



Nawożenie buraka cukrowego



Doświadczenie w potasie i magnezie

Spis treści

Wprowadzenie.....	3
Potas - niezbędny składnik pokarmowy	4
Jakość technologiczna.....	5
Plon korzeni buraka	6
Zawartość i wydajność cukru	8
Współdziałanie potasu i azotu w nawożeniu buraka.....	11
Ekonomika produkcji buraka.....	12
Wyniki analiz glebowych muszą być prawidłowo interpretowane	13
Magnez, sód i siarka wymagają większej uwagi....	15
Magnez.....	15
Sód	18
Siarka	19
Podsumowanie.....	20
Wysoka jakość i pewność plonowania poprzez nasze produkty specjalne	21

Wprowadzenie

Burak cukrowy należy do najbardziej opłacalnych roślin w zmianowaniach polowych. Mimo pewnego, w ostatnich latach spadku cen skupu, uprawa buraka w porównaniu ze zbożami zapewnia największy zysk z hektara. Uwzględniając zmienne i stałe koszty produkcji należy dlatego wykorzystać wszystkie czynniki zwiększające opłacalność uprawy buraka przesądzającą w dużej mierze o wynikach ekonomicznych całego gospodarstwa. Dotyczy to również właściwego nawożenia potasem. Strategia oszczędnego gospodarowania nie zawsze prowadzi do spadku jednostkowych, zmiennych, kosztów produkcji buraka. Gdy poziom kosztów stałych jest wysoki, maksymalizacja plonów pozwala na ich lepszy podział na jednostkę produktu. Uzyskuje się również wówczas większą efektywność jednostkową zastosowanego środka produkcji. Obniżka plonów lub pogorszenie jakości korzeni buraka zmniejsza nie tylko opłacalność uprawy tej rośliny, ale wpływa ujemnie na wyniki ekonomiczne całego gospodarstwa.



Rysunek 1. Potas ułatwia proces ekstrakcji cukru z buraków.

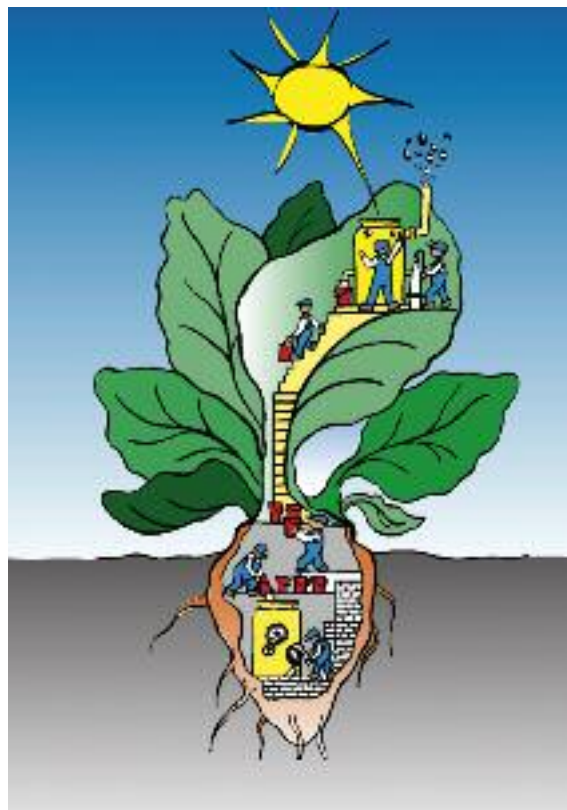


Potas – niezbędny składnik pokarmowy

4

Poglądy dotyczące teorii i praktyki nawożenia potasem buraka cukrowego uległy w ostatnich latach dużym zmianom. Tym niemniej należy stale uwzględniać następujące, podstawowe prawidłowości :

- potas jest składnikiem niezbędnym dla wszystkich roślin i odgrywa zasadniczą rolę we wszystkich procesach fizjologicznych i biochemicznych. Bierze on aktywny udział przede wszystkim w procesach nagromadzania i przemian substancji budulcowych w roślinie (fotosynteza, przemiany węglowodanów i białek).
- wyniki doświadczeń i praktyka rolnicza stwierdziły już dawno, że niedostateczne zaopatrzenie buraka w potas powoduje spadek plonu korzeni i cukru i zmniejsza tym samym efektywność uprawy tej rośliny
- zapewnienie właściwej ilości i dostępności potasu dla roślin jest podstawowym warunkiem wykorzystania dużego potencjału plonotwórczego buraka



Rysunek 2. Potas jest składnikiem niezbędnym dla wzrostu, nagromadzania cukrów i ich odkładania w korzeniach buraków.

Potas uczestniczy w procesach transportu i odkładania w korzeniach cukrów syntetyzowanych w liściach.

Potas zwiększa zawartość cukru i przyspiesza dojrzewanie.

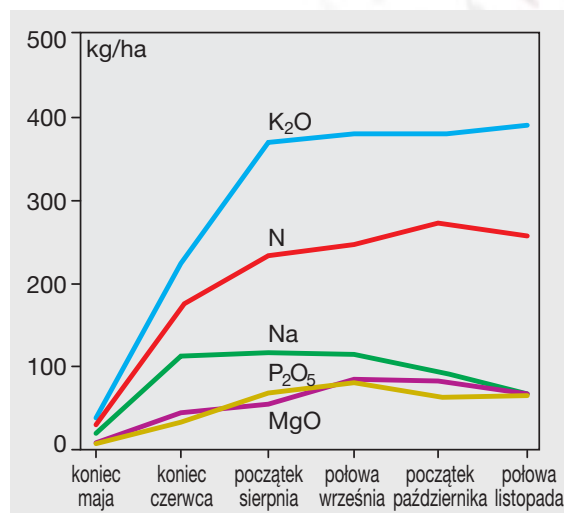
Jakość technologiczna

Jakość technologiczna jest to suma właściwości buraka decydujących o przebiegu procesów wydobywania i oczyszczania cukru w cukrowniach.

Przed 10–20 laty wysoka zawartość potasu w soku buraka powodowała często trudności w przebiegu procesu krystalizacji cukru i tym samym wpływała ujemnie na wydajność cukru z korzeni. Zawartość potasu w miąższu korzeni buraka ulega jednak na przestrzeni ostatnich 20 lat systematycznemu obniżaniu w wyniku ograniczania dawek nawozów potasowych i hodowli nowych odmian o mniejszej zawartości substancji melasotwórczych. W aktualnym (wprowadzanym od 1996 r) wzorze na wyliczanie wydajności cukru, przypisuje się znacznie mniejsze znaczenie zawartości sodu i potasu jako substancji melasotwórczych. Tym samym dodatni wpływ dobrego zaopatrzenia roślin w potas na wielkości plonu korzeni i zawartość w nich cukru nie jest obecnie związany z ryzykiem pogorszenia jakości technologicznej buraka.

Optymalizacja stanu odżywienia buraka potasem decydująca o wielkości i jakości plonu korzeni jest obok nawożenia potasem i zawartości składnika w glebie, uzależniona od szeregu innych czynników. Należą do nich dobór odmian, uprawa roli, sposób i termin siewu, obsada roślin, stan odżywienia innymi składnikami, ochrona roślin itd. Dobre zaopatrzenie w potas poprzez wpływ na plon korzeni i cukru jest koniecznym warunkiem powodzenia w uprawie buraka. Większe w porównaniu z innymi składnikami pokarmowymi znaczenie potasu polega na jego udziale we wszystkich ważnych funkcjach życiowych rośliny, a przede wszystkim w syntezie, transporcie i nagromadzeniu cukrów w korzeniu buraka.

