

FRANCISZEK BORÓWCZAK**STANISŁAW GRZEŚ**

Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plon korzeni i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych

Influence of irrigation, foliar fertilization and nitrogen application on root yields and on economic effects of sugar beet cultivation

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1997–2000 badano wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plony korzeni i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych. Deszczowanie zwiększyło plon korzeni o 8,65 t/ha (17,31%), a liści o 3,49 t·ha⁻¹ (13,7%). W przeliczeniu na 1 mm wody z deszczowania, zwyżka plonu korzenia wyniosła 62,7 kg·ha⁻¹. Optymalna dawka azotu dla plonu korzenia w warunkach bez deszczowania wyniosła 186,0 kg, a w warunkach deszczowania 201,8 kg. Optymalnie ekonomicznie dawki azotu były mniejsze odpowiednio o 23,8 i 14,6 kg N na 1 ha. Deszczowanie zwiększyło produktywność 1 kg N i wartość przyrostu plonu na 1 PLN wydatkowany na nawozy. Stosunek ceny nawozu do ceny korzeni nie miał większego wpływu na wielkość optymalnej ekonomicznie dawki azotu.

Słowa kluczowe: buraki cukrowe, deszczowanie, nawożenie azotem

The influence of irrigation, foliar fertilization and nitrogen application on root yields and economic effects of sugar beet cultivation was investigated in 1997–2000. Irrigation increased root yield by 8.65 t·ha⁻¹ (17.31%) and leaves by 3.49 t·ha⁻¹ (13.7%). The increment of 62.7 kg of roots per 1mm of irrigation water was achieved. The optimum nitrogen dose for root yield under non-irrigated conditions was 186.0 kg N; under irrigation 201.8 kg N. However, optimum economic dose of nitrogen fertilization were lower by 23.8 and 14.6 kg N·ha⁻¹ respectively. Irrigation caused increase of productivity of 1 kg N applied and value of root yield increase per 1 PLN spent on fertilizer. Relationship between fertilizer and roots price had insignificant effect on optimum economic nitrogen dose.

Key words: irrigation, nitrogen fertilization, sugar beet

WSTĘP

Wykorzystanie wysokiego potencjału plonotwórczego buraków cukrowych jest związane ze stworzeniem optymalnych warunków ich wegetacji. Jednak nawet poprawna agrotechnika i racjonalne stosowanie środków produkcji pochodzenia przemysłowego nie

chronią tego gatunku przed zmiennością plonowania w latach, powodowaną głównie przez opady.

Niedobory opadów mogą ponadto ograniczać efektywność przemysłowych środków produkcji, w tym najsilniej oddziałującego na plony nawożenia azotem.

W przeprowadzonych doświadczeniach badano wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na efekty produkcyjne i ekonomiczne uprawy buraków cukrowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe z burakami cukrowymi odmiany „Leo” przeprowadzono w latach 1997–2000 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Gorzyń, filia Złotniki k/Poznania, należącym do Akademii Rolniczej w Poznaniu. Założono je metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na glebie płowej zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVa i IVb, kompleksów żytniego bardzo dobrego i dobrego.

Czynnik I rzędu stanowiły dwa warianty wodne, tj. nie deszczowany (naturalny układ warunków wilgotnościowych) i deszczowany — przy spadku wilgotności gleby w warstwie 0–30 cm do 70% ppw w okresie największej wrażliwości roślin na niedobór wody. Czynnikiem II rzędu było dokarmianie dolistne: kontrola, jednokrotny i dwukrotny zabieg dokarmiania. Czynnikiem III rzędu stanowiły cztery poziomy nawożenia azotowego: 0, 80, 160 i 240 kg N·ha⁻¹. Do dokarmiania dolistnego użyto 300 l cieczy użytkowej na 1 ha zawierającej 5% mocznika, 5% siarczanu magnezu i 0,2% boraksu, wykonując pierwszy oprysk, gdy rośliny wytworzyły 8 liści a drugi przed zwarciem rzędów.

W badaniach określono: plony korzeni i liści, produktywność wody z opadów i z deszczowania, produktywność 1 kg N, wartość plonów brutto i netto (po odjęciu kosztów nawozu) i wskaźniki efektywności krańcowej nawożenia azotem.

Wskaźniki efektywności krańcowej informują o wartości przyrostu plonu na 1 PLN wydatkowany na nawozy. Produktywność opadów naturalnych wyliczono w odniesieniu do sumy opadów w okresie od siewu buraków do końca września, a produktywność azotu ze stosunku przyrostu plonu do przyrostu dawki azotu. Wartość plonu buraków wyliczono przyjmując ceny zbytu korzeni w 2001 roku w wysokości 115 PLN/t. W obliczeniach przyjęto cenę 1 kg N w wysokości 1,60 PLN.

Buraki uprawiano na oborniku w stanowisku po pszenicy ozimej. Gleby pola charakteryzowały się wysoką zawartością fosforu i potasu.

W tabeli 1 przedstawiono temperatury i opady w okresie wegetacji buraków oraz ilości wody z deszczowania. Warunki pogodowe w latach badań charakteryzowały się dużą zmiennością, szczególnie pod względem rozkładu opadów. W roku 1997, o opadach przewyższających wartość średnią z wielolecia o 72,0 mm, aż 192,8 mm przypało na lipiec, przy ich niedoborze w końcowym okresie wegetacji. Korzystniejsze opady, o ilościach i rozkładzie najbardziej zbliżonym do przeciętnych, wystąpiły w latach 1998 i 2000. W pierwszym roku zanotowano wyraźnie tylko niższe opady od normy w maju, a w drugim w czerwcu. W 1999 roku były małe opady w lipcu i w sierpniu, wynoszące odpowiednio 42,2 i 29,9% normy wieloletniej. Średnie temperatury okresu kwiecień —

wrzesień w latach przewyższały średnie wieloletnią w granicach od 1,7° C (1997) do 3,2° C (1999).

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, kalkulując najmniejsze istotne różnice na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1

Opady i temperatura w okresie wegetacji buraków cukrowych
Rainfall and temperature during the vegetation period of sugar beet

Lata Years	Miesiące Months							Woda z deszczowania Irrigation water
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX	
Opady Rainfall (mm)								
1950–1996	30,6	48,4	60,2	75,3	54,1	45,6	314,4	—
1997	49,7	72,5	20,2	192,8	22,9	28,0	386,4	40
1998	34,9	30,6	72,2	60,6	60,0	75,8	334,2	120
1999	60,6	44,4	75,4	31,8	16,2	63,9	292,2	270
2000	18,2	50,6	42,1	69,1	72,7	36,5	289,2	170
Temperatura Temperature (°C)								
1950–1996	8,0	13,7	17,0	18,7	17,9	13,3	14,8	—
1997	7,4	14,9	19,1	19,6	22,4	15,8	16,5	—
1998	12,0	17,1	19,4	19,5	18,3	15,2	16,9	—
1999	11,6	16,0	18,3	22,4	20,3	19,2	18,0	—
2000	14,6	18,6	19,9	17,5	20,1	14,3	17,5	—

WYNIKI

W poszczególnych latach doświadczeń uzyskano duże zróżnicowanie plonów korzeni i liści (tab. 2). Najniższe plony korzeni z obiektów nie deszczowanych zebrano w 1999 roku o niewielkich opadach w lipcu i sierpniu. Największe plony z tych obiektów uzyskano w latach 1997 i 2000, charakteryzujących się najobfitszymi opadami naturalnymi w tych miesiącach. Największe plony liści zebrano w roku 1998 o najkorzystniejszym rozkładzie opadów.

Wpływ deszczowania na wielkość plonów korzeni zależał od przebiegu pogody w latach. Największą zwyczaję plonu przy stosowaniu tego zabiegu, w wysokości 58,7% uzyskano w roku 1999, o największych niedoborach opadów dla roślin w okresie lipiec — wrzesień.

Średnio w czteroletnim okresie badań deszczowanie zwiększyło plon korzeni o 8,65 t·ha⁻¹ (17,3%), a plon liści o 3,49 t·ha⁻¹ (13,7%). Produkcyjność opadów naturalnych w latach badań w przeliczeniu na 1 mm wody wynosiła od 150,5 do 194,1 kg korzeni (tab. 3). Produktywność wody z deszczowania, w tych latach w których uzyskano przyrosty plonów przy stosowaniu tego zabiegu mieściła się w granicach od 36,0 do 87,1 kg korzeni na 1 mm opadu na 1 ha. Deszczowanie kształtowało plony korzeni i liści oraz współczynnik ulistnienia współdziałając z nawożeniem azotowym.

Tabela 2

Plony korzeni i liści buraków cukrowych w zależności od deszczowania
Sugar beet root and leaf yields depending on irrigation

Plon Yield	Lata Years	Plon Yield (t·ha ⁻¹)		Przyrost Increase	
		Nie deszczowane non irrigated	deszczowane irrigated	t/ha	%
Korzenie Roots	1997	55,67	53,76	-1,91	-3,4
	1998	48,87	53,19	4,32	8,8
	1999	40,07	63,59	23,52	58,7*
	2000	55,75	64,20	8,45	15,2*
	średnio average	50,09	58,74	8,65	17,3*
Liście Leaves	1997	20,99	19,40	-1,59	-7,6
	1998	29,43	32,28	2,85	9,7*
	1999	14,56	19,12	4,56	31,3*
	2000	22,65	30,82	8,17	36,1*
	średnio average	21,91	25,40	3,49	13,7*

* — Różnica istotna

* — Significant difference

Tabela 3

Produktywność 1 mm wody z opadów naturalnych i deszczowania
Productivity of 1 mm of rainfall and irrigation water

Lata Years	Ilość wody Amount of water (mm)		Produktywność wody Water productivity (kg/ha)	
	opady rainfall	deszczowanie irrigation	opady rainfall	deszczowanie irrigation
1997	366,4	40	151,9	—
1998	320,5	120	152,5	36,0
1999	266,2	270	150,5	87,1
2000	287,2	130	194,1	65,0
Średnio Average			162,2	62,7

Nie stwierdzono istotnego wpływu dokarmiania dolistnego roślin na plony korzeni i liści buraków.

Plony korzeni w obu wariantach wodnych i liści w wariancie bez deszczowania przyrastały w miarę zwiększania dawek azotu do 160 kg N·ha⁻¹ (tab. 4 i 5). Plon liści w wariancie deszczowanym wzrastał przy dalszym zwiększeniu dawki azotu do 240 kg N·ha⁻¹. W warunkach bez deszczowania, w porównaniu obiektów bez azotu, przyrost plonu korzeni przy dawce 160 kg N·ha⁻¹ wyniósł 10,19 t·ha⁻¹, a w warunkach deszczowania 18,56 t·ha⁻¹. Wyliczona z równania optymalna dawka dla wielkości tych plonów w wariancie bez deszczowania wyniosła 186,0 kg N·ha⁻¹, a w warunkach deszczowania 201,8 kg N·ha⁻¹ (rys. 1).

Tabela 4

Plon korzeni buraków cukrowych w t·ha⁻¹ w zależności od deszczowania i nawożenia azotem
Yield of sugar beet roots in t·ha⁻¹ depending on irrigation and nitrogen fertilization

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)				Średnio Average
	0	80	160	240	
Nie deszczowany Non irrigated	43,75	49,97	53,94	52,70	50,09
Deszczowany Irrigated	46,35	58,65	64,91	65,03	58,74
Średnio Average	45,05	54,31	59,43	58,86	
NIR dla deszczowania LSD for irrigation	1,08				
NIR dla nawożenia LSD for fertilization	0,71				
NIR dla interakcji LSD for interaction	1,38				

Tabela 5

Plon liści buraków cukrowych w t·ha⁻¹ w zależności od deszczowania i nawożenia azotem
Yield of sugar beet leaves in t·ha⁻¹ depending on irrigation and nitrogen fertilization

