



Ziemniak przeznaczony na cele jadalne powinien odznaczać się wysokim plonem bulw, o jak najwyższych parametrach jakościowych [Głuska 2000; Gleń i in. 2002; Leszczyński 2002; Sawicka, Kuś 2002]. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest różnicowany przez oddziaływanie genotypu, środowiska i agrotechniki na roślinę ziemniaka w czasie wegetacji. Czynniki te wpływają na metabolizm rośliny, powodując kształtowanie się składu chemicznego bulw [Roztropowicz 1989; Leszczyński 2002]. Czynnikiem agrotechnicznym korzystnie oddziałującym na te cechy jest nawożenie organiczne [Mazur, Jułkowski 1982; Ceglarek, Płaza 2000; Leszczyński 2000]. Większość prac z tego zakresu dotyczy głównie nawożenia obornikiem, a również nawozy zielone i słoma zbóż, stosowane jako alternatywne formy nawożenia organicznego, mogą mieć istotny wpływ na zmianę składu chemicznego bulw ziemniaka. Próbę częściowego wypełnienia tej luki stanowi niniejsza praca, której celem jest określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia organicznego na skład chemiczny bulw ziemniaka.

#### METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 1997–2000 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach. Badania przeprowadzono na glebie zaliczanej pod względem systematycznym do działu gleby autogeniczne, rzędu gleby brunatnoziemne, typu gleba płowa wytworzona z piasku gliniastego mocnego. Pod względem przydatności rolniczej gleby te zaliczamy do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IVa. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15,0 m<sup>2</sup>. Badano następujące kombinacje nawożenia organicznego: obiekt standardowy (bez nawożenia organicznego), obornik 30 t/ha, wsiewki międzyplonowe (komonica zwyczajna 21,2 t/ha, życica wielokwiatowa 33,4 t/ha), wsiewki międzyplonowe ze słomą (komonica zwyczajna 21,2 t/ha + słoma 4,5 t/ha, życica wielokwiatowa 33,4 t/ha + słoma 4,5 t/ha).

Rośliną ochronną dla wsiewek międzyplonowych był jęczmień jary uprawiany na ziarno. Zbiór jęczmienia jarego przeprowadzono w fazie pełnej dojrzałości ziarna (III dek. lipca). Podczas zbioru określono plon słomy. Po zbiorze jęczmienia jarego w obiektach ze słomą rozdrobniono ją i pozostawiono, a w obiektach bez słomy zebrano i wywieziono ją z pola. Na poletkach życicy wielokwiatowej ze słomą stosowano wyrównawczą dawkę azotu w ilości 7 kg na 1 tonę słomy. Jesienią (III dek. października), przed przyoraniem międzyplonów, w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka pobrano średnie próby roślin łącznie z masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby w celu określenia

plonu świeżej masy. Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową.

W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia organicznego uprawiano ziemniaki jadalne. Wczesną wiosną, przed wysadzeniem ziemniaka, stosowano nawożenie mineralne w ilości: N – 90 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 90 kg/ha i K<sub>2</sub>O – 120 kg/ha. Bulwy wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka z każdego poletka pobrano średnie próby bulw w celu wykonania analiz chemicznych. W świeżej masie bulw oznaczono: zawartość skrobi (metodą Reimana), cukrów redukujących i sumy cukrów (metodą Luffa-Schoorla). W suchej masie bulw oznaczono: zawartość azotu ogólnego (metodą Kjehdahl), fosforu (metodą wanadowo-molibdenową), potasu i wapnia (metodą fotometrii płomieniowej) oraz magnezu (metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej). Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i testem istotności Tukeya.

Tabela 1. Współczynniki hydrotermiczne Sielianiowa w okresie wegetacyjnym, 1997–2000

Table 1. Sielianiow's hydrothermic coefficients in vegetation period, 1997–2000

Rok Year	Miesiąc Month						Średnio Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1997	1,4	0,5	1,0	3,2	0,1	0,3	1,1
1998	1,5	1,5	0,9	1,1	1,1	0,9	1,2
1999	2,9	0,7	2,0	0,3	1,4	0,6	1,3
2000	1,2	0,5	0,3	2,7	0,8	1,7	1,2

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań przedstawiono na podstawie wyliczenia współczynników hydrotermicznych Sielianiowa (tab. 1). Najkorzystniejszy do gromadzenia składników odżywczych w bulwach ziemniaka okazał się rok 1999, o wilgotnym sierpniu i posuszonym wrześniu. Mniej korzystny był rok 1998, o nieco mniejszej ilości opadów w sierpniu, a większej we wrześniu. Natomiast niekorzystny okazał się rok 2000, o posuszonym sierpniu i wilgotnym wrześniu.

