

## ZMIANY ZAWARTOŚCI I PLONU BIAŁKA ORAZ ZAWARTOŚCI AZOTANÓW W BURAKU CUKROWYM ZALEŻNIE OD NAWADNIANIA I NAWOŻENIA

*Krystyna Pekarnik*

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR we Wrocławiu

Burak cukrowy traktuje się jako roślinę przemysłową lub pastewną, która stanowi nie tylko surowiec dla przemysłu cukrowniczego, ale również ważny produkt paszowy w postaci liści i wysłodków, a często i korzeni. W ostatnich latach powierzchnia uprawy tej rośliny stale się zwiększa i dlatego uprawia się ją coraz częściej na lżejszych kompleksach glebowych, gdzie plony zawodzą nie tylko w latach suchych, ale często i w latach z opadami zbliżonymi do średnich wieloletnich. Tym niekorzystnym wahaniom można zapobiec stosując nawadnianie deszczowniane. Nawadnianie gleb lekkich umożliwia zastosowanie intensywnego nawożenia i uzyskanie podobnie wysokich plonów jak na glebach typowo buraczanych, co wykazuje liczne badania [1-4, 6]. Czynniki wodny i nawozowy wpływa nie tylko na wysokość plonu, ale i na jakość buraka cukrowego. Ważnym wskaźnikiem jakościowym buraka cukrowego jest zawartość związków azotowych. W uprawie tej rośliny na paszę stosuje się metody agrotechniczne umożliwiające uzyskanie jak najwyższych plonów suchej masy i białka. W przypadku uprawy buraka cukrowego na surowiec dla cukrowni stosuje się metody agrotechniczne pozwalające uzyskać wysokie plony korzeni o największej zawartości cukru przy najniższej zawartości związków azotowych, które obniżają wydajność cukru w czasie przerobu [5].

Celem mojej pracy było określenie wpływu form i dawek nawozów mineralnych w warunkach nawodnień deszczownianych na zawartość i plon białka oraz na zawartość azotanów w buraku cukrowym.

### METODYKA BADAŃ

Badania oparto na dwóch seriach doświadczeń przeprowadzonych w RZD Swojec na glebie brunatnej, wytworzonej z piasku gliniastego lek-

kiego. Pierwszą serię doświadczeń wykonano w latach 1973-1975 z burakiem cukrowym odmiany AJ-Poly 2 uprawianym w płodozmianie okopowo-zbożowym na stanowisku po pszenicy ozimej. W drugiej serii doświadczeń w latach 1975 i 1976 badano odmianę Kl-1 również w płodozmianie okopowo-zbożowym, ale na stanowisku po pszenicy jarej.

Rozkład opadów w okresie przeprowadzania doświadczeń jest podany w tabeli 1. Jak wynika z przytoczonych danych, w latach 1973-1976 opady w lipcu były powyżej średniej, a w sierpniu i wrześniu poniżej średniej z wielolecia (z wyjątkiem sierpnia 1974 r. i września w 1976 r.).

Doświadczenia założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach i obejmowały czynniki zmienne:

I — rzędu — nawadnianie.

II — rzędu — nawożenie (formy lub dawki nawozów).

W pierwszej serii doświadczeń porównywano dwa warianty wodne: bez nawadniania i z nawadnianiem przy 0,5 at. W drugiej serii doświadczeń porównywano trzy warianty wodne: bez nawadniania, z nawadnianiem przy 0,5 at i z nawadnianiem przy 0,3 at (w niniejszej pracy pominięto wariant trzeci). Przebieg nawodnień przedstawiono w tabeli 1.

Nawadnianie wykonywano w okresie krytycznym, od 1 dekady lipca do 2 dekady września, czyli od początku grubienia korzeni do żółknięcia

Tabela 1

## Opady i nawadnianie w Swojcu w latach 1973-1976

Lata	Miesiące i dekady															Razem			
	IV			V			VI			VII			VIII				IX		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
Opady w mm																			
1973	43,1			42,2			69,0			90,9			4,1			14,4			263,7
1974	18,8			66,1			50,4			82,7			75,6			18,2			311,8
1975	31,3			23,8			131,4			104,0			46,7			13,8			351,0
1976	5,7			79,8			19,9			110,8			57,1			74,0			347,3
1973-1976	24,7			53,0			67,7			97,1			45,9			30,1			318,5
1881-1930	35,8			54,9			58,4			82,6			69,1			39,0			339,8
Nawodnienia w mm																			
I seria doświadczeń																			
1973										30 30			30 30			30 30			180
1974										30						30			60
1975										30 30			30			30 20			140
II seria doświadczeń																			
1975										30 30			30			20			110
1976										60 60 30 30									180

i opadania dolnych liści. Jedynie w 1976 r. rozpoczęto nawadnianie w czerwcu ze względu na brak opadów.

Czynnikiem zmiennym II rzędu w pierwszej serii doświadczeń były cztery formy nawozów azotowych: saletrzak, saletra wapniowa, saletra amonowa i mocznik oraz dwie formy nawozów potasowych: kainit i sól potasowa. Dawki nawozów wynosiły: 210 kg N, 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 230 kg K<sub>2</sub>O na 1 ha. W drugiej serii doświadczeń porównywano cztery dawki azotu: 0, 100, 200, 300 kg N/ha i cztery dawki potasu: 0, 100, 200, 300 kg K<sub>2</sub>O/ha. W doświadczeniu z azotem stosowano 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 200 kg K<sub>2</sub>O/ha, a w doświadczeniu z potasem 200 kg N/ha i 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Zabiegi nawozowe i uprawowe wykonywano zgodnie z przyjętymi zasadami agrotechniki.

Zawartość i plon białka wyliczono na podstawie ważenia plonów korzeni i liści przy zbiorze, oznaczenia w nich procentowej zawartości suchej masy oraz oznaczenia zawartości N ogólnego metodą Kjeldahla i przyjęcia współczynnika przeliczeniowego 6,25. Procentową zawartość azotanów oznaczono metodą ksylenową.

#### WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań z pierwszej serii doświadczeń są podane w tabeli 2, zaś z drugiej serii doświadczeń w tabeli 3. W tabelach tych przedstawiono tylko dane absolutne dla poszczególnych obiektów, a pominięto wskaźniki procentowe obliczone w stosunku do obiektów kontrolnych. W celu jaśniejszej interpretacji stwierdzonych różnic będą posługiwać się procentowymi wskaźnikami zmian, wywołanych przez badane czynniki.

W tabeli 2 przedstawiono wpływ czterech form nawozów azotowych i dwóch form nawozów potasowych na plon suchej masy, zawartość i plon białka oraz ilość azotanów w buraku cukrowym odmiany AJ-Poly 2 w warunkach nie nawadnianych i nawadnianych.

Z badanych form nawozów azotowych w warunkach nie nawadnianych saletrzak dawał większe plony suchej masy i białka w korzeniach i liściach. Zawartość białka i azotanów w korzeniach nie zależała od formy nawozu azotowego, natomiast w liściach najwyższą zawartość białka i azotanów miały obiekty nawożone saletrą amonową. W doświadczeniu z porównaniem form nawozów azotowych nawadnianie powodowało wzrost plonu suchej masy korzeni o 12<sup>0</sup>%, a nie wpływało wyraźnie na plon suchej masy liści. Zawartość białka w korzeniach ulegała zmniejszeniu o 19<sup>0</sup>%, a w liściach o 9<sup>0</sup>%. Również plony białka obniżały się o 9<sup>0</sup>%, a zawartość azotanów o 50<sup>0</sup>%. Wyższe plony suchej masy i białka w buraku cukrowym były na obiekcie nawożonym mocznikiem w porównaniu do obiektów nawożonych pozostałymi formami nawozów azotowych. Za-

Tabela 2

Wpływ nawadniania i form nawozów na plon suchej masy i białka oraz procentową zawartość białka i azotanów w buraku cukrowym (1973-1975)

Warianty wodne	Formy nawozów	Korzenie				Liście			
		sucha masa t/ha	białko surowe		N-NO <sub>3</sub> %	sucha masa t/ha	białko surowe		N-NO <sub>3</sub> %
			%	t/ha			%	t/ha	
Nie nawadniane	saletrzak	8,76	6,8	0,60	0,032	4,56	17,2	0,78	0,078
	saletra wapniowa	8,37	6,8	0,57	0,038	4,32	17,6	0,76	0,106
	saletra amonowa	8,50	6,9	0,58	0,036	4,05	18,4	0,75	0,138
	mocznik	8,19	7,5	0,61	0,033	4,19	17,8	0,74	0,114
	średnio	8,45	7,0	0,59	0,035	4,28	17,7	0,76	0,109
	kainit	8,52	7,3	0,62	0,025	3,98	17,6	0,70	0,079
	sól potasowa	8,61	6,3	0,54	0,025	3,70	18,3	0,68	0,088
	średnio	8,56	6,8	0,58	0,025	3,84	17,9	0,69	0,084
	saletrzak	9,23	5,8	0,54	0,018	4,11	16,6	0,68	0,062
	saletra wapniowa	9,74	5,6	0,55	0,017	4,16	16,3	0,68	0,042
Nawadniane	saletra amonowa	8,79	5,8	0,51	0,018	4,06	15,4	0,63	0,063
	mocznik	9,96	5,7	0,57	0,017	4,49	16,6	0,75	0,044
	średnio	9,48	5,7	0,54	0,017	4,20	16,2	0,68	0,053
	kainit	10,75	6,3	0,68	0,015	4,62	16,0	0,74	0,048
	sól potasowa	10,45	5,4	0,57	0,019	4,53	14,9	0,68	0,075
	średnio	10,60	5,8	0,62	0,017	4,57	15,4	0,71	0,061

wartość białka i azotanów w buraku cukrowym była podobna na różnych obiektach nawozowych, z wyjątkiem saletry amonowej, która obniżyła nieco zawartość białka w liściach.

Porównując działanie dwóch form nawozów potasowych w warunkach nie nawadnianych i nawadnianych stwierdzono, że kainit dawał wyższe plony suchej masy i białka, wyższą zawartość białka, a mniejszą zawartość azotanów w buraku cukrowym w porównaniu z solą potasową.

Nawadnianie na obiektach nawożonych nawozami potasowymi powodowało wzrost plonu suchej masy buraka cukrowego o 20-24<sup>0</sup>%, plonu białka o 3-7<sup>0</sup>%, a spadek zawartości białka o 15<sup>0</sup>% i azotanów o 27-30<sup>0</sup>%.

W tabeli 3 przedstawiono wpływ różnych dawek azotu i potasu na plon suchej masy, zawartość i plon białka oraz ilość azotanów w buraku cukrowym odmiany Kl-1 w warunkach nie nawadnianych i nawadnianych.

Rosnące dawki azotu do 200 kg N/ha w warunkach nie nawadnianych powodowały wzrost plonu suchej masy, zawartości i plonu białka oraz zawartości azotanów w porównaniu z obiektem zerowym, natomiast dawka 300 kg N/ha wywołała spadek plonu suchej masy i białka.



Tabela 3

Wpływ nawadniania i dawek nawozowych na plon suchej masy i białka oraz procentową zawartość białka i azotanów w buraku cukrowym (1975-1976)

Warianty wodne	Dawki nawozów kg/ha	Korzenie				Liście			
		sucha masa t/ha	białko surowe		N-NO <sub>3</sub> %	sucha masa t/ha	białko surowe		N-NO <sub>3</sub> %
			%	t/ha			%	t/ha	
Nie nawadniane	0	7,42	5,6	0,42	0,030	2,27	19,8	0,45	0,118
	100	7,23	6,7	0,48	0,057	3,88	19,8	0,77	0,179
	200	8,15	8,4	0,68	0,056	3,91	21,6	0,84	0,183
	300	7,96	7,8	0,62	0,084	3,52	18,4	0,65	0,116
	średnio	7,69	7,1	0,55	0,057	3,40	19,9	0,68	0,149
Nawadniane	0	8,02	3,8	0,31	0,020	2,22	17,0	0,38	0,037
	100	10,40	4,9	0,51	0,028	2,19	18,4	0,41	0,037
	200	10,42	5,8	0,60	0,041	2,64	17,1	0,45	0,055
	300	10,39	6,4	0,67	0,063	2,80	19,1	0,53	0,079
	średnio	9,81	5,3	0,55	0,038	2,46	17,8	0,44	0,052
Nie nawadniane	0	9,10	7,9	0,72	0,049	4,26	18,9	0,81	0,123
	100	8,96	7,5	0,67	0,036	4,44	19,4	0,86	0,145
	200	8,72	8,1	0,70	0,057	4,20	18,5	0,78	0,105
	300	8,50	7,8	0,66	0,067	3,68	20,2	0,74	0,091
	średnio	8,82	7,8	0,66	0,052	4,15	19,3	0,80	0,116
Nawadniane	0	11,46	5,1	0,58	0,014	3,67	17,7	0,65	0,029
	100	12,11	5,2	0,63	0,035	3,30	16,9	0,56	0,053
	200	11,70	5,1	0,59	0,037	3,41	16,3	0,57	0,031
	300	11,72	4,8	0,56	0,030	2,87	17,9	0,52	0,051
	średnio	11,74	5,0	0,59	0,029	3,31	17,3	0,57	0,041

Nawadnianie, niezależnie od dawki nawozów azotowych, powodowało wzrost plonu suchej masy korzeni i spadek plonu suchej masy liści o 28<sup>0</sup>%. Zmniejszenie plonów suchej masy liści prawdopodobnie zostało spowodowane reakcją tej odmiany buraka cukrowego na nawadnianie. Zawartość białka w korzeniach spadała o 25<sup>0</sup>%, natomiast plon białka nie ulegał zmianie. Zawartość białka w liściach spadała o 11<sup>0</sup>%, a plon białka o 35<sup>0</sup>%. Zawartość azotanów w korzeniach obniżyła się o 33<sup>0</sup>%, a w liściach o 65<sup>0</sup>%.

W warunkach nawodnień wyższe dawki azotu zwiększały plon suchej masy i białka oraz zawartość białka i azotanów. Najwyższy plon suchej masy korzeni uzyskano na obiekcie nawożonym dawką 100 kg N/ha. Najwyższy plon suchej masy liści oraz plon białka korzeni i liści był na obiekcie nawożonym dawką 300 kg N/ha.

Wzrastające dawki potasu w warunkach nie nawadnianych obniżały plon suchej masy korzeni i liści w porównaniu z obiektem zerowym. Zawartość i plon białka w korzeniach oraz zawartość białka w liściach

zasadniczo nie zależy od dawki potasu, natomiast plon białka w liściach spadał ze wzrostem dawki tego składnika. Stwierdzono też tendencję wzrostu zawartości azotanów w korzeniach i spadku ich zawartości w liściach pod wpływem rosnących dawek potasowych.

Na obiektach nawożonych różnymi dawkami potasu nawadnianie spowodowało średni wzrost plonu suchej masy korzeni o 33%, a spadek plonu suchej masy liści o 20%. W korzeniach zawartość białka zmniejszała się o 36%, a w liściach o 11%. Natomiast plon białka w korzeniach zmniejszył się o 11%, a w liściach o 29%. Nawadnianie obniżyło także zawartość azotanów w buraku cukrowym o 35-45%.

W warunkach nawodnień najwyższy plon suchej masy korzeni był na obiekcie nawożonym dawką 100 kg  $K_2O$ , natomiast liści na obiekcie zerowym. Zwiększenie dawki potasu powodowało zmniejszanie plonu suchej masy korzeni i liści, plonu białka w liściach oraz zawartości białka w korzeniach, a nie wpływało na pozostałe badane czynniki.

Jak widać z przedstawionych danych, w obu seriach doświadczeń nawadnianie powodowało zawsze wzrost suchej masy korzeni i często liści, ale obniżało procentową zawartość białka, co jest korzystne w uprawie buraka cukrowego dla przemysłu cukrowniczego. Natomiast stwierdzony spadek zawartości azotanów jest zjawiskiem korzystnym zarówno w uprawie buraka dla przemysłu jak i na paszę. Warto też nadmienić, że w tych samych doświadczeniach oznaczano zawartość cukru i popiołu rozpuszczalnego i stwierdzono, że nawadnianie zwiększyło procentową zawartość cukru, a obniżyło zawartość popiołu rozpuszczalnego, co jest pożądane przy przerobie buraka na cukier.

#### WNIOSKI

W dwóch seriach doświadczeń z burakiem cukrowym nawadnianie zwiększało plon suchej masy, a zmniejszało zawartość i plon białka oraz zawartość azotanów.

Spośród porównywanych czterech form nawozów azotowych i dwóch form nawozów potasowych w warunkach nawadniania najwyższe plony suchej masy i białka dały mocznik i kainit.

