

Wpływ opadów, deszczowania i dawki azotu na plon oraz poziom azotanów w bulwach ziemniaka odmiany „Mila”

Streszczenie

W pracy badano wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon oraz zawartość azotanów w kłębach ziemniaka odmiany ‘Mila’ uprawianego na glebie bardzo lekkiej. Im wyższe były opady w lipcu i sierpniu, tym wyższe były plony bulw na poletkach kontrolnych (bez nawadniania). Deszczowanie istotnie zwiększyło plony o 14,8 t ha⁻¹ (98 %). Wraz ze wzrostem opadów w okresie lipiec-sierpień malała – niezależnie od nawożenia azotem - zawartość azotanów w bulwach ziemniaka uprawianego na poletkach nie nawadnianych. Deszczowanie istotnie zmniejszyło zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Przeciętna zawartość azotanów w świeżej masie bulw ziemniaka uprawianego w warunkach nawodnień była niższa od dopuszczalnych norm. Wyższa dawka azotu istotnie zwiększyła poziom azotanów w ziemniakach.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, deszczowanie, dawka azotu, ziemniak, odmiana uprawna, gleba bardzo lekka, plony, azotany

Wstęp

Deszczowanie wraz z odpowiednim nawożeniem mineralnym istotnie zwiększa plon ziemniaka na glebie kompleksu żytniego bardzo słabego i jest opłacalne [Żarski, Rolbiecki, Rzekanowski, Rolbiecki, Dudek, Grzelak 2001]. Brak jednak jest w dostępnej literaturze, poza jednym doniesieniem własnym dotyczącym odmiany ‘Drop’ [Rolbiecki, Dudek, Rolbiecki, Rzekanowski 2001], informacji o oddziaływaniu deszczowania i nawożenia azotem na poziom azotanów w kłębach ziemniaków uprawianych na tak słabych glebach. Celem podjętych badań było określenie wpływu tych czynników na plony oraz kształtowanie się zawartości azotanów w kłębach ziemniaka odmiany ‘Mila’, uprawianego w warunkach luźnej gleby piaszczystej, w rejonie o największych potrzebach nawadniania pod względem kryterium klimatycznego w Polsce.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 1994 - 1998 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy ($\varphi = 53^{\circ}05'$; $\lambda = 17^{\circ}52'$), na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej i 7 kompleksu przydatności rolniczej (żytniego bardzo słabego). Glebę tę zaklasyfikowano do: typu - czarna ziemia, podtypu - czarna ziemia zdegradowana, rodzaju - wytworzona z piasku słabo gliniastego, gatunku - piasek słabo gliniasty na płytko zalegającym piasku luźnym. Miała ona bardzo małą zawartość części spławialnych w warstwie ornej (7 %) i podornej (3-5 %). Odczyn (pH) oznaczony w 1n KCl był lekko kwaśny, a zasobność w

podstawowe makroelementy kształtowała się na poziomie średnim. Gleba posiadała ponadto bardzo słabą zdolność zaopatrywania roślin w wodę, bowiem retencja użyteczna (RU) w warstwie 0-100 cm wynosiła 68,7 mm, a połowa pojemność wodna (PPW) kształtowała się na poziomie 85 – 90 mm.

Tabela 1. Temperatura powietrza i opady atmosferyczne w Kruszyńskim Krajeńskim na tle średnich wieloletnich w Bydgoszczy oraz sezonowe dawki nawodnieniowe ziemniaków
Table 1. Air temperature and precipitation in Kruszyn Krajeński compared with many year means in Bydgoszcz and seasonal rates of irrigation for potatoes

Lata	Miesiąc					
	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII
Temperatura powietrza (°C)						
1949-1995	7,2	12,7	16,2	17,9	17,3	14,3
1994	9,5	12,4	16,4	22,9	19,7	16,2
1995	7,6	11,9	16,2	19,9	17,5	14,6
1996	8,0	12,6	15,8	15,3	18,1	14,0
1997	4,7	11,5	16,0	17,7	19,9	14,0
1998	9,3	13,8	16,6	16,7	15,5	14,4
1994 -1998	7,8	12,4	16,2	18,5	18,1	14,6
Opady atmosferyczne (mm)						
1891-1980	35	52	57	76	60	280
1994	19	45	41	29	50	184
1995	20	31	71	26	73	221
1996	19	103	41	92	95	350
1997	25	64	63	120	33	305
1998	31	46	45	94	78	294
1994 -1998	23	58	52	72	66	271
Dawki wody (mm)						
1994	-	-	40	115	25	180
1995	-	-	15	75	90	180
1996	-	-	40	15	25	80
1997	-	-	10	20	20	50
1998	-	-	20	20	20	60
1994 -1998	-	-	25	49	36	110

