

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY ILOŚCIĄ DOSTĘPNEGO POKARMU, A WZROSTEM I ROZWOJEM MUCHOŁÓWKI AMERYKAŃSKIEJ (*DIONAEA MUSCIPULA*)

Karolina Ostaszewska (Częstochowa)

Streszczenie

Przeprowadzona przeze mnie praca miała na celu przybliżenie następstw niedoboru pokarmu (owadów), wiążących się ze wzrostem badanych roślin – muchołówek amerykańskich, ich dalszą zdolnością do chwytania owadów oraz powiększaniem populacji.

W badaniach wykorzystywałam piętnaście roślin. Prowadziłam jednocześnie pięć hodowli. W każdej z hodowli pierwsza muchołówka miała swobodny dostęp do owadów, druga była okresowo odizolowana, a trzecia całkowicie odizolowana od dostępu owadów. Na podstawie obserwacji ustaliłam, iż muchołówki mające stałą możliwość chwytania owadów osiągnęły największe rozmiary i wytworzyły więcej kwiatów od pozostałych roślin, pomimo jednakowych warunków środowiska.



Ryc. 1. Chwytnie owada przez muchołówkę. Fot. K. Ostaszewska.

Wstęp

Niemal wszystkie rośliny wytwarzają pokarm w procesie fotosyntezy, jednak do życia potrzebują również substancji mineralnych, które wpływają na rozwój i procesy metaboliczne, regulują je i niejednokrotnie umożliwiają ich zajście.

Dowiedziano, iż do normalnego funkcjonowania roślin niezbędnych jest szesnaście pierwiastków (1). Poza węglem, tlenem i wodorem, które są głównymi składnikami budulcowymi ważne są: siarka, fosfor, potas, wapń, magnez, żelazo, mangan, bor, cynk, miedź, molibden, chlor. Wśród nich jako jeden z najważniejszych wymienić należy azot – pierwiastek określany jako makroelement, czyli taki, którego roślina potrzebuje stosunkowo dużo (powyżej 0,05% suchej masy). Choć stanowi on aż 78% atmosfery to nie jest pobierany przez rośliny z powietrza, lecz za pomocą korzeni z roztworu glebowego w postaci utlenionej, jako anion kwasu azotowego (V) NO_3^- i zredukowanej, jako kation NH_4^+ (2). Bezpośrednim źródłem azotu dla

roślin mogą być też amidy i aminokwasy, które jednak znacznie trudniej przenikają do korzeni.

Istnieją również rośliny pobierające go w sposób dla nich specyficzny. Są to rośliny owadożerne, zdolne do chwytania małych zwierząt i trawienia ich ciała przy pomocy specjalnie przekształconych liści. Szczególnie niezwykłymi w tej grupie okazują się być muchołówki amerykańskie, które wykształciły najbardziej imponujący mechanizm zdobywania pokarmu: łapania owadów w aktywnie działające listki-pułapki (Ryc. 1). Zdolność ta umożliwiła im występowanie w miejscach ubogich w minerały, zwłaszcza azotany, ale za to zasobnych w owady, stanowiące uzupełnienie ich „diety”.

W swojej pracy badawczej postaram się wykazać jak bardzo wpłynie na ich rozwój niemal półroczne ograniczenie ilości dostępnego pokarmu (owadów). Wykażę następstwa owego niedoboru wiążące się z dalszą zdolnością do chwytania owadów i powiększaniem populacji, jednocześnie poruszając ważny temat dotyczący azotu i jego roli w życiu rośliny.

Material i metody

Obserwacje prowadziłam na roślinach z gatunku *Dionaea muscipula* (Ryc. 2). Są to muchołówki dość popularne w amatorskich uprawach. W stanie dzikim występują wyłącznie w USA w obrębie wąskiej, nadbrzeżnej i bagnistej strefy na granicy między stanami Karoliną Północną i Południową (3). Natomiast w Polsce są dostępne u hodowców zajmujących się uprawą roślin owadożernych, wobec tego nie podlegają ochronie gatunkowej. Rośliny potrzebne do przeprowadzenia doświadczenia nabyłam jako młode, kilkucentymetrowe, sześciolistne sadzonki od hodowcy. Wszystkie początkowo rosły w plastikowych, kwadratowych doniczkach o jednakowej wielkości, na podłożu złożonym z torfu kwaśnego (o pH 3,5–4,5) oraz piasku, zmieszanych w stosunku 2:1. Doniczki z muchołówkami ustawione na stosunkowo głębokich podstawkach (wypełnianych wodą na głębokość ok. 2 cm) umieściłam w środowisku naturalnym, aby umożliwić roślinom zdobywanie pożywienia bez mojej ingerencji, a także zapewnić im jak najbardziej zbliżone warunki do wzrostu (Ryc. 2).