W warunkach nawadniania najwyższy plon suchej masy korzeni buraka cukrowego uzyskano przy nawożeniu dawką 100 kg N/ha, a liści przy 300 kg N/ha. Ogólny plon białka w korzeniach i liściach był największy przy dawce 300 kg N/ha.

Zróżnicowane dawki potasu od 0-300 kg  $K_2O$ /ha w warunkach nawodnień wykazały, iż największy plon suchej masy i białka w korzeniach uzyskano na obiekcie nawożonym dawką 100 kg  $K_2O$ , a największy plon suchej masy i białka w liściach na obiekcie zerowym.

## LITERATURA

1. Byszewski W.: Gaz. cukr., 7, 1975, 175-180.
2. Dzieżyc D.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 110, 1970, 223-229.
3. Dzieżyc D.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 140, 1973, 227-284.
4. Dzieżycowa D.: Zesz. nauk. AR Wroc., Melior., 21, 1975, 157-166.
5. Kalinowska-Zdun M.: Międzyn. Czas. rol., 4, 1976, 66-71.
6. Trybała M.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 86, 1968, 118-163.

*Крыстына Пекарник*

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И УРОЖАЯ БЕЛКА  
И СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В САХАРНОЙ СВЕКЛЕ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ

Резюме

В период 1973-1976 гг. проводились две серии опытов с орошением и дифференцированным азотным и калийным удобрением сахарной свеклы на легкой почве опытной станции Своец около г. Вроцлава. Применяли орошение дождеванием в критические сроки водных потребностей сахарной свеклы, определяемые по тензиометрическому методу. В первой серии опытов сравнивали четыре формы азотных удобрений: известково-аммиачную селитру, известковую и аммиачную селитру и мочевины, а также две формы калийных удобрений: каинит и калийную соль. Во второй серии опытов сравнивали четыре дозы азота, 0, 100; 200 и 300 кг/га и четыре дозы калия: 0; 100; 200 и 300 кг  $K_2O$  на гектар. Орошение, независимо от удобрительного варианта, повышало урожай сухой массы, а снижало содержание и урожай белка и участие нитратов. Среди сравниваемых четырех форм азотных и двух форм калийных удобрений в условиях орошения наивысшие урожай сухого вещества и белка давали мочевины и каинит. Сравнение четырех доз азота и калия в условиях орошения показало, что самые высокие урожаи сухого вещества и белка в кормах можно получать при удобрении дозами азота 100 и 300 кг и дозой калия 100 кг  $K_2O$  на гектар, тогда как самый высокий урожай сухого вещества и белка в ботве получали при удобрении дозой 300 кг N на гектар, без калийного удобрения.

*Krystyna Pekarnik*

CHANGES IN THE CONTENT AND YIELD OF PROTEIN AND  
IN THE CONTENT OF NITRATES IN SUGAR BEETS DEPENDING  
ON IRRIGATION AND FERTILIZATION

Summary

In the period 1973-1976 at the Experiment Station Swojec near Wrocław two series of experiments with irrigation and differentiated nitrogen and potassium fertilization of sugar beets on light soil were carried out. The sprinkler irrigation was applied in critical water requirements of sugar beet plants determined by

the tensiometric method. In the first series of experiments four nitrogen fertilizer forms: nitrochalk, calcium and ammonium nitrate and urea as well as two potassium fertilizer forms: kainite and potassium salt, were compared. In the second series of experiments four nitrogen rates: 0, 100, 200 and 300 kg N per hectare, and four potassium rates: 0, 100, 200 and 300 kg  $K_2O$  per hectare, were compared. The irrigation, irrespective of fertilizing treatment, led to an increase of the dry matter yield and to a decrease of the content and yield of protein and of the percentage of nitrates. Among four nitrogen and two potassium fertilizer forms compared under irrigation conditions, the highest dry matter and protein yields gave urea and kainite. The comparison of four nitrogen and potassium rates under irrigation conditions has proved that the highest dry matter and protein yields in beet roots were at the nitrogen rates of 100 and 300 kg and at the potassium rate of 100 kg  $K_2O$  per hectare, whereas the highest dry matter and protein yield in leaves was obtained at the nitrogen rate of 300 kg N per hectare, without potassium fertilization.