

## ZNACZENIE MIĘDZYPLONÓW I MIKROELEMENTÓW W UPRAWIE ZIEMNIAKA

Barbara Murawska<sup>1</sup>, Ewa Spychaj-Fabisiak<sup>1</sup>, Edward Majcherczak<sup>1</sup>,  
Wojciech Kozera<sup>1</sup>, Renata Gaj<sup>2</sup>, Szymon Różański<sup>1</sup>,  
Justyna Jachymska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Streszczenie.** Badania prowadzono w latach 2010–2012, których celem była ocena działania obornika, międzyplonów ścierniskowych (gorczycy białej, grochu siewnego i facelii) oraz mikroelementów w aspekcie wysokości plonu i wybranych cech jakościowych bulw ziemniaka. Stwierdzono, że istotnie najwyższe plony uzyskano z obiektów, na których stosowano obornik lub uprawiano międzyplon peluszki łącznie z mikroelementami. Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka, a także jego plon oraz plon skrobi istotnie zależały od wszystkich badanych czynników, a największe ich średnie wartości, za wyjątkiem koncentracji białka ogólnego, uzyskano na obiektach z obornikiem. Wykazano pozytywny aspekt uprawy badanych międzyplonów w przypadku plonów: bulw ziemniaka, skrobi oraz białka ogólnego. Stwierdzono, że uprawa międzyplonów, stosowanie obornika oraz aplikacja mikroelementów wpłynęły istotnie na obniżenie zawartości azotanów (V) w bulwach ziemniaka w porównaniu do ich koncentracji po zastosowaniu nawożenia mineralnego. Istotnie najmniejsze zawartości uzyskano na obiekcie gdzie stosowano obornik i uprawiano międzyplony łącznie z mikroelementami.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, jakość, obornik, międzyplony ścierniskowe

### WSTĘP

W Polsce w ostatnich latach odnotowano wyraźne obniżenie udziału ziemniaka w strukturze zasiewów [GUS 2013], co przyczyniło się do optymalizacji stosowanych czynników agrotechnicznych w celu uzyskania wysokich plonów bulw o dobrej jakości [Ceglarek i in. 2004, Dzienia i in. 2004]. Z uwagi na niedobór obornika spowodowany

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Barbara Murawska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Katedra Chemii Środowiska, Zakład Chemii Rolnej, ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz, e-mail: murawska@utp.edu.pl

zmniejszeniem pogłowia zwierząt inwentarskich coraz większego znaczenia nabiera uprawa ziemniaka po międzyplonach, szczególnie na glebach lekkich [Grześkiewicz 1994, Boligłowa i Gleń 2003, Płaza i Ceglarek 2006, Kołodziejczyk i in. 2007, Stochalska i in. 2011]. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych sprawia, że są one nie tylko elementem zmianowania, ale również znaczącym źródłem substancji organicznej [Helander i Delin 2004, Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006, Wright i in. 2007]. Zainteresowanie polskich plantatorów tym rodzajem upraw wynika z faktu, iż międzyplony zostały włączone do Krajowego Programu Rolnośrodowiskowego (KPR). Uprawa międzyplonów i nawożenie mikroelementami decydują o żyzności gleby oraz pozostawiają stanowisko w dobrej kulturze, co wpływa na kształtowanie wielkości i jakości plonu bulw ziemniaka.

W związku z powyższym podjęto badania, których celem była ocena działania obornika, międzyplonów ścierniskowych (gorczycy białej, grochu siewnego i facelii) oraz aplikacji mikroelementów w aspekcie wielkości i wybranych cech jakościowych plonu bulw ziemniaka.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w Stacji Badawczej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego zlokalizowanej w Wierzychucinku, w latach 2010–2012, na glebie płowej kompleksu żyniego dobrego. Przedplon stanowiła pszenica ozima, po jej zbiorze wysiano międzyplony: gorczycy białej odmiany 'Nakielska', peluszkii (groch sienny) odmiany 'Wiato' oraz facelii błękitnej odmiany 'Asta'. Testowaną rośliną był ziemniak konsumpcyjny odmiany 'Bila'.

Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach jako dwuczynnikowe, gdzie I czynnikiem były warianty nawozowe ( $n = 5$ ): NPK – obiekt kontrolny ( $N - 135 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $P - 32 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $K - 250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), obornik  $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} + \text{NPK}$  ( $N - 90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $P - 25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $K - 180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), przyorany międzyplon gorczycy białej + NPK, przyorany międzyplon grochu siewnego + NPK, przyorany międzyplon facelii błękitnej + NPK. Z kolei II czynnikiem było nawożenie mikroelementami ( $n = 2$ ): bez nawożenia mikroelementami ( $M_0$ ), po aplikacji mikroelementów w formie Symfonia Mikro PLUS (M) (0,30% B, 0,12% Cu, 2,30% Fe, 0,90% Mn, 0,05% Mo, 0,30% Zn), który zastosowano w III dekadzie czerwca i I dekadzie lipca w dawce  $3 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ . Zastosowano również następujące środki ochrony roślin: Avalon 450 SC, Fusilade Forte 150 SC oraz Revus. Po zbiorach w reprezentatywnych próbach materiału roślinnego określono zawartości: skrobi polarymetrycznie w świeżej masie bulw metodą Eversa, azotu ogólnego po uprzedniej mineralizacji na mokro w obecności stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z dodatkiem  $\text{H}_2\text{O}_2$  jako utleniacza metodą Kjeldahla, zawartość azotanów(V) jonoselektywną elektrodą azotanową oraz chlorosrebrną elektrodą odniesień. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono zawartość białka oraz plony skrobi i białka ogólnego.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, przeprowadzając analizę wariancji i wykorzystując do oceny istotności różnic test Tukeya na poziomie  $p = 0,05$ . Analizę wariancji wykonano za pomocą programu Statistica 10.0 (StatSoft 2000). Ponadto określono zależności pomiędzy zawartością azotanów(V) a plonem bulw ziemniaka oraz plonami skrobi oraz białka ogólnego. Przy użyciu programu MS Excel 2002 obliczono współczynniki korelacji liniowej prostej.

## WYNIKI I DISKUSJA

W przeprowadzonych badaniach największe średnie plony bulw ziemniaka uzyskano po zastosowaniu obornika (tab. 1). Były one istotnie większe o 18,1% w porównaniu do zawartości uzyskanych po aplikacji NPK (kontrola). Zarzecka [2006], Kołodziejczyk i inni [2007] i Trawczyński [2008] również uzyskali większy plon bulw (o 20%) po zastosowaniu obornika w porównaniu do obiektu kontrolnego (NPK).

Tabela 1. Plon bulw [ $t \cdot ha^{-1}$ ] (średnie z lat 2010–2012)Table 1. Tyber yield [ $t \cdot ha^{-1}$ ] (means for 2010–2012)

Aplikacja mikroelementów Application microelements	Warianty nawozowe – Fertilization variants				
	NPK	obornik manure	gorczyca biała white mustard	peluszka field pea	facelia błękitna phacelia pea
$M_0$	31,22 <sup>c</sup>	37,67 <sup>a</sup>	34,79 <sup>b</sup>	36,21 <sup>a</sup>	34,80 <sup>b</sup>
M	34,04 <sup>c</sup>	41,61 <sup>a</sup>	38,12 <sup>b</sup>	39,27 <sup>b</sup>	37,92 <sup>b</sup>
Średnia – Mean	32,63*	39,64*	36,46*	37,92*	36,36*

a, b... – wartości średnie oznaczone różnymi literami w (rzędzie) wierszu różnią się istotnie w zależności od zastosowanych wariantów nawozowych/mean values marked with different letters in line differ significantly depending on the fertilization variants.

\* Wartości średnie różniące się istotnie w zależności od aplikacji mikroelementów/Mean values which differ significantly depending on the fertilization microelements.

Krzysztofik i Nawara [2003] oraz Kołodziejczyk i inni [2007] oraz największy plon bulw ziemniaka otrzymali po zastosowaniu nawożenia mineralnego. Należy zaznaczyć, że średni plon bulw zebranych z obiektu, na którym stosowano obornik, był istotnie większy w porównaniu do plonu zebranego z obiektów odpowiednio po uprawie: gorzycy, facelii oraz peluszki. Zdaniem Płazy [2004], plon bulw ziemniaka był nieznacznie mniejszy po międzyplonach ścierniskowych w porównaniu do uprawy po oborniku, co potwierdzono również w przeprowadzonych badaniach.