Okres badań charakteryzował się opadami atmosferycznymi (IV-VIII) na poziomie 97 % normy wieloletniej. Najniższe opady (66 % normy) wystąpiły w najcieplejszym roku 1994, najwyższe zaś (125 %) w sezonie wegetacyjnym 1996 (tab. 1). Odpowiednio do wysokości i rozkładu opadów atmosferycznych ustalano wielkości dawek wody przy deszczowaniu, kierując się metodą Grabarczyka i wsp. [Grabarczyk, Żarski, Dudek 1990].

Ziemniaki uprawiano na pełnej dawce obornika bydlęcego (35 t ha⁻¹) wnoszonego do gleby jesienią pod orkę zimową. Wysadzano je do gleby w III dekadzie kwietnia stosując tradycyjną rozstawę rzędów 62,5 cm. Nawożenie fosforem i potasem stosowano wiosną wysiewając na 1 hektar 80 kg P₂O₅ w

formie superfosfatu oraz 140 kg K_2O w formie soli potasowej. Przedplonem ziemniaków była mieszanka strączkowo-zbożowa. Prowadzono chemiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej oraz zarazy ziemniaka, nie stosowano oprysku herbicydami. Przeprowadzano typowe dla plantacji ziemniaka mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne (bronowanie odchwaszczające, obredlanie). Nawożenie azotowe zgodnie z przyjętą metodyką zastosowano w dwóch dawkach. Przed sadzeniem ziemniaków stosowano zależnie od roku badań 40-50 kg N ha^{-1} w formie mocznika, natomiast do pogłównego uzupełnienia przyjętych dawek wnoszono saletrę amonową.

W pięciu kolejnych latach przeprowadzono pięć ścisłych jednorocznych doświadczeń polowych. Doświadczenia polowe przeprowadzono metodą losowanych podbloków w dwuczynnikowym układzie zależnym „split-plot”, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: O – bez nawadniania (poletka kontrolne), W – deszczowanie uzupełniające. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiło nawożenie azotem ($N_1 = 75 \text{ kg } ha^{-1}$; $N_2 = 125 \text{ kg } ha^{-1}$). Obiektem badań była odmiana ‘Mila’. Powierzchnia pojedynczego poletka do zbioru wynosiła zależnie od roku badań, od 19,5 do 30 m^2 .

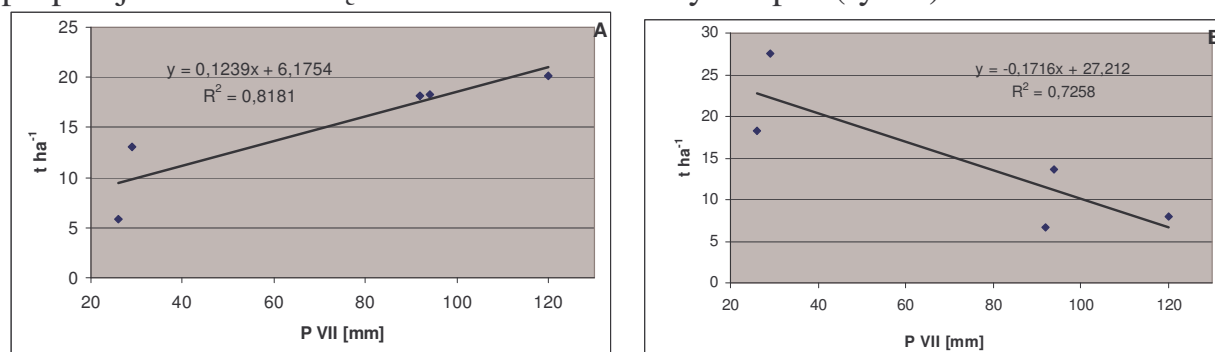
Zawartość azotanów w świeżej masie bulw ziemniaka oznaczano po zbiorze metodą potencjometryczną, w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Odpowiednią dla układu doświadczenia analizę statystyczną [Rudnicki 1992] przeprowadzono przy użyciu pakietu ANW, opracowanego w Katedrze Ekonomiki Rolnictwa i Informatyki ATR Bydgoszcz. Przeprowadzono także odpowiednie analizy korelacji i regresji uzależniając wskaźniki plonowania ziemniaka bądź poziom azotanów w świeżej masie kłębów od opadów atmosferycznych i dawek nawodnieniowych w określonych przedziałach czasowych okresu wegetacji.

