

¹STANISŁAW WRÓBEL, ²KRZYSZTOF DOMARADZKI

¹Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia – Jelcz-Laskowice

²Zakład Ekologii i Zwalczania Chwastów – Wrocław

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

DZIAŁANIE BORU I MANGANU W ŁĄCZNEJ APLIKACJI DOLISTNEJ Z HERBICYDEM NA PŁONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY BURAKA CUKROWEGO

Effect of combined foliar application of boron and manganese with herbicide on yield and chemical composition of sugar beet

ABSTRAKT: W wysokoprodukcyjnych uprawach buraka cukrowego dolistne dokarmianie roślin mikroelementami działa zazwyczaj stymulująco, zwiększając plony korzeni i ich cukrowość. Możliwość łączenia tego zabiegu z ochroną chemiczną przed chwastami jest ograniczona z uwagi na konieczność wczesnego zwalczania chwastów. Najbardziej sprzyjającym terminem wykonania takiego zabiegu może być ostatni z posiewnych oprysków herbicydem, przypadający zazwyczaj na fazę 6–8 liści buraka. W badaniach podjęto próbę łącznego stosowania boru lub manganu z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC. W latach 2002–2004 przeprowadzono 2 trzyletnie doświadczenia ściśle polowe. Mikroelementy stosowano w postaci roztworów soli w dawkach: 0,34 kg B·ha⁻¹ oraz 1,14 kg Mn·ha⁻¹. Stwierdzono pozytywne efekty produkcyjne łącznego stosowania dolistnego boru lub manganu z badanym herbicydem w bezobornikowej uprawie buraka cukrowego. Nie odnotowano szkodliwego oddziaływania łącznego stosowania badanych agrochemikaliów na powierzchnię asymilacyjną buraka cukrowego. Dokarmianie dolistne wzbogacało skład chemiczny roślin buraka w bor i mangan. Wyniki badań wykazały także potrzebę weryfikacji liczb granicznych Bergmanna stosowanych do oceny zaopatrzenia buraka cukrowego w mangan.

słowa kluczowe – key words:

burak cukrowy – *sugar beet*, bor – *boron*, mangan – *manganese*, herbicyd – *herbicide*, łączne stosowanie dolistne – *combined foliar application*, plony – *yields*, zawartość mikroelementów w roślinach – *m micronutrient content in plants*

WSTĘP

Łączne stosowanie agrochemikaliów w nowoczesnych technologiach uprawy buraka cukrowego stało się obecnie rozwiązaniem dość powszechnym. Decydują o tym korzyści organizacyjne i produkcyjne (12). Nawet w warunkach gleb żyznych dolistne dokarmianie mikroelementami wysokoprodukcyjnych upraw buraka przynosi zazwyczaj wymierne efekty produkcyjne w postaci wzrostu plonów i cukrowości

korzeni (2, 3, 10, 14, 18). Przyczyną jest zbieżność okresowego deficytu składników z fazami największego zapotrzebowania roślin. Spośród głównych mikroelementów najważniejszą rolę odgrywają bor i mangan, które w warunkach uregulowanego odczynu, wymaganego w uprawie buraka, łatwo ulegają immobilizacji, a ich dostępność dla roślin wyraźnie maleje (6, 17). Łączenie agrochemikaliów nie poprzedzone odpowiednimi badaniami może być jednak przyczyną nieskuteczności lub nawet szkodliwości zabiegu (12). Możliwość i skuteczność łącznego stosowania boru i manganu z herbicydami nie zostały dotychczas w Polsce rozpoznane. Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu łącznego stosowania tych mikroelementów z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC na rozwój, plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2002–2004 przeprowadzono dwa trzyletnie ściśle doświadczenia polowe, metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach, w dwóch punktach doświadczalnych zlokalizowanych w obrębie pól produkcyjnych na czarnych ziemiach wrocławskich. Gleby te zaliczane są do pszennego dobrego kompleksu przydatności rolniczej i klasy bonitacyjnej II i IIIa. Gleby w obu punktach doświadczalnych były zbliżone pod względem składu granulometrycznego (gliny średnie pylaste), zasobności w składniki pokarmowe (wysoka zawartość makroelementów – P, K, Mg, i średnia mikroelementów – B, Cu, Mn, Zn), oraz odczynu (lekko kwaśny i obojętny); (23). Analizy chemiczne gleby wykonano metodami stosowanymi w stacjach chemiczno-rolniczych (21, 22). Mimo podobieństwa gleb, warunki wegetacji roślin w punktach doświadczalnych nie były identyczne ze względu na różnice poziomu kultury gleby, zaopatrzenia w wodę w okresach krytycznych, a także w występowaniu konkurencyjnych gatunków chwastów (szarłat szorstki, komosa). Czynniki te miały wpływ na poziom plonowania buraka.

