

WPLYW DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA SKŁAD CHEMICZNY BULW ZIEMNIAKA SKROBIOWEGO UPRAWIANEGO W REJONIE WROCŁAWIA

Lech Nowak, Agnieszka Kruhlak, Zenobiusz Dmowski

Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Wartość technologiczna ziemniaka zależy od składu chemicznego i cech jakościowych bulw. Do najważniejszych czynników kształtujących cechy jakości i skład chemiczny należą genotyp, następnie warunki środowiska (glebowe i klimatyczne) oraz zabiegi agrotechniczne, a zwłaszcza nawożenie mineralne i nawadnianie [BORÓWCZAK 1981; ROZTROPOWICZ 1989; TRYBAŁA 1992; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2000; LESZCZYŃSKI 2002].

Do przetwórstwa ziemniaka na produkty smażone nadają się odmiany o stabilnej i dużej zawartości suchej masy (20–25%) i skrobi (15–19%), a zawartość cukrów redukujących nie powinna przekraczać 0,25% [LESIŃSKA 2000]. Do takich odmian można zaliczyć Karlenę, którą testowano w ścisłym doświadczeniu polowym.

Celem badań była ocena wpływu deszczowania oraz zróżnicowanych dawek i sposobów nawożenia mineralnego na skład chemiczny ziemniaka uprawianego na glebach lekkich w rejonie Wrocławia.

Materiał i metody

Próby bulw do oznaczeń chemicznych pochodziły z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1999–2001 w Stacji Badawczej Samotwór k. Wrocławia na glebie lekkiej zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego. Gleba charakteryzowała się średnią zawartością przyswajalnych P i Mg, wysoką zawartością K i kwaśnym odczynem (pH 5,1–5,3 w 1 mol KCl·dm⁻³). Doświadczenie założono zmodyfikowaną metodą losowanych podbłoków (split-plot) w 4 powtórzeniach z dwoma czynnikami zmiennymi:

1. Deszczowanie:
0 – obiekty niedeszczowane (kontrolne),
W – obiekty deszczowane przy spadku wilgotności gleby do 75% PPW;

jednorazowa dawka wody wynosiła 30 mm.

2. Nawożenie:

0 – obiekty nienawożone (kontrolne),

N_1 – 233 kg NPK·ha⁻¹ (przy stosunku N : P : K jak 1 : 0,43 : 1,2),

N_2 – 280 kg NPK·ha⁻¹ (dawka o 20% wyższa w porównaniu do N_1 , przy czym obie te dawki wysiewano dwoma sposobami rzutowo (na całą powierzchnię) i rzędowo.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie, a jako kryterium istotności różnic przyjęto najmniejszą istotną różnicę (NIR).

Przedplonem ziemniaka była pszenica ozima. Ziemniaki sadzono corocznie w drugiej lub trzeciej dekadzie kwietnia, a zbierano w trzeciej dekadzie sierpnia. Wszystkie zabiegi uprawowe wykonano zgodnie z zasadami nowoczesnej agrotechniki. Nie stosowano obornika, rozstawa rzędów wynosiła 75 cm, a obsada ok. 41–42 tys. szt. na ha. Podczas zbioru pobrano próby bulw do oznaczeń składu chemicznego (10 roślin z każdego poletka).

W bulwach oznaczono zawartość:

- suchej masy (metodą suszarkową),
- skrobi (na wadze Reimanna),
- cukrów redukujących (metodą kolorymetryczną Nelsona),
- azotu ogólnego (metodą Kiejdahla),
- fosforu (kolorymetrycznie),
- potasu i wapnia (metodą fotometrii płomieniowej),
- magnezu (metodą ASA).

Przebieg pogody w latach prowadzenia badań był zróżnicowany. Sumy opadów w okresie od sadzenia do zbioru ziemniaka wahały się od 192 mm w 1999 r. do 321 mm w roku 2001. Średnia wieloletnia (1950–2000) dla tego okresu wynosi 280 mm. Sumy średnich temperatur dobowych kolejnych okresów wegetacji ziemniaka wahały się od 1925 do 1965°C i były wyższe od przeciętnej dla wielolecia.

