



potrzebę ograniczenia nakładów, tematyka ta jest ciągle aktualna [Bolińska, Dzińska 1997; Dzińska, Szarek 1999].

Nawożenie ziemniaka jadalnego opiera się na nawożeniu organicznym jako elemencie wzrostu kultury gleby, źródle składników pokarmowych dla roślin i wzrostu efektywności nawożenia mineralnego oraz gwarancji wysokiej jakości plonu [Sawicka 2000]. Podstawowym nawozem organicznym w uprawie ziemniaka jest obornik. Wielkość jego produkcji zależy głównie od pogłowia zwierząt gospodarskich, które w ostatnich dwóch dekadach uległo znacznemu zmniejszeniu, co w konsekwencji ograniczyło produkcję i zużycie obornika. Z drugiej strony znacząco zwiększyła się liczba gospodarstw prowadzących wyłącznie produkcję roślinną, w tym również uprawę ziemniaka jadalnego na bazie nawożenia mineralnego i stosowania międzyplonów. Celem podjętych badań, leżących u podstawy niniejszego opracowania, było zatem określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia w postaci międzyplonu, wermikompostu, nawozu Polli-Pam oraz mineralnego NPK na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka.

#### METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w Stacji Doświadczalnej Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin w Prusach. Oceniano reakcję dwóch średniowiecznych odmian ziemniaka jadalnego: Irga i Baszta na zróżnicowane nawożenie, obejmujące proekologiczne nawożenie organiczne w postaci międzyplonu z gorczycy białej, wermikompostu uzyskanego z obornika bydłowego i nawozu Polli-Pam, wytworzonego na bazie pomiotu kurzego, oraz mineralne NPK. Dokładny opis doświadczenia polowego, skład chemiczny oraz dawki zastosowanych nawozów, charakterystykę gleby oraz przebieg warunków atmosferycznych przedstawiono w pracy *Wybrane wskaźniki efektywności nawożenia ziemniaka* [Szmigiel, Kołodziejczyk 2004].

W czasie zbioru oznaczono plon oraz pobrano próby bulw spod 15 roślin do oznaczenia struktury plonu. Wydzielono frakcje bulw o średnicy: <3, 3–4, 4–5, 5–6 i >6 cm. Określono również średnią masę jednej bulwy oraz ilość bulw w przeliczeniu na jedną roślinę. Wyniki badań opracowano statystycznie, wykonując dla każdej z badanych cech analizę wariancji według modelu stałego i uwzględniając lata jako dodatkowy czynnik doświadczalny. Istotność różnic weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI

W przeprowadzonych badaniach wielkość plonu bulw ziemniaka jadalnego istotnie zależała od uprawianej odmiany, stosowanego nawożenia oraz przebiegu warunków atmosferycznych w okresie badań (tab. 1). Odmianą wyżej plonującą była Baszta, średni plon bulw, jaki uzyskano w przypadku tej odmiany, wynosił 33,4 t z ha.

Tabela 1. Plon ogólny bulw, t ha<sup>-1</sup>  
Table 1. Total yield of tubers, t ha<sup>-1</sup>

Nawożenie Fertilization	Odmiana Cultivar		Rok Year			Średnio Mean
	Irga	Baszta	2000	2001	2002	
Kontrola Control	22,41	23,16	19,99	22,51	25,86	22,79
Międzyplon Catch crop	28,90	29,43	20,23	26,28	40,97	29,16
Wermikompost Vermicompost	30,87	33,23	26,80	27,14	42,20	32,05
Polli-Pam	32,45	36,38	29,17	31,20	42,88	34,42
Mineralne NPK Mineral NPK	39,44	44,86	40,39	36,83	49,23	42,15
Średnio Mean	30,82	33,41	27,32	28,79	40,23	
NIR LSD <sub>p=0,05</sub>	1,263		1,978			1,923
NIR LSD <sub>p=0,05</sub> we współdziałaniu in interaction: lata × rodzaje nawożenia years × kind of fertilization 3,330; odmiany × rodzaje nawożenia cultivars × kind of fertilization 3,004						