W ostatnich latach coraz częściej stosuje się nawożenie mikroelementami z uwagi na ich znaczny wpływ na jakość i wielkość plonu roślin [Jabłoński i Dryjańska 1998, Trawczyński 2004]. Największe istotne różnice w plonie, po trzyletniej aplikacji nawozu Symfonia Mikro PLUS, stwierdzono na obiektach, na których stosowano obornik lub uprawiano międzyplon gorzycy (tab. 1). Były one większe odpowiednio o 10,5 i 9,5% w porównaniu do plonu zebranego z poletek nienawożonych mikroelementami.

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka istotnie zależała od badanych wariantów nawozowych i wynosiła średnio  $117,61 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 2). Największą zawartością charakteryzowały się bulwy zebrane z obiektu nawożonego obornikiem. Zawartość ta, niezależnie od aplikacji mikroelementów, była istotnie większa w porównaniu do wartości uzyskanych z obiektów, na których uprawiano międzyplony ścierniskowe gorzycy, peluszki oraz facelii lub wyłącznie nawożenie mineralne. Były one mniejsze odpowiednio o: 3,9, 4,0, 4,0 i 3,1%. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami innych autorów, według których zawartość skrobi w bulwach ziemniaka uprawianego na oborniku była zdecydowanie większa w stosunku do obiektów, na których stosowano wyłącznie nawożenie mineralne [Dzienia i in. 2004, Płaza i Królikowska 2008, Płaza i in. 2009]. Makaraviciute [2003]

Tabela 2. Zawartość i plon skrobi (średnie z lat 2010–2012)

Table 2. Concentration and yield starch (means for 2010–2012)

Aplikacja mikroelementów Application microelements	Warianty nawozowe – Fertilization variants				
	NPK	obornik manure	gorczyca biała white mustard	pieluszka field pea	facelia błękitna phacelia
Zawartość skrobi – Starch content [g·kg <sup>-1</sup> ]					
M <sub>0</sub>	117,6 <sup>b</sup>	121,0 <sup>a</sup>	117,1 <sup>b</sup>	117,4 <sup>b</sup>	117,4 <sup>b</sup>
M	117,4 <sup>b</sup>	121,2 <sup>a</sup>	116,1 <sup>b</sup>	115,4 <sup>b</sup>	115,5 <sup>b</sup>
Średnia – Mean	117,5	121,1	116,6	116,4	116,4
Plon skrobi – Starch yield [t·ha <sup>-1</sup> ]					
M <sub>0</sub>	3,76 <sup>d</sup>	4,67 <sup>b</sup>	4,16 <sup>cd</sup>	4,35 <sup>bc</sup>	5,20 <sup>a</sup>
M	4,08 <sup>c</sup>	5,17 <sup>a</sup>	4,52 <sup>bc</sup>	4,63 <sup>b</sup>	4,47 <sup>bc</sup>
Średnia – Mean	3,92 <sup>*</sup>	4,92 <sup>*</sup>	4,34 <sup>*</sup>	4,49 <sup>*</sup>	4,83 <sup>*</sup>

Objaśnienia takie jak w tabeli 1/Explanations as in Table 1.

prezentuje natomiast odmienny pogląd, twierdząc, że rośliny bobowate uprawiane jako międzyplony korzystniej wpływają na procentową zawartość skrobi w bulwie ziemniaka niż nawożenie obornikiem, co nie znalazło potwierdzenia w przeprowadzonych badaniach.

Badane czynniki istotnie modyfikowały plon skrobi (tab. 2). Średnio, niezależnie od aplikacji mikroelementów, największy plon skrobi uzyskano z obiektów, na których stosowano obornik lub jako międzyplon uprawiano facelię. Wartości te były istotnie większe odpowiednio o 25,5 i 23,2% w porównaniu do plonu uzyskanego na obiekcie kontrolnym (NPK). Badania Grześkiewicza i Trawczyńskiego [1997] oraz Turskiej i innych [2009] wykazały również, że nie tylko obornik gwarantował duży plon tego parametru, ale również uprawa facelii w międzyplonie ścierniskowym. Nieco mniejsze plony skrobi według wyżej wymienionych autorów uzyskano zaś po przyoraniu międzyplonów takich jak gorczyca lub groch siewny z owsem, a najmniejsze, gdy stosowano tylko nawozy mineralne.

