

Katedra Ekologii Rolniczej Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej w Lublinie

ELŻBIETA PODSTAWKA-CHMIELEWSKA, LESZEK MALICKI

*Reakcja ziemniaka na deszczowanie oraz nawożenie
azotem na glebie lekkiej*

Potato Reaction to Spray Irrigation and Nitrogen Fertilisation on Light Soil

Ostatnie posuszne lata wykazały, iż nie da się uzyskać wysokich i stabilnych plonów ziemniaka bez optymalizacji dwóch podstawowych czynników plonotwórczych: warunków wodnych i troficznych. Szczególnie dotyczy to gleb lekkich, na ogół o wadliwych stosunkach wodnych, na których uprawia się najczęściej tej rośliny.

Wyniki dotychczasowych badań wskazują na to, że nawadnianie w latach o przeciętnych opadach zwiększa plony bulw ziemniaka o około 10-20%, a w sezonach posusznych nawet o 30-40% (2, 5-10). Przemawia to za deszczowaniem jego plantacji w praktyce rolniczej, a jest to o tyle realne, że przyznawane ostatnio niskoprocentowe i długoterminowe kredyty dla plantatorów przewidziane są m.in. na inwestycje związane z nawadnianiem ziemniaka. Dodatkowym argumentem za nawadnianiem tej rośliny jest fakt lepszego wykorzystania przez nią nawozów mineralnych, w tym głównie azotu (1, 4, 6, 7).

Literatura dotycząca wpływu nawadniania na plonowanie ziemniaka jest dość bogata (1, 2, 4-10), jednak nie obejmuje wszystkich aspektów tego zagadnienia, w tym wpływu warunków lokalnych oraz reakcji jego różnych typów użytkowych. Stąd też podjęto badania, których celem było stwierdzenie wpływu deszczowania oraz zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie ziemniaka jadalnego i pastewnego w klimatycznych warunkach środkowej Lubelszczyzny.

METODYKA BADAŃ

Badania polowe przeprowadzono w latach 1986-1989 w RZD Bezek na terenie woj. chełmskiego. Zlokalizowano je na glebie bielcowej niecałkowitej, na podłożu marglistym, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego, zaliczanej do kompleksu żytznego dobrego. Polowa pojemność wodna warstwy wynosiła 18,5% wag., zaś zwierciadło wody gruntowej znajdowało się na głębokości poniżej 2,5 m.

Ścisłe doświadczenie założono wg połączonego modelu *split-block* ze *split-plots*, w czterech powtórzeniach. Porównywano w nim wpływ naturalnych warunków opadowych oraz regulowanych drogą deszczowania i nawożenia azotowego w dawkach: 75, 100, 125 i 150 kg N/ha na plonowanie ziemniaka jadalnego (odm. Mila) oraz pastewnego (odm. Ducat). Obie odmiany należały do grupy odmian średnio wczesnych.

Ziemniaki deszczowano przy pomocy deszczowni półstałej, zraszaczami o średnim natężeniu opadu (12 mm/h). Jednorazowa dawka polewowa wynosiła w założeniu 30 mm, zaś sezonowa wahała się od 110 do 130 mm (tab. 1). Terminy deszczowania ustalano opierając się na metodzie regionalnych potrzeb opadowych roślin (3) oraz pomiarach wilgotności gleby metodą suszarkowo-wagową. Najwcześniej, bo 17 maja, rozpoczęto deszczowanie w r. 1988, najpóźniej - 24 czerwca w r. 1987. Najdłużej, bo do 15 sierpnia, deszczowanie prowadzono w r. 1988, co wynikało głównie z rozkładu opadów atmosferycznych.

Nawożenie fosforowe i potasowe pod ziemniaki wnoszono przedsięwzię, w dawkach dostosowywanych do zasobności gleby (45 g P_2O_5 - superfosfat potrójny i 120 kg K_2O - sól potasowa 60% na 1 ha). Nawożenie azotowe dzielono na dwie części, dając do 90 kg N przed sadzeniem (saletrzak), resztę zaś w przypadku dawek wyższych przed wschodami (saletra amonowa). Przedplonem ziemniaków były buraki cukrowe uprawiane na 30 t/ha dawce obornika.

