

**Franciszek BORÓWCZAK**

Akademii Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Katedra Uprawy Roli i Roślin

**Maciej GROBELNY, Marcin KOŁATA, Tadeusz ZIELIŃSKI**

Cukrownia Miejska Górka S.A., Rawicka 44, 63-910 Miejska Górka

## THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDS AND QUALITY OF SUGAR BEET ROOTS

### Summary

*In experiments carried out, the first one in 1998-1999 and the second one in 2001-2002, the influence of nitrogen fertilization on the yields and quality of sugar beet roots was investigated. It was stated that with increasing of nitrogen doses the quality of roots was worsened by decreasing of sugar content, efficiency of refined sugar, alkalinity coefficient as well as by increasing of the content of N  $\alpha$ -amino and sodium. The doses 50 and 60 kg N/ha turned out to be the optimum ones for the yields of: roots, biological and refined sugar and economic effects. The dose of 100 kg N/ha, determined as an optimum one according ABO - Bonn programme, gave on soil of very good rye complex similar production and economic effects to the dose of 60 kg N/ha.*

## WPŁYW NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONY I WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ KORZENI BURAKÓW CUKROWYCH

### Streszczenie

*W doświadczeniach przeprowadzonych w dwóch seriach, pierwsza w latach 1998-1999, a druga w 2001-2002, badano wpływ nawożenia azotem na plon i jakość korzeni buraków cukrowych. Stwierdzono, że w miarę zwiększania dawek azotu wartość technologiczna korzeni pogarszała się przez obniżenie zawartości cukru, wydajności cukru oczyszczonego, wskaźnika alkaliczności, jak również przez wzrost zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego i sodu. Dawki 50 i 60 kg N/ha okazały się optymalnymi dla plonów: korzeni, biologicznego i oczyszczonego cukru oraz efektów ekonomicznych. Dawka 100 kg N/ha, określona jako optymalna wg programu ABO Bonn, dawała na glebie kompleksu żytniego bardzo dobre podobne efekty produkcyjne i ekonomiczne do dawki 60 kg N/ha*

### Wstęp

Poprawna agrotechnika jest podstawowym warunkiem uzyskiwania wysokich plonów korzeni buraków cukrowych. Spośród czynników agrotechnicznych do najsilniej wpływających na wielkość i jakość plonów zalicza się nawożenie azotem. Wielkości podawanych w literaturze optymalnych dawek azotu są jednak bardzo zróżnicowane, zależnie od warunków glebowych [3, 4, 5, 6]. Ze względu na płatność za surowiec uwzględniającą zawartości cukru, plantator buraków cukrowych zainteresowany jest nie tylko wielkością plonu, ale również jego jakością. Jakość surowca, a szczególnie wydajność cukru oczyszczonego, jest także ważna, ze względu na ponoszone koszty na produkcję, dla przemysłu cukrowniczego. Z tych względów przemysł cukrowniczy prowadzi dla swoich plantatorów doradztwo nawożeniowe, szczególnie zaś dotyczące nawożenia azotem. W tym celu wykorzystuje się m.in. w cukrowniach firmy Pfeifer & Langen program ABO - Bonn. Program ten pozwala określić optymalne nawożenie azotem dla danego stanowiska z uwzględnieniem takich czynników jak: sposób gospodarowania, nawożenie organiczne, zakładany plon i zawartość cukru i przebieg pogody. Celem przeprowadzonych dwóch doświadczeń było określenie wpływu różnych dawek azotu i dawki określonej wg programu ABO - Bonn na plon i jakość korzeni buraków cukrowych.

### Metodyka badań

Badania objęły dwa doświadczenia: pierwsze przeprowadzono w latach 1998-1999 na 6 plantacjach w rejonie

Cukrowni Miejska Gorka S.A., a drugie w latach 2001-2002 na plantacji produkcyjnej Cukrowni Gostyń, założone jako jednoczynnikowe w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych w czterech powtórzeniach.

