności wysokości kwiatów i ich średnicy od wielkości rozetek została użyta analiza kowariancji, niezależnie dla każdej ze zmiennych. Czynniki były liczba kwiatów i wielkość rozetki a zmiennymi wysokość łodyżki kwiatowej i średnica kwiatostanu. W przypadku grup o większej liczbie kwiatów niż jeden, do analiz zostały użyte odpowiednio średnie z pomiarów dwóch, trzech lub czterech kwiatów. Pozwoliło to uniknąć zagnieżdżenia w obrębie grup i niejednorodności wariancji pomiędzy grupami. Aby określić zależność pomiędzy wysokością łodyżki kwiatowej a średnicą kwiatu została wykonana analiza regresji. Analizy statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 6.0.

WYNIKI

Stwierdziłyśmy, że rośliny o większej liczbie kwiatów miały większą rozetkę liściową ($F_{1,36} = 13,90$, $p = 0,0006$; Ryc.2).



Rycina 2. Zależność pomiędzy liczbą kwiatów a wielkością rozetki.

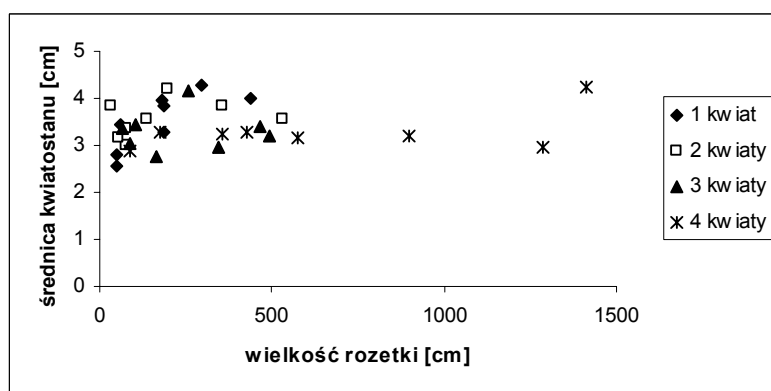
Nie wykazałyśmy zależności pomiędzy wysokością łodyżki kwiatowej a wielkością i ilością kwiatów (Tab.1), natomiast wykazałyśmy zależność pomiędzy średnicą kwiatostanu a wielkością rozetki (Tab.2, Ryc.3).

Tabela 1. Wyniki analizy kowariancji zależności wysokości łodyżki kwiatowej od wielkości rozetki i liczby kwiatów

Czynnik	df	F	p
liczba kwiatów	3	0,6921	0,564035
wielkość rozetki	1	0,1902	0,665855
liczba kwiatów x wielkość rozetki	3	0,3712	0,774307

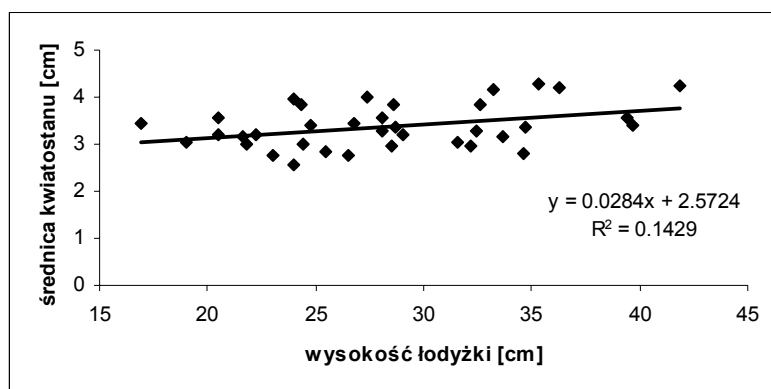
Tabela 2. Wyniki analizy kowariancji zależności średnicy kwiatostanów od wielkości rozetki i liczby kwiatów.

Czynnik	df	F	p
liczba kwiatów	3	0,9896	0,424374
wielkość rozetki	1	6,8970	0,014799
liczba kwiatów x wielkość rozetki	3	2,1117	0,125250



Rycina 3. Zależność średnicy kwiatostanu od wielkości rozetki.

Wykazałyśmy także zależność średnicy kwiatostanu od wysokości łodyżki ($F_{1,34} = 5,67$, $p = 0,023$; Ryc.4).



Rycina 4. Zależność średnicy kwiatostanu od wysokości łodyżki.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki potwierdzają nasze przewidywania, że osobniki większe mogą więcej zainwestować w rozmnażanie. Brodawniki o większej rozetce liściowej wytworzyły większą liczbę kwiatów, ich kwiaty miały też większą średnicę kwiatostanu. Dzięki temu roślina może przywabić więcej owadów zapylających (Książek i Mitrus 2000), a w większych kwiatostanach może powstać więcej nasion.

Nie udało nam się natomiast wykazać związku pomiędzy wysokością łodyżki a wielkością rośliny, co może wskazywać na mniejsze znaczenie położenia kwiatostanu w porównaniu z jego wielkością, a zatem atrakcyjnością dla owadów (Łomnicki – informacja ustna).

Wykazana zależność pomiędzy wysokością łodyżki a średnicą kwiatostanu może mieć związek z ogólną tendencją „większa rozetka – wyższa łodyżka – większy kwiatostan”, jednak ze względu na obserwowaną dużą zmienność długości łodyżek a niewielką próbę roślin użytych do badań mogła zostać nie wykazana w analizie zależności długości łodyżek od wielkości rozetek.

Temat jest interesujący i jesteśmy przekonane, że zwiększenie próby pozwoliłoby lepiej oszacować poszczególne zależności, czego, ze względu na skromny czas na to przeznaczony oraz czasochłonność metody, nie byliśmy w stanie wykonać.

LITERATURA

- Książek A. i Mitrus S., 2000. Czy większe kwiaty knieci błotnej *Caltha palustris* – rośliny kwitnące w skupieniach – są częściej odwiedzane przez owady? W: Warsztaty metodologiczne ekologii ewolucyjnej Ochotnica 4-11.05.2000. Instytut Nauk o Środowisku UJ.
- Krzanowska H. i in. 2002. Zarys mechanizmów ewolucji. PWN, Warszawa.

Recenzje

Dr Marcin Czarnołęski

1. Tytuł projektu jest nieściśły, chociażby dlatego, że badano wpływ wielkości rozet na liczbę kwiatów, o czym nie wspomniano w szczegółowym tytule. Bardziej właściwy wydaje mi się tytuł ogólny dotyczący np. sprawdzania czy rozmiar osobnika wpływa na jego płodność.

2. Wstęp

2.1 Większa bezwzględna płodność większych osobników nie wynika z kompromisu typu „trade-off” tylko z niższego tempa produkcji przy mniejszych rozmiarach. O ewentualnym kompromisie (ale dokładnie jakim???) mogłyby dopiero coś powiedzieć zmieniające się proporcje lokowanych zasobów w rozmnażanie, wzrost i inne funkcje, ale to jest poza celami badawczymi projektu (akapit 1 i 2). Autorki powinny jeszcze raz przemyśleć znaczenie zjawiska kompromisu.

2.2 Przedstawione badania są przeprowadzone metodą porównawczą, a nie eksperymentalną.

3. Metody

3.1 (akapit 1) Bardziej przekonywałaby mnie analiza zależności powierzchni liści od ich długości gdyby przebadać w ten sposób kilka osobników i z uwzględnieniem podziału danych na osobniki przeprowadzić analizę kowariancji. Metoda szacowania powierzchni liści na podstawie ich długości jest uniwersalna tylko jeżeli taka analiza kowariancji wykazałaby istotny wpływ kowariaty (długości liści) na powierzchnię liści, a nie wykazałaby wpływu zmiennej kategorycznej (osobnik) lub interakcji między kowariatą i zmienną kategoryczną.

3.2 Niejasny podział zmiennych w opisie analizy kowariancji.

3.3 Pogubiłem się co jest kwiatem a co kwiatostanem. Czy liczone były kwiatostany nazywane w projekcie kwiatami, czy prawdziwe kwiaty? A mierzona średnica kwiatostanu?

4. Wyniki

4.1 Ryc. 2. Wykres wskazuje na wzrost wielkości odchyłeń wraz ze zmienną X. Gdyby tak było, to metoda regresji jest nieuprawniona. Można to sprawdzić na wykresie odchyłeń względem wartości X.

5. Literatura

5.1 W spisie literatury zwykle wymienia się wszystkich autorów prac (Krzanowska i in.).

Anna Stefanowicz

1. Nie do końca zrozumiałe są początkowe zdania wstępu dotyczące kompromisu. Pojęcie kompromisu dotyczy raczej konkretnej rośliny, która inwestuje w coś kosztem czegoś (np. w większe kwiaty kosztem ich liczby), a nie jakiejś abstrakcyjnej grupy roślin, która inwestuje bardziej w osobniki duże lub bardziej w osobniki małe.

2. Co do spodziewanych wyników eksperymentu (ostatnie zdania wstępu), to – według mnie – jest akurat odwrotnie – jeśli mamy do czynienia z kompromisem to rośliny większe będą mieć mniej kwiatów, bo inwestują we wzrost liści i łodygi, a rośliny mniejsze powinny mieć więcej kwiatów, bo inwestują więcej w kwiaty kosztem łodygi i liści. Oczywiście, może się zdarzyć, że roślina duża ma dużo kwiatów, a roślina mała – mało, ale może to wynikać na ze zróżnicowania jakości siedliska (dostępności nutrientów itp.) i wskazuje, że roślina mała żyje w gorszych warunkach. Ale gdzie tu jest jakiś kompromis to nie bardzo widzę. Być może czegoś nie rozumiem lub rozumiem źle. Autorki powinny przemyśleć sobie ten problem, bo być może same nie bardzo wiedzą o co im właściwie chodzi.

3. Skoro tak duży nacisk kładzie się we wstępie na kompromis ewolucyjny to dlaczego nie ma o nim ani słowa w dyskusji? I jak się ma ów kompromis w odniesieniu do otrzymanych wyników?
4. Autorki powinny się zastanowić skąd mogłaby się brać tendencja: „większa rozetka – wyższa łodyżka – większy kwiatostan”. Czy mogłaby ona być po prostu wynikiem większej żyzności siedliska? Roślina inwestowałaby dużo we wszystko, bo mogłaby sobie na to pozwolić.
5. Bardzo podoba mi się sposób przedstawienia wyników – jest jasny i zwięzły.

Katarzyna Tomala

Przeprowadzone badania podobają mi się. Wyniki są przedstawione w sposób czytelny, nie mam też uwag do dyskusji. Nie rozumiem jednak wstępu raportu. Wydaje mi się, że kompromis dotyczy zawsze jednego osobnika. Może on albo zainwestować w rozwój rozetki, albo też wytwarzać więcej i większych kwiatów. W takim wypadku o wystąpieniu kompromisu świadczyłyby wyniki, w których rośliny o dużych rozetkach wytwarzają mniejsze kwiaty. Natomiast przeprowadzone przez autorki raportu badania odpowiadają na pytanie, czy brodawnikom opłaca się inwestować w rozetkę. I tutaj odpowiedź jest pozytywna.

Beata Klimek

Trzecie zdanie we wstępie jest dla mnie bez sensu. Autorzy piszą, że istnieje kompromis pomiędzy reprodukcją większych osobników tego gatunku a reprodukcją mniejszych osobników. Czyżby więc populacja brodawników, rosnąca na jednej łące regulowała w jakiś sposób wielkość kwiatu i wysokość łodyżki poszczególnych osobników? Jest oczywiste, że wielkość organów służących do reprodukcji zależy od wielkości osobnika, ale kompromis pomiędzy wielkością organów wegetatywnych i generatywnych (kwiat) dotyczy POJEDYNCZYCH osobników.

Przypuszczalnie, im większy i „wyższy” jest kwiat, jest łatwiej zauważany i zapylany przez owady. W interesie rośliny jest więc produkować kwiaty bardziej okazałe. Natomiast dyskusyjne jest, czy korzystne jest posiadanie jednocześnie kilku kwitnących kwiatów. Sprawia to, że kwiaty tej samej rośliny są zapylane własnym pyłkiem, niwelując tym samym korzyści z rozmnażania płciowego. Autorzy wykryli pewien trend (nieistotny statystycznie), wskazujący, że ilość kwiatów na roślinie zależy od wielkości rozetki liściowej. Mogły to być „odgałęzienia” od głównej łodygi, zwiększające wielkość rozetki, ale stanowiące niejako osobną roślinę.

Nie wiadomo, czy wysokość łodyżki wpływa na częstość zapylania przez kwiaty. Może być tylko wynikiem dostępności wody w środowisku (konieczność „pompowania” wody na większą wysokość może zwiększać jej straty). Dostępność wody może być tu zależna bardziej od warunków glebowych, gdyż cała badana łąka była położona na stoku.

Nie wiadomo, czy w większych kwiatostanach może powstać więcej nasion (dyskusja). Jeśli tak, to nie tylko ich liczba może wskazywać na większy sukces reprodukcyjny, ale także ich jakość (wielkość, ilość materiałów zapasowych itp.).

Metoda szacowania wielkości rozetki była dobra i pozwalała uprościć pomiary, ale dane należało transformować. Powierzchnia liścia wzrasta prawdopodobnie nie prostoliniowo, ale z kwadratem jego długości. Mogło to zwiększyć dokładność pomiarów.

Joanna Rutkowska

Przeprowadzone badania dotyczą kompromisów między inwestycją we wzrost organów vegetatywnych a wzrost kwiatów u brodawnika zwyczajnego. Uzyskanie danych było bardzo pracochłonne, jednakże interpretacja wyników wymaga jeszcze przemyślenia i rewizji.

Czytając wstęp można odnieść wrażenie, iż autorki sugerują istnienie kompromisów między różnymi osobnikami. Powinny wyraźnie napisać, że mają się na myśli kompromis polegający na wcześniejszym rozmnażaniu się przy mniejszych rozmiarach organów vegetatywnych lub późniejszym (mniej korzystnym), ale za to dającym możliwość wyprodukowania większych kwiatów. Najważniejsze jest jednak to, że zebrane dane pozwalają wyłącznie na badanie kompromisów w inwestycjach danego osobnika! Np. Powiększać rozetkę, czy wydłużać łodyżkę? Produkować więcej małych kwiatów czy mniej dużych? W związku z tym autorki powinny sformułować nowe hipotezy i przewidywania.

Opis, w jaki sposób testowana była uproszczona metoda oszacowania wielkości rozetki jest niejasny. Można spodziewać się, iż na Ryc. 1 zobaczymy schemat siatki do pomiaru powierzchni. W wynikach, w przypadku istotnych zależności należy napisać, jaki był ich kierunek, np. im większa rozetka, tym większa średnica kwiatostanu. Nie wystarczy odwołanie do ryciny. Dotyczy to Ryc. 3 i Ryc. 4.

Dyskusja. Dane zebrane przez autorki pozwalają jedynie na dyskusowanie ewentualnych kompromisów w obrębie pojedynczego osobnika. Warto przemyśleć taką interpretację, aby lepiej wykorzystać zebrane z dużym wysiłkiem dane.

Aby badać kompromisy wspomniane przez autorki powinno się oszacować wiek rośliny. Dopiero to pozwoliłoby stwierdzić, że rośliny mniejsze, chociaż wytwarzają mniejsze organy generatywne, zyskują jednak na czasie, bo przystępują do ich tworzenia wcześniej niż rośliny, które dłużej rosną. W podsumowaniu obecnego raportu można zasugerować przeprowadzenie takich badań w przyszłości.