Schemat doświadczeń:

1. Obiekt kontrolny – pełna ochrona chemiczna (4-krotne opryskiwanie herbicydem Betanal Progress OF 274 EC);
2. Pełna ochrona chemiczna jw. w tym czwarte opryskiwanie herbicydem łącznie z borem – 0,34 kg B·ha⁻¹;
3. 3-krotne opryskiwanie herbicydem, w terminie czwartego zabiegu – opryskiwanie borem w dawce jw.;
4. Pełna ochrona chemiczna jw. w tym czwarte opryskiwanie herbicydem łącznie z manganem – 1,14 kg Mn·ha⁻¹;
5. 3-krotne opryskiwanie herbicydem, w terminie czwartego zabiegu – opryskiwanie manganem w dawce jw.

W doświadczeniach uprawiano wyłącznie odmiany buraka cukrowego o dużym potencjale plonotwórczym (Polko, Khazar, Nabucco), stosując zasady racjonalnej agrotechniki uwzględniającej warunki glebowo-klimatyczne, stanowisko, przedplon, rodzaj i zasobność gleby itd. Nawożenie podstawowe ustalano corocznie posługując

się komputerowym programem doradztwa nawozowego NAW-3 (8). Nawożenia obornikiem nie stosowano. Pierwszy zabieg herbicydowy wykonywano w fazie liścieni chwastów, a następne w odstępach 7–10 dni, w momencie pojawiania się kiełkujących chwastów (faza liścieni). Czwarty zabieg, w którym stosowano mikroelementy, przypadał w fazie 6–8 liści buraka. Bor stosowano w formie H_3BO_3 , a mangan jako $MnSO_4 \cdot 5H_2O$. Powierzchnia poletek wynosiła $25 m^2$. Zabiegi wykonywano opryskiwaczem plecakowym „Gloria”, ze stałym ciśnieniem $0,25 MPa$ i wydatkiem cieczy użytkowej $250 l \cdot ha^{-1}$. Fitotoksyczność zastosowanych agrochemikaliów oceniano bonitacyjnie w terminie 7–10 dni po zabiegach, z użyciem skali 1:9. Buraki zbierano w fazie dojrzałości technologicznej określając plon korzeni. Do analiz chemicznych pobierano: blaszki liści ze środka rozety w 80 dni po wschodach, tj. części wskaźnikowe wg Bergmanna (1), oraz blaszki liści i korzenie przy zbiorze. W próbkach tych oznaczono: zawartość suchej masy, N, P, K, Ca, Mg, B, Mn i Fe. W materiale roślinnym po mineralizacji „na mokro” oznaczano zawartość azotu metodą Kjeldahla, fosforu metodą wanadomolibdenianową, potasu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej oraz magnezu – metodą ASA. W roślinach zmineralizowanych „na sucho” oznaczono zawartość manganu i żelaza metodą ASA, a boru – metodą kurkuminową. Oznaczono także suchą masę roślin (w $105^\circ C$); (21). Zawartość składników w suchej masie części wskaźnikowych buraka wyceniano według zakresów granicznych Bergmanna (1). W opracowaniu wyników badań stosowano metody statystyczne – analizę wariancji, korelacji i regresji. Istotność różnic w plonowaniu korzeni buraka między obiektami doświadczenia oceniano stosując test Tukeya ($\alpha \leq 0,05$). W pracy zamieszczono tylko najbardziej istotne wyniki opracowania statystycznego.

WYNIKI

Zabiegi dolistnego dokarmiania buraka cukrowego borem lub manganem łącznie z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC w doświadczeniu (obiekty 2 i 4) powodowały przyrosty plonów korzeni w stosunku do obiektu kontrolnego 1, w którym stosowano sam herbicyd (tab. 1). Rezygnacja z herbicydu i wykonanie opryskiwania w 4. terminie roztworem samej soli mikroelementowej prowadziło do istotnego spadku plonów buraka spowodowanego wzrostem konkurencyjności chwastów (obiekty 3 i 5). Wzrost zawartości badanych mikroelementów w roślinach buraka następował niezależnie od tego, czy stosowano je łącznie z herbicydem, czy też oddzielnie (rys. 1, 2, tab. 2). Nie stwierdzono szkodliwego oddziaływania łącznego stosowania badanych agrochemikaliów na powierzchnię asymilacyjną buraka.

