

ARKADIUSZ WOJCIECHOWSKI**WITOLD SZCZEPANIAK****WITOLD GRZEBISZ**

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Poznaniu

Wpływ nawożenia potasem na plon i jakość technologiczną buraka cukrowego

Część II. Ocena stanu odżywienia roślin

Effect of potassium fertilization on yields and technological quality of sugar beet **Part II. An assessment of plants nutritional status**

W pierwszej części opracowania omówiono podstawowe charakterystyki plonu buraka cukrowego. Część druga dotyczy stanu odżywienia roślin buraka cukrowego w okresie 50–60 dni od wschodów, opierając się na wartościach granicznych wyznaczonych przez Bergmanna (1992). W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono prawidłowe odżywienie roślin buraka cukrowego magnezem i wapniem. Natomiast w większości obiektów niedożywienie potasem, azotem i fosforem. Wysokość uzyskanych plonów korzeni i cukru (szczegóły w części I pracy) oraz zależności korelacyjne otrzymane w grupie stanowisk reagujących (R) na nawożenie potasem między zawartościami potasu i wapnia a plonami cukru wskazują, iż wartości graniczne Bergmanna są zbyt wysokie dla roślin buraka cukrowego w tej fazie rozwoju. Z drugiej strony, w grupie roślin reagujących (R) na nawożenie potasem, zawartości potasu i wapnia w tej fazie rozwoju roślin buraka okazały się przydatne do prognozowania plonów cukru.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, dawki potasu, odżywienie roślin, plony cukru

In the first part of the dissertation the basic characteristics of sugar beet yields were discussed. The second part deals with the nutritional status of beet plants assessed 50–60 days after germination using the Bergmann's (1992) threshold values. It was found the optimal nutritional status for the secondary nutrients such as magnesium and calcium but not for the primary ones such as potassium, nitrogen and phosphorus. The high obtained yields of beets and sugar (details in the I part) and found correlations in the K-responsive group between potassium, calcium contents and sugar yields suggest that the Bergmann's threshold values are too high respecting the stage of sugar beet plant growth. On the other hand, in the K-non-responsive group, contents of potassium and calcium appeared to be good indicators of sugar yields.

Key words: nutritional status, potassium rate, sugar beet, yield of sugar

WSTĘP

Podstawą uzyskania dużych plonów cukru buraków cukrowych jest szybki początkowy wzrost roślin. Szybko rozwijające się rośliny lepiej wykorzystują energię słoneczną, a tym samym efektywnie przetwarzają składniki pokarmowe pobrane z gleby i nawozów najpierw w organy asymilacyjne-liście, a następnie w cukier. Dobra plantacja kończy wzrost masy liściowej na przełomie lipca i sierpnia. Każde przedłużenie fazy wzrostu liści prowadzi do spadku plonu korzeni i pogorszenia ich jakości technologicznej (Bell i in., 1996; Milford i in., 1985; Draycott, 1996; Grzebisz i in., 1998). Jedną z faz krytycznych z punktu widzenia oceny stanu odżywienia roślin buraka cukrowego jest faza młodociana, która trwa do zakrycia rzędów. Prawidłowe odżywienie roślin w tej fazie w podstawowe składniki pokarmowe (N, P, K, Mg) rzutuje w znaczący sposób na przyszłe plony korzeni i cukru buraka cukrowego (Bergmann, 1992).

Celem pracy była ocena stanu odżywienia roślin buraka cukrowego, w zależności od wzrastających dawek potasu, w okresie 50–60 dni od wschodów.

MATERIAŁ I METODY

Szczegółową metodykę przeprowadzonych badań przedstawiono w części pierwszej pracy. Celem określenia stanu odżywienia buraka cukrowego oznaczono: azot — metodą Kjeldahla; fosfor — kolorymetrycznie; potas i wapń — metodą fotopłomieniową oraz magnez — metodą ASA. Do analiz pobrano liście z 30 roślin ze środkowego okółka.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ocenę stanu odżywienia buraka cukrowego przeprowadzono w okresie 50–60 dni od wschodów. Okres ten, w zależności od przebiegu pogody w sezonie wegetacyjnym, przypadał na przełom czerwca i lipca. Za kryterium oceny przyjęto wartości graniczne wyznaczone przez Bergmanna (1992) (tab. 1).