Katarzyna Adamus

Uważam, że projekt jest jasno i prosto sformułowany, zdania są krótkie, dobrze się je czyta. Autorki miały dobry pomysł ze zmierzeniem długości liści i skorelowaniem tych pomiarów z powierzchnią blaszki liściowej. Również wykresy do wyników są dla mnie czytelne i obrazują tekst.

Niemniej mam kilka uwag. Uważam, że tytuł projektu nie został precyzyjnie sformułowany. W tytule mamy wymienioną zależność pomiędzy długością łodyżek kwiatowych i średnicą kwiatostanu od wielkości rozetki liściowej i liczby kwiatów, a już w pierwszym zdaniu streszczenia, w celu eksperymentu jest podana zależność długości łodyżek kwiatowych, średnicy kwiatostanu i liczby kwiatów od wielkości rozetki liściowej. Poza tym uważam, że streszczenia nie powinno się zaczynać od zdania: „celem naszych badań...” Może powinniście dodać zdanie o biologii tego kwiatu? Również w streszczeniu, w ostatnim zdaniu powtórzyło się słowo „natomiast”.

We Wstępie, z trzeciego zdania wynika, że kompromis może być pomiędzy osobnikami większymi a mniejszymi. Ale w kontekście Waszych badań nie ma przecież kompromisu między większymi i mniejszymi rozetkami liściowymi. Może warto byłoby to zdanie inaczej sformułować? Poza tym, czy kompromisem jest to, że rośliny o większych rozetkach liściowych mają większe kwiaty? Na pewno nie. Uważam również, że wstęp powinien być bardziej rozbudowany. Warto

byłoby dodać więcej informacji na temat jego środowiska występowania, sposobu zapylania, czy jest rośliną wieloletnią itp. Próbowałyście to zrobić dopiero w Metodach w dwóch pierwszych zdaniach.

W dyskusji może warto byłoby dodać informację o tym, że owocki z puchem kielichowym są rozsiewane przez wiatr, to również może się przenosić na długość łodyżki i na wielkość kwiatostanu.

Jeszcze ostatnia, drobna uwaga: nagłówek Wyniki nie powinien pozostawać na końcu strony bez tekstu poniżej niego.

Podsumowując, praca podobała mi się, ale poprawiłabym z całą pewnością Streszczenie i Wstęp.

Ostateczna wersja raportu

„Czy rozmiar rozetki liściowej brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus*) ma wpływ na liczbę i wielkość jego kwiatów, a jeśli tak, to jaki?”

STRESZCZENIE

W naszych badaniach chcieliśmy sprawdzić, czy u brodawnika zwyczajnego występuje kompromis pomiędzy inwestycją w liście a inwestycją w kwiaty poprzez określenie zależności pomiędzy średnicą, wysokością i liczbą kwiatów a wielkością rozetek liściowych. Zebraliśmy w tym celu po dziesięć roślin posiadających po jednym, dwa i trzy kwiaty oraz osiem roślin z czterema kwiatami. Zmierzyliśmy całkowitą długość liści rozetki liściowej, wysokość łodyżek kwiatowych i średnicę kwiatostanów. Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny o większych rozetkach liściowych mają więcej kwiatów, a ich kwiatostany mają większą średnicę. Stwierdziłyśmy też, że wysokość łodyżek liściowych jest niezależna od wielkości rozetki, natomiast ma wpływ na średnicę kwiatostanu. Duży może więcej ;-)

WSTĘP

Wytwarzanie kwiatów przez roślinę jest dla niej kosztowne. Roślina na ten proces może przeznaczyć określoną część zasobów. Należy się zatem spodziewać konieczności kompromisu (ang. *trade-off*) między reprodukcją a inwestycją w liście (Krzanowska i in.2002). W naszym eksperymencie chcemy sprawdzić, czy istnieją różnice w ilości lub wielkości kwiatów pomiędzy roślinami różniącymi się wielkością, a jeśli tak to w jakim kierunku. Obiektem naszych badań będą pospolite w całym kraju (Szwedler i Sobkowiak 1998) owadopylne rośliny wieloletnie z gatunku brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus*). W pierwszej części eksperymentu będziemy sprawdzać czy wielkość rozetki liściowej ma wpływ na ilość wytwarzanych przez roślinę kwiatów. Kolejnym etapem badań będzie określenie czy wysokość łodyżki kwiatowej oraz średnica kwiatu zależy od wielkości rozetki lub/i liczby kwiatów oraz określenie zależności pomiędzy wysokością łodyżki a szerokością rosnącego na niej kwiatostanu.

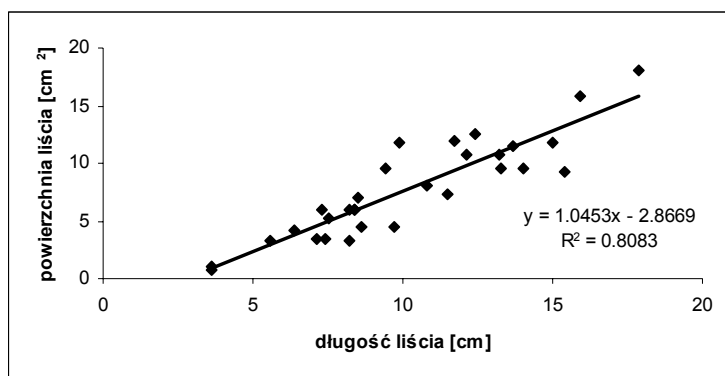
Spodziewamy się, że w przypadku istnienia kompromisu ewolucyjnego pomiędzy wielkością rośliny a możliwościami wyprodukowania przez nią kwiatów, rośliny większe powinny posiadać mniej, mniejszych lub o niższej łodyżce kwiatów niż rośliny mniejsze.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostały przeprowadzone na roślinach z gatunku brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus*), rosnących w dużych, w zasadzie jednogatunkowych, płatach na nasłonecznionym zboczu wzgórza naprzeciwko stacji terenowej UJ w Krempnej. Rośliny w płatach rosły w równomiernych odległościach od siebie, nie zasłaniając sobie rozetek ani nie będąc zasłanianie przez rośliny innych gatunków. Do celów eksperymentu zebraliśmy po dziesięć roślin posiadających jeden, dwa i trzy kwiaty oraz osiem roślin posiadających cztery kwiaty, pochodzących z jednego płatu. Jako kwiat traktowana jest łodyżka kwiatowa razem z rosnącym na jej wierzchołku kwiatostanem. Wielkość rozetki liściowej została określona jako całkowita długość liści w rozetce zmierzona za pomocą linijki. Metoda ta została przetestowana jako odpowiednia (Tab.1., Ryc.1) do znacznie bardziej czasochłonnego pomiaru samej powierzchni. Polegało to na określeniu zależności pomiędzy długością trzydziestu liści pochodzących z sześciu roślin, po pięć z każdej rośliny (zarówno tych krótkich, średniej długości oraz najdłuższych) a ich powierzchnią zmierzoną za pomocą odwzorowania na siatce kwadratów o powierzchni $\frac{1}{4}$ cm². Wykonałyśmy w tym celu analizę kowariancji, gdzie zmienną kategorię była roślina, z której pochodziły liście, zmienną ciągłą była długość liści a zmienną zależną – powierzchnia liści.

Tabela 1 Wyniki analizy kowariancji zależności powierzchni liści od ich długości i pochodzenia.

Czynnik	df	F	p
roślina	5	0,4209	0,564035
długość liści	1	106,9762	<0,000001
roślina x długość liści	5	0,9989	0,446258



Rycina 1. Zależność powierzchni liści od ich długości.

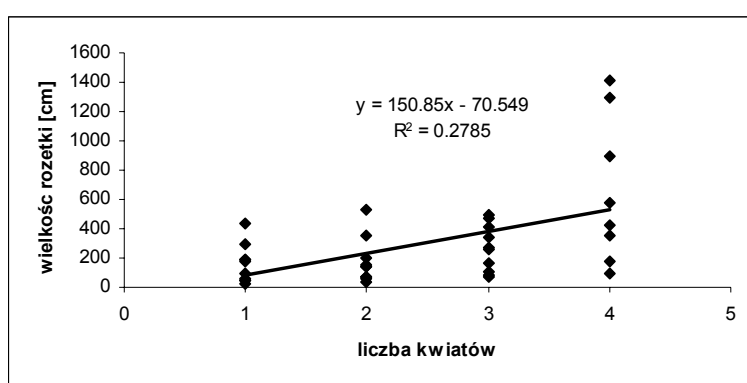
Wysokość łodyg kwiatowych została zmierzona za pomocą linijki od nasady łodygi do podstawy kielicha kwiatowego. Średnica kwiatostanu również została zmierzona za pomocą linijki dwukrotnie dla tego samego kwiatu pod kątem 90° i obliczona jako średnia z tych dwóch pomiarów.

Zależność liczby kwiatów od wielkości rozetek została określona za pomocą regresji. Do analizy zależności wysokości kwiatów oraz ich średnicy od wielkości rozetek została użyta analiza kowariancji, niezależnie dla każdej ze zmiennych. Pierwsza analiza kowariancji wykonana została

dla zmiennej kategorycznej – liczby kwiatów, zmiennej ciągłej – wielkości rozetki a zmienną zależną była wysokość łodyżki kwiatowej. Druga analiza kowariancji wykonana została dla zmiennej kategorycznej – liczby kwiatów, zmiennej ciągłej – wielkości rozetki a zmienną zależną była średnica kwiatostanu. W przypadku grup o większej liczbie kwiatów niż jeden, do analiz zostały użyte odpowiednio średnie z pomiarów dwóch, trzech lub czterech kwiatów. Pozwoliło to uniknąć zagnieżdżenia w obrębie grup i niejednorodności wariancji pomiędzy grupami. Aby określić zależność pomiędzy wysokością łodyżki kwiatowej a średnicą kwiatu została wykonana analiza regresji. Analizy statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 6.0.

WYNIKI

Stwierdziłyśmy, że rośliny o większej liczbie kwiatów miały większą rozetkę liściową ($F_{1,36} = 13,90$, $p = 0,0006$; Ryc.2).



Rycina 2. Zależność pomiędzy liczbą kwiatów a wielkością rozetki.

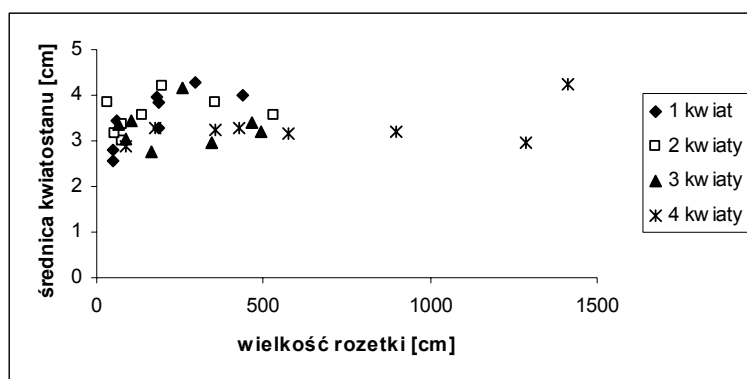
Nie wykazałyśmy zależności pomiędzy wysokością łodyżki kwiatowej a wielkością i ilością kwiatów (Tab.2), natomiast wykazałyśmy, że większe rozetki wytwarzają większe kwiatostany (Tab.3, Ryc.3).

Tabela 2. Wyniki analizy kowariancji zależności wysokości łodyżki kwiatowej od wielkości rozetki i liczby kwiatów

Czynnik	df	F	p
liczba kwiatów	3	0,6921	0,564035
wielkość rozetki	1	0,1902	0,665855
liczba kwiatów x wielkość rozetki	3	0,3712	0,774307

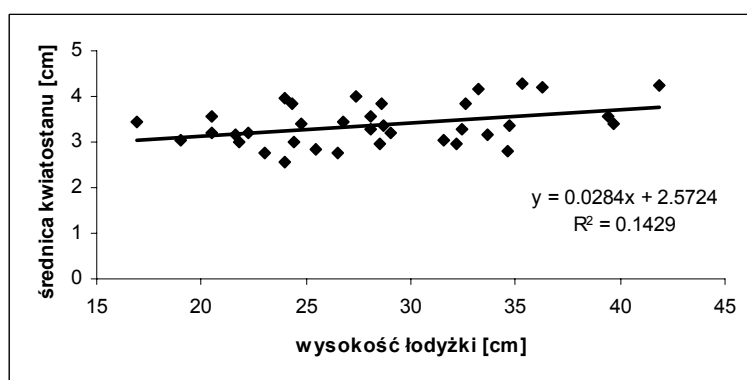
Tabela 3. Wyniki analizy kowariancji zależności średnicy kwiatostanów od wielkości rozetki i liczby kwiatów.

Czynnik	df	F	p
liczba kwiatów	3	0,9896	0,424374
wielkość rozetki	1	6,8970	0,014799
liczba kwiatów x wielkość rozetki	3	2,1117	0,125250



Rycina 3. Zależność średnicy kwiatostanu od wielkości rozetki.

Wykazałyśmy także, że na wyższych łądkach rosną kwiatostany o większej średnicy ($F_{1,34} = 5,67$, $p = 0,023$; Ryc.4).



Rycina 4. Zależność średnicy kwiatostanu od wysokości łądki.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki nie potwierdzają naszych przewidywań, że osobniki większe mniej inwestują w rozmnażanie, a mniejsze więcej. Wyniki wskazały na odwrotną tendencję. Brodawniki o większej rozetce liściowej wytworzyły większą liczbę kwiatów, a ich kwiaty miały większą średnicę kwiatostanu. Dzięki temu roślina może przywabić więcej owadów zapylających (Książek i Mitrus 2000).

Nie udało nam się też wykazać związku pomiędzy wysokością łądki a wielkością rośliny, co może wskazywać na mniejsze znaczenie położenia kwiatostanu w porównaniu z jego wielkością, a zatem atrakcyjnością dla owadów (Łomnicki – informacja ustna).

Wykazana zależność pomiędzy wysokością łądki a średnicą kwiatostanu może mieć związek z ogólną tendencją „większa rozetka – wyższa łądka – większy kwiatostan”, jednak ze względu na obserwowaną dużą zmienność długości łądek a niewielką próbę roślin użytych do badań mogła zostać nie wykazana w analizie zależności długości łądek od wielkości rozetek. Na wyniki mogła wpłynąć niejednorodność siedliska, ponieważ łąka, z której zbierano rośliny służyła za pastwisko dla bydła powodując lokalne różnice w „nawożeniu organicznym”.

Temat jest interesujący i jesteśmy przekonani, że zwiększenie próby pozwoliłoby lepiej oszacować poszczególne zależności, czego, ze względu na skromny czas na to przeznaczony oraz czasochłonność metody, nie byliśmy w stanie wykonać. Chciałyśmy również zaznaczyć, że badanie kompromisów w warunkach polowych jest znacznie utrudnione ze względu na dużą

zmienność badanych organizmów oraz niejednorodność siedliska, dlatego też warto byłoby powtórzyć eksperyment w warunkach laboratoryjnych.

LITERATURA

Książek A. i Mitrus S., 2000. Czy większe kwiaty knieci błotnej *Caltha palustris* – rośliny kwitnące w skupieniach – są częściej odwiedzane przez owady? W: Warsztaty metodologiczne ekologii ewolucyjnej Ochotnica 4-11.05.2000. Instytut Nauk o Środowisku UJ.

Krzanowska H., Łomnicki A., Rafiński J., Szarski H. i Szymura J. M., 2002. Zarys mechanizmów ewolucji. PWN, Warszawa.