W zależności od gleby, przebiegu pogody, odmiany i wielkości plonu pobranie potasu przez burak osiąga 350–600 kg K_2O z ha. Ta ilość potasu musi być dostępna dla roślin już od wczesnej fazy rozwoju i w stosunkowo krótkim okresie czasu. Jak wynika z przedstawionych danych (Rysunek 3) w okresie pierwszych 8 tygodni wzrostu burak pobiera do 250 kg K_2O z ha, w okresie następnego miesiąca pobranie składnika zwiększa się o kolejne 200 kg K_2O (prawie 10 kg K_2O z ha dziennie), a w



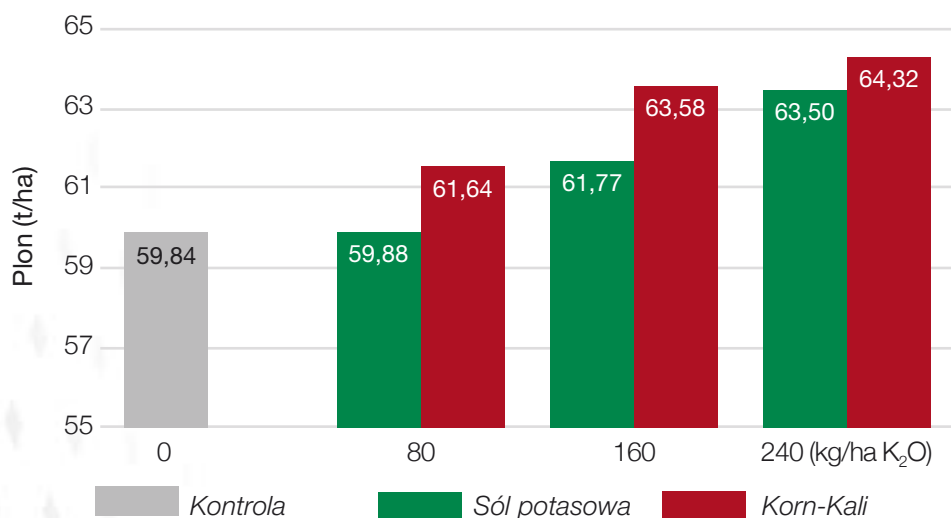
Rysunek 3. Przebieg nagromadzenia składników pokarmowych przez burak w okresie wegetacji (wg. Ludecke).

początkach sierpnia pobieranie tego składnika jest praktycznie zakończone. Uwzględniając niewielki we wczesnych fazach wzrostu zasięg systemu korzeniowego buraka dobre zaopatrzenie młodych roślin w potas z gleby i nawozów jest warunkiem koniecznym późniejszej realizacji ich potencjału plonotwórczego. Skutki niedostatecznego zaopatrzenia roślin w potas we wczesnych fazach wzrostu nie mogą być wyeliminowane późniejszym dopływem tego składnika [w okresie jesieni]. Ograniczenie w nagromadzeniu węglowodanów przez młode rośliny powoduje nieodwracalne skutki w postaci spadku plonu korzeni i pogorszenia ich jakości.

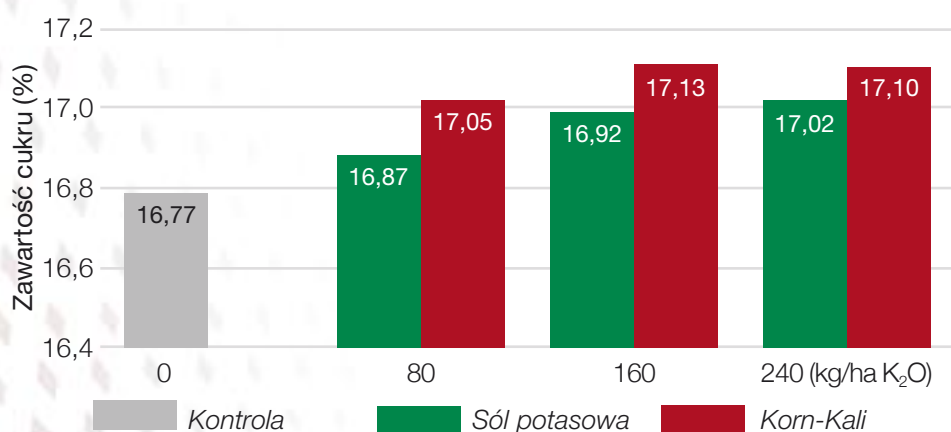
Plon korzeni buraka

Dodatni wpływ zaopatrzenia roślin w potas na wielkość i jakość plonu korzeni znajduje potwierdzenie w wynikach doświadczeń statycznych prowadzonych w różnych warunkach glebowych i klimatycznych. Dodatni wpływ wzrastających dawek potasu uwidacznia się zarówno w przyrostach plonu korzeni (Rysunek 4) jak i w zwiększaniu w nich zawartości cukru (Rysunek 5). Podobne wyniki uzyskiwane są w licznych jednorocznych doświadczeniach terenowych z nawożeniem buraka.

Na rysunku 6 przedstawiono w sposób syntetyczny wyniki 15 starszych doświadczeń ze stosowaniem wzrastających dawek nawozów potasowych pod buraki. Dawki nawozów wyrażone zostały w procentach dawki odpowiadającej pobraniu potasu z plonami buraka, przyjętej za 100. W podobny sposób wyrażono względne plony cukru, przyjmując za 100 plon uzyskany na dawce potasu odpowiadającej pobraniu składnika z plonem korzeni.



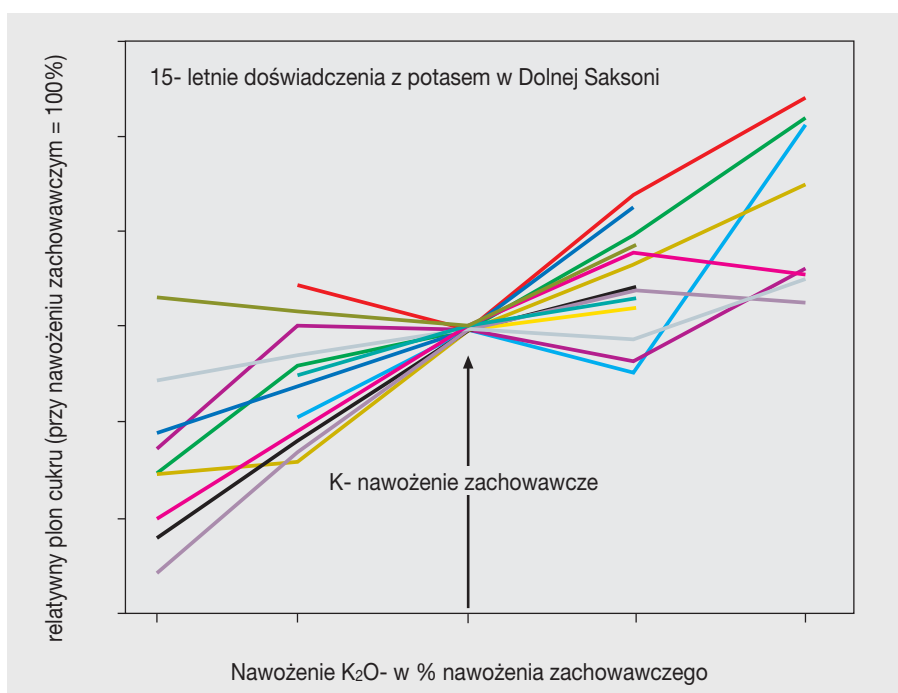
Rysunek 4. Wpływ różnych dawek K podawanych w formie soli potasowej oraz Korn-Kali na plon buraków cukrowych (Polska, 2000-2002).



Rysunek 5. Wpływ różnych dawek potasu podawanego w Korn-Kali w porównaniu do soli potasowej na zawartość cukru w burakach (Polska, 2000-2002).

Wyniki wszystkich doświadczeń układają się w podobny sposób. W niemal wszystkich doświadczeniach uzyskano istotne zwwyżki plonu korzeni pod wpływem nawożenia potasem. Tylko w 3 na 15 przeprowadzonych doświadczeń wielkość plonu korzeni nie była

uzależniona od wielkości dawek nawozów potasowych. W większości przypadków efektywne okazało się stosowanie dawek nawozów większych od dawki odpowiadającej pobraniu potasu z plonem buraków.



Rysunek 6. Dawka potasu według pobrania składnika z plonem nie wystarcza z reguły dla uzyskania maksymalnego plonu korzeni buraka.



Rysunek 7. Niewystarczające zaopatrzenie w potas wpływa na zahamowanie i słaby wzrost roślin.