W badaniach nad wartością plonotwórczą wermikompostu Tsyganov i in. [2000] udowodnili, że zastosowanie 5 t tego nawozu w uprawie ziemniaka dorównuje, a nawet przewyższa wartość obornika zastosowanego w ilości 50 t, a także nawożenie mineralne na poziomie N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>. Marks [1996] wykazał z kolei, że biohumus w dawce 5000 l na ha, stosowany rzędowo równocześnie z sadzeniem, daje efekty zbliżone do nawożenia obornikiem uzupełnionym nawozami mineralnymi. Grześkiewicz [2000], badając przydatność pomiotu kurzego w nawożeniu ziemniaka, stwierdził, że dawka 5 t tego nawozu działa podobnie jak 25 t obornika, a dawka 7,5 t zapewnia uzyskanie najwyższego plonu bulw. Duer i Jończyk [1998] oceniając wpływ międzyplonów na wielkość plonu bulw w gospodarstwach ekologicznych w warunkach Polski środkowej, uzyskały 45% wyżkę plonów po seradeli i około 30% po przyoraniu pozostałych roślin (gorczyca biała, rzepak i rzepik, facelia i rajgras westerwoldzki), przy średnio 29% wyżce plonów w obiektach nawożonych obornikiem. W badaniach własnych najwyżej plonował ziemniak w obiekcie nawożonym mineralnie, przyrost plonu w stosunku do obiektu kontrolnego wynosił 85%, niższe plony uzyskano po zastosowaniu nawozu Polli-Pam i wermikompostu – przyrost plonu odpowiednio o 51 i 41%. Spośród porównywanych rodzajów nawożenia najniż-

szym efektem plonotwórczym w stosunku do kontroli odznaczał się międzyplon z gorczycy białej – średnio 28%.

Ziemniak średnio wczesny uprawiany na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego zdaniem Nowaka [1989] plonuje najwyżej, gdy suma opadów w okresie wegetacji mieści się w przedziale 251–300 mm i tylko nieznacznie niżej przy sumie opadów 301–350 mm. W badaniach własnych najwyższy plon ogólny bulw (40,2 t z ha) uzyskano w sezonie 2002, o najmniejszej w trzyletnim okresie badań ilości opadów, istotnie niższe plony bulw uzyskano w pozostałych latach (odpowiednio w r. 2000 o 32%, a w r. 2001 o 28%), w których suma opadów w okresie wegetacji ziemniaka była znacznie wyższa. Mniejsze plony, stwierdzone w tych latach, są skutkiem nie tylko sumy opadów występujących w całym okresie wegetacji, ale przede wszystkim nierównomiernego ich rozkładu, a szczególnie nadmiernej ilości opadów w lipcu, wynoszącej w 2000 roku 217 mm i 142 mm w 2001 roku. Jak podają Górski i Doroszewski [1986], zakres dodatniego wpływu wzrostu opadów sięga w lipcu do 120 mm (przy założeniu, że w sierpniu będzie ich 70 mm), a w sierpniu do 105 mm (po 70 mm opadu w lipcu), po przekroczeniu tych wartości występuje efekt ujemny. Kołodziej (1996), oceniając wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków w latach 1965–1990 w SDOO Węgrzce (leżącej w sąsiedztwie prowadzonych badań), wykazał, że najwyższe plony bulw ziemniaka można uzyskać w latach o sumie opadów nieprzekraczającej 124 mm w okresie krytycznym, obejmującym dekadę przed i w trakcie kwitnienia oraz cztery dekady po kwitnieniu. W badaniach własnych jedynie w roku 2002, sprzyjającym plonowaniu, suma opadów w analogicznym okresie była zbliżona do tej wartości, zaś w pozostałych latach, w których uzyskane plony były istotnie niższe, suma opadów w okresie krytycznym znacznie przewyższała tę wartość.

