

ZDZISŁAW WYSZYŃSKI
MARIANNA KALINOWSKA-ZDUN
DARIUSZ GOZDOWSKI
BEATA MICHAŁSKA

Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Katedra Agronomii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Plonowanie buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w rejonie Polski środkowej

Sugar beet yielding on farm plantations in the region of Central Poland

W latach 2000–2002 w województwie łódzkim (rejon Cukrowni Dobrzelin i Leśmierz) przeprowadzono badania na łącznie 202 plantacjach produkcyjnych buraka cukrowego. Plon korzeni i zawartość cukru oceniono metodą wielokrotnej regresji liniowej w zależności od: klasy gleby, jej zasobności w P_2O_5 i K_2O , kwasowości, nawożenia NPK, przedplonu, terminu siewu, obsady roślin, zachwaszczenia wtórnego i terminu zbioru. Współczynniki determinacji R^2 dla plonu korzeni i zawartości cukru wynosiły odpowiednio 41,1 i 16,7%. Czynniki istotnie wpływającymi na plon korzeni były wg stopnia malejącego wpływu: obsada, klasa gleby, nawożenie azotem, termin siewu, pH gleby, jej zasobność w K_2O i P_2O_5 , a na zawartość cukru: obsada, zasobność gleby w K_2O i P_2O_5 , przedplon, termin zbioru i siewu.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, czynniki agrotechniczne, plon korzeni, zawartość cukru

In the years 2000–2002 investigations were conducted on 202 farm plantations of sugar beet cultivated in Łódź voivodeship (sugar factory region — Dobrzelin and Leśmierz). Yields of roots and sugar content were evaluated in relation to: soil class, soil P_2O_5 and K_2O contents, acidity, fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium, forecrops, sowing date, plant density, secondary weed infestation and length of the vegetation period using multifactorial linear regression method. Determination coefficients R^2 for root yield and sugar content were 41.1 and 16.7%, respectively. The factors that significantly affected root yield were as follows: plant density, soil class, nitrogen fertilization, date of sowing, pH of the soil, soil K_2O and P_2O_5 contents. Sugar content was affected by plant density, K_2O and P_2O_5 contents in soil, forecrop, harvest date and date of sowing.

Key words: agrotechnical factors, sugar beet, sugar content, root yield

WSTĘP

Wpływ na plonowanie buraka cukrowego stosowanych w doświadczeniach czynników agrotechnicznych, które są elementami technologii produkcji jest znany. Niektórym z nich, a zwłaszcza ważności wczesnego terminu siewu i dawkom azotu poświęcono już wiele