Zawartość i wydajność cukru

Sukces w uprawie buraka zależy od wielkości plonu korzeni, zawartości w nich cukru i jakości technologicznej korzeni. Cukrownie są zainteresowane wydobyciem możliwie dużej ilości cukru zawartego w korzeniach. Wielkość zapłaty za dostarczone korzenie zależy od ich jakości co stanowi zachętę dla rolnika do jej polepszania. Dobra jakość korzeni przekłada się zatem bezpośrednio na wyższą cenę jednostkową. Tylko rolnik uzyskujący jednocześnie duże i o dobrej jakości plony buraka może osiągnąć maksymalne korzyści z uprawy tej rośliny. Jakość korzeni buraka zależy od całego szeregu czynników. Niektóre z tych czynników jak przebieg pogody i jakość gleby mają charakter zewnętrzny to znaczy niezależny od rolnika. Tym większą uwagę należy poświęcić czynnikom wewnętrznym, zależnym od rolnika. Wśród tych czynników znajduje się także zaopatrzenie roślin w składniki mineralne.

W uprawie buraka najważniejszym elementem jakości plonu jest zawartość cukru w korzeniach, gdyż od niej w głównej mierze zależy uzyskiwana przez rolnika zapłata. Z wielu

przeprowadzonych doświadczeń wynika, że zawartość cukru wzrasta pod wpływem nawożenia potasem (Rysunek 5). W doświadczeniach, których wyniki przedstawiono na rysunku 5 większe dawki nawozów potasowych spowodowały wzrost zawartości cukru w korzeniach o 0,3–0,7%. Raz jeszcze warto przypomnieć, że nagromadzanie cukru i jego odprowadzanie z liści do korzeni zależy w głównej mierze od zaopatrzenia roślin w potas. Tym samym składnik ten wpływa bezpośrednio na ekonomikę uprawy buraka. W omawianych doświadczeniach wzrost zawartości cukru zapewnił uzyskanie wyższej ceny za korzenie buraka. Zwrot znacznej części nakładów na nawożenie potasem następuje zatem w wyniku zwiększenia zawartości cukru w korzeniach, nawet bez uwzględnienia wpływu potasu na ich jakość technologiczną.

W ostatnich latach cukrownie poświęcały wiele uwagi zwiększaniu skuteczności ekstrakcji cukru z korzeni. Skuteczność ta zależy od zawartości składników melasotwórczych w soku ekstrakcyjnym. Za główny czynnik mela-



sotwórczy w soku jest obecnie uważana zawartość azotu α (alfa) – aminowego. Uznawanej wcześniej za czynnik melasotwórczy zawartości potasu w soku przypisuje się coraz mniejsze znaczenie i w stosowanym obecnie procesie ekstrakcji cukru nie stwarza

ona żadnego praktycznie problemu. Znalazło to swój wyraz w nowym wzorze na obliczanie wydajności cukru przyjętym przez większość cukrowni w Europie. Wzór ten jest stosowany również przez niektóre cukrownie w Polsce.

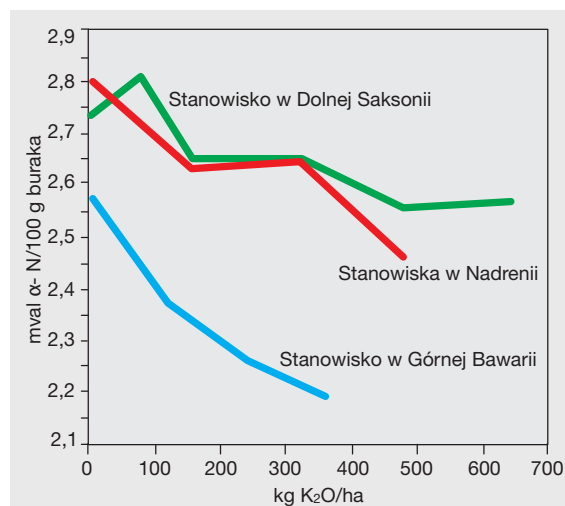
$$\text{Wydajność} = \frac{\text{Polaryzacja} - [0,12 \times (\text{K} + \text{Na}) + 0,24 \text{ N-} \alpha\text{-aminowy} + 1,08]}{\text{Zawartość cukru}}$$

*me/100g miąższu korzeni

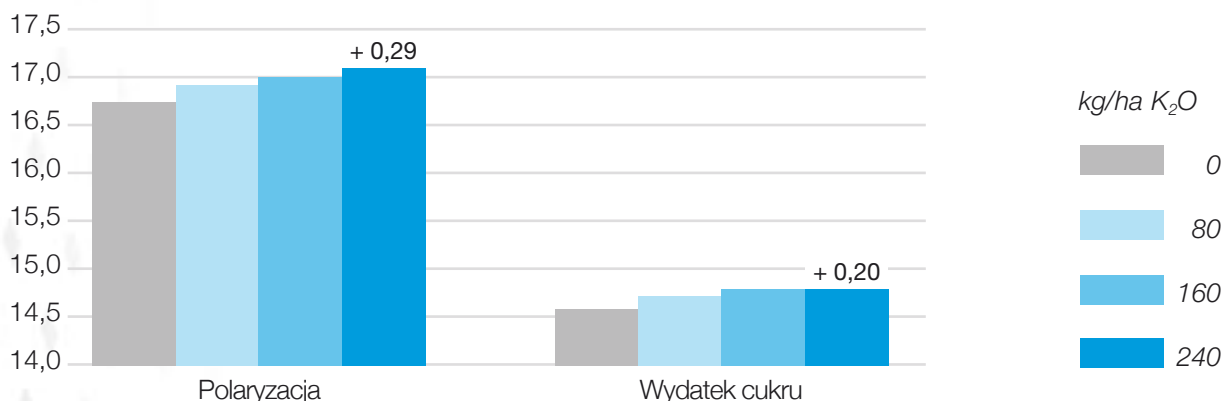
Badany czynnik	Zawartość cukru w %	Zawartość potasu	
		me K/100 g cukru	me K/100 g masy korzenia
Termin siewu (średnia z 6 doświadczeń)			
Wczesny	17,1	35,6	6,10
Opóźniony o 4 tygodnie	17,0	38,2	6,51
Dawka azotu (średnia z 3 doświadczeń)			
0 kg N/ha	16,1	31,5	5,08
160 kg N/ha	15,4	34,7	5,36
240 kg N/ha	15,2	37,1	5,64
Odmiana (średnia z 5 lat i 17 punktów)			
A	17,6	30,7	5,40
B	17,2	33,4	5,73
C	16,6	36,4	6,02
Pojedynkowanie (średnia z 5 doświadczeń)			
Bez dodatkowego pojedynkowania	17,2	38,3	6,58
Z dodatkowym pojedynkowaniem	17,0	40,5	6,90
Obsada roślin (średnia z 3 doświadczeń)			
80.000 roślin/ha	16,2	31,6	5,11
50.000 roślin/ha	15,9	34,6	5,43
30.000 roślin/ha	15,3	39,8	6,08
Nawadnianie (średnia z 6 doświadczeń)			
Z nawadnianiem	17,2	40,6	6,96
Bez nawadniania	16,5	47,4	7,80
Ogławianie (średnia z 4 doświadczeń)			
Prawidłowe	16,2	26,9	4,36
Zbyt niskie	15,6	29,6	4,61

Rysunek 8. Wpływ różnych czynników na zawartość cukru w korzeniach buraka w świetle wyników doświadczeń polowych (IFZ Göttingen).

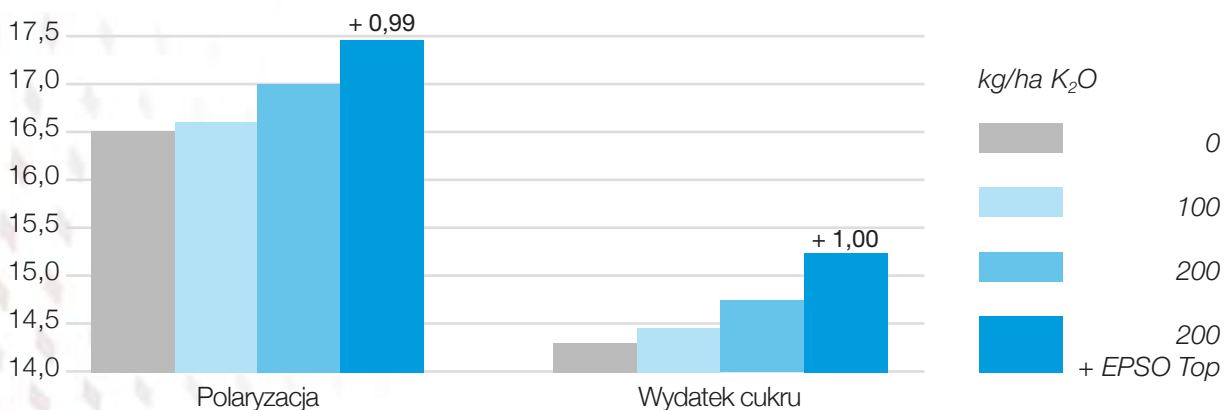
Wyniki doświadczeń przedstawione na rysunku 9 wykazują mniejszy wpływ zawartości potasu (i sodu), od wpływu zawartości azotu α [alfa]-aminowego na jakość technologiczną buraka. W miarę zwiększania dawek nawozów potasowych z 0 do 360 kg K_2O /ha zarówno zawartość cukru surowego jak i cukru oczyszczonego zwiększyła się o około 0,5%. Duże dawki nawozów potasowych nie miały zatem wpływu na rozmiar strat cukru w procesie przetwarzania korzeni buraka. Dla praktyki nawożenia oznacza to, że można w pełni wykorzystać dodatni wpływ nawożenia potasem na wielkość plonu korzeni i zawartość w nich cukru, bez obawy pogorszenia warunków ekstrakcji cukru w procesie przetwarzania buraka.