Szwedler I. i Sobkowiak M., 1998. Rośliny. Spotkania z przyrodą. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa.

3. RZEPY

Autorzy: Katarzyna Tomala i Beata Klimek

Projekt eksperymentu

„Zależność między jakością owocostanu łopianu a rodzajem siedliska.”

WSTĘP

Celem badań jest porównanie strategii rozsiewania nasion przez rośliny łopianu większego (*Arctium lappa*). Łopian większy jest rośliną pospolicie występującą w całej Polsce, poza wyższymi partiami gór. Preferuje siedliska ruderalne, bogate w azot. Nasiona łopianu są zabrane w kuliste koszyczki, zaopatrzone w haczyki (łuski okrywki kwiatostanu). Haczyki umożliwiają przyczepianie się całych owocostanów do sierści zwierząt, które przenoszą je nawet na znaczne odległości.

Prawdopodobieństwo przeniesienia nasiona może zależeć m.in. od częstości spotkań z rozsiewającymi je zwierzętami. Częstość kontaktów z przenosicielem owocostanów jest większa dla roślin rosnących bezpośrednio w miejscach uczęszczanych przez zwierzęta (przy ścieżkach) niż dla roślin z pozostałych miejsc (oddalonych od ścieżek).

Ponieważ koszty produkcji nasion są wysokie, roślina powinna optymalizować sposób ich rozsiewania. Dla łopianu rosnącego w miejscu często odwiedzanym przez zwierzęta korzystne jest podzielenie sumy wkładanej w rozród energii na mniejsze ładunki. W ten sposób zmniejsza ona straty spowodowane trafieniem całego owocostanu na niesprzyjające warunki i dodatkowo pozwala jej to na zwiększenie zasięgu. Ta taktyka zmniejsza też konkurencję na nowym siedlisku pomiędzy kiełkującymi nasionami, pochodzącymi z jednego koszyczka.

Rośliny rosnące przy ścieżkach powinny więc wytwarzać więcej mniejszych owocostanów (zawierających mniejszą sumaryczną ilość energii). Mogą one osiągnąć to na dwa sposoby: zmniejszając liczbę nasion w owocostanie lub/i inwestując mniej energii w pojedyncze nasiona. Przeciwną strategię powinny obierać rośliny łopianu rosnące z dala od ścieżek, bo muszą wykorzystywać każdą nadarżającą się okazję do przeniesienia swych cennych nasion.

Rośliny nie mogą przewidzieć, gdzie trafią ich nasiona. Dobór powinien więc faworyzować rośliny, których potomstwo będzie zdolne do obierania odpowiedniej strategii rozsiewu nasion w zależności od siedliska.

Warunkiem stosowania tych odmiennych strategii jest zdolność roślin łopianu do odbierania informacji o rodzaju siedliska, w którym rośnie. Można przypuszczać, że informacją tą jest częstość mechanicznych urazów (potrącanie przez przechodzące zwierzęta, wiatr). Innym sygnałem może być natężenie światła.

MATERIAŁY I METODY

Nasiona łopianu zostaną zebrane w okolicy stacji naukowej w Krempnej w Beskidzie Niskim. Będziemy wybierać rośliny rosnące bezpośrednio przy ścieżkach oraz od ścieżek oddalone. Zbierzemy po trzy dojrzałe i suche owocostany z każdej badanej rośliny. Nasiona zawarte w owocostanach zostaną następnie zważone (ze względu na ograniczenia sprzętowe nasiona z trzech owocostanów zebranych z jednej rośliny będą wazone łącznie). Policzone zostaną również nasiona w owocostanach. Planujemy przebadać w ten sposób po dwadzieścia roślin z obu środowisk.

ANALIZY SATYSTYCZNE

Za pomocą testu t-Studenta zostanie porównana średnia masa nasion w trzech owocostanach łopianu dla roślin rosnących na ścieżkach i poza nimi. Ten sposób porównamy również średnią liczbę nasion.

Dodatkowo przeprowadzona zostanie analiza kowariancji, w której zbadany zostanie wpływ obu siedlisk na zależność średniej masy jednego nasiona od całkowitej liczby nasion w owocostanach (zmienna zależna - średnia masa jednego nasiona; zmienna niezależna - liczba nasion (w trzech owocostanach); zmienna jakościowa - rodzaj siedliska). Analiza zostanie przeprowadzona przy użyciu programu Statistica 6.0.

OGÓLNE PRZEWIDYWANIA

Przewidujemy, że rośliny rosnące przy ścieżkach będą przyjmowały odmienną strategię rozsiewania nasion w porównaniu do roślin rosnących z dala od ścieżki. Spodziewamy się, że owocostany roślin rosnących z dala od miejsc uczęszczanych przez zwierzęta będą zawierać więcej lub/i większych nasion. W ten sposób rekompensują mniejsze prawdopodobieństwo przeniesienia owocostanu.

Raport

„Zależność między jakością owocostanu łopianu a rodzajem siedliska.”

STRESZCZENIE

Przeprowadzono badania dotyczące zależności między masą i liczbą nasion w owocostanach łopianu, pochodzących od roślin rosnących w różnych siedliskach. Siedliska te były zróżnicowane pod względem częstości spotkań z przenoszącymi czepne owocostany zwierzętami (w pobliżu i z dala od ścieżek). Wyniki przeprowadzonych badań nie wykazały istnienia takich zależności.

WSTĘP

Celem badań było porównanie strategii rozsiewania nasion przez rośliny łopianu większego (*Arctium lappa*). Łopian większy jest rośliną pospolicie występującą w całej Polsce, poza wyższymi partiami gór. Preferuje siedliska ruderalne, bogate w azot (Szwedler i Sobkowiak, 1998). Nasiona łopianu są zabrane w kuliste koszyczki, zaopatrzone w haczyki (łuski okrywki kwiatostanu). Haczyki umożliwiają przyczepianie się całych owocostanów do sierści zwierząt, które przenoszą je nawet na znaczne odległości.

Prawdopodobieństwo przeniesienia nasiona może zależeć m.in. od częstości spotkań z rozsiewającymi je zwierzętami. Częstość kontaktów z przenosicielem owocostanów jest większa dla roślin rosnących bezpośrednio w miejscach uczęszczanych przez zwierzęta (przy ścieżkach) niż dla roślin z pozostałych miejsc (oddalonych od ścieżek).

Ponieważ koszty produkcji nasion są wysokie, roślina powinna optymalizować sposób ich rozsiewania (Stearns, 1995). Dla łopianu rosnącego w miejscu często odwiedzanym przez zwierzęta korzystne jest podzielenie sumy wkładanej w rozród energii na mniejsze ładunki. W ten sposób

zmniejsza ona straty spowodowane trafieniem całego owocostanu na niesprzyjające warunki i dodatkowo pozwala jej to na zwiększenie zasięgu. Ta taktyka zmniejsza też konkurencję na nowym siedlisku pomiędzy kielkującymi nasionami, pochodzącymi z jednego koszyczka (Begon i in., 1999).

Rośliny rosnące przy ścieżkach powinny więc wytwarzać więcej mniejszych owocostanów (zawierających mniejszą sumaryczną ilość energii). Mogą one osiągnąć to na dwa sposoby: zmniejszając liczbę nasion w owocostanie lub/i inwestując mniej energii w pojedyncze nasiona. Przeciwną strategię powinny obierać rośliny łopianu rosnące z dala od ścieżek, bo muszą wykorzystywać każdą nadarżającą się okazję do przeniesienia swych cennych nasion.

Rośliny nie mogą przewidzieć, gdzie trafią ich nasiona. Dobór powinien więc faworyzować rośliny, których potomstwo będzie zdolne do obierania odpowiedniej strategii rozsiewu nasion w zależności od siedliska.

Warunkiem stosowania odmiennych strategii jest zdolność roślin łopianu do odbierania informacji o rodzaju siedliska, w którym rośnie. Można przypuszczać, że informacją tą jest częstość mechanicznych urazów (potrącanie przez przechodzące zwierzęta, wiatr). Innym sygnałem może być natężenie światła.

MATERIAŁY I METODY

Nasiona łopianu zostały zebrane w okolicy stacji naukowej w Krempnej w Beskidzie Niskim. Wybranych zostało 19 roślin rosnących bezpośrednio przy ścieżkach oraz 17 roślin od ścieżek oddalonych. Żeby uniknąć pobrania nasion od tych samych roślin, podczas pobierania prób poruszaliśmy się w górę doliny. Pobierano po trzy reprezentatywne, dojrzałe i suche owocostany z każdej badanej rośliny. Uważano przy tym, aby do badań nie wybrać owocostanów uszkodzonych albo takich, z których część nasion się wysypała.

Nasiona po ostrożnym wydobyciu z owocostanów zostały przeliczone i zważone. Nasiona ważono w naczynku pomiarowym (opakowanie po torebce herbaty). Do wyznaczenia masy użyto wagi sprężynowej. Dostępna waga pozwalała na pomiar masy w zakresie od do 5g z dokładnością do 0,05g. Aby zmniejszyć błąd pomiaru zdecydowano się ważyć łączną masę nasion zawartych w trzech owocostanach zerwanych z jednej rośliny. Liczba nasion była także obliczona dla trzech owocostanów z jednej rośliny.

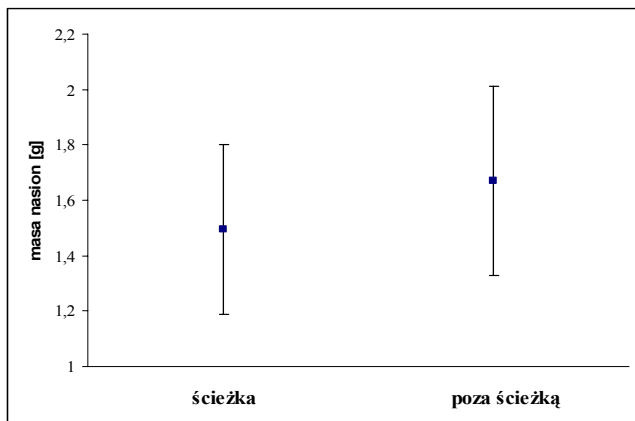
ANALIZY STATYSTYCZNE

Za pomocą testu t-Studenta została porównana średnia masa nasion w trzech owocostanach łopianu dla roślin rosnących na ścieżkach i poza nimi. Ten sposób porównano również średnią liczbę nasion (Łomnicki, 2000).

Dodatkowo przeprowadzono analizę kowariancji, w której zbadano wpływ obu siedlisk na zależność średniej masy jednego nasiona od całkowitej liczby nasion w owocostanach. Zmienną zależną była tu średnia masa jednego nasiona, którą obliczono dzieląc masę nasion przez ich liczbę (dla trzech owocostanów); zmienną niezależną była liczba nasion (w trzech owocostanach); zmienną jakościową był rodzaj siedliska. Analiza została przeprowadzona przy użyciu programu Statistica 6.0.

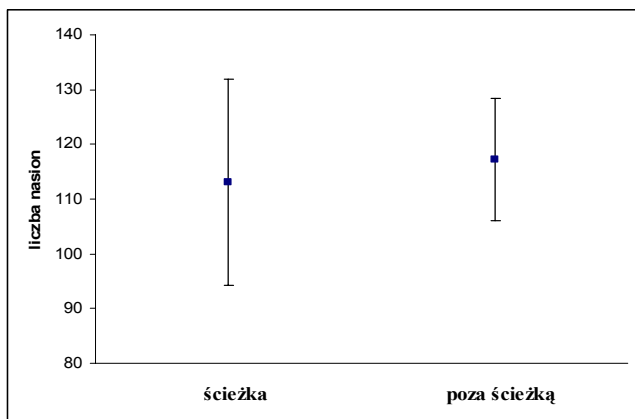
WYNIKI

Średnia masa nasion (zawartych w trzech owocostanach) wynosi odpowiednio (w gramach): $2,989 \pm 0,307$ dla roślin rosnących przy ścieżkach oraz $3,341 \pm 0,342$ dla roślin poza ścieżką. Wyniki te przedstawiono także na Ryc. 1. Przeprowadzony test t-Studenta nie wykazał istotnych różnic między badanymi grupami (na poziomie istotności $p=0,05$).



Rycina 1. Masa nasion łopianu zawartych w trzech owocostanach w zależności od rodzaju siedliska (średnia \pm odchylenie standardowe).

Obliczona średnia liczba nasion wynosi odpowiednio: $113,1 \pm 18,9$ dla roślin przy ścieżkach oraz $117,3 \pm 11,2$ dla roślin spoza ścieżki. Wyniki te obrazuje Ryc. 2. Również w tym wypadku nie wykryto różnic pomiędzy grupami (na poziomie istotności $p=0,05$).

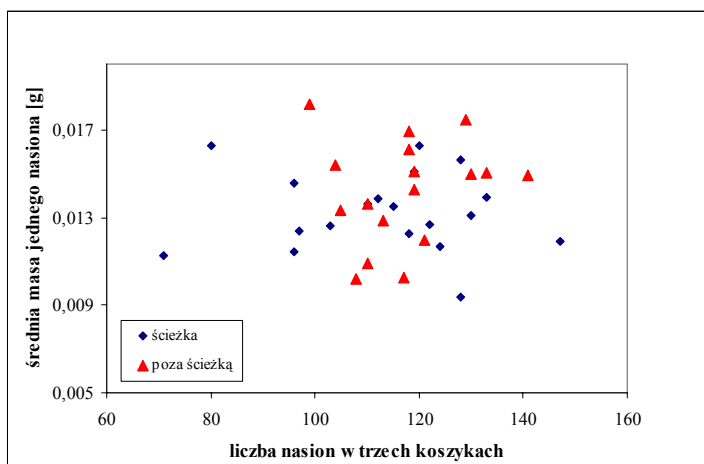


Rycina 2. Liczba nasion zawartych w trzech owocostanach w zależności od rodzaju siedliska (średnia \pm odchylenie standardowe).

Wyniki analizy kowariancji zamieszczono w Tab. 1. Wyniki analizy wskazują, że pomiędzy siedliskami średnia masa jednego nasiona nie różni się. Średnia masa jednego nasiona nie zależy również od ilości nasion w owocostanie (Ryc. 3).

Tabela 1. Wyniki analizy kowariancji.

	SS	df	MS	F	p
wyraz wolny	0,000065	1	0,000065	14,00950	0,000717
siedlisko	0,000002	1	0,000002	0,34809	0,559340
liczba nasion w trzech koszykach	0,000001	1	0,000001	0,25890	0,614369
interakcja pomiędzy siedliskiem i liczbą nasion w trzech koszykach	0,000003	1	0,000003	0,55289	0,462563
błąd	0,000148	32	0,000005		



Rycina 3. Zależność (a raczej jej brak☺) masy jednego nasiona od liczby nasion w owocostanie

DYSKUSJA

Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny łopianu rosnące w różnych warunkach siedliskowych nie różnicują strategii rozsiewania nasion. Rośliny rosnące z dala od ścieżki nie inwestują więcej w poszczególne koszyki nasienne w porównaniu do roślin rosnących przy ścieżkach. Co prawda, można się dopatrzeć (jeśli się bardzo chce☺), że masa nasion jest większa dla roślin rosnących z dala od ścieżki, ale różnica nie jest statystycznie istotna. Nie ma także różnic między średnią liczbą nasion w owocostanie.