W opinii Kołodziejczyka [2000] wielkość plonu bulw ziemniaka determinują trzy elementy składowe: w największym stopniu obsada roślin na jednostce powierzchni, wyrażona liczbą wysadzonych bulw lub zwartością łanu określoną liczbą pędów głównych; w mniejszym zakresie decyduje liczba bulw zawiązanych przez roślinę ziemniaka, najslabiej zaś oddziałuje średnia masa jednej bulwy. O liczbie zawiązanych bulw i ich średniej masie istotnie decydują wielkość sadzeniaka, obsada roślin, odmiana, nawożenie oraz przebieg pogody, a głównie opady [Zarzyńska 1997]. Wyniki uzyskane w badaniach własnych świadczą o istotnej zależności liczby zawiązanych bulw oraz ich średniej masy od odmiany, rodzaju zastosowanego nawożenia oraz warunków pogodowych (tab. 2 i 3). Bulwy o większej masie wytwarzała Irga, która zawiązywała ich mniej niż rośliny odmiany Baszta.

Tabela 2. Liczba bulw z rośliny  
Table 2. Number of tubers per plant

Nawożenie Fertilization	Odmiana Cultivar		Rok Year			Średnio Mean
	Irga	Baszta	2000	2001	2002	
Kontrola Control	8,1	8,8	7,4	8,3	10,0	8,4
Międzyplon Catch crop	8,7	9,4	7,8	8,7	11,1	9,1
Wermikompost Vermicompost	8,9	9,8	8,2	8,9	11,3	9,3
Polli-Pam	9,5	10,3	8,7	9,9	11,5	9,9
Mineralne NPK Mineral NPK	9,8	10,6	9,3	10,1	11,7	10,2
Średnio Mean	9,0	9,8	8,3	9,2	11,1	
NIR LSD <sub>p=0,05</sub>	0,37		0,87			0,44
NIR LSD <sub>p=0,05</sub> we współdziałaniu in interaction: lata × rodzaje nawożenia years × kind of fertilization ni ns; odmiany × rodzaje nawożenia cultivars × kind of fertilization ni ns						

Tabela 3. Średnia masa jednej bulwy, g  
Table 3. Mean mass of 1 tuber, g

Nawożenie Fertilization	Odmiana Cultivar		Rok Year			Średnio Mean
	Irga	Baszta	2000	2001	2002	
Kontrola Control	64,8	58,6	64,2	60,4	60,5	61,7
Międzyplon Catch crop	73,1	65,1	64,9	64,7	77,7	69,1
Wermikompost Vermicompost	75,9	70,3	74,3	66,4	78,7	73,1
Polli-Pam	76,4	73,7	78,2	67,4	79,5	75,1
Mineralne NPK Mineral NPK	86,5	84,5	93,0	76,6	86,8	85,5
Średnio Mean	75,3	70,4	74,9	67,1	76,6	
NIR LSD <sub>p=0,05</sub>	2,02		3,73			4,45
NIR LSD <sub>p=0,05</sub> we współdziałaniu in interaction: lata × rodzaje nawożenia years × kind of fertilization 7,71; odmiany × rodzaje nawożenia cultivars × kind of fertilization ni ns						

