

WPLYW NASTĘPSTWA ROŚLIN I NAWOŻENIA NA PLONOWANIE ORAZ SKŁAD CHEMICZNY BULW ZIEMNIAKA ODMIANY SANTE*

Andrzej Bleharczyk, Irena Małecka, Tomasz Piechota,
Zuzanna Sawinska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. Badania przeprowadzono w latach 2000-2006 w Stacji Badawczej Brody (52°26' N; 16°18' E), należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na obiektach wieloletniego doświadczenia założonego w 1957 roku. Ziemniak uprawiano w 7-polowym zmianowaniu oraz w monokulturze ciągłej, w warunkach zróżnicowanego nawożenia (kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPK). Plon bulw ziemniaka uprawianego w monokulturze był o 50,8% mniejszy niż w zmianowaniu. Największy plon bulw uzyskano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK; zastosowanie samego obornika bądź nawożenia wyłącznie mineralnego obniżyło plon bulw odpowiednio o 14,6 i 22,8%. Obornik, zwłaszcza stosowany łącznie z NPK, wpłynął korzystnie na zawartość N, P, K i Mg w bulwach w porównaniu z nawożeniem wyłącznie mineralnym, obniżał natomiast zawartość suchej masy, skrobi oraz wapnia.

Słowa kluczowe: ziemniak, doświadczenie wieloletnie, zmianowanie, monokultura, nawożenie organiczne i mineralne, skład chemiczny bulw

WSTĘP

Ziemniak uważany jest za roślinę o niewielkich wymaganiach przedplonowych, jednak wysoki poziom jego plonowania można uzyskać tylko w warunkach odpowiedniej kultury gleby. W przeszłości czynnikiem ograniczającym częstą uprawę ziemniaka po sobie było nadmierne namnożenie w glebie mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) [Piskorz i Roszak 1990, Starczewski i Turska 1998, Zimny i Oliwa 2000]. Wprowadzenie do uprawy odmian odpornych na mątwika (najczęściej na patotyp Ro1) stworzyło możliwości większej tolerancji w zakresie doboru przedplonów dla ziemniaka, nie rozwiązało jednak w pełni zagrożenia wynikającego z dużego udziału ziemniaka

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Andrzej Bleharczyk, Katedra Uprawy Roli i Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, e-mail: blechar@up.poznan.pl

* Opracowanie wykonane w ramach projektu nr 2 P06R 049 27 finansowanego przez MNiSzW

w zmianowaniu. Zbyt częsta uprawa odmian mątwikoodpornych powoduje niebezpieczeństwo pojawienia się innych niż Ro1 patotypów mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) oraz mątwika agresywnego (*Globodera pallida*).

Wśród czynników agrotechnicznych decydujących o plonowaniu ziemniaka ważną rolę odgrywa rodzaj nawożenia. Reakcja ziemniaka na nawożenie była przedmiotem studiów szeregu doświadczeń wieloletnich [Mercik i Stępień 1988, Kuszelewski i Łąbętowicz 1992, Jarecki i in. 1993, Körschens 1999, Blecharczyk i Małecka 2000, Sądej i in. 2004]. Dotychczasowe wyniki wskazują, że korzystniejszy wpływ na kształtowanie plonów roślin mają nawozy mineralne niż obornik. Większe znaczenie może mieć natomiast stosowanie obornika w przypadku uprawy późnych odmian ziemniaka, gdyż istnieją dogodne warunki do pobierania składników pokarmowych w okresie jego intensywnego rozkładu w glebie. Obornik wpływa także dodatkowo na fizykochemiczne właściwości gleby. Znaczenie tego nawozu w uprawie ziemniaka może wzrastać w zmianowaniach uproszczonych, w warunkach nasilonego występowania agrofagów i pogarszania się właściwości gleby [Mercik i Stępień 1988, Zawisłak i Tyburski 1992, Starczewski i Turska 1998, Blecharczyk i Małecka 2002]. Nawożeniu przypisuje się również dużą rolę w kształtowaniu składu chemicznego bulw ziemniaka [Roztropowicz 1989, Kanal i Kuldkeep 1993, Vos 1996, Ciecko i in. 2000, Głuska 2000, Allison i in. 2001, Płaza 2004, Sądej i in. 2004, Haase i in. 2007, Nyiraneza i Snapp 2007].

