

LECH NOWAK
AGNIESZKA KRUHLAK
ZENOBIUSZ DMOWSKI

Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Plonowanie ziemniaka odmiany Karlena w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy

Yielding of potato var. Karlena under differentiated cultivation technology

Celem pracy było określenie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na wysokość i strukturę plonu bulw ziemniaka. Badano odmianę Karlena przydatną do celów spożywczych, a zwłaszcza do produkcji chipsów. Doświadczenie prowadzono w latach 1999–2001 w Stacji Naukowo-Badawczej Samotwór należącej do Akademii Rolniczej we Wrocławiu, na glebach brunatnych zaliczanych do kompleksu żyniego dobrego. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH 5,1–5,3), średnią zawartością w przyswajalny fosfor i magnez oraz wysoką zawartością potasu. Przebieg pogody w kolejnych latach badań nie był korzystny do nawodnień, bowiem obok okresów posusznych w kilku dekadach notowano zdecydowany nadmiar opadów. Przeciętny w 3-leciu przyrost plonów pod wpływem deszczowania wynosił 19% i wahał się od 16% w roku 2000 do 29% w posuszny 1999 r. Stosowane dawki nawozów mineralnych (233 i 280 kg NPK/ha) spowodowały przyrost plonu bulw w stosunku do obiektów kontrolnych średnio o 43 do 58% zależnie od technologii nawożenia. Na obiektach nawożonych rzędowo średnie plony były o ponad 1,1 t/ha wyższe w porównaniu do uzyskanych przy nawożeniu tradycyjnym (rzutowo na całą powierzchnię). Porównywane zabiegi agrotechniczne w podobny sposób wpływały na kierunek zmian plonu handlowego, przy czym zakres zmian pod wpływem deszczowania był większy, a nawożenia, mniejszy niż w przypadku plonu ogólnego. Deszczowanie korzystnie wpływało na strukturę plonu zwiększając udział bulw dużych, a także na liczbę i masę bulw z jednej rośliny.

Słowa kluczowe: deszczowanie, nawożenie rzędowe i rzutowe, plon, struktura plonu, ziemniak

The aim of the work was to determine the effect of sprinkling irrigation and differentiated mineral fertilisation on quantity and structure of potato tuber yielding. The object of the study was var. Karlena, which is good for consumption but especially for production of chips. The experiment was conducted in the years 1999–2001, at the Agro-Science Station in Samotwór that belongs to the Agricultural University of Wrocław. The trials were performed on brown soil representing good rye complex. The soil was characterised by acidic reaction (pH 5.1–5.3), medium content of available phosphorus and magnesium, and high potassium content. The weather course in successive years of the investigation was not favourable for irrigation because, aside from dry periods, an excess of rainfalls was registered in several decades. In the 3-year the average increase in yielding due to irrigation was 19%, and it varied from 16% in 2000 to 29% in the dry year 1999. The applied doses of mineral fertilisation (233 and 280 kg/ha) caused an increase in tuber yield compared to control. The increase reached 43 to 58%,

depending on the fertilisation technique. The average yields in the treatments fertilized in a row-like manner were by 1.1 t/ha higher than those obtained using traditional fertilisation (broadcast over the entire area). The agro-technical treatments used in the study resulted in similar tendencies in changes of commercial yields, the range of the changes due to irrigation being higher, and that of fertilisation smaller, than in the case of general yield. Sprinkling irrigation favourably affected both the yield structure, increasing the share of large tubers, and the number and mass of tubers from one plant.

Key words: sprinkling irrigation, row and broadcast fertilisation, yield, yield structure, potato

WSTĘP

Deszczowanie i nawożenie mineralne należą do najbardziej efektywnych zabiegów agrotechnicznych w uprawie ziemniaka, zwłaszcza na glebach lekkich (Nowak, 2001; Rojek, Chmura, 1996; Trybała, 1992; Zbieć i in., 1989). Z dotychczasowych badań wynika, że deszczowanie ziemniaka przynosi korzystne efekty, ale przyrost plonu jest zróżnicowany i zależy od przebiegu pogody, rejonu uprawy, warunków glebowych, poziomu nawożenia i odmiany (Głuska, 1989; Nowak, 2001; Trybała, 1992; Zbieć i in., 1989).

Nawożenie mineralne, zwłaszcza na mało zasobnych glebach lekkich, jest istotnym czynnikiem plonotwórczym. Efektywność tego zabiegu zależy nie tylko od właściwie dobranej dawki NPK, lecz także od sposobu wysiewu nawozu (Jabłoński, 1997). W porównaniu do tradycyjnego sposobu nawożenia (rzutowego) wysiew rzędowy do redlin wpływa korzystnie na wysokość i jakość plonu ziemniaka oraz zwiększa wykorzystanie zastosowanych nawozów (Jabłoński, 1993, Jabłoński, 1997).

MATERIAŁ I METODY

Celem badań było określenie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na wysokość i strukturę plonu bulw ziemniaka. Badano odmianę Karlana przydatną do celów spożywczych, a zwłaszcza do produkcji chipsów. Ścisłe doświadczenie polowe prowadzono w latach 1999–2001 w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Nawadniania Roślin w Samotworze należącej do Katedry Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu, na glebie brunatnej zaliczanej do kompleksu żytanego dobrego. Gleba charakteryzowała się odczynem kwaśnym (pH 5,1–5,3), średnią zawartością przyswajalnego fosforu i magnezu oraz wysoką zawartością potasu. Doświadczenie założono zmodyfikowaną metodą losowanych podbloków (split-plot), w czterech powtórzeniach z dwoma czynnikami zmiennymi:

- deszczowanie: 0 — bez deszczowania, W — deszczowanie przy spadku wilgotności gleby do 75% ppw. Jednorazowa dawka wody wynosiła 30 mm,
- nawożenie: 0 — bez nawożenia, N₁ — 233 kg NPK/ha (przy stosunku N:P:K jak 1:0,43:1,2) i N₂ — 280 kg NPK/ha (dawka o ok. 20% wyższa w stosunku do N₁), przy czym obie te dawki wysiewano sposobem tradycyjnym (rzutowo na całą powierzchnię) i rzędowo (pod korzeń).

Wielkość poletek doświadczalnych wynosiła 80 m² (4 m × 20 m) zaś do zbioru 10 m² (4 m × 5 m). Wyniki doświadczenia zostały opracowane statystycznie, a jako kryterium istotności różnic przyjęto najmniejszą istotną różnicę (NIR).

Wszystkie zabiegi uprawne wykonano zgodnie z zasadami nowoczesnej agrotechniki. Nie stosowano obornika, rozstawa rzędów wynosiła 75 cm, a obsada wynosiła ok. 41–42 tys. sztuk na ha.

Przebieg pogody w poszczególnych latach badań był wyraźnie zróżnicowany (tab. 1).

Tabela 1

Odchylenia miesięcznych sum opadów (w mm) oraz przeciętnych miesięcznych temperatur powietrza (w °C) w latach prowadzenia doświadczenia od średnich wieloletnich z lat 1950–2000
Deviations of monthly precipitation sums (mm) and of mean monthly air temperatures (°C) in the years of experiments from long-term averages for 1950–2000

Rok Year	Miesiące Months					
	IV	V	VI	VII	VIII	IV–VIII
opady precipitation						
1950–2000	36,9	56,7	67,9	90,2	70,6	322,3
1999	-5,2	-22,3	4,5	-14,8	-55,2	-93,0
2000	-26,5	47,5	-44,7	35,7	-35,3	-22,4
2001	-6,0	-11,2	-14,6	86,8	-12,7	42,3
temperatura temperature						
1950–2000	8,1	13,3	16,6	18,2	17,6	14,7
1999	1,4	0,6	0,0	1,6	0,2	0,8
2000	3,5	2,2	1,3	-1,6	1,1	1,4
2001	-0,6	1,3	-1,5	1,0	1,5	0,4

Sezon wegetacyjny 1999 roku charakteryzował się niższymi o 93 mm opadami niż średnio w wieloleciu oraz wyższą o 0,8°C temperaturą. Z wyjątkiem czerwca w pozostałych miesiącach opady były niższe niż w wieloleciu, a szczególnie posuszny okazał się maj i sierpień. W omawianym roku deszczowano 3 razy po 30 mm.