Tematyka doświadczeń była następująca:

- doświadczenie I: wpływ nawożenia azotem na plony buraków cukrowych,
- doświadczenie II: przydatność programu ABO - Bonn w optymalizacji nawożenia azotem buraków cukrowych

Czynniki badawcze w doświadczeniach:

- doświadczenie I – nawożenie azotem
  - 0 – kontrola
  - 50 kg N/ha
  - 100 kg N/ha
  - 150 kg N/ha,
- doświadczenie II – nawożenie azotem (dawki azotu zróżnicowane w stosunku do optymalnej, wyliczonej w oparciu o zalecenia programu komputerowego ABO Bonn):
  - 0 – kontrola
  - 60 kg N/ha
  - 100 kg N/ha (dawka wyliczona wg programu ABO - Bonn)
  - 140 kg N/ha.

Dawki azotu w doświadczeniu II różnicowano pomniejszając i powiększając optymalną dawkę wyliczoną wg programu ABO Bonn o 40 kg N/ha i dodając obiekt kontrolny bez nawożenia.

Ocenę jakości technologicznej korzeni wykonano na linii analitycznej „Venema” w laboratoriach Cukrowni Miejska Górka.

Zawartość składników w korzeniach oznaczono następującymi metodami:

- zawartość cukru – polarymetrycznie
- zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego – metodą fotometrii fluorescencyjnej
- zawartość potasu i sodu – metodą fotometrii płomieniowej.

W oparciu o dokonane analizy wyliczono wskaźnik alkaliczności, wydajność cukru oczyszczonego.

Wydajność cukru oczyszczonego wyliczono wykorzystując wzór stosowany w cukrowniach współpracujących z firmą Pfeifer & Langen.

**Wydajność = Polaryzacja – [0,12 x (K + Na) + 0,24 N-  $\alpha$ -aminowy + 1,08]**

gdzie:

polaryzacja – zawartość procentowa sacharozy,

K, Na, N-  $\alpha$ -aminowy – zawartość składników w mmol/100 g/miazgi,

1,08 – poprawka na straty nieoznaczone.

Wartość plonu wyliczono w oparciu o wysokość plonu i zawartość cukru w korzeniach według zasad przyjętych dla wyliczeń płatności za dostawy buraków w kampanii 2006/2007.

Przyjęta podstawowa cena skupu dla korzeni o standardowej jakości (zawartości cukru 16%) wynosiła równowartość w PLN kwoty 32,86 EUR za tonę. W obliczeniach przyjęto kurs przeliczeniowy 4 PLN za 1 EUR.

Efekty ekonomiczne nawożenia azotem określono przyrostem wartości plonu na poszczególnych dawkach azotu w stosunku do wartości plonu na obiektach bez nawożenia oraz przychodami krańcowymi. Przychody krańcowe informują o wartości przyrostu plonu na 1 zł wydatkowany na nawozy. W obliczeniach przyjęto cenę 1 kg azotu w wysokości 2,20 zł.

Doświadczenie I przeprowadzono na glebach brunatnych właściwych zaliczonych do klasy bonitacyjnej III a, a według przydatności rolniczej do kompleksu pszennego dobrego oraz na glebach płowych, klasy bonitacyjnej IV a, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Gleby doświadczenia II zaliczone są do klasy bonitacyjnej III a i III b, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Buraki uprawiano w stanowisku po pszenicy ozimej. Jesienią pod orkę stosowano obornik w dawce 30 t/ha.

## Wyniki badań

### Doświadczenie I

W przeprowadzonym doświadczeniu nawożenie azotem wpływało na wszystkie określane wskaźniki jakościowe korzeni buraków cukrowych (tab. 1). Zawartość cukru obniżała się w miarę zwiększania dawek azotu. Spadki zawartości stwierdzone przy nawożeniu dawkami 100 i 150 kg N/ha były istotne w porównaniu z kombinacją bez nawożenia azotem i dawką 50 kg N/ha.

Tab. 1. Wpływ nawożenia azotem na parametry jakościowe korzeni buraków cukrowych (średnio z lat 1998-1999)  
Table 1. Influence of nitrogen fertilization on the root quality parameters of sugar beet (average from 1998-1999)

Dawka azotu kg/ha	Zawartość cukru %	Wydajność cukru oczyszczonego	Zawartość N $\alpha$ -amin.	Zawartość sodu	Zawartość potasu	Wskaźnik alkaliczności
			mmol/100 g miazgi			
0	18,28	16,42	1,11	0,28	4,00	4,01
50	18,18	16,26	1,35	0,31	3,93	3,27
100	17,76	15,78	1,65	0,32	3,86	2,54
150	17,48	15,45	1,87	0,35	3,86	1,81
NIR <sub>(0,05)</sub>	0,28	0,30	0,16	0,03	0,11	0,20