Celem badań była ocena plonowania oraz składu chemicznego bulw ziemniaka odmiany Sante uprawianego w różnych systemach następstwa roślin w zależności od wieloletniego zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000-2006 w oparciu o statyczne doświadczenie założone w 1957 roku w Zakładzie Doświadczalnym w Brodach (52°26' N; 16°18' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych, klasy bonitacyjnej IIIb-IVa. Powierzchnia poletek wynosiła 55 m².

Ziemniak mątwikoodpornej odmiany Sante uprawiano w 7-polowym zmianowaniu (ziemniak – jęczmień jary – lucerna – lucerna – rzepak jary – pszenica ozima – żyto ozime) oraz w monokulturze. Doświadczenie obejmowało 11 wariantów nawożenia, z których w opracowaniu uwzględniono następujące: 1 – obiekt kontrolny bez nawożenia, 2 – obornik, 3 – obornik + NPK, 4 – NPK. Corocznie stosowano nawożenie mineralne i organiczne w następujących dawkach na 1 ha: N – 90 kg, P – 26 kg, K – 100 kg, obornik – 30 t. Ochronę chemiczną plantacji przed agrofagami prowadzono według powszechnie obowiązujących zaleceń.

Po zbiorze roślin określono plon bulw oraz elementy jego struktury na podstawie liczby bulw z 1 rośliny i średniej masy 1 bulwy. W świeżej masie bulw oznaczono zawartość skrobi na wadze Reimana-Parowa. W suchej masie bulw oznaczono: zawartość azotu ogólnego (metodą Kjeldahla), fosforu i magnezu (kolorymetrycznie), potasu i wapnia (metodą fotometrii płomieniowej).

W latach 2001-2006 średnie temperatury w okresie kwiecień – maj kształtowały się w zakresie 14,9-16,7°C i były wyższe niż w wieloleciu 1961-1999 (14,1°C) (tab. 1). Najmniejszą sumę opadów podczas wegetacji ziemniaka odnotowano w 2003 roku

(213,1 mm), natomiast największą – w 2001 roku (435,5 mm). Najmniej korzystny rozkład opadów wystąpił w ostatnim roku badań (2006), w którym od czerwca do lipca odnotowano tylko 12% normy z wielolecia, co potwierdzają wyliczone współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa.

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka (kwiecień – wrzesień)
Table 1. Weather conditions during potato vegetation from April to September

Miesiąc Month	Rok – Year							Średnia Mean 1961–1999
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Temperatura – Temperature, °C								
IV	11,6	8,1	8,8	8,2	10,0	8,8	8,7	7,5
V	15,8	14,8	16,7	16,0	13,6	12,8	13,7	12,8
VI	18,0	15,3	18,2	19,8	16,3	16,4	19,9	16,2
VII	16,3	20,3	20,4	19,6	17,3	19,7	24,4	17,7
VIII	18,4	19,2	20,9	20,7	19,1	16,9	17,4	17,1
IX	12,5	11,9	13,8	14,8	13,7	15,6	16,3	13,1
Średnia – Mean	15,4	14,9	16,5	16,5	15,0	15,0	16,7	14,1
Opady – Precipitation, mm								
IV	15,8	37,3	33,2	21,1	23,3	19,2	47,2	39,1
V	39,4	34,7	48,9	20,1	44,3	86,2	41,4	56,1
VI	44,1	75,6	52,6	35,0	58,8	39,8	7,7	66,7
VII	94,2	53,4	40,6	96,7	59,6	126,5	9,9	77,3
VIII	71,6	94,7	129,5	9,0	57,4	81,6	188,7	60,9
IX	57,9	139,8	48,9	31,2	43,2	37,5	24,5	48,3
Suma – Total	323,0	435,5	353,7	213,1	286,6	390,8	319,4	348,4
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa – Sielianinov hydrothermic coefficient*								
IV	0,5	1,5	1,3	0,9	0,8	0,7	1,8	1,7
V	0,8	0,8	0,9	0,4	1,1	2,2	1,0	1,4
VI	0,8	1,6	1,0	0,6	1,2	0,8	0,1	1,4
VII	1,9	0,8	0,6	1,6	1,1	2,1	0,1	1,4
VIII	1,3	1,6	2,0	0,1	1,0	1,6	3,5	1,1
IX	1,5	3,9	1,2	0,7	1,1	0,8	0,5	1,2
Średnia – Mean	1,1	1,7	1,2	0,7	1,0	1,4	1,2	1,4

* ≤0,5 – susza – drought, 0,6-1,0 – posucha – semi-drought, 1,1-2,0 – wilgotno – moist, >2,0 – mokro – wet