#### WYNIKI

Skład chemiczny bulw ziemniaka istotnie różnicowały nawożenie organiczne oraz warunki okresu wegetacji. Nawożenie organiczne powodowało wzrost koncentracji skrobi w bulwach ziemniaka (średnio o 1,1%) w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez nawożenia organicznego. Zawartość skrobi w bulwach

nawożonych życią wielokwiatową, życią wielokwiatową ze słomą, a także komonią zwyczajną ze słomą lub obornikiem nie różniła się istotnie. Natomiast w bulwach nawożonych komonią zwyczajną była istotnie niższa niż w bulwach nawożonych obornikiem. Wynika to z faktu, iż nawóz naturalny, który zawiera więcej azotu (komonica zwyczajna), stymuluje koncentrację białka, a nie skrobi w bulwach ziemniaka. Odmienny pogląd prezentują Mazur i Jułkowski [1982], twierdząc, że nawożenie ziemniaka zieloną masą łubinu żółtego działa korzystniej na zawartość skrobi niż nawożenie obornikiem. W przeprowadzonym doświadczeniu, analogicznie jak w badaniach Gleń i in. [2002], nawożenie ziemniaka międzyplonem ze słomą nie zmieniało istotnie zawartości skrobi w porównaniu z nawożeniem międzyplonem.

Najkorzystniejszy dla gromadzenia skrobi okazał się rok 1999 (tab. 2). Mniej korzystne warunki pogodowe w roku 1998 spowodowały istotny spadek zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. Natomiast najniższą koncentrację skrobi w ziemniaku odnotowano w niekorzystnym roku 2000. Modyfikację zawartości skrobi w bulwach ziemniaka pod wpływem zmiennych warunków pogodowych udowodniły także Sawicka i Mikos-Bielak [1995] oraz Lutomirska i in. [2000]. Wykazano też interakcję, z której wynika, że we wszystkich latach prowadzenia badań bulwy uprawiane na nawozach organicznych zawierały istotnie więcej skrobi niż bulwy uprawiane bez nawożenia organicznego.

Tabela 2. Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka, %

Table 2. Content of starch in the fresh matter of potato tubers, %

Nawożenie organiczne Organic fertilization	Rok Year			Średnio Mean
	1998	1999	2000	
Obiekt kontrolny Control object	14,3	14,8	13,2	14,1
Obornik Farmyard manure	15,5	15,8	14,3	15,2
Komonica zwyczajna Birdsfoot – trefoil	15,0	15,3	13,8	14,7
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	15,8	16,2	14,5	15,5
Komonica zwyczajna + słoma Birdsfoot – trefoil + straw	15,3	15,6	14,1	15,0
Życica wielokwiatowa + słoma Italian ryegrass + straw	15,9	16,3	14,6	15,6
Średnio Mean	15,3	15,7	14,1	15,0
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	lata years			0,2
	nawożenie organiczne organic fertilization			0,4
	interakcja interaction			0,6

Tabela 3. Zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów w świeżej masie bulw ziemniaka, %  
 Table 3. The content of reducing sugars and total sugars in the fresh matter of potato tuberas, %

Nawożenie organiczne Organic fertilization	Cukry redukujące Reducing sugars				Suma cukrów Total sugars			
	1998	1999	2000	Średn. Means	1998	1999	2000	Średn. Mean
Obiekt kontrolny Control object	0,29	0,23	0,31	0,28	0,60	0,55	0,62	0,59
Obornik Farmyard manure	0,21	0,14	0,22	0,19	0,51	0,46	0,53	0,50
Komonica zwyczajna Birdsfoot – trefoil	0,25	0,18	0,27	0,23	0,55	0,50	0,57	0,54
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	0,18	0,12	0,21	0,17	0,47	0,44	0,50	0,47
Komonica zwyczajna + słoma Birdsfoot – trefoil + straw	0,22	0,15	0,23	0,20	0,50	0,45	0,52	0,49
Życica wielokwiatowa + słoma Italian ryegrass + straw	0,14	0,11	0,18	0,15	0,45	0,43	0,47	0,45
Średnio Mean	0,22	0,16	0,24	0,20	0,51	0,47	0,54	0,51
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub> lata years				0,02				0,03
				nawożenie organiczne organic fertilization				0,03
				interakcja interaction				0,06