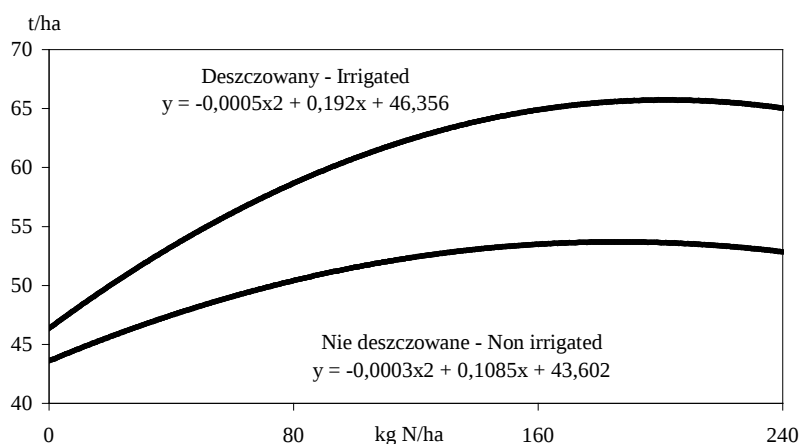
Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)				Średnio Average
	0	80	160	240	
Nie deszczowany Non irrigated	16,50	20,46	24,64	26,03	21,91
Deszczowany Irrigated	15,44	22,14	27,12	36,91	25,40
Średnio Average	15,97	21,30	25,88	31,48	
NIR dla deszczowania LSD for irrigation	3,24				
NIR dla nawożenia LSD for fertilization	4,21				
NIR dla interakcji LSD for interaction	5,56				

Skutkiem zmian plonów korzeni i liści powodowanych deszczowaniem i nawożeniem azotowym zmianie ulegał współczynnik ulistnienia (tab. 6). W miarę zwiększania dawek azotu do 160 kg N·ha⁻¹ w obu wariantach wodnych wartość tego współczynnika zwiększała się w podobny sposób. Najwyższa dawka azotu 240 kg N·ha⁻¹ w warunkach deszczowania, przez zwiększenie plonu liści, zwiększyła wyraźnie współczynnik w porównaniu do buraków nie deszczowanych.

Przyrosty plonów korzeni pod wpływem deszczowania i nawożenia azotowego wynikały ze zwiększenia masy pojedynczego korzenia (tab. 7). Przebieg zmian w masie pojedynczego korzenia pod wpływem nawożenia azotem był podobny do zmian w plonach korzeni.

Produktywność jednostkowa azotu zależała od deszczowania i dawki nawozu (tab. 8). Deszczowanie zwiększyło produktywność 1 kg N na wszystkich porównywanych poziomach

nawożenia, natomiast wzrost dawek nawozu powodował jej zmniejszenie. Stosując deszczowanie największą poprawę efektywności nawożenia uzyskano dla dawek 80 i 160 kg N·ha⁻¹. W warunkach bez deszczowania wynosiła ona dla dawki 80 kg N — 77,8 kg, a w warunkach deszczowania 153,8 kg korzeni, natomiast w przedziale dawek 80–160 kg odpowiednio 49,6 i 78,3 kg na 1 ha.



Rys. 1. Plony buraków cukrowych w zależności od dawki azotu
 Fig. 1. Sugar beet yields in relation to nitrogen dose

Tabela 6

Współczynnik ulistnienia buraków cukrowych w zależności od deszczowania i nawożenia azotem
 Foliage coefficient of sugar beet depending on irrigation and nitrogen fertilization

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)				Średnio Average
	0	80	160	240	
Nie deszczowany Non irrigated	0,307	0,370	0,401	0,569	0,412
Deszczowany Irrigated	0,355	0,390	0,433	0,477	0,414
Średnio Average	0,331	0,380	0,417	0,523	
NIR dla nawożenia LSD for fertilization	0,061				
NIR dla interakcji LSD for interaction	0,082				

Wartość plonu korzeni z 1 ha, średnio dla nawożenia, wzrosła pod wpływem deszczowania o 994,1 PLN (tab. 9). Przyrost wartości plonu netto (po odjęciu kosztów nawozu) przy dawce 160 kg N·ha⁻¹ w stosunku do obiektów bez azotu w warunkach nie deszczowania wyniósł 861,9 PLN, a w warunkach deszczowania 1878,4 PLN. Z rachunku regresji wynika, że optymalna dawka azotu dla wartości plonu netto na obiektach bez deszczowania wyniosła 162,2 kg·ha⁻¹, a na obiektach deszczowanych 187,2 kg·ha⁻¹ (rys. 2).