Tab. 2. Wpływ nawożenia azotem na plony korzeni, biologicznego i oczyszczonego cukru buraków cukrowych (średnio z lat 1998-1999)

Table 2. Influence of nitrogen fertilization on the root, biological and refined sugar yields of sugar beet (average from 1998-1999)

Dawka azotu kg/ha	Plon korzeni	Plon biologiczny cukru	Plon oczyszczonego cukru
	t/ha		
0	56,76	10,30	9,26
50	61,02	11,02	9,87
100	60,90	10,76	9,56
150	61,09	10,61	9,38
NIR <sub>(0,05)</sub>	2,50	0,50	0,46

Tab. 3. Efekty ekonomiczne nawożenia azotem buraków cukrowych (średnio z lat 1998-1999)

Table 3. Economic effects of nitrogen fertilization of sugar beet (average from 1998-1999)

Dawka azotu (kg/ha)	Wartość plonu (zł/ha)		Wartość przyrostu plonu (zł/ha)	
	brutto	netto*	brutto	netto*
0	8957	8957	-	-
50	9573	9463	616	506
100	9270	9050	313	93
150	9096	8766	139	-191

\* bez kosztu nawozu

Nawożenie azotem wyraźnie różnicowało zawartość tzw. składników technologicznie szkodliwych, tj. azotu  $\alpha$ -aminowego, sodu i potasu. Zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego i sodu w miarę zwiększania dawek azotu wzrastała, natomiast zawartość potasu nieznacznie się obniżyła. Wskaźnik alkaliczności obniżał się w miarę zwiększania dawek azotu. Stwierdzone spadki przy nawożeniu dawkami 100 i 150 kg N/ha okazały się istotne w porównaniu z kombinacją bez nawożenia azotem i nawożeniem dawką 50 kg N/ha.

Zwiększanie dawek nawożenia azotem powodowało obniżenie procentowej wydajności cukru oczyszczonego. W porównaniu do kombinacji bez nawożenia azotem dawka 150 kg N/ha obniżyła wydajność cukru oczyszczonego o 0,97 %.

Plony korzeni wzrastały w miarę zwiększania dawki azotu do 50 kg N/ha (tab. 2). Przyrost plonu na tej dawce, w porównaniu do obiektu bez nawożenia, wyniósł 4,26 t/ha. Dalsze zwiększanie dawek do 100 i 150 kg N/ha nie różnicowało plonów w stosunku do dawki optymalnej.

Najwyższy plon biologiczny cukru, istotnie różniący się od plonu z obiektu bez nawożenia, uzyskano przy nawożeniu dawką 50 kg N/ha. Zwiększenie dawki w tym przedziale spowodowało przyrost plonu biologicznego cukru o 0,72 t/ha. Nawożenie dawkami 100 i 150 kg/ha obniżyło ten plon w porównaniu do dawki optymalnej, co jednak nie zostało potwierdzone statystycznie. Najwyższy plon cukru oczyszczonego uzyskano stosując dawkę 50 kg N/ha. Przy tej dawce był on wyższy w porównaniu do obiektu bez nawożenia o 0,61 t/ha. Dawki 100 i 150 kg/ha obniżyły plon technologiczny w porównaniu do dawki optymalnej, odpowiednio o 0,31 i 0,49 t/ha.

Najwyższą wartość plonów brutto i netto (po odjęciu kosztu nawozu) uzyskano przy nawożeniu dawką 50 kg N/ha (tab. 3). W porównaniu do wartości plonu z obiektu bez azotu przy tej dawce uzyskano przyrost wartości plonu brutto o 616 zł, a wartości netto o 506 zł/ha.

Wyliczone przychody krańcowe wykazały, że zastosowanie dawki 50 kg N/ha dawało przyrost wartości plonu 5,60 zł na 1 zł zainwestowany w nawozy (tab. 4). Ujemne wartości wskaźnika przy dalszym zwiększaniu dawek azotu informują o wielkości strat na każdy 1 zł wydany na nawozy.

