

# Znaczenie podstawowych mikroelementów

dr hab. Witold Szczepaniak, prof. UPP, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Burak cukrowy aby mógł wydać wysoki plon korzeni o dobrej jakości technologicznej potrzebuje pokrycia zapotrzebowania zarówno na makro-, jak i mikroelementy. Oczywiście stosowanie mikroelementów w produkcji buraków zwykle nie wywołuje tak dużych przyrostów plonów, jaki notuje się w przypadku stosowania makroskładników. Przy czym ich rola jest nie do przecenienia.

Generalnie przyjmuje się, że mikroelementy spełniają w roślinie rozliczne funkcje fizjologiczne, które można określić jako kontrolne i regulacyjne:

- proces fotosyntezy – Fe, Cu, Mn, Zn,
- funkcjonowanie układów hormonalnych – Zn, Mn, Cu, B,
- zdrowotność roślin – Fe, Mn, Cu, B,
- gospodarka azotowa roślin – Mn, Cu, Zn, Mo, Fe.

Powyższe zestawienie stanowi tylko główne funkcje mikroelementów w roślinie. Trzeba mieć świadomość, że oprócz wymienionych kontrolują one szereg procesów życiowych, które mają wpływ na plon lub/i jego jakość. Poza tym warto mieć na uwadze fakt, że nawet jeśli dany składnik bezpośrednio nie ma wpływu na daną funkcję to może ją kształtować w sposób pośredni. Przykładowo przyjmuje się, że bor, który jest najważniejszym mikroelementem dla buraków nie bierze udziału w kształtowaniu gospodarki azotowej roślin. Jednakże z rozlicznych funkcji, które pełni ten składnik w roślinie wynika, że w sposób pośredni kształtuje również metabolizm azotowy buraka cukrowego. Przede wszystkim warto wiedzieć, że bor bierze udział w kształtowaniu struktury ściany

komórkowej (kontroluje między innymi włączanie wapnia w strukturę ściany komórkowej), a także kontroluje aktywność auksyn (hormonów wzrostu), które są odpowiedzialne za wzrost najmłodszych komórek (merystemów wierzchołkowych) zarówno korzeni, jak i organów nadziemnych. Poza tym prawidłowe odżywienie rośliny borem ma korzystny wpływ na jej zaopatrzenie w inne składniki pokarmowe (w pierwszej kolejności w K i P), które między innymi bezpośrednio kontrolują gospodarkę azotową rośliny. Bor bierze również aktywny udział w syntezie i transporcie cukrów czyli decyduje o gospodarce węglowodanami rośliny.

Podobnie jak w przypadku innych roślin, aby efektywnie przeprowadzić nawożenie mikroelementami, w pierwszej kolejności należy ocenić warunki panujące w gospodarstwie pod kątem tych, w jakich niedobory pierwiastków mogą wystąpić i w razie potrzeby zastosować dokarmianie profilaktyczne, bowiem przeprowadzenie dokarmiania interwencyjnego dopiero po wystąpieniu pierw-



dr hab. Witold Szczepaniak, prof. UPP

szych objawów niedoboru zawsze skutkuje pewnym spadkiem plonu. Poza tym niedobory mikroelementów mają zazwyczaj przebieg ukryty (objawy nie są widoczne gołym okiem) i powodują spadek plonu bez zewnętrznych objawów.

Jednocześnie warto podkreślić, że ich diagnoza nie jest prosta i często wymaga nie tylko dużej wiedzy teoretycznej ale również praktycznej. Warto wiedzieć, że objawy niedoboru bardzo często się nakładają. Zatem jak wyglądają najbardziej charakterystyczne objawy niedoboru mikroskładników u buraków cukrowych:

## Bor

Pierwsze symptomy niedoboru występują we wczesnych stadiach



Rys. 1. Niedobór boru – początkowe objawy zgorzeli liści sercowych (Foto: W. Szczepaniak)



**Rys. 2.** Niedobór manganu – charakterystyczny kształt i marmurkowatość młodszych liści (Foto: W. Szczepaniak)

rozwojowych buraków, które w zależności od poziomu niedożywienia roślin mogą mieć charakter ogólny lub typowy dla tego pierwiastka. Objawy ogólne występują przy niedużym braku składnika. Przejawiają się poprzez spowolnienie tempa wzrostu roślin, zwiększeniem skłonności do więdnienia, jak i pękaniem i zdrobnieniem liści.