Tabela 7

Masa korzenia w g w zależności od deszczowania i nawożenia azotem
Weight of root in g of sugar beet depending on irrigation and nitrogen fertilization

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)				Średnio Average
	0	80	160	240	
Nie deszczowany Non irrigated	611	678	719	703	678
Deszczowany Irrigated	646	764	840	858	777
Średnio Average	629	721	779	780	
NIR dla deszczowania LSD for irrigation	29				
NIR dla nawożenia LSD for fertilization	21				
NIR dla interakcji LSD for interaction	30				

Tabela 8

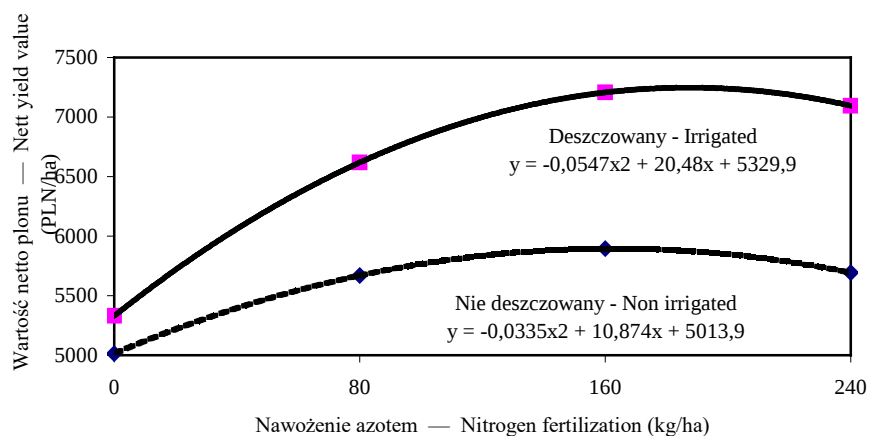
Produktywność 1 kg azotu w zależności od deszczowania i nawożenia azotem buraków cukrowych
Productivity of 1 kg of nitrogen depending on irrigation and nitrogen fertilization in sugar beet

Wariant wodny Water variant	Produktywność nawożenia azotem Productivity nitrogen fertilization (kg/ha)				
	0–80	0–160	0–240	80–160	160–240
Nie deszczowany Non irrigated	77,8	63,7	37,3	49,6	-15,5
Deszczowany Irrigated	153,8	116,0	77,8	78,3	1,5

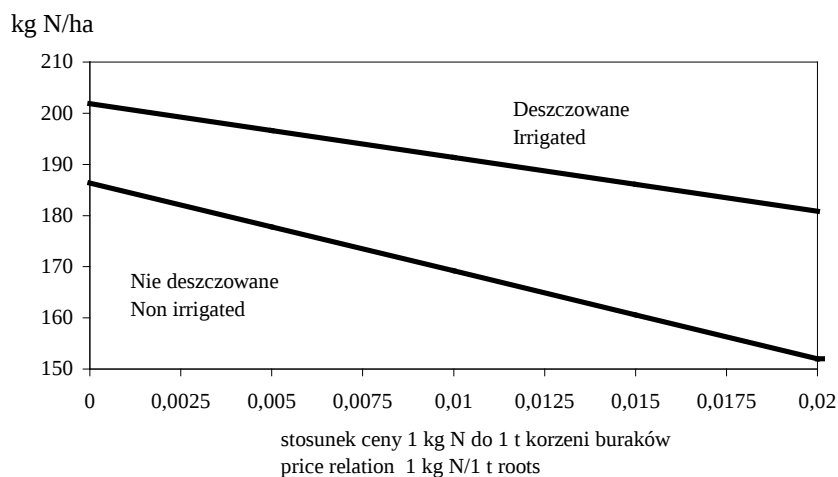
Tabela 9

Ekonomiczna efektywność deszczowania i nawożenia azotem buraków cukrowych
The economic effectiveness of irrigation and nitrogen fertilization in sugar beet