Zawartość i plon białka ogólnego w bulwach ziemniaka determinowane były zarówno formami nawożenia naturalnego i organicznego, jak i aplikacją mikroelementów (tab. 3). Średnia zawartość białka ogólnego kształtowała się od 91,7 g·kg<sup>-1</sup> (po facelii łącznie z mikroelementami) do 103,4 g·kg<sup>-1</sup> (obiekt kontrolny bez mikroelementów). Średni plon tego składnika kształtował się zaś w zakresie od 633,1 kg·ha<sup>-1</sup> (po uprawie gorzycy bez mikroelementów) do 785,3 kg·ha<sup>-1</sup> (na oborniku łącznie z mikroelementami).

Największe zawartości białka ogólnego uzyskano na obiekcie kontrolnym (NPK) oraz po zastosowaniu obornika i uprawie peluszki zarówno bez, jak i łącznie z mikroelementami. Zawartości te, niezależnie od aplikacji mikroelementów, były istotnie większe odpowiednio o: 10,3, 5,7 i 4,2% w porównaniu do wartości uzyskanej po uprawie gorzycy. Kołodziejczyk i inni [2007] stwierdzili również mniejszą o 10% zawartość białka w bulwach ziemniaka uprawianego po międzyplonie z gorzycy w porównaniu do obiektów z nawożeniem mineralnym. Z kolei według Dzienni i innych [2004] stosowanie obornika i uprawa międzyplonów ścierniskowych wpływały na wzrost zawartości azotu, a tym samym białka ogólnego w bulwach ziemniaka w porównaniu do zawartości uzyskanych po zastosowaniu nawożenia mineralnego.

Tabela 3. Zawartość i plon białka ogólnego (średnie z lat 2010–2012))

Table 3. Concentration and yield of total protein (means for 2010–2012)

Aplikacja mikroelementów Application microelements	Warianty nawozowe – Fertilization variants				
	NPK	obornik manure	gorczyca biała white mustard	peluszka field pea	facelia błękitna phacelia
Zawartość białka ogólnego – Protein content [g·kg <sup>-1</sup> ]					
M <sub>0</sub>	103,4 <sup>a</sup>	99,8 <sup>b</sup>	93,6 <sup>d</sup>	97,5 <sup>c</sup>	94,3 <sup>d</sup>
M	101,4 <sup>a</sup>	96,4 <sup>b</sup>	92,0 <sup>c</sup>	96,0 <sup>b</sup>	91,7 <sup>c</sup>
Średnia – Mean	102,4*	98,1*	92,8*	96,7*	93,0*
Plon białka ogólnego – Protein yield [kg·ha <sup>-1</sup> ]					
M <sub>0</sub>	633,4 <sup>c</sup>	742,6 <sup>a</sup>	633,1 <sup>c</sup>	683,4 <sup>b</sup>	640,2 <sup>bc</sup>
M	673,1 <sup>c</sup>	785,3 <sup>a</sup>	674,7 <sup>c</sup>	723,1 <sup>b</sup>	668,9 <sup>c</sup>
Średnia – Mean	653,3*	764,0*	653,9*	703,2*	654,5*

Objaśnienia takie jak w tabeli 1/Explanations as in Table 1.

Dolistne stosowanie nawozu Symfonia Mikro PLUS wpływało istotnie na obniżenie koncentracji białka ogólnego w bulwach ziemniaka, co potwierdzają badania Jabłońskiego [1999].

Plon białka był również istotnie determinowany czynnikami doświadczenia, podobnie jak zawartość białka ogólnego (tab. 3). Największy średni plon białka zarówno na obiektach bez, jak i przy łącznym stosowaniu mikroelementów uzyskano po zastosowaniu obornika, co również wykazali Bleharczyk i inni [2008]. Plon ten był istotnie większy o: 16,9, 16,8, 8,6 i 16,7% w porównaniu do wartości uzyskanych na obiektach, na których stosowano wyłącznie NPK oraz uprawiano jako międzyplon gorczycę, peluszkę i facelię. Najmniejsze plony białka uzyskano z obiektów nawożonych NPK i na których uprawiano gorczycę i facelię.