Wyniki badań

Zawartość suchej masy, skrobi oraz cukrów redukujących ma decydujący wpływ na ocenę przydatności bulw jako surowca do przetwórstwa spożywczego. W trzyletnim okresie badań średnia zawartość suchej masy w bulwach odmiany Karlena wynosiła 25,4%, wahała się od 25,0% w 2000 r. do 25,8% w 1999 roku i była odwrotnie proporcjonalna do ilości opadów w okresie wegetacji (tab. 1). Także nawożenie istotnie różnicowało zawartość tej cechy. Wyraźnie więcej suchej masy stwierdzono w ziemniakach zebranych z poletek kontrolnych. Niezależnie od sposobu wysiewu nawozu wraz ze wzrostem dawki NPK zawartość suchej masy w bulwach zmniejszała się o 0,6–0,8%. Należy zaznaczyć, że zarówno sposób nawożenia, jak i deszczowanie, nie wpływały na omawianą cechę.

Średnia zawartość skrobi w bulwach ziemniaka w okresie prowadzenia badań wynosiła 17%, wahała się od 16,5 do 17,4% (tab. 2) i była odwrotnie proporcjonalna do ilości opadów w poszczególnych latach badań. Kierunek i zakres zmian w zawartości skrobi spowodowany wpływem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego był podobny jak w przypadku zawartości suchej masy, co jest zrozumiałe, bowiem te dwie cechy są ściśle skorelowane.

Tabela 1; Table 1

Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaków w %
Content of dry matter in potato tubers in per cent

Obiekty; Objects		Deszczowanie; Sprinkling		Średnio; Average	
		O	W		
Nawożenie Fertilization	0	26,4	26,1	26,3	
	rzutowe broadcast manner	N ₁	25,5	25,7	25,6
		N ₂	25,1	24,8	25,0
	średnio rzutowe average of broadcast manner		25,3	25,3	25,3
	rzędowe row-like manner	N ₁	25,8	25,4	25,6
		N ₂	24,9	24,7	24,8
średnio rzędowe average of row-like manner		25,3	25,1	25,2	
Lata Years	1999	26,1	25,5	25,8	
	2000	25,4	25,2	25,3	
	2001	25,0	25,1	25,0	
Średnio; Average		25,5	25,3	25,4	
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} dla; for					
– deszczowania; sprinkling			r.n.; n.s.		
– nawożenia; fertilization			0,67		
– lat; years			0,70		

O; W – objaśnienia w „Materiał i metody”; explanations see „Materiał i metody”

Tabela 2; Table 2

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaków w %
Content of starch in potato tubers in per cent

Obiekty; Objects		Deszczowanie; Sprinkling		Średnio; Average	
		O	W		
Nawożenie Fertilization	0	18,7	17,6	18,2	
	rzutowe broadcast manner	N ₁	16,8	16,8	16,8
		N ₂	16,8	16,6	16,7
	średnio rzutowe average of broadcast manner		16,8	16,7	16,8
	rzędowe row-like manner	N ₁	16,6	16,7	16,7
		N ₂	16,4	16,6	16,5
średnio rzędowe average of row-like manner		16,5	16,7	16,6	
Lata Years	1999	17,6	17,2	17,4	
	2000	17,2	16,8	17,0	
	2001	16,4	16,6	16,5	
Średnio; Average		17,1	16,9	17,0	
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} dla; for					
– deszczowania; sprinkling			r.n.; n.s.		
– nawożenia; fertilization			0,53		
– lat; years			0,76		

O; W – objaśnienia w „Materiał i metody”; explanations see „Materiał i metody”

Zdecydowanie najwięcej skrobi zawierały ziemniaki zebrane z obiektów kontrolnych. Na obiektach nawożonych zawartość tego składnika była istotnie niższa, ale różnice między poszczególnymi wariantami nawozowymi były niewielkie. Deszczowanie nie różnicowało istotnie zawartości skrobi w bulwach ziemniaka.

W tabeli 3 zamieszczono dane dotyczące zawartości cukrów redukujących w bulwach. Z tabeli tej wynika, że czynniki doświadczenia (deszczowanie i zróżnicowane nawożenie mineralne) nie zmieniały ich. Zawartość cukrów redukujących w bulwach różniła się w poszczególnych latach badań i w sezonach o wyższych opadach była większa.

Tabela 3; Table 3

Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of reducing sugars in potato tubers ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekty; Objects		Deszczowanie; Sprinkling		Średnio; Average	
		O	W		
0		1,3	1,3	1,3	
Nawożenie Fertilization	rzutowe broadcast manner	N ₁	1,4	1,4	1,4
		N ₂	1,3	1,5	1,4
	średnio rzutowe average of broadcast manner		1,3	1,5	1,4
	rzędowe row-like manner	N ₁	1,2	1,4	1,3
		N ₂	1,4	1,5	1,5
średnio rzędowe average of row-like manner		1,3	1,4	1,4	
Lata Years	1999	1,1	1,3	1,2	
	2000	1,3	1,3	1,3	
	2001	1,5	1,5	1,5	
Średnio; Average		1,3	1,4	1,3	
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} dla; for					
– deszczowania; sprinkling			r.n.; n.s.		
– nawożenia; fertilization			r.n.; n.s.		
– lat years			r.n.; n.s.		