Ziemniaki sadzono w optymalnych terminach - 26 IV 1986 r., 30 IV 1987 r., 27 IV 1988 r. i 19 IV 1989 r. Na 1 ha wysadzano 2,5 t sadzoniaków klasy A lub B zaprawianych preparatem Dithane M-45, w rozstawie 62,5 x 30 cm. Łan odchwaszczano chemicznie Afalonem w dawce 2 kg/ha w początkach wschodów ziemniaków, po uprzednim ich obredleniu. W czasie wegetacji wykonywano opryski przeciw stoncom ziemniaczanej preparatem Decis 2,5 EC lub Fastac 10 EC oraz przeciw zarazie ziemniaka preparatami Ridomil MZ 58 oraz Dithane M-45.

Zbiór ziemniaków odbył się w następujących terminach: 18 IX 1986 r., 15 IX 1987 r., 9 IX 1988 r., 7 IX 1989 r., po uprzednim pobraniu z każdego poletka bulw spod 10 losowo wybranych krzaków, stanowiących próbę do określenia wagowego udziału w plonie bulw o średnicy poniżej 4 cm, od 4 do 6 cm i pow. 6 cm. Po zbiorze oznaczano zawartość skrobi w bulwach na wadze Reimanna, zaś w próbach średnich, reprezentujących poszczególne obiekty zawartość azotu ogólnego, fosforu, potasu i magnezu - ogólnie przyjętymi metodami.

WYNIKI BADAŃ

Przeciętnie, niezależnie od wariantu wodnego, poziomu nawożenia azotem i odmiany, ziemniak dał istotnie wyższy plon bulw w r. 1989 w porównaniu z pozostałymi latami nie różniącymi się pod tym względem w sposób statystycznie dowiedziony (tab. 2). Wynikało to, jak można sądzić, z wczesnego terminu sadzenia

Tab. 1. Suma opadów i sezonowe normy deszczowania w mm oraz średnia temperatura powietrza w °C, w okresie wegetacji ziemniaka wg Stacji Meteorologicznej w Bezku
Sum of rainfalls and seasonal norms of spray irrigation in mm and an average air temperature in °C in the period of potato vegetation according to the Meteorological Station at Bezek

Rok	Opad	Temperatura	Sezonowa dawka polewowa
1986	312	15,2	110
1987	270	14,8	120
1988	314	16,0	130
1989	312	15,7	120

Tab. 2. Plon bulw ziemniaka w t z ha
Yield of potato bulbs in t from ha

Rok	Poletka		Odmiana		Średnio
	nie deszczowane	deszczowane	jadalna	pastewna	
1986	39,5	43,9	36,2	47,2	41,7
1987	34,7	48,5	37,4	45,7	41,6
1988	40,1	43,8	45,6	38,2	41,9
1989	46,3	53,6	52,6	47,3	49,9
Średnio	40,1	47,4	42,9	44,6	-
Najmniejsza istotna różnica (p = 0,05)	pomiędzy latami = 2,5; pomiędzy wariantami wodnymi = 2,6; pomiędzy odmianami = 1,4; we współdziałaniu wariant wodny x lata = 5,8; we współdziałaniu odmiana x lata = 3,1				

Tab. 3. Współdziałanie deszczowania i dawki azotu na plon bulw ziemniaka w t z ha (średnio w latach 1986-1989)
Common effect of spray irrigation and nitrogen dose on the yield on potato bulbs in t from ha (mean figures from 1986-1989)

Poletka	Dawka N w kg/ha			
	75	100	125	150
Nie deszczowane	39,2	40,0	40,8	40,5
Deszczowane	45,4	45,7	50,0	48,8
Najmniejsza istotna różnica (p = 0,05)	2,2			

oraz korzystnego układu warunków pogodowych w tym roku, zwłaszcza w czerwcu i lipcu. Należy jednak dodać, że warunki sezonowe współdziałały w kształtowaniu plonu bulw zarówno z typem użytkowym ziemniaka, jak i z wariantem wodnym. Przeciętnie ziemniak jadalny wytwarzał istotnie mniejszą masę bulw niż pastewny. Różnica jednak wynosiła niecałe 4% i leżała w granicach błędu eksperymentalnego, a w dodatku w dwóch sezonach kształtowała się na korzyść odmiany jadalnej (tab. 2).