## Doświadczenie II

Zwiększanie dawek azotu powodowało obniżenie zawartości cukru i wydajności cukru oczyszczonego (tab. 5). Dawka 100 kg N/ha, określona wg programu ABO - Bonn jako optymalna dla pól doświadczalnych, obniżyła w porównaniu do obiektu bez azotu i dawki 60 kg N/ha zawartość cukru odpowiednio o 0,46 i 0,23 %, a wydajność cukru oczyszczonego o 0,58 i 0,28 %. Ze składników technologicznie szkodliwych zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego i sodu wzrastała w miarę zwiększania dawek azotu. Zawartość potasu nie była różnicowana nawożeniem azotem, a wartość wskaźnika alkaliczności obniżała się przy wyższych dawkach nawożenia. Zwiększenie zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego i sodu oraz obniżenie wartości wskaźnika alkaliczności na dawce 100 kg N/ha było istotne w porównaniu do obiektu bez nawożenia azotem, natomiast nie zostało potwierdzone statystycznie w porównaniu do dawki 60 kg N/ha. Największa dawka azotu 140 kg/ha powodowała dalsze pogorszenie parametrów jakościowych korzeni.

Dawka azotu 100 kg/ha nie różnicowała istotnie plonów korzeni w porównaniu do dawek 60 i 140 kg N/ha, mimo wyraźnej tendencji do jego obniżenia przy najwyższej dawce (tab. 6). Z obiektu kontrolnego zebrano w porównaniu do dawki optymalnej określonego programem ABO - Bonn plon niższy o 8,43 t/ha. Zwiększenie dawki azotu do 140 kg/ha powodowało spadek plonu do poziomu nie różniącego się istotnie od jego wielkości z obiektu kontrolnego bez azotu.

Analiza statystyczna nie potwierdziła istotnego zróżnicowania plonów biologicznego i oczyszczonego cukru pod wpływem nawożenia azotem, pomimo że wystąpiła wyraźna tendencja ich wzrostu na dawkach 60 i 100 kg N/ha.

Dokonana analiza opłacalności nawożenia azotem wykazała, że najkorzystniejsza dla efektów ekonomicznych była dawka 60 kg/ha (tab. 7). Na tej dawce uzyskano przyrost wartości plonu netto – po odjęciu kosztu nawozu, w porównaniu do wartości plonu z obiektu bez azotu, w wysokości 735 zł/ha (tab. 8). Przyrost ten był o 119 zł większy od uzyskanego na dawce 100 kg N/ha, optymalnej wg programu ABO - Bonn. Dawka 140 kg obniżyła wartość plonu netto, w porównaniu do kontroli o 300 zł/ha.

Tab. 4. Wskaźniki efektywności krańcowej nawożenia azotem (zł/zł w nawozie)

Table 4. Marginal effectiveness coefficients of nitrogen fertilization (zł/zł in fertilizer)

Dawka N kg/ha	0 -50	0 -100	0 -150	50 -100	100 -150
Wskaźnik efektywności	5,60	1,42	0,42	-2,75	-1,58

Tab. 5. Wpływ nawożenia azotem na parametry jakościowe korzeni buraków cukrowych (średnio z lat 2001-2002)

Table 5. Influence of nitrogen fertilization on the root quality parameters of sugar beet (average from 2001-2002)

Dawka azotu (kg/ha)	Zawartość cukru (%)	Wydajność cukru oczyszczonego	Zawartość N $\alpha$ -amin.	Zawartość sodu	Zawartość potasu	Wskaźnik alkaliczności
			mmol/100 g miazgi			
0	17,30	15,22	1,21	0,48	5,31	5,00
60	17,07	14,92	1,46	0,54	5,41	4,25
100	16,84	14,64	1,62	0,55	5,46	3,84
140	16,54	14,26	1,97	0,58	5,47	3,29
NIR <sub>(0,05)</sub>	0,27	0,29	0,31	0,07	-	0,88

Tab. 6. Wpływ nawożenia azotem na plony korzeni, biologicznego i oczyszczonego cukru buraków cukrowych (średnio z lat 2001-2002)

Table 6. Influence of nitrogen fertilization on the root, biological refined sugar yields of sugar beet (average from 2001-2002)

Dawka azotu (kg/ha)	Plon korzeni	Plon biologiczny cukru	Plon cukru technologicznego
	t/ha		
0	65,45	11,37	9,98
60	72,70	12,43	10,86
100	73,88	12,44	10,80
140	69,77	11,56	9,96
NIR <sub>(0,05)</sub>	7,48	-	-