O; W – objaśnienia w „Materiał i metody”; explanations see „Materiał i metody”

Niewielkie zmiany zawartości suchej masy i skrobi spowodowane deszczowaniem i nawożeniem powodowały pogorszenie jakości bulw jako surowca do przetwórstwa. Dotychczasowe badania nie przesądziły jednoznacznie co do kierunku i wielkości zmian w zawartości suchej masy i skrobi w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego i deszczowania. Z badań m.in. BUNIAKA [1995], GŁUSKI [1997] i TRYBAŁY [1992] wynika, że deszczowanie zmniejsza zawartość suchej masy w bulwach. Są też badania [ROJEK 1983; ZBIĘĆ i in. 1989; DZIENIA i in. 1991], w których deszczowanie nie modyfikowało ilości suchej substancji w bulwach. W większości dotychczasowych przeprowadzonych badań [m.in. BORÓWCZAK 1981; ROJEK 1983; DZIEKANOWSKI i in. 1992; TRYBAŁA 1992] stwierdzono, że wraz ze wzrostem nawożenia mineralnego zmniejsza się w bulwach zawartość suchej masy.

Przeciętna zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka wynosiła: 12,6 g N·kg⁻¹, 2,4 g P·kg⁻¹, 20,1 g K·kg⁻¹, 2,0 g Ca·kg⁻¹ i 1,0 g Mg·kg⁻¹ (tab. 4). W

badaniach przeprowadzonych przez innych autorów [BORÓWCZAK 1981; CZEKAŁA, GŁADYSZIEK 1995; MAZURCZYK 1994] zawartości omawianych pierwiastków były porównywalne. Zastosowane zabiegi agrotechniczne modyfikowały zawartość składników mineralnych w bulwach. Na obiektach nawożonych, w porównaniu do kontrolnych, wzrosła w bulwach zawartość N o 8–22%, P o 20–30%, K o 5–10% i Ca o 19 do 37% zależnie od dawki NPK i sposobu nawożenia. Przy stosowaniu tej samej ilości NPK, ziemniaki nawożone sposobem rzędomym zawierały na ogół więcej badanych pierwiastków niż nawożone tradycyjnie. Deszczowanie istotnie obniżyło procentową zawartość azotu i potasu w bulwach.

Tabela 4, Table 4

Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka w g·kg⁻¹ s.m. (średnio z 3 lat)
Content of macroelemnts in potato tubers in g·kg⁻¹ DM (average for 3 years)

Obiekty; Objects		N	P	K	Ca	Mg	
Nawożenie Fertilization	0	11,2	2,0	19,0	1,6	1,0	
	rzutowe broadcast manner	N ₁	12,1	2,4	20,0	1,9	1,0
		N ₂	13,3	2,6	20,4	2,2	0,9
	średnio rzutowe average of broadcast manner		12,7	2,5	20,2	2,1	1,0
	rzędowe row-like manner	N ₁	12,7	2,6	20,3	2,1	1,0
		N ₂	13,7	2,6	20,9	2,2	0,9
średnio rzędowe average of row-like manner		13,2	2,6	20,6	2,2	1,0	
Deszczowanie Sprinkling	O	13,2	2,4	20,6	1,9	1,0	
	W	12,0	2,5	19,6	2,1	0,9	
Średnio; Average		12,6	2,4	20,1	2,0	1,0	
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} dla; for							
– deszczowania; sprinkling		1,0	r.n.; n.s.	0,8	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	
– nawożenia; fertilization		1,3	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	

O; W – objaśnienia w „Materiał i metody”; explanations see „Materiał i metody”

Ziemniaki skrobiowe wykorzystywane są nie tylko do celów przetwórczych lecz stanowią także bardzo dobrą paszę. O ich wartości paszowej decyduje nie tylko zawartość określonych związków mineralnych, ale także wzajemne proporcje między nimi. Od nich bowiem w dużym stopniu zależy metabolizm oraz równowaga mineralna w organizmie zwierzęcym. Obliczone stosunki między niektórymi pierwiastkami zestawiono w tabeli 5.