Rysunek 9. W miarę poprawy zaopatrzenia roślin w potas zmniejsza się zawartość azotu α aminowego w korzeniach buraka.



Rysunek 10: Wpływ zróżnicowanej dawki potasu na polaryzację oraz wydatek cukru (Polska, 2000-2002)



Wpływ zróżnicowanej dawki potasu w połączeniu ze stosowaniem EPSO Top na polaryzację oraz wydatek cukru (Polska, 2000-2002)

Współdziałanie potasu i azotu w nawożeniu buraka

Zawartość potasu w korzeniach buraka musi być rozpatrywana na tle procesów pobierania i przemian azotu w roślinach. Azot wpływa bardzo silnie na rozwój wegetatywny buraka, a tym samym na wielkość masy roślin. Wpływ azotu na nagromadzenie substancji zapasowych w formie węglowodanów (cukier, skrobia) jest jednak ujemny z uwagi na jego konkurencyjną rolę w przemianach prostych związków węgla.

Azot jest pobierany przez korzenie buraka głównie w formie jonu azotanowego NO_3^- , który ulega następnie w liściach redukcji do formy amonowej NH_3 . Aminowa forma azotu NH_2 wchodzi w połączenia z kwasami karboksylowymi, powstającymi w cyklu przemian związków węgla – tak zwanym cyklu Krebsa. W wyniku tej syntezy powstają aminokwasy (np. kwas glutaminowy), a połączenie wielu aminokwasów daje ostatecznie białka. Dobre zaopatrzenie roślin w potas sprzyja syntezie białek w liściach buraka. Ma to pozytywny wpływ na jakość technologiczną korzeni, gdyż zmniejsza się wówczas zawartość szkodliwej formy azotu α [alfa]-aminowego (Rysunek 9). Opisane prawidłowości mają miejsce przede wszystkim wówczas, gdy zaopatrzenie roślin w azot jest dostosowane do warunków siedliska i stanu zasiewów buraka.

Przy nadmiernym zaopatrzeniu roślin w azot dochodzi do naruszenia równowagi pomiędzy tym składnikiem i kwasami karboksylowymi. Roślina broni się przed nadmiarem toksycznego dla niej amoniaku NH_3 przyłączając drugą cząsteczkę NH_2 do kwasu karboksylowego, w wyniku czego powstają amidy (np. glutamina). Amidy mogą być nagromadzone również w korzeniach buraka, a glutamina stanowi główną część wspomnianych wcześniej związków α [alfa] – aminowych, utrudniających w znacznym stopniu ekstrakcję cukru z korzenia. Opisany proces jest odwracalny. W warunkach nadmiaru kwasów karboksylowych druga cząsteczka NH_2 jest odłączana od amidu i może brać udział w syntezie kolejnego aminokwasu. Amidy stanowią zatem dla rośliny zapasową pulę azotu, ale specjaliści w cukrowni traktują je jako czynnik przeszkadzający w krystalizacji cukru.

Należy podkreślić, że przy nagromadzeniu azotu α [alfa] – aminowego dochodzi do naruszenia równowagi anionowo – kationowej w soku korzenia. Dla przywrócenia tej równowagi następuje przemieszczanie kationów, głównie kationu potasowego, z liści do korzeni buraka. W praktyce oznacza to, że wysokiej zawartości azotu α [alfa]-aminowego towarzyszy z reguły wysoka zawartość potasu w soku korzenia. W wielu krajach europejskich przykładem jest dlatego coraz większe znaczenie do azotu jako czynnika decydującego o przebiegu procesu wydobywania i krystalizacji cukru w buraku. Zamieszczony wyżej wzór na wydajność cukru (znany jako "formuła z Braunschweigu 1996") znajduje z tych względów coraz szersze zastosowanie.



Synteza białek ulega przyspieszeniu przez dobre zaopatrzenie w potas. Amidy stanowią zatem dla roślin zapasową pulę azotu, ale specjaliści w cukrowni traktują ją jako czynnik przeszkadzający w krystalizacji cukru. W praktyce oznacza to, że wysokiej zawartości azotu α [alfa]-aminowego towarzyszy z reguły wysoka zawartość potasu w soku korzenia.

Ekonomika produkcji buraka

Efekt ekonomiczny uprawy buraka zależy przede wszystkim od wielkości plonu korzeni. Regularnie uzyskiwane, duże plony korzeni stanowią zatem podstawę ekonomiki produkcji buraka. Najważniejszym czynnikiem jakościowym, wpływającym na cenę uzyskiwaną za buraki jest zawartość cukru w korzeniach. W miarę wzrostu zawartości cukru rośnie również cena jednostkowa korzeni. W różnych systemach skupu buraka premiuje się natomiast rozmaicie wartość technologiczną korzeni to znaczy stosunek cukru ogółem do cukru czystego. Generalnie jednak w systemach skupu jakościowego, zawartość cukru w korzeniach (procent polaryzacji) ma zdecydowaną przewagę nad jakością technologiczną korzenia. W aspekcie nawożenia potasem sprowadza się to do dwóch stwierdzeń:

- dobre zaopatrzenie w potas jest bardzo ważnym czynnikiem w produkcji buraka. Nawożenie potasem jest produkcyjnie i ekonomicznie uzasadnione również na glebach wykazujących średnią do wysokiej zawartość potasu.
- nawożenie potasem wpływa korzystnie na jakość korzeni buraka. Zawartość cukru czystego jest proporcjonalna do zawartości cukru surowego. W miarę wzrostu zawartości cukru rośnie premia w jakościowym systemie skupu buraka. Umożliwia to rolnikowi uzyskanie większych wpływów z tej samej powierzchni uprawy i przy takim samym plonie korzeni buraka. Łącznie poprzez wpływ na wielkości i jakość plonu, potas poprawia zatem ekonomikę produkcji buraka.

Także przy wysokiej zawartości potasu w glebie nawożenie jest ekonomicznie uzasadnione i konieczne.



Wyniki analiz glebowych muszą być prawidłowo interpretowane

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 3 pobranie potasu z plonem buraka cukrowego może osiągać 400–450 kg K_2O z ha. Oszczędzanie w ostatnich latach przez rolników na nawozach potasowych doprowadziło już do widocznego spadku zasobności gleby w ten składnik. Dotyczy to również tradycyjnych rejonów uprawy buraka, zwłaszcza jeżeli uprawie tej towarzyszy mała obsada inwentarza.

O powodzeniu uprawy buraka decydują natomiast w dużym stopniu rezerwy przyswajalnej formy potasu w glebie. Coraz częstsze opieranie porady nawozowej na bilansie potasu obejmującym tylko pobranie składnika z plonem końcowym roślin (rysunek 6) nie uwzględnia dynamiki przemian tego składnika i strat jego formy przyswajalnej.



0 kg K_2O /ha: 3,8 t cukru z ha (3800 kg)



300 kg K_2O /ha: 8,9 t cukru z ha (8900 kg)

Rysunek 11. Po 12 latach prowadzenia doświadczenia statycznego w glebie obiektu K_0 znajdowało się 8 mg K_2O /100 g gleby. W glebie obiektu nawożonego corocznie dawką 300 kg K_2O /ha znajdowało się natomiast 26 mg K_2O /100 g gleby. Ogromne różnice w wyglądzie roślin, już we wczesnym stadium ich rozwoju pozwalają przewidywać takie same różnice w wielkości plonów korzeni.