Charakterystyka gatunkowa *Dionaea muscipula*

Pokrój: roślina wieloletnia, wysokość do 30 cm

Liście: przekształcone w pułapki, podzielone na trzy odcinki: część ogonkową z szerokimi skrzydełkami, krótką walcowatą i okrągłą blaszkę



Ryc. 2. Mucholówka, *Dionaea muscipula*. Fot. K. Ostaszewska.

kę z grzebieniasto ząbkowanym brzegiem, obie połówki blaszki liściowej mają po trzy włoski czuciowe, jeśli potencjalna ofiara potrąci je kilkakrotnie, pułapka zamyka się, a roślina rozpoczyna wydzielanie enzymów trawiennych.

Kwiaty: drobne, białe, 3–10 na długim pędzie kwiatostanowym.

Biotop: tereny bagienne z glebą ubogą w substancje odżywcze.

Tab. 1. Systematyka mucholówki amerykańskiej.

Systematyka mucholówki amerykańskiej	
Domena	jądrowce
Królestwo	rośliny
Gromada	okrytozależkowe
Podgromada	<i>Magnoliophytina</i>
Klasa	<i>Rosopsida</i>
Podklasa	ukęślowe
Nadrząd	<i>Nepenthanae</i>
Rząd	rosiczkowce
Rodzina	rosiczkowate
Rodzaj	mucholówka (<i>Dionaea</i>)
Gatunek	mucholówka amerykańska (<i>Dionaea muscipula</i>)

W doświadczeniu przeprowadzonym w okresie od 9 kwietnia do 24 września 2009 r. wykorzystałam piętnaście roślin. Prowadziłam jednocześnie pięć niezależnych od siebie hodowli. W każdej z nich pierwsza mucholówka (A) miała przez cały czas obserwacji możliwość chwytania owadów, druga (B) była okresowo odizolowana, a trzecia (C) została całkowicie odizolowana od dostępu owadów. Izolacja polegała na umieszczeniu rośliny w klatce wykonanej z listewek i cienkiej firanki zapewniającej dostęp roślinie do promieni świetlnych, a ograniczającej jej dostęp do much. Mucholówka B była odizolowana co drugi miesiąc, zaczynając od pierwszego miesiąca trwania doświadczenia.

Badane rośliny podlegały comiesięcznej ocenie porównawczej, na którą składało się: liczenie liści, mierzenie maksymalnej wysokości i największego obwodu rośliny, mierzenie średnicy listków-pułapek, obserwacja rozwinięcia systemu korzeniowego, po delikatnym wyjęciu mucholówki z doniczki wraz z całym podłożem, a także po zakwitnięciu roślin – liczenie kwiatów w kwiatostanie.

Oprócz obserwacji i zestawiania różnic występujących w związku z zastosowaniem separacji poszczególnych mucholówek od pokarmu, notowania i robienia zdjęć, zajmowałam się również pielęgnacją roślin, która polegała na: chronieniu od deszczu, zapewnianiu wilgotności podłoża przez podlewanie przegotowaną wodą (tylko do podstawki) oraz przesadzanie wymagających tego roślin do większych doniczek.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonych obserwacji potwierdziłam, iż istnieje ścisły związek między ilością zdobytego pokarmu przez mucholówkę amerykańską, a jej wzrostem i rozwojem. Zależność jaka występuje między królestwem roślin i królestwem zwierząt jest więc uwarunkowana przez ilość pożywienia, które tym razem stanowili przedstawiciele królestwa zwierząt – owady.