Wyjściowa zawartość boru w częściach wskaźnikowych buraka mieściła się wprawdzie w zakresie zawartości optymalnych podawanych przez Bergmanna (1), lecz tylko nieznacznie przekraczała jego dolną granicę, tj. $40 mg B \cdot kg^{-1}$ suchej masy roślin (rys. 1). Dolistne zastosowanie tego mikroskładnika spowodowało wzrost jego zawartości w częściach wskaźnikowych buraka zaledwie o 13–17%. W wyniku tego zaopatrzenie w bor plonów buraka było niezadowalające. W stosunku do danych porównawczych

Tabela 1

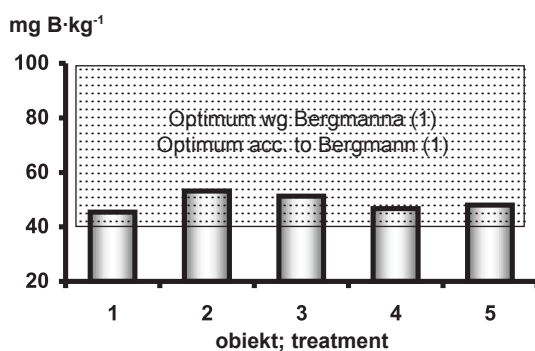
Średnie plony korzeni buraka cukrowego uzyskane w doświadczeniach z lat 2002–2004 (t·ha⁻¹)
 Mean yields of sugar beet roots in 2002–2004 (t·ha⁻¹)

Obiekt Treatment	Lokalizacja; Location		Średnio Mean
	Biestrzyków	Turów	
1	48,47 ^B	67,80 ^B	58,13 ^C
2	50,37 ^C	69,33 ^{BC}	59,85 ^{CD}
3	48,87 ^B	59,07 ^A	53,97 ^B
4	49,90 ^{BC}	70,30 ^C	60,10 ^D
5	42,03 ^A	58,07 ^A	50,05 ^A
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	1,419	2,381	1,902

Plony oznaczone tymi samymi literami są statystycznie równorzędne w świetle testu Tukeya przy $\alpha \leq 0,05$
 Yields marked with the same letter were statistically equal according to Tukey's test at $\alpha \leq 0,05$

zawartość boru w liściach w okresie zbioru utrzymywała się wprawdzie na poziomie przeciętnym, jednak w korzeniach była zbyt niska (tab. 2).

Odmienne przedstawiała się zawartość manganu w roślinach buraka. Jej poziom wyjściowy (obiekt kontrolny) w częściach wskaźnikowych był wysoki, znacznie przekraczający górną granicę zakresu optymalnego według Bergmanna (1); (rys. 2). Mimo to nawożenie dolistne manganem, niezależnie czy stosowane łącznie z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC, czy oddzielnie, powodowało dalszy wzrost zawartości o około 25 mg Mn·kg⁻¹ suchej masy blaszek liściowych. Działanie zastosowanego dolistnie manganu uwidoczniło się w badaniach również w postaci wzrostu jego zawartości w liściach i korzeniach buraka w czasie zbioru (tab. 2). W przeciwieństwie do boru, pod wpływem dokarmiania manganem jego przeciętna



Rys. 1. Zawartość boru w częściach wskaźnikowych buraka cukrowego z obiektów doświadczeń (wartości średnie)

Boron concentration in the sugar beet test organs (mean values)

Tabela 2

Zawartość boru i manganu w roślinach buraka cukrowego przy zbiorze (średnio w suchej masie)
 Boron and manganese content in the sugar beet plants at harvest (mean in dry matter)

