

ANNA PŁAZA
BARBARA GĄSIOROWSKA
ARTUR MAKAREWICZ
MILENA ANNA KRÓLIKOWSKA
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Plonowanie ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji

The yielding of potato fertilized with undersown crops in integrated and organic production system

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2005–2008 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na plonowanie ziemniaka jadalnego uprawianego w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji. W doświadczeniu badano dwa czynniki. I. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, koniczyna perska, życica westerwoldzka, koniczyna perska — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz. II. System produkcji: integrowany, ekologiczny. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Zeus. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny świeżej masy bulw, a po zbiorze plon handlowy. W pobranych próbach bulw oznaczono zawartość suchej masy, skrobi i białka ogólnego, które przeliczono na plon. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że większe plony bulw ziemniaka odnotowano w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Koniczyna perska niezależnie od formy jej nawożenia w pełni zastępuje obornik w integrowanej uprawie ziemniaka. Stosowana łącznie z obornikiem w ekologicznym systemie produkcji także przynosi dobre plony.

Słowa kluczowe: nawożenie, mulcz, plon, system produkcji, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The paper presents results of studies carried out from 2005 to 2008 which aimed to determine the influence of undersown crops plowed down in autumn or left till spring in the form of mulch on yield of table potato cultivated in the integrated and organic production system. Two factors were examined. I. Undersown crop fertilization: control object (without undersown crop fertilization), farmyard manure, Persian clover, westerwold ryegrass, Persian clover — mulch, westerwold ryegrass — mulch. II. Production system: integrated and organic. Potato cultivar Zeus was grown directly after undersown crops fertilization. During potato harvest the yield of fresh tuber mass was determined and after that the marketable yield was determined. The contents of dry mass, starch and total protein were

determined in tuber samples and related to yield. The obtained results allow to conclude that higher yields of potato tubers were noted in integrated than in organic production system. Persian clover independently on the form of fertilization completely substitutes farmyard manure in integrated production system of potato. Persian clover used with farmyard manure in organic production system also gives good results.

Key words: fertilization, mulch, potato, production system, undersown crop, yield

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony do bezpośredniego spożycia powinien być uprawiany w integrowanym lub ekologicznym systemie produkcji (Sawicka i in., 2007). W tych systemach uprawy zaleca się wysycenie płodozmianu międzyplonami. Najtańszym źródłem biomasy są wsiewki międzyplonowe (Spiertz i in., 1996; Płaza i Ceglarek, 2009). Spośród gatunków zalecanych do uprawy, koniczyna perska i życica westerwoldzka wyróżniają się wysoką produkcją biomasy (Sadowski, 1992; Spiertz i in., 1996; Redulla i in., 2005). Są to rośliny jednoroczne, a zatem mogą być stosowane również w formie mulczu. W Polsce brak jest badań dotyczących oceny wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych stosowanych w formie mulczu. Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia tego typu badań. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na plonowanie ziemniaka uprawianego w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2005–2008 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Badania prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,41%. Doświadczenie założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach, Badano dwa czynniki. I. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska ($18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska — mulcz ($18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). II. System produkcji: integrowany i ekologiczny.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. Jesienią, na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby. Średni plon z 3 lat wynosił w integrowanym systemie produkcji dla koniczyny perskiej $25,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, życicy westerwoldzkiej $36,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a w ekologicznym systemie produkcji dla koniczyny perskiej $23,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i życicy westerwoldzkiej $31,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Zeus. W integrowanym systemie produkcji ziemniaka wczesną wiosną rozsiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 36,9 kg P i 99,6 kg K. Dawki nawożenia mineralnego dostosowano do zasobności gleby i wielkości przewidywanego plonu. Na

poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagregowanego z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano bronę talerzową i kultywator. W ekologicznym systemie produkcji zamiast nawożenia mineralnego, stosowano obornik w dawce $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod pszenżyto jare uprawiane z wsiewkami międzyplonowymi. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. W integrowanym systemie produkcji, na plantacji ziemniaka stosowano pielęgnację mechaniczno-chemiczną. Do wschodów co 7 dni obsypywano i bronowano, a tuż przed wschodami wykonano oprysk mieszką herbicydową Afalon 50 WP + Reglone Turbo 200 SL ($1 \text{ kg} + 1 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Fastac ($0,1 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), a zarazę ziemniaczaną fungicydem Ridomil MZ 72WP ($2 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Natomiast w ekologicznym systemie produkcji chwasty zwalczano mechanicznie. Od posadzenia do zwarcia rzędów, co 7 dni obsypywano i bronowano. Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Novodor ($2,5 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), a zarazę ziemniaczaną fungicydem Miedzian 50 WP ($4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Pasy pól ekologicznych pod ziemniak dla 3 serii doświadczenia wydzielono z uprawy konwencjonalnej w latach 2004–2006. Wówczas w zmianowaniu uprawiano owies, w którym już nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin.

Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka określono plon ogólny i handlowy, przyjmując za plon handlowy bulwy zdrowe, o średnicy powyżej 40 mm. Następnie z każdego poletka pobrano próby bulw w celu oznaczenia zawartości suchej masy, skrobi i białka ogólnego, które przeliczono na plon. Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya.

WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich interakcji na plon ogólny, handlowy i plon suchej masy bulw ziemniaka (tab. 1, 2, 3). Największe plony otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Plony bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różniły się istotnie od plonów otrzymanych na oborniku. Tylko po życicy westerwoldzkiej, niezależnie od formy jej stosowania plony bulw ziemniaka były istotnie niższe niż na oborniku. System produkcji także istotnie różnicował plony bulw ziemniaka. Większe plony otrzymano w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Wykazano interakcję badanych czynników doświadczenia, z której wynika, że największy plon ogólny, handlowy i plon suchej masy bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejsze plony z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji.

Tabela 1

Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹ (średnie z lat 2006–2008)
The influence of undersown crop fertilization and production system on the total yield of fresh mass of potato tubers, t·ha⁻¹ (means for 2006–2008)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	28,7	23,7	26,2
Obornik Farmyard manure	44,6	31,8	38,2
Koniczyna perska Persian clover	43,8	31,5	37,7
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	37,2	27,6	32,4
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	45,9	33,2	39,6
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	35,8	25,0	30,4
Średnie — Means	39,3	28,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			1,1
System produkcji — Production system			1,0
Interakcja — Interaction			1,2

Tabela 2

Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon handlowy bulw, t·ha⁻¹ (średnie z lat 2006–2008)
The influence of undersown crop fertilization on the marketable yield of tubers, t·ha⁻¹ (means for 2006–2008)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	23,2	18,6	20,9
Obornik Farmyard manure	41,7	30,0	35,9
Koniczyna perska Persian clover	41,2	29,6	35,4
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	31,0	22,3	26,7
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	43,5	31,5	37,5
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	29,7	21,4	25,6
Średnie — Means	35,1	25,6	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			1,0
System produkcji — Production system			0,9
Interakcja — Interaction			1,1

Tabela 3

**Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon suchej masy, t·ha⁻¹
(średnie z lat 2006–2008)**
**The influence of undersown crop fertilization and production system on the dry mass yield, t·ha⁻¹
(means for 2006–2008)**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	6,00	4,81	5,41
Obornik Farmyard manure	9,95	6,81	8,38
Koniczyna perska Persian clover	10,12	6,90	8,51
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	8,15	5,85	7,00
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	10,74	7,47	9,11
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	8,06	5,43	6,75
Średnie — Means	8,84	6,21	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			0,36
System produkcji — Production system			0,23
Interakcja — Interaction			0,45

Tabela 4

**Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon skrobi, t·ha⁻¹
(średnie z lat 2006–2008)**
**The influence of undersown crop fertilization and production system on the starch yield, t·ha⁻¹
(means for 2006–2008)**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	3,87	3,13	3,50
Obornik Farmyard manure	6,51	4,45	5,48
Koniczyna perska Persian clover	6,13	4,22	5,18
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	5,39	3,86	4,63
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	6,61	4,65	5,63
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	5,33	3,63	4,48
Średnie — Means	5,64	3,99	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			0,30
System produkcji — Production system			0,26
Interakcja — Interaction			0,34

Plon skrobi był istotnie różnicowany przez badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie (tab. 4). Plon skrobi bulw ziemniaka nawożonego koniczną perską zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu nie różnił się istotnie od plonu skrobi otrzymanego z ziemniaka uprawianego na oborniku. Po zastosowaniu życicy westerwoldzkiej plon skrobi był istotnie niższy niż na oborniku. System produkcji także istotnie modyfikował plon skrobi. Więcej skrobi zgromadził ziemniak uprawiany w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Ze współdziałania badanych czynników wynika, że największy plon skrobi otrzymano z ziemniaka nawożonego koniczną perską stosowaną w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszy plon skrobi z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową, systemu produkcji i ich interakcji na plon białka ogólnego (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon białka ogólnego, kg·ha⁻¹
(średnie z lat 2006–2008)
The influence of undersown crop fertilization and production system on the total protein yield, kg·ha⁻¹
(means for 2006–2008)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	522	403	463
Obornik Farmyard manure	940	622	781
Koniczyna perska Persian clover	1065	678	872
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	738	510	624
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	1205	758	982
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	774	507	641
Średnie — Means	874	580	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			47
System produkcji — Production system			41
Interakcja — Interaction			56

Najwięcej białka ogólnego zgromