

P

Mn

Mg

Cu

N

Cl

Dieta roślin – CO JEŚĆ, ABY ŻYĆ



DR HAB. TERESA HAZUBSKA-PRZYBYŁ

Biolog, pracownik naukowy Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk, zajmuje się mikrorozmnażaniem różnych gatunków drzew, głównie iglastych, miłośniczka przyrody i śpiewu ptaków.

Z ARTYKUŁU DOWIESZ SIĘ:

- ◆ od czego zależy prawidłowe funkcjonowanie organizmu
- ◆ które pierwiastki mineralne są niezbędne do prawidłowego rozwoju roślin
- ◆ jakie są objawy niedoboru lub nadmiaru pierwiastków mineralnych u roślin



Każdy organizm żywy, niezależnie od tego, czy jest organizmem mniej lub bardziej złożonym, musi się odżywiać, aby przetrwać na naszej planecie. A czym jest odżywanie? Według powszechnej definicji to dostarczanie organizmowi materii, niezbędnej do jego wzrostu i rozwoju oraz energii, która pozwala mu na wykonywanie różnych czynności życiowych, takich jak chociażby ruch czy rozmnażanie. Rośliny należą do organizmów samożywnych (autotroficznych), czyli zdolnych do samodzielnego wytwarzania związków organicznych. Potrzebują do tego celu nie tylko energii dostarczanej przez Słońce, lecz także skład-

ników pokarmowych, dostępnych w środowisku ich funkcjonowania. Czym zatem są składniki pokarmowe roślin? To grupa pierwiastków mineralnych, prostych związków organicznych i nieorganicznych, budujących ciało rośliny. Pierwiastki te biorą udział w skomplikowanych szlakach przemiany materii, a ich niedobór negatywnie wpływa na kondycję rośliny. Ze względu na zróżnicowane zapotrzebowanie organizmu roślinnego na składniki mineralne, podzielono je na dwie grupy: makro- i mikroelementy. Makroelementy występują w roślinach w bardzo dużych ilościach (0,01% świeżej masy rośliny), podczas gdy mikroelementy – w ilościach śladowych (poniżej 0,001%

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

makroelementy
 mikroelementy

► Rys. 1. Pierwiastki mineralne niezbędne do prawidłowego rozwoju, wzrostu i funkcjonowania rośliny

świeżej masy rośliny). Spośród licznych pierwiastków, które zawiera tablica Mendelejewa, rośliny wykorzystują jako makroelementy zaledwie dziewięć z nich. A są to: azot (N), potas (K), fosfor (P), wapń (Ca), magnez (Mg), sód (Na), chlor (Cl), siarka (S) i żelazo (Fe) (rys. 1, zdj. 1). Natomiast jako mikroelementy, jeszcze mniej, bo tylko sześć pierwiastków: bor (B), miedź (Cu), cynk (Zn), mangan (Mn), molibden (Mo) i kobalt (Co); (zobacz rys. 1, zdj. 1).

Każdy rodzaj i gatunek rośliny charakteryzuje się odmiennymi wymaganiami pokarmowymi. To, w jakiej fazie i okresie rozwoju będzie znajdowała się roślina, wpłynie na ilość pobieranych przez nią składników pokarmowych. Z pewnością większe zapotrzebowanie będzie miała intensywnie rosnąca, młoda roślina w porównaniu z rośliną starszą. Pobieranie i przyswajanie pokarmu przez rośliny jest poza tym powiązane z warunkami atmosferycznymi. Makro- i mikroelementy w różnym stopniu są zaangażowane we wzrost i rozwój organizmu roślinnego. A niedobór albo nadmiar wybranych składników mineralnych w środowisku życia znacząco zaburza ten rozwój.

Każdy pierwiastek pobierany przez roślinę spełnia określone funkcje w jej organizmie. Azot, jako jeden z najważniejszych makroelementów, jest podstawowym składnikiem białek (np. enzymów, aminokwasów) i kwasów nukleinowych (DNA, RNA). Gdy jest go dużo w podłożu, rośliny rosną bujnie i wytwarzają duże, ciemnozielone liście. Drugi ważny pierwiastek to fosfor. Fosfor, podobnie jak azot, również buduje cząsteczki DNA i RNA, ale wchodzi także w skład fosfolipidów. Jego duże ilości znajdziemy w nasionach, które zużywają go jako materiał energetyczny podczas kiełkowania. Z kolei potas reguluje gospodarkę wodną w komórkach roślinnych. To ten pierwiastek zapewnia ruch aparatów szparkowych, co umożliwia roślinie wymianę gazową ze środowiskiem. Ponadto potas uodparnia rośliny na czynniki stresowe, obniżając ryzyko ich

wymarzania. Wapń natomiast jest wykorzystywany do budowy ścian i błon komórkowych. Roślina, która ma dostęp do wapnia w glebie, rozwija bardzo ładne korzenie. Kolejny, ważny makroelement – siarka – wchodzi w skład trzech aminokwasów: cysteiny, cystyny i metioniny. Właśnie siarka nadaje charakterystyczny, znany wszystkim zapach niektórym warzywom (cebula, czosnek, chrzan). Magnez obecny jest w chloroplastach i pełni ważne funkcje w procesie fotosyntezy oraz oddychania. Pierwiastek ten pobudza do aktywności liczne enzymy. Tymczasem żelazo bierze udział w tworzeniu chlorofilu i przyswajaniu dwutlenku węgla przez roślinę. Bez tych dwóch makroelementów zarówno fotosynteza, jak i oddychanie nie byłyby możliwe.



► Zdj. 1. Wybrane związki mineralne w formie soli: a) azotu, b) potasu, c) żelaza, d) miedzi, niezbędne do wzrostu i rozwoju roślin

Jak wspominałam na początku, prawidłowe funkcjonowanie roślin zależy też od niewielkich ilości niektórych składników mineralnych, czyli mikroelementów. Na przykład bor jest potrzebny roślinie podczas jej intensywnego wzrostu, kwitnienia i owocowania. Ograniczony dostęp do boru przejawia się zahamowaniem wzrostu rośliny, niskim plonem i jej zwiększoną podatnością na choroby (tab. 1). Z kolei miedź zapobiega niektórym chorobom roślin. Pierwiastek ten, podobnie jak żelazo, bierze udział w powstawaniu chlorofilu i w procesie oddychania roślin.

Aby roślina rozwijała się prawidłowo, kluczowy jest nie tylko dostęp do minerałów, lecz także zachowanie odpowiedniej proporcji pomiędzy pobieranymi pierwiastkami. Ich niedobór lub nadmiar prowadzi bowiem do zakłóceń w metabolizmie. W rezultacie organizm roślinny albo jest w złej kondycji, albo zamiera. Bardzo ważną kwestią dla rośliny jest także dostępność wody w glebie lub podłożu. Jak wiemy, składniki mineralne mogą być pobierane przez korzenie roślin tylko po ich rozpuszczeniu w tejże cieczy. Należy także pamiętać o odpowiednim odczynie podłoża.

Przy zbyt dużej kwasowości niektóre składniki odżywcze nie będą się dobrze rozpuszczać. To z kolei będzie prowadziło do niedoborów mikroelementów i pogorszenia jakości

Spośród licznych pierwiastków, które zawiera tablica Mendelejewa, rośliny wykorzystują jako makroelementy zaledwie dziewięć z nich.

A są to: azot, potas, fosfor, wapń, magnez, sód, chlor, siarka i żelazo.

roślin, np. obumierania pąków i pędów, przy zbyt niskiej dawce miedzi (porównaj tab. 1). A jak rośliny „piją” wodę z podłoża? Woda, dzięki procesowi osmozy, przenika do komórek włosnikowych korzenia i dalej jest przekazywana do wnętrza rośliny za pomocą zdrewniałych, martwych

Tab. 1. Objawy niedoboru lub nadmiaru pierwiastków mineralnych u roślin

PIERWIASTEK	OZNAKA NIEDOBORU MINERAŁU	OZNAKA NADMIARU MINERAŁU
AZOT	żółknięcie całych liści wraz z nerwami – najpierw starych; zahamowanie wzrostu nadziemnej części rośliny	obniżenie odporności
POTAS	wiotczenie i zwisanie rośliny w suchych warunkach; żółknięcie i zamieranie krawędzi liści	utrudnione pobieranie wapnia i magnezu
FOSFOR	starsze liście ciemnofioletowe; ograniczenie rozwoju korzeni	utrudnione pobieranie cynku, miedzi i magnezu
WAPŃ	niedojrzałość małych kwiatów; szkliste plamy na młodych liściach, kwiatach i owocach; zamieranie krawędzi liści	utrudniony wzrost; gorsze wchłanianie żelaza i magnezu
MAGNEZ	żółknięcie liści pomiędzy nerwami	utrudnione pobieranie wapnia
SIARKA	zmniejszony i spowolniony wzrost; żółknięcie całych liści – najpierw młodych	zahamowanie wzrostu rośliny
ŻELAZO	rośliny jasnozielone, żółte lub białe; nerwy liścia zielone	utrudnione pobieranie manganu
BOR	rośliny podatne na złamania i choroby; zahamowanie wzrostu rośliny (deformacje młodych liści i owoców)	przebarwienia, wysychanie fragmentów liści; wyrzuszenia na liściach
MIEDŹ	żółknięcie lub szarzenie liści pomiędzy nerwami; obumieranie pąków i pędów	utrudnione pobieranie żelaza
CYNK	plamy na najmłodszych liściach na szczycie rośliny; karłowatość rośliny	żółknięcie liści na wierzchołku blaszki
MANGAN	zahamowanie wzrostu, żółknięcie i obumieranie liści; zmniejszony wzrost korzenia;	ciemne plamy na starszych liściach; utrudnione pobieranie żelaza
MOLIBDEN	najmłodsze liście małe; żółknięcie między nerwami liści i ich skręcanie	utrudnione pobieranie miedzi

cewek (rośliny nagozalążkowe, takie jak sosna, sekwoja) lub naczyń (rośliny okrytozalążkowe, takie jak akacja, storczyk). Inaczej jest w przypadku roślin wodnych, u których pobór wody odbywa się całą powierzchnią rośliny.

Część roślin wykazuje szczególne zapotrzebowanie na niektóre składniki mineralne podłoża. Stąd wyróżniamy gatunki, które zasiedlają gleby o różnej zasobności składników mineralnych, np. rośliny azotolubne, fosforolubne, potasolubne lub magnezolubne. Gatunkiem azotolubnym (inaczej nitrofilnym) jest pokrzywa zwyczajna.

►

Za rozwój roślin w sztucznych warunkach kultury *in vitro* szczególnie odpowiadają hormony roślinne [roślinne regulatory wzrostu, fitohormony].

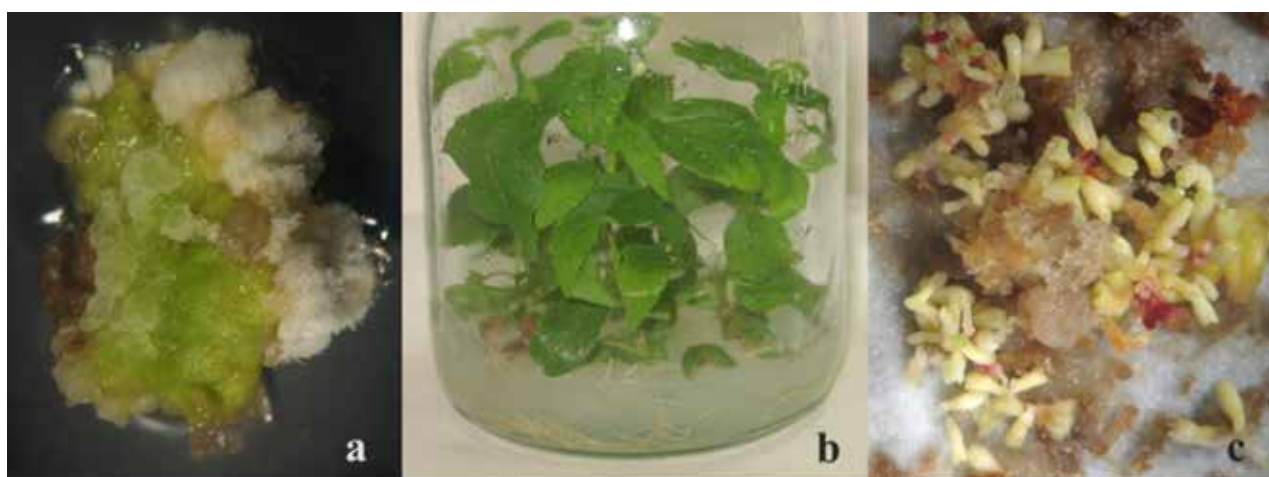
Do swojego prawidłowego wzrostu wymaga ona podłoża bogatego w związki azotu. Inni przedstawiciele tej grupy roślin to: łoboda, gatunki selerowate lub łopian. Co zaskakujące, wśród porostów gatunkiem nitrofilnym jest złotorost ścienny. Warto tutaj nadmienić, że w miejscach bogatych w próchnicę lub obficie nawożonych związkami organicznymi (składnikami organizmów żywych), pojawiają się całe grupy roślin azotolubnych, które nazywane są zbiorowiskami nitrofilnymi. Można zaobserwować je w lesie po wyrębie drzew, pożarze lub wiatrołomie. Spotkamy je również w uprawach polnych, miejscach intensywnie wydeptywanych i nad brzegami zbiorników wodnych. W obrębie botaniki istnieje specjalny dział, zajmujący się badaniem różnych zbiorowisk roślinnych, które występują w naturze, nazywany fitosocjologią. Przykładem zbiorowiska nitrofilnego, wyróżnionego przez fitosocjologów, są nitrofilne ziółorośla nadrzeczne, składające się z roślin wijących się i czepnych, takich jak: kolczurka kłapowana (*Echinocystis lobata*), kielisznik zaroślowy (*Calystegia sepium*), kanianka pospolita (*Cuscuta europaea*) i przytulia lepczyca (*Galium rivale*). Towarzyszą im także rośliny łąkowe, choć mniej obficie. Obecnie, na skutek rozwoju przemysłu i rolnictwa,