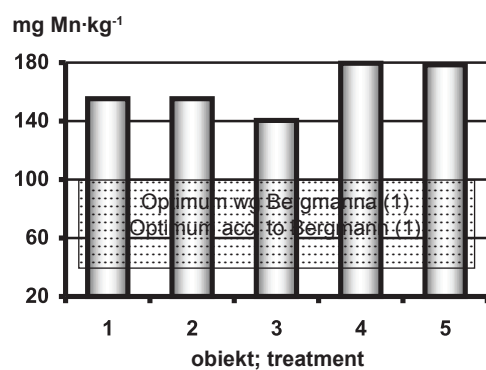
Obiekt Treatment	mg B·kg ⁻¹		mg Mn·kg ⁻¹	
	liście; leaves	korzenie; roots	liście; leaves	korzenie; roots
1	36,8	7,5	122,8	31,1
2	41,2	8,0	121,4	30,3
3	41,0	8,1	115,2	30,6
4	32,7	7,4	139,0	38,5
5	36,6	7,4	146,5	36,1
Dane porównawcze Comparative data	30,0*	25,0*	114,0*	36,2**
	36,0**	12,0**		

* według Fincka (7); according to Finck (7)

** według Fotymy i Mercika (9); according to Fotyma and Mercik (9)

zawartość w korzeniach osiągała poziom porównywalny z wartościami podawanym przez Fotymę i Mercika (9) na podstawie wyników masowych analiz prowadzonych w stacjach chemiczo-rolniczych. Wyrażną poprawę zaopatrzenia korzeni buraka w mangan wyraża pośrednio również korelacja $Mn_{\text{części wskaźnikowe}}/Mn_{\text{korzenie}}$ o wysokim współczynniku $r=0,710$; $\alpha=0,001$. Istotne znaczenie odpowiedniego zaopatrzenia roślin buraka w mangan, w osiąganiu wysokich plonów potwierdzają natomiast korelacje między poziomem plonów korzeni a zawartością Mn w liściach $r=0,667$; $\alpha=0,0001$ i w korzeniach buraka $r=0,617$; $\alpha=0,0003$.

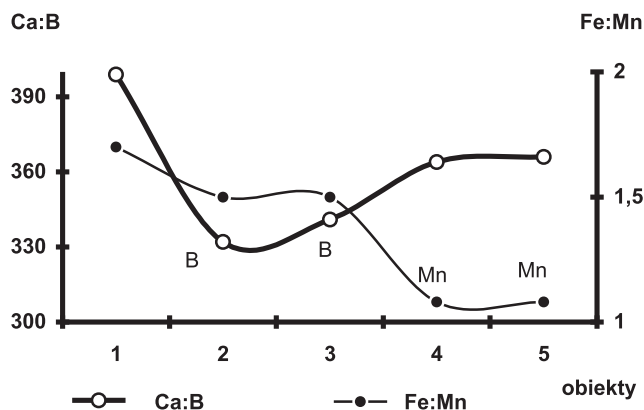
Z uwagi na antagonistyczne oddziaływanie pierwiastków stosunek ilościowy danego składnika pokarmowego do pierwiastka o najsilniejszym wpływie antagonicznym w młodych częściach roślin jest bardzo dobrym wskaźnikiem ich zaopa-



Rys. 2. Zawartość manganu w częściach wskaźnikowych buraka cukrowego z obiektów doświadczeń (wartości średnie)

Manganese concentration in the sugar beet test organs (mean values)

trzenia w ten składnik (5, 7). W prezentowanej pracy wyliczono stosunki zawartości ilościowych Ca:B oraz Fe:Mn w młodych liściach buraka (części wskaźnikowe). Zmiany tych wskaźników, świadczące o poprawie zaopatrzenia buraka w bor i mangan pod wpływem ich stosowania w doświadczeniach ilustruje rysunek 3.



Rys. 3. Zmiany wartości stosunku ilościowego Ca:B i Fe:Mn w częściach wskaźnikowych buraka cukrowego pod wpływem dolistnego stosowania boru i manganu łącznie z herbicydem (średnio)
 Fluctuation of Ca:B and Fe:Mn quantitative ratio in the sugar beet indicator parts as affected by boron and manganese application combined with herbicide foliar treatment (mean effect)

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdziły hipotezę badawczą pracy zakładającą pozytywny wpływ dolistnego dokarmiania buraka cukrowego mikroelementami nawet w warunkach zadowalającego zaopatrzenia gleby w przyswajalne formy tych składników. Świadczą o tym zarówno przyrosty plonu korzeni buraka, jak i wzbogacenie składu chemicznego roślin w te składniki. Jak wynika jednak z przeprowadzonych badań, wysokie zapotrzebowanie roślin buraka na bor w fazie intensywnego rozwoju było pokryte w stopniu wskazującym na możliwość łatwego wystąpienia niedoborów, np. w przypadku suszy. Jednorazowe opryskiwanie roztworem H_3BO_3 nie spowodowało w tych warunkach zasadniczych zmian zawartości boru w roślinie, która nadal utrzymywała się w dolnej części zakresu zawartości optymalnych. Mimo widocznej reakcji plonów korzeni buraka na zastosowany dolistnie bor nie uzyskano zadawalającej poprawy zaopatrzenia roślin w ten składnik. Bor nie podlega reutilizacji w roślinie, toteż podany dolistnie w niewielkich ilościach nie może w pełni zabezpieczyć wysokich wymagań pokarmowych rośliny. Uzyskana korelacja $B_{\text{części wskaźnikowe}}/B_{\text{liście}}$ $r = 0,617$, $\alpha = 0,0001$ potwierdza te obserwacje. Wynika to z dużych potrzeb ge-

