ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA
VOL. XXXV/XXXVI, 11 SECTIO E 1980/1981

Instytut Uprawy Roli i Roślin Wydziału Rolniczego AR w Lublinie

Andrzej KRUPIŃSKI, Elżbieta PODSTAWKA,
Roman RESZEL

Zawartość niektórych makro- i mikroelementów w burakach cukrowych uprawianych na rędzinie w różnych warunkach wodno-nawozowych

Содержание некоторых макро- и микроэлементов в сахарной свекле, выращиваемой на рендзине в разных влажно-удобрительных условиях

The Content of Macro- and Microelements in Sugar Beet Grown on Rendzina Soil in Various Water-Fertilization Conditions

WSTĘP

Wysokie i pełnowartościowe biologicznie plony można uzyskać tylko wówczas, gdy zaopatrzy się rośliny we wszystkie niezbędne składniki pokarmowe. Staje się to tym trudniejsze, że sukcesywny wzrost zbiorów masy roślinnej z jednostki powierzchni powoduje intensywne zubożanie gleby w substancje mineralne, zaś nawozy produkowane w coraz bardziej skondensowanej formie, zawierają coraz mniej balastu, będącego źródłem szeregu makro- i mikroskładników. Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia w warunkach intensywnej gospodarki, tj. na polach intensywnie nawożonych i nawadnianych, gdzie wynoszenie składników pokarmowych z gleby w obfitych plonach jest bardzo duże. Zubożenie środowiska edaficznego może się negatywnie odbić na składzie chemicznym roślin. Wydaje się zatem nieodzowne określenie zawartości przynajmniej najważniejszych makro- i mikroelementów w przeznaczanych na paszę roślinach (lub ich częściach) uprawianych w warunkach nowych technologii. Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu różnych form nawozów potasowych i fosforowych oraz deszczowania na zawartość niektórych makro- i mikroelementów w korzeniach i liściach buraków cukrowych, których znaczną część (tak u nas, jak i w całym świecie) przeznacza się na paszę.

METODYKA BADAŃ

Badania polowe przeprowadzono w latach 1974—1975 w RZD Bezek, na rędzinie czarnoziemnej, wytworzonej ze skał kredowych, o składzie mechanicznym gliny średniej. Charakteryzuje się ona wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor i potas, bardzo niską w magnez oraz odczynem obojętnym. Doświadczenie założono wg schematu podbloków losowanych w 4 powtórzeniach (powierzchnia poletka do zbioru =27 m^2). Porównywano w nim, na tle zróżnicowanych warunków wilgotnościowych (wariant kontrolny — bez deszczowania oraz wariant deszczowania uzupełniającego, polegającego na dostarczaniu roślinom wody w fazie ich najintensywniejszego wzrostu), działanie różnych form nawozów potasowych i fosforowych. Z nawozów potasowych uwzględniono sól potasową (60%) i kainit (15%), z fosforowych natomiast superfosfat pojedynczy (19%), superfosfat potrójny (48,5%), fosforan amonowy (46,5% P_2O_5 i 18% N) i mączkę fosforytową (29%). Niezależnie od formy, nawozy te wnoszono w jednakowej dawce czystego składnika, wynoszącej 230 kg K_2O i 110 kg P_2O_5+ 210 kg N na 1 ha.

Rozpatrywane sezony wegetacyjne są o tyle reprezentatywne, iż krańcowo różnią się pod względem przebiegu pogody. Rok 1974 był anormalnie wilgotny (560 mm opadu), a przy tym chłodny (suma temperatur 2452°C). Rok 1975 (360 mm opadu) miał opady znacznie poniżej średnich wieloletnich (430 mm) i jednocześnie charakteryzował się wysoką ciepłotą powietrza (2665°C). W roku 1974, na skutek niekorzystnego rozkładu opadów w okresie wegetacji, buraki na poletkach nawadnianych otrzymały łącznie 270 mm, zaś w r. 1975 — 180 mm wody.