Okres wegetacji 2000 roku był wyjątkowo ciepły. Z wyjątkiem lipca, w pozostałych miesiącach średnia temperatura była znacznie wyższa od średniej wieloletniej (w kwietniu i maju o 3,5 i 2,2°C). Omawiany sezon wegetacyjny charakteryzował się bardzo nierównomiernie rozłożonymi opadami. W kolejnych miesiącach opady były na przemian znacznie wyższe lub wyraźnie niższe od wieloletnich. Suma opadów okresu wegetacyjnego była o 20 mm niższa niż w wieloleciu, a okresy posuszne zanotowano w kwietniu, czerwcu i sierpniu.

Odmienne kształtował się przebieg pogody w roku 2001. Opady w okresie IV–VIII były wyższe o 42,3 mm od wartości przeciętnej z wielolecia, wynoszącej 322,3 mm. Z wyjątkiem lipca, w którym zanotowano dwukrotnie wyższe opady niż w wieloleciu, w pozostałych miesiącach opady były poniżej normy. Pod względem termicznym ostatni rok badań był najchłodniejszy. Średnia temperatura powietrza w omawianym sezonie wegetacyjnym wynosiła 15,1°C i była wyższa od średniej z wielolecia o 0,4°C. Najwyższe temperatury zanotowano w lipcu i sierpniu. Okresy posuszne wystąpiły na początku okresu

wegetacyjnego oraz podczas zbioru. W latach 2000 i 2001 norma deszczowania wynosiła po 30 mm.

WYNIKI I DYSKUSJA

O plonowaniu ziemniaków decyduje kilka czynników, a mianowicie: przebieg pogody, a ściślej wielkość i rozkład opadów nawożenie mineralne i sposób podania nawozów oraz nawadnianie.

Średni w badanym 3-leciu plon ziemniaka wynosił 25,28 t·ha⁻¹ i wahał się od 23,20 w 2000 roku do 29,20 t·ha⁻¹ w 2001 roku (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plony bulw (t/ha)
Effect of differentiated sprinkling irrigation and mineral fertilisation on tuber yield (t/ha)

Obiekty Objects			Deszczowanie Sprinkling		Średnio Average
			0	W	
Nawożenie Fertilisation	0		15,57	20,23	17,90
	rzutowe	N ₁	22,50	28,67	25,59
	broadcast manner	N ₂	25,67	29,43	27,55
	średnio rzutowe		24,09	29,05	26,57
	average of broadcast manner				
	rzędowe	N ₁	26,47	30,13	28,30
	row manner	N ₂	25,07	29,13	27,10
Lata Years	średnio rzędowe		25,77	29,63	27,70
	average of row manner				
	1999		20,46	26,44	23,45
	2000		21,44	24,96	23,20
	2001		27,24	31,16	29,20
	Średnio Average		23,06	27,52	25,28
	NIR 0,05 dla:				
	LSD0.05 for:				
	deszczowania			0,89	
	sprinkling				
	nawożenia (sposób i dawka)				1,42
	fertilisation (method and dose)				
	lat				1,09
	years				

Rozkład opadów i ich ilość w okresie kwiecień - sierpień wpłynął istotnie na wielkość plonów. Najniższe opady zanotowano w 1999 roku, zaś najwyższe w 2001 roku. Analizując obiekty niedeszczowane widać wyraźny wzrost plonów wraz z rosnącą ilością opadów. Najniższe plony otrzymano w 1999 roku, a najwyższe w roku 2001 i wyniosły one odpowiednio: 20,46 t·ha⁻¹ i 27,24 t·ha⁻¹. Porównywane czynniki doświadczenia, to jest deszczowanie i zróżnicowane nawożenie mineralne także w sposób istotny różnicowały plony średnio wczesnej odmiany Karlana.

