

W PŁYW ZAWARTOŚCI AZOTU W GLEBIE NA SZYBKOŚĆ TRAWIENIA TKANEK ZWIERZĘCYCH W DZBANKACH DZBANECZNIKÓW

Tomasz Bryk (Kraków)

Streszczenie

Celem pracy było udowodnienie wpływu zawartości azotu w glebie na szybkość trawienia tkanek zwierzęcych przez enzymy trawienne w liściach pułapkowych dzbaneczników (rodzaj *Nepenthes*). Doświadczenie przeprowadzono na mieszańcach gatunków *Nepenthes ventricosa* i *Nepenthes Maxima*, a jego wyniki potwierdzają postawioną przez autora hipotezę: enzymy dzbaneczników uprawianych na glebie wzbogacanej w azot trawia tkanki zwierzęce wolniej od tych, których podłoże jest ubogie w ten pierwiastek.

Wstęp

Inspiracją do pracy był Dzień Owada zorganizowany przez Uniwersytet Rolniczy w Krakowie dnia 30 maja 2008 r. Autora zainteresował problem uprawy dzbaneczników, a w szczególności kwestia składu chemicznego stosowanej gleby. Determinującym czynnikiem w fizjologii tych roślin jest odpowiednio niska zawartość azotu. Niedobory tego pierwiastka w podłożu, koniecznego do prawidłowego rozwoju wszystkich roślin na ziemi, były prawdopodobną przyczyną wytworzenia struktur pułapkowych, dzięki którym rośliny te mogą korzystać z azotu pochodzącego z trawienia tkanek zwierzęcych. Celem pracy było zbadanie szybkości działania enzymów proteolitycznych na tkanki zwierzęce w dzbankach roślin hodowanych w glebie bogatej w azot, w stosunku do rosnących na podłożu ubogim w ten pierwiastek. Obie próby różniła tylko zawartość azotu w glebie.



Ryc. 1. Dzbaneczniki uprawiane na glebie o różnej zawartości azotu.
Fot. Tomasz Bryk

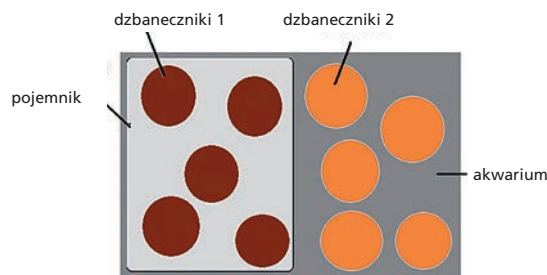
Materiały i metody

10 osobników dzbaneczników (mieszańce *Nepenthes ventricosa* i *Nepenthes Maxima*) hodowano

w jednym akwariu, w identycznych warunkach świetlnych, wilgoci, temperatury i glebie o identycznym, następującym składzie:

- wysoki, włóknisty, kwaśny torf;
- suszony torfowiec (*Sphagnum*);
- żwirek akwarystyczny;
- węgiel drzewny (małe kawałeczki);
- styropian (rozdrobiony).

Niezmiennie warunki wewnątrz akwarium: wilgotność powietrza ok. 80% (wartości mierzone higrometrem); temperatura 18-22°C (mierzona termometrem rtęciowym). Akwarium umieszczono w ten sposób by było oświetlane promieniami słonecznymi z okna południowo-zachodniego. Akwarium było przykrywane od góry szybą w zależności od temperatury i wilgotności jego wnętrza w stosunku do otoczenia. Na dnie akwarium znajdowała się warstwa wody odpowiadająca za stałą wilgotność powietrza w akwariu.



Ryc. 2. Rozmieszczenie dzbaneczników w akwariu.

Dzbaneczniki 1 – próba badawcza. Nawożono co tydzień 1,25% roztworem nawozu FLOROWIT o zawartości azotu 5%, a także obficie zraszano 4 razy dziennie wodą destylowaną. Umieszczone w pojemniku, uniemożliwiającym przedostanie się nawozu do nienawożonej grupy dzbaneczników, poprzez warstwę wody na dnie akwarium.

Dzbaneczniki 2 – próba kontrolna. Zraszano obficie wodą destylowaną 4 razy dziennie

Uprawa trwała w tym stanie 9 tygodni. Następnie do wszystkich dojrzałych dzbanek wrzucono fragmenty ud pochodzących od 2 niedojrzałych płciowo osobników karaczana olbrzymiego (*Blaberus giganteus*). Zostały one spreparowane ok. 30 min. przed wrzuceniem. Po wrzuceniu uda pozostawiono wewnątrz 9 dni. Każdy fragment został zważony przed wrzuceniem i po wyciągnięciu na wadze szalkowej wskazującej z dokładnością do 0,01 grama. Obserwowano

także zmiany ilości dzbanków w obu grupach dzbaneczników w trakcie trwania doświadczenia.