gatunki azotolubne pojawiają się coraz częściej w miejscach zaludnionych i obszarach rolniczych.

Do roślin fosforolubnych należą natomiast zboża (żyto, owies, pszenica), a potasolubnych – rośliny okopowe i pastewne (ziemniak, burak cukrowy, rzepak, kukurydza lub koniczyna). Burak cukrowy i pastewny, kukurydza, koniczyna oraz lucerna należą też do roślin magnezolubnych. Do tej grupy zaliczamy ponadto niektóre warzywa: bób, groch, soczewicę, a także, co ciekawe, kiełki.

Wszyscy hodowcy roślin, a w szczególności rolnicy, muszą posiadać specjalistyczną wiedzę w zakresie zapotrzebowania roślin na składniki mineralne oraz odczyn i zasobność gleby w minerały. Dzięki temu mogą tworzyć najbardziej korzystne warunki do rozwoju roślin, co ma wpływ na wysokość plonu w danym roku. Szczególnie w rolnictwie i ogrodnictwie dodatkowym źródłem składników mineralnych są nawozy, produkowane w celu uzupełnienia niedoboru pierwiastków w glebie. Warto podkreślić, że nawozy produkowane są również w Polsce. Nasz kraj zajmuje pod tym względem wysoką pozycję w Europie, jako jeden z największych producentów nawozów azotowych i fosforowych. Dzięki dostępnym nawozom mineralnym możliwe jest dostosowanie gleby lub podłoża do wymagań poszczególnych roślin uprawnych. Skład nawozów jest bardzo różnorodny. Dobrym źródłem fosforu i potasu jest np. polifoska, nawóz, który zawiera dodatkowo nieco azotu, wapnia i siarki. Rolnicy często stosują go w uprawie roślin ozimych. Inne, często stosowane w uprawie roślinnej, to saletra albo mocznik, dostarczające roślinom cennego azotu.

Z kolei hodowcy własnych warzyw w przydomowych warzywniakach wykorzystują często do nawożenia roślin nawóz naturalny zwany kompostem. Kompost powstaje z resztek roślin, odpadów z ogrodu oraz odpadków z kuchni. Zawiera w swoim składzie dużo wapnia i innych składników mineralnych, korzystnych dla rozwoju roślin. Jako nawóz naturalny, wykorzystywany jest także obornik, pochodzenia zwierzęcego, lub poplon, pochodzący z roślin zielnych, wysianych do gleby po głównym zbiorze. Oba te nawozy są bogate w azot i często są stosowane w uprawach rolnych. Popularnym nawozem, cenionym przez posiadaczy ogrodów, jest nawóz z pokrzywy. Pokrzywa



► Zdj. 2. Innowacyjna technika hodowli roślin w kulturze *in vitro*: a) kalus, b) mikropędy, c) zarodki wegetatywne (somaticzne)

jest bogata w liczne składniki mineralne: wapń, magnez, żelazo, krzem i cynk, stąd uzyskany z niej nawóz jest bardzo ceniony w uprawie warzyw (zwłaszcza pomidorów i ogórków) oraz roślin ozdobnych.