Jest kilka przyczyn, które mogły wpłynąć na otrzymane wyniki. Przede wszystkim jest to zbyt mała wielość próby. Zwłaszcza, że obie badane wielkości wykazywały dużą zmienność wewnątrz grup. W celu pobrania reprezentatywnej dla obu siedlisk próby unikałyśmy roślin rosnących blisko siebie. Spowodowało to konieczność przeszukania dużego obszaru i czasochłonność badań. Innym wytłumaczeniem braku efektu jest możliwość, że rośliny łopianu nie rozróżniają, w którym z badanych typów siedlisk rosną.

W obu rodzajach siedlisk nie wykazano również istnienia zależności pomiędzy średnią masą pojedynczego nasiona a liczbą nasion w koszyku. Taki wynik nie świadczy jednak, że w tej sytuacji nie możemy mieć do czynienia z kompromisem pomiędzy liczbą nasion i ich jakością. Kompromis ten może przejawiać się nie dla pojedynczych owocostanów, ale dla całej rośliny i całkowitego jej sukcesu reprodukcyjnego. Nie mogliśmy jednak sprawdzić tej hipotezy w trakcie tych badań przez policzenie dodatkowo wszystkich owocostanów na roślinach. Część dojrzałych owocostanów mogła być bowiem wcześniej rozsiana przez zwierzęta.

LITERATURA

- Begon M., Mortimer M., Thompson D., 1999 – Ekologia populacji. Studium porównawcze zwierząt i roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Łomnicki A., 2000 – Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Stearns S., 1995 – The Evolution of Life Historie. Oxford University Press, Nowy Jork
- Szwedler I., Sobkowiak M., 1998 – Spotkania z przyrodą. Rośliny. Oficyna Wydawnicza MULTICO, Warszawa

Recenzje**Dr Wiesław Babik**

Autorki stawiają sobie za cel odpowiedź na pytanie, czy łopian większy różnicuje strategię rozsiewania nasion w zależności od środowiska w którym rośnie? Rośliny rosnące w pobliżu ścieżek, gdzie szansa, iż nasiona przyczepią się do sierści przechodzących ssaków byłaby większa, powinny produkować większą liczbę owocostanów zawierających mniej nasion, lub mniejsze nasiona, natomiast owocostany roślin rosnących z dala od ścieżek miałyby być większe, aby maksymalizować liczbę nasion rozsiewanych przez pojedyncze zwierzę.

Niestety, Autorki bardzo ogólnikowo opisują sposób rozsiewania nasion, np. nie piszą jakie ssaki najczęściej rozsiewają nasiona, nie piszą również, czy istnieją jakiegokolwiek dane na temat wykorzystania ścieżek (które są, jak sądzę wytworem działalności człowieka) przez zwierzęta-rozsiewaczy. Należałoby najpierw przetestować, lub też znaleźć w literaturze dane, czy rzeczywiście rośliny rosnące przy ścieżkach mają większą szansę na spotkanie ze zwierzęciem-rozsiewaczem.

Abstrakt

Nie zawiera żadnej próby wytłumaczenia uzyskanych wyników.

Zdanie *Siedliska te były zróżnicowane pod względem częstości spotkań z przenoszącymi czepne owocostany zwierzętami (w pobliżu i z dala od ścieżek)* jest nieuprawnione, gdyż Autorki nie przedstawiają żadnych danych umożliwiających weryfikację tej hipotezy.

Materiały i metody

- Zdanie *Żeby uniknąć pobrania nasion od tych samych roślin, podczas pobierania prób poruszaliśmy się w górę doliny* brzmi tajemniczo.
- Autorki piszą, że pobrały trzy reprezentatywne owocostany z każdej rośliny. Czy to znaczy, że spośród nieuszkodzonych owocostanów zawierających „pełną” liczbę nasion wybrały losowo trzy owocostany, czy też pod pojęciem „reprezentatywności” rozumieją coś innego?
- Nie podano dolnej granicy zakresu wagi.

Analizy statystyczne

- Brak jest testu zgodności rozkładu masy nasion z rozkładem normalnym. Wiadomo, iż test Studenta jest stosunkowo odporny na odstępstwa od normalności, ale kwestia ta powinna zostać przynajmniej wspomniana.
- Analiza kowariancji. Liczba nasion, zgodnie z opisem była zmienną towarzyszącą (ang. *covariate*) a nie niezależną, niezależną zmienną jakościową był rodzaj siedliska. Nie bardzo

rozumiem też powód, dla którego zastosowano średnią masę nasion jako zmienną niezależną, a liczbę nasion jako zmienną towarzyszącą. Przecież średnią masę nasion oblicza się dzieląc masę całkowitą przez liczbę nasion. Czy nie wystarczyłoby wziąć całkowitą masę nasion jako zmienną zależną i ich liczbę jako zmienną towarzyszącą?

Wyniki

- Dane przedstawione na Ryc. 1 nie są zgodne z podanymi w wynikach!
- Brakuje błędu standardowego średniej, co, w połączeniu z brakiem informacji o wartości p z testu Studenta utrudnia interpretację uzyskanych wyników. Nie wiadomo, jak bliskie istotności były wyniki testów. Dobrym rozwiązaniem byłoby umieszczenia na Ryc. 1 (z właściwymi danymi...) wykresu typu ramka-wąsy obrazującej średnią, jej błąd standardowy, oraz odchylenie standardowe lub zakres.
- Analiza kowariancji. Analiza, którą przedstawiono w wynikach nie jest tą samą analizą, jaką opisano w materiałach i metodach! Zmienna zależna *Średnia masa nasion* w ogóle w niej nie występuje (Tab. 1)!

Dyskusja

- Zdanie *Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny łopianu rosnące w różnych warunkach siedliskowych nie różnicują strategii rozsiewania nasion* umieszczone na początku Dyskusji jest nieco „na wyrost” – Autorki badały przecież tylko jeden z komponentów strategii.
- Wydaje mi się, że umieszczone w drugim akapicie dyskusji rozważania na temat przyczyn, dla których nie zaobserwowano oczekiwanej zależności mogłyby być pełniejsze. Nasuwają się przynajmniej dwa dodatkowe, a istotne wytłumaczenia: a) efektywność rozsiewania nasion przez zwierzęta nie jest czynnikiem ograniczającym sukces reprodukcyjny roślin rosnących w żadnym z badanych środowisk, b) efektywność rozsiewania jest czynnikiem różnicującym oba środowiska, ale rośliny rosnące z dala od ścieżek zwiększają szansę rozsiania nasion modyfikując inne parametry, niż badane przez Autorki, np. zwiększając „czepność” nasion czy też czas, w którym nasiona są zdolne do rozsiania.
- Autorki słusznie zauważają, że parametry, które badały, nie muszą odzwierciedlać całego sukcesu reprodukcyjnego rośliny. Z jednej strony dobrze, że zauważają taką możliwość, z drugiej strony szkoda, że nie spróbowały przy projektowaniu eksperymentu wybrać parametru lepiej mierzącego sukces reprodukcyjny.
- Brak jest perspektyw/wskazania kierunków przyszłych badań.

Joanna Rutkowska

Recenzowany raport dotyczy potencjalnych różnic w inwestycji w nasiona przez łopiany rosnące w siedliskach, cechujących się różnym prawdopodobieństwem rozsiania.

Tytuł sugeruje, że w zależności od jakości owocostanu łopian rośnie w różnych siedliskach. Powinno być odwrotnie.

Abstrakt pozwala przypuszczać, że autorki badały częstość spotkań łopianów ze zwierzętami w różnych siedliskach. Należy wyraźnie napisać, 1) jakie były przewidywania, 2) co było badane, 3) że przewidywania się nie potwierdziły (albo, że nie było zależności między, czym a czym).

Wstęp. Stwierdzenie o podziale energii wkładanej w rozród na mniejsze ładunki jest zabawne, ale niezręcznie napisane. Dobrze byłoby wyraźniej napisać, na jakie pytania odpowiada ta praca i jakie są przewidywania.

W tytule tabeli nie wystarczy napisać „wyniki analizy kowariancji”. Powinna się tam znaleźć przede wszystkim informacja, co było zmienną zależną. Niepotrzebne jest podawanie SS i MS i nie trzeba aż tylu miejsc dziesiętnych.

Nie trzeba pisać „Wyniki te obrazuje Ryc. 2”. Wystarczy dać nawias (Ryc. 2). Dyskusja napisana jest bardzo dobrze. Nic dodać nic ująć. Przedostanie zdanie, lepiej byłoby napisać zaczynając od „Hipotezę ta należałoby zbadać...”.

Podsumowując, uważam, że badania były pomysłowe. Przed ewentualnym przystąpieniem do kontynuowania projektu na większej próbie należałoby postarać się o bardziej dokładną wagę, aby można było ważyć poszczególne nasion. Powodzenia!

Ewa Barycka

Tytuł raportu nie precyzuje do końca problemu badań (zamiast słowa „jakość” można było podać badane parametry owocostanu, skoro nie są liczne). Warto też użyć w tytule łacińskiej nazwy badanego gatunku. W abstrakcie brak najważniejszych wniosków otrzymanych wyników. Cel pracy nie jest do końca sprecyzowany. Brakuje wskazania zróżnicowania siedliskowego badanych łopianów. Problem badań opisany we wstępie jest jasny i poparty literaturą. Znalazłam jednak pewną nieścisłość logiczną w stwierdzeniu o faworyzowaniu roślin, których potomstwo będzie zdolne do odbierania odpowiedniej strategii rozsiewu nasion. Z kontekstu tego zdania wynika, że dobór naturalny działa wstecz, co jest nieprawdą. Rozumiem, że intencje autorów były inne i jest to raczej błąd zapisu myśli. Niestety zwraca na siebie uwagę.

Badania przeprowadzone są poprawnie. A dyskusja klarownie tłumaczy otrzymane wyniki. Sugestia badań dodatkowych jest pocieszająca, ale sprawdzenie podanej hipotezy wiąże się z większymi ograniczeniami niż zasugerowano w raporcie. Należałoby uwzględnić jeszcze wielkość rośliny ze względu na wiek (a co za tym idzie zdolności reprodukcyjne), a także ze względu na otoczenie rośliny, mogące ograniczać jej rozwój.

Piotr Skórka

Zaletą raportu jest jego zwięzłość, jasno przedstawione cele i przewidywania oraz przejrzysta prezentacja wyników. Uwagę zwracają drobne niedociągnięcia, a przede wszystkim analiza statystyczna wyników.

Poniżej zawarłem szczegółowe uwagi.

Str. 2. zgubiono dolny zakres pomiarów dla użytej wagi.

Str. 2. połączenie danych może być mylące gdyż nie wiemy, tak naprawdę jak roślina inwestuje w rozwój nasion – a co jeżeli inwestuje w ten sposób, że zwiększa różnorodność masy i liczby nasion w różnych kwiatostanach na tej samej roślinie?

str 2 . Analizy statystyczne. O ile masa nasion mogła być faktycznie trudna do pomierzenia to jednak liczbę nasion na kwiatostanie dało się policzyć i zamiast uśredniać ten wynik i robić test t należało zrobić analizę wariancji z powtórzeniami. Mogłoby to ukazać dodatkowe źródło zmienności pochodzące ze zróżnicowania w liczbie nasion w obrębie osobnika.

Mam też poważną wątpliwość o uzasadnienie użycia analizy kowariancji. Analiza kowariancji zakłada, że linie regresji w obrębie grup są jednakowo nachylone. Czy to sprawdzono? A jeżeli faktycznie jest tak, że masa nasiona zależy od siedliska tylko, że zależności między masą nasiona a ich liczbą przedstawiają się inaczej w różnych siedliskach. Czy nie lepiej wobec tego byłoby porównać nachylenia linii regresji w obu grupach oddzielnie. Według hipotezy auterek należałoby się wówczas spodziewać, że nachylenie linii regresji w przypadku ścieżki powinno być mniejsze niż w przypadku łopianów rosnących z dala od ścieżki.

Str. 3. Wyniki. Masy podane w tekście są różne od tych na wykresie.

Str. 5. Dyskusja. Mam nadzieję, że nie zostaną uznany za starego wapniaka, ale dwa uśmiechnięte hipki, pomimo że są fajne, to w tekście pracy naukowej wyglądają trochę infantylnie i mało profesjonalne.

Podoba mi się, że autorki zdają sobie sprawę, iż badania nie obejmowały innych ważnych czynników, jak na przykład całkowitej liczby kwiatostanów na roślinie, co oczywiście w sposób znaczący osłabia wnioski wyciągane w dyskusji na temat taktyk reprodukcyjnych łopianu.

Ostateczna wersja raportu

„Zależności między rodzajem siedliska a jakością owocostanu łopianu”

STRESZCZENIE

Przeprowadzono badania dotyczące zależności między masą i liczbą nasion w owocostanach łopianu, pochodzących od roślin rosnących w różnych siedliskach. Siedliska te były zróżnicowane pod względem częstości spotkań z przenoszącymi czepne owocostany zwierzętami (w pobliżu i z dala od ścieżek). Przewidujemy, że rośliny rosnące przy ścieżkach będą przyjmowały odmienną strategię rozsiewania nasion w porównaniu do roślin rosnących z dala od ścieżki. Spodziewamy się, że owocostany roślin rosnących z dala od miejsc uczęszczanych przez zwierzęta będą zawierać więcej lub/i większych nasion. W ten sposób rekompensują mniejsze prawdopodobieństwo przeniesienia owocostanu. Wyniki przeprowadzonych badań nie wykazały istnienia takich zależności.

WSTĘP

Celem badań było porównanie strategii rozsiewania nasion przez rośliny łopianu większego (*Arctium lappa*). Łopian większy jest rośliną pospolicie występującą w całej Polsce, poza wyższymi partiami gór. Preferuje siedliska ruderalne, bogate w azot (Szwedler i Sobkowiak, 1998). Nasiona łopianu są zabrane w kuliste koszyczki, zaopatrzone w haczyki (łuski okrywy kwiatostanu). Haczyki umożliwiają przyczepianie się całych owocostanów do sierści zwierząt, które przenoszą je nawet na znaczne odległości.

Prawdopodobieństwo przeniesienia nasiona może zależeć m.in. od częstości spotkań z rozsiewającymi je zwierzętami. Częstość kontaktów z przenosicielem owocostanów jest większa dla roślin rosnących bezpośrednio w miejscach uczęszczanych przez zwierzęta (przy ścieżkach) niż dla roślin z pozostałych miejsc (oddalonych od ścieżek).

Ponieważ koszty produkcji nasion są wysokie, roślina powinna optymalizować sposób ich rozsiewania (Stearns, 1995). Dla łopianu rosnącego w miejscu często odwiedzanym przez zwierzęta

korzystne jest podzielenie sumy wkładanej w rozród energii na mniejsze ładunki. W ten sposób zmniejsza ona straty spowodowane trafieniem całego owocostanu na niesprzyjające warunki i dodatkowo pozwala jej to na zwiększenie zasięgu. Ta taktyka zmniejsza też konkurencję na nowym siedlisku pomiędzy kielkującymi nasionami, pochodzącymi z jednego koszyczka (Begon i in., 1999).

Rośliny rosnące przy ścieżkach powinny więc wytwarzać więcej mniejszych owocostanów (zawierających mniejszą sumaryczną ilość energii). Mogą one osiągnąć to na dwa sposoby: zmniejszając liczbę nasion w owocostanie lub/i inwestując mniej energii w pojedyncze nasiona. Przeciwną strategię powinny obierać rośliny łopianu rosnące z dala od ścieżek, bo muszą wykorzystywać każdą nadarzającą się okazję do przeniesienia swych cennych nasion.

Rośliny nie mogą przewidzieć, gdzie trafią ich nasiona. Dobór powinien więc faworyzować te rośliny, które są zdolne do obierania odpowiedniej strategii rozsiewu nasion w zależności od siedliska.