Bulwy ziemniaka konsumpcyjnego przeznaczonego do przetwórstwa na frytki powinny zawierać około 0,3% cukrów redukujących i do 1% sumy cukrów. Przy podwyższonej zawartości sumy cukrów bulwy brązowieją w czasie smażenia, co jest niekorzystne [Głuska 2000; Leszczyński 2000, 2002]. W warunkach omawianego doświadczenia najwyższą zawartością cukrów redukujących i sumy cukrów wykazywały się bulwy zebrane w 2000 roku, o wilgotnym wrześniu i 1998 roku, o wilgotnym sierpniu (tab. 2). Zdaniem Roztropowicz [1989] i Leszczyńskiego [2000] w latach o dużej ilości opadów bulwy zawierają mniej skrobi, suchej masy i związków azotowych, a więcej cukrów i fenoli. W przeprowadzonym doświadczeniu nawożenie ziemniaka komonicą zwyczajną powodowało istotny wzrost, a życicą wielokwiatową istotny spadek zawartości cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach w porównaniu z nawożeniem obornikiem. Peshin i Singh [1999] wykazali również wzrost zawartości cukrów redukujących w bulwach, przy zwiększonej ilości azotu w glebie. Zawartość cukrów w bulwach nawożonych życicą wielokwiatową, a także komonicą zwyczajną ze słomą lub obornikiem nie różniła się istotnie.

Skład chemiczny bulw ziemniaka jest cechą genetyczną i odmianową. Z wielu badań wynika, że również czynniki zewnętrzne powodują zmiany jakości ziemniaka. Spośród nich wymienia się czynniki klimatyczne, a zwłaszcza rozkład opadów i temperatur w ostatnich miesiącach okresu wegetacyjnego

[Roztropowicz 1989]. W badaniach własnych najkorzystniejszy do gromadzenia makroelementów w bulwach ziemniaka okazał się ciepły rok 1999, o dużej ilości opadów w sierpniu, a małej we wrześniu (tab. 4). Mniej korzystny był rok 1998, o mniejszej ilości opadów w sierpniu, a większej we wrześniu. Natomiast niekorzystny okazał się rok 2000, w którym odnotowano niedobór opadów w sierpniu, a nadmiar we wrześniu. Taki układ warunków pogodowych nie sprzyja koncentracji makroelementów w bulwach ziemniaka.

Tabela 4. Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka, w g kg s.m., 1998–2000

Table 4. Content of macroelements in potato tubers, in g kg d.m., 1998–2000

Lata Years	N	P	K	Ca	Mg
1998	16,5	2,8	15,5	0,9	0,7
1999	16,9	3,1	16,1	1,1	0,8
2000	15,5	2,5	14,7	0,7	0,6
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,3	0,2	0,3	0,2	ni ns

Tabela 5. Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka w zależności od nawożenia organicznego, w g kg s.m. (średnie z lat 1998–2000)

Table 5. Content of macroelements in potato tubers in relation to organic fertilization applied, in g kg d.m. (means for 1998–2000)

Nawożenie organiczne Organic fertilization	N	P	K	Ca	Mg
Obiekt kontrolny Control object	15,4	2,5	14,1	0,6	0,5
Obornik Farmyard manure	16,5	2,9	15,6	1,0	0,8
Komonica zwyczajna Birdsfoot – trefoil	17,0	2,7	15,9	1,1	0,9
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	15,7	2,8	15,2	0,7	0,7
Komonica zwyczajna + słoma Birdsfoot – trefoil + straw	17,3	2,9	16,2	1,2	0,8
Życica wielokwiatowa + słoma Italian ryegrass + straw	15,8	3,1	15,4	0,8	0,6
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2