Wiedza co do zapotrzebowania na różne składniki mineralne, odnośnie do wymagań zasobności i odczynu podłoża, umożliwiła hodowlę roślin nie tylko w polu, sadzie czy ogrodzie, ale także w bardziej innowacyjny sposób, w laboratoriach kultur *in vitro*. Naukowcy i hodowcy opracowali składy różnych rodzajów podłoża hodowlanych (tu: pożywek), w zależności od potrzeb określonego gatunku rośliny. Pożywki te zawierają nie tylko makro- i mikroelementy, lecz także cukier, witaminy, hormony roślinne, które rozpuszcza się w wodzie. Specjalne substancje (np. agar), dodane do wodnego roztworu pożywki, pozwalają uzyskać podłoże stałe. Dzięki temu rośliny mogą utrzymać odpowiednią pozycję w pożywce, a jednocześnie mają dostęp do wody. Pierwszą pożywkę do prowadzenia kultur tkankowych roślin na szerszą skalę opracowali dwaj amerykańscy naukowcy Toshio Murashige i Folke K. Skoog w 1962 r. Ich obiektem badawczym był kalus tytoniu. To pionierskie podłoże hodowlane nazywane jest pożywką Murashige i Skooga (*ang. Murashige and Skoog medium*) i oznaczane symbolem MS. Obecnie jest to podstawowa pożywka stosowana w hodowli *in vitro*. Zainteresowani znajdą jej skład na stronie https://en.wikipedia.org/wiki/Murashige_and_Skoog_medium. Za rozwój roślin w sztucznych warunkach kultury *in vitro* szczególnie odpowiadają hormony roślinne (roślinne regulatory wzrostu, fitohormony). To substancje, które decydują o tym, czy np. z małego fragmentu rośliny (eksplantatu) umieszczonego na pożywce rozwinie się kalus, czy też powstaną małe pędy (mikropędy), a może zarodki (zdzj. 2). Dlatego w sztucznej hodowli tak ważne jest, aby oprócz głównych minerałów w pożywce znalazły się także inne składniki, niezbędne

do życia roślin w tych warunkach. Jeśli ten warunek zostanie spełniony, można wówczas liczyć na to, że wyhodujemy zdrowe, prawidłowo wykształcone rośliny, zdolne

Dzięki zdobytej przez dziesięciolecia wiedzy, możemy dzisiaj produkować rośliny na szeroką skalę, uwzględniając różnorakie potrzeby człowieka. Warto, aby młode pokolenia zgłębiały to zagadnienie, gdyż hodowla roślin będzie i dla nich ważnym zadaniem w niedalekiej przyszłości.

do funkcjonowania poza laboratorium. Przykładem niech będzie rozmnożony w ostatnich latach przez naukowców z Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku, jeden z wielowiekowych dębów z Rogalina. Po opracowaniu odpowiednich pożywek i zapewnieniu optymalnych warunków w kulturze *in vitro*, badacze uzyskali z niego potomne sadzonki wegetatywne, które doskonale radzą sobie po przeniesieniu do warunków naturalnych.

Aby żyć, trzeba się dobrze odżywiać. Ta zasada dotyczy również organizmów roślinnych. Rośliny mają bardzo różnorodne wymagania dietetyczne, czego profesjonalny hodowca i badacz musi być świadomy. Dzięki zdobytej przez dziesięciolecia wiedzy możemy dzisiaj produkować rośliny na szeroką skalę, uwzględniając różnorakie potrzeby człowieka (rolnictwo, leśnictwo, ogrodnictwo, ochrona przyrody itd.). Warto, aby młode pokolenia zgłębiały to zagadnienie, gdyż hodowla roślin będzie i dla nich ważnym zadaniem w niedalekiej przyszłości.

POMYSŁ DO WYKORZYSTANIA W CZASIE LEKCJI

- 1 Wyszukaj wzory strukturalne aminokwasów zawierających siarkę i wskaż położenie tego pierwiastka w danym aminokwasie.
- 2 Przygotuj cztery rośliny doniczkowe tego samego gatunku i umieść je w tych samych warunkach hodowlanych, np. na parapecie. Następnie sporządź roztwór nawozu do kwiatów domowych (Florovit itp.) w trzech dawkach: połowa dawki zalecanej przez producenta, cała i dwukrotna dawka. Podlewaj rośliny raz w tygodniu według schematu:
 - a) woda bez nawozu (kontrola) – 1 roślina,
 - b) woda z połową dawki nawozu – 2 rośliny,
 - c) woda z zalecaną dawką nawozu – 3 rośliny,
 - d) woda z dwukrotną dawką nawozu – 4 rośliny.

Po 3–4 tygodniach zaobserwuj reakcję roślin na podane dawki nawozu. Uwaga: czas obserwacji można skrócić lub przedłużyć w zależności od gatunku obiektu doświadczenia.

- 3 Obserwacja zbiorowisk roślin nitrofilnych występujących w terenie w miejscach wydeptywanych, na poboczach ścieżek, na skraju cieków wodnych lub w pobliżu zabudowań gospodarskich. ◆