W większości są one podobne do objawów, które występują przy niedostatku innych składników i mogą być im mylnie przypisywane. Natomiast w warunkach znacznego niedoboru składnika występują objawy typowe, które są specyficzne tylko dla boru. Najwcześniej gdyż, już w maju/czerwcu, tj. od fazy 4–6 liści do fazy zwierania rzędów mogą pojawić się objawy zgorzeli liści sercowych (czasami jeszcze wcześniej). Pierwszymi objawami choroby jest deformacja liści polegająca na przeroście blaszki liściowej przy jednoczesnym zahamowanym wzroście nerwów. W kolejnym etapie choroby najmłodsze liście zaczynają ciasno wyrastać, skręcać się i wydłużać. Ostatecznie dochodzi do brunatnienia, czernienia i obumierania liści głównego stożka wzrostu, tj. liści sercowych. W końcu lipca i sierpniu, choroba przejawia się objawami zwanymi suchą zgnilizną korzeni. Górna część główki korzenia czernieje i gnije. Pojawiają się pęknięcia, a infekcja przesuwa się w dół korzenia.

Roślina broniąc się zazwyczaj wytwarza boczne zawiązki liściowe, które dają nietypowy kształt listowia główki korzeni.

### Mangan

Objawami są najpierw przejaśnienia na liściach, w postaci marmurkowatości między nerwami liściowymi. Li-

ście mogą się zawijać do góry, a nawet zamierać w środkowej części blaszki liściowej. Objawy te często mogą być mylone z niedoborem magnezu, jednak w wypadku Mg nie występują na liściach młodszych.


### Miedź

Upośledzenie wzrostu korzenia głównego, intensywne budowanie korzeni bocznych. Ciemnozielone zabarwienie liści, zwijanie się liści młodszych i zamieranie najstarszych.

### Cynk


Typowy objaw może stanowić bieleń liści buraka, ogólnie zahamowany wzrost, karłowatość liści.

W świetle przedstawionych informacji warto jeszcze raz podkreślić, że efektywna strategia nawożenia buraków cukrowych nastawiona na uzyskanie wysokich plonów powinna zawsze uwzględniać profilaktyczne stosowanie mikrośladników, szczególnie tych, które mają największe znaczenie plonotwórcze. Zatem buraki cukrowe niezależnie od dostępności z gleby trzeba nawozić przede wszystkim borem, a w razie potrzeby także manganem, cynkiem i miedzią (Tab. 1). Jednocześnie trzeba wiedzieć, że doskonałym źródłem mikrośladni-




**AGRO-SORB**

CHRONI PRZED STRESEM




**AGRO-SORB® Folium**




**OKOŁO 7% PRZYRÓST  
PLONU CUKRU**


**0,8-1,2% WZRÓST  
POLARYZACJI CUKRU**



**L-Amino+® Ca**



**WIĘCEJ INFORMACJI**

 **POLSKIEAMINOKWASY**  
**WWW.AGRO-SORB.COM**

**Tab. 1.** Wrażliwość buraków cukrowych na niedobór mikrośladników (Grzebisz 2009)

Mikroelementy				
Fe	Mn	Zn	Cu	B
2	3	3	2	4

**Stopnie wrażliwości:** 1 bardzo niska; 2 mała (niedobory ujawniają się rzadko); 3 umiarkowanie duża (roślina wyraźnie reaguje na niedobór danego składnika, lecz objawy zwykle są utajone); 4 duża (roślina bardzo silnie reaguje na niedobór składnika, widoczne są objawy niedoboru)

ków są dla roślin nawozy naturalne, przykładowo obornik (Tab. 2). Jego stosowanie nie zwalnia jednak z obowiązku profilaktycznego stosowania w uprawie buraków najważniejszych mikroelementów, gdyż ich niedobory, jak już wspomniano powodują znaczny spadek plonu, a także prowadzą do pogorszenia jego jakości.