Rysunek 12. Niedostateczne zaopatrzenie w potas (zaznaczone powierzchnie) powoduje pogorszenie wschodów i mniejszą obsadę roślin.

Wiązanie potasu przez glebowe minerały ilaste ogranicza możliwość jego wymywania ze średnich i ciężkich gleb. Pozwala to na stosowanie nawozów potasowych w okresie jesieni, a także zalecane dla zmniejszenia nakładów pracy, stosowanie potasu na zapas pod kilka kolejnych roślin w zmianowaniu. Szczególne wymagania pokarmowe buraka w stosunku do potasu mogą być zatem realizowane w ramach określonego zmianowania. Z uwagi na specyficzne wiązanie potasu, dla dobrego zaopatrzenia korzeni roślin w ten składnik, nawozy potasowe muszą być wymieszane z całą objętością ornej warstwy gleby. Jest to szczególnie istotne przy wiosennym stosowaniu nawozów potasowych, łącznie z nawozami azotowymi aby wykluczyć szkodliwą dla kiełkujących roślin nadmierną koncentrację składników w wierzchniej warstwie gleby. Ryzyko takie nie zachodzi przy jesiennym wysiewie nawozów. Na lekkich glebach, dla uniknięcia strat potasu w okresie zimowym zaleca się jednak wysiew nawozów potasowych w okresie wczesnej wiosny. W celu uzyskania maksymalnych korzyści z prawidłowego nawożenia buraka potasem zaleca się wieloletnią kontrolę stanu zasobności gleby przez porównanie kolejnych oznaczeń zawartości potasu wyrażonych w mg K_2O , a nie tylko w klasach zawartości tego składnika.



Rysunek 13. Badanie gleb jest podstawą określania wielkości dawek nawozów.

Zasobność gleb Polski w przyswajalne formy potasu do końca lat osiemdziesiątych ulegała poprawie wyrażającej się wzrostem procentowego udziału gleb o wysokiej i bardzo wysokiej i spadkiem udziału gleb o bardzo niskiej i niskiej zawartości tego składnika. Ten korzystny trend uległ niestety odwróceniu w latach dziewięćdziesiątych. Udział gleb o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości potasu ulega systematycznemu zmniejszaniu, a zwiększa się udział gleb o zawartości bardzo niskiej i niskiej. Obecnie ponad 50% gleb użytkowanych rolniczo w Polsce wykazuje deficyt potasu, 27% gleb charakteryzuje się średnią zawartością, a tylko 24% zawartością wysoką i bardzo wysoką.



Magnez, sód i siarka wymagają większej uwagi

Obok potasu jako podstawowego składnika pokarmowego, duży wpływ na wielkość i jakość plonu buraka cukrowego mają magnez i sód. W ostatnich latach, w związku z ograniczeniem emisji przemysłowych, wzrasta również nawozowa rola siarki.

Magnez

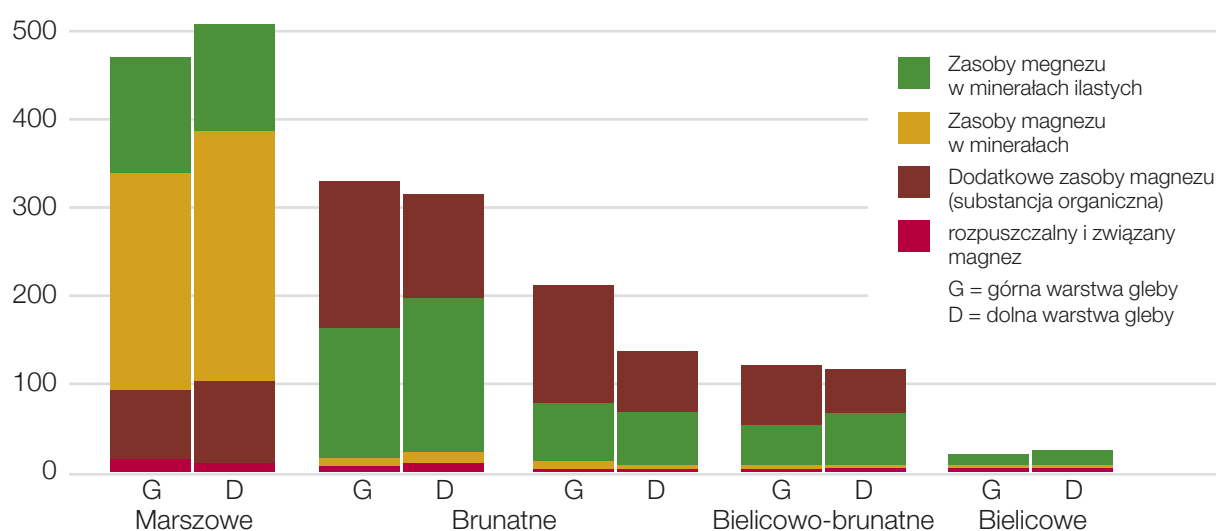
Stan magnezowy gleb, przydatnych pod uprawę buraka, jest bardzo zróżnicowany. Gleby wykazują już różną, wyjściową zawartość magnezu całkowitego. O stanie zaopatrzenia roślin w ten składnik decyduje jednak zawartość magnezu wymiennego. Zawartość ta zależy nie tylko od rodzaju skały macierzystej, ale również od przebiegu procesu glebotwórczego, sposobu użytkowania gleby i przede wszystkim od historii jej nawożenia magnezem. Pierwotnym źródłem dostępnego dla roślin magnezu jest wietrzenie skały macierzystej, z której wykształciła się określona gleba. Magnez, podobnie jak wapń wykazuje jednak dużą ruchliwość w glebie i należy się liczyć z możliwością jego wymywania. Średnie straty składnika na tej drodze szacowane są na 20–50 kg MgO z ha rocznie. Na lekkich glebach podane wartości mogą być

znacznie wyższe. Gleby lekkie odznaczają się zatem z natury niskimi zasobami magnezu. Na takich glebach, aby uniknąć wystąpienia ostrych objawów niedoboru magnezu u roślin, konieczne jest stosowanie przed rozpoczęciem wegetacji siarczanu magnezowego – ESTA® Kieserit, zawierającego ten składnik w formie całkowicie przyswajalnej dla roślin i nie zakwaszającego gleby.

Na średnich i ciężkich glebach zalecane jest natomiast jesienne przyorywanie nawozów magnezowych, które w okresie wiosny ulegają przemieszczaniu z wstępującym ruchem wody w kierunku korzeni buraka. Podobne zalecenie dotyczy również nawozów zawierających sód. Buraki, podobnie jak inne rośliny, pokrywają zasadniczą część potrzeb pokarmowych w stosunku do magnezu pobierając ten składnik z gleby poprzez system korzeniowy. Pobranie magnezu z plonem buraka kształtuje się na podobnym poziomie jak pobranie fosforu i wynosi 70–90 kg MgO z ha (rysunek 3). Szczególną uwagę należy dlatego zwrócić na właściwą zawartość przyswajalnego magnezu w glebie.