uwagi w latach dwudziestych ubiegłego wieku (Kosiński, 1929; Cybulski, 1933). Druga połowa XX wieku to w badaniach z burakiem cukrowym dążenie do określenia stopnia wpływu poszczególnych czynników agrotechnicznych na plonowanie tego gatunku. Badano głównie wpływ przedplonu, nasilenie występowania buraka cukrowego w zmianowaniu, obsady roślin, nawożenia mineralnego, ochrony plantacji przed zachwaszczeniem i agrofagami oraz innych czynników decydujących o wielkości i jakości plonu korzeni (Dunham, 1991; Larsson i in., 1991; Wevers, 1992; Urbanowski, Rajs, 1993; Krzymuski, Laudański, 1995; Gutmański, 2001). Wprowadzenie do uprawy odmian genetycznie jednokielkowych i siewy punktowe stworzyły możliwość całkowitego zmechanizowania procesów uprawowych. W praktyce rolniczej przyczyny organizacyjne i wyposażenie w środki produkcji powodują występowanie dużych odchyleń poszczególnych czynników agrotechnicznych od optymalnych dla nich poziomów. Konfrontacja wyników uzyskiwanych w szerszej praktyce rolniczej z poziomami stosowanych czynników jest ciągle aktualna. Ponadto jednoczesne badanie wpływu dużej liczby czynników technologii produkcji pozwala na reprezentatywną ocenę ich efektów głównych, tj. indywidualnego oddziaływania każdego z nich na plonowanie buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań były 202 plantacje produkcyjne buraka cukrowego zlokalizowane w gospodarstwach indywidualnych w rejonie Cukrowni Leśmierz (powiat Zgierz) i Cukrowni Dobrzelin (powiat Kutno) w województwie łódzkim. Badania przeprowadzono w latach 2000–2002. Podstawowym dokumentem do zbierania danych była karta technologiczna, obejmująca informacje o glebie i technologii produkcji. W okresie wegetacji przeprowadzono 3–4-krotnie wywiad z każdym rolnikiem i zapisywano dane o poziomach stosowanych czynników agrotechnicznych. Plantacje lustrowano w celu określenia występowania chorób, szkodników i wtórnego zachwaszczenia. Jesienią przed zbiorem przeprowadzono pomiary plantacji oraz policzono rośliny w wybranych losowo kilku miejscach pola. Pobrano próby gleby i określono jej zasobność w fosfor, potas oraz pH w KCl. Dane o plonie korzeni i zawartości w nich cukru pozyskano z cukrowni. Wpływ czynników technologii produkcji na plon i zawartość cukru w korzeniach oceniono statystycznie metodą wielokrotnej regresji liniowej. Estymowano funkcję regresji dla wyników łącznie ze wszystkich lat badań z 12 zmiennymi przyczynowymi reprezentującymi następujące czynniki agrotechniczne: klasa gleby, jej zasobność w P_2O_5 i K_2O , pH gleby, przedplon, dawki azotu, fosforu i potasu, termin siewu, obsada, zachwaszczenie wtórne i termin zbioru. Funkcje regresji estymowano po standaryzacji zmiennych niezależnych. Oceniono i sklasyfikowano czynniki istotnie kształtujące plon korzeni i zawartość cukru. Suma kwadratów współczynników regresji badanych czynników agrotechnicznych (zmiennych przyczynowych) była zbliżona do wartości współczynnika determinacji (R^2) dla badanych zależności. Umożliwiło to ustalenie indywidualnego udziału (w %) poszczególnych czynników w kształtowaniu wielkości plonu korzeni i cukru. Ponadto wyznaczono średnie arytmetyczne badanych cech dla

wyróżnionych poziomów czynników, których zróżnicowanie ma charakter skokowy (klasa gleby, przedplon, zachwaszczenie wtórne) lub też według ustalonych przedziałów poziomu czynników o zmienności ciągłej (termin siewu, obsada i termin zbioru). Znaczenie zasobności gleby, pH i nawożenia NPK przedstawiono w publikacji obejmującej dane za lata 2000–2001 (Wyszyński i in., 2002).

WYNIKI

Plonowanie buraków cukrowych na badanych plantacjach charakteryzowała znaczna rozpiętość plonów i zawartości cukru w korzeniach w latach badań. Duże wahania plonu korzeni i procentowej zawartości cukru w latach badań dowodzą znacznego zróżnicowania technologii produkcji buraków cukrowych w poszczególnych gospodarstwach, a zmienność pomiędzy latami wskazuje na silny wpływ układu pogody w latach (tab. 1).