Wyniki

Tkanę zwierzęcą spreparowano zgodnie z opisaną metodą, a następnie podzielono według wielkości i ilości na 2 grupy, odpowiadające odpowiednio dzbanecznikom 1 (nawożonym) i dzbanecznikom 2 (nienawożonym). 10 części przeznaczono nienawożonym, a 4 nawożonym roślinom, co odpowiadało ilości i wielkości dostatecznie rozwiniętych dzbanków. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wagi przed umieszczeniem i po wyjęciu tkanek zwierzęcych z dzbanków wprowadzono dane do tabeli (tab. 1). Waga ud po wyciągnięciu została przedstawiona sumarycznie ze względu na zbyt małe wartości składowe.

Tab. 1. Tabela zestawiająca wyniki ważeń ud karaczanów.

ważenie	grupa roślin	dzbaneczniki 1 nawożone	dzbaneczniki 2 nienawożone
przed wrzuceniem do dzbanków	waga poszczególnych części ud karaczana	0,02 g	0,05 g
		0,02 g	0,05 g
		0,01 g	0,05 g
		0,01 g	0,04 g
			0,04 g
			0,04 g
			0,04 g
			0,03 g
			0,03 g
			0,03 g
	waga całkowita	0,06 g	0,36 g
po wyciągnięciu z dzbanków	waga całkowita	0,04 g	0,06 g
interpretacja	procentowy ubytek masy ud karaczana	2/6 ok. 33,3%	5/6 ok. 83,4%

Tabela przedstawia różnice w masie tkanek zwierzęcych w dzbankach roślin uprawianych na glebie o różnej zawartości azotu.

Wszystkie fragmenty ud wrzucone do dzbanków roślin nienawożonych po wyciągnięciu wykazywały prawie całkowity brak masy mięśniowej (została

strawiona). Stąd znaczny ubytek masy – ponad 80%. Jedynym elementem pozostałym po udach był chitynowy pancerzyk, który w jednym dzbanku uległ strawieniu. Oprócz tego w niektórych dzbankach roślin nienawożonych znaleziono dodatkowe owady, które zostały zwabione naturalnymi powabnikami zapachowymi i utopione w płynie z enzymami. Ich wymiary były bardzo niewielkie. Nie uwzględniano ich w sumowaniu mas wyciągniętych ud karaczan.

W dzbankach roślin nawożonych wokół ud wytworzyła się galaretowata biała substancja, a ubytek tkanki mięśniowej nie był zauważalny gołym okiem. Dodatkowo, jedno z ud będących w tych dzbankach uległo zasuszeniu w wyniku zaniku płynu wypełniającego dzbanek w trakcie doświadczenia. Na jego powierzchni znajdowały się białe strzępki, prawdopodobnie grzybni. Brak znacznego ubytku masy tkanek zwierzęcych wyrażają dane z tabeli – masa zmniejszyła się o ok. 30%.

Widać, że w przypadku dzbaneczników nienawożonych szybkość trawienia tkanek zwierzęcych była ok. 3 razy większa niż u nawożonych.

Dodatkowo obserwowanym parametrem była zmiana liczby dzbanków w obu grupach roślin. Wyniki tych pomiarów przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Tabela przedstawiająca zmiany ilości dzbanków w trakcie doświadczenia.

ilość dzbanków	Dzbaneczniki 1 – nawożone	Dzbaneczniki 2 – nienawożone
przed rozpoczęciem nawożenia	19	24
po miesiącu uprawy	5	43

Ogólna liczba dzbanków roślin nawożonych zmalała ponad trzykrotnie, a roślin nienawożonych wzrosła prawie dwukrotnie w stosunku do początkowej ilości.

Dyskusja

Wyniki pracy badawczej potwierdzają hipotezę postawioną przez autora doświadczenia. Ubytek masy tkanek zwierzęcych w takim samym okresie czasu, w identycznych warunkach uprawy różniące się zawartością azotu w glebie, był różny. Rośliny uprawiane na glebie o niskiej zawartości kluczowego dla ich życia pierwiastka – czyli w warunkach zbliżonych do naturalnych, wykształciły w pełni funkcjonalne przystosowania do chwytania i trawienia owadów w przeciwieństwie do nawożonych.