Zasoby i dostępność magnezu w różnych glebach

mg Mg/100 g gleby



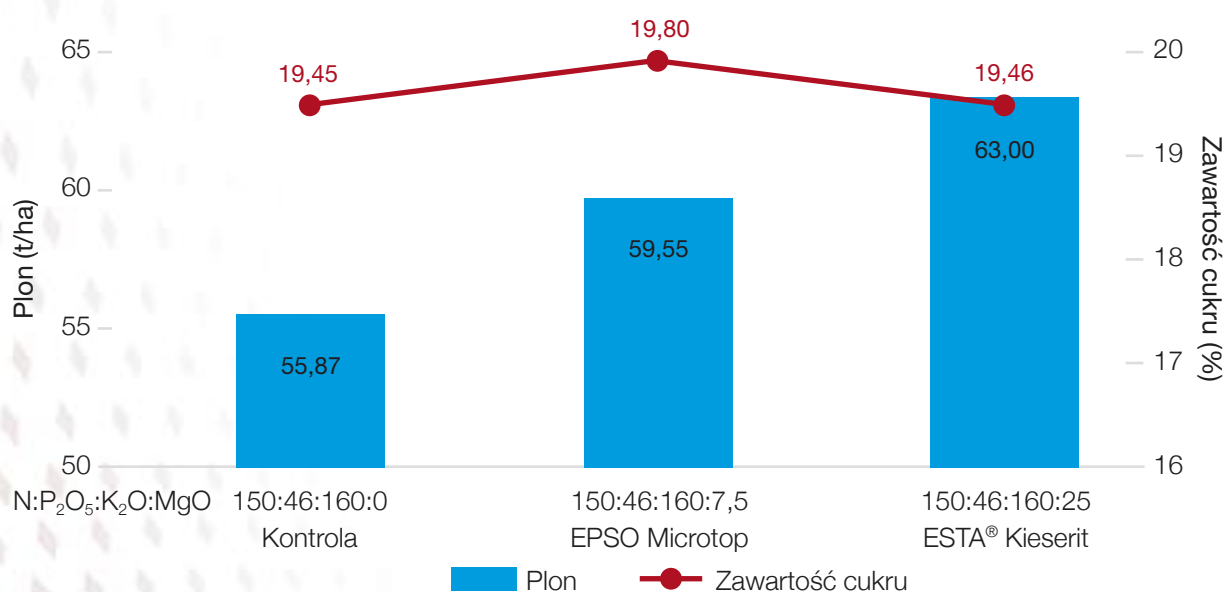
Rysunek 14. Zasoby i dostępność magnezu zależą od rodzaju skały macierzystej i przebiegu procesu glebotwórczego.



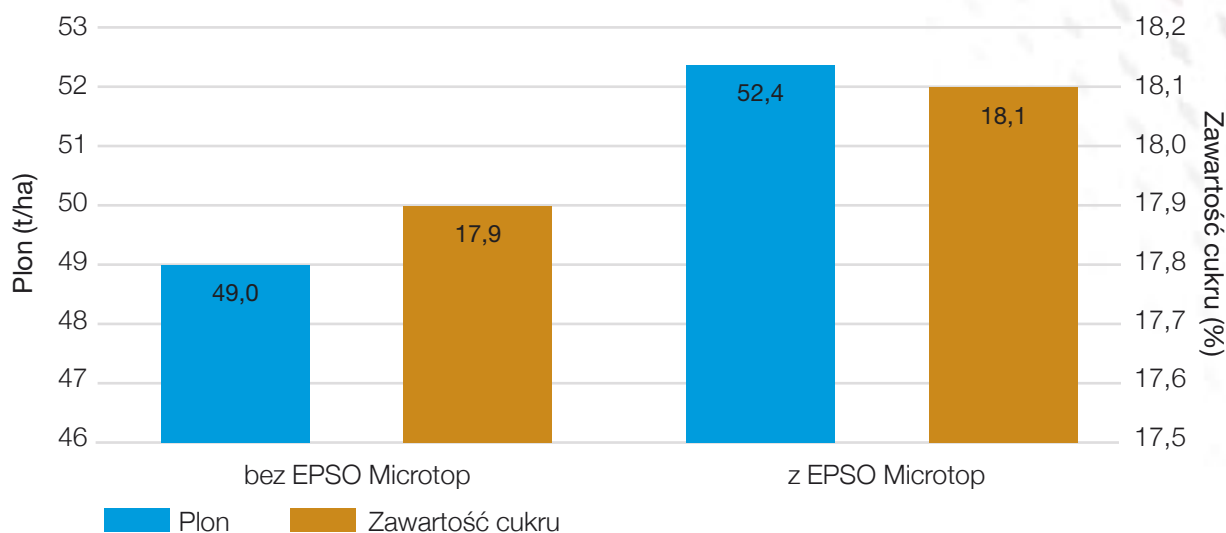
Rysunek 15. Objawy niedoboru magnezu w postaci rozjaśnień i żółknięcia brzegów i czubków liści, żyłki pozostają zielone.

W przypadku nie zrównoważonego nawożenia może się ujawnić, już na poziomie korzenia, antagonizm potasu i magnezu w żywieniu roślin. Podobny antagonizm występuje pomiędzy wapniem i magnezem na glebach o odczynie alkalicznym (pH powyżej 7,3) oraz pomiędzy magnezem i jonem amonowym na glebach przenawożonych gnojowicą. Antagonizmowi takiemu można zapobiec poprzez zastosowanie łatwo rozpuszczalnych i szybko działających nawozów magnezowych w formie siarczanowej.

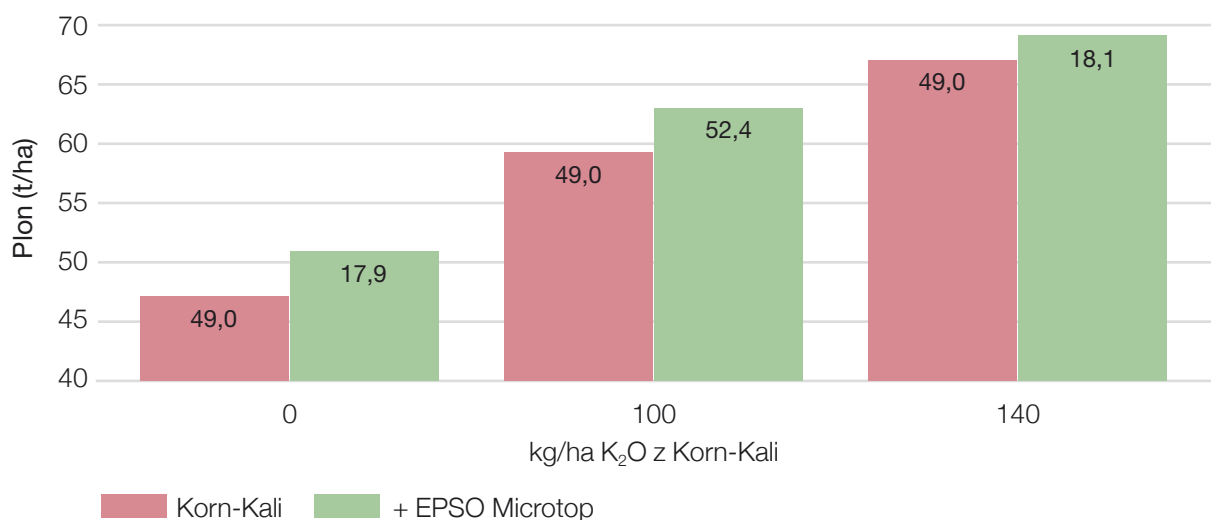
W rejonach uprawy buraka stosuje się z reguły wapnowanie gleb wapnem defekacyjnym z cukrowni nie zawierającym znaczących ilości magnezu. Należy wówczas poświęcić szczególną uwagę uzupełnianiu niedoborów magnezu w całej rotacji zmianowania. Z reguły wystarczające jest stosowanie w zmianowaniu granulowanej soli potasowej Korn-Kali zawierającej 40% K_2O , 6% MgO , 3% Na i 4% S . Dostarczana w ten sposób ilość magnezu jest wystarczająca dla pokrycia potrzeb pokarmowych roślin w zmianowaniu i uzupełnieniu



Rysunek 16: Wpływ działania kizerytu i EPSO Microtopu na plon oraz zawartość cukru w burakach cukrowych (Polska, 2003-2005).



Rysunek 17: Wpływ działania EPSO Microtop na plon oraz zawartość cukru w burakach cukrowych (Polska, 2001-2003).



Rysunek 18: Wpływ różnych dawek Korn-Kali w kombinacji z EPSO Microtop na plon buraków cukrowych (Polska, 2004-2005).

ilości składnika wymywanego z gleby. Przy ostrych niedoborach magnezu u roślin konieczne może się jednak okazać zastosowanie ESTA® Kieserit gran. zawierającego 25 % MgO i 20 % S.

W przypadku wystąpienia okresowych niedoborów magnezu, spowodowanych niekorzystnymi warunkami zewnętrznymi (susza, niskie temperatury, zaskorupienie gleby) natychmiastowym środkiem zaradczym jest nawożenie

dolistne roztworem nawozu EPSO Top (Rysunek 17). Opryski, 5 % roztworem nawozu EPSO Top, można wykonywać do momentu zwarcia rzędów buraka. O ile wystąpi taka sytuacja należy po zbiorze buraka wykonać analizę gleby na zawartość przyswajalnego magnezu i w przypadku potwierdzenia jego niedoboru zastosować doglebowo nawozy zawierające magnez w formie siarczanowej.