Tabela 1

Standardowe wartości zawartości pierwiastków w liściach buraka cukrowego, 50–60 dni po wschodach
Standard values of elements contents in sugar beet leaves, 50–60 days after germination
(Bergmann, 1992)

N	P	K	Ca	Mg
4,00–6,00	0,35–0,60	3,50–7,00	0,70–2,00	0,30–0,70

W grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem, zawartość tego składnika wykazała istotny wzrost pod wpływem zastosowanego potasu. W stosunku do kontroli istotny i niezależny wzrost stwierdzono w liściach buraka nawożonego 240 kg K₂O/ha. Z 16 średniorocznych próbek tylko 6 mieściło się w normie. Z tych 6 próbek 4 dotyczyły stanowiska Borówko Nowe, a pozostałe 2 warianty wystąpiły w stanowiskach Modrze i Piechanin z 240 kg K₂O/ha (tab. 2 a i b). Wyniki te mogłyby sugerować niedostateczne odżywienie roślin potasem. Jednakże, przeprowadzona analiza regresji zawartości potasu w liściach względem plonu cukru białego wykazała reakcję typu kwadratowego (rys. 1).

Tabela 2 a

**Wpływ nawożenia potasem na średnią zawartość makroskładników w liściach, w %,
średnia dla lat 1996–1998**
**Effect of potassium fertilization on macronutrients content in leaves, in %, means for the years
1996–1998**

Składnik Element	Dawki potasu Rates of potassium, kg K ₂ O/ha			
	0	80	160	240
R — K — reagujące R — K — responsive				
N	3,77	3,40	3,67	3,75
P	0,28	0,29	0,27	0,31
K	3,28	3,43	3,35	3,53
Mg	0,75	0,78	0,77	0,81
Ca	0,99	1,01	1,04	1,09
NR — K — nie reagujące NR — K — non-responsive				
N	3,45	3,45	3,75	3,75
P	0,26	0,27	0,25	0,28
K	3,29	3,29	3,30	3,41
Mg	0,71	0,76	0,74	0,77
Ca	1,10	1,08	1,14	1,11

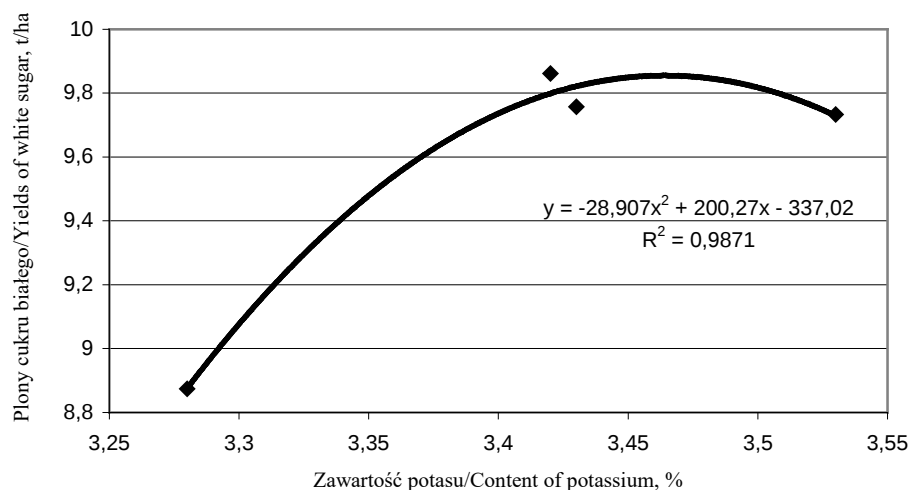
Tabela 2 b

**Wpływ lokalizacji doświadczenia na średnią zawartość makroskładników w liściach, w %,
średnia dla lat 1996–1998**
Effect of localization on macronutrients content in leaves, in %, means for the years 1996–1998

Lokalizacja Localization	Pierwiastek Element				
	N	P	K	Mg	Ca
R — K — reagujące R — K — responsive					
Górka Duchowna	4,05	0,25	3,21	0,73	0,90
Modrze	3,62	0,27	3,44	0,76	1,16
Piechanin	3,44	0,32	3,36	0,87	1,10
Borówko Nowe	3,48	0,32	3,57	0,75	0,96
NR — K — nie reagujące NR — K — non-responsive					
Jasień	3,59	0,26	0,94	0,94	1,14
Jurkowo	4,07	0,28	0,69	0,69	1,41
Drożdzyce	3,36	0,26	0,78	0,78	1,03
Gorzyczki	3,39	0,25	0,56	0,56	0,86