Stosunek Ca : P w bulwach uprawianych ziemniaków wynosił średnio 0,8. Według [MAYLANDA i in. 1976] optymalny stosunek tych pierwiastków powinien wynosić 0,5–2,0, zaś według LECHMANA [1973] – 1,5. Zarówno deszczowanie jak i nawożenie mineralne nie tylko nie pogarszało tego stosunku, ale w niewielkim stopniu go poprawiało. Bardzo ważne, z punktu widzenia zdrowotności zwierząt, są ilość i proporcje między potasem, wapniem i magnezem. Stosunek ten był za duży w porównaniu do zalecanego [GRUNES i in. 1978]. Należy zaznaczyć, że deszczowanie i zróżnicowane nawożenie obniżało stosunek K : (Ca + Mg) i K : Ca, a więc działało korzystnie na poprawę jakości paszy.

Tabela 5; Table 5

Stosunki makroelementów w bulwach ziemniaka (średnio z 3 lat)
 Macroelements ratios in potato tubers (average for 3 years)

Obiekty; Objects		Ca : P	K : (Ca+Mg)	K : Ca	K : Mg	P : Mg	
Nawożenie Fertilization	0	0,80	7,30	11,87	1,90	2,00	
	rzutowe broadcast manner	N ₁	0,79	6,89	10,52	2,00	2,40
		N ₂	0,84	6,58	9,27	2,27	2,88
	średnio rzutowe average of broadcast manner		0,82	6,74	9,90	2,14	2,64
	rzędowe row-like manner	N ₁	0,80	6,54	9,66	2,23	2,60
		N ₂	,84	6,74	9,50	2,32	2,88
średnio rzędowe average of row-like manner		0,82	6,64	9,58	2,28	2,74	
Deszczowanie Sprinkling	O	0,80	7,10	10,84	2,06	2,40	
	W	0,84	6,53	9,33	2,18	2,77	
Średnio; Average		0,82	6,82	10,09	2,12	2,59	

O; W – objaśnienia w „Materiał i metody”; explanations see „Materiał i metody”

Wnioski

1. Decydujący wpływ na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach odmiany Karlena miał przebieg pogody. Wraz ze wzrostem ilości opadów zmniejszała się zawartość tych składników w bulwach.
2. Zarówno deszczowanie jak i stosowane nawożenie mineralne modyfikowało skład chemiczny bulw. Ziemniaki deszczowane zawierały mniej azotu i potasu, a nawożone, istotnie więcej azotu oraz nieco więcej fosforu, potasu i wapnia, w porównaniu do zebranych z obiektów kontrolnych.
3. Niewielkie zmiany składu chemicznego bulw, spowodowane deszczowaniem i zróżnicowanym nawożeniem, nie pogarszały jakości bulw, zarówno jako surowca do produkcji chipsów jak i paszy.

Literatura

- BORÓWCZAK F. 1981. *Zmiany w składzie chemicznym ziemniaków pod wpływem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego*. Roczn. AR Poznań 128, Roln. 24: 11–27.
- BUNIAK W. 1995. *Nawadnianie a cechy użytkowe składu jakościowego ważniejszych roślin uprawnych*. Zesz. Nauk. AR Wrocław 267, Konf. IX: 255–262.
- CZEKAŁA J., GŁADYSZEK S. 1995. *Działanie niektórych czynników na zawartość makroskładników w bulwach ziemniaków*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 42a: 55–58.
- DZIEKANOWSKI A., CIEĆKO Z., NOWAK G. 1992. *Zawartość podstawowych makro- i mikroskładników w bulwach w zależności od poziomu nawożenia azotem*. Zesz. Nauk. ATR Olsztyn 54: 117–126.

