

FRANCISZEK BORÓWCZAK**STANISŁAW GRZEŚ**

Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plony i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych na nasiona

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

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1998–2000 badano wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plony nasion i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych. Deszczowanie zwiększyło plony nasion o $0,56 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (26,4%) i wartość plonu o 3395 PLN/ha. W przeliczeniu na 1 mm wody z deszczowania uzyskano przyrost 3,2 kg nasion z ha. Wyliczenia z rachunku regresji wykazały, że najwyższy plon uzyskano przy dawce $230,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W warunkach deszczowania plony przyrastały prostoliniowo do największej dawki ($240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$). Deszczowanie poprawiło produktywność 1 kg N i wartość przyrostu plonu na 1 PLN wydatkowany na nawozy. Nie stwierdzono wpływu dokarmiania dolistnego na plony nasion.

Słowa kluczowe: buraki nasienne, deszczowanie, nawożenie azotem

The influence of irrigation, foliar fertilization and nitrogen application on seed yields and economic effects of sugar beet cultivation was investigated in 1998–2000. Irrigation increased seed yield by $0.56 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and crop value by 3959 PLN/ha. The increment of 3.2 kg of seeds per 1mm of irrigation water was achieved. Regression equations showed that the highest yield under non-irrigated conditions was obtained at the dose of $230.5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Under irrigation the yields increased in simple linear way up to the highest nitrogen dose ($240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$). Irrigation enhanced productivity of 1 kg N and value of yield increase per 1 PLN spent on fertilizer. Foliar fertilization had no effect on seed yield.

Key words: irrigation, nitrogen fertilization, sugar beet seed

WSTĘP

Plony i wartość siewna nasion buraków cukrowych mogą być modyfikowane przez wiele czynników, spośród których największe znaczenie przypisuje się przebiegowi

pogody w okresie wegetacji nasienników i sposobowi uprawy (Longdem, 1970; Piechowiak i in., 1978; Małecka i Borówczak, 1991; Podlaska, 1993; Borówczak, 2000).

Z czynników pogodowych, największy wpływ na plon nasion mają opady i ich rozkład. W warunkach Wielkopolski ich częsty niedobór w okresie wegetacji jest powodem ograniczania produktywności roślin i pogorszenia jakości zbieranych nasion. Zapobieganie skutkom deficytu wody możliwe jest przez stosowanie nawadniania.

Z zabiegów agrotechnicznych najsilniej na plony nasion oddziałuje nawożenie azotem. W literaturze spotyka się jednak rozbieżności w podawanej wysokości optymalnego poziomu nawożenia tym składnikiem (Kusiorska, 1983; Jassem, 1990; Borówczak, 2000).

Wszystkie zalecane praktyce rozwiązania agrotechniczne powinny mieć uzasadnienie ekonomiczne. W przeprowadzonych badaniach dokonano oceny efektów produkcyjnych i ekonomicznych deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem buraków cukrowych w uprawie na nasiona.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe z burakami cukrowymi triploidalnej odmiany „Polko” przeprowadzono w latach 1998–2000 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Gorzyń, filia Złotniki k/Poznań. Założono je metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na glebie płowej zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVa i IVb, kompleksów żyniego 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. Pierwszy oprysk wykonano w momencie wybijania pędów nasiennych, a drugi po kwitnieniu.

Buraki uprawiano na oborniku w stanowisku po pszenicy ozimej. Gleby pola charakteryzowały się wysoką zawartością fosforu i potasu. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 21 m².

W badaniach określono plony nasion, produktywność wody z opadów naturalnych i 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 sadzenia do desykacji roślin, a produktywność azotu ze stosunku przyrostu plonu do przyrostu dawki azotu.

Wartość plonów wyliczono według zasad stosowanych w Wielkopolskiej Hodowli Buraka Cukrowego zmniejszając je o frakcję nasion o kalibrze poniżej 3,25 mm i korygując do normy 80% zdolności kiełkowania. Ocenę zdolności kiełkowania nasion wykonano na materiale nie frakcjonowanym, o średnicy powyżej 3,25 mm. Cenę skupu

nasion tak skorygowanego plonu przyjęto w wysokości 6000 PLN za 1 t, a cenę 1 kg azotu w wysokości 1,60 PLN.