Sód

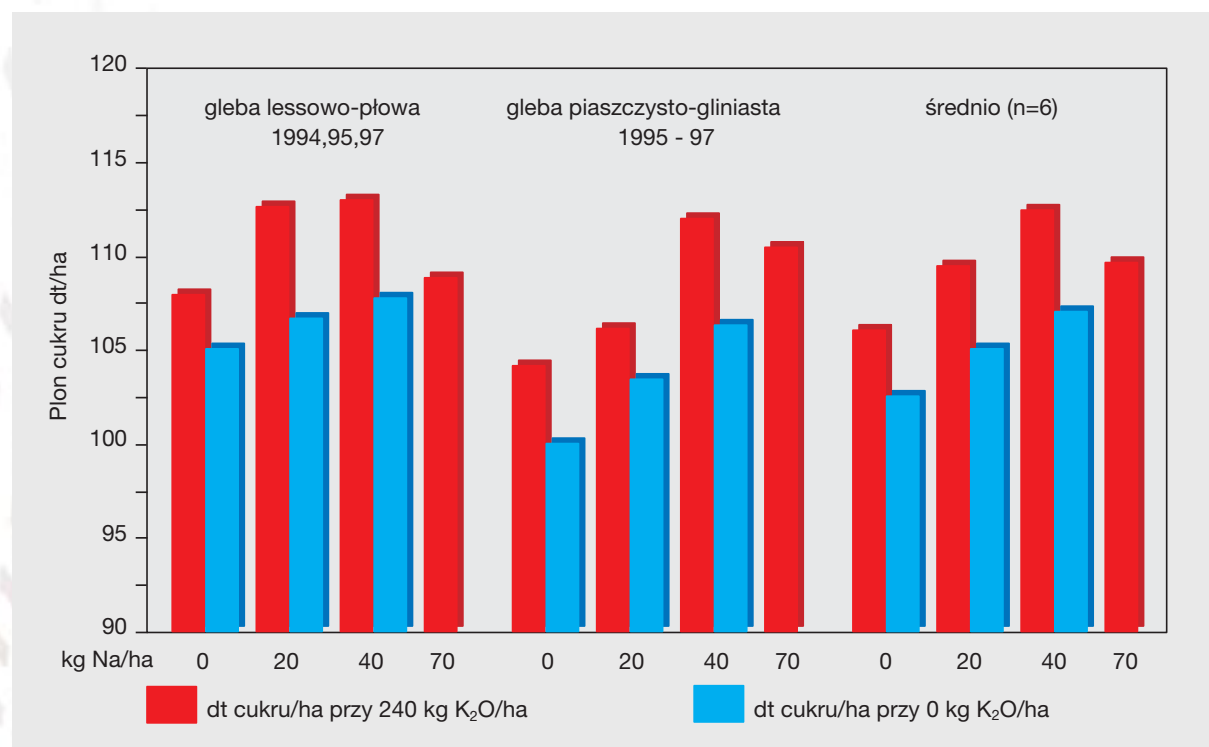
Prawidłowy rozwój i plonowanie większości roślin uprawnych może się odbywać bez sodu. Sód ma dlatego stosunkowo małe znaczenie jako składnik pokarmowy roślin. Buraki należą natomiast do roślin bezwzględnie wymagających sodu. Można to tłumaczyć pochodzeniem tej rośliny z rejonów nadmorskich, zasobnych w sód. Wyniki doświadczeń wskazują, że w uprawie buraka sód może stanowić składnik plonotwórczy (Rysunek 19).

Zapotrzebowanie buraka na sód jest jednak daleko mniejsze od zapotrzebowania na potas. Jak wynika z rysunku 3 burak w całym okresie wegetacji pobiera z reguły około 100 kg Na z ha, przy czym największe zapotrzebowanie na ten składnik rośliny wykazują we wczesnych fazach wzrostu. Pobranie sodu z plonem koń-

kg K ₂ O lub Na/ha		Na 0	Na 110
		kg cukru z ha	
K ₂ O	0	81,2	92,5
K ₂ O	145	92,8	96,6
K ₂ O	240	93,5	97,8
K ₂ O	440	97,2	99,0

Rysunek 19. Sód może częściowo zastąpić potas w nawożeniu buraka.

cowym buraka wynosi około 50–60 kg Na z ha. Główna część pobranego sodu, 40–50 kg Na z ha znajduje się przy tym w liściach, a tylko niewielka, 7–10 kg Na z ha w korzeniach. Już stosunkowo niewielka ilość sodu, 20–40 kg Na/ha wystarcza dla pokrycia potrzeb pokar-



Rysunek 20. Zawartość sodu w Korn-Kali zwiększa plony cukru, w porównaniu do wysoko skoncentrowanej soli potasowej.

mowych roślin. Efekt nawożenia sodem jest większy na lekkich glebach, wykazujących niską zawartość tego składnika, niż na glebach wytworzonych z lessów. (Rysunek 19). Niezależnie od nawożenia sodem koniecznym warunkiem uzyskiwania dużych plonów buraka jest jednak dobre zaopatrzenie roślin w potas. Duże dawki sodu wykazują efekt dyspergujący i zwiększają skłonność gleb lessowych do rozpylania. Nawozy zawierające sól, na przykład Magnesia-Kainit (11 % K_2O , 5 % MgO , 20 % Na i 4 % S), muszą być dlatego stosowane na takich glebach z dużą ostrożnością. Należy tu dać pierwszeństwo nawozom zawierającym mniejsze ilości sodu jak Korn-Kali (40 % K_2O , 6 % MgO , 3 % Na i 4 % S).

Siarka

W wyniku znacznego zmniejszenia emisji siarki do atmosfery, składnik ten zyskuje na znaczeniu w nawożeniu roślin. Pobranie siarki przez burak wynoszące około 40 kg S z ha jest mniejsze od pobrania tego składnika przez rzepak i kapustę. Zakładając dalszy spadek emisji siarki należy jednak w niedalekiej przyszłości uwzględnić nawożenie siarką również buraka cukrowego (Rysunek 20). Może to być dokonywane w sposób oszczędny i nie wymagający dodatkowych nakładów pracy poprzez stosowanie nawozów potasowych zawierających siarkę. Łącząc nawożenie siarką z nawożeniem potasem i magnezem w postaci Korn-Kali (40 % K_2O , 6 % Mg, 3 % Na i 4 % S) można całkowicie pokryć potrzeby pokarmowe buraka w stosunku do tego składnika. W przypadku wystąpienia ostrych niedoborów siarki u roślin zaleca się nawożenie dolistne 5% roztworem nawozu EPSO Top (16 % MgO , 13 % S).



Rysunek 21. Po zastosowaniu nawozu zawierającego siarczan magnezu rośliny wykazujące objawy niedoboru siarki nabierają ponownie zielonego koloru.



Rysunek 22. Niedobory siarki na młodych liściach buraka cukrowego.

Podsumowanie

- Potas ma decydujący wpływ na tworzenie dużego i o dobrej jakości plonu buraka cukrowego. Buraki pobierają potas w największej ilości, spośród innych składników i dlatego dobre zaopatrzenie w potas jest podstawowym warunkiem powodzenia w uprawie tej rośliny.
- Jakość buraka jest determinowana w pierwszym rzędzie przez zawartość cukru w korzeniach, gdyż cecha ta wpływa w decydującym stopniu na cenę korzeni. Dla uzyskania wysokiej zawartości cukru, obok optymalizacji wszystkich czynników produkcji konieczne jest dobre zaopatrzenie roślin w potas z gleby i nawozów.
- We wzorze na wyliczenie wydajności cukru z korzeni buraków, lub zawartości cukru czystego, potas jest wprawdzie uwzględniany ale zawartość tego składnika ma niewielki wpływ na jakość technologiczną korzeni buraka. Umożliwia to pełne wykorzystanie dodatniego wpływu potasu na plon i zawartość cukru surowego w buraku.
- Najbardziej odpowiednim nawozem pod burak jest Korn-Kali. Na glebach o średniej do wysokiej zawartości przyswajalnego potasu zaleca się stosowanie 600–900 kg tego nawozu na ha. Taka ilość potasu ma charakter orientacyjny i wymaga uściślenia w oparciu o dodatkowe informacje (typ gleby, sposób gospodarowanie itp.). Na glebach średnich i ciężkich zaleca się stosowanie nawozu w okresie jesieni, natomiast na glebach lekkich pierwszeństwo należy dać nawożeniu w okresie wczesnej wiosny.
- W zalecanej dawce Korn-Kali wprowadza się dodatkowo 35–55 kg MgO na ha, w łatwo przyswajalnej formie co pokrywa znaczną część potrzeb pokarmowych buraka w stosunku do magnezu.