netycznie wysokoplennych mieszańcowych odmian buraka cukrowego względem boru, co w warunkach uprawy bezobornikowej na glebie stopniowo wyczerpywanej z mikroelementów prowadzić może do powstawania ich niedoborów (4, 15, 16). W uprawach buraka cukrowego, nawet przy względnie dobrym zaopatrzeniu w bor, występować mogą jego okresowe niedobory indukowane zmianą warunków glebowych (uwilgotnienie, pH, antagonizmy). Niebezpieczeństwo powstawania deficytu boru często podkreślają autorzy doniesień naukowych z badań nad potrzebami pokarmowymi buraka cukrowego (4, 13, 14, 17).

Korzystne zmiany zawartości Mn w roślinach buraka oraz istotnie statystycznie wyższe plony korzeni pod wpływem dolistnego dokarmiania tym mikroskładnikiem, pomimo wyjściowo wysokich jego zawartości, przemawiają za koniecznością weryfikacji liczb granicznych Bergmanna (1), opracowanych dla nieco odmiennych warunków uprawy oraz odmian buraka starszych generacji. Wyniki te potwierdzają hipotezę badawczą pracy, zakładającą powstawanie niedoborów manganu w warunkach gleb żyznych, zasobnych w substancję organiczną i o uregulowanym odczynie. Wobec braku obornika, dobrego źródła manganu dla roślin, niedobory te mogą znacznie ograniczać plonowanie, a także oddziaływać negatywnie na cukrowość korzeni buraka cukrowego (4, 6, 10, 11, 17).

Przewaga dolistnego sposobu nawożenia manganem (w tym zabiegów kombinowanych z herbicydem) wynika w tej sytuacji z faktu, iż omawiane czynniki (odczyn zbliżony do obojętnego, warunki aerobowe) są przyczyną nieskuteczności dogłębowego stosowania tego mikroelementu, bowiem ulega on w glebie bardzo szybkiemu uwstecznieniu i staje się niedostępny dla roślin (6, 19).

Reasumując, podkreślić należy nieco lepsze, w warunkach przeprowadzonych badań, działanie plonotwórcze manganu niż boru przy zastosowaniu dolistnym łącznie z herbicydem. Wyjaśnić to można warunkami glebowymi, silniej oddziałującymi na dostępność manganu dla roślin. Niezależnie od tego jednak, wnioski wynikające z badań potwierdzają całkowitą nieszkodliwość i korzystne działanie obu badanych mikroelementów stosowanych wspólnie z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC. Łączenie herbicydu z solami boru lub manganu nie osłabiło jego działania chwastobójczego. Dodatkowo uwzględnić należy korzyści ekonomiczne wynikające z łączenia zabiegów.

WNIOSKI

1. Stwierdzono pozytywne efekty produkcyjne łącznego stosowania dolistnego boru lub manganu z herbicydem Betanal Progress OF 274 EC w bezobornikowej uprawie buraka cukrowego na glebie nie wykazującej niedoboru tych mikroelementów.

2. Nie odnotowano szkodliwego oddziaływania łącznej aplikacji badanych agrokemikaliów na powierzchnię asymilacyjną buraka cukrowego.

3. Stosowane nawożenie dolistne zwiększało zawartość boru i manganu w roślinach buraka cukrowego.

4. Wyniki badań wskazują na potrzebę weryfikacji liczb granicznych Bergmanna do oceny zaopatrzenia buraka cukrowego w mangan.