Wyniki i dyskusja

Średni plon bulw na poletkach kontrolnych jaki zanotowano w pięcioletnim okresie badań wyniósł 15,12 t ha^{-1} (tab. 2), wahając się jednak, zależnie od wysokości opadów atmosferycznych, w dość szerokich granicach od 5,9 t ha^{-1} do 20,15 t ha^{-1} . Zależność tę przedstawiono na rysunku 1A.

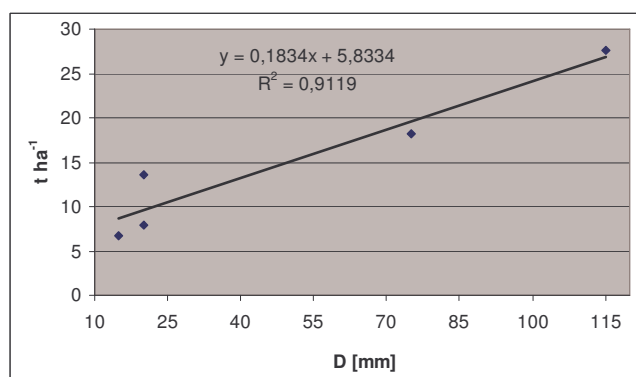
Przeciętny plon na poletkach deszczowanych wyniósł 29,94 t ha^{-1} (tab. 2). Deszczowanie spowodowało więc wzrost plonów przeciętnie o 14,82 t ha^{-1} (98 %). Efekty produkcyjne nawadniania zależały odwrotnie proporcjonalnie od opadów atmosferycznych (rys. 1B). Największe zwwyżki plonów wskutek deszczowania osiągnięto w pierwszych dwóch latach badań (1994 i 1995) charakteryzujących się najniższymi opadami. Z kolei najniższe efekty produkcyjne (6,7 - 7,9 t ha^{-1}) zanotowano w latach o najwyższych opadach (1996 i 1997).

Efekty produkcyjne deszczowania korelowały istotnie, wprost proporcjonalnie z sumą dawek nawodnieniowych lipca (rys. 2).



Rys. 1. Zależność między opadami atmosferycznymi w lipcu i plonem bulw na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) (A) bądź przyrostami plonu bulw spowodowanymi nawadnianiem (B)

Fig. 1. Dependence between rainfall of July and tuber yields on control plots (without irrigation) (A) or increases of tuber yield caused by irrigation (B)



Rys. 2. Zależność między sumą dawek nawodnieniowych w lipcu i przyrostami plonu bulw spowodowanymi nawadnianiem

Fig. 2. Dependence between total irrigation rates in July and increases of tuber yield caused by irrigation

Wyższa dawka azotu nie oddziaływała istotnie na plony bulw (tab. 2).

Poziom azotanów w kłębach ziemniaków kształtował się w bardzo szerokim zakresie od 3,4 do 970,1 mg $\text{NaNO}_3 \text{ kg}^{-1}$ (tab. 3), co znajduje potwierdzenie w wynikach syntezy Lisiewskiej i Kmiecik [1992].

- Deszczowanie istotnie obniżyło poziom azotanów w bulwach ziemniaków (tab.4). Większy spadek (z 373,43 do 155,17 mg $\text{kg}^{-1} \text{NaNO}_3$) wystąpił przy wyższej dawce azotu (125 kg ha^{-1}). Augustin cytowany przez Lisiewską i Kmiecik [4] podaje, że nawadnianie może ograniczać poziom azotanów, nawet przy wysokich dawkach azotu. Obniżenie zawartości azotu azotanowego w ziemniakach pod wpływem deszczowania stwierdzili w warunkach naszego kraju także Dzieżyc i wsp. [2]. Wyższa dawka azotu istotnie podnosiła poziom azotanów. Ich średnia zawartość w warunkach nawadniania była niższa od najwyższej dopuszczalnej pozostałości (NDP),

wynoszącej 250 mg NaNO₃ kg⁻¹, a określonej w Rozporządzeniu MZOS z 1993 roku [Dz. U. 104 z 4 XI 1993].