Wariant wodny Water variant	Dawka azotu N-dose kg N·ha ⁻¹	Wartość plonu Yield value (PLN/ha)		Wartość przyrostu plonu Increase of yield value PLN/ha	
		brutto gross	netto net	brutto gross	netto net
Nie deszczowany Non irrigation	0	5031,2	5031,2	—	—
	80	5746,6	5618,6	715,5	587,4
	160	6203,1	5647,1	1117,9	861,9
	240	6060,5	5676,5	1029,3	645,3
	średnio average	5760,4			
Deszczowany Irrigation	0	5330,2	5330,2		
	80	6744,8	6616,8	1414,6	1286,6
	160	7464,6	7208,6	2134,4	1878,4
	240	7478,4	7094,4	2148,2	1764,2
	średnio average	6754,5			
Przyrost Increase		994,1			



Rys. 2. Wartość plonów netto w zależności od dawki azotu
Fig. 2. Nett value of sugar beet in relation to nitrogen dose



Rys. 3. Optymalna ekonomicznie dawka azotu w zależności od relacji cenowej między nawozem a korzeniami buraków
Fig. 3. Optimum economic dose of nitrogen depending on relation of price of fertilizer and sugar beet roots

Wyliczone przychody krańcowe wykazały, że wartość przyrostu plonu na 1 PLN zainwestowany w nawozy wzrastała w warunkach deszczowania i malała w miarę zwiększania dawek azotu. Na 1 PLN wydatkowany na nawozy, uzyskano w przedziale dawek 0–80 kg N·ha⁻¹ wzrost wartości plonu w warunkach bez deszczowania o 5,6 PLN, a w warunkach deszczowania o 11,1 PLN, natomiast w przedziale dawek 80–160 kg N·ha⁻¹ odpowiednio 3,6 i 5,6 PLN (tab. 10).

Tabela 10

Wskaźniki efektywności krańcowej nawożenia azotem buraków cukrowych w zależności od deszczowania (PLN/PLN w nawozie)
Extreme effectiveness coefficients of nitrogen fertilization of sugar beet depending on irrigation (PLN/PLN in fertilizer)

Wariant wodny Water variant	Poziom nawożenia azotowego Nitrogen fertilization level				
	0–80	0–160	0–240	8–160	160–240
Nie deszczowany Non irrigated	5,6	4,4	2,7	3,6	-1,1
Deszczowany Irrigated	11,1	8,3	5,6	5,6	0,1

Na rysunku 3 przedstawiono jak zmieniają się optymalne dawki azotu w zależności od stosunku ceny 1 kg azotu w nawozie do ceny skupu korzeni buraków. Wyliczenia potwierdzają, przy przyjętym tym stosunku w przeprowadzonej analizie na poziomie 0,014, optymalne dawki dla plonu netto korzeni w obu wariantach wodnych.

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że w warunkach Wielkopolski niedobór opadów dla roślin może być czynnikiem ograniczającym plonowanie buraków cukrowych. Poprawa warunków wilgotnościowych przez zastosowanie deszczowania spowodowała, średnio dla czterolecia, wzrost plonów o 17,3%, a w roku o najniższych opadach w okresie o największych potrzebach wodnych roślin o 58,7%. W literaturze wykazuje się jeszcze większe zwyczki plonów, dochodzące do 80%, pod wpływem deszczowania, które niewątpliwie wynikały z warunków pogodowych w okresie badań (Piechowiak i in., 1979; Grabarczyk 1986; Borówczak, 1991; Buniak i in., 1996; Gruszka, 1996).

Wykazane w badaniach własnych efekty deszczowania nabierają znaczenia praktycznego dopiero, gdy mają uzasadnienie ekonomiczne w postaci zysku. Dlatego też dla jego wyliczenia uzyskany przyrost wartości plonu pod wpływem deszczowania powinien być pomniejszony o koszty nawodnień, które jednak w doświadczeniach nie odpowiadają warunkom praktyki rolniczej.