WYNIKI I DISKUSJA

Średni poziom plonowania ziemniaka w zmianowaniu, dla uwzględnionych w opracowaniu obiektów nawozowych, wynosił za 7-letni okres badawczy 30,1 t·ha⁻¹ (tab. 2). W warunkach monokultury plon bulw kształtował się na poziomie 14,8 t·ha⁻¹ i był o 50,8% mniejszy w stosunku do zmianowania. W latach badań odnotowano dużą zmienność poziomu plonowania, od 21,1 do 37,6 t·ha⁻¹ w zmianowaniu oraz od 8,7 do 25,2 t·ha⁻¹ w monokulturze. Najmniejsze plony zebrano w roku 2006, w którym wystąpił najmniej korzystny rozkład opadów, oraz w roku 2004. Negatywny wpływ monokultury w najmniejszym stopniu zaznaczył się w 2000 r., w którym obniżenie plonu w porównaniu ze zmianowaniem wynosiło 33,0%, w największym natomiast w 2002 r. (zmniejszenie plonu o 63,5%).

Tabela 2. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plon bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
 Table 2. Effect of crop sequence and fertilization on tuber yield of potato, t·ha⁻¹

Obiekt Treatment	Rok – Year							Średnia Mean
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Następstwo – Crop sequence								
Zmianowanie Crop rotation	37,6	35,3	34,0	32,3	21,9	28,8	21,1	30,1
Monokultura Monoculture	25,2	16,2	12,4	19,3	9,0	12,5	8,7	14,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,5	3,6	2,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0
Nawożenie – Fertilization								
Obiekt kontrolny Control	19,5	15,4	11,8	16,0	7,4	8,8	9,0	12,6
Obornik Manure	34,0	29,5	26,0	28,1	16,4	24,7	17,2	25,1
Obornik Manure + NPK	40,6	32,0	30,6	32,4	23,1	29,1	18,0	29,4
NPK	31,5	25,9	24,3	26,4	15,1	20,0	15,4	22,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,1	4,1	4,0	2,2	2,0	1,8	1,6	1,2

W doświadczeniach wieloletnich przeprowadzonych w Polsce w latach 1963-1991 średnie obniżenie plonu ziemniaka w monokulturze dla odmian tradycyjnych wynosiło 38%, natomiast dla mątwikoodpornych 18,3% w stosunku do uprawy w zmianowaniu [Zawiślak i Tyburski 1992]. Większe niżki plonu ziemniaka uprawianego w monokulturze (o 48%) zanotowano w najstarszym doświadczeniu wieloletnim w Polsce wykonywanym w Skierniewicach [Mercik i Stępień 1988]. W badaniach Rychcika i Zawiślak [1998] plony ziemniaka w 16-20-letniej monokulturze w Bałcynach były o 17-33% niższe, a w roku krytycznie suchym obniżenie plonu dochodziło do 43-83% w zależności od odmian i intensywności ochrony przed agrofagami. Zimny i Oliwa [2000] w doświadczeniu prowadzonym od 1984 roku w Swojcu odnotowali plony ziemniaka w dwupolowym płodozmianie większe średnio o 19% w porównaniu z plonami uzyskanymi po 12-14-letniej monokulturze. W innym doświadczeniu (wykonywanym w Swojcu od 1971 roku) redukcja plonu ziemniaka w 22-25-letniej monokulturze wynosiła 23% [Parylak i Tendziagolska 2001].

W obu systemach następstwa roślin największy plon bulw uzyskano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK (29,4 t·ha⁻¹); zastosowanie samego obornika bądź nawożenia wyłącznie mineralnego obniżyło plon bulw odpowiednio o 14,6 i 22,8%. W innych doświadczeniach wieloletnich notowano często większe plony bulw ziemniaka po nawożeniu mineralnym niż obornikiem, ale w warunkach wyższego poziomu nawożenia mineralnego [Mercik i Stępień 1988, Kuszelewski i Łabętowicz 1992, Körschens 1999].

Zmniejszenie plonu bulw w monokulturze było rezultatem obniżenia liczby bulw pod 1 rośliną (o 39,1%) oraz średniej masy 1 bulwy (o 21,4%) (tab. 3). Najkorzystniej na liczbę i średnią masę bulw wpłynęło łączne nawożenie obornikiem z NPK. Ujemny wpływ uprawy ziemniaka po sobie na średnią liczbę i masę bulw 1 rośliny potwierdzają również wyniki innych prac [Piskorz i Roszak 1990, Rychcik i Zawiślak 1998, Starczewski i Turska 1998, Zimny i Oliwa 2000].