Warunkiem stosowania odmiennych strategii jest zdolność łopianu do odbierania informacji o rodzaju siedliska, w którym rośnie. Można przypuszczać, że informacją tą jest częstość mechanicznych urazów (potrącanie przez przechodzące zwierzęta, wiatr).

MATERIAŁY I METODY

Nasiona łopianu zostały zebrane w okolicy stacji naukowej w Krempnej w Beskidzie Niskim. Wybranych zostało 19 roślin rosnących bezpośrednio przy ścieżkach oraz 17 roślin od ścieżek oddalonych. Oba badane siedliska nie różniły się znacznie pod względem stopnia nasłonecznienia oraz rodzaju gleby (łopian występuje tylko na nasłonecznionych i wilgotnych stanowiskach) Żeby uniknąć pobrania nasion od tych samych roślin, podczas pobierania prób poruszaliśmy się w górę doliny (od stacji do przysiółka Żydowskie, wzdłuż strumienia). Pobierano w sposób losowy po trzy dojrzałe i suche owocostany z każdej badanej rośliny. Uważano przy tym, aby do badań nie wybrać owocostanów uszkodzonych albo takich, z których część nasion się wysypała.

Nasiona po ostrożnym wydobyciu z owocostanów zostały przeliczone i zważone. Nasiona ważono w naczynku pomiarowym (opakowanie po torebce herbaty). Do wyznaczenia masy użyto wagi sprężynowej. Dostępna waga pozwalała na pomiar masy w zakresie od 0 do 5g z dokładnością do 0,05g. Aby zmniejszyć błąd pomiaru zdecydowano się ważyć łączną masę nasion zawartych w trzech owocostanach zerwanych z jednej rośliny. Liczba nasion była także obliczona dla trzech owocostanów z jednej rośliny.

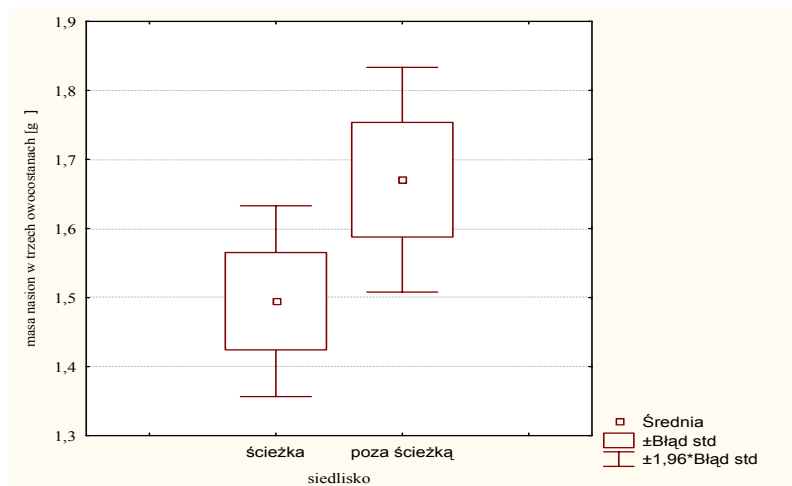
ANALIZY STATYSTYCZNE

Za pomocą testu t-Studenta została porównana średnia masa nasion w trzech owocostanach łopianu dla roślin rosnących na ścieżkach i poza nimi. Ten sposób porównano również średnią liczbę nasion (Łomnicki, 2000).

Dodatkowo przeprowadzono analizę kowariancji, w której zbadano wpływ obu siedlisk na zależność średniej masy jednego nasiona od całkowitej liczby nasion w owocostanach. Zmienną zależną była tu średnia masa jednego nasiona, którą obliczono dzieląc masę nasion przez ich liczbę (dla trzech owocostanów); zmienną towarzyszącą była liczba nasion (w trzech owocostanach); zmienną jakościową był rodzaj siedliska. Analiza została przeprowadzona przy użyciu programu Statistica 6.0.

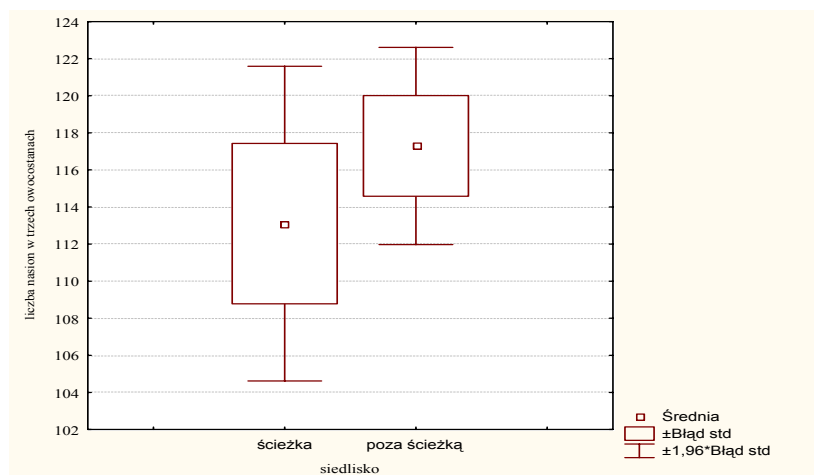
WYNIKI

Średnia masa nasion (zawartych w trzech owocostanach) wynosi odpowiednio (w gramach): $1,495 \pm 0,307$ dla roślin rosnących przy ścieżkach oraz $1,670 \pm 0,342$ dla roślin poza ścieżką (Ryc. 1). Przeprowadzony test t-Studenta nie wykazał istotnych różnic między badanymi grupami ($p=0,11$).



Rycina 1. Masa nasion lopianu zawartych w trzech owocostanach w zależności od rodzaju siedliska.

Obliczona średnia liczba nasion wynosi odpowiednio: $113,1 \pm 18,9$ dla roślin przy ścieżkach oraz $117,3 \pm 11,2$ dla roślin spoza ścieżki (Ryc. 2). Również w tym wypadku nie wykryto różnic pomiędzy grupami ($p=0,43$).

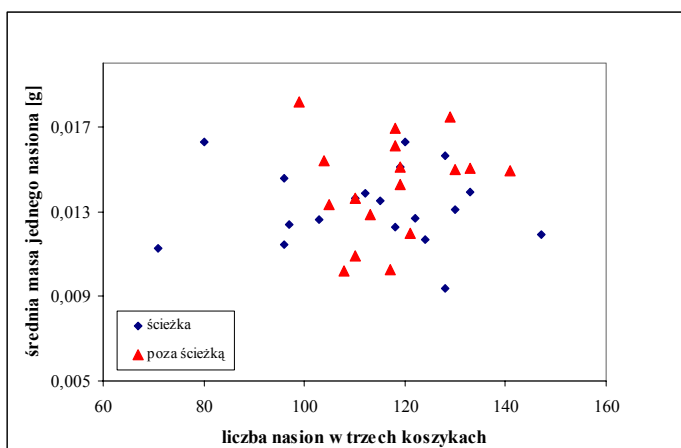


Rycina 2. Liczba nasion zawartych w trzech owocostanach w zależności od rodzaju siedliska.

Wyniki analizy kowariancji zamieszczono w Tab. 1. Wyniki analizy wskazują, że pomiędzy siedliskami średnia masa jednego nasiona nie różni się. Średnia masa jednego nasiona nie zależy również od ilości nasion w owocostanie (Ryc. 3).

Tabela 1. Zależność średniej masy jednego nasionka od całkowitej liczby nasion w koszyku i rodzaju siedliska..

	df	F	p
siedlisko	1	0,34809	0,559340
liczba nasion w trzech koszykach	1	0,25890	0,614369
interakcja pomiędzy siedliskiem i liczbą nasion w trzech koszykach	1	0,55289	0,462563
błąd	32		



Rycina 3. Zależność (a raczej jej brak 😊) masy pojedynczego nasiona od liczby nasion w owocostanie

DYSKUSJA

Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny łopianu rosnące w różnych warunkach siedliskowych nie różnią się badanym aspektem strategii rozsiewania nasion. Rośliny rosnące z dala od ścieżki nie inwestują więcej w poszczególne koszyki nasienne w porównaniu do roślin rosnących przy ścieżkach. Co prawda, można się dopatrzeć (jeśli się bardzo chce), że masa nasion jest większa dla roślin rosnących z dala od ścieżki, ale różnica nie jest statystycznie istotna. Nie ma także różnic między średnią liczbą nasion w owocostanie.

Jest kilka przyczyn, które mogły wpłynąć na otrzymane wyniki. Przede wszystkim jest to zbyt mała wielość próby. Zwłaszcza, że obie badane wielkości wykazywały dużą zmienność wewnątrz grup. W celu pobrania reprezentatywnej dla obu siedlisk próby unikałyśmy roślin rosnących blisko siebie. Spowodowało to konieczność przeszukania dużego obszaru i czasochłonność badań. Nie przypuszczamy natomiast, aby rośliny regulowały „czepność” owocostanów w zależności od częstości spotkań z przenosicielami (wstępne testy czepności, obserwacja haczyków). Innym wytłumaczeniem braku efektu jest możliwość, że rośliny łopianu nie rozróżniają, w którym z badanych typów siedlisk rosną.

W obu rodzajach siedlisk nie wykazano również istnienia zależności pomiędzy średnią masą pojedynczego nasiona a liczbą nasion w koszyku. Taki wynik nie świadczy jednak, że w tej sytuacji nie możemy mieć do czynienia z kompromisem pomiędzy liczbą nasion i ich jakością. Kompromis ten może przejawiać się nie dla pojedynczych owocostanów, ale dla całej rośliny i jej całkowitego sukcesu reprodukcyjnego. Nie mogliśmy jednak sprawdzić tej hipotezy w trakcie tych

badania przez policzenie dodatkowo wszystkich owocostanów na roślinach. Część dojrzałych owocostanów mogła być wcześniej rozsiana przez zwierzęta.

LITERATURA

Begon M., Mortimer M., Thompson D., 1999 – Ekologia populacji. Studium porównawcze zwierząt i roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Łomnicki A., 2000 – Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Stearns S., 1995 – The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, Nowy Jork

Szwedler I., Sobkowiak M., 1998 – Spotkania z przyrodą. Rośliny. Oficyna Wydawnicza MULTICO, Warszawa

4. POKRZYWY

Autorzy: Kasia Adamus i Joasia Rutkowska

(występujące także jako: Katarzyna A. M. Adamus i Joanna D. Rutkowska)

Projekt eksperymentu

„Czy pokrzywy przydomowe parzą bardziej od rosnących w lesie?”

WSTĘP

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica L.*) jest rośliną synantropijną, towarzyszącą człowiekowi ze względu na zawartość związków azotu w glebie w pobliżu osad ludzkich. Z jednej strony bliskość człowieka jest więc korzystna, z drugiej może ona jednak powodować, że rośliny są częściej niszczone przez człowieka. Pokrzywy bronią się przed wyniszczaniem za pomocą włosków parzących w których znajduje się kwas mrówkowy (Szwedler i Sobkowiak 1998). Wywołuje on lekki odczyn zapalny skóry człowieka: rumień, wysypkę oraz odczucie swędzenia i pieczenia. Wieloletnie doświadczenie uczy, iż wyżej wspomniane metody odstraszenia ludzi są skuteczne. Zdobyte przez nas wykształcenie karze przypuszczać, iż opisana metoda obronna pokrzyw jest dla niej kosztowna. Należy się zatem spodziewać, iż pokrzywy bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi parzą dotkliwiej, niż te, które są mniej narażone.

Pokrzywy rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie domostw są niewątpliwie bardziej zagrożone zniszczeniem niż te rosnące w lesie. Celem niniejszych badań jest testowanie hipotezy, iż pokrzywy przydomowe parzą bardziej niż pokrzywy w lesie. Proponowane eksperymenty pozwolą odpowiedzieć na pytania czy pokrzywy przydomowe: i) powodują większe subiektywne odczucie oparzenia; ii) powodują większy rumień i wysypkę.

MATERIAŁY I METODY

Badania zostaną przeprowadzone na dwóch grupach pokrzyw: leśnej, dziko rosnącej i przydomowej, z ogrodu. Badane pokrzywy zostaną zebrane w Krempnej: przydomowe z ogrodu przy Stacji Badawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego, a leśne z pobliskiego lasu, na pograniczu Magurskiego Parku Narodowego. Do doświadczenia zostaną użyte pędy o długości około 20 cm, odcięte z roślin nie wyższych niż 50 cm. Siła parzenia będzie testowana na 10 osobach: sześciu kobietach i czterech mężczyznach.

Każda z osób testowana będzie dwa razy – na przedramionach i na skórze goleni. Kolejność testów/zabiegów będzie losowa, a odstęp między nimi to minimum trzy godziny.

Dana osoba parzona będzie równocześnie dwoma pokrzywami w wewnętrzną stronę prawego i lewego przedramienia (lub w prawy i lewy goleń) poprzez silne przeciągnięcie pokrzywą odpowiednio pochodzącą bądź z lasu bądź z ogrodu. Badani nie będą wiedzieli którą pokrzywą są parzeni w którą kończynę. Następnie zostanie im zadane pytanie: Czy odczuwasz pieczenie a jeśli tak, to na którym przedramieniu jest ono intensywniejsze. Po czasie 15 minut zostanie zmierzona suwmiarką największa szerokość odczynu zapalnego oraz ilość i średnica poszczególnych bąbli. Osoba dokonująca pomiaru odczynu i bąbli nie będzie wiedziała która pokrzywa wywołała mierzone przez nią odczyn.

Uczestnicy eksperymentu są ochotnikami i przed przystąpieniem do badań podpiszą pisemną zgodę na poddanie ich zabiegom kontrolowanego oparzenia pokrzywą (ku chwale Ojczyzny!).

ANALIZY STATYSTYCZNE

- i) Aby odpowiedzieć na pytanie który rodzaj pokrzyw wywołuje silniejsze subiektywne odczucie oparzenia, zastosujemy test znaków. W wypadku $N=10$, obszar krytyczny: $k=0, 1, 9, 10$.
- ii) Aby odpowiedzieć na pytanie, który rodzaj pokrzywy wywołuje większy rumień i wysypkę zastosujemy analizę wariancji. Czynniki ustalone: pochodzenie pokrzywy, miejsce oparzenia: na przedramieniu i na goleniu; czynnik losowy: osoba poddana oparzeniu. Zmienne zależne: wielkość rumieni i liczba bąbli oraz średnica poszczególnych bąbli (układ z powtórzeniami).

SPODZIEWANE WYNIKI

Oczekujemy, że pokrzywy rosnące w ogrodzie będą wywoływały dotkliwsze uczucie pieczenia i spowodują wystąpienie większego odczynu zapalnego.

Raport

„Czy pokrzywy przydomowe parzą bardziej od rosnących w lesie?”

STRESZCZENIE

Pokrzywy przydomowe są bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi niż pokrzywy rosnące w lesie. Aby testować hipotezę, że w związku z powyższym pokrzywy przydomowe parzą bardziej niż te rosnące w lesie przeprowadziliśmy eksperyment na ochotnikach – uczestnikach Kursu Biologii Ewolucyjnej i mieszkańcach Krempej. Każda z osób parzona była pokrzywami z obu siedlisk. Subiektywne odczucia badanych osób oraz pomiar odczynu alergicznego na skórze wykazały, że mieszkańców Krempej pokrzywy leśne parzą mniej niż ogrodowe, ale brak jest takich różnic w sile oparzenia wśród uczestników Kursu.