Poza tym tempo rozkładu obornika sprawia, że największe ilości składników z tego nawozu uwalniają się do gleby w lipcu i sierpniu (w tych miesiącach gleba odznacza się najwyższą temperaturą). Zatem bazując tylko na oborniku w początkowym okresie wzrostu buraki mogą być niedożywione. Jednocześnie warto mieć na uwadze fakt, że obornik jest stosunkowo ubogi w bor, co sprawia, że aplikowanie standardowej dawki tego nawozu, tj. 30 t/ha, pozwala zaspokoić za-

**Tab. 2.** Przybliżona zawartość mikroelementów w oborniku (Maćkowiak, Żebrowski 2000)

Rodzaj obornika	Mikroelementy, g/30 t świeżej masy				
	Fe	B	Mn	Zn	Cu
Bydłęcy	17000	156	2590	1296	162
Świński	18000	120	2160	1602	168

**Tab. 3.** Przybliżone pobranie mikroelementów przez buraki cukrowe\*

Średnie pobranie jednostkowe mikroelementów w g/1 tonę korzeni + liście				
Fe	B	Mn	Zn	Cu
25,0–35,0	8,0–12,0	6,0–10,0	4,0–8,0	0,8–1,6

\* wg różnych autorów

potrzebowanie pokarmowe buraków zaledwie w 20–30 %. A trzeba wiedzieć, że drastyczny niedobór tego składnika może doprowadzić do nawet 50 % spadku plonu korzeni oraz kilkuprocentowego zmniejszenia polaryzacji, co skutkuje oczywiście obniżeniem plonu cukru z hektara.

### Termin nawożenia mikroelementami

Generalnie wspomaganie buraka mikroelementami należy wykonać od fazy 4–6 liścia do fazy pełnego zakrycia rzędów. Jednakże we wczesnych stadiach rozwojowych rośliny pobierają znaczące ilości boru, co przy ograniczonej dostępności tego składnika z gleby (przykładowo w następstwie suszy) często powoduje wystąpienie w tym okresie zgorzeli liści sercowych, zatem w takim przypadku zaleca się jak najwcześniejsze wykonanie oprysku (bywa, że pierwsze dokarmianie borem trzeba już przeprowadzić w stadium pierwszej pary liści właściwych).

Najczęściej buraki cukrowe nawozi się mikroelementami w dwóch lub trzech zabiegach – standardowo pierwszy przeprowadza się w fazie 4–6 liści mniejszą dawką (słabe pokrycie gleby przez rośliny), kolejny 10–14 dni po nim, a następny w okresie zwarcia międzyrzędzi, uzupełniając składniki do pełnej dawki. Wyjątek stanowi bor, który często stosuje się jeszcze po zwarciu międzyrzędzi. Kilukrotnie stosowanie mikroelementów jest szczególnie ważne w przypadku boru, gdyż składnik ten odznacza się bardzo słabą ruchliwością w roślinie. Stąd też wskazane jest systematyczne wspomaganie buraków borem.

### Poziom nawożenia buraków mikroelementami

Poziom nawożenia buraka mikroelementami zależy między innymi od jego potrzeb pokarmowych (Tab. 3). Tym nie mniej w praktyce niezwykle trudno jest podać konkretne dawki nawozów mikroelementowych, które należy zastosować. Wynika to zarówno z bardzo wielu czynników, które decydują o dostępności mikroelementów z gleby a także od rodzaju stosowanych nawozów oraz warunków, w których są aplikowane, a które to decydują o przyswajalności przez roślinę.

Obecnie na rynku znajduje się wiele nawozów przeznaczonych do stosowania dolistnego. Decyzja, który zastosować, powinna uwzględniać takie kryteria, jak: rozpuszczalność preparatu w wodzie, zawartość innych składników, przyswajalność przez rośliny oraz cenę w przeliczeniu na czysty składnik. W praktyce przyjmuje się, że stosując dobrej jakości nawozy zalecana dawka najczęściej mieści się w granicach 50–100 % potrzeb pokarmowych. Jednocześnie podobnie jak w przypadku innych roślin wskazane jest, aby dolistne dokarmianie buraków cukrowych przeprowadzić za pomocą roztworu cieczy składającej się z kilku składników.

### Podsumowanie

Warto pamiętać, że prawidłowo wykonane dolistne dokarmianie buraków na plantacji może zapewnić roślinom dostateczną ilość składników pokarmowych nawet w warunkach ich ograniczonego dostępu z gleby, która jest podstawą uzyskania wysokiej i charakteryzujących się dobrą jakością technologiczną plonów korzeni.