Od przebiegu pogody w dużym stopniu zależał wpływ deszczowania na plony ziemniaków. Przeciętny w trzyletnim doświadczeniu przyrost plonu ziemniaków, w wyniku zastosowania deszczowania wynosił 4,46 t·ha⁻¹, to jest 19,3%. Najsilniej na

nawadnianie zareagowały ziemniaki w posusznym 1999 roku. W wyniku deszczowania plony wzrosły o $6,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, to jest o 29%. Najniższy przyrost plonów, pod wpływem nawodnień osiągnięto w 2000 roku. Wyniósł on $3,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowi 16%. W każdym z badanych lat plony ziemniaków na obiektach deszczowanych były istotnie wyższe w porównaniu do obiektów kontrolnych.

Wpływ nawożenia mineralnego na plony ziemniaków był większy niż deszczowania. W porównaniu do obiektów kontrolnych (bez nawożenia) przyrost plonu na obiektach nawożonych, zależnie od dawki NPK i sposobu nawożenia wahał się od $7,69$ do $10,40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Porównywane dawki NPK (233 i $280 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) w różny sposób wpływały na plon ziemniaków, zależnie od sposobu wysiewu. Przy wysiewie rzutowym wraz ze wzrostem nawożenia wzrastał plon bulw. Natomiast przy wysiewie rzędownym nawozów (pod korzeń) stwierdzono zależność odwrotną. Porównując plonotwórcze działanie poszczególnych wariantów nawożenia można stwierdzić, że najniższe plony ($25,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano przy niższej dawce NPK, wysianej sposobem tradycyjnym (rzutowo), najwyższe zaś ($28,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) przy takiej samej dawce NPK, lecz zastosowanej w rzędy (pod korzeń).

Wielkość plonu zależała od wielkości dawek nawożenia, ale również od sposobu podania nawozów. Niezależnie od dawki NPK plony na obiektach nawożonych sposobem rzędownym (N_3 i N_4) były średnio o $1,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ wyższe w porównaniu do obiektów nawożonych sposobem tradycyjnym (N_1 i N_2).

Kompleksowe działanie obu zabiegów, to jest nawadniania i nawożenia mineralnego spowodowało przyrost plonu bulw o $14,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach badań, a także deszczowanie i nawożenie mineralne w sposób istotny wpływały na plon handlowy bulw (bulwy o średnicy 4–6 cm). Przeciętny w 3-letnich doświadczeniach plon handlowy bulw wynosił $17,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i stanowił 68,8% plonu ogólnego (tab. 3). Najniższy plon handlowy ($16,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), co stanowi około 70% plonu ogólnego, uzyskano w 2000 roku, zaś najwyższy plon handlowy ($18,75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, to jest około 64% plonu ogólnego) w 2001 roku.

Średni przyrost plonu handlowego na skutek deszczowania wynosił 23,6%, podczas gdy w tych samych warunkach plon ogólny wzrósł o 19,3%. Najsilniej na deszczowanie zareagowały ziemniaki w posusznym 1999 roku. W wyniku tego zabiegu przyrost plonu handlowego bulw wyniósł $6,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, to jest 42,7%. Najniższy przyrost plonu w warunkach deszczowania osiągnięto w 2000 roku. Wyniósł on $2,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowi 14,9%.

Nawożenie mineralne w sposób znaczący wpływało na wysokość plonu handlowego bulw ziemniaka średnio wczesniej odmiany Karlana. Na obiektach nawożonych średni plon bulw był wyższy w porównaniu do obiektów kontrolnych o 56,2% przy wysiewie rzutowym i o 60,4% przy wysiewie rzędownym. Należy podkreślić, że na obiektach niedeszczowanych porównywane dawki i sposoby nawożenia mineralnego znacznie bardziej różnicowały plon handlowy ziemniaka niż na obiektach deszczowanych.