Deszczowanie poprawiało produktywność i efekty ekonomiczne nawożenia azotem buraków cukrowych. W warunkach deszczowania zwiększanie dawek azotu do optymalnych powodowało większe przyrosty plonów, większą produktywność jednostkową nawozu, zwiększanie wartości plonów i wartości przyrostu plonu na 1 PLN zainwestowany w nawozy.

Optymalna dawka dla plonu korzeni w warunkach deszczowania wyliczona z równania regresji niewiele różniła się od warunków bez deszczowania i była wyższa o 15,8 kg. Podobnie w badaniach Podstawki (1982), Borówcza (1986) oraz Buniaka i wsp. (1996) optymalne dawki dla plonu korzeni w obu wariantach wodnych były zbliżone. Różniły się jednak wielkością w zależności od warunków glebowych, w których były prowadzone doświadczenia. Określenie optymalnej ekonomicznie dawki azotu z uwzględnieniem relacji cenowej między nawozem a korzeniami buraków wykazało, że ta relacja nie ma większego wpływu na jej wielkość.

Nie stwierdzono w badaniach własnych wpływu dokarmiania dolistnego na plony korzeni. Wyraźne zwwyżki plonu przy zastosowaniu tego zabiegu wykazuje Czuba (1988), natomiast niewielkie, do 5%, Faber i Kęsik (1992).

WNIOSKI

1. Deszczowanie w czteroletnim okresie badań zwiększyło plon korzeni o 17,3%, liści o 13,7%, a wartość plonu o 994,1 PLN. W przeliczeniu na 1 mm wody z deszczowania zwyżka plonu wyniosła 61,4 kg z ha.
2. Optymalna dawka azotu dla plonu korzeni w warunkach bez deszczowania wyniosła 186,0 kg a w warunkach deszczowania 201,8 kg·ha⁻¹. Optymalne ekonomicznie dawki były mniejsze odpowiednio o 23,8 kg i 14,6 kg·ha⁻¹.
3. Deszczowanie i wzrastające dawki azotu zwiększały masę pojedynczego korzenia. Na współczynnik ulistnienia wpływało głównie nawożenie azotowe.
4. W warunkach deszczowania zwiększanie dawek azotu powodowało większe przyrosty plonów, zwiększanie wartości plonów i wartości przyrostu na 1 PLN zainwestowany w nawozie.
5. Stosunek ceny nawozu do cen korzeni nie miał większego wpływu na wielkość optymalnej ekonomicznie dawki azotu.

LITERATURA

- Borówcza F., Pełczyński W., Sobiech S. 1986. Wpływ nawożenia mineralnego na plon buraków cukrowych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 327: 27 — 35.
- Borówcza F. 1991. Wpływ deszczowania, zagęszczenia roślin i nawożenia azotowego na plon buraków cukrowych. Biul. IHAR 178: 23 — 31.
- Buniak W., Dmowski Z., Szyszkowski P. 1996. Plonowanie i skład jakościowy korzeni buraków cukrowych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 438: 267 — 272.
- Czuba R. 1988. Efekty produkcyjne dokarmiania dolistnego roztworem mocznika i mikroelementami zbóż, rzepaku i buraka cukrowego. Mat. sem. nauk.: Dolistne dokarmianie i ochrona roślin w świetle badań i doświadczeń praktyki rolniczej. Puławy: 24 — 33.
- Grabarczyk St. 1986. Kryteria lokalizacji deszczowni. *Fragm. Agron.* 1/86: 15 — 28.
- Gruszka J. 1996. Produkcyjne i ekonomiczne efekty deszczowania roślin pastewnych i pastwisk w regionie Kujaw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 438: 111 — 116.
- Faber A., Kęsik K. 1992. Ocena skuteczności dolistnego dokarmiania roślin wieloskładnikowymi nawozami płynnymi typu WUXAL. Puławy.

- Piechowiak K., Sobiech S., Orłowski F., Borówczak F. 1978. Wpływ różnych poziomów nawożenia w warunkach deszczowania na plon niektórych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 199: 27 — 35.
- Podstawka E. 1982. Studia nad deszczowaniem i nawożeniem mineralnym buraków cukrowych na rędzinie. Rozp. Nauk. 76 Wyd. AR Lublin:1 — 52.