Mucholówki nieodizolowane ze wszystkich hodowli miały podczas każdej oceny najwięcej listków-pułapek, ich pułapki miały największą średnicę i zawierały najwięcej lepkiej, błyszczącej wydzieliny, były także najwyższe, miały największy obwód oraz najlepiej rozbudowany system korzeniowy. Rośliny te wymagały stałego przesadzania do większych doniczek. Wykształciły także średnio dwie (od jednej – do nawet czterech) łodyżki z kwiatostanem, na których średnio znajdowało się osiem kwiatów. Dokładniejsze dane umieściłam w tabeli 2. Rośliny B znacznie różniły się względem siebie w poszczególnych grupach,

jednak zawsze były mniejsze od roślin nieodizolowanych, w większości wykształciły tylko po jednej łodyżce (ze średnio pięcioma kwiatami), natomiast

rośliny całkowicie odizolowane były najdrobniejsze, ze słabo rozwiniętymi, delikatnymi korzeniami, a także w ogóle nie zakwitły, co spowodowało duże różni-

Tab. 2. Wzrost i rozwój muchołówek w zależności od ilości dostępnego pokarmu (uśrednione dane z IX 2009 r.).

BADANE ASPEKTY	mucholówka A (nieodizolowana)	mucholówka B (okresowo odizolowana)	mucholówka C (całkowicie odizolowana)
obwód rośliny	56 cm	53 cm	47 cm
ilość liści-pułapek	26	22	15
średnia średnica pułapki	ponad 3,5 cm	3 cm	2 cm
ilość łodyżek z kwiatostanem	2	1	-
ilość kwiatów w kwiatostanie	8	5	-
wysokość rośliny (z kwiatostanem w przypadku kwitnących)	29 cm	26 cm	15 cm
System korzeniowy	Bogato rozwinięty, roślina wymaga przesadzenia do większej doniczki	Rozwinięty, ale roślina może rosnąć w dotychczasowej doniczce	Najmniejszy z badanych



Ryc. 3. Mucholówka nieodizolowana (A). Fot. K. Ostaszewska.



Ryc. 5. Mucholówka całkowicie odizolowana (C). Fot. K. Ostaszewska.

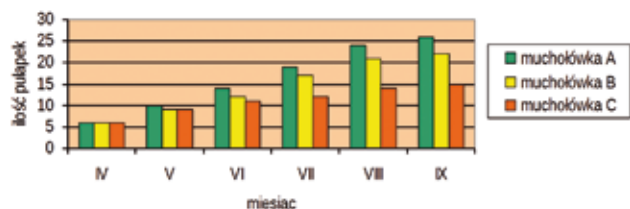


Ryc. 4. Mucholówka okresowo odizolowana (B). Fot. K. Ostaszewska.

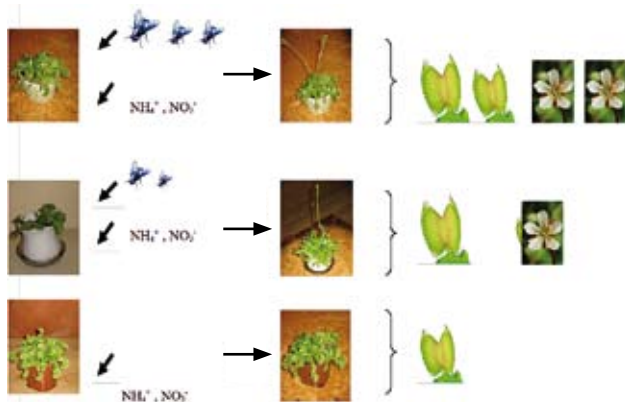
ce w wysokości badanych muchołówek (Tab. 2).

Zamieszczone powyżej fotografie przedstawiają rośliny z hodowli drugiej pod koniec doświadczenia. Stanowią one potwierdzenie uzyskanych przez mnie wyników. Jak widać na zdjęciach muchołówka pierwsza (A) w wyniku nieograniczonej dostępności pokarmu osiągnęła największe rozmiary (posiada 24 listki-pułapki). Roślina B jest niewiele mniejsza (ma 21 pułapek), a muchołówka trzecia jest najmniejsza (tylko 13 pułapek). Roślina C wykazuje także chlorozę i nekrozę na brzegach liści (Wykresy 1 i 2).

Wykres 1. Średni przyrost liści-pułapek u roślin w zależności od czasu trwania doświadczenia.



Wykres 2. Schemat obrazujący całość obserwacji.



Dyskusja

Na podstawie przedstawionych wyników stwierdzić należy, że ilość zdobytego pokarmu warunkuje rozwój badanych roślin. Większa ilość złapanych i strawionych owadów gwarantuje roślinie większe możliwości rozwinięcia się, wytworzenie większej liczby kwiatostanów, znacznego rozbudowania systemu korzeniowego i co najważniejsze wpływa na dalszą możliwość chwytania owadów przez wykształcenie większej ilości listków-pułapek (Tab. 2).