Zawartość składników pokarmowych w bulwach jest również modyfikowana przez nawożenie [Krzywy i in. 1989; Roztropowicz 1989]. W badaniach autora każda forma nawożenia organicznego powodowała istotny wzrost zawartości składników mineralnych w bulwach ziemniaka w porównaniu z obiektem standardowym, z samym nawożeniem mineralnym (tab. 5). Wyniki badań Krzywego

i in. [1989], Ceglarka i Płazy [2000] również wskazują na wzrost zawartości makroelementów w bulwach ziemniaka pod wpływem nawożenia organicznego. Zależność tą należy tłumaczyć lepszym zaopatrzeniem roślin w składniki pokarmowe na obiektach nawożonych. Nawozy organiczne są źródłem makro- i mikroelementów, udostępnianych stopniowo roślinom następczym w czasie mineralizacji masy organicznej [Mazur i Jułkowski 1982; Nowak 1982; Roztropowicz 1989; Ceglarek i Płaza 2000]. W przeprowadzonym doświadczeniu najwyższą zawartością azotu wyróżniały się ziemniaki nawożone komonimą zwyczajną oraz komonimą zwyczajną ze słomą. W bulwach nawożonych życicą wielokwiatową oraz życicą wielokwiatową ze słomą odnotowano natomiast istotnie niższą zawartość azotu niż w bulwach nawożonych obornikiem. Wynika to z faktu, iż ziemniaki uprawiane w stanowisku użyźnionym roślinami motylkowatymi pobierają większą ilość azotu niż w stanowisku użyźnionym trawami czy bez stosowania nawożenia organicznego [Mazur, Jułkowski 1982; Nowak 1982]. Zawartość fosforu, wapnia i magnezu w bulwach ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi i wsiewkami międzyplonowymi ze słomą kształtowała się na podobnym poziomie, jak w bulwach nawożonych obornikiem. Zawartość potasu w bulwach nawożonych komonimą zwyczajną ze słomą była natomiast wyższa niż w bulwach nawożonych obornikiem.

Reasumując, należy stwierdzić, że nawożenie ziemniaka wsiewkami międzyplonowymi i wsiewkami międzyplonowymi ze słomą wpływa korzystnie na skład chemiczny bulw ziemniaka.

#### WNIOSKI

1. Nawożenie ziemniaka wsiewkami międzyplonowymi w kombinacjach bez słomy lub ze słomą oraz obornikiem zwiększyło zawartość skrobi i makroelementów, a obniżyło zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów w porównaniu z obiektem standardowym z samym nawożeniem mineralnym.

2. Najwyższą zawartością skrobi odznaczały się bulwy nawożone życicą wielokwiatową oraz życicą wielokwiatową ze słomą, a azotu ogólnego ziemniaki nawożone komonimą zwyczajną i komonimą zwyczajną ze słomą.

3. Jakość bulw ziemniaka nawożonego wsiewką komonicy zwyczajnej i życicy wielokwiatowej w kombinacjach bez słomy i ze słomą dorównywała jakości bulw ziemniaka nawożonego obornikiem.

## PIŚMIENICTWO

- Ceglarek F., Płaza A. 2000. Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na jakość bulw ziemniaka jadalnego uprawianego w rejonie Siedlec. *Biul. IHAR* 213, 109–116.
- Gleń K., Boligłowa E., Pisulewski P. 2002. Wpływ różnego rodzaju nawożenia organicznego na jakość bulw ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Perspektywy ekologicznej produkcji ziemniaka w Polsce”*, Polanica Zdrój 13–16 V 2002, 100–101.
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. *Biul. IHAR* 213, 173–178.
- Krzywy E., Jarecki M., Malińska E. 1989. Wpływ nawożenia mineralnego na plon i zawartość składników pokarmowych w bulwach i łętach ziemniaków. Cz. II. Zawartość i pobranie azotu, fosforu, wapnia i magnezu. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 377, 171–178.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność. Supl.* 4, 5–27.
- Leszczyński W. 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 489, 47–64.
- Lutomirska B., Roztropowicz S., Zarzyńska K. 2000. Uprawa ziemniaków a wartość konsumpcyjna i technologiczna bulw. *Mat. Konf. Nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”*, Polanica Zdrój 13–16 V 2002, 24–32.
- Mazur T., Jułkowski M. 1982. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie, cechy jakościowe dwóch odmian ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 34, 187–194.
- Nowak G. 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem  $C_{14}$  w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 35, 3–57.
- Peshin A., Singh B. 1999. Biochemical composition of potato tubers as influenced by higher nitrogen application. *JIPA* 26, 3/4, 145–147.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 1, 33–75.
- Sawicka B., Mikos-Bielak M. 1995. An attempt to evaluate the fluctuation of chemical composition of potato tubers in changing conditions of arable field. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 419, 95–102.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 489, 273–282.