Wyliczona z otrzymanego równania optymalna zawartość potasu wynosiła 3,35%. Oznacza to, że niezależnie od lokalizacji i roku badań, do tej zawartości potasu w liściach buraka cukrowego, na przełomie czerwca/lipca można oczekiwać, z prawie 99% prawdopodobieństwem, przyrostu plonu cukru białego, a przekroczenie tej zawartości prowadzić będzie do spadku plonów. Negatywne oddziaływanie zbyt wysokich dawek potasu na plon cukru stwierdzili także w swoich badaniach Herlichy (1989) i Haneklaus i wsp. (1998).

Zawartość azotu w liściach tylko w ¼ średniorocznych próbek mieściła się w normie, a ponadto, jak przedstawiają dane zamieszczone w tabelach 2 a i b, w większym stopniu zależała od lokalizacji doświadczenia, niż od dawek potasu. Wpływ potasu na zawartość azotu w liściach, jak przedstawia wartość współczynnika korelacji, zamieszczonego w tabeli 3, był generalnie niewielki.



Rys. 1. Zależność między zawartością potasu w liściach a plonem cukru białego
Fig. 1. Correlation between potassium content in leaves and yield of white sugar

Tabela 3

Wpływ dawek potasu na zawartość pierwiastków w liściach buraka cukrowego, współczynniki determinacji, n = 4

Effect of potassium rates on content of elements in sugar beet leaves, coefficients of determination, n = 4

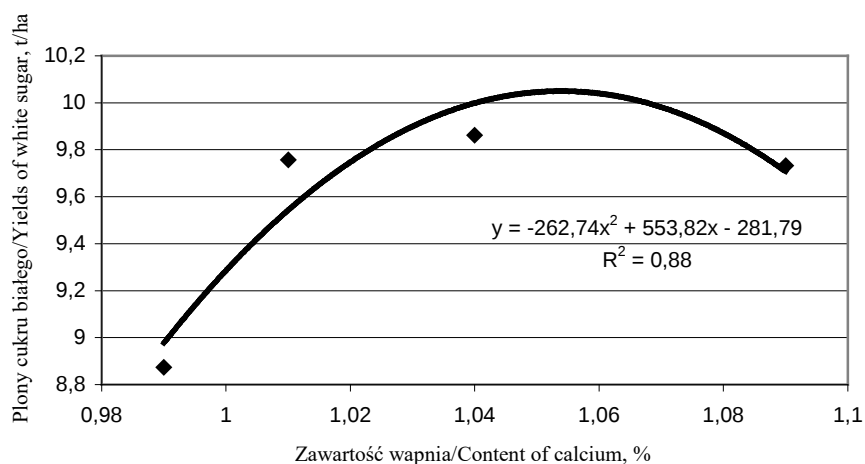
Pierwiastek Element	Stanowiska reagujące K responsive stands		Stanowiska nie reagujące K non-responsive stands	
	R ²	Poziom istotności P≤ Level of significance P≤	R ²	Poziom istotności P≤ Level of significance P≤
N	-0,16	—	+0,64	—
P	+0,67	—	+0,73	—
Ca	+0,89	—	+0,14	—
Mg	+0,97	0,01	+0,63	—

W odniesieniu do fosforu tylko w jednym przypadku stwierdzono wartość mieszczącą się w zakresie wyznaczonym przez Bergmanna (1992). Potas generalnie wpływał dodatnio na zawartość fosforu w liściach.

Zawartość magnezu była bardzo wysoka. Górna granica normy została przekroczona, aż w 14 średniorocznych przypadkach. Wpływ potasu na zawartość magnezu był dodatni i

udowodniony, lecz nawożenie potasem, dopiero przy dawce 240 kg K₂O/ha, wyraźnie zwiększało zawartość magnezu w liściach buraków.

Zawartość wapnia wyraźnie zwiększała się pod wpływem nawożenia potasem i mieściła się w normie. Przeprowadzona analiza zależności regresyjnej między zawartością wapnia w liściach buraka cukrowego, a średnim plonem cukru wykazała istotną zależność typu wielomianowego. Wyliczona z otrzymanego równania optymalna zawartość wapnia wynosiła 1,05% (rys. 2).



Rys. 2. Zależność między zawartością wapnia w liściach a plonem cukru białego
Fig. 2. Correlation between calcium content in leaves and yield of white sugar

W grupie stanowisk nie reagujących na nawożenie potasem stan odżywienia roślin przedstawiał się podobnie, jak w grupie roślin reagujących, aczkolwiek wystąpiły pewne różnice (tab. 2 a i b). Zawartość potasu zwiększała się istotnie pod wpływem dawek potasu, lecz dopiero dla dawki 240 kg K₂O/ha stwierdzono wyraźny wzrost w stosunku do kontroli. Analiza zależności korelacyjnej plonu cukru od zawartości potasu w liściach była odmienna od stwierdzonej w grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem. Generalnie wraz ze wzrostem zawartości potasu w liściach następował spadek plonu cukru. Otrzymana parabola, aczkolwiek jest prawdziwa matematycznie, nie odzwierciedla zachodzących zależności, ponadto jest statystycznie nieistotna.

Zawartość azotu w liściach zwiększała się pod wpływem potasu, lecz znaczące różnice ujawniły się dopiero od dawki 160 kg K₂O/ha. Pomimo dodatniego działania potasu, tylko w 2 z 16 rozważanych przypadków stwierdzono wartości mieszczące się w normie. Zawartość fosforu nie wykazała większej zmienności wywołanej lokalizacją, czy też stosowanymi dawkami potasu. Wszystkie wartości mieściły się poniżej dolnej granicy normy.

Zawartość magnezu była bardzo wysoka i aż w 9 przypadkach nastąpiło przekroczenie górnej granicy normy. Lokalizacja doświadczenia w większym stopniu, niż dawka potasu decydowała o zawartości magnezu w liściach buraka. Potas generalnie wpływał dodatnio na zawartość magnezu w liściach buraka, lecz zależność ta nie została udowodniona.

Zawartość wapnia mieściła się w normie, a średnia wartość kształtowała się na poziomie nieznacznie większym, niż w grupie roślin reagujących. Podobnie, jak w przypadku magnezu, zawartość wapnia w większym stopniu zależała od lokalizacji doświadczenia, niż od dawek potasu, które w zasadzie nie wywierały większego wpływu na zawartość tego składnika w liściach.

WNIOSKI

1. Ocena stanu odżywienia roślin buraka w okresie 50–60 dni od wschodów według wartości granicznych Bergmanna wykazała prawidłowe odżywienie roślin magnezem i wapniem, lecz dla większości obiektów niedożywienie potasem, azotem i fosforem.
2. Wysokość uzyskanych plonów korzeni i cukru oraz zależności korelacyjne, otrzymane w grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem, między zawartością potasu i wapnia a plonami cukru sugerują, iż wartości graniczne wyznaczone przez Bergmanna są zbyt wysokie dla roślin buraka cukrowego w tej fazie rozwoju.
3. Na podstawie zawartości potasu i wapnia w liściach buraka cukrowego oznaczonej na przełomie czerwca i lipca stwierdzono możliwość prognozowania plonów cukru w grupie stanowisk, w których rośliny reagowały na nawożenie potasem.

LITERATURA

- Bergmann W. 1992. Nutritional disorders of plants. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, New York: 117 — 131.
- Bell Ch. I., Milford G. F. J., Leigh R. A. 1996. Sugar beet. In: Photoassimilate Distribution in Plants and Crops. (Eds. E. Zamski and A. A. Schaffer), Marcel Decker Inc., New York: 691 — 707.
- Draycott A.P. 1996. Aspects of fertiliser use in modern, high-yield sugar beet culture. IPI-Bulletin No.15, Basel: 52.
- Grzebisz W., Barłóg P., Feć M. 1998. The dynamics of nutrient uptake by sugar beet and its effect on dry matter and sugar yields. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 3/98: 242 — 248.
- Haneklaus S., Knudsen L., Schnug E. 1998. Relationship between potassium and sodium in sugar beet. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 29 (11/14): 1793 — 1798.
- Herlichy M. 1989. Effect of potassium on sugar accumulation in storage tissue. Reprint from: *Proc. 21st Colloquium Int. Potash Institute*, Bern.
- Milford G. F. J., Pocock T. O., Riley J., Messem A. B. 1985. An analysis of leaf growth in sugar beet. III. Leaf expansion in field crops. *Ann. Appl. Biol.*, 106: 187 — 203.