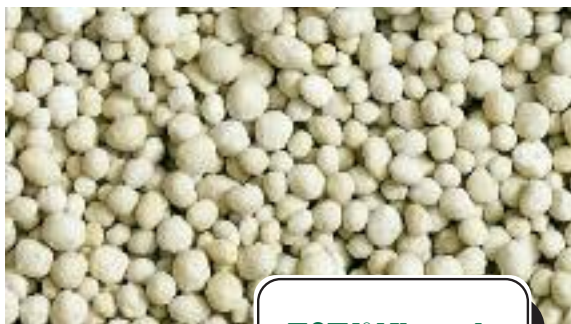
- Niewielka zawartość sodu w Korn-Kali (3% Na) całkowicie zabezpiecza potrzeby buraka, a zawartość siarki (4% S) jest wystarczająca dla uniknięcia wystąpienia ostrych niedoborów tego składnika.
- Na glebach ubogich w magnez, o ograniczonych potrzebach wapnowania, zaleca się zastosowanie 400–500 kg/ha ESTA® Kieserit zawierającego 25% MgO i 20% S.
- Okresowe niedobory magnezu mogą być wyeliminowane zastosowaniem dolistnie 5% roztworu nawozu EPSO Top.

Wysoka jakość i pewność plonowania poprzez nasze produkty specjalne

ESTA® Kieserit gran.

NAWÓZ WE
Kizeryt 25 (+20)

25% MgO rozpuszczalnego w wodzie
tlenku magnezu,
20% S rozpuszczalnej w wodzie siarki.
(= 50% SO₃)

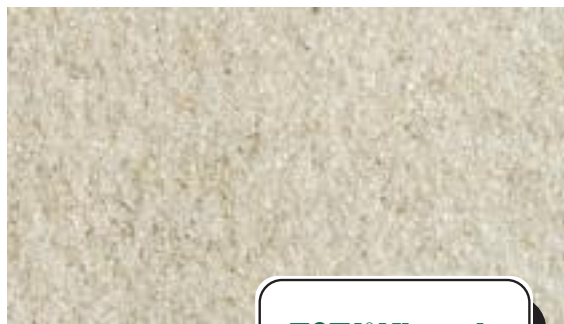


Kizeryt jest wysokoprocentowym nawozem magnezowym, zawierającym łatwo dostępną dla roślin magnez w formie siarczanowej. Nawóz ten nie zmienia odczynu gleby.

ESTA® Kieserit pylisty

NAWÓZ WE
Kizeryt 27 (+22)

27% MgO rozpuszczalnego w wodzie
tlenku magnezu,
22% S rozpuszczalnej w wodzie siarki.
(= 55% SO₃)



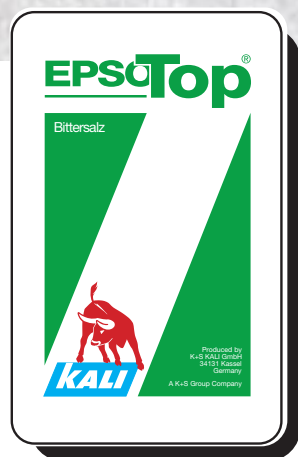
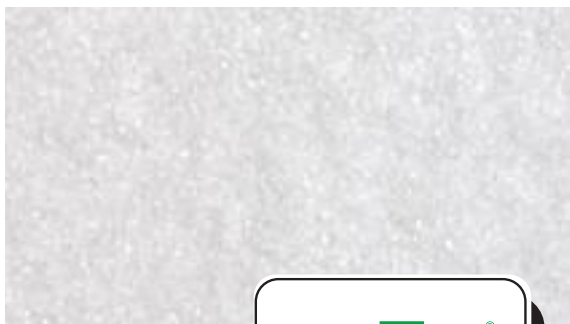
Kizeryt jest wysokoprocentowym nawozem magnezowym, zawierającym łatwo dostępną dla roślin magnez w formie siarczanowej. Nawóz ten nie zmienia odczynu gleby.

EPSO Top®

NAWÓZ WE

Siarczan magnezu 16 (+13)

- 16% MgO rozpuszczalnego w wodzie tlenku magnezu,
- 13% S rozpuszczalnej w wodzie siarki. (= 32% SO₃)



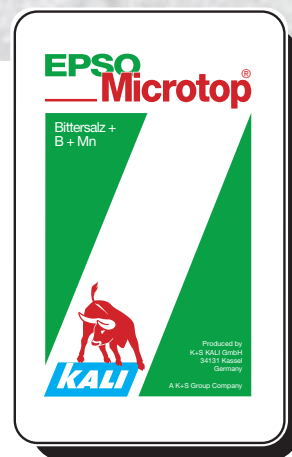
Produkt poprawiający cechy jakościowe plonu i zielone wybarwienie roślin. Zaleca się stosowanie również w przypadku wystąpienia na roślinach niedoborów magnezu lub siarki. W opryskach warzyw należy stosować roztwór w proporcji 3–5 kg nawozu EPSO Top w 100 litrach wody. Dokarmianie dolistne jest zabiegiem uzupełniającym, nie zastępuje nawożenia doglebowego.

EPSO Microtop®

NAWÓZ WE

Siarczan magnezu z borem i manganem 15 (+12+1+1)

- 15% MgO rozpuszczalnego w wodzie tlenku magnezu,
- 13% S rozpuszczalnej w wodzie siarki, (= 31% SO₃)
- 1% B rozpuszczalnej w wodzie boru,
- 1% Mn rozpuszczalnej w wodzie manganu.



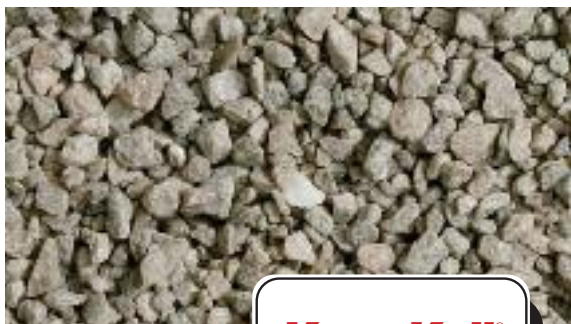
Jest szybko działającym nawozem dolistnym zawierającym takie składniki odżywcze jak: magnez, siarkę, bor oraz mangan. Wszystkie składniki występują w formie rozpuszczalnej w wodzie. Stosowanie tego nawozu pozwala zapobiec powstawaniu niedoborów mikroelementów. Zaleca się stosować roztwór wodny 3–5% (rozpuścić 3–5 kg Epso Microtopu w 100 litrach wody).

Korn-Kali®

NAWÓZ WE

Siarczan potasu z magnezem 40 (+6 +3 +4)

- 40% K₂O rozpuszczalnego w wodzie
tlenku potasu,
- 6% MgO rozpuszczalnego w wodzie
tlenku magnezu,
- 3% Na rozpuszczalnego w wodzie sodu,
(= 4% Na₂O)
- 4% S rozpuszczalnej w wodzie siarki.
(= 12% SO₃)



Korn-Kali jest idealnym nawozem potasowym, zawierającym obok potasu i magnezu również 4 % siarki. Nawóz ten może być stosowany na wszystkich glebach i prawie pod wszystkie uprawy. Zapewnia zaopatrzenie w siarkę roślin szczególnie wrażliwych na niedobór siarki jak np. rzepak.

Wydawca:
K+S KALI GmbH, 34131 Kassel

Opracowanie, redakcja:
Dział doradztwa i sprzedaży K+S KALI GmbH
Wszystkie dane i wypowiedzi w niniejszej broszurze są niewiążące.

Zastrzegamy sobie prawo do zmian.



K+S Polska sp. z o.o.

Pl. Wiosny Ludów 2, 61-831 Poznań, Polska

Tel. 061-850 93 60 · Fax 061-850 93 61

E-mail: nawozy@ks-polska.pl · Internet: www.ks-polska.pl

Firma należąca do Grupy K+S