W tabeli 1 przedstawiono temperatury i opady w okresie wegetacji nasienników buraków cukrowych oraz ilość wody z deszczowania. Warunki pogodowe w latach badań były zmienne, szczególnie pod względem rozkładu opadów. W latach 1998 i 2000 sumaryczna ilość opadów w okresie wegetacji była nieznacznie niższa od średnich w wieloleciu, a większe niedobory wody dla roślin wystąpiły w pierwszym roku w maju, a w drugim w czerwcu. W 1999 roku w lipcu i sierpniu było mało opadów, które stanowiły odpowiednio 40,9 i 30,3% normy wieloletniej. Średnie temperatury okresu kwiecień — sierpień w latach przewyższały średnią wieloletnią w granicach od 2,1° C (1998 rok) do 3,0° C (2000 rok).

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	IV–VIII	
Opady Rainfall (mm)							
1950–1997	31,0	48,9	59,3	77,8	53,4	270,5	—
1998	34,9	30,6	72,2	60,6	60,0	258,3	160
1999	60,6	44,4	75,4	31,8	16,2	228,4	200
2000	18,2	50,6	42,1	69,1	72,7	252,5	160
Temperatura Temperature (°C)							
1950–1997	8,0	13,7	17,1	18,7	18,0	15,1	—
1998	12,0	17,1	19,4	19,5	18,3	17,3	—
1999	11,6	16,0	18,3	22,4	20,3	29,5	—
2000	14,6	18,6	19,9	17,5	20,1	18,1	—

WYNIKI

Plony nasion buraków cukrowych w latach badań na obiektach nie deszczowanych różniły się w zależności od warunków pogodowych, a przede wszystkim od rozkładu opadów naturalnych (tab. 2). Największe plony w tych warunkach zebrano w najcieplejszym i o najkorzystniejszym rozkładzie opadów 2000 roku. Niskie plony w 1998 roku związane były z gorszym stanem zdrowotnym roślin. Przyrosty plonów uzyskane pod wpływem deszczowania wynosiły w zależności od roku od 0,28 do 0,71 t·ha⁻¹ (tab. 3). Średnio dla trzyletniego cyklu badań deszczowanie zwiększyło plon nasion o 0,56 t·ha⁻¹ (26,4%).

W przeliczeniu na 1 mm wody produktywność opadów naturalnych, średnio dla 3 lat, wyniosła 10,7 kg, a wody z deszczowania 3,2 kg nasion na 1 ha (tab. 3).

Tabela 2

Plony nasion buraków cukrowych w zależności od deszczowania w latach 1998–2000
Yield of sugar beet seed depending on irrigation in 1998–2000

Lata Years	Plon Yield (t·ha ⁻¹)		Przyrost Increase	
	nie deszczowane non irrigated	deszczowane irrigated	t/ha	%
1998	1,45	2,16	0,71	49,0*
1999	2,10	2,79	0,69	32,9*
2000	2,80	3,08	0,28	10,0
Średnio Average	2,12	2,68	0,56	26,4*

* — 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 quantity (mm)		Produktywność wody Water productivity (kg/ha)	
	opady rainfall	deszczowanie irrigation	opady rainfall	deszczowanie irrigation
1998	239,3	160	6,1	4,4
1999	190,3	200	11,0	3,5
2000	185,0	160	15,1	1,8
Średnio Average			10,7	3,2

Deszczowanie wpływało na plony nasion, współdziałając z nawożeniem azotem. Nie stwierdzono istotnego wpływu na ich wielkość dokarmiania dolistnego. Zaznaczyła się tylko nieznaczna tendencja wzrostu plonów na obiektach z dokarmianiem (tab. 4).

Tabela 4

Plony nasion buraków cukrowych w zależności od dokarmiania dolistnego
Yields of sugar beet seeds depending on foliar fertilization

Dokarmianie dolistne Foliar fertilization	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)
Kontrola Control	2,34
1 oprysk 1 spray	2,41
2 opryski 2 sprays	2,44

Jak wynika z tabeli 5, plony wzrastały w miarę zwiększania dawek azotu (w warunkach bez deszczowania do dawki 160 kg N·ha⁻¹, a w warunkach deszczowania do 240 kg N·ha⁻¹).