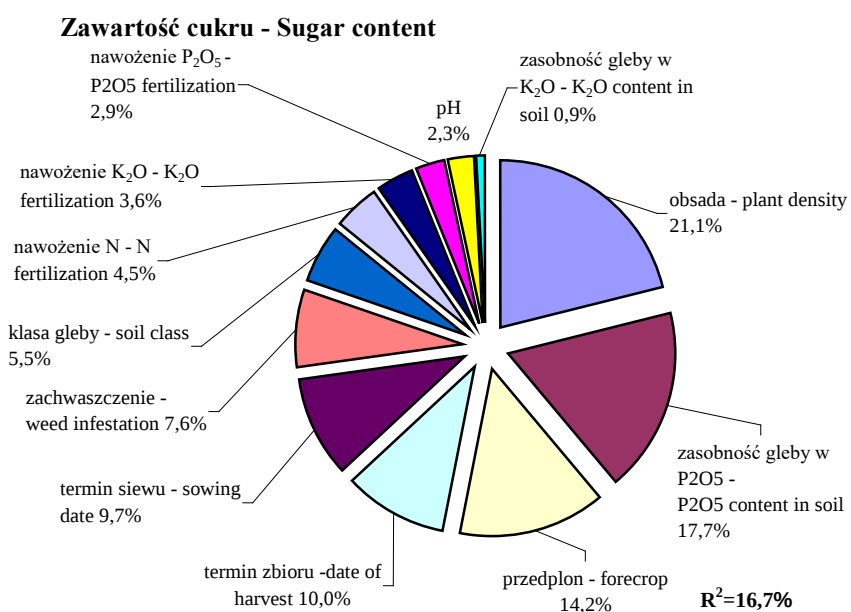
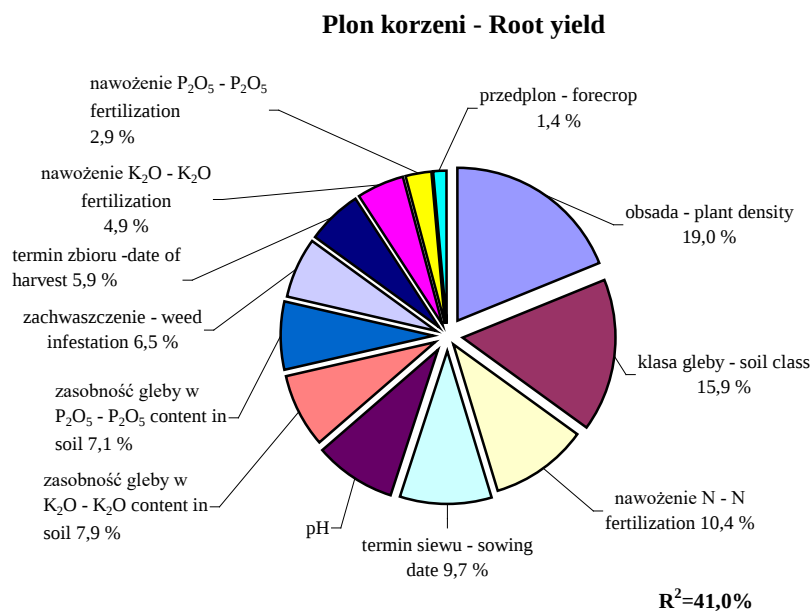
Tabela 1

Plony korzeni buraków cukrowych w t/ha i zawartość w nich cukru w % w latach 2000–2002
Root yield of sugar beet (t/ha) and sugar content (%) in the years 2000–2002

Lata Years	Plon korzeni Root yield			Zawartość cukru Sugar content		
	średnia mean	min.	max.	średnia mean	min..	max.
2000	52,6	32,0	72,0	18,7	16,2	21,2
2001	40,7	25,1	64,6	16,1	14,2	18,2
2002	43,7	27,5	66,0	16,2	14,7	17,5

Ocena zależności pomiędzy plonem korzeni i zawartością cukru jako zmiennymi zależnymi, a dwunastoma czynnikami agrotechnicznymi jako zmiennymi niezależnymi wykazuje, że determinują one łącznie wielkość plonu korzeni w ponad 41,0% ($R^2 = 41,01$), a zawartość cukru w 16,7% ($R^2 = 16,72$). Przy założeniu, że łączny wpływ badanych 12 czynników na plon korzeni i zawartość cukru w ustalonym przedziale determinacji wynosi 100% to czynniki o istotnym wpływie na plon korzeni stanowią 78,0% udziału zależności, a na zawartość cukru 73,0%. Znaczenie czynników w kształtowaniu plonu korzeni i zawartości cukru przedstawia rysunek 1. Najsilniej i istotnie na plon korzeni wpływały: obsada roślin, klasa gleby, nawożenie N, termin siewu, pH gleby, zasobność w K_2O i P_2O_5 . Na granicy istotności ($\alpha \leq 0,05$) działały: zachwaszczenie wtórne, termin zbioru i nawożenie K_2O . Zawartość cukru była istotnie determinowana przez czynniki: obsada roślin, przedplon, termin siewu i zbioru oraz zasobność w P_2O_5 . Na granicy istotności działały: zachwaszczenie wtórne, klasa gleby i nawożenie N.

Na badanych plantacjach zlokalizowanych w Polsce środkowej burak cukrowy uprawiano głównie na glebach klasy IIIa i IIIb (75,2%). Stwierdzono bardzo duży wpływ klasy gleby na plon korzeni (tab. 2).