W czasie zbioru buraków z każdego poletka pobrano kilogramowe próby korzeni i liści. Po odpowiednim przygotowaniu oznaczono w nich następujące składniki mineralne: Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn — (metodą ASA) oraz Mo — (kolorymetrycznie, metodą rodankową 2).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość poszczególnych pierwiastków w burakach cukrowych różniła się zdecydowanie od podanej przez Nehringa i in. (6). W liściach stwierdzono o 54%, a w korzeniach aż o 215% zawartości wapnia więcej, co mogło być spowodowane przez swoistość gleby wytworzonej ze skał kredowych. Więcej też było żelaza (odpowiednio o 55 i 25%) oraz cynku (o 41 i 119%). Z kolei badane buraki zawierały mniej magnezu (średnio w liściach o 70, a w korzeniach o 60%) od poziomu podawanego w literaturze (6). Jeszcze inaczej przedstawiała się koncentracja molibdenu. Części nadziemne zawierały go dwukrotnie mniej, zaś korzenie dwa razy więcej niż to podaje Nehring i in. (6). Podobnie jak molibdenu, kształtował się poziom miedzi w korzeniach (tab. 1).

Pomimo tak dużych rozbieżności wyników z przewidywanymi na podstawie piśmiennictwa, zawartość większości elementów mineralnych nie zagrażała zdrowiu zwierząt. Również stosunek Cu:Mo, jako wskaźnik toksyczności molibdenu, zawsze przyjmował wartości wyższe od uważanej za dopuszczalne minimum (1, 8). Jedynie poziom żelaza w liściach

Tab. 1. Zawartość niektórych makro- i mikroelementów w absolutnie suchej masie buraków cukrowych uprawianych na rędzinie
Content of some macro- and microelements in absolute dry sugar beet mass in cultivations on rendzina

Część rośliny	Zawartość pierwiastka	g/kg		mg/kg				
		Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Liście	Minimalna	5,7	1,4	3,4	146,5	32,3	0,18	32,2
	Maksymalna	31,9	4,6	9,2	549,1	136,5	0,50	150,1
	Średnia	18,5	3,0	6,6	248,2	52,2	0,35	73,5
	wg Nehringa	12,0	4,0	16,5	160,0	172,0	0,70	52,0
Korzenie	Minimalna	4,6	1,1	3,1	36,6	18,8	0,08	23,1
	Maksymalna	17,5	4,6	7,3	146,7	55,9	0,47	159,5
	Średnia	8,2	2,1	4,0	69,9	26,6	0,22	57,0
	wg Nehringa	2,6	1,6	5,6	56,0	67,0	0,10	26,0

może budzić obawy, bowiem jednorazowe skarmianie więcej niż 25 kg liści buraczanych grozi znacznym przekroczeniem maksymalnej, bezpiecznej jeszcze dla bydła dawki tego pierwiastka (5).

Czynniki doświadczenia modyfikowały zawartość elementów mineralnych w burakach cukrowych. I tak nawożenie kainitem zwiększało, w porównaniu z solą potasową, koncentrację magnezu w liściach — szczególnie zaś w kombinacji z deszczowaniem (tab. 2). Jest to o tyle zrozumiałe, że kainit zawiera w swoim składzie dużą domieszkę tego makroelementu. Zwiększone gromadzenie Mg w deszczowanej lucernie obserwowali też Malicki i in. (4) w doświadczeniach prowadzonych w tych samych warunkach edaficznych.

Tab. 2. Zawartość magnezu w liściach buraków cukrowych uprawianych na rędzinie w g/kg absolutnie suchej masy
Content of magnesium in sugar beet leaves cultivated on rendzina in g/kg of absolute dry mass

Rodzaj nawozu	Nie nawadn.	Nawadn.	Średnio
Sól potasowa	2,7	2,8	2,8
Kainit	3,0	3,2	3,1
Najmniejsza istotna różnica (p=0,05)	pomiędzy formami potasu=0,3; we współdziałaniu deszczowanie×potas=0,4.		

Równie zrozumiały jest wzrost poziomu manganu i żelaza pod wpływem deszczowania w korzeniach buraków (tab. 3), bowiem na glebach alkalicznych, zwłaszcza w warunkach dobrego ich uwilgotnienia, następuje spadek potencjału oksydoredukcyjnego, a to sprzyja powstawaniu rozpuszczalnych, i co za tym idzie, przyswajalnych soli manganu (7). Z kolei koncentracja żelaza była z nim wysoko skorelowana (tab. 5).