Tab. 7. Efekty ekonomiczne nawożenia azotem buraków cukrowych (średnio z lat 2001-2002)

Table 7. Economic effects of nitrogen fertilization of sugar beet (average from 2001-2002)

Dawka azotu (kg/ha)	Wartość plonu (zł/ha)		Wartość przyrostu plonu (zł/ha)	
	brutto	netto	brutto	netto
0	9607	9607	-	-
60	10474	10342	867	735
100	10443	10223	836	616
140	9615	9307	8	-300

Tabela 8. Wskaźniki efektywności krańcowej nawożenia azotem (zł/zł w nawozie)

Table 8. Marginal effectiveness coefficients of nitrogen fertilization (zł/zł in fertilizer)

Dawka azotu (kg/ha)	0 -60	0 -100	0 -140	60 -100	100 -140
Wskaźnik efektywności	6,57	3,80	0,03	-0,35	-10,41

Największy przyrost wartości plonu na 1 zł zainwestowany w nawozy uzyskano przy zastosowaniu dawki 60 kg N/ha (tab. 8). Optymalna dawka azotu 100 z programu ABO Bonn dawała przyrost wartości 3,80 zł, jednak w porównaniu do dawki 60 kg był on niższy o 2,77 zł. W przedziale dawek 60 do 100 kg N/ha 1 zł wydany na nawozy przynosił straty 0,35 zł.

## Dyskusja

W literaturze wykazuje się bardzo silną reakcję buraków cukrowych na nawożenie azotem. Wielkości podawanych optymalnych dawek dla plonu są jednak bardzo zróżnicowane i mieszczą się w zakresie od 50 do 200 kg N/ha. Gutmański [5] różnicuje optymalne dawki azotu, zależnie od kompleksu glebowego, w przedziale 70-140 kg/ha. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Borówcza i in. [1], Borówcza [3] i Rzekanowskiego [8] uzyskiwano przyrosty plonów korzeni w miarę zwiększania dawek azotu do poziomu 140 – 160 kg/ha. Sroller i Pulkrabek [9] podają, że w warunkach Republiki Czeskiej optymalne dawki azotu mieszczą się w przedziale 120 – 150 kg/ha. Wyższe dawki azotu, około 200 kg/ha, okazały się optymalnymi w badaniach Borówcza i Grzesia [4] nad uprawą buraków cukrowych w warunkach deszczowania. W badaniach własnych najwyższe plony na glebach kompleksu pszennego dobrego i żytanego bardzo dobrego uzyskano stosując dawki 50 i 60 kg N/ha. Dawka 60 kg N była wariantem nawożenia pomniejszonym o 40 kg w stosunku do dawki 100 kg wyliczonej jako optymalnej wg programu ABO - Bonn. Celem stosowania programu jest osiągnięcie przez rolnika maksymalnego plonu przy zachowaniu dobrych parametrów jakościowych buraków. Określenie optymalnej dawki

dokonywane jest odpłatnie przez dział surowcowy w poszczególnych cukrowniach firmy Pfeifer & Langen na podstawie wypełnionego przez plantatora formularza. Wzór formularza dostępny jest na stronie internetowej firmy [www.liz.pl](http://www.liz.pl) [12]. Należy podkreślić, że zastosowane w obu doświadczeniach dawki 100 kg N/ha nie różnicowały plonu korzeni i plonu biologicznego cukru, w porównaniu do dawek 50 i 60 kg N/ha, natomiast wyższe dawki 150 i 140 kg wyraźnie pogarszały efekty produkcyjne.

Dotychczasowe badania wykazują pogorszenie wartości technologicznej korzeni w miarę zwiększania dawek azotu. Wyraża się to najczęściej obniżeniem zawartości cukru i zwiększeniem zawartości tzw. składników technologicznie szkodliwych (azotu  $\alpha$ -aminowego, sodu i potasu) – składników utrudniających wydobycie cukru w czasie przerobu i zwiększających jego straty w melasie [2, 3, 5, 7, 11]. W badaniach własnych tendencje te potwierdzają się, skutkiem czego obniżenie wydajności cukru oczyszczonego było większe niż zawartości cukru w korzeniach. Zmiany w zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego, sodu i potasu decydują również o wartości, ważnego w ocenie jakości korzeni, wskaźnika alkaliczności. Według Trzebińskiego [10] korzenie buraków o wskaźniku alkaliczności niższym od 1,8 dają soki o zbyt niskim pH. W badaniach własnych wyższe dawki azotu wyraźnie obniżały wartość tego wskaźnika, ale pozostawała ona wyższa od 1,8.