Mucholówki amerykańskie żyją na torfowiskach, gdzie ciągłe nasycenie wodą, wysoka kwasowość podłoża i niedostatek rozpuszczalnych węglowodanów uniemożliwiają mikroorganizmom bytowanie i zaopatrywanie podłoża w przyswajalne związki azotowe. Dlatego torf zasobny w minerały takie jak krzem, glin, żelazo, magnez i potas, a szczególnie ubogi w azotany nie zaspokaja potrzeb pokarmowych występujących tam roślin. W związku z tym rośliny zamiast pozwalać zjadać się zwierzętom, same zaczęły się nimi żywić, co pozwala im na uzyskanie niezbędnego azotu oraz dodatkowej porcji innych pierwiastków (8).

Zatem otrzymane wyniki tłumaczyć należy uzyskaniem przez mucholówki A i B większej ilości substancji odżywczych, a zwłaszcza związków azotowych pochodzących ze strawienia ciała owadów. Związki te potrzebne są roślinom do syntezy substancji

białkowych (takich jak enzymy kierujące tysiącami reakcji chemicznych, które przebiegają w żywych organizmach), ale także wielu niebiałkowych związków o pierwszorzędowym znaczeniu: hormonów (regulatorów wzrostu i rozwoju roślin), kwasów nukleinowych (warunkujących zjawisko dziedziczności), fosfolipidów (składników błon komórkowych), chlorofilu (barwnika niezbędnego do przeprowadzenia fotosyntezy, zawierającego cztery atomy azotu w cząsteczce co stanowi ok. 6% jej masy), alkaloidów, amid i aminopochodnych, takich jak aminoalkohole, aminocukry i aminy aromatyczne (4).

Fakt, iż azot wchodzi w skład tak wielu związków chemicznych występujących w roślinach wyjaśnia dlaczego jego brak w znaczący sposób wpływa na rozwój ogólnej budowy rośliny.

Potwierdzają to wyniki mojej pracy badawczej (Ryc. 3-5). Są one podobne do tych uzyskanych w analogicznym doświadczeniu przez W.R. Robinsona z Rutgers University (1), które przedstawiam na Ryc. 6. Prezentowana tam roślina kontrolna z dostępem do wszystkich niezbędnych związków (strzałka zielona) porównywana jest między innymi do rośliny, której uniemożliwiono dostęp do związków azotowych (strzałka pomarańczowa) w efekcie uzyskując roślinę znacznie zdeformowaną i praktycznie nierozwiniętą w porównaniu do rośliny kontrolnej (Ryc. 6).

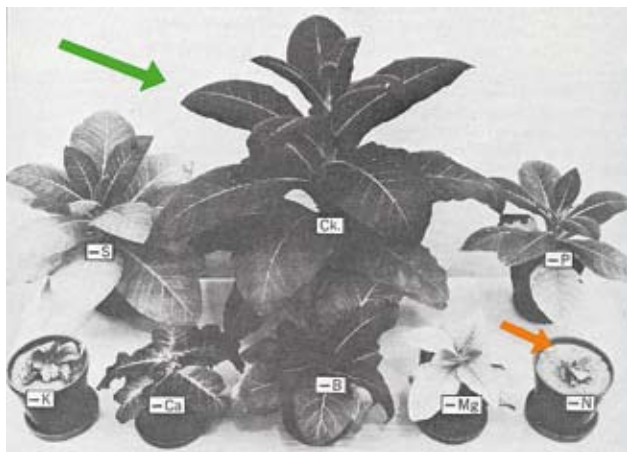
Ścisły związek między przyrostem masy roślinnej z ilością pobranych przez rośliny związków azotu wykazał także w swoim doświadczeniu w 1856 roku J.B. Boussingault. Sadził on nasiona słonecznika w wazonach z piaskiem i różnymi ilościami saletry sodowej.

Uzyskane przez niego dane zawiera tabela 3. Wynika z niej, że tylko przy najwyższej dawce (wazon IV) azot nie został w pełni wykorzystany. Przy niższych dawkach (wazon I-III) rośliny pobrały cały azot, a przyrost masy był ściśle uzależniony od ilości dostępnego azotu (5) (Tab. 3).

Skutki niedoboru azotu były zauważalne w przypadku hodowanych przez mnie mucholówek, gdyż rośliny zmuszone do korzystania tylko ze związków azotu zawartych w glebie miały zdecydowanie mniejszy obwód, dwukrotnie mniejszą wysokość oraz o ok. 40% mniejszą ilość liści niż rośliny mogące stale chwytac owady (Tab. 1).