Wraz ze wzrostem ilości opadów atmosferycznych w lipcu i sierpniu, spadał poziom azotanów w kłębach ziemniaków uprawianych w warunkach kontrolnych (bez nawadniania) (tab. 5). Obniżenie to następowało niezależnie od wysokości nawożenia azotowego.

Tabela 2. Plon ziemniaka ‘Mila’ zależnie od nawadniania i dawki azotu [t ha⁻¹]

Table 2. Yield of ‘Mila’ potato as dependent on irrigation and nitrogen dose [t ha⁻¹]

Wariant wodny	Dawka azotu [kg ha ⁻¹]	Rok badań					Średnio
		1994	1995	1996	1997	1998	
Bez nawadniania (O)	75	13,10	5,60	18,8	23,2	20,6	16,26
	125	13,00	6,20	17,6	17,1	16,0	13,98
Deszczowanie (W)	75	41,50	23,50	24,4	27,6	32,8	29,96
	125	39,80	24,80	25,4	28,5	31,1	29,92
Wpływ deszczowania							
Bez nawadniania (O)		13,05 a	5,90 a	18,20 a	20,15 a	18,30 a	15,12 a
Deszczowanie (W)		40,65 b	24,15 b	24,90 b	28,05 b	31,95 b	29,94 b
Różnica W-O		+27,6	+18,25	+6,70	+7,90	+13,65	+14,82

Dane w kolumnie (dla nawadniania) oznaczone literami „a” i „b” różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (test t-Studenta)

Tabela 3. Statystyczna charakterystyka zawartości azotanów w ziemniakach

Table 3. Statistical characteristics of nitrate content in potatoes

Wariant	Zawartość NaNO ₃ w świeżej masie bulw (mg kg ⁻¹)			Odchylenie standardowe (mg kg ⁻¹)	Współczynnik zmienności (%)
	minimalna	maksymalna	średnia		
O - N ₁	45,4	772,8	290,94	201,185	69,15
O - N ₂	45,4	970,1	373,43	244,540	65,49
W - N ₁	57,1	436,8	150,51	115,093	76,47
W - N ₂	3,4	384,7	155,17	107,974	69,59

O i W – poletka nie nawadniane i deszczowane; N₁ i N₂ – zastosowane dawki azotu

Tabela 4. Zawartość NaNO₃ (mg kg⁻¹) w bulwach ziemniaka ‘Mila’ zależnie od nawadniania i dawki azotu (średnio z lat 1994-1998)

Table 4. NaNO₃ content (mg kg⁻¹) in tubers of ‘Mila’ potato as dependent on irrigation and nitrogen dose (mean of 1994-1998)

Wariant wodny	Dawka azotu (kgN ha ⁻¹)		Średnio
	N ₁ =75	N ₂ =125	
Bez nawadniania (O)	290,94	373,43	332,18
Deszczowanie (W)	150,51	155,17	152,84
Średnio	220,73	264,30	242,51
Różnica W-O	- 140,43	- 218,26	- 179,34

NIR dla: deszczowania (I): 70,528; nawożenia (II): 31,113; interakcji (IIxI) 44,000; (IxII) 72,130

Zawartość azotanów w kłębach ziemniaków uprawianych na poletkach nawadnianych obniżała się wraz ze wzrostem sumy naturalnych opadów atmosferycznych i dawek nawodnieniowych w licu i sierpniu (tab. 6).

Tabela 5. Zależność pomiędzy sumą opadów (P) w miesiącach VII-VIII a zawartością azotanów w bulwach ziemniaka 'Mila' na poletkach kontrolnych (bez nawadniania)

Table 5. Dependence between total rainfall (P) in July-August and nitrate content in tubers of 'Mila' potato on control plots (without irrigation)

P w VII-VIII	Zawartość NaNO_3 (mg kg^{-1})	
(mm)	N ₁	N ₂
80	451	556
90	423	525
100	396	493
110	368	462
120	341	430
130	313	399
140	285	367
150	258	336
160	230	304
170	202	272
180	175	241
190	147	209

N₁ i N₂ – zastosowane dawki azotu

Tabela 6. Zależność pomiędzy sumą opadów (P) i dawek nawodnieniowych (D) w miesiącach VII-VIII a zawartością azotanów w bulwach ziemniaka 'Mila' na poletkach nawadnianych