Tabela 3. Elementy plonowania oraz zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka (średnia z lat 2000-2006)

Table 3. Yield elements, content of dry matter and starch in potato tubers (mean for 2000-2006)

Obiekt Treatment	Liczba bulw z rośliny No. of tubers per plant	Masa 1 bulwy Weight of one tuber g	Sucha masa Dry matter %	Skrobia Starch %
Następstwo – Crop sequence				
Zmianowanie – Crop rotation	8,7	65,3	21,5	14,2
Monokultura – Monoculture	5,3	51,3	21,3	13,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,8	3,8	ni – ns	ni – ns
Nawożenie – Fertilization				
Obiekt kontrolny – Control	4,6	48,8	22,1	14,4
Obornik – Manure	7,6	61,9	20,5	13,4
Obornik – Manure + NPK	8,6	64,1	20,6	13,4
NPK	7,2	58,4	22,3	15,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,0	7,2	0,5	0,3

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

Nawożenie w większym stopniu niż następstwo roślin różnicowało zawartość suchej masy, skrobi oraz makropierwiastków (N, P, K, Ca i Mg) w bulwach ziemniaka (tab. 3 i 4). Nawożenie obornikiem oraz obornikiem z NPK zmniejszyło zawartość suchej masy, skrobi oraz wapnia w bulwach, natomiast zwiększyło koncentrację azotu, potasu, fosforu i magnezu w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego bez nawożenia (kontrola) oraz nawożenia wyłącznie mineralnego NPK. Ujemny wpływ wysokich dawek nawożenia azotem na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka znajduje potwierdzenie w dotychczasowym piśmiennictwie [Roztropowicz 1989, Jarecki i in. 1993, Blecharczyk i Małecka 2000, Sądej i in. 2004].

Tabela 4. Zawartość makroelementów w suchej masie bulw ziemniaka, g·kg⁻¹ (średnia z lat 2000-2006)Table 4. Content of macroelements in the dry matter of potato tubers, g·kg⁻¹ (mean for 2000-2006)

Obiekt – Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Następstwo – Crop sequence					
Zmianowanie – Crop rotation	14,9	3,4	14,8	0,60	0,79
Monokultura – Monoculture	14,9	3,6	15,9	0,59	0,82
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
Nawożenie – Fertilization					
Obiekt kontrolny – Control	14,1	3,3	13,3	0,68	0,77
Obornik – Manure	15,2	3,7	18,4	0,52	0,83
Obornik – Manure + NPK	15,8	3,8	18,4	0,51	0,85
NPK	14,6	3,2	11,4	0,68	0,76
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,7	0,2	0,9	0,08	0,05

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

Korzystny wpływ nawożenia organicznego w stosunku do mineralnego na zawartość makropierwiastków wykazano w badaniach innych autorów [Jarecki i in. 1993,

Płaza 2004, Sądej i in. 2004, Nyiraneza i Snapp 2007]. Zależność ta jest rezultatem lepszego zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe z obornika oraz ich stopniowego udostępniania w okresie wegetacji.

WNIOSKI

1. Uprawa ziemniaka w 42-49-letniej monokulturze spowodowała zmniejszenie plonu bulw o 50,8% w porównaniu ze zmianowaniem oraz obniżenie liczby bulw pod jedną rośliną i średniej masy jednej bulwy.

2. Nawożenie obornikiem, zwłaszcza łącznie z NPK, wpłynęło korzystniej na poziom plonowania ziemniaka oraz zawartość N, P, K i Mg w bulwach niż nawożenie wyłącznie mineralne, obniżało natomiast zawartość suchej masy, skrobi oraz wapnia.