Większy plon białka ogólnego, średnio o 4,5%, otrzymano po aplikacji mikroelementów w porównaniu do plonu uzyskanego z obiektów, na których ich nie stosowano. Potwierdzeniem takiego oddziaływania nawozów mikroelementowych są badania Jabłońskiego i Dryjańskiej [1998]. Jabłoński [1999] wykazał natomiast, iż nawożenie różnymi nawozami mikroelementowymi nie zawsze zwiększa plon białka, a w niektórych przypadkach może powodować jego obniżenie.

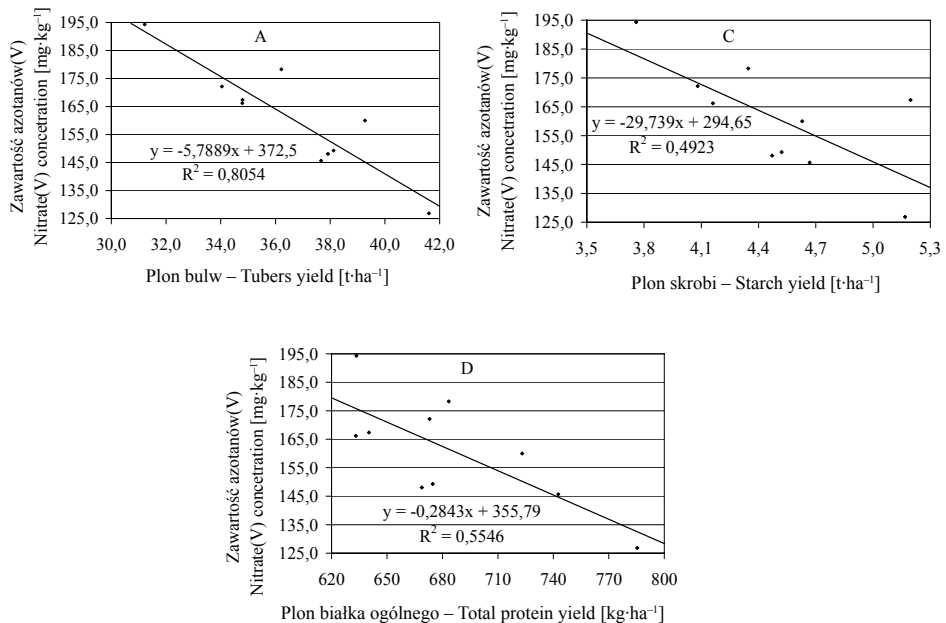
Tabela 4. Zawartość azotanów w bulwach ziemniaka [mg·kg<sup>-1</sup>] (średnie z lat 2010–2012)Table 4. Nitrates(V) concentration in potato tubers [mg·kg<sup>-1</sup>] (means for 2010–2012)

Aplikacja mikroelementów Application microelements	Warianty nawozowe – Fertilization variants				
	NPK	obornik manure	gorczyca biała white mustard	peluszka field pea	facelia błękitna phacelia
M <sub>0</sub>	194,3 <sup>a</sup>	145,7 <sup>d</sup>	164,2 <sup>c</sup>	178,3 <sup>b</sup>	167,4 <sup>c</sup>
M	172,1 <sup>a</sup>	126,8 <sup>d</sup>	140,3 <sup>c</sup>	160,0 <sup>b</sup>	148,1 <sup>c</sup>
Średnia – Mean	183,2*	136,3*	152,3*	169,1*	157,7*

Objaśnienia takie jak w tabeli 1/Explanations as in Table 1.

Średnia zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka była istotnie zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 126,8 do 194,3 mg·kg<sup>-1</sup> (tab. 4). Największą koncentrację tego składnika zanotowano w bulwach zebranych z obiektu kontrolnego, co znalazło potwierdzenie w badaniach innych autorów [Płaza 2004, Kołodziejczyk i in. 2007]. Najmniejszą zawartość azotanów(V) stwierdzono po zastosowaniu obornika, po uprawie gorczycy oraz facelii łącznie z mikroelementami. Jest to zbieżne z wynikami Kołodziejczyka i innych [2007] oraz Płazy i Ceglarka [2009], którzy wykazali, że zawartość azotanów(V) w bulwach uprawianych po gorczycy kształtowała się podobnie jak na oborniku. Przeprowadzone badania wskazują na korzystną rolę mikroelementów w kontekście zawartości azotanów(V) w bulwach ziemniaka. Podobną tendencję wykazali w swoich badaniach Jabłoński [1999] oraz Płaza i Ceglarek [2009].