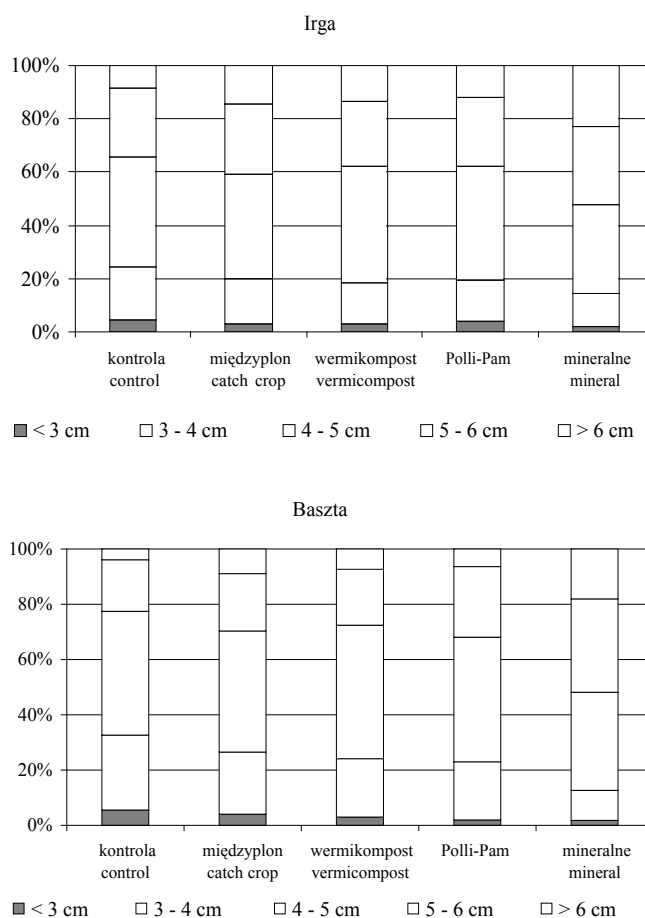
Blecharczyk i Małecka [2000] w badaniach nad reakcją ziemniaka na nawożenie organiczne i mineralne najwyższą średnią liczbę bulw z jednej rośliny uzyskały w obiekcie nawożonym łącznie obornikiem z NPK, przy braku zróżnicowania ilości bulw pomiędzy obiektami nawożonymi wyłącznie obornikiem bądź mineralnie, z kolei na wielkość średniej masy bulw korzystniejszy wpływ wywarło nawożenie obornikiem niż NPK. W przeprowadzonych badaniach we wszystkich obiektach nawozowych stwierdzono istotny wzrost ilości zawiązanych bulw oraz ich średniej masy. Największą efektywność w tym zakresie w stosunku do obiektu kontrolnego stwierdzono w przypadku nawożenia mineralnego NPK – wzrost liczby zawiązanych bulw o 21%, a średniej masy o blisko 39%. W obiektach, na których stosowano nawożenie organiczne roślin ziemniaka, największy wzrost liczby zawiązanych bulw i ich średniej masy stwierdzono po zastosowaniu nawozu Polli-Pam, a najmniejszy po przyoraniu międzyplonu.

Największą średnią masę jednej bulwy uzyskano w sprzyjającym plonowaniu roku 2002, w którym ponadto było ich najwięcej oraz w sezonie 2000 przy najmniejszej liczbie zawiązanych bulw, zaś najniższą w roku 2001, o największej ilości opadów. Bombik i in. [2003] wykazali również duże zróżnicowanie średniej masy bulwy w poszczególnych latach uprawy (współczynnik zmienności powyżej 30%), wynikające z dużej zmienności warunków pogodowych.

Ziemniak jadalny do bezpośredniego spożycia powinien odznaczać się bulwami o średnicy poprzecznej powyżej 4 cm, a podłużnej 4,5 cm. Głuska [1999] za optymalną wielkość bulw przyjmuje ich średnicę poprzeczną między 4 a 6 cm. Udział bulw frakcji handlowej w plonie ogólnym jest jednym z kryteriów oceny wartości gospodarczej odmian jadalnych ziemniaka w badaniach rejestrowych COBORU. Jak podaje Kamasa i Borys [1991], wartością pożądaną plonu handlowego bulw jest 92%, a graniczną 80% plonu ogólnego. W przeprowadzonym doświadczeniu udział bulw frakcji handlowej wahał się w szerokim zakresie od niespełna 69% do 89% w zależności od roku zbioru, odmiany i wariantu nawozowego (tab. 4). Rozpatrując wpływ czynnika odmianowego, stwierdzono, analogicznie jak w przypadku średniej masy jednej bulwy, większy

Tabela 4. Udział bulw handlowych (o średnicy > 4 cm) i dużych (o średnicy > 5 cm), %  
Table 4. Share of commercial tubers (above 4 cm) and large tubers (above 5 cm), %