WSTĘP

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) jest rośliną synantropijną, towarzyszącą człowiekowi ze względu na zawartość związków azotu w glebie w pobliżu osad ludzkich. Z jednej strony bliskość człowieka jest więc korzystna, z drugiej może ona jednak powodować, że rośliny są częściej niszczone przez człowieka. Pokrzywy bronią się przed wyniszczaniem za pomocą włosków parzących, w których znajduje się kwas mrówkowy (Szwedler i Sobkowiak 1998). Wywołuje on lekki odczyn zapalny skóry człowieka: rumień, wysypkę oraz odczucie swędzenia i pieczenia. Wieloletnie doświadczenie uczy, iż wyżej wspomniane metody odstraszenia ludzi są skuteczne. Efektywne jest i) szybkie wywoływanie odczucia parzenia, ponieważ intruz momentalnie powstrzymuje się przed uszkodzeniem rośliny oraz ii) wywoływanie długotrwałego odczynu zapalnego gdyż w przyszłości potencjalny intruz unika rośliny. Zdobyte przez nas wykształcenie karze przypuszczać, iż opisane metody obronne pokrzywy są dla niej kosztowne. Należy się zatem spodziewać, iż pokrzywy bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi parzą dotkliwiej, niż te, które są mniej narażone (Krebs 1996).

Pokrzywy rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie domostw są niewątpliwie bardziej zagrożone zniszczeniem niż te rosnące w lesie (wywiad środowiskowy). Celem niniejszych badań było testowanie hipotezy, iż pokrzywy przydomowe parzą bardziej niż pokrzywy w lesie. Badano czy pokrzywy przydomowe: i) powodują większe subiektywne odczucie oparzenia; ii) powodują większy rumień i wysypkę.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzone zostały na dwóch grupach pokrzyw: leśnej, dziko rosnącej i przydomowej, z ogrodu. Badane pokrzywy były zebrane w Krempnej: przydomowe z ogrodu przy Stacji Badawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego, a leśne z pobliskiego lasu, na pograniczu Magurskiego Parku Narodowego. Do doświadczenia zostały użyte pędy o długości około 20 cm, odcięte z roślin nie wyższych niż 70 cm. Siła parzenia była testowana na 19 osobach: dziesięciu uczestnikach Kursu Biologii Ewolucyjnej i dziewięciu mieszkańcach Krempnej.

Każdy z uczestników Kursu testowany był dwa razy – na przedramionach i na skórze goleni. Kolejność testów/zabiegów była losowa, a odstęp między nimi to minimum trzy godziny. Mieszkańcy Krempnej byli testowani tylko na przedramionach. Dana osoba parzona była równocześnie dwoma pokrzywami w wewnętrzną stronę prawego i lewego przedramienia (ew. w prawy i lewy goleń) poprzez silne przeciągnięcie pokrzywą odpowiednio pochodzącą bądź z lasu bądź z ogrodu. Badani nie wiedzieli, którą pokrzywą byli parzeni w którą kończynę. Następnie zadane im zostało pytanie: Czy odczuwasz pieczenie a jeśli tak, to na którym przedramieniu (goleniu) jest ono intensywniejsze. Po czasie około 15 minut zmierzono suwmiarką największą szerokość odczynu zapalnego (pomiar dokonany prostopadle do kierunku przeciągnięcia pokrzywą) oraz ilość i średnica poszczególnych bąbli. Osoba dokonująca pomiaru odczynu i bąbli nie była świadoma, która pokrzywa wywołała mierzony przez nią odczyn.

Uczestnicy eksperymentu byli ochotnikami i przed przystąpieniem do badań podpisali pisemną zgodę na poddanie ich zabiegom kontrolowanego oparzenia pokrzywą.

ANALIZY STATYSTYCZNE

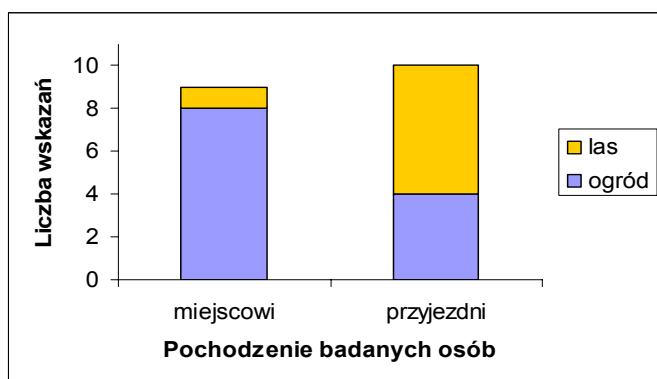
i) Aby odpowiedzieć na pytanie który rodzaj pokrzyw wywołuje silniejsze subiektywne odczucie oparzenia, zastosowaliśmy test znaków. Aby sprawdzić potencjalne różnice w odczuciach osób przyjezdnych (z Kursu) i mieszkańców Krempnej zastosowaliśmy test różnic między proporcjami w dwóch próbach. Testy te przeprowadzone były tylko dla oparzeń na przedramionach.

ii) Aby odpowiedzieć na pytanie, który rodzaj pokrzywy wywołuje większy rumień i wysypkę zastosowaliśmy analizę wariancji. Czynniki ustalone: siedlisko pokrzywy, pochodzenie osoby, miejsce oparzenia; czynnik losowy: osoba poddana oparzeniu, zagnieżdżona w czynniku pochodzenie. Zmienne zależne: liczba bąbli, średnica poszczególnych bąbli (układ z powtórzeniami) oraz szerokość rumieni.

WYNIKI

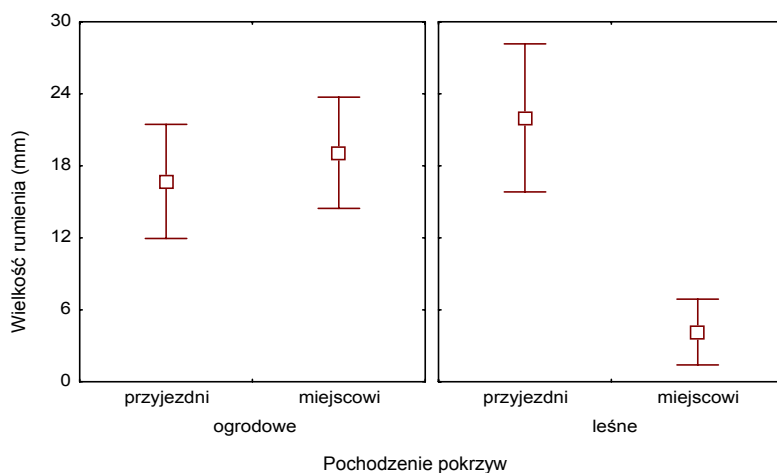
Siedem z 19 badanych osób stwierdziło, iż bardziej piecze je ręka oparzona pokrzywą z lasu. Nie pozwoliło to wykazać istotnej różnic w odczuciu siły parzenia pokrzyw przydomowych i leśnych. Jednakże stwierdziłyśmy, że relatywne odczucie siły oparzenia zależy od miejsca pochodzenia badanych osób (test dla proporcji: $P=0,041$; Ryc. 1). Mieszkańcy Krempnej jako

bardziej parzące wskazywali pokrzywy zerwane w ogrodzie, a osoby przyjezdne nie odczuwały istotnych różnic (Ryc. 1).

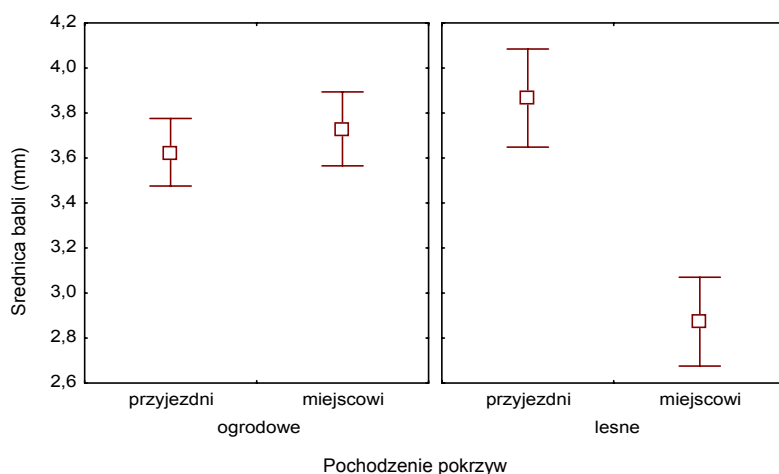


Rycina 1. Subiektywne odczucia siły oparzenia pokrzywami pochodzącymi z lasu i z ogrodu w dwóch grupach ochotników.

Liczba bąbli wywołanych oparzeniem pokrzywą nie zależy od miejsca jej zerwania (Tabela 1). Średnica bąbli nie różni się istotnie w zależności od miejsca zerwania pokrzywy, ale jest zależna od interakcji tego czynnika z pochodzeniem badanej osoby (Tabela 1). U osób z Krempej bąble po poparzeniu pokrzywą z lasu były wyraźnie mniejsze niż po poparzeniu pokrzywą z ogrodu, podczas gdy u osób przyjezdnych nie obserwowano takich różnic (Ryc. 2). Ponieważ szerokość rumieni zależy od liczby bąbli, czynnik ten został uwzględniony w analizie. Wykazała ona, że szerokość rumieni jest większa na rękach niż na goleniach, ale nie zależy od miejsca pochodzenia pokrzywy. Interakcja miejsca zerwania pokrzywy z miejscem pochodzenia badanej osoby jest na granicy istotności (Tabela 1; Ryc.3). Nie udało się zmierzyć siły odczynu jednej osoby, gdyż badany mężczyzna (ochotnik numer 9) zapragnął zaprezentować pokrzywy z własnej zagrody i w sposób niekontrolowany oparzył siebie oraz autorki raportu całym pękiem pokrzyw. (Rzeczywiście wyjątkowo zjadliwe!)



Rycina 2. Średnica bąbli wywołanych oparzeniem pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu w dwóch grupach ochotników.



Rycina 3. Wielkość rumieni wywołanych oparzeniem pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu w dwóch grupach ochotników. Średnia \pm SE.

Tabela 1. Wpływ siedliska pokrzywy i pochodzenia osoby na siłę odczynu alergicznego wywołanego poparzeniem.

Zmienna zależna	Czynniki	df	F	P
Liczba bąbli	Siedlisko	1, 35	0,67	0,420
	Pochodzenie osoby	1, 35	0,87	0,357
	Siedlisko \times Pochodzenie osoby	1, 35	3,47	0,071
	Kończyna	1, 35	3,24	0,081
	Osoba (Pochodzenie)	16, 35	0,86	0,614
Średnica bąbli	Siedlisko	1, 169	0,86	0,355
	Pochodzenie osoby	1, 169	0,86	0,356
	Siedlisko \times Pochodzenie osoby	1, 169	6,22	0,014
	Kończyna	1, 169	0,03	0,857
	Osoba (Pochodzenie)	15, 169	2,06	0,014
Szerokość rumieni	Siedlisko	1, 34	1,47	0,234
	Pochodzenie osoby	1, 34	1,89	0,179
	Siedlisko \times Pochodzenie osoby	1, 34	3,13	0,086
	Kończyna	1, 34	7,47	0,010
	Osoba (Pochodzenie)	16, 34	1,20	0,317
	Liczba bąbli	1, 34	28,48	<0,0001

DYSKUSJA

Pokrzywy rosnące w lesie parzą równie silnie, jak pokrzywy rosnące w ogrodzie. Jednocześnie stwierdziłyśmy, że mieszkańcy Krempnej wskazują jako bardziej parzące pokrzywy rosnące w ogrodach, natomiast uczestnicy Kursu nie czuli różnic w oparzeniu pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu. Pomiary odczynu skórno wywołanego oparzeniem potwierdził te wyniki – pokrzywy z lasu wywołały słabszy odczyn niż te z ogrodu tylko u osób miejscowych.

Uczestnicy Kursu pochodzą z miasta i mają mniejszą styczność z pokrzywami. To może powodować, że ich odczucia pieczenia i intensywność reakcji alergicznej na badane dwie grupy pokrzyw są zbliżone. Natomiast mieszkańcy Krempnej mają częstszą możliwość sparzenia się

pokrzywami w czasie codziennej pracy, co może powodować, że są bardziej wrażliwi na subtelne różnice w sile parzenia pokrzyw. Wywoływanie silnego subiektywnego odczucia oparzenia jest bardzo ważne dla dostosowania pokrzywy, gdyż decyduje o tym, iż człowiek – intruz momentalnie powstrzymuje się od niszczenia roślin.

Ze względów bezpieczeństwa (tj. z obawy przed zbyt bliską zażyłością) nie badałyśmy mieszkańców Krempnej testem oparzeń na goleniach. Zdajemy sobie sprawę z faktu, że pomiary oparzeń na ich nogach dałyby pełniejszy obraz siły parzenia pokrzyw. Zaznaczyć jednak należy, że analizy statystyczne uwzględniły to, że część osób badana była tylko na przedramionach. W tym miejscu odczyn alergiczny jest silniejszy niż na goleniach (patrz wyniki analizy szerokości rumieni), dlatego wywiad zebrany po oparzeniach przedramion pozwolił oszacować subiektywne odczucia badanych osób.

Podsumowując, nasze badania wskazują, iż strategia obronna pokrzyw rosnących przy domu jest różna od strategii pokrzyw z lasu, ale subtelne różnice w sile ich parzenia odczuwalne są tylko przez osoby mające częstą styczność z tym roślinami. Należy się spodziewać, że uczestnicy Kursu też byliby w stanie odczuwać różnice w sile parzenia, gdyby mieli częstszy kontakt z pokrzywami. Dalsze badania powinny odpowiedzieć na pytanie, po jakim czasie nabywa się zdolności rozróżniania pokrzyw po sile ich parzenia.

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękujemy wszystkim Ochotnikom za ofiarny udział w eksperymencie ☺

LITERATURA

Krebs, C.J. 1996. Ekologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, str. 269–271

Szwedler, I., Sobkowiak, M. 1998. Spotkania z przyrodą. Rośliny. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa

Recenzje

Marcinek Czarnołęski

Uwagi ogólne:

Autorki projektu jasno sformułowały swój cel badawczy: sprawdzenie czy pokrzywy rosnące w lesie mają takie same właściwości parzące co pokrzywy zasiedlające tereny przydomowych ogrodów. Nie mam poważnych zastrzeżeń dotyczących zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu testującego główną hipotezę badawczą. Autorki zadbały nawet o pisemną zgodę ochotników na traktowanie truciznami! Uważam również wyniki badań za ciekawe. Czuję się natomiast zawiedziony ich dyskusją. Główny wynik wskazuje na to, że rzeczywiście oparzenia pokrzywami leśnymi w porównaniu do oparzeń roślin z ogrodu mogą powodować (zarówno subiektywnie jak i obiektywnie stwierdzone) słabsze reakcje dyskomfortu u ludzi. Autorki jednak skupiły się głównie na dyskusji różnic w odczuwaniu oparzeń u osób przyjezdnych i miejscowych (skądinąd to zaskakujący wynik). Głównym tematem badań natomiast było porównanie pokrzyw z dwóch siedlisk. We wstępie autorki powołując się na „zdobyte przez nas wykształcenie” zapowiedziały, że wiedzą, iż inwestycje w obronę mogą być kosztowne, jednakże

nie rozwijają tego ciekawego problemu w dyskusji. Odkryte różnice we właściwościach pokrzyw mogą świadczyć o różnych nakładach na obronę, a co za tym idzie mieć odbicie w rozwoju innych kosztownych cech i wpływać na zróżnicowanie strategii życiowych pokrzyw w lesie i ogrodzie. Bardzo interesująca perspektywa ewentualnych dalszych badań.