- DZIENIA S., PISKIER T., WERESZCZAK J. 1991. *Wpływ uprawy i nawożenia na plonowanie i jakość bulw ziemniaka*. Zesz. Nauk. AR Kraków 34: 263–270.
- GLUSKA A. 1997. *Wpływ nawadniania na jakość plonu ziemniaka*. Ziemniak Polski 3/97: 7–10.
- GRUNES D.L., STONT P.R., BROWNELL J.R. 1978. *Grass teany of ruminants*. Advances in Agronomy 19: 432–439.
- LECHMAN K. 1973. *Działanie różnych form azotu i magnezu na plony ziemniaków oraz zawartość składników pokarmowych*. Roczn. Nauk Roln., Ser. A 87: 73–82.
- LESIŃSKA G. 2000. *Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych*. Konf. Nauk „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”, Polanica Zdrój 8–11 V 2000 r.
- LESZCZYŃSKI W. 1994. *Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 41/46(6): 55–68.
- LESZCZYŃSKI W. 2002. *Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 47–64.
- MAYLAND H.F., GRUNES D.L., LAZAR V.A. 1976. *Grasstetany hazard of cereal forage based upon chemical composition*. Agron. J. 68: 665–667.
- MAZURCZYK W. 1994. *Skład chemiczny dojrzałych bulw 30 odmian ziemniaka*. Biul. Inst. Ziemn. 44: 55–62.
- ROJEK S. 1983. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na jakość plonów ziemniaka*. Zesz. Nauk. AR Wrocław 142, Melior. 24: 119–126.
- ROZTROPOWICZ S. 1989. *Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka*. Fragm. Agronom. VI 1(21): 33–74.
- TRYBAŁA M. 1992. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon i jakość ziemniaków na glebie lekkiej*. Zesz. Nauk. AR Wrocław 212, Melior. XLI: 83–91.
- ZBIEĆ I., KARCZMARCZYK ST., KOSZAŃSKI Z. 1989. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na wielkość plonu oraz niektóre cechy jakościowe ziemniaków*. Roczn. Nauk. Roln. Ser. A 108(1): 93–100.
- ZGÓRSKA K., FRYDECKA-MAZURCZYK A. 2000. *Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Biul. IIR 213: 239–251.

Słowa kluczowe: ziemniak, deszczowanie, zróżnicowane nawożenie, skład chemiczny

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu deszczowania oraz różnych dawek i sposobów nawożenia na skład chemiczny bulw ziemniaka skrobiowego odmiany Karlana uprawianej w rejonie Wrocławia.

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1999–2001 w Stacji Badawczej Samotwór k. Wrocławia na glebie kompleksu żyniego dobrego. Czynniki eksperymentu było: deszczowanie, nawożenie mineralne (dawki 233 kg

NPK·ha⁻¹ i 280 kg NPK·ha⁻¹ przy stałym stosunku N : P : K jak 1 : 0,43 : 1,2) i sposób nawożenia (rzutowy i rzędowy). W bulwach oznaczono zawartość suchej masy, skrobi i cukrów redukujących oraz N, P, K, Ca i Mg.

Zarówno deszczowanie jak i stosowane nawożenie modyfikowało skład chemiczny bulw. Ziemiaki deszczowane zawierały mniej N i K, a nawożone istotnie więcej azotu oraz nieco więcej P, K i Ca w porównaniu do zebranych z obiektów kontrolnych. Niewielkie zmiany składu chemicznego bulw spowodowane deszczowaniem i zróżnicowanym nawożeniem, nie pogarszały jakości ziemiaka, zarówno jako surowca do produkcji chipsów jak i z przeznaczeniem na paszę.

EFFECT OF SPRINKLING AND DIFFERENTIATED MINERAL FERTILIZATION ON CHEMICAL COMPOSITION OF STARCH POTATO GROWN IN THE WROCLAW REGION

Lech Nowak, Agnieszka Kruhlak, Zenobiusz Dmowski
Department of Agricultural Basis for Environmental Management,
Agricultural University, Wrocław

Key words: potato, sprinkling, differentiated fertilization, chemical composition

Summary

The aim of the study was to determine the effect of sprinkling and different doses and ways of fertilization on chemical composition of starch potato tubers of Karlena cultivar grown in the Wrocław region.

Exact field experiments were carried out in 1999–2001, at the Samotwór Testing Station near Wrocław, on good rye complex soil. The experimental variables were: sprinkling, mineral fertilization (at 233 kg NPK·ha⁻¹ and 280 kg NPK·ha⁻¹, at constant N : P : K share, equal to 1 : 0.43 : 1.2) and the way of fertilization (broadcast or row). The contents of dry matter, starch, reducing sugars, and N, P, K, Ca and Mg were determined in the tubers.

Both sprinkling and fertilization applied modified the chemical composition of bulbs. Sprinkled potatoes contained less N and K, while the fertilized ones – significantly more nitrogen and a bit more of P, K and Ca, as compared with control. The moderate changes in chemical composition of tubers caused by sprinkling and differentiated fertilization had no adverse effect on potato quality, both as raw material for producing chips and as fodder material.

Prof. dr hab. Lech Nowak
Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza
pl. Grunwaldzki 24
50–363 WROCLAW
e-mail: hd@ozi.ar.wroc.pl