Rok Year	Odmiana Cultivar		Nawożenie Fertilization					Średnio Mean
	Irga	Baszta	kontrola control	międzyplon catch crop	wermikompost vermicompost	Polli-Pam	mineralne mineral	
Bulwy handlowe Trade tubers								
2000	84,9	73,7	70,6	71,7	81,6	82,9	89,3	79,3
2001	75,4	73,1	68,8	76,5	72,0	71,0	74,3	74,3
2002	82,1	81,8	74,9	82,2	82,9	82,8	87,0	82,0
Średnio Mean	80,8	76,2	71,4	76,8	78,8	78,9	86,6	
NIR <sub>p=0,05</sub> LSD <sub>p=0,05</sub>	2,04		3,33					3,29
NIR LSD <sub>p=0,05</sub> we współdziałaniu in interaction: lata × odmiany years × cultivars 4,02; lata × rodzaje nawożenia years × kind of fertilization 5,80								
Bulwy duże Large tubers								
2000	36,9	23,5	21,3	21,3	28,5	32,0	47,8	30,2
2001	39,3	35,3	28,7	42,7	29,2	31,5	54,3	37,3
2002	45,8	39,4	35,5	41,9	40,4	41,4	53,9	42,6
Średnio Mean	40,7	32,7	28,5	35,3	32,7	35,0	52,0	
NIR <sub>p=0,05</sub> LSD <sub>p=0,05</sub>	1,44		5,34					3,31
NIR LSD <sub>p=0,05</sub> we współdziałaniu in interaction: lata × odmiany years × cultivars 3,63; lata × rodzaje nawożenia years × kind of fertilization 9,21								



Rycina. 1. Udział poszczególnych frakcji bulw (średnia dla lat 2000–2002)  
 Figure. 1. Share of particular fractions of tubers (mean for the years 2000–2002)

udział frakcji bulw handlowych oraz bulw dużych u odmiany Irga niż u odmiany Baszta. U obu badanych odmian ziemniaka, niezależnie od stosowanego nawożenia, największą część plonu stanowiła frakcja bulw o średnicy od 4 do 5 cm, a najmniejszą frakcja o średnicy poniżej 3 cm, z wyjątkiem obiektu kontrolnego w przypadku odmiany Baszta.

Udział w plonie ogólnym bulw handlowych i dużych w istotny sposób zależał od stosowanego nawożenia. Bulwy o średnicy powyżej 4 cm stanowiły największą część plonu ogólnego w obiektach z nawożeniem mineralnym NPK, mniejszy udział w obiektach z nawozem organicznym Polli-Pam i wermikompost, a także międzyplonem, najmniejszą zaś w przypadku obiektu kontrolnego

bez nawożenia. Największy udział bulw dużych w plonie ogólnym stwierdzono również w przypadku nawożenia mineralnego (średnio 52%), mniejszy (na poziomie 35%) po zastosowaniu międzyplonu z gorczycy białej oraz nawozu organicznego Polli-Pam, a także wermikompostu (blisko 33%), najmniejszy zaś, niespełna 29% udział tej frakcji w plonie ogólnym, stwierdzono w przypadku braku jakiegokolwiek nawożenia.

Oceniając wpływ warunków pogodowych na strukturę plonu bulw, stwierdzono największy udział frakcji bulw jadalnych oraz bulw dużych w sezonie wegetacyjnym 2002 o najmniejszej ilości opadów i wyższej od przeciętnej z ostatniej dekady średniej temperaturze powietrza. Boligłowa [1995] największy udział bulw jadalnych w plonie ogólnym uzyskała również w roku najsuchszym. W przeprowadzonych badaniach najmniejszy udział bulw frakcji powyżej 4 cm uzyskano w roku 2001, odznaczającym się największą sumą opadów okresie wegetacji ziemniaka, zaś frakcji bulw dużych w roku 2000 – wilgotnym o najniższej w okresie badań średniej temperaturze powietrza.

#### WNIOSKI

1. Odmianą istotnie wyżej plonującą była Baszta. Odmiana Irga z kolei odznaczała się istotnie większym udziałem bulw handlowych i dużych oraz średnią masą bulwy.