Stwierdzono istotne ujemne zależności między zawartością azotanów(V) w bulwach ziemniaka a wielkością plonów: bulw, skrobi i białka ogólnego (rys. 1).



Rys. 1. Zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka w zależności od plonów: bulw (A), skrobi (C) i białka ogólnego (D)

Fig. 1. Nitrates(V) concentration in potato tubers depending on the crops: of tubers (and), of starch (C) and of total protein (D).

Najsilniejszą zależność stwierdzono między zawartością N-NO<sub>3</sub> a wielkością plonu bulw ( $R^2 = 0,80$ ), nieco słabszą pomiędzy zawartością N-NO<sub>3</sub> a plonem skrobi ( $R^2 = 0,49$ ) oraz zawartością N-NO<sub>3</sub> a plonem białka ( $R^2 = 0,55$ ). Zależności te przedstawiono graficznie w postaci równania regresji liniowej prostej (rys. 1). Obliczono, że wzrost o 1 jednostkę, tj. t·ha<sup>-1</sup>, plonu skrobi może spowodować porównywalne obniżenie zawartości azotanów(V) odpowiednio o 29,74 mg·kg<sup>-1</sup>.

## WNIOSKI

1. Nawożenie mineralne, obornik, międzyplony ścierniskowe (gorczyca biała, facelia błękitna, peluszka) oraz mikroelementy determinowały istotnie wielkość plonu bulw ziemniaka. Największe plony uzyskano z obiektów, na których stosowano obornik i uprawiano międzyplon peluszki (grochu siewnego) łącznie z mikroelementami.

2. Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka, jego plon oraz plon skrobi istotnie zależały od wszystkich badanych czynników, a największe ich średnie wartości, z wyjątkiem koncentracji białka ogólnego, uzyskano na obiektach z obornikiem.

3. Wykazano pozytywny aspekt uprawy międzyplonów w przypadku plonów: bulw ziemniaka, skrobi oraz białka ogólnego, które były istotnie większe w porównaniu do wartości uzyskanych z obiektów z nawożeniem mineralnym.

4. Uprawa międzyplonów, stosowanie obornika oraz aplikacja mikroelementów wpłynęły istotnie na obniżenie zawartości azotanów(V) w bulwach ziemniaka w porównaniu do ich koncentracji stwierdzonej po zastosowaniu nawożenia mineralnego (obiekt kontrolny – NPK). Najmniejsze zawartości oznaczono w bulwach pochodzących z obiektów, na których stosowano obornik i uprawiano międzyplony łącznie z mikroelementami.

## LITERATURA

- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawińska Z., 2008. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Sate. *Acta Sci. Pol., Agric.* 7 (30), 13–19.
- Boligłowa E., Głeń K., 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Electron. J. Pol. Agric. Univ. Ser. Agron. Is.* 1, 6, 1–10.
- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., 2004. Porównanie efektywności energetycznej nawożenia ziemniaka wsiewkami międzyplonowymi i obornikiem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 500, 263–270.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S., 2004. Plonowanie i jakość ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 500, 235–242.
- Główny Urząd Statystyczny, 2013. *Rocznik statystyczny rolnictwa*. Warszawa.
- Grzeskiewicz H., 1994. Poplony ścierniskowe jako cenny nawóz pod ziemniaki. *Ziemn. Pol.* 4, 11–14.
- Grzeskiewicz H., Trawczyński C., 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 48, 73–82.
- Harasimowicz-Hermann G., Hermann J., 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 512, 140–153.
- Helander C.A., Delin K., 2004. Evaluation of farming systems according to valuation indices developed within a European network on integrated and ecological arable farming systems. *Eur. J. Agron.* 21, 53–67.
- Jabłoński K., 1999. Wpływ dolistnego nawożenia ziemniaków nawozami mikroelementowymi na kształtowanie się plonów i efekty ekonomiczne. *Biul. Ins. Hod. Aklim. Rośl.* 212, 165–177.
- Jabłoński K., Dryjańska M., 1998. Wpływ dolistnego dokarmiania ziemniaków preparatami typu Waxal na plon i jego strukturę oraz skład chemiczny bulw. *Fol. Univ. Agric. Stein*, 190, *Agric.* 72, 115–121.

- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S., 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2 (94), 142–150.
- Krzysztofik B., Nawara P., 2003. Zmiany właściwości bulw ziemniaka wynikające z czynników agrotechnicznych. *Acta Agrophys.* 2 (4), 777–786.
- Makaraviciute A., 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.* 1, 197–209.
- Płaza A., 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E Agric.* 59 (3), 1327–1334.
- Płaza A., Ceglarek F., 2006. Jakość bulw ziemniaka jadalnego nawożonego wsiewkami międzyplonowymi i słomą jęczmienia jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511, 217–223.
- Płaza A., Ceglarek F., 2009. Tuber quality of edible potato fertilized with catch crops and barley straw. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E Agric.* 64 (3), 79–91.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M.A., 2009. Wpływ międzyplonów i słomy jęczmienia jarego na jakość bulw ziemniaka jadalnego. *Fragm. Agron.* 26 (4), 132–139.
- Płaza A., Królikowska M.A., 2008. Plonowanie i jakość ziemniaka przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego w zależności od nawożenia wsiewkami międzyplonowymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 530, 135–141.
- Strochalska B., Zimny L., Kuc P., 2011. Wpływ różnych systemów uprawy buraka cukrowego na wybrane właściwości fizyczne gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 559, 183–193.
- Trawczyński C., 2004. Wpływ dolistnego stosowania koncentratu mikroelementowego Plant Power 2003 na plon oraz zawartość cynku, manganu i miedzi w bulwach ziemniaka. *Cz. I. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 502, 387–393.
- Trawczyński C., 2008. Znaczenie słomy i nawozów zielonych w nawożeniu ziemniaków. *Ziemi. Pol.* 2, 9–13.
- Turska E., Wielogórska G., Rymuza K., 2009. Oddziaływanie wybranych czynników agrotechnicznych na jakość bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 26 (3), 156–161.
- Wright A.L., Dou F., Hons F.M., 2007. Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas. *Agric. Ecosystems Environ.* 121, 376–382.
- Zarzecka K., 2006. Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511, 53–72.

## IMPORTANCE OF CATCH CROPS AND MICROELEMENTS IN POTATO CULTIVATION

**Summary.** Due to the shortage of manure due to a reduction of livestock population, the potato cultivation in the form of stubble catch crop is becoming increasingly important, especially on light soils. Therefore, studies were undertaken, which aim was to evaluate the effect of manure, stubble catch crop (white mustard, field pea and phacelia), and the application of microelements in terms of height and selected quality of potato tuber yield. The experiment was conducted at the Research Station Wierzchucinek University of Technology and Life Sciences, in 2010–2012, on a lessive good rye complex. Forecrop was winter wheat, and the tested plant was potato variety ‘Bila’. The experiment was a randomized block design in three replications and two-factors, where I factor were the variants of fertilizer: NPK – control, manure 30 t·ha<sup>-1</sup>, white mustard catch crop plowing, field pea or phacelia. The second factor was microelements fertilization: without fertilization or application of microelements in the form of Symphony Micro PLUS fertilizer. After the



harvest in each year of the study the amount of potato tuber yield was determined and the representative samples were collected in which the content of starch (polarimetrically using Evers method) and total nitrogen (using Kjeldahl method) were determined. Based on the obtained results, the protein content and yield of starch and protein were determined. The obtained results were analyzed statistically. In addition, the relationships between the nitrates(V) content and the studied qualitative characteristics of potato tubers were studied. Correlation coefficients were calculated using MS Excel 2002 software. It was found that the use of mineral fertilizers, manure, and crop stubble catch crop (white mustard, phacelia, field pea) and the application of microelements, significantly determined the potato tuber yield. Indeed, the highest yields were obtained from facilities where manure was applied or field pea catch crop grown together with microelements. The content of protein in potato tubers as well as the yield and the yield of depended starch significantly on all the tested agents and their average maximum value, except for the concentration of total protein, were obtained on objects where manure application. It has been demonstrated the positive aspect of the studied catch crop on the yield of potato tubers, starch and total protein, which were generally significantly higher on average, compared to the values obtained from the objects where mineral fertilization was used. It was found that the catch crop, manure and microelements application have significant impact on the reduction of nitrate(V) in potato tubers compared to its concentration found after the mineral fertilizers (control) application. Indeed, the lowest contents were obtained on a object where the manure was applied and catch crop were grown together with microelements.

**Key words:** potato, quality, microelements, manure, stubble catch crop