Tab. 4. Udział poszczególnych frakcji bulw w plonie ziemniaka, w % wagowych (średnio w latach 1986-1989)

Proportion of particular fractions of bulbs in the potato yield, in % weight (mean figures in 1986-1989)

Frakcja bulw w mm	Poletka			Odmiana		
	nie deszczowane	deszczowane	NIR 0,05*	jadalna	pastewna	NIR 0,05*
Do 40	16,9	13,7	1,9	18,6	12,2	1,3
40-60	66,9	66,1	-	67,8	65,3	2,1
Ponad 60	16,3	19,5	3,0	13,6	21,8	2,5

* Najmniejsza istotna różnica z ryzykiem błędu $p = 0,05$.

Tab. 5. Zawartość azotu ogólnego w bulwach ziemniaka, w % s.m.

Content of total nitrogen in potato bulbs, in % of dry mass

Rok	Poletka		Odmiana		Średnio
	nie deszczowane	deszczowane	jadalna	pastewna	
1986	1,84	1,53	1,79	1,58	1,69
1987	1,75	1,29	1,45	1,59	1,52
1988	1,40	1,18	1,24	1,33	1,29
1989	1,53	1,41	1,42	1,52	1,47
Średnio	1,63	1,35	1,48	1,50	-
Najmniejsza istotna różnica ($p = 0,05$)	pomiędzy latami = 0,08; pomiędzy wariantami wodnymi = 0,06; we współdziałaniu wariant wodny x lata = 0,11; we współdziałaniu odmiana x lata = 0,11				

We wszystkich sezonach, aczkolwiek w cechujących się obfitszymi opadami lat 1986 i 1988 nieistotnie, deszczowanie podnosiło plon bulw. Średnio zabieg ten dał dodatni efekt w postaci ponad 18% zwiększenia plonu (tab. 2). Deszczowanie warunkowało przy tym skuteczność dawki nawozów azotowych (tab. 3). Na poletkach korzystających wyłącznie z naturalnych opadów atmosferycznych plon bulw ziemniaka nie zależał istotnie od wielkości dawki N. Natomiast na obiektach deszczowanych maksymalną masę osiągnął on w połączeniu ze 125 kg N/ha, aby przy najwyższej, 150 kg N/ha, dawce utrzymać się na nie zmienionym istotnie poziomie. Wyływa stąd wniosek, że w uprawie ziemniaka na suchu nie ma uzasadnienia intensyfikacji nawożenia azotowego powyżej 75 kg N/ha, podczas gdy w wyniku dodatniej interakcji wody deszczowanej i azotu optimum stanowi 125 kg N/ha. O wzroście efektywności nawożenia azotem w warunkach deszczowania, zwłaszcza na glebach lekkich, donoszą także inni autorzy (1, 4, 7, 9).

Plon bulw nie zależał od ich liczby tworzonej przez 1 krzak ziemniaka. O zbiorze kłąbów z jednostki powierzchni zdecydowała natomiast struktura ich wielkości (tab. 4). Bulwy najdrobniejsze i średnie brały większy udział w ogólnej masie kłąbów ziemniaka jadalnego niż pastewnego. Natomiast duże stanowiły blisko dwukrotnie większy

Tab. 6. Zawartość fosforu i potasu w bulwach ziemniaka, w % s.m. (średnio w latach 1986-1989)
Content of phosphorus and potassium in potato bulbs, in % of dry mass (mean figures in 1986-1989)

Składnik	Poletka		Odmiana		Najmniejsza istotna różnica ($p = 0,05$)
	nie deszczowane	deszczowane	jadalna	pastewna	
P ₂ O ₅	0,59	0,63	0,59	0,64	0,03
K ₂ O	2,85	2,62	2,92	2,56	0,31

procent masy plonu odmiany pastewnej niż jadalnej. Tak więc ogólny plon ziemniaka był tym większy, im roślina tworzyła więcej kłąbów dorodnych.

Strukturę plonu ziemniaka kształtowały również warunki wodne. A mianowicie deszczowanie istotnie obniżało względną masę bulw drobnych, nie wpływało na ilość frakcji średniej, podnosiło zaś wagowy udział w plonie bulw dużych. Wyjaśnia to sposób plonotwórczego działania tego zabiegu. Trzeba jednak zaznaczyć, że wchodził on w interakcję z dawką azotu. Uwidoczniła się ona w tym, że na poletkach kontrolnych najintensywniejsze nawożenie, stymulując rośliny do ciągłego zawiązywania nowych bulw w warunkach gorszego zaopatrzenia w wodę, w rezultacie obniżyło względną masę ich największej frakcji (13,2% wobec średniej pozostałych wariantów nawozowych = 17,3%). Natomiast na obiektach deszczowanych, a więc w lepszych warunkach wilgotnościowych, dawki nawozów powyżej 75 kg N/ha sprzyjały właśnie tworzeniu przez ziemniaka bulw dużych (odpowiednio 16,3% i 20,5%).

Zawartość skrobi w bulwach okazała się w mniejszym stopniu, niż należało oczekiwać, cechą odmianową ziemniaka. Jej zawartość w odmianie jadalnej (15,68%) nie różniła się bowiem znamienne od zawartości tego węglowodanu w odmianie pastewnej (15,58%). Znacznie większy wpływ miały na nią natomiast warunki sezonowe, gdyż omawiana cecha przybierała wartości od 13,80% w r. 1986 do 16,38% w r. 1989 ($\text{NIR}_{0,05} = 0,65\%$). Silnie oddziaływały tutaj również warunki wodne - kłęby z poletek kontrolnych, niezależnie od typu użytkowego ziemniaka i poziomu nawożenia azotem, zawierały istotnie mniej skrobi (15,15%) niż z deszczowanych (16,11%; $\text{NIR}_{0,05} = 0,51\%$). Jest to o tyle zaskakujące, że raczej można się było spodziewać sytuacji odwrotnej: w lepszych warunkach wilgotnościowych większego uwodnienia bulw i w związku z tym mniejszej względnej zawartości skrobi. Nie jest to jednak prawidłowość, gdyż inni autorzy, szczególnie w latach suchych, również stwierdzali wzrost zawartości skrobi w bulwach pod wpływem deszczowania (7).

Zawartość azotu ogólnego w bulwach ziemniaka rosła, co zrozumiałe, wraz ze wzrostem dawki nawozów azotowych - dawkom N, rosnącym od 75, poprzez 100, 125 do 150 kg/ha, towarzyszyła odpowiednio zawartość N-ogólnego równa 1,42%, 1,46%, 1,50% i 1,58% ($\text{NIR}_{0,05} = 0,08\%$). Charakterystyczne, że na tę prawidłowość nie wpływał typ użytkowy ziemniaka.

Deszczowanie we wszystkich sezonach wegetacyjnych znamiennie (średnio o 0,28%) obniżało zawartość azotu w bulwach ziemniaka. Jest to zrozumiałe, bowiem woda infiltrująca w głąb gleby zubaża jej warstwy powierzchniowe w rozpuszczalne, a więc przyswajalne dla roślin związki tego pierwiastka. Należy jednak dodać, że warunki sezonowe wywierały większy wpływ na koncentrację N-ogólnego (co proporcjonalnie odpowiada zawartości białka surowego) w kłączach niż czynniki eksperymentu (tab. 5).

Za słuszością poglądu o modyfikowaniu przez wodę irygacyjną składu chemicznego bulw przemawia fakt, iż na poletkach deszczowanych były one bogatsze w fosfor niż na nie deszczowanych, podczas gdy zawartość potasu ukształtowała się odwrotnie, choć w tym ostatnim przypadku różnica leżała w granicach błędu (tab. 6). Silne zatrzymywanie związków fosforu przez kompleks sorpcyjny gleby jest zjawiskiem powszechnie znanym. Wiadomo też, że lepsze warunki wilgotnościowe umożliwiają intensywniejsze pobieranie go przez rośliny. Natomiast potas, wprawdzie w mniejszym stopniu niż azot, ale podlega wypłukiwaniu z gleby. Stąd rośliny nawadniane są więc gorzej zaopatrzone, jakkolwiek byłyby zdolne pobierać go w większych ilościach.

Przeciętnie bulwy ziemniaka jadalnego okazały się istotnie uboższe w fosfor, a bogatsze w potas niż te same organy odmiany pastewnej (tab. 6). Prawdopodobnie jest to cecha odmianowa, w odróżnieniu od zawartości magnezu, która w sposób statystycznie znamieny nie zależy od żadnego z czynników eksperymentu.

WNIOSKI

1. Deszczując ziemniaki na glebie bielcowej, zaliczanej do kompleksu żytniego dobrego, można oczekiwać przeciętnie 18% wyżki plonu bulw. Korzystne będzie przy tym połączenie tego zabiegu ze 125 kg/ha dawką azotu, podczas gdy na plantacjach nie nawadnianych więcej niż 75 kg N/ha nie ma uzasadnienia.

2. Mechanizm plonotwórczego działania obu tych czynników, tzn. wody deszczownianej i nawozów azotowych polega na zwiększaniu w plonie udziału bulw największej frakcji.

3. Deszczowanie sprzyja gromadzeniu skrobi w bulwach ziemniaka, obniża natomiast ilość zawartych w nich związków azotowych (białka surowego). Wpływ tego zabiegu jest jednak słabszy niż warunków sezonowych. Na N-ogólny odwrotnie działa natomiast nawożenie azotowe - wzrostowi jego dawek towarzyszy zwiększenie się jego względnej ilości w bulwach.

4. Deszczowanie wpływa też na zawartość fosforu, podnosząc jego poziom w bulwach ziemniaka.

PIŚMIENNICTWO

1. B u n i a k W.: Efektywność nawożenia mineralnego roślin uprawnych w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 326, 1987.
2. D z i e ż y c D.: Wpływ zróżnicowanych warunków wodnych i nawozowych na przyrost masy oraz wysokość i jakość plonu buraka pastewnego i ziemniaka na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 199, 1987.
3. D z i e ż y c J., N o w a k L., P a n e k K.: Metoda sterowania deszczowaniem uwzględniająca potrzeby opadowe roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 314, 1987.
4. D z i e ż y c J., B u n i a k W., D m o w s k i Z.: Efektywność nawożenia azotem buraka cukrowego i ziemniaka w różnych warunkach wodnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 284, 1986.
5. G ł u s k a A.: Woda jako czynnik limitujący w produkcji ziemniaka i perspektywy nawadniania. Mat. sesji nauk. Instytut Ziemniaka, Jadwisin 1994.
6. H e r s e J., K o ł p a k R.: Wpływ nawadniania i wysokich dawek nawozów mineralnych na plon i wartość użytkową ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 181, 1976.
7. P e s z e k J., R o l b i e c k i S.: Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie ziemniaków jadalnych uprawianych na glebie bardzo lekkiej. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, nr 180, Roln. 32, 1992.
8. R o j e k S.: Efekty nawadniania różnych odmian ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 314, 1987.
9. R o j e k S., C h m u r a K.: Efektywność produkcyjna deszczowania ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 326, 1987.
10. R o j e k S.: Efekty deszczowania nowych odmian ziemniaka. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, nr 180, Roln., 32, 1992.

SUMMARY

Field experiments conducted on sandy podzolic soil in 1986-1989 determined the effect of spring irrigation and the dose of nitrogen fertilisers on the yield, structure and some quality properties of the bulbs of table and feed potatoes. It was found out that spray irrigation results in about 18% increase of the yield, while the optimum nitrogen dose was 125 kg/ha and with no spraying it was no more than 75 kg/ha. Both these factors increase the proportion of the greatest fraction of bulbs in the yield. Better water conditions favour the accumulation of starch in potatoes, having a reverse effect on total nitrogen (raw protein) whose content increases under the influence of intensified doses of nitrogen fertilisers. Spray irrigation also raises the content of phosphorus in potato bulbs.