Uwagi szczegółowe:

1. Wstęp:

1.1 Zastanawiam się czy właściwości parzące pokrzyw to cecha, której ewolucja była napędzana głównie zagrożeniem ze strony człowieka (akapit 1).

2. Metody

2.1 Uczestnicy kursu byli parzeni dwukrotnie: raz w ramię a raz w goleń, przy czym kolejność parzenia kończyn była losowa, a odstęp między parzeniami trwał 3 godziny. Jednocześnie mieszkańcy wsi parzeni byli tylko w ramię. Nie mam pewności czy procedura ta pozwalała na traktowanie wszystkich ochotników tej samej jakości pokrzywami (czy te użyte za trzy godziny nie były odwodnione?). Moim zdaniem procedura ta co najmniej zwiększa wariancję danych w grupie osób z kursu. Aby zmniejszyć komplikacje zrezygnowałbym z parzenia goleni i ramion.

2.2 Nie wiadomo jaki program statystyczny zastosowano do analiz.

2.3 Pokrzywy zmieniają swoje właściwości toksyczne w ciągu cyklu życiowego. Czy rośliny z lasu i ogrodu były w tym samym momencie cyklu, co umożliwiłoby sprawdzenie rzeczywiście różnic w toksyczności. Inaczej na wyniki może mieć wpływ po prostu przesunięcie cyklu życiowego roślin w tych siedliskach.

2.4 Czy sprawdzone były założenia analizy wariancji.

2.5 Średnice poszczególnych bąbli u jednej osoby były traktowane jak powtórzenia. Zabiegiem było parzenie osoby jedną łądęgą, powtórzeniem byłoby powtórne parzenie kolejną łądęgą, a nie kolejne bąble pochodzące z jednego parzenia. Moim zdaniem właściwie byłoby obliczyć średnią średnicę bąbla u każdej osoby i traktować ją jako pomiar bez powtórzeń. Można by postąpić jeszcze radykalniej (patrz 3.4).

3. Wyniki

3.1 Niejasny podpis Ryc. 1, wskazanie dotyczy rośliny silniej parzącej?

3.2 Przedstawione wyniki testu różnic proporcji wykazały różną reakcję na rośliny z 2 siedlisk osób pochodzących z Krępnej i przyjezdnych. Nie pozwalają one jednak na stwierdzenie, że „osoby przyjezdne nie odczuwały istotnych różnic” między pokrzywami z 2 siedlisk (akapit 1). Na takie stwierdzenie pozwalałby osobny test czy proporcja wskazań w grupie z Krępnej istotnie różni się od 0,5.

3.3 Skąd wiadomo, że „szerokość rumieni zależy od liczby bąbli”. Jeżeli takie były podejrzenia, kwestia włączenia tego czynnika do analizy powinna być omówiona w metodach.

3.4 Poszczególnych miar reakcji na pokrzywy nie należy traktować niezależnie. Zamiast przeprowadzać trzy analizy wariancji (które nie są wówczas niezależne) można by wyznaczyć indeks reakcji na pokrzywy. Przeprowadzając uprzednio Analizę Głównych Składowych dla liczby i wielkości bąbli oraz szerokości rumieni, użyć wartości Głównych Składowych jako miary reakcji na pokrzywę i przeanalizować je jedną analizą wariancji.

3.5 Na ryc. 2 i 3 nie wiadomo czym są zaznaczone przedziały wokół średnich (ale czy są to w ogóle średnie?). Z opisu Tabeli 1 nie wiadomo jakiej analizy statystycznej są to wyniki.

Piotr Skórka

Raport bardzo mi się podoba, jest napisany przejrzysto, hipotezy i cele są formułowane jasno, prezentacja wyników i ich interpretacje jest zrozumiała i logiczna. Poza tym odrobina wywarzonego humoru sprawiają, że raport czyta się bardzo dobrze.

Moje krytyczne uwagi są następujące.

Słabość zaprezentowanych wyników polega na tym, że dwa rodzaje pokrzyw były pobierane tylko z jednego stanowiska, tak więc trudno je uznać za reprezentatywne dla populacji pokrzyw ogrodowych i leśnych w Krempej. Wiele niekontrolowanych czynników związanych ze stanowiskami mogło wpłynąć na „zjadliwość” roślin. Aby wnioski mogły być mocniejsze należało użyć roślin rosnących w kilku ogrodach i w kilku miejscach w lesie, a następnie uwzględnić to jako czynnik losowy w analizie.

Ponadto „przyjezdni” byli grupą bardzo niehomogeniczną, pochodzą z różnych miejsc w Polsce, co pewno też mogło mieć wpływ na wyniki, ale tego efektu, akurat nie dałoby się wyeliminować w tych badaniach.

Poza tym w tekście znalazłem dwie „literówki”

Joanna Bobula

Kasia Adamus i Joasia Rutkowska (małe dziewczynki?) chciały w swym projekcie sprawdzić, czy pokrzywy z ogrodu parzą mocniej od tych z lasu. Pomysł wydaje się zajmujący, jest jasno przedstawiony a plan wykonania eksperymentu pozwala na jego realizację, z pewnymi jednak zastrzeżeniami. Autorki nie podały możliwego mechanizmu, dzięki któremu pokrzywy mogłyby stwierdzać że są bardziej narażone na zniszczenie. Nie wiem też dlaczego to zagrożenie zostało ograniczone tylko do bezpośredniej działalności człowieka, a zupełnie pominięte chociażby roślinożerne zwierzęta gospodarskie towarzyszące człowiekowi, takie jak np., krowy. Zabawny wydaje się również podział pokrzyw na leśne, dziko rosnące oraz przydomowe, z ogrodu. Czyżby te w ogrodzie były uprawiane? Autorki nie podały też, dlaczego wysokość roślin, z których pobierały fragmenty pędów, były ograniczone do 70 cm.

Jednak najpoważniejszym zarzutem do powyższego projektu jest pytanie zadawane ochotnikom: “Czy odczuwasz pieczenie, a jeśli tak, to na którym przedramieniu (goleniu) jest ono intensywniejsze?” sugerujące wręcz, że jeśli odczuwają pieczenie, to jest ono różne dla porównywanych odczuć z prawej lub lewej kończyny. Mam nadzieję, że jest to tylko niezręczne sformułowanie na papierze, a ochotnikom w rzeczywistości był zadawane inne pytanie, nic nie sugerujące, np.: “Czy odczuwasz pieczenie? Czy odczuwasz jakieś różnice w pieczeniu pomiędzy prawym a lewym przedramieniem (goleniem)? A jeśli tak to, na którym przedramieniu (goleniu) pieczenie jest intensywniejsze?”. Bo w innym przypadku przeprowadzony eksperyment jest zupełnie niewiarygodny i potwierdzałby jedynie to, że pokrzywy parzą, co już najstarsi górale wiedzieli.

Katarzyna Tomala

Opisane badania podobają mi się. Pomimo usilnych prób nie udało mi się znaleźć w nich błędów (poza jednym ortograficznym☺). Wydaje mi się, że są dobrze zaplanowane i wykonane. Nie czuję się natomiast na siłach, aby oceniać poprawność zastosowanych testów statystycznych.

Zastanawiam się, czy rzeczywiście pokrzywie rosnącej w ogrodzie może opłacać się parzyć silniej. Przecież wtedy poszkodowany gospodarz wprawdzie odskoczy od rośliny szybciej, ale też lepiej będzie pamiętał, aby ją skosić przy najbliższej okazji. Być może różnice w zjadliwości pokrzyw są spowodowane lepszymi warunkami panującymi w ogrodzie (więcej światła, albo azotu).

Tomasz Wilk

Recenzowany projekt sprawdza hipotezę o wpływie miejsca pochodzenia pokrzywy na siłę parzenia.

Ogólny schemat raportu jest poprawny. Abstrakt napisany jest zwięźle i treściwie.

We wstępie Autorki oprócz ogólnych informacji o badanym gatunku kreślą teoretyczne założenia tłumaczące potencjalnie większą zjadliwość 'przydomowych' pokrzyw. Autorki sugerują, że pokrzywy 'przydomowe' są bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi i dlatego parzą mocniej. Można jednak sądzić, że człowiek jeśli zechce usunąć pokrzywę ze swojego otoczenia, zrobi to bez względu na jej siłę parzenia. Należałoby więc wspomnieć, że zwiększona zjadliwość jest potencjalna odpowiedzią nie tyle na kontakty z człowiekiem (chyba że z dziećmi), ale raczej na częstsze kontakty ze zwierzętami domowymi.

W rozdziale Materiały i Metody brak większych uchybień, może jedynie warto uargumentować, dlaczego odczyn mierzono akurat po 15 minutach.

Proponowane analizy statystyczne wydają się być poprawne. Także rozdział Wyniki jest klarowny i nie zauważono w nim większych niedociągnięć, a otrzymane wyniki, wskazujące, że 'tubylcy' inaczej niż 'przyjezdni' reagują na poparzenia są naprawdę frapujące.

W Dyskusji Autorki starają się przekonać nas, że mieszkańcy Krempnej, mając częstszy kontakt z pokrzywami są bardziej wrażliwi na subtelne różnice w sile parzenia niż 'przyjezdni', co wyjaśniałoby uzyskane różnice między tymi dwoma grupami. Tłumaczenie to wydaje się jednak być mało intuicyjne – można sobie wyobrazić, że to właśnie osoby częściej parzone, mogą być niejako uodpornione (przynajmniej psychicznie) na poparzenia i zdolność ich odczuwania powinna być zmniejszona. Poza tym trzeba pamiętać, że obie grupy oprócz pochodzenia różniły się także znacznie wiekiem i stosunkiem płci (Rutkowska J. – inf. ustna), o czym, jako o czynnikach potencjalnie wpływających na uzyskane wyniki, należałoby wspomnieć. Największym jednak niedociągnięciem niniejszego projektu jest nieuwzględnienie czynnika jakości siedliska na siłę parzenia. Jeśli jedno z siedlisk jest np. zasobniejsze w substancje odżywcze, czy lepiej nasłonecznione, może to wpływać na ilość produkowanego kwasu mrówkowego. Różnice uzyskane między dwoma badanymi siedliskami nie muszą więc wskazywać na zróżnicowaną strategię obronną, jak sugerują to Autorki, lecz wynikać po prostu z wpływu jakości siedliska na rośliny.

Podsumowując, projekt testuje ciekawą hipotezę, a przedstawienie wyników zarówno od strony formalnej jak i merytorycznej nie budzi większych zastrzeżeń. Na szczególną uwagę zasługuje fakt zebrania tak dużej liczby ochotników, do (nie da się ukryć) nieprzyjemnych testów, co zresztą Autorki opłaciły poparzeniem wyjątkowo zjadliwą pokrzywą z ogródka ochotnika nr 9.

Niestety wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników jest zbyt daleko idące – układ eksperymentalny w zaproponowanej formie nie jest w stanie wyjaśnić, czy różnice w zjadliwości pokrzyw z dwóch siedlisk są zróżnicowaną strategią obronną, czy wpływem jakości siedliska.

Anna Stefanowicz

Trzeba przyznać, że projekt jest ciekawy i niewątpliwie oryginalny, niemniej jednak pewne założenia poczynione we wstępie są błędne, a wnioski wyciągane w dyskusji są nie do końca logiczne.

- 1) Nie można stwierdzić, że na skutek szybkiego wywołania odczucia parzenia intruz powstrzyma się przed uszkodzeniem rośliny. Na ogół efekt jest wręcz odwrotny – intruz (człowiek) niszczy roślinę, żeby nie zostać poparzoną następnym razem. Oczywiście, dotyczy to głównie pokrzyw przydomowych – szczególnie, jeśli rosną w pobliżu np. krzewów owocowych, z których właśnie zbiera się owoce. Nie można się spodziewać, że intruz (człowiek) zamiast zniszczyć pokrzywę zrezygnuje ze zbierania owoców. Innymi słowy – pokrzywa jest niszczone właśnie dlatego, że parzy.
- 2) Należy wziąć pod uwagę, że przy ręcznym parzeniu pokrzywą siłą nacisku pokrzywy na skórę przy przeciągnięciu może być różna. Prawdopodobnie nawet przy niewielkich różnicach w sile przeciągania, mogą wystąpić znaczne różnice w efektach takich jak rumienie i bąble.
- 3) Wrażliwość skóry może zależeć od płci. Należałoby zrobić badania na osobnikach jednej, wybranej płci lub na obu z uwzględnieniem podziału na płcie w wynikach badań.
- 4) W dyskusji napisano, że mieszkańcy Krempnej mają częstszy kontakt z pokrzywami i dlatego są bardziej wrażliwi na subtelne różnice w sile parzenia pokrzyw. Należy przemyśleć tę kwestię jeszcze raz, gdyż logiczne wydaje się, że raczej osoby mające rzadszy kontakt z pokrzywami będą bardziej wrażliwe na te różnice.
- 5) Trzeba zwracać uwagę na słownictwo – „podpisanie pisemnej zgody” to tzw. masło maślane ;)

Ostateczna wersja raportu

„Czy pokrzywy przydomowe parzą bardziej od rosnących w lesie?”

STRESZCZENIE

Pokrzywy przydomowe są bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi niż pokrzywy rosnące w lesie. W związku z powyższym wysunęliśmy hipotezę, że pokrzywy przydomowe parzą bardziej niż te rosnące w lesie. Aby to zbadać przeprowadziliśmy eksperyment na ochotnikach – uczestnikach Kursu Biologii Ewolucyjnej i mieszkańcach Krempnej. Każda z osób parzona była pokrzywami z obu siedlisk. Subiektywne odczucia badanych osób oraz pomiar odczynu alergicznego na skórze wykazały, że mieszkańców Krempnej pokrzywy leśne parzą mniej niż ogrodowe, ale brak jest takich różnic w sile oparzenia wśród uczestników Kursu.

WSTĘP

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) jest rośliną synantropijną, towarzyszącą człowiekowi ze względu na zwiększoną zawartość związków azotu w glebie w pobliżu osad

ludzkich. Z jednej strony bliskość człowieka jest więc korzystna, z drugiej może ona jednak powodować, że rośliny są częściej niszczone przez człowieka i zwierzęta hodowlane. Pokrzywy bronią się przed wyniszczaniem za pomocą włosków parzących, w których znajduje się kwas mrówkowy (Szwedler i Sobkowiak 1998). Wywołuje on lekki odczyn zapalny skóry człowieka: rumień, wysypkę oraz odczucie swędzenia i pieczenia. Wieloletnie doświadczenie uczy, iż wyżej wspomniane metody odstraszenia ludzi są skuteczne. Efektywne jest i) szybkie wywoływanie odczucia parzenia, ponieważ intruz momentalnie powstrzymuje się przed uszkodzeniem rośliny oraz ii) wywoływanie długotrwałego odczynu zapalnego gdyż w przyszłości potencjalny intruz unika rośliny. Zdobyte przez nas wykształcenie karze przypuszczać, iż opisane metody obronne pokrzywy są dla niej kosztowne. Należy się zatem spodziewać, iż pokrzywy bardziej narażone na zniszczenie przez ludzi parzą dotkliwiej, niż te, które są mniej narażone (Krebs, 1996).