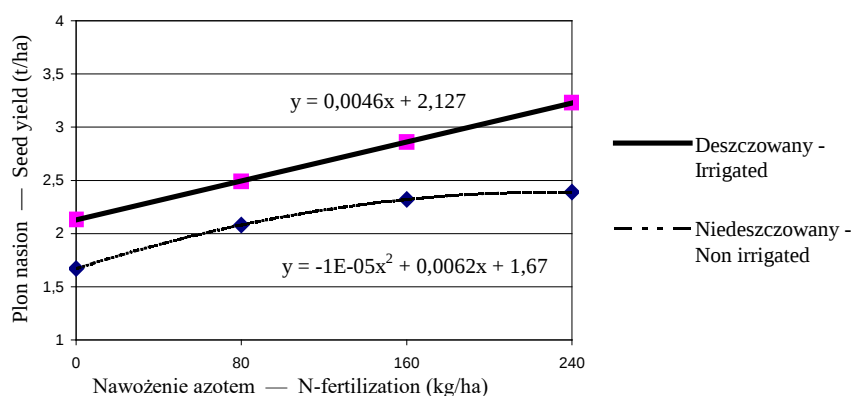
Wyliczona z równania regresji optymalna dawka azotu dla plonu w warunkach bez deszczowania wynosiła 230,5 kg N·ha⁻¹.

W warunkach deszczowania plony przyrastały prostoliniowo w miarę zwiększania dawek azotu (rys. 1).

Tabela 5

Plony nasion buraków cukrowych w t/ha w zależności od deszczowania i nawożenia azotem
Yields of sugar beet seed in t/ha depending on irrigation and nitrogen fertilization

Wariant wodny Water variant	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N/ha)				Średnio Average
	0	80	160	240	
Nie deszczowany Non irrigated	1,68	2,05	2,36	2,38	2,12
Deszczowany Irrigated	2,12	2,49	2,88	3,21	2,68
Średnio Average	1,90	2,27	2,62	2,79	
NIR dla deszczowania LSD for irrigation	0,12				
NIR dla nawożenia LSD for fertilization	0,07				
NIR dla interakcji LSD for interaction	0,15				



Rys. 1. Plon nasion buraków w kg/ha w zależności od nawożenia azotem
Fig. 1. Sugar beet seed in kg/ha yield depending on nitrogen fertilization

Deszczowanie zwiększyło produktywność 1 kg azotu (tab. 6). W przedziale dawek 0–80 kg N·ha⁻¹ przyrosty plonów na 1 kg azotu w obu wariantach wodnych były takie same. Przy dalszym zwiększaniu dawek azotu w przedziale 80–160 kg N·ha⁻¹ uzyskano w warunkach deszczowania wzrost produktywności azotu o 1,0 kg, a w przedziale 160–240 kg N·ha⁻¹ o 3,85 kg plonu nasion.

Wartość plonów brutto i netto (po odjęciu kosztu nawozu) przyrastała w obu wariantach wodnych w miarę zwiększania dawek azotu (tab. 7). Przyrost wartości plonu netto przy

dawce 240 kg N·ha⁻¹ w stosunku do kombinacji bez azotu w warunkach bez deszczowania wyniósł 3236 PLN, a w warunkach deszczowania 5296 PLN.

Tabela 6

Produktywność 1 kg azotu w zależności od deszczowania i dawki nawozu (kg·ha⁻¹)
Productivity of 1 kg of nitrogen depending on irrigation and fertilizer dose (kg·ha⁻¹)

Wariant wodny Water variant	Poziom nawożenia azotem Nitrogen fertilization level				
	0–80	0–160	0–240	80–160	160–240
Nie deszczowany Non irrigated	4,60	4,25	2,90	3,90	0,25
Deszczowany Irrigated	4,60	4,75	4,54	4,90	4,10

Tabela 7

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

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 irrigated	0	7940	7940	—	—
	80	9800	9672	1860	1732
	160	11120	10864	3180	2924
	240	11560	11176	3620	3236
	średnio average	10105			
Deszczowany Irrigated	0	10380	10380	—	—
	80	12860	12732	2480	2352
	160	14700	14444	4320	4064
	240	16060	15676	5680	5296
	średnio average	13500			
Przyrost Increase		3395			