Table 6. Dependence between the sum of rainfall (P) and irrigation rates (D) in July-August and nitrate content in tubers of 'Mila' potato on irrigated plots

P+D w VII-VIII	Zawartość NaNO_3 (mg kg^{-1})	
(mm)	N ₁	N ₂
80	368	490
100	338	445
120	309	400
140	280	355
160	251	310
180	221	265
200	192	220
220	163	176
240	134	131
260	104	86

N₁ i N₂ – zastosowane dawki azotu

Wnioski

1. Plony bulw na poletkach nie nawadnianych zależały istotnie i wprost proporcjonalnie od wysokości opadów atmosferycznych w lipcu.
2. Pod wpływem deszczowania wystąpiły istotne przyrosty plonu bulw, średnio o $14,8 \text{ t ha}^{-1}$ (98 %).
3. Efekty produkcyjne deszczowania zależały prostoliniowo i odwrotnie proporcjonalnie od sumy opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin ziemniaka na wodę – w lipcu. Efekty te były istotnie, wprost proporcjonalnie skorelowane z wysokością dawek nawodnieniowych zastosowanych w lipcu.
4. Poziom azotanów w kłębach ziemniaków uprawianych bez nawadniania obniżał się - niezależnie od dawki azotu - wraz ze wzrostem ilości opadów atmosferycznych w lipcu i sierpniu.
5. Deszczowanie istotnie obniżyło poziom azotanów w ziemniakach, a ich średnia zawartość była niższa od najwyższej dopuszczalnej pozostałości.
6. Wyższa dawka azotu, średnio w okresie badań, istotnie podnosiła poziom azotanów.

Bibliografia

Doświadczalnictwo rolnicze (pr. zbior. pod red. F. Rudnickiego).1992. ATR Bydgoszcz.

Dzięzyk J., Dzięzykowa D., Buniak W. 1982. Zmiany zawartości makroskładników w roślinach warzywnych, zależnie od warunków wodnych i dawek NPK. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 236: 99-107.

Grabarczyk St., Żarski J., Dudek St. 1990. Metoda sterowania deszczowaniem w skali łąnu i gospodarstwa na podstawie opadów atmosferycznych. Zesz. Nauk. AR 250: 41-56.

Lisiewska Z., Kmiecik W. 1991: Azotany i azotyny w warzywach. Cz.I. Wpływ różnych czynników na zawartość azotanów i azotynów w warzywach świeżych. Post. Nauk Rol. 3(234): 11-24.

Rolbiecki St., Dudek S., Rolbiecki R., Rzekanowski C. 2001. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na zawartość azotanów w kłębach ziemniaka odmiany 'Drop'. Inż. Rol. 13 (33): 390-396.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 8 X 1993 w sprawie najwyższych dopuszczalnych pozostałości w środkach spożywczych środków chemicznych stosowanych przy uprawie, ochronie, przechowywaniu i transporcie roślin. Dz. U. RP, 104 z 4 XI 1993.

Żarski J., Rolbiecki St., Rzekanowski C., Rolbiecki R., Dudek S., Grzelak B. 2001. Cost-effectiveness of sprinkler irrigation of field crops and vegetables in central Poland. *Przegl. Nauk. Wydz. Inż. i Kształt. Środow. SGGW w Warszawie*, 22: 375-382.

Influence of rainfall, sprinkler irrigation and nitrogen dose on yield and nitrate content in tubers of potato cv. 'Mila'

Summary

The paper presents the results of a study on the effect of sprinkler irrigation and nitrogen fertilization on yield and nitrate content in tubers of potato cv. 'Mila' grown on very light soil. in 1994-1998. The higher was the amount of rainfall in July and August, the higher yields of tubers were obtained on control plots (without irrigation). Sprinkler irrigation significantly increased the yields (by 14.8 t ha⁻¹ - 98 %). The higher was the amount of rainfall in July and August, the lower was the nitrate content in tubers of potatoes grown on non-irrigated plots, irrespectively of nitrogen fertilization. Sprinkler irrigation significantly decreased the nitrate content in potato tubers. Mean nitrate content in the fresh mass of potato cultivated under irrigation was lower than the allowable standard. Higher nitrogen rate significantly increased the nitrate content.

Key words: rainfall, sprinkler irrigation, nitrogen dose, potato, cultivar, very light soil, yield, nitrates.