Pokrzywy rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie domostw są niewątpliwie bardziej zagrożone zniszczeniem niż te rosnące w lesie (wywiad środowiskowy). Celem niniejszych badań było testowanie hipotezy, iż pokrzywy przydomowe parzą bardziej niż pokrzywy w lesie. Badano czy pokrzywy przydomowe: i) powodują większe subiektywne odczucie oparzenia; ii) powodują większy rumień i wysypkę.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzone zostały na dwóch grupach pokrzyw: leśnej, dziko rosnącej i przydomowej, z ogrodu. Badane pokrzywy były zebrane w Krempnej: przydomowe z ogrodu przy Stacji Badawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego, a leśne z pobliskiego lasu, na pograniczu Magurskiego Parku Narodowego. Do doświadczenia zostały użyte pędy o długości około 20 cm, odcięte z roślin nie wyższych niż 70 cm, nie kwitnących, aby ograniczyć się do roślin młodych. Siła parzenia była testowana na 19 osobach: w pierwszym dniu na dziesięciu uczestnikach Kursu Biologii Ewolucyjnej, a w drugim dniu na dziewięciu mieszkańcach Krempnej.

Każdy z uczestników Kursu testowany był dwa razy – na przedramionach i na skórze goleni. Kolejność testów była losowa, a odstęp między nimi to minimum trzy godziny. Do każdej tury badań wykorzystywaaliśmy świeżo zerwane pokrzywy. Mieszkańcy Krempnej byli testowani tylko na przedramionach. Dana osoba parzona była dwoma pokrzywami w wewnętrzną stronę prawego i lewego przedramienia (ew. w prawy i lewy goleń) poprzez silne przeciągnięcie pokrzywą odpowiednio pochodzącą bądź z lasu bądź z ogrodu. Osoba, która przeciągała pokrzywami po kończynach ani badani nie wiedzieli, którą pokrzywą byli parzeni. Następnie zadane im zostały pytania: Czy odczuwasz pieczenie? Czy odczuwasz różnice? Jeżeli tak, to, na które przedramię (goleń) parzy cię bardziej? Po czasie około 15 minut (standardowy czas w badaniach alergologicznych) zmierzono suwmiarką największą szerokość odczynu zapalnego (pomiar dokonany prostopadle do kierunku przeciągnięcia pokrzywą) oraz ilość i średnicę poszczególnych bąbli. Osoba, która dokonywała pomiaru odczynu i bąbli nie wiedziała, która pokrzywa wywołała mierzony przez nią odczyn.

Uczestnicy eksperymentu byli ochotnikami i przed przystąpieniem do badań podpisali zgodę na poddanie ich zabiegom kontrolowanego oparzenia pokrzywą.

ANALIZY STATYSTYCZNE

i) Aby odpowiedzieć na pytanie który rodzaj pokrzyw wywołuje silniejsze subiektywne odczucie oparzenia, zastosowaliśmy test znaków. Aby sprawdzić potencjalne różnice w odczuciach osób

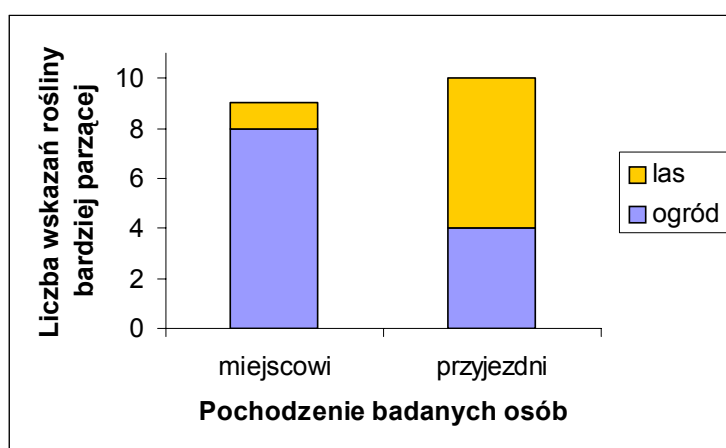
przyjezdnych i mieszkańców Krempnej zastosowałyśmy test różnic między proporcjami w dwóch próbach. Testy te przeprowadzone były tylko dla oparzeń na przedramionach.

ii) Aby odpowiedzieć na pytanie, która grupa pokrzywy wywołuje większy rumień i wysypkę zastosowałyśmy analizę wariancji. Czynniki ustalone: siedlisko pokrzywy, pochodzenie osoby, miejsce oparzenia; czynnik losowy: osoba poddana oparzeniu, zagnieżdżona w czynniku pochodzenie. Zmienne zależne: liczba bąbli, średnica poszczególnych bąbli (układ z powtórzeniami) oraz szerokość rumieni. Ponieważ szerokość rumieni może zależeć od liczby bąbli, czynnik ten został włączony do analizy. We wszystkich analizach uwzględniona została interakcja siedliska pokrzywy z miejscem pochodzenia ochotnika. Dla testowania innych interakcji nie było wystarczającej liczby stopni swobody, ale nie stanowiły one przedmiotu naszego zainteresowania.

Analizy wykonałyśmy w programie JMP v. 4.0.2.

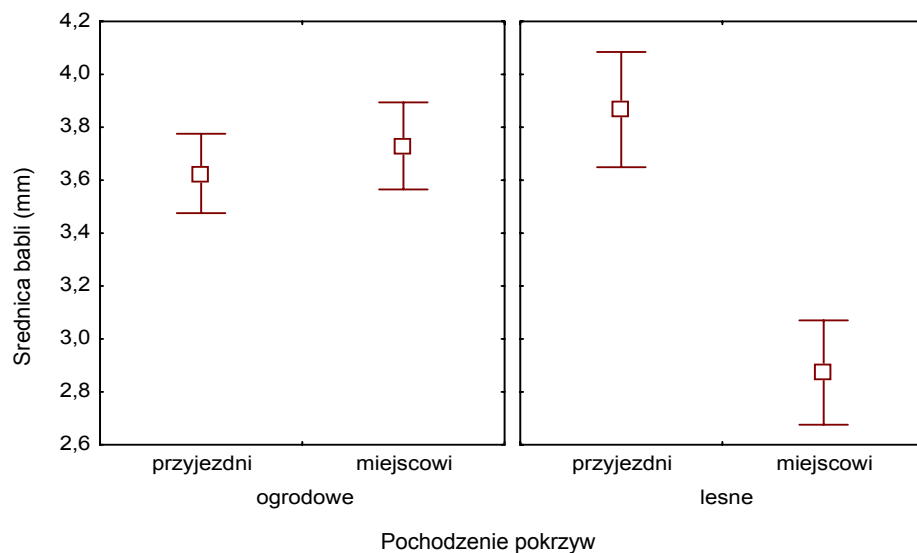
WYNIKI

Siedem z 19 badanych osób stwierdziło, iż bardziej piecze je ręka oparzona pokrzywą z lasu. Nie pozwoliło to wykazać istotnej różnicy w odczuciu siły parzenia pokrzyw przydomowych i leśnych. Stwierdziłyśmy jednakże, iż relatywne odczucie siły oparzenia zależy od miejsca pochodzenia badanych osób (test dla proporcji: $P=0,041$; Ryc. 1). Mieszkańcy Krempnej jako bardziej parzące wskazywali pokrzywy zerwane w ogrodzie, a osoby przyjezdne nie odczuwały istotnych różnic (Ryc. 1).

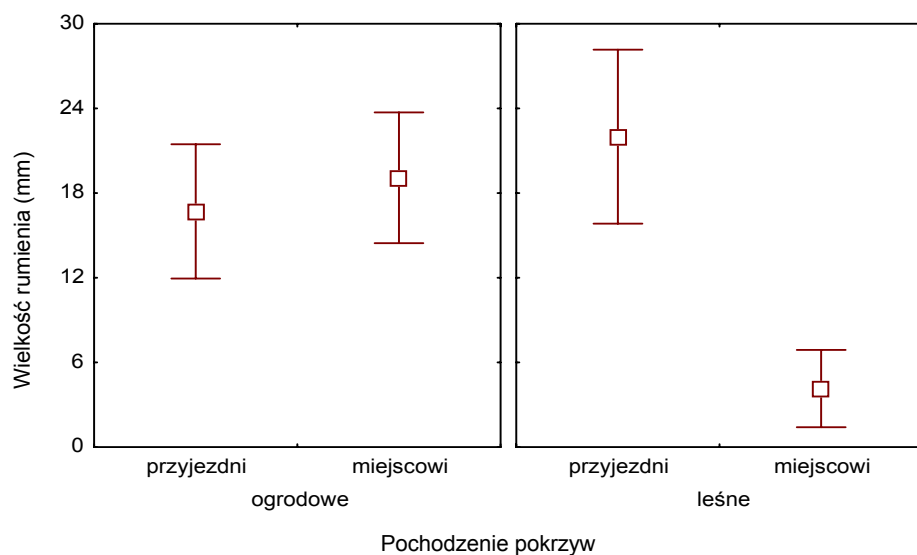


Rycina 1. Subiektywne odczucia siły oparzenia pokrzywami pochodzącymi z lasu i z ogrodu w dwóch grupach ochotników.

Liczba bąbli wywołanych oparzeniem pokrzywą nie zależy od miejsca jej zerwania (Tabela 1). Średnica bąbli nie różni się istotnie w zależności od siedliska pokrzywy, ale jest zależna od interakcji tego czynnika z pochodzeniem badanej osoby (Tabela 1). U osób z Krempnej bąble po poparzeniu pokrzywą z lasu były wyraźnie mniejsze niż po poparzeniu pokrzywą z ogrodu, podczas gdy u osób przyjezdnych nie obserwowano takich różnic (Ryc. 2). Szerokość rumieni nie zależy od miejsca pochodzenia pokrzywy, ale jest większa na rękach niż na goleniach. Interakcja miejsca zerwania pokrzywy z miejscem pochodzenia badanej osoby jest na granicy istotności (Tabela 1; Ryc. 3). Nie udało się zmierzyć siły odczynu jednej osoby, gdyż badany mężczyzna (ochotnik numer 9) zapragnął zaprezentować pokrzywy z własnej zagrody i w sposób niekontrolowany oparzył siebie oraz autorki raportu całym pękiem pokrzyw. (Rzeczywiście wyjątkowo zjadliwe!)



Rycina 2. Średnica bąbli wywołanych oparzeniem pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu w dwóch grupach ochotników. Średnia \pm SE.



Rycina 3. Wielkość rumienia wywołanych oparzeniem pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu w dwóch grupach ochotników. Średnia \pm SE.

Tabela 1. Wpływ siedliska pokrzywy i pochodzenia osoby na siłę odczynu alergicznego wywołanego poparzeniem.

Zmienna zależna	Czynniki	df	F	P
Liczba bąbli	Siedlisko	1, 35	0,67	0,420
	Pochodzenie osoby	1, 35	0,87	0,357
	Siedlisko × Pochodzenie osoby	1, 35	3,47	0,071
	Kończyna	1, 35	3,24	0,081
	Osoba (Pochodzenie)	16, 35	0,86	0,614
Średnica bąbli	Siedlisko	1, 169	0,86	0,355
	Pochodzenie osoby	1, 169	0,86	0,356
	Siedlisko × Pochodzenie osoby	1, 169	6,22	0,014
	Kończyna	1, 169	0,03	0,857
	Osoba (Pochodzenie)	15, 169	2,06	0,014
Szerokość rumieni	Siedlisko	1, 34	1,47	0,234
	Pochodzenie osoby	1, 34	1,89	0,179
	Siedlisko × Pochodzenie osoby	1, 34	3,13	0,086
	Kończyna	1, 34	7,47	0,010
	Osoba (Pochodzenie)	16, 34	1,20	0,317
	Liczba bąbli	1, 34	28,48	<0,0001

DYSKUSJA

Wbrew przewidywaniom pokrzywy rosnące w lesie parzą równie silnie, jak pokrzywy rosnące w ogrodzie. Nasza hipoteza znalazła jednak potwierdzenie w wypadku mieszkańców Krempej, którzy wskazywali jako bardziej parzące pokrzywy rosnące w ogrodach. Natomiast uczestnicy Kursu nie czuli różnic w oparzeniu pomiędzy pokrzywami pochodzącymi z ogrodu i z lasu. Pomiary odczynu skórniego wywołanego oparzeniem potwierdziły te wyniki – pokrzywy z lasu wywołały słabszy odczyn niż te z ogrodu tylko u osób miejscowych.

Uczestnicy Kursu pochodzą z miasta i mają mniej częstą styczność z pokrzywami. To może powodować, że ich odczucia pieczenia i intensywność reakcji alergicznej na badane dwie grupy pokrzyw są zbliżone. Natomiast mieszkańcy Krempej mają częstszą możliwość sparzenia się pokrzywami w czasie codziennej pracy, co może powodować, że są bardziej wrażliwi na niewielkie różnice w sile parzenia pokrzyw.

Ze względów bezpieczeństwa (tj. z obawy przed zbyt bliską zażyłością) nie badałyśmy mieszkańców Krempej testem oparzeń na goleniach. Zdajemy sobie sprawę z faktu, że pomiary oparzeń na ich nogach dałyby pełniejszy obraz siły parzenia pokrzyw. Zaznaczyć jednak należy, że analizy statystyczne uwzględniły to, że część osób badana była tylko na przedramionach. W tym miejscu odczyn alergiczny jest silniejszy niż na goleniach (istotne różnice w analizie szerokości rumieni), dlatego wywiad zebrany po oparzeniach przedramion wystarczył, aby oszacować subiektywne odczucia badanych osób.

Ochotnicy z Krempej byli testowani w innym dniu niż uczestnicy Kursu, byli też od nich średnio starsi i nie było wśród nich kobiet. Nie możemy wykluczyć, że miało to wpływ na wyniki naszych badań. Niemniej, nie ma podstaw aby przypuszczać, że u osób w różnym wieku i różnej płci występują różnice w ocenie siły parzenia pokrzyw z lasu i z ogrodu.

W naszych badaniach zakładamy, że zjadliwość pokrzyw zależy od prawdopodobieństwa ich wyniszczenia – jest ono większe dla pokrzyw przydomowych niż dla pokrzyw w lesie. Mechanizmem odpowiedzialnym za potencjalnie większą zjadliwość pokrzyw przydomowych może być ich częste niszczenie (np. koszenie na paszę dla zwierząt). Nie jesteśmy w stanie wykluczyć, że zróżnicowanie siły parzenia zależy od jakości gleby i nasłonecznienia stanowiska na którym rosną pokrzywy. W ogrodzie warunki mogą być bardziej korzystne. Ponieważ warunki te mogą być odmienne w różnych ogrodach, powinniśmy były zebrać pokrzywy do badań z różnych zagród. Dzięki temu próba pokrzyw byłaby bardziej reprezentatywna.

Podsumowując, nasze badania wskazują, iż strategia obronna pokrzyw rosnących przy domu jest różna od strategii pokrzyw z lasu, ale subtelne różnice w sile ich parzenia odczuwalne są tylko przez osoby mające częstą styczność z tym roślinami. Należy się spodziewać, że uczestnicy Kursu też byliby w stanie odczuwać różnice w sile parzenia, gdyby mieli częstszy kontakt z pokrzywami. Dalsze badania powinny odpowiedzieć na pytanie, po jakim czasie nabywa się zdolności rozróżniania siły parzenia pokrzyw.

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękujemy wszystkim Ochotnikom za ofiarny udział w eksperymencie ☺

LITERATURA

Krebs, C.J. 1996. Ekologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, str. 269–271

Szwedler, I., Sobkowiak, M. 1998. Spotkania z przyrodą. Rośliny. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa

Opracowała Katarzyna Tomala