W przeliczeniu na 1 PLN zainwestowany w nawozy (wskaźnik przychodów krańcowych) wartość przyrostu plonu malała w miarę wzrostu dawek azotu (tab. 8). Należy jednak wskazać na duże wartości przyrostów, 10,3 PLN w warunkach bez deszczowania i 14,4 PLN w warunkach deszczowania, na 1 PLN wydany na nawozy przy zwiększaniu nawożenia w przedziale 80–160 kg N na 1 ha. Deszczowanie poprawiało efektywność nakładu 1 PLN na nawozy przy dawce 80 kg N/ha o 4,9 PLN, a przy dawce 160 kg·ha⁻¹ o 4,5 PLN. Bardzo duże było zróżnicowanie wskaźnika przychodów krańcowych w wariantach wodnych przy zwiększaniu dawki azotu z 160 do 240 kg N·ha⁻¹. W tym przedziale dawek deszczowanie zwiększyło go z 3,4 PLN do 10,6 PLN.

Tabela 8

Wskaźniki efektywności krańcowej nawożenia azotem buraków cukrowych w zależności od deszczowania (PLN/PLN w nawozie)

Extreme effectiveness coefficients of nitrogen fertilization (PLN/PLN in fertilizer)

Wariant wodny Water variant	Poziom nawożenia azotem Nitrogen fertilization level (kg N·ha ⁻¹)				
	0–80	0–160	0–240	80–160	160–240
Nie deszczowany Non irrigated	14,5	12,4	9,4	10,3	3,4
Deszczowany Irrigated	19,4	16,9	14,8	14,4	10,6

DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach plon nasion zmieniał się w latach oraz w zależności od deszczowania i nawożenia azotem. Nie stwierdzono natomiast wpływu dokarmiania dolistnego na plony.

Zależnie od warunków pogodowych w latach plony wahały się w granicach 1,45–2,90 t·ha⁻¹. Na wielkość plonów z czynników pogodowych przede wszystkim wpływ miał rozkład opadów w okresie wegetacji. Uzyskane wyższe plony pod wpływem deszczowania pozwalają przyjąć, że w warunkach Wielkopolski na glebach lekkich, typowych dla regionu, czynnikiem ograniczającym plonowanie nasienników buraków jest niedobór opadów. Potwierdzeniem dużych potrzeb wodnych nasienników są również wyższe plony pod wpływem deszczowania w granicach 10–180% uzyskane w innych badaniach (Dolja i Ostrowskij, 1971; Snytko, 1983; Małecka i Borówczak, 1991; Podlaska, 1993; Borówczak, 2000). W badaniach własnych deszczowanie spowodowało, średnio dla trzech lat, wzrost plonu o 0,56 t·ha⁻¹ (26,4%), co stanowi przyrost 3,2 kg na 1 mm wody użytej do zabiegu.

Podawane w literaturze najkorzystniejsze dla plonu dawki azotu, w zależności od rodzaju gleby, przebiegu pogody i nawadniania mieszczą się w przedziale od 80 do 250 kg na 1 ha (Longdem, 1970; Dolja i Ostrowskij, 1971; Kusiorska, 1983; Jassem, 1990; Borówczak, 2000). W badaniach własnych w warunkach bez deszczowania optymalną okazała się dawka azotu 230,5 kg·ha⁻¹. W warunkach deszczowania plony przyrastały prostoliniowo do największej ze stosowanych dawek, tj. 240 kg N·ha⁻¹ i być może większe nawożenie również okazałoby się być efektywne. Dlatego też produktywność jednostkowa azotu w warunkach deszczowania była większa, szczególnie na dawkach 160 i 240 kg N·ha⁻¹.

Wykazane efekty deszczowania i nawożenia azotem mają pełne uzasadnienie ekonomiczne. Trudny jest do określenia czysty zysk z deszczowania nasienników buraków, ze względu na zmienność kosztów zabiegu w zależności od typu deszczowni. Deszczowanie ponadto poprawiało opłacalność nawożenia azotem. Potwierdzają to uzyskane w miarę zwiększania dawek azotu przyrosty wartości plonów, jak również przychody krańcowe. Deszczowanie zwiększyło efektywność 1 PLN zainwestowanego w nawozy przy dawce 240 kg N·ha⁻¹ z 9,4 PLN do 14,8 PLN.