Tab. 3. Zawartość manganu i żelaza w absolutnie suchej masie korzeni buraków cukrowych uprawianych na rędzinie, w mg/kg
Content of manganese and iron in absolute dry mass of sugar beet roots cultivated on rendzina, in mg/kg

Warunki wodne	Mn	Fe
Nawadniane	28,8	78,0
Nie nawadniane	24,3	61,8
Najmniejsza istotna różnica (p=0,05)	0,4	12,9

Trudne do wyjaśnienia jest natomiast obniżanie się zawartości molibdenu w korzeniach buraków nawożonych mączką fosforytową, a jeszcze bardziej fosforanem amonowym, w porównaniu z nawożonymi superfosfatami (tab. 4).

Tab. 4. Zawartość molibdenu w absolutnie suchej masie korzeni buraków cukrowych uprawianych na rędzinie
Content of molybdenum in absolute dry mass of sugar beeet roots cultivated on rendzina

Rodzaj nawozu	mg/kg
Superfosfat pojedynczy	0,24
Superfosfat potrójny	0,27
Fosforan amonowy	0,16
Mączka fosforytowa	0,20
Najmniejsza istotna różnica (p=0,05)	0,07

Tab. 5. Współczynniki korelacji pomiędzy badanymi pierwiastkami w burakach cukrowych uprawianych na rędzinie
Correlation coefficients between investigated elements in sugar beets cultivated on rendzina

		Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Zn		
Liście	Cu	—	+0,202	−0,328*	+0,162	+0,117	−0,148	+0,144	Ca	Korzenie
	Fe	−0,224	—	+0,102	−0,110	−0,059	−0,105	−0,029	Cu	
	Mg	−0,031	+0,441*	—	−0,118	+0,328*	+0,028	−0,210	Fe	
	Mn	+0,574*	−0,140	−0,123	—	+0,336*	−0,272**	+0,096	Mg	
	Mo	+0,216	−0,088	+0,455*	+0,143	—	−0,114	−0,028	Mn	
	Zn	+0,106	+0,056	−0,177	−0,060	−0,088	—	+0,164	Mo	
		+0,154	−0,086	−0,135	+0,012	−0,072	−0,072	—		
		Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Zn		

* Współczynnik istotny z ryzykiem błędu — 1%.
** Współczynnik istotny z ryzykiem błędu — 5%.
* Significant coefficient with the error risk — 1%.
** Significant coefficient with the error risk — 5%.

Stwierdzono wystąpienie dodatniej korelacji pomiędzy Mn i Fe oraz Mn i Mg w korzeniach, pomiędzy Mn i Fe, Ca i Mg oraz Fe i Cu w liściach, a także ujemnej pomiędzy Ca i Fe, Mo i Mg w korzeniach (tab. 5). Współzależność Mg i Mn oraz Ca i Mg potwierdza literatura (4). Nie udowodniono istnienia korelacji pomiędzy zawartością badanych pierwiastków w korzeniach i w liściach buraków. Wynika to prawdopodobnie z innej fizjologii tych części rośliny.

Z porównania zawartości badanych elementów mineralnych w korzeniach buraków uprawianych na rędzinie oraz na innych typach gleb (3) wynika, iż istnieje pewien związek pomiędzy rodzajem siedliska edaficznego a koncentracją pierwiastków. Otóż w miarę wzrostu zlewności gleby zwiększa się zawartość wapnia i cynku, maleje zaś zawartość magnezu i manganu. Jak należy sądzić, wiąże się to z zasobnością w wapń (tab. 6).

Tab. 6. Zawartość niektórych makro- i mikroelementów w absolutnie suchej masie korzeni buraków cukrowych uprawianych na różnych glebach
Content of some macro- and microelements in absolute dry mass of sugar beet roots cultivated on various soils

Gleby	g/kg		mg/kg	
	Ca	Mg	Mn	Zn
Lessowe (3)	4,3	2,4	125,8	43,6
Czarnoziemy (3)	5,4	1,8	94,8	51,3
Rędziny	8,2	1,6	26,6	57,0

WNIOSKI

Uzyskane wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków, które powinno się uwzględniać przy doborze nawozów na rędziny szczególnie, gdy buraki cukrowe uprawia się w celach paszowych.

1. Nawożenie kainitem, zwłaszcza w połączeniu z deszczowaniem, w porównaniu z wysokoprocentową solą potasową, zwiększa koncentrację magnezu w liściach buraka cukrowego.