PIŚMIENNICTWO

- Allison M., Fowler J., Allen E., 2001. Responses of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. *J. Agric. Sci.* 136, 407-426.
- Blecharczyk A., Małeczka I., 2000. Reakcja ziemniaków na nawożenie organiczne i mineralne w doświadczeniu wieloletnim. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura* 84, 41-46.
- Ciećko Z., Wyszowski M., Żołnowski A., Krzywy J., 2000. Zmiany zawartości niektórych składników mineralnych w bulwach ziemniaka pod wpływem nawożenia NPK i Mg. *Biuletyn IHAR* 213, 125-129.
- Głuska A., 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. *Biul. IHAR* 213, 173-178.
- Haase T., Schüller C., Hess J., 2007. The effect of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total and graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. *Europ. J. Agron.* 26, 187-197.
- Jarecki M., Krzywy E., Wołoszyk C., 1993. Wpływ obornika i gnojowicy na plon i jakość ziemniaka w doświadczeniach statycznych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk.* 37(2), 161-169.
- Kanal A., Kuldkeep P., 1993. Direct and residual effect of different organic fertilizers on potato and cereals. *J. Agron. Crop. Sci.* 171, 185-195.
- Körschens M., 1999. Yield and quality of products depending on different fertilization in the last 20 years in the static fertilization experiment at Bad Lauchstädt. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465, 25-38.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., 1992. Wpływ nawożenia mineralnego o różnym zrównoważeniu składników pokarmowych i trwałego stosowania obornika na plony roślin w zmianowaniu. Cz. I. Trwałe doświadczenie nawozowe w Łyczynie (1960-1985). *Rocz. Nauk Rol. A* 109(3), 81-93.
- Mercik S., Stępień W., 1988. Plonowanie żyta, pszenicy i ziemniaków w zależności od wieloletniego zróżnicowanego nawożenia i zmianowania. Cz. III. Ziemniaki. *Mat. Symp. Rola nawożenia w podniesieniu produktywności i żywności gleb, Olsztyn, Cz. I*, 165-176.
- Nyiraneza J., Snapp S., 2007. Integrated management of inorganic and organic nitrogen and efficiency in potato systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71, 1508-1515.
- Parylak D., Tendziągolska E., 2001. Reakcja ziemniaka na długotrwałą uprawę w płodozmianach specjalistycznych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* 80, 153-159.
- Płaza A., 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(3), 1327-1334.

- Piskorz B., Roszak W., 1990. Uprawa ziemniaka w zmianowaniu i w monokulturze. Cz. I. Wpływ zwiększonego udziału ziemniaka w zmianowaniu na plonowanie, produktywność płodozmianu i strukturę roli. *Rocz. Nauk Rol. A* 108(4), 69-85.
- Roztropowicz S., 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 1, 33-76.
- Rychcik B., Zawiaślak K., 1998. Produkcyjność ziemniaka uprawianego w płodozmianie i w wieloletniej monokulturze. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo* 52(1), 183-189.
- Sądej W., Przekwas K., Bartoszewicz J., 2004. Zmienność plonu i składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego wieloletniego nawożenia. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(1), 83-92.
- Starzewski J., Turska E., 1998. Wpływ przedplonu i nawożenia organicznego na plon bulw ziemniaka uprawianego w płodozmianach o różnym stopniu wysycenia tą rośliną. *Rocz. Nauk Rol. A* 113(1-2), 121-132.
- Vos J., 1996. Input and offtake of nitrogen, phosphorus and potassium in cropping systems with potato as a main crop and sugar beet and spring wheat as subsidiary crops. *Europ. J. Agron.* 5, 105-114.
- Zawiaślak K., Tyburski J., 1992. The tolerance of root, industrial and fodder crops to continuous cultivation. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 55, 149-162.
- Zimny L., Oliwa T., 2000. Wpływ wieloletniej uprawy ziemniaka w specjalistycznych zmianowaniach dwupolowych i w monokulturze na zamątwiczenie gleby i plony bulw. *Fragm. Agron.* 1, 58-70.

EFFECT OF CROP SEQUENCE AND FERTILIZATION ON YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF POTATO TUBERS CV. SANTE

Abstract. The research was conducted during the years 2000-2006 on the base of a long-term study established in 1957, at the Experimental Station Brody (52°26' N; 16°18' E) belonging to the University of Life Sciences in Poznań. Potato was grown continuously and in seven-course crop rotation at four levels of fertilization: control without fertilization, farmyard manure, farmyard manure + NPK, NPK. In continuous cropping the mean yield of potato was lowered by 50.8% as compared with crop rotation for 7-year period. The highest yield of potato tubers was obtained after combined treatment with farmyard manure and NPK. Fertilization only with farmyard manure or NPK decreased the tuber yield by 14.6 and 22.8 per cent, respectively. Combined farmyard manure and NPK treatment had a favourite effect on N, P, K and Mg content in tubers compared to NPK plots, but decreased dry matter, Ca and starch contents.

Key words: potato, long-term experiment, crop rotation, continuous cropping, organic and mineral fertilization, chemical composition of tubers

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 18.07.2008