

**CEZARY KWIATKOWSKI**Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza, Lublin

## Zawartość niektórych składników pokarmowych i mineralnych w korzeniach i liściach buraka cukrowego w zależności od poziomu agrotechniki

### **The contents of some nutrients and mineral components in the sugar beet roots and leaves depending on the agricultural level**

W pracy przedstawiono wpływ zróżnicowanej liczby mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych w uprawie buraka cukrowego na zawartość składników pokarmowych i mineralnych w korzeniach i liściach tej rośliny. Analizowano również kształtowanie się składu pokarmowego i mineralnego buraka w zależności od poziomu agrotechniki. Dowiedziono, że zawartość składników pokarmowych oraz mineralnych zależała głównie od warunków atmosferycznych. Stosowanie intensywnej agrotechniki modyfikowało jedynie zawartość tłuszczu surowego w liściach. Zwalczanie chwastów w okresie od wschodów do zwarcia się rzędów buraka wpływało pozytywnie na zawartość substancji bezazotowych wyciągowych w korzeniach i tłuszczu surowego w liściach.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, poziom agrotechniki, składniki mineralne, składniki pokarmowe, zabiegi pielęgnacyjne

The paper presents results regarding the relation between number of mechanical cultivation measures in sugar beet cultivation and the content of nutrients and mineral components in roots and leaves. The effect of agricultural level on growth, nutrients and mineral components changes was analyzed too. It has been proven that content of nutrients and mineral components depended mostly on whether conditions. The intensive cultivation changed only crude fat content in leaves. Weed control from emergence to shading the ground phase had a positive influence on the content of nitrogen free extract in roots as well as on the content of crude fat in leaves.

**Key words:** agricultural level, cultivation measures, mineral components, nutrients, sugar beet

### WSTĘP

Burak cukrowy w warunkach Polski jest jedynym surowcem dla przemysłu cukrowniczego, ale ma też ogromne znaczenie dla całej gospodarki rolnej (Podlaska, Podlaski, 1994). Jego uprawa sprzyja podnoszeniu kultury gleby, zaś dostarczone produkty uboczne

(liście, wysłodki i melasa) mogą stanowić poważny udział w bilansie paszowym każdego gospodarstwa (Gutmański, Musolff, 1990). Ostatnio mówi się nawet o przeznaczeniu buraków cukrowych w całości na paszę w formie świeżej lub przetworzonej na kiszonkę, a jeszcze lepiej susz, który jest poszukiwanym artykułem na rynku krajowym oraz za granicą (Thomas, 1992). Niebagatelny wpływ na plon i wartość technologiczną buraka odgrywa zachwaszczenie wtórne jego plantacji oraz poziom nawożenia (Wesołowski, 1989). Korzenie buraków zebrane z zachwaszczonych plantacji zawierają większą ilość azotu alfa-aminowego, potasu i sodu, a liście buraczane wykazują mniejszą wartość paszową. Zwiększone nawożenie mineralne (NPK) powoduje wzrost zawartości składników mineralnych, chociaż głównie w liściach (Trybała i in., 1982), czy też wzrost zawartości białka w korzeniach i liściach (Gruszka, 1982).

Celem niniejszych badań było określenie wpływu częstotliwości mechanicznego zwalczania chwastów i poziomu agrotechniki na zawartość składników pokarmowych i mineralnych w korzeniach i liściach buraka cukrowego.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe z uprawą buraka cukrowego prowadzono w latach 1993–1995 w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice (Akademia Rolnicza w Lublinie), na glebie płowej wytworzonej z lessu, charakteryzującej się kwaśnym odczynem, bardzo wysoką zawartością magnezu, wysoką fosforu, średnią potasu i 1,28% próchnicy. Eksperyment zakładano metodą bloków losowanych, w 4 powtórzeniach, o wielkości poletek 20 m<sup>2</sup>. Uwzględnił on dwa czynniki, a mianowicie:

1. Okres przebywania chwastów w łanie
  - A. jednokrotne zwalczanie chwastów w momencie przerywki (obiekt kontrolny),
  - B. wielokrotne zwalczanie chwastów od fazy wschodów do zwarcia się rzędów buraka,
  - C. wielokrotne zwalczanie chwastów od fazy 2 liści do zwarcia się rzędów buraka,
  - D. wielokrotne zwalczanie chwastów od fazy 4 liści do zwarcia się rzędów buraka,
  - E. wielokrotne zwalczanie chwastów od fazy 6 liści do zwarcia się rzędów buraka.
2. Poziom agrotechniki
  - I. ekstensywny — zaprawianie nasion, nawożenie mineralne NPK,
  - II. intensywny — zaprawianie nasion, nawożenie mineralne 1,5 NPK + mikroelementy oraz stosowanie fungicydów i insektycydów.

Burak cukrowy, odmiany PN Mono 4, uprawiano w stanowisku po owsie, w rozstawie rzędów 50 x 30 cm. Uprawa roli pod niego była typowa. Nawożenie mineralne w kg czystego składnika na 1 ha wynosiło: w wariancie NPK — N — 120, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 90, K<sub>2</sub>O — 180; w wariancie 1,5 NPK — N — 180, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 135, K<sub>2</sub>O — 270 oraz B (boraks) — 2. Oprócz nawozów mineralnych stosowano w obu wariantach obornik w dawce 30 t ha<sup>-1</sup>.

W zespole uprawek pielęgnacyjnych na poletkach z intensywnym poziomem agrotechniki stosowano mikroelementy (Mo, Zn, Mg, Na) w postaci nawozu Florogama B (3 l·ha<sup>-1</sup>) oraz Decis (0,25 l·ha<sup>-1</sup>) i Dithane (2 kg·ha<sup>-1</sup>).

Chwasty na wszystkich poletkach buraka cukrowego zwalczano ręczną motyczką. Przyjęte założenia metodyczne pracy w sposób naturalny różnicowały liczbę i długość okresu motyczeń poszczególnych obiektów. I tak na obiekcie A motyczenie wykonano raz, na obiekcie B od 8 do 10 razy przez okres 47–60 dni, a na pozostałych obiektach odpowiednio: C — 7–8 razy i 42–56 dni, D — 6–7 razy i 38–51 dni, E — 5 razy i 33–44 dni. Różnice w liczbie i długości okresów motyczeń wynikały z odmiennego tempa wzrostu buraków w poszczególnych latach badań.

Przedmiotem badań były próbki korzeni i liści buraka (średnia z 30 roślin) pobrane z poszczególnych poletek w celu oznaczenia składu pokarmowego i mineralnego tych organów. Analizy chemiczne korzeni i liści wykonano w Centralnym Laboratorium Aparaturowym Akademii Rolniczej w Lublinie. Obejmowały one oznaczenie zawartości: białka surowego, N ogólnego metodą Kiejdahla, tłuszczu surowego metodą Soxletta, włókna surowego metodą hydrolizy kwaśnej, popiołu surowego poprzez spalanie w piecu muflowym,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$  metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (przy użyciu aparatu ASA).

Wyniki badań opracowano statystycznie określając istotność różnic testem Tukeya.

## WYNIKI

Zawartość składników pokarmowych w korzeniach i liściach buraka cukrowego istotnie modyfikowały z reguły lata badań, rzadziej okres przebywania chwastów w łanie, a w jednym tylko przypadku poziom agrotechniki (tab. 1). Nadto zawartość wymienionych składników w korzeniach kształtowała się bardziej pod wpływem czynników losowych (brak istotnych różnic) niż w liściach.

Potwierdzeniem tego jest fakt, iż w korzeniach jedynie białko surowe układało się pod wpływem lat oraz bezazotowe wyciągowe pod wpływem przebywania chwastów w łanie. Inne składniki w korzeniach gromadziły się niezależnie od czynników eksperymentu, a zupełny brak wpływu na całkowity zestaw składników pokarmowych korzeni wykazywały poziomy agrotechniki.

Średnia zawartość białka surowego w korzeniach wynosiła 5,82%, a istotnie największa była w 1995 roku — 6,07%. Udział tego składnika wykazywał tendencje wzrostowe w ślad za zwiększającą się liczbą gracowań poletek oraz spadkiem poziomu agrotechniki.

W korzeniach buraka podobne tendencje do zawartości białka miały także włókno surowe i tłuszcz surowy, których przeciętna zawartość wynosiła odpowiednio 5,91% i 0,52%. Natomiast nieco odmiennie układała się zasobność korzeni w popiół surowy i substancje bezazotowe wyciągowe. Pierwszy ze składników nie reagował zupełnie na okres przebywania chwastów w łanie, podnosząc swą zawartość pod wpływem intensywnej agrotechniki. Z kolei substancje bezazotowe wyciągowe nasilały swe występowanie w warunkach zwiększonej liczby gracowań oraz pod wpływem zwiększonego nawożenia i pestycydów. Analizując zawartość składników pokarmowych w liściach buraka należy podkreślić, że ich udział zmieniały istotnie lata badań (tab. 1). Okresy zwalczania chwastów oraz poziomy agrotechniki wpływały znamienne tylko na zawartość tłuszczu.

**Zawartość niektórych składników pokarmowych w % suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego**  
**Contents of some nutrients in sugar beet's roots and leaves in % of dry mass**

| Wyszczególnienie<br>Specification                                                                              |      | Korzenie<br>Roots                    |                                 |                               |                                |                                        | Liście<br>Leaves                     |                                 |                               |                                |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                                |      | Białko<br>surowe<br>Crude<br>protein | Włókno<br>surowe<br>Crude fibre | Popiół<br>surowy<br>Crude ash | Tłuszcz<br>surowy<br>Crude fat | Substancja<br>BAW<br>N-free<br>extract | Białko<br>surowe<br>Crude<br>protein | Włókno<br>surowe<br>Crude fibre | Popiół<br>surowy<br>Crude ash | Tłuszcz<br>surowy<br>Crude fat | Substancja<br>BAW<br>N-free<br>extract |
| Lata<br>Years                                                                                                  | 1993 | 5,56                                 | 6,01                            | 5,09                          | 0,49                           | 81,51                                  | 17,38                                | 10,05                           | 21,97                         | 3,01                           | 45,86                                  |
|                                                                                                                | 1994 | 5,83                                 | 5,86                            | 4,96                          | 0,54                           | 81,45                                  | 14,02                                | 9,66                            | 17,57                         | 2,04                           | 53,34                                  |
|                                                                                                                | 1995 | 6,07                                 | 5,87                            | 5,00                          | 0,54                           | 82,13                                  | 15,06                                | 10,56                           | 18,72                         | 2,32                           | 54,36                                  |
| Okresy zwalczania<br>chwastów<br>Period of weed<br>removal                                                     | A    | 4,80                                 | 5,91                            | 4,28                          | 0,51                           | 81,41                                  | 14,93                                | 9,93                            | 18,67                         | 2,31                           | 51,00                                  |
|                                                                                                                | B    | 6,44                                 | 5,99                            | 5,18                          | 0,54                           | 82,69                                  | 15,97                                | 9,94                            | 20,12                         | 2,59                           | 52,24                                  |
|                                                                                                                | C    | 6,17                                 | 5,89                            | 5,33                          | 0,50                           | 82,08                                  | 15,98                                | 10,30                           | 19,78                         | 2,54                           | 51,60                                  |
|                                                                                                                | D    | 6,07                                 | 5,91                            | 5,19                          | 0,55                           | 81,08                                  | 15,55                                | 10,21                           | 19,74                         | 2,51                           | 51,06                                  |
|                                                                                                                | E    | 5,61                                 | 5,87                            | 5,12                          | 0,52                           | 81,23                                  | 15,00                                | 10,06                           | 18,80                         | 2,32                           | 50,09                                  |
| Poziom agrotechniki<br>Agricultural level                                                                      | I    | 5,90                                 | 5,98                            | 4,94                          | 0,54                           | 81,05                                  | 15,47                                | 10,00                           | 19,40                         | 2,52                           | 51,27                                  |
|                                                                                                                | II   | 5,73                                 | 5,84                            | 5,10                          | 0,51                           | 82,34                                  | 15,50                                | 10,18                           | 19,44                         | 2,39                           | 51,11                                  |
| NIR (p = 0,05) pomiędzy<br>latami<br>LSD (p = 0.05) between<br>year                                            |      | 0,32                                 |                                 |                               |                                |                                        | 0,52                                 | 0,60                            | 0,28                          | 0,09                           | 0,45                                   |
| NIR (p = 0,05) pomiędzy<br>poziomem agrotechniki<br>LSD (p = 0.05) between<br>agricultural level               |      |                                      |                                 |                               |                                |                                        |                                      |                                 |                               | 0,13                           |                                        |
| NIR (p = 0,05) pomiędzy<br>okresami zwalczania<br>chwastów<br>LSD (p = 0.05) between<br>period of weed removal |      |                                      |                                 |                               |                                | 0,73                                   |                                      |                                 |                               | 0,06                           |                                        |
| I — Poziom ekstensywny<br>I — Extensive level                                                                  |      |                                      |                                 |                               |                                |                                        |                                      |                                 |                               |                                |                                        |
| II — Poziom intensywny<br>II — Intensive level                                                                 |      |                                      |                                 |                               |                                |                                        |                                      |                                 |                               |                                |                                        |

Tabela 2

**Zawartość niektórych składników mineralnych w korzeniach i liściach buraka cukrowego w % suchej masy**  
**Contents of some mineral components in sugar beet's roots and leaves in % of dry mass**

| Wyszczególnienie<br>Specification                                    |      | Korzenie<br>Roots   |                  |      |      |                   | Liście<br>Leaves    |                  |      |      |                   |
|----------------------------------------------------------------------|------|---------------------|------------------|------|------|-------------------|---------------------|------------------|------|------|-------------------|
|                                                                      |      | N ogólny<br>total N | K <sub>2</sub> O | CaO  | MgO  | Na <sub>2</sub> O | N ogólny<br>total N | K <sub>2</sub> O | CaO  | MgO  | Na <sub>2</sub> O |
| Lata<br>Years                                                        | 1993 | 0,91                | 0,82             | 0,23 | 0,18 | 0,080             | 3,05                | 5,70             | 1,22 | 0,82 | 2,53              |
|                                                                      | 1994 | 1,05                | 0,84             | 0,25 | 0,19 | 0,098             | 2,80                | 5,19             | 1,22 | 0,90 | 1,77              |
|                                                                      | 1995 | 1,05                | 0,91             | 0,25 | 0,19 | 0,105             | 2,91                | 6,00             | 1,47 | 1,10 | 1,81              |
| Okresy zwalczania<br>chwastów<br>Period of weed<br>removal           | A    | 0,89                | 0,87             | 0,23 | 0,19 | 0,089             | 2,83                | 5,48             | 1,30 | 0,88 | 1,77              |
|                                                                      | B    | 1,09                | 0,89             | 0,26 | 0,19 | 0,106             | 3,09                | 5,74             | 1,43 | 1,02 | 2,31              |
|                                                                      | C    | 1,13                | 0,84             | 0,27 | 0,19 | 0,097             | 2,99                | 5,61             | 1,27 | 1,00 | 2,22              |
|                                                                      | D    | 1,00                | 0,87             | 0,25 | 0,19 | 0,093             | 2,86                | 5,81             | 1,38 | 0,92 | 2,11              |
|                                                                      | E    | 0,91                | 0,83             | 0,24 | 0,17 | 0,087             | 2,86                | 5,53             | 1,14 | 0,88 | 1,76              |
| Poziom agrotechniki<br>Agricultural level                            | I    | 0,99                | 0,88             | 0,24 | 0,18 | 0,092             | 2,91                | 5,72             | 1,34 | 0,91 | 2,01              |
|                                                                      | II   | 1,02                | 0,83             | 0,25 | 0,19 | 0,097             | 2,93                | 5,55             | 1,27 | 0,97 | 2,06              |
| NIR (p = 0,05) pomiędzy<br>latami<br>LSD (p = 0,05) between<br>years |      | 0,08                |                  | 0,01 |      | 0,010             | 0,11                | 0,41             | 0,19 | 0,10 | 0,08              |

I — Poziom ekstensywny

I — Extensive level

II — Poziom intensywny

II — Intensive level

Składnik ten miał największy udział w liściach wtedy, gdy pielenie buraka trwało od wschodów do zwarcia rzędów oraz wówczas, gdy zastosowano niższy poziom agrotechniki. Natomiast przeciętna zawartość tłuszczu w analizowanych organach buraka była wyraźnie większa niż w korzeniach i wynosiła 2,45%.

Zasobność liści w białko, włókno, popiół i substancje bezazotowe wyciągowe kształtowała się niezależnie od czynników doświadczenia. Ich ilości, z wyjątkiem bezazotowych wyciągowych, były większe niż w korzeniach i w kolejności średnio wynosiły: 15,49%, 10,09%, 19,42% i 51,19%.

Skład mineralny korzeni i liści buraka cukrowego zmieniały istotnie tylko lata badań (tab. 2). Wprowadzone czynniki eksperymentalne, tzn. terminy rozpoczęcia i czas trwania pielęgnacji międzyrzędzi oraz poziomy agrotechniki z reguły nie wywoływały kierunkowych zmian w układzie badanych składników mineralnych korzeni i liści buraka cukrowego. O takich zmianach można mówić jedynie w przypadku sodu, którego zawartość wykazywała tendencje wzrostowe w obydwu organach rośliny uprawnej pod wpływem częstego pielenia międzyrzędzi, a także w przypadku magnezu, który zachowywał się podobnie w liściach. Wyższy poziom agrotechniki niemal zupełnie nie zmieniał składu mineralnego korzeni. W przypadku liści jego wpływ w postaci tendencji wzrostowych odnosił się do sodu i magnezu, natomiast w formie tendencji spadkowych do potasu i wapnia.

Zawartość składników mineralnych w korzeniach była zdecydowanie mniejsza, w porównaniu z liśćmi. Średnia zawartość azotu ogólnego, potasu, wapnia, magnezu i sodu wynosiła odpowiednio: korzenie — 1,00%, 0,86%, 0,25%, 0,19% i 0,094%; liście — 2,92%, 5,63%, 1,30%, 0,94% i 2,03% (tab. 2).

#### DYSKUSJA

Podsumowując rezultaty badawcze należy stwierdzić, że zawartość składników pokarmowych i mineralnych w korzeniach i liściach buraka cukrowego ulegała zróżnicowaniu głównie pod wpływem warunków atmosferycznych. Poziomy agrotechniki wywierały istotny wpływ jedynie na zawartość tłuszczu surowego w liściach buraka a okresy pobytu chwastów w łanie na zawartość substancji bezazotowych w korzeniach i tłuszczu surowego w liściach. Otrzymane rezultaty są zgodne z wynikami oznaczeń Trybały, Buniaka i Małkiewicza (1982). Zdaniem wymienionych autorów głównymi modyfikatorami składu chemicznego korzeni buraka cukrowego są czynniki klimatyczne i glebowe, a dopiero w dalszej kolejności czynniki agrotechniczne (nawożenie i nawadnianie). Nadto wzrastające nawożenie mineralne w badaniach Trybały i wsp. (1982) obniżało wartość technologiczną korzeni buraków, gdyż zwiększało w nich, podobnie jak w omawianym doświadczeniu, udział popiołu rozpuszczalnego i sodu. Wyższe dawki nawozów w doświadczeniu Dzieżycy i Buniaka (1976) zwiększały zawartość azotu w roślinach buraka, czyli oddziaływały identycznie jak w niniejszych badaniach.

Plon technologiczny i skład pokarmowy buraka cukrowego zależy przede wszystkim od właściwości fizycznych tej rośliny oraz odmiany (Longden, 1993), ale zawartość

składników pokarmowych w tym popiołu w korzeniach najbardziej zależą od czynników środowiskowych (Bzowska-Bakalarz, 1987).

#### WNIOSKI

1. Zawartość składników pokarmowych (białko, włókno, tłuszcz i popiół surowy) oraz mineralnych (N, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO i Na<sub>2</sub>O) była wyraźnie większa w liściach niż korzeniach buraka cukrowego.
2. Skład pokarmowy i mineralny korzeni i liści buraka cukrowego modyfikowały głównie warunki atmosferyczne. Intensywny poziom agrotechniki wywierał istotny wpływ jedynie na zawartość tłuszczu surowego w liściach, a długotrwałe pielęgnowanie międzyrzędzi buraka (od fazy wschodów do zwarcia się rzędów) oddziaływało na zawartość substancji bezazotowych w korzeniach i tłuszczu surowego w liściach.

#### LITERATURA

- Bzowska-Bakalarz M. 1987. Badania niektórych właściwości fizycznych korzeni buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 316: 17 — 23.
- Dziężyc J., Buniak W. 1976. Zawartość i pobieranie składników mineralnych przez wybrane odmiany buraków, ziemniaków i kapusty w różnych warunkach wodno-nawozowych na glebach lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 181: 328 — 335.
- Gruszka J. 1982. Wpływ deszczowania przy różnych poziomach nawożenia mineralnego na plonowanie oraz wartość technologiczną i paszową buraków cukrowych i ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 236: 167 — 172.
- Gutmański J., Musolff M. 1990. Plon i jakość przetwórcza buraka cukrowego w zależności od uprawy roli i poziomu nawożenia fosforowo-potasowego. Roczn. Nauk Rol. Seria A, t. 108, z. 3: 118 — 123.
- Longden P. 1993. Weed beet a review. Aspects of Applied Biology, No 35, 20 ref.: 30 — 32.
- Podlaska J., Podlaski S. 1994. Kierunki zmian w technologii produkcji buraka cukrowego. Post. Nauk Rol. 5: 15 — 20.
- Thomas T. 1992. Sugar beet protection current strategies and future perspective. F.O. Lichts. World Sugar and Sweetener Yearbook: 3 — 20.
- Trybała M., Buniak W., Małkiewicz H. 1982. Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia na wartość użytkową buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 236: 77 — 185.
- Wesołowski M. 1989. Okres przebywania chwastów w łanie a plonowanie buraka cukrowego. Annales UMCS, Sectio E, vol. XLIV, 2: 7 — 12.