Zmiany powodowane nawożeniem azotem w plonach i wartości technologicznej korzeni decydują o dochodowości z uprawy i plonie cukru oczyszczonego. W doświadczeniu I dawki wyższe od 50 kg N/ha wyraźnie pogarszały efekty ekonomiczne uprawy dla plantatora i przemysłu cukrowniczego. W ocenie przydatności w racjonalizacji nawożenia dawki określonej wg programu ABO - Bonn jako optymal-

nej ważne jest, że dawka ta w porównaniu do pomniejszonej o 40 kg nie miała znaczącego wpływu na uzyskiwane efekty uprawy buraków na glebie kompleksu żyznego bardzo dobrego, natomiast zwiększenie jej prowadziło do wyraźnego pogorszenia. Pożądane byłoby kontynuowanie podobnych badań z wykorzystaniem programu ABO - Bonn w dłuższym okresie czasu i w różnych warunkach siedliskowych.

### Wnioski

1. Zwiększanie dawek azotu pogarszało wartość technologiczną korzeni przez obniżenie zawartości cukru, wydajności cukru oczyszczonego, wskaźnika alkaliczności, jak również przez wzrost zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego i sodu.
2. Dawki 50 i 60 kg N/ha okazały się optymalnymi dla plonów korzeni, biologicznego i oczyszczonego cukru oraz efektów ekonomicznych.
3. Dawka 100 kg N/ha określona jako optymalna wg programu ABO Bonn dawała na glebie kompleksu żyznego bardzo dobrego podobne efekty produkcyjne i ekonomiczne do dawki 60 kg N/ha

### Literatura

- [1] Borówcak F., Pełczyński W., Sobiech S.: Wpływ nawożenia mineralnego na plony buraków cukrowych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln, PWN, Warszawa, 1986, 327: 27-37
- [2] Borówcak F., Pełczyński W., Sobiech S.: Wpływ nawożenia mineralnego na jakość plonów buraków cukrowych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln, PWN, Warszawa, 1986 b, 327: 95-102
- [3] Borówcak F.: Wpływ deszczowania, zagęszczenia roślin i nawożenia azotem na plon buraków cukrowych. Biuletyn IHAR, Radzików, 1991, 178: 23-31
- [4] Borówcak F., Grześ S.: Wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plon korzeni i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych. Biuletyn IHAR, Radzików, 2002, 222: 203-213
- [5] Gutmański I.: Nawożenie mineralne. W: Produkcja buraka cukrowego. Red. I. Gutmański. PWRiL, Warszawa, 1991: 284-287
- [6] Gutmański I., Goszczyński T., Kreft K., Szymczak D.: Wpływ dawek azotu na wysokość i jakość przemysłową plonu buraka cukrowego oraz na zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym w okresie wegetacji. Roczniki AR w Poznaniu, 1998, CCCVII: 243-253
- [7] Ostrowska D., Kucińska K.: Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. Roczniki AR w Poznaniu, 1998, CCCVII: 273-278
- [8] Rzekanowski C.: Reakcja buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej na nawadnianie deszczowane i nawożenie azotem. Zesz. Nauk., AT-R Bydgoszcz, 1992, 180: 91-99
- [9] Sroller J., Pulkrabek J.: Zasady technologii uprawy buraka cukrowego zmierzające do większego wykorzystania potencjalnej wysokości plonów w warunkach Republiki Czeskiej. W: Postęp w uprawie buraka cukrowego i jakości korzeni. SGGW Warszawa, 1997: 49-58
- [10] Trzebiński J.: Ocena wydajności cukru z korzeni. W: Produkcja buraka cukrowego. Red. I. Gutmański. PWRiL, Warszawa, 1991: 591-598
- [11] Winner C.: Zuckerrübenbau. DLG – Verlag Frankfurt (Main), 1981
- [12] [www.liz.pl](http://www.liz.pl): Rolnicze Doradztwo w Uprawie Buraka Cukrowego. Program „ABO – Bonn”