Główny cel badawczy pracy – porównanie szybkości trawienia tkanek roślinnych w dzbankach roślin uprawianych na glebie o różnej zawartości azotu,

został osiągnięty, a postawiona hipoteza udowodniona. Różnica w tempie rozkładu masy mięśniowej udka-raczana przez enzymy proteolityczne roślin próby badawczej oraz próby kontrolnej mogła wynikać z kilku przyczyn, w tym różnicy w stężeniu enzymów w płynie wypełniającym dzbanki i różnicy w ilości gruczołów wydzielających enzymy proteolityczne. Proces produkcji enzymów wymaga dużych nakładów energii. Osobniki pobierające azot z gleby redukują te wydatki, zmniejszając produkcję enzymów. Wytwarzanie aktywnych gruczołów także wiąże się z kosztami energetycznymi. Zaprzestanie wytwarzania tych struktur jest korzystne dla osobników mających źródło azotu w glebie. Płyn wypełniający dzbanki zawiera także inne substancje chemiczne. Jedną z nich jest kwas mrówkowy, który ma działanie antyseptyczne. Jego rolą jest zapobieganie nadmiernemu namnożeniu się drobnoustrojów w dzbankach i zapobieganie gniciu ciał. Można przypuszczać, iż jego stężenie spadło poniżej normalnych wartości u roślin nawożonych, gdyż na tkankach zwierzęcych w ich dzbankach znajdował się biały, galaretowaty nalot. Jego powodem mogły być drobnoustroje. W sytuacji, gdy trawienie tkanek zwierzęcych nie jest jedynym źródłem azotu dla rośliny, może ona zredukować koszty związane z produkcją tej bariery przeciw drobnoustrojom. Jednak w odmiennej sytuacji zabezpieczenie to jest bardzo ważne, gdyż uniemożliwia nadmierne czerpanie korzyści przez drobnoustroje dzbanków na niekorzyść rośliny macierzystej.

Skuteczność w wabieniu owadów także różni obie badane grupy roślin. W dzbankach osobników nie-nawożonych zostały znalezione niewielkie owady, które się tam dostały wabione substancją wydzielaną przez gruczoły dzbaneczników. Są to gruczoły z nektarem znajdujące się na dolnej stronie wieczka dzbanka. Substancje te wabią owady, które następnie wpadają do wnętrza dzbanka i ulegają strawieniu. Gdy produkcja nektaru jest intensywna – ilość



Ryc. 3. Korzyści czerpane z wytwarzania dzbanków przez roślinę są zależne od zawartości azotu w podłożu, na którym rośnie osobnik. Fot. Tomasz Bryk.

chwytanych owadów wzrasta, lecz wymaga to poniesienia kosztów energetycznych produkcji powabni. Rośliny nawożone mogą obniżyć te koszty, zmniejszając produkcję nektaru w gruczołach, gdyż chwytanie owadów by pozyskać azot nie jest już dla nich warunkiem przetrwania.

Przedstawione fakty wskazują, iż wytwarzanie struktur pułapkowych jest przystosowaniem do życia w środowisku o niskim stężeniu azotu w glebie. Umożliwia przetrwanie dzbaneczników w tej niszy ekologicznej, lecz jest bardzo kosztowne energetycznie, więc w przypadku wzbogacania ich podłoża azotem, struktury pułapkowe tracą swoją wydajność i zmniejsza się ich ilość.

Powyższa praca została napisana przez Tomasza Bryka na XXXVIII Olimpiadę Biologiczną. W trakcie jej pisanie autor był uczniem II Liceum Ogólnokształcącego im. Króla Jana III Sobieskiego w Krakowie. Jego opiekunem naukowym była mgr Marzanna Wikiera.

Prezentowana praca została wyróżniona na zawodach okręgowych XXXVIII Olimpiady Biologicznej. Wzięła także udział w finałach Polskich Eliminacji Konkursu Prac Młodych Naukowców Unii Europejskiej w 2010 roku, dając jej autorowi tytuł finalisty tego konkursu.

Bibliografia:

- Baturo W. (red.) 2003. *Biologia. Encyklopedia szkolna* PWN. PWN. Warszawa.
- Podbielkowski Z., Podbielkowska M. 1992. *Przystosowania roślin do środowiska*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Podbielkowski Z., Sudnik-Wójcikowska B. 2003. *Rośliny mięsożerne – zwane też owadożernymi*. Mulico. Warszawa.
- Szweykowska A., Szweykowski J. 2005. *Botanika*. T. 1. Morfologia. PWN, Warszawa.