Przy braku dodatkowego pożywienia, a co za tym idzie – niedoborze azotu powierzchnia liści jest niedostatecznie rozwinięta (Tab. 1), występuje ograniczenie syntezy chlorofilu, następnie obkurczanie chloroplastów, co powoduje, że wydajność przeprowadzanej fotosyntezy zmniejsza się (7). W konsekwencji roślina charakteryzuje się słabym wzrostem, gdyż ma

ograniczone możliwości wytworzenia sobie materiałów budulcowych.



Ryc. 6. Wpływ niedoboru określonych składników mineralnych na wzrost tytoniu (W.R. Robinson).

Tab. 3. Wzrost roślin w zależności od ilości dostępnego azotu (J.B Boughsinault).

Wazon	Ilość dostarczonego azotu (mg)	Sucha masa roślin (g)	Ilość azotu znalezionego w roślinach (mg)
I	3,3	0,507	5,3
II	6,6	0,830	6,3
III	9,9	1,240	9,7
IV	29,7	3,390	25,1

Jednak niedobór azotu nie tylko powoduje powolny wzrost. Skutki owego niedoboru to także przedwczesne opadanie liści oraz ich chloroza (Ryc. 5). Zgodnie

z badaniami Wagnera i Michaela (1971) synteza hormonów roślinnych – cytokinin, utrzymujących roślinę w stadium młodocianym zmniejsza się przy niedostatku azotu (6). Zatem żółknięcie i opadanie liści muchołówek odizolowanych od owadów będące objawem starzenia się rośliny mogło być spowodowane niedoborem cytokinin. Fitohormony te są także odpowiedzialne za aktywowanie podziałów komórek, powodują więc wzrost roślin.

Niedostatek związków azotu u muchołówek pozbawionych dodatkowego ich źródła (mucholówka C) spowodował całkowite zahamowanie procesów generatywnych. Ilość dostępnego azotu ma też wpływ na liczbę nasion możliwą do uzyskania z danej rośliny – te odżywiające się muchami wytworzyły prawie maksymalną liczbę kwiatów jaka może być osiągnięta przez ten gatunek.

Ograniczona ilość związków azotowych powoduje, że roślina jest mniej okazała, wytwarza mniejszą ilość liści – pułapek (Wykres 1), wykształca skromniejszy kwiatostan, a na pułapkach ma mniej kleistej wydzieliny (zawierającej także enzymy konieczne do strawienia ofiary). W konsekwencji staje się mniej atrakcyjna dla owadów i stopniowo traci możliwość ewentualnego uzupełnienia niedoboru azotu w sposób do którego się przystosowała.

Chociaż Lavoisier uznał azot za pierwiastek nie podtrzymujący życia (gdyż nie bierze on udziału w procesie oddychania), a jego zawartość w roślinach sięga tylko 4% i jest dziesięciokrotnie mniejsza niż zawartość węgla (8), to na podstawie przedstawionych powyżej danych należy uznać go za jeden z najważniejszych składników budujących rośliny.

Praca została przygotowana w ramach XXXIX Olimpiady Biologicznej. W trakcie wykonywania i pisania tej pracy autorka była uczennicą klasy III IX LO im. C. K. Norwida w Częstochowie. Opiekunem naukowym była mgr Renata Malinowska. Pasją autorki jest turystyka górską, najchętniej spędza wolny czas na szlakach Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Obecnie studiuje medycynę na wydziale lekarskim Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku.

Bibliografia

1. Berg L., Martin D., Solomon E.P., Ville C., Biologia, Wydawnictwo Multico, Warszawa 1996.
2. Kączkowski J., Biologia roślin, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
3. Attenborough D., Prywatne życie roślin, wydawnictwo MUZA.SA, Warszawa 1996.
4. Fizjologia mineralnego żywienia roślin, red. Nowotny-Mieczysława A., Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, wydanie drugie poprawione i uzupełnione, Warszawa 1976.
5. Sterbeyko P., Biblioteka problemów: Czym się żywi roślina, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
6. Kirkby E., Mengel K., Podstawy żywienia roślin, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1983.
7. Świat roślin, skał i minerałów, red. nauk. Somsak L., Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1982.
8. King J., Na ścieżkach nauki: Sekretne życie roślin, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2003.