Tabela 3

Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plon handlowy bulw ziemniaka (t/ha)

Effect of differentiated sprinkling irrigation and mineral fertilisation on potato commercial yield (t/ha)

Obiekty Objects			Deszczowanie Sprinkling		Średnio Average
			0	W	
0			10,75	13,09	11,92
Nawożenie Fertilisation	rzutowe	N ₁	15,47	19,61	17,54
	broadcast manner	N ₂	17,71	21,71	19,71
	średnio rzutowe		16,59	20,66	18,63
	average of broadcast manner				
	rzędowe	N ₁	18,33	20,98	19,66
	row manner	N ₂	17,54	19,67	18,61
	średnio rzędowe		17,94	20,33	19,13
	average of row manner				
Lata Years	1999		14,11	20,14	17,13
	2000		15,12	17,38	16,25
	2001		17,38	20,12	18,75
Średnio Average			15,54	19,21	17,38
NIR _{0,05} dla:					
LSD _{0,05} for:					
deszczowania sprinkling				1,01	
nawożenia (sposób i dawka) fertilisation (method and dose)					1,25
lat years					1,12

Na podstawie wyników otrzymanych w trzyletnim doświadczeniu polowym można stwierdzić, że największy udział w strukturze plonów (68,4%) mają ziemniaki o średnicy bulw 4–6 cm (tab. 4). Najmniejszy jest udział w plonie bulw drobnych (o średnicy do 4 cm), który wynosi około 13,5%. Natomiast bulwy duże (o średnicy powyżej 6 cm) stanowią około 18,1% plonu.

Nawadnianie zwiększyło w plonie udział bulw dużych (z 16,9 do 19,3%), nie różnicowało ilości bulw średnich oraz wpłynęło na spadek udziału bulw drobnych (z 14,3 do 12,3%).

Nawożenie wpływało na strukturę plonu ziemniaka podobnie jak deszczowanie. Na obiektach nawożonych, w porównaniu do kontrolnych, wyraźnie zmniejszył się udział bulw drobnych (z 21,6% do 10,9–11,8%), podobny był udział bulw średnich oraz zdecydowanie zwiększył się (z 11,1% do 17,1–22,4%) udział bulw dużych. Struktura plonu ziemniaka na porównywanych obiektach nawozowych nieco się różni, ale nie można jednoznacznie ocenić zarówno kierunku jak i zakresu tych zmian, zwłaszcza we frakcji ziemniaków małych i średnich. Natomiast największy udział bulw dużych (22,4%) odnotowano na obiektach N₁ nawożonych rzędowo, a najmniejszy na N₁ nawożonych rzutowo (17,1%). W tym przypadku, mimo takiego samego poziomu nawożenia, skuteczniejsze okazało się podanie nawozów w rzędy podczas sadzenia.

Zarówno deszczowanie jak i porównywane dawki i sposoby nawożenia mineralnego nie miały wpływu na średnią ilość łodyg z 1 rośliny. Przeciętnie, niezależnie od obiektu,

z 1 rośliny wyrastało 5 łodyg. Na obiektach deszczowanych i nawożonych liczba bulw z 1 rośliny była nieco wyższa niż na obiektach kontrolnych, ale różnice były niewielkie.

Tabela 4

Struktura plonu ziemniaków (średnio z lat 1999–2001)
Potato yield structure (average for 1999–2001)