2. Najwyższym plonem ogólnym, liczbą zawiązanych bulw i ich średnią masą, a także udziałem bulw handlowych i dużych odznaczały się rośliny ziemniaka nawożone mineralnie NPK.

3. Korzystne oddziaływanie testowanych nawozów organicznych przejawiało się istotną poprawą wartości badanych cech ilościowych ziemniaka w odniesieniu do obiektu kontrolnego, z wyjątkiem udziału bulw dużych w obiekcie nawożonym wermikompostem. Największą efektywnością w tym zakresie odznaczał się nawóz Polli-Pam, a najniższą międzyplon z gorczycy białej.

#### PIŚMIENNICTWO

- Blecharczyk A., Małecka I. 2000. Reakcja ziemniaków na nawożenie organiczne i mineralne w doświadczeniu wieloletnim. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 84, 41–46.
- Boligłowa E. 1995. Wpływ dolistnego dokarmiania na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. *Rozp. Nauk.* 41, WSRP Siedlce.
- Boligłowa E., Dzienia S. 1997. Tendencje zmian w agrotechnice ziemniaka. *Mat. Konf. „Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej”*, Boguchwała.



- Bombik A., Wolska A., Markowska M. 2003. Zastosowanie komponentów wariacyjnych do oceny zmienności cech jakości ziemniaka jadalnego w sieci handlowej Siedlec. *Fragm. Agron.* 1, 18–26.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Fragm. Agron.* 1, 85–95.
- Dzienia S., Szarek P. 1999. Wpływ systemów uprawy i nawożenia organicznego na plonowanie ziemniaka. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 195 *Agricultura*, 74, 197–202.
- Głuska A. 1999. Najważniejsze elementy technologii uprawy kształtujące jakość bulw. *Ziemn. Pol.* 1, 11–14.
- Górski T., Doroszewski A. 1986. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków w Polsce. *Zesz. Probl. PNR* 284, 369–375.
- Grześkiewicz H. 2000. Pomiot kurzy jako nawóz pod ziemniaki. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211 *Agric.* 84, 115–120.
- Grześkiewicz H., Trawczyński C. 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 48/II, 73–81.
- Kamasa J., Borys J. 1991. Ocena wartości gospodarczej odmian ziemniaka w Polsce. W: *Synteza materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka – dorobek i perspektywa.* *Inst. Ziemn. Bonin*, 127–131.
- Kołodziej J. 1996. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków późnych na stacji COBORU w Węgrzcach k. Krakowa. *Fragm. Agron.* 4, 100–106.
- Kołodziejczyk M. 2000. Kształtowanie się plonu bulw łanu i pojedynczej rośliny ziemniaka jadalnego. *Biul. IHAR* 214, 221–230.
- 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. PNR* 465, 25–38.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., 1992. Wpływ nawożenia mineralnego o różnym zróżnicowaniu składników pokarmowych i trwałego stosowania obornika na plony roślin w zmianowaniu. Cz. I. Trwałe doświadczenie nawozowe w Łyczynie (1960–1985). *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, 109, 3, 81–93.
- Marks N. 1996. Proekologiczne metody uprawy i nawożenia ziemniaka. *Rocz. AR w Poznaniu, Rol.* 49, 137–145.
- Nowak L. 1989. Potrzeby wodne roślin okopowych. W: *Potrzeby wodne roślin uprawnych.* Dzieżyk J. (red), PWN, Warszawa, 85–118.
- Sawicka B. 2000. Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 120, 391–401.
- Szmigiel A., Kołodziejczyk M. 2004. Wybrane wskaźniki efektywności nawożenia ziemniaka. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 3, 1445–1453.
- Tsyganov A., Vildflush I., Persikowa T., Masterov A. 2000. The influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of winter rye and potato. *Folia. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agric.* 84, 511–514.
- Zarzyńska K. 1997. Czynniki wpływające na kształt i wielkość bulw ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 4, 4–9.