Rys. 1. Udział czynników w kształtowaniu plonu korzeni i zawartości cukru
Fig. 1. Contribution of factors to forming root yield and sugar content

Tabela 2

Plon korzeni (t/ha) i zawartość cukru (w %) w zależności od klasy gleby, przedplonu i zachwaszczenia wtórnego łąnu

Root yield (t/ha) and sugar content (%) in relation to soil class, forecrop and secondary weed infestation of canopy

Klasa gleby Soil class	2000		2001		2002		2000–2002		Udział plantacji Share of plantations
	t/ha	(%)	t/ha	(%)	t/ha	(%)	t/ha	(%)	
II	58,8	18,4			47,1	15,6	57,6	18,1	9,4
IIIa	54,2	18,3	42,9	16,0	44,6	16,1	49,1	17,2	46,0
IIIb	49,7	19,2	41,4	15,9	44,6	16,5	46,4	17,7	29,2
IVa	49,7	18,9	34,8	16,4	35,6	15,9	43,3	17,7	12,4
IVb	38,5	19,4	40,7	16,5	28,7	17,1	37,2	18,5	3,0
Przedplon:									
Forecrop:									
Zboża Cereals	51,3	18,6	41,6	16,2	43,6	16,3	48,1	17,7	70,8
Ziemniaki Potatoes	53,3	19,0	29,4	15,9	44,7	16,4	45,7	17,1	9,9
Buraki cukrowe Sugar beet	59,5	19,7	33,4	16,0	27,5	15,5	45,5	17,8	3,0
Inne Other	59,1	18,6	42,4	15,9	44,5	15,6	49,6	16,9	16,3
Zachwaszczenie wtórne:									
Secondary weed infestation:									
Małe Small	57,2	18,7	43,1	16,2	45,0	16,3	50,3	17,4	59,4
Średnie Medium	50,4	18,4	32,1	15,8	41,4	16,0	45,9	17,5	26,2
Duże Large	43,8	18,9	33,3	15,0	42,1	16,1	42,5	18,1	14,4

Buraki cukrowe uprawiane na glebach najsłabszych klasy IVb średnio za 3 lata plonowały o 20,4 t/ha (o 35,4%) niżej w porównaniu z plonem korzeni z gleb klasy II. Zawartość cukru w mniejszym stopniu była determinowana klasą gleby. Większą zawartością cukru charakteryzowały się korzenie ze słabszych gleb.

Zachwaszczenie wtórne jako wyznacznik poziomu kultury uprawy roli i zabiegów pielęgnacyjnych znacząco różnicowało plonowanie buraków (tab. 2). Na blisko 60,0% lustrowanych plantacji zachwaszczenie wtórne określono jako małe. Plon korzeni i zawartość w nich cukru były mniejsze na plantacjach o większym poziomie zachwaszczenia. Średnio za trzy lata plon korzeni z plantacji o małym i dużym zachwaszczeniu różnił się o 7,8 t/ha, co stanowi 15,6%.

Wśród przedplonów na badanych plantacjach dominowały zboża ozime i jare, które stanowiły łącznie 70,8% wszystkich przedplonów. Na prawie 10,0% plantacji buraki były uprawiane po ziemniakach, a w grupie przedplonów określonych jako pozostałe (16,3%) dominował rzepak ozimy i rośliny motylkowe. Uprawa buraków po zbożach gwarantowała wysoki plon korzeni o dużej zawartości cukru.

Okres siewu buraków cukrowych wahał się zależnie od roku badań od 20 do 30 dni, przy czym buraki wysiano w terminie do 20 IV. na 77,7% plantacji (tab. 3). Opóźnienie

terminu siewu o ponad 20 dni (siew do 10 IV. i po 1 V.) skutkowało spadkiem plonu korzeni od 8,8 t/ha (19,8%) w roku 2001 do 25,7 t/ha (39,7%) w roku 2000. Niezależnie od roku badań każde 10 dniowe opóźnienie terminu siewu w porównaniu z okresem wcześniejszym powodowało spadek plonu korzeni. Buraki na 51,5% plantacji zostały zebrane w terminie od 11 do 25 października, a na 31,7% pól po 25 października. Zbiór wcześniejszy przed 10 X. skutkował spadkiem plonu korzeni o 2,2 t/ha w porównaniu ze zbiorem po 25 X. Zawartość cukru była największa przy najpóźniejszym terminie zbioru.