LITERATURA

1. Bergmann W.: Farbatlas Ernährungsstorungen bei Kulturpflanzen. Visuelle und analytische Diagnose. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1986.
2. Czuba R.: Celowość i możliwości uzupełniania niedoborów mikroelementów dla roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 1996, **434(1)**: 55-64.
3. Czuba R.: Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie mikroelementów i azotu łącznie z mikroelementami. Roczn. Glebozn., 1994, **45(3-4)**: 79-87.
4. Czuba R.: Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 2000, **471(2)**: 161-170.
5. Dechnik I., Chmielewska B., Filipek T., Mazur J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na zawartość mikroelementów w glebie i buraku cukrowym. Cz. I. Bor. Roczn. Nauk Rol., 1989, A, **108(1)**: 150-163.
6. Erjala M.: Control of manganese deficiency in sugar beet by placement of a manganated fertilizer. J. Agric. Sci. Finland, 1986, **58**: 215-220.
7. Finck A.: Fertilizers and Fertilization. Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach. Florida-Basel, 1982.
8. Fotyma M., Jadczyński T., Pietruch C.: NAW-3 Komputerowy Program Doradztwa Nawozowego. IUNG Puławy, 1997, 1-27.
9. Fotyma M., Mercik S.: Chemia rolna. Wyd. Nauk. PWN, 1995.
10. Hassanin M.A., Abuldahab A.: Effect of foliar fertilization with some micronutrients on the yield and quality of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 1991, **42(3)**: 663-672.
11. Krahmer R., Sattelmacher B.: Determination of the Mn efficiency of crop plants in pot experiments. Kongressband VDLUFA, 1995, 117-120.
12. Mrówczyński M., Stobiecki S., Zachmann A.: Tendencje i perspektywy łącznego stosowania agrochemikaliów z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 283-287.
13. Narayan D., Chandel A., Singh G.: Effect of boron fertilization on yield and quality of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). Indian J. Plant Physiol., 1989, **32(2)**: 164-168.
14. Orlovius K., Horst W., Schenk M.K., Burkert A.: Effect of foliar fertilization with magnesium, sulfur, manganese and boron to sugar beet, oilseed rape, and cereals. Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, 2001, 788-789.
15. Wróbel S.: Działanie nawożenia mikroelementami na plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego w uprawie bezobornikowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **434(I)**: 139-144.
16. Wróbel S.: Nutrient supply evaluation of the sugar beet farm fields. Roczn. AR Poznań, CCCX, 1999, **I**: 95-104.
17. Wróbel S.: Określenie potrzeb nawożenia buraka cukrowego mikroelementami. Wyd. IUNG Puławy, Seria: Monografie i Rozprawy Naukowe, 2002, **2**.
18. Wróbel S.: Rola mikroelementów w uprawie buraka cukrowego. Post. Nauk Rol., Wyd. PAN, 2004, **4**: 45-60.
19. Zorn W., Prausse A.: Manganese content of cereals, maize and beet as an indicator of soil acidity. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 1993, **156(4)**: 371-376.

20. Metody Badań Laboratoryjnych w Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG Puławy, 1980.
21. Metody Badań Laboratoryjnych w Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Cz. I. Badanie gleb. IUNG Puławy, 1980.
22. Metody Oznaczania Ruchomych Form Mikroelementów w glebie do rutynowych oznaczeń w stacjach chemiczno-rolniczych (wspólna ekstrakcja 1 M HCl). IUNG Wrocław (niepublikowane), 1986.
23. Zalecenia Nawozowe: Praca zbiorowa. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG Puławy, 1990, **P(44)**.

EFFECT OF COMBINED FOLIAR APPLICATION OF BORON AND MANGANESE
WITH HERBICIDE ON YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF SUGAR BEET

Summary

Micronutrient foliar application to high-yielding sugar beet usually increases root yield and sugar content in a root. Possibility of combining the treatment with herbicide application is limited due to the necessity of early chemical weed control. Only the final of all after-sowing herbicide sprayings may be a suitable moment for such a treatment. This usually happens on the stage of 6–8 leaves of sugar beet development. An attempt was made in the study to combine boron or manganese fertilization with herbicide Betanal Progress OF 274 in foliar application to sugar beet. Two strict field experiments were carried out in 2002–2004. Micronutrients were applied in a form of salts solution in the doses of 0,34 kg B·ha⁻¹ and 1,14 kg Mn·ha⁻¹. It was stated that the foliar fertilization with boron and manganese combined with herbicide caused positive production effects i.e. yield and the micronutrients content. No harmful impact of the applied treatment on assimilation area of the plants was observed. The research showed also a need for verifying the threshold values according to Bergmann, used for assessment of sugar beet nutrient status with manganese.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.