2. Deszczowanie znamiennie podnosi poziom manganu i żelaza w korzeniach buraków.

3. Istnieje możliwość spadku zawartości molibdenu w korzeniach buraków pod wpływem nawożenia fosforanem amonowym i mączką fosforytową.

4. Stwierdzono wystąpienie dodatniej korelacji pomiędzy Mn i Fe, Mn i Mg w korzeniach, pomiędzy Mn i Fe, Ca i Mg oraz Fe i Cu w liściach a także ujemnej pomiędzy Ca i Fe, Mo i Mg w korzeniach.

PIŚMIENNICTWO

1. Bingley B. J., Carillo B. J.: Hypocuprosis of Cattle in Argentine. Nature 209, 1966.
2. Cendel E.: Kołorimietriczeskije mietody opriedielenija sledow mietałłow. „MIR", Moskwa 1964.
3. Krupiński A., Podstawka E.: Zawartość niektórych makro- i mikroelementów w burakach cukrowych uprawianych na czarnoziemach i glebach lessowych. Med. Wet., 4 ,1979.
4. Malicki L., Krupiński A., Podstawka E., Reszel R.: Zawartość magnezu i wapnia oraz niektórych mikroelementów w intensywnie nawożonej lucernie uprawianej na rędzinie w warunkach nawodnień. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 199, 1978.
5. Milton W., Miller W. J.: Tolerance Levels, Toxicity of Essential Trace Element for Livestock and Poultry. Feedstuffs 38, 1977.
6. Nehring K., Beger M., Hoffmann B.: Futtermitteltabellenwerk. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1970.
7. Sójkowski Z.: Udział mikroelementów w metabolizmie roślin. PWRiL, Warszawa 1971.
8. Tölgyesi G.: Akeszthelyi lápon termett szálastakáránycк réz-es molibdéntartalmának takarmamyozási vonatkozásai. Magyar Allatovosk Lapja 20, 1965.

РЕЗЮМЕ

Полевые опыты закладывали на полях станции Безек в 1974—1975 гг. на черноземной рендзине. На фоне дифференцированных условий влажности (контрольный вариант исключал дождевание и вариант с дополнительным дождеванием) сравнено 4 дозы фосфорного и 2 дозы калийного удобрений. В собранном растительном материале (в корнях и листьях сахарной свеклы) определено содержание Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn и Mo. Полученные данные свидетельствуют о том, что при подборе удобрения для рендзин, на которой будет выращиваться кормовая сахарная свекла, нужно учитывать следующие выводы:

1. Удобрение каинитом связанное с дождеванием увеличивает концентрацию магния в листьях сахарной свеклы.

2. Дождевание увеличивает уровень марганца и железа в корнях сахарной свеклы.

3. Удобрение фосфорнокислым аммонием и фосфоритной мукой понижает содержание молибдена в корнях сахарной свеклы.

4. Определено положительную корреляцию между Mn и Fe, Mn и Mg в корнях, между Fe и Mn, Ca и Mg, а также Fe и Cu в листьях, и отрицательную между Ca и Fe, Mo и Mg в корнях сахарной свеклы.

SUMMARY

The field experiment was carried out in the years 1974—1975 in the experimental farm Bezek on humus rendzina. The effect of 4 forms of phosphorus and 2 potassium fertilizers were compared in different moisture conditions (the control variant — without watering and the variant with supplementary watering). The content of Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn and Mo in roots and leaves of sugar-beet

was determined in the gathered plant material. The following conclusions drawn from the results should be taken into consideration while choosing fertilizers for the rendzina soil, especially when sugar-beets are grown as feed.

1. Fertilization with kainite, especially together with watering, increases the concentration of magnesium in sugar-beet leaves in comparison with the effect of high percentage potash salt.

2. Watering significantly increases the level of manganese and iron in sugar--beet roots.

3. The content of molybdenum in sugar beet roots may decrease under the influence of fertilization by means of ammonium phosphate and phosphorite meal.

4. There is a positive correlation between Mn and Fe, Mn and Mg in roots, between Mn and Fe, Ca and Mg as well as Fe and Cu in leaves, and negative correlation between Ca and Fe, Mo and Mg in roots.