W przeprowadzonych badaniach nie uzyskano spodziewanych efektów dokarmiania dolistnego. W badaniach z innymi gatunkami roślin uprawnych w literaturze wykazuje się zróżnicowane efekty stosowania tego zabiegu, również ich brak (Czuba, 1988; Faber i Kęsik, 1992; Borówczak, 2000). Korzystny wpływ dokarmiania dolistnego nasienników preparatami mikroelementowymi buraków wykazuje natomiast Wiśniewski (1993).

WNIOSKI

1. Deszczowanie w trzyletnim okresie badań zwiększyło plon nasion o 0,56 t·ha⁻¹ (26,4%).
2. Produktivność opadów naturalnych wynosiła 10,7, a wody z deszczowania 3,2 kg nasion na 1 mm z ha.
3. Reakcja buraków na nawożenie azotem zależała od deszczowania. W warunkach bez deszczowania nastąpił przyrost plonu nasion wraz ze zwiększaniem nawożenia do 230,5 kg N na 1 ha, a w warunkach deszczowania prostoliniowo do największej ze stosowanych dawek.
4. Produktivność azotu na obiektach nawożonych dawkami 160 i 240 kg N na 1 ha wzrastała pod wpływem deszczowania odpowiednio o 0,5 kg i 1,6 kg nasion na 1 kg azotu.
5. Deszczowanie zwiększyło wartość plonu nasion, bez pomniejszania jej o koszty zabiegu o 3395 PLN/ha.
6. Najwyższa ze stosowanych dawek azotu tj. 240 kg N·ha⁻¹ okazała się w obu wariantach wodnych najkorzystniejszą ekonomicznie. W przedziale dawek 0–240 kg N na 1 ha wartość przyrostu plonu na 1 PLN zainwestowany w nawozy wzrosła pod wpływem deszczowania z 9,4 do 14,8 PLN.
7. Nie stwierdzono wpływu dokarmiania dolistnego na plony nasion.

LITERATURA

- Borówczak F. 2000. Wpływ warunków pogodowych i czynników agrotechnicznych na plony i wartość siewną nasion buraków cukrowych. *Rocz. AR Poznań*, z. 304: 1 — 94.
- 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.
- Dolja V. S., Ostrowskij L. L. 1971. Pitanie i udobrenie semennikov sacharnoj svėkly. *Agrotechnika vyraščivania semjan sacharnoj svėkly*. Kiev.
- Faber A., Kęsik K. 1992. Ocena skuteczności dolistnego dokarmiania roślin wieloskładnikowymi nawozami płynnymi typu WUXAL. Puławy.
- Jassem M. 1990. Uprawa buraka cukrowego na nasiona. PWRiL, Poznań.
- Kusiorska K. 1983. Produkcja materiału siewnego roślin rolniczych PWRiL, Warszawa.
- Longdem P. C. 1970. Harvesting sugar-beet seed. *J. Agric. Sci.* 83: 435 — 442.
- Małecka I., Borówczak F. 1991. Wpływ deszczowania, nawożenia azotowego i gęstości roślin na wielkość i jakość plonu kłębków buraków cukrowych. *Cz. I. Plony kłębków*. *Rocz. AR Poznań*, 226, Rol. 38: 95 — 103.
- 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.

- Podlaska J. 1993. Wpływ nawadniania, nawożenia i rozstawy roślin na wielkość i jakość plonu nasion buraka cukrowego. Cz. I. Wielkość i struktura plonu. Roczn. AR Poznań, 247, Rol. 43: 197 — 211.
- Snytko A. J. 1983. Racionalnyj režim orešenija semennikow sacharnoj svėkly v uslovijach Zapadnoj Sibiri. W: Biologičeskie i agrotechničeskie osnovy orošaemogo zemledelija. AN SSSR, Moskwa.
- Wiśniewski W. 1993. Dolistne dokarmianie nasienników buraka cukrowego preparatami mikroelementowymi z zastosowaniem tytanu. W: Znaczenie materiału siewnego w produkcji roślinnej. Konf. Nauk. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 361 — 367.