

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

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Poznaniu

## Wpływ nawożenia potasem na plon i jakość technologiczną buraka cukrowego Część IV. Ilość potasu przyswajalnego w glebie a plony cukru

### Effect of potassium fertilization on yields and technological quality of sugar beet Part IV. Quantity of available soil potassium and sugar yield

W stanowiskach reagujących na nawożenie potasem otrzymano dodatnią, istotną, zależność między plonem cukru a zasobnością gleby w potas, oznaczony metodą Egnera-Riehma wraz z odpowiednią dawką potasu nawozowego. Wartość współczynnika determinacji —  $R^2$  dla tej zależności, wynosząca 0,41 była istotna. Jednakże w grupie stanowisk nie reagujących zależność ta okazała się nieistotna. Celem wykreślenia granicznej zawartości potasu przyswajalnego zastosowano diagram rozproszenia Cate-Nelsona. Oznaczona tą metodą krytyczna zawartość K przyswajalnego w glebie, niezależnie od przynależności stanowiska do grupy reakcji na potas nawozowy wyniosła 190 mg K/kg gleby. W obu grupach wydzielono 4 podgrupy reakcji na poziom zawartości przyswajalnego K w glebie. Najwięcej stanowisk zawierała podgrupa I, a więc o największym prawdopodobieństwie reakcji na wzrost ilości przyswajalnego K w glebie, a także na nawożenie potasem. Obie grupy główne różniła podgrupa III, ze stanowiskami o dużej zasobności gleby w przyswajalny K i dodatniej reakcji na wzrost zasobności. W podgrupie tej nie stwierdzono stanowisk z grupy nie reagujących na nawożenie K.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, metoda graficzna Cate-Nelsona, plony cukru, potas glebowy

Plant-available soil potassium resources are an important factor of sugar beet plants growth over the whole vegetative season. In the K-responsive sites positive relationships were found between yield and the sum of soil available potassium as determined by the Egner-Riehm procedure, and added K-fertilizer. The coefficient of determination —  $R^2$  for this relationship, amounting to 0,41, was significant. For the K-non-responsive sites this relationship was not significant. In order to determine the critical soil K level the Cate-Nelson scatter diagram was developed. The found K critical level, irrespective of a site responsiveness to K-fertilizer, amounted to 190 mg K/1 kg of soil. In both groups of sites 4 sub-groups were distinguished. The most numerous was the subgroup I representing sites of the highest probability of response to increase of soil available K, and also to a K-fertilizer applied. Both the main groups differed by the 3<sup>rd</sup> subgroup containing sites with high content of plant available

K, but still responsive to the K application. In this subgroup no sites were found of the main K-non-responsive group.

**Key words:** Cate-Nelson graphic, soil potassium, sugar beet, yield of sugar

#### WSTĘP

Głównym źródłem potasu dla roślin jest gleba. Niektóre gleby zawierają w warstwie ornej nawet do 20000 kg K/ha, lecz zdecydowana większość, gdyż od 90% do 97% składnika występuje w formach chemicznych niedostępnych dla roślin uprawnych (Draycott, 1996). Rośliny uprawne korzystają z potasu zawartego w roztworze glebowym oraz związanego z fazą stałą gleby. Szybkość procesów zachodzących między fazą stałą gleby, roztworem glebowym, a rośliną decyduje o odżywieniu rośliny (Goulding, 1987; Marschner, 1986). Średnio roczne tempo uwalniania potasu z gleby waha się od 0% do 2% i jest zbyt niskie dla potrzeb wysoko plonujących roślin, zwłaszcza tak wymagającej jak burak cukrowy (Draycott, 1996).

Celem pracy była ocena roli zasobności gleby w potas i potasu nawozowego w kształtowaniu plonów cukru.

#### MATERIAŁ I METODY

Szczegółową metodykę przeprowadzonych badań przedstawiono w pierwszej części pracy.

Do określenia typu i stopnia zależności użyto standardowy test chemiczny — Egnera-Riehma. Otrzymane wyniki przedstawiono w formie grafiki według Cate-Nelsona (Nelson, Anderson, 1977).

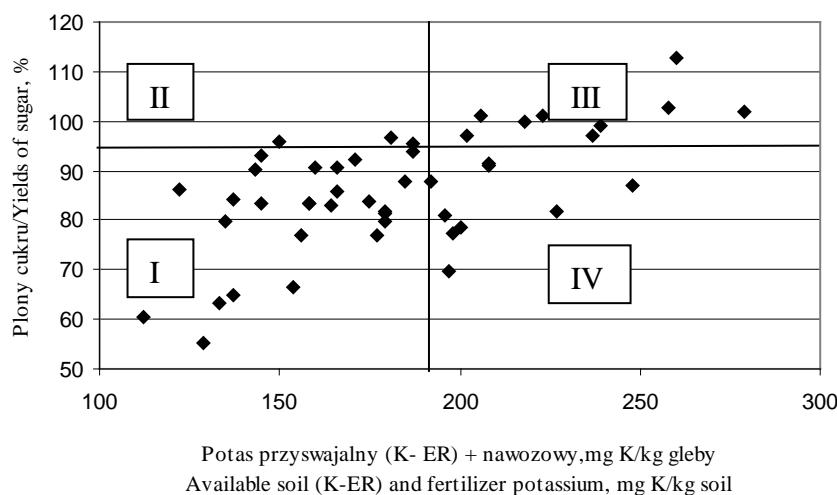
#### WYNIKI

Zgodnie z założeniem metody Cate-Nelsona plon cukru wyrażono jako procent plonu potencjalnego, który wyliczono jako średnią z 12 największych plonów każdej grupy doświadczeń. W grupie stanowisk reagujących potencjalny plon cukru wynosił 11,22 t/ha, a w grupie nie reagujących — 11,88, czyli był o 6% większy.

Reakcja buraka cukrowego, wyrażona plonem cukru względem sumy potasu przyswajalnego w glebie i wprowadzonego wraz z potasem nawozowym była zróżnicowana w zależności od rozważanej grupy stanowisk. W stanowiskach reagujących na nawożenie potasem otrzymano dodatnią, istotną zależność. Współczynnik determinacji —  $R^2$ , dla tej zależności wynosi 0,41. Stosując metodę Cate-Nelsona wyznaczono wartość graniczną zawartości potasu przyswajalnego w glebie, która wyniosła 190 mg K/kg gleby. Analiza rysunku 1 pozwala wyróżnić 4 typy reakcji buraka cukrowego spośród 48 jednostek doświadczalnych na zawartość przyswajalnego potasu, a mianowicie:

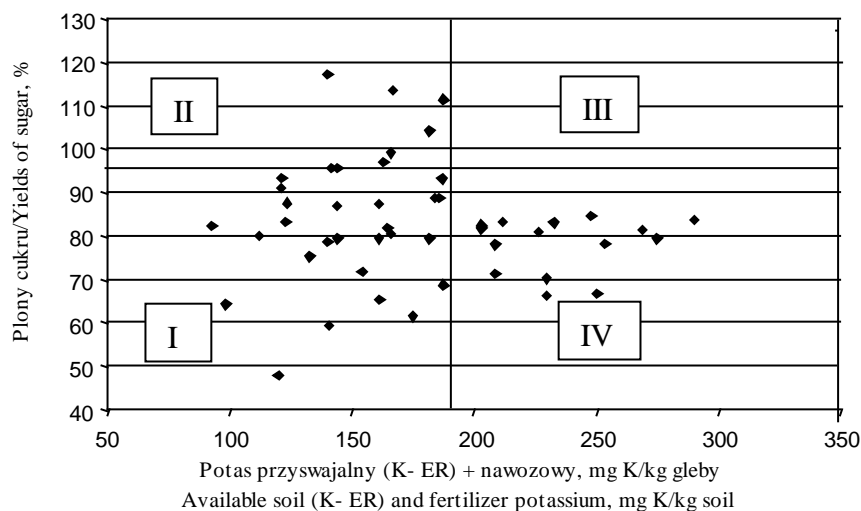
— I. dodatnia reakcja na nawożenie potasem w warunkach zasobności gleby poniżej wartości granicznej; dotyczy 24 jednostek doświadczalnych,

- II. możliwie większa niż oczekiwana reakcja na nawożenie potasem; plon powyżej 95% plonu potencjalnego przy zawartości potasu przyswajalnego poniżej wartości granicznej; 3 jednostki doświadczalne,
- III. dodatnia reakcja na nawożenie potasem przy zawartości potasu przyswajalnego powyżej wartości granicznej; plon powyżej 95% plonu potencjalnego; 12 jednostek doświadczalnych,
- IV. ujemna reakcja na nawożenie potasem przy zawartości potasu glebowego powyżej wartości granicznej; plon poniżej 95% plonu potencjalnego; 9 jednostek doświadczalnych (rys. 1).



**Rys. 1. Zależność między zawartością potasu przyswajalnego + potasu nawozowego w glebie a plonami cukru, (R)**  
**Fig. 1. Correlation between content of available soil K + fertilizer potassium and sugar yields, (R — responsive sites)**

W grupie stanowisk nie reagujących omawiane zależności okazały się bardziej skomplikowane. Nie otrzymano statystycznie istotnej zależności między sumą zawartości potasu przyswajalnego i nawozowego, a plonem cukru. Pomimo tego, wyznaczona graniczna zawartość potasu przyswajalnego i nawozowego w glebie wyniosła także 190 mg K/kg gleby (rys. 2). Struktura podziału jednostek doświadczalnych przedstawia się następująco: I — 25; II — 8; IV — 15. W porównaniu do grupy stanowisk reagujących na nawożenie potasem nie stwierdzono żadnego obiektu w kwadracie III. Natomiast powiększyła się grupa obiektów reagujących ujemnie na wyższy poziom zasobności gleby. W prowadzonych doświadczeniach ten typ reakcji przejawiał się negatywnym wpływem nawożenia potasem na plon cukru.



**Rys. 2. Zależność między zawartością potasu przyswajalnego + potasu nawozowego w glebie a plonami cukru, (NR)**

**Fig. 2. Correlation between content of available soil K+ fertilizer potassium and sugar yields, (NR — non- responsive sites)**

#### DYSKUSJA

W pracy podjęto próbę wyznaczenia optymalnej dawki potasu w nawożeniu buraków cukrowych. W tym celu wyznaczono krzywą zależności plonu cukru od ilości potasu przyswajalnego + nawozowego w glebie. Otrzymana krzywa regresji, w 42% tłumaczy stopień reakcji buraka cukrowego na ilość potasu, potencjalnie możliwego do pobrania przez roślinę. Niestety przebieg krzywej, z rozległym *plateau*, uniemożliwia wyznaczenie racjonalnie optymalnej dawki potasu dla całej populacji stanowisk. W takiej sytuacji, aby uzyskać dość jednoznaczną odpowiedź na postawione wcześniej pytanie, zastosowano metodę Cate-Nelsona (Nelson, Anderson, 1977). Wyznaczona tą metodą wartość graniczna zawartości glebowego i nawozowego potasu, pozwala prognozować reakcję buraka cukrowego na nawożenie potasem. W omawianej grupie doświadczeń wartość ta wynosiła 190 mg K/ha i wskazuje na stanowiska, które z dużym prawdopodobieństwem będą reagowały zwykłą plonów cukru, na nawożenie potasem. Uzyskane zależności posłużyły do opracowania równania, na podstawie którego można wyznaczyć wielkość dawki potasu nawozowego (tab. 1). Zależność ta przedstawia się następująco:

$$DNK = (190 K_{ER} - K_{azK}) \times 3 \times 1,21 \text{ [kg K}_2\text{O/ha]}$$

gdzie:

DNK — dawka nawozu potasowego, kg K<sub>2</sub>O /ha;

190 K<sub>ER</sub> — krytyczna zawartość potasu przyswajalnego w glebie wyznaczona metodą Egnera-Riehma, mg/kg gleby;

$K_{azK}$  — aktualna zawartość potasu przyswajalnego w glebie wyznaczona metodą Egnera-Riehma, mg/kg gleby;  
 3 — przelicznik dawki K na 1 ha;  
 1,21 — przelicznik K na  $K_2O$ .

Tabela 1

**Optymalne dawki potasu w zależności od analizowanej cechy buraka cukrowego w stanowiskach reagujących na nawożenie potasem**  
**Optimal rates of potassium in dependence on sugar beet parameters of yield, in the K- responsive stands**

| Cecha plonu<br>Yield parameter                            | Średnia<br>Mean 1996–1998 |                | Rok/Year 1998 |                | 1998 × 1996/1998 |
|---|---------------------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|   | K opt, kg/ha              | R <sup>2</sup> | K opt, kg/ha  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup>   |
| Plon korzeni<br>Yield of roots                            | 144                       | 0,998          | 160           | 0,976          | 0,963            |
| Plon biologiczny cukru<br>Biological yield of sugar       | 147                       | 0,994          | 201           | 0,946          | 0,972            |
| Plon technologiczny cukru<br>Technological yield of sugar | 128                       | 0,977          | 170           | 0,919          | 0,981            |
| Pobranie K — korzenie<br>K — uptake roots                 | 146                       | 0,9998         | 151           | 0,997          | 0,9998           |
| Średnia<br>Mean   | 140                       | —              | 177           | —              | —                |

W grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem odnotowano znaczącą liczbę jednostek eksperymentalnych, około ¼, wykazujących wyraźną reakcję na nawożenie nawet przy wyższym od 190 mg K/ha, poziomie zasobności gleby. Nie jest to wynik odosobniony, gdyż doniesienia z innych krajów także wskazują możliwość zwiększenia dawek potasu, nawet w stanowiskach o wysokim poziomie zawartości przyswajalnego potasu w glebie (Kristek i in., 1996; Orlovius, 1993, 1994). Dodatnia reakcja roślin wynika między innymi z bardzo dużego plonu biomasy wytwarzanej przez burak cukrowy w sezonie wegetacyjnym, zwłaszcza w warunkach sprzyjających wegetacji, czyli przy korzystnym przebiegu pogody (Werker i in., 1999).

W drugiej grupie stanowisk, nie występowała reakcja roślin na nawożenie potasem, a nawet odnotowywano spadek plonu korzeni i cukru w następstwie stosowania tego składnika. Przeciętny, w tej grupie stanowisk, plon cukru był jednakże o 0,246 t/ha, a w roku 1998 nawet o 0,945 t/ha większy niż w grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem. Z powyższego zestawienia wynika, że burak cukrowy uprawiany w stanowiskach nie reagujących na nawożenie potasem, posiadał lepsze warunki do pobierania potasu glebowego. Warunki te były na tyle lepsze, że ilość wytworzonego cukru była większa, co między innymi wynikało także z większej ekstrakcji cukru z korzeni. Takie relacje wskazują na lepsze wykorzystanie azotu przez rośliny nie wykazujące reakcji na nawożenie potasem. Potwierdza tę tezę większa zawartość cukru w korzeniach, przy jednocześnie zdecydowanie mniejszej zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego. Zważając na fakt, że buraki były nawożone obornikiem w dawce 40 t/ha, a dawka azotu wynosiła 105 kg/ha, uzyskane wyniki wskazują na unikalną wartość tych stanowisk, jako preferowanych do uprawy

buraka cukrowego, gdyż naturalnie wysoka dostępność potasu prowadzi do efektywnej kontroli metabolizmu azotowego w buraku cukrowym, szczególnie w latach sprzyjających mineralizacji azotu (Gething, 1993; Pfefferkon i Koerschoens, 1997; Werker i in., 1999).

W tej grupie stanowisk wystąpiło też zjawisko ujemnej reakcji roślin buraka cukrowego na nawożenie potasem. Wyznaczenie optymalnej dawki potasu, w tej grupie stanowisk (nie reagujących na nawożenie potasem), jest zbędne, aczkolwiek w nielicznych przypadkach notowano niewielki, najczęściej nie udowodniony wzrost plonu pod wpływem stosowania nawozu potasowego. W tej sytuacji koniecznym było wyznaczenie wartości granicznego stężenia potasu przyswajalnego i nawozowego w glebie. Przeprowadzone postępowanie analityczne wykazało, co okazało się także dużym zaskoczeniem, taką samą graniczną wartość potasu przyswajalnego, jak w grupie stanowisk reagujących na nawożenie potasem, a mianowicie 190 mg K/kg gleby, a rośliny buraka uprawiane w stanowiskach o wyższej zasobności gleby w przyswajalny potas reagowały spadkiem plonu cukru na nawożenie tym składnikiem.

#### WNIOSKI

1. W stanowiskach o wysokim potencjale plonotwórczym podstawowym źródłem potasu dla roślin jest, jak wykazały przeprowadzone badania, gleba, a więc jej żyzność, wyrażona w omawianym eksperymencie zawartością przyswajalnego potasu
2. W uprawie buraka cukrowego byłoby wskazane wyznaczenie wartości granicznej zawartości potasu, która w grupie badanych stanowisk, przyjmując za kryterium metodę Egnera-Riehma kształtowała się na poziomie 190 mg K/kg gleby.

#### LITERATURA

- Draycott A. P. 1996. Aspects of fertiliser use in modern, high-yield sugar beet culture. IPI-Bulletin No.15, Basel: 52.
- Gething P. A. 1993. The potassium-nitrogen partnership. IPI Research Topics No. 13, Basel: 51.
- Goulding K. W. T. 1987. Potassium fixation and release. In: Proceedings of 20<sup>th</sup> IPI Colloquium: Methodology in soil K-research. Baden/Wien: 127 — 154.
- Kristek A., Rastija M., Kovacevic V., Liovic I. 1996. Response of sugar beet to potassium fertilization on a high K-fixing soil. Rostlinna Vyroba 42 (11): 523 — 528.
- Marschner H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.
- Nelson L. A., Anderson R. L. 1977. Partitioning of soil test — crop response probability. In: Soil testing: correlating and interpreting the analytical results. ASA Special Publication no. 29: 19 — 38.
- Orlovius K. 1993. Einfluss unterschiedlicher K-Duengung und K-Bodenversorgung auf die Qualitaet von Zuckerrueben. VDLUFA Kongressband 1993 — Schriftenreihe 37: 107 — 110.
- Orlovius K. 1994. Einfluss verminderter Duengungsintensitaet mit Kalium auf Qualitaet und Ertrag von Zuckerrueben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7: 241 — 244.
- Pfefferkon A., Koerschoens M. 1997. Untersuchungen zur Pflanzenqualitaet im Internationalen Organischen Stickstoffdauerduengungsversuch Bad Lauchstaed. Arch. Acker-Pfl.Boden., 41: 93 — 112.
- Werker A. R., Jaggard K. W., Allison M. F. 1999. Modeling partitioning between structure and storage in sugar beet: effects of drought and soil nitrogen. Plant and Soil 207: 97 — 106.