Obiekty Objects	Frakcje w % Fraction in %			Ilość łodyg z jednej rośliny Number of stems per one plant	Liczba bulw z jednej rośliny Number of tubers per one plant	Masa bulw z jednej rośliny Weight of tubers per one plant (kg)
	< 4 cm	4–6 cm	> 6 cm			
Wodne 0	14,6	68,5	16,9	5,1	11,0	0,67
Sprinkling W	12,3	68,4	19,3	5,0	11,3	0,76
0	21,6	67,3	11,1	5,1	10,7	0,57
rzutowe N ₁	11,7	71,2	17,1	5,0	10,9	0,71
broadcast manner N ₂	10,9	67,8	21,3	5,2	11,2	0,76
średnio rzutowe average of broadcast manner	11,3	69,5	19,2	5,1	11,1	0,74
Nawozowe Rzędowe N ₁	11,8	65,8	22,4	4,9	11,5	0,78
Fertilisation row manner N ₂	11,4	70,2	18,4	5,0	11,4	0,75
średnio rzędowe average of row manner	11,6	68,0	20,4	5,0	11,5	0,77
Średnio Average	13,5	68,4	18,1	5,0	11,1	0,71

Porównywane zabiegi agrotechniczne w sposób znaczący wpływały na masę bulw z 1 rośliny. Na obiektach deszczowanych średnia masa bulw była o około 13% większa w porównaniu do obiektów kontrolnych. Natomiast na obiektach nawożonych przeciętna masa bulw z 1 rośliny była większa w porównaniu do obiektów nienawożonych o 25–37%, zależnie od dawki i sposobu nawożenia. Najlepszy zarówno pod względem liczby jak i masy bulw z 1 rośliny okazał się wariant z niższą dawką NPK zastosowaną sposobem rzędowym.

WNIOSKI

1. Zmienne warunki pogodowe w kolejnych latach badań miały istotny wpływ na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka odmiany Karlana. Najwyższe plony w obu przypadkach uzyskano w 2001 roku, w którym suma opadów była zbliżona do opadów optymalnych dla ziemniaka średnio wczesnego.
2. Przeciętny w 3-leciu przyrost plonów pod wpływem deszczowania wynosił 19% i wahał się od 16% w 2000 roku do 29% w posusznym 1999 roku. Deszczowanie zwiększało liczbę i masę bulw z 1 rośliny, a także wpływało korzystnie na strukturę plonu zwiększając w nim udział bulw dużych.
3. Przyrosty plonów na obiektach nawożonych wahały się średnio od 43 do 58% zależnie od zastosowanej dawki i sposobu nawożenia. Na obiektach nawożonych rzędowo średnie plony były o ponad 1,1 t/ha wyższe w porównaniu do uzyskanych przy nawożeniu tradycyjnym.

4. Z przeprowadzonych badań wynika, że nawozy wysiane sposobem rzędownym działają bardziej efektywnie niż wysiane tradycyjnie. Do uzyskania podobnego plonu przy rzędownym wysiewie wystarczy niższa dawka NPK.
5. Porównywane zabiegi agrotechniczne w podobny sposób wpływały na kierunek zmian plonu handlowego, przy czym zakres zmian pod wpływem deszczowania był mniejszy, a nawożenia większy niż w przypadku plonu ogólnego.

LITERATURA

- Głuska A. 1989. Reakcja kilku odmian ziemniaka na nawadnianie w okresie suszy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 343: 93 — 99.
- Jabłoński K. 1993. Rzędowe nawożenie pod ziemniaki. Ziemniak Polski 1/93: 16 — 20.
- Jabłoński K. 1997. Alternatywne sposoby nawożenia ziemniaków. Agrochemia nr 5: 10 — 12.
- Nowak L. 2001. Efekty deszczowania ziemniaków średnio wczesnych w rejonie Wrocławia zależnie od ilości opadów. Fragm. Agron. 1 (69), XVIII: 68 — 75.
- Rojek S., Chmura K. 1996. Nawadnianie deszczowniane i nawożenie mineralne jako czynniki kształtujące plony ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 438: 383 — 390.
- Trybała M. 1992. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon i jakość ziemniaków na glebie lekkiej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 212, Melioracja, XLI: 83 — 91.
- Zbieć I., Karczmarczyk S., Koszański Z. 1989. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na wielkość plonu oraz niektóre cechy jakościowe ziemniaków, Rocz. Nauk. Roln. seria A, Tom 108, 1: 93 — 100.