Tabela 3

Plon korzeni (t/ha) i zawartość cukru w % w zależności od terminu siewu, terminu zbioru i obsady roślin

Root yield (t/ha) and sugar content (%) in relation to date of sowing, harvest date and plant density

Termin siewu Date of sowing	2000		2001		2002		2000–2002		Udział plantacji Share of plantations
	t/ha	(%)	t/ha	(%)	t/ha	(%)	t/ha	(%)	(%)
Do; until 10. IV.	64,7	18,7	44,9	16,5	44,2	16,4	48,2	16,9	26,7
11–20. IV.	53,3	18,5	42,3	15,6	43,0	15,9	50,4	17,8	51,0
21–30. IV.	46,0	19,1	40,4	15,9	41,0	15,6	44,7	18,3	16,3
Po; after 1.V.	39,0	18,8	36,1	16,1			36,3	16,3	6,0
Termin zbioru									
Harvest date									
Do; until 10. X.	53,0	18,7	33,6	15,8	42,6	16,2	46,7	17,4	16,8
11. X.–25. X.	52,7	18,6	40,0	16,0	43,1	16,3	48,0	17,5	51,5
Po; after 25. X.	52,1	18,8	43,5	16,3	45,8	16,0	48,9	17,6	31,7
Obsada roślin (10³/ha)									
Plant density									
<70	47,1	18,9	40,5	15,6	41,3	16,1	43,8	17,3	21,3
70–80	52,1	18,8	37,6	16,0	44,7	16,2	46,6	17,4	35,1
>80	54,6	18,5	43,7	16,2	45,5	16,4	51,3	17,8	43,6

Obsada roślin na 43,6% plantacji przekroczyła 80 tys. szt./ha, a tylko na 21,3% pól była mniejsza od 70 tys. Plantacje o większej obsadzie roślin podczas zbioru charakteryzowały się większym plonem korzeni i co należy podkreślić większą zawartością cukru. Średnio za trzy lata badań plon korzeni z plantacji o obsadzie powyżej 80 tys. był większy o 7,5 t/ha (14,5%) w porównaniu z plonem z pól o obsadzie mniejszej od 70 tys. roślin/ha.

DYSKUSJA

Plon korzeni i zawartość cukru buraka cukrowego jest efektem złożonych zależności między potencjałem genetycznym odmiany, czynnikami siedliska i stosowanymi technologiami produkcji. Ocena działania łącznie 12 czynników wpływających na plonowanie buraka cukrowego jest bardzo trudna i skomplikowana. Stopień determinacji wpływu w prezentowanym cyklu badań był dość wysoki: 41,1% dla plonu korzeni i 16,7% dla plonu cukru. W innych badaniach terenowych prowadzonych w Polsce wschodniej w cyklu 3 letnich determinacja wynosiła dla plonu korzeni 28,6%, a w cyklu 4 letnich 34,0% (Wyszyński i in., 1998). W doświadczeniu stacjonarnym 7-czynnikowym była ona mniejsza i wynosiła 20,4% dla plonu korzeni i 6,8% dla zawartości cukru (Wyszyński, 2003). W prezentowanych badaniach przeprowadzonych na

plantacjach produkcyjnych buraka cukrowego czynniki o istotnym wpływie na plon korzeni kształtowały go zgodnie z ich malejącym wpływem w następującej kolejności: obsada, klasa gleby, nawożenie azotem, termin siewu, pH gleby i jej zasobność w K_2O i P_2O_5 . Wyniki dotychczasowych doświadczeń ścisłych 2 i 3-czynnikowych potwierdzają ich znaczenie dla plonowania buraka cukrowego (Gutmański, 1991; Smit, 1993; Gutmański, Nowakowski, 1994; Koźmiński, Michalska, 1995; Draycott i in., 1997; Cakmakci i in., 1998; Roszkowska, 1998). Przeprowadzona w pracy ocena plonowania buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w rejonie Polski środkowej pozwoliła na ustalenie znaczenia poszczególnych czynników środowiska i technologii produkcji w kształtowaniu plonu korzeni i zawartości cukru.

WNIOSKI

1. Ocena plonu korzeni oraz zawartości cukru względem analizowanych 12 czynników środowiska i technologii produkcji wskazuje na większe możliwości wyjaśnienia ich wpływu na plon korzeni (41,1%) niż na zawartość w nich cukru (16,7%).
2. Struktura udziału (znaczenie) omawianych 12 czynników w kształtowaniu plonu korzeni buraka różni się od ich znaczenia w kształtowaniu zawartości cukru. Na plon korzeni najsilniej wpływały: obsada, klasa gleby, nawożenie azotem, termin siewu, pH gleby, jej zasobność w K_2O i P_2O_5 , a na zawartość cukru: obsada, zasobność gleby w K_2O i P_2O_5 , przedplon, termin zbioru i termin siewu.

LITERATURA

- Cakmakci R., Oral E., Kantar F. 1998. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to plant population. J. Agron. Crop Sci. 180: 45 — 52.
- Cybulski Z. 1933. Burak. Nakładem Koła Techników Cukrowników, Warszawa: 210 ss.
- Draycott A. P., Allison M. F., Armstrong M. J. 1997. Changes in fertilizer usage in sugar beet production. 60th Congress I.I.R.B., Cambridge: 39 — 55.
- Dunham R. J. 1991. Effects of starter fertilizers close to the seed. 54th Winter Congress I.I.R.B. Brussels: 369 — 384.
- Gutmański I. 1991. Nawożenie azotem. W: Produkcja buraka cukrowego. Praca zbiorowa pod red. I. Gutmańskiego. PWRiL, Poznań: 391 — 402.
- Gutmański I. 2001. Kierunki zmian w uprawie buraków cukrowych. Wieś Jutra, Buraki cukrowe, 1 (30): 16 — 19.
- Gutmański I., Nowakowski M. 1994. Wpływ dawki i formy azotu na wschody, plony i jakość przetwórczą buraka cukrowego w dwóch terminach zbioru. Biul. IHAR 189: 41 — 49.
- Kosiński I. 1929. Wyniki doświadczeń z burakami cukrowymi przeprowadzonych w 1928 r. przez Związek Stowarzyszeń Plantatorów Buraka Cukrowego w Warszawie: 46.
- Koźmiński Cz., Michalska B. 1995. Terminy siewu buraków cukrowych w Polsce w zależności od temperatury i wilgotności gleby. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 167, Rolnictwo, 60: 35 — 47.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1995. Poziom działania czynników plonowania w gospodarstwach indywidualnych i państwowych. Biul. IHAR 193: 11 — 18.
- Larsson M., Olsson R., Olandes J. 1991. New cost effective cultivation techniques to improve establishment and early growth — First results from a Swedish project. 54th Winter Congress I.I.R.B. Brussels: 1 — 20.
- Agron. J. 87: 586 — 591.

- Roszkowska B. 1998. Ocena czynników limitujących plony i jakość technologiczną buraka cukrowego przy zmiennym bilansie energetycznym w gospodarstwach indywidualnych w rejonie Cukrowni Łapy. Praca doktorska, Wyd. Rolniczy SGGW.
- Smit A. L. 1993. The influence of sowing date and plant density on the decision to resow sugar beet. *Field Crops Res.* 34: 159 — 173.
- Urbanowski S., Rajs T. 1993. Plonowanie buraka cukrowego w zmianowaniach i monokulturze, *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy*, 183, *Rolnictwo* (34): 25 — 31.
- Wevers J. D. A. 1992. Restrictions on the registration and use of herbicides. 55th Winter Congress I.I.R.B. Brussels: 133 — 136.
- Wyszyński Z. 2003. Zmienność cech roślin buraka cukrowego w łanie oraz plonowanie i jakość korzeni pod wpływem czynników środowiskowo-agrotechnicznych. Warszawa. Wyd. SGGW. Praca habilitacyjna: 136.
- Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Mądry W., Laudański Z., Roszkowska B., Rozbicki J. 1998. Agronomical and environmental factors affecting sugar beet yielding in central and eastern Poland. *Scientia Agriculture Bohemica*, 29 (3/4): 183 — 192.
- Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Laudański Z., Gozdowski D. 2002. Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. *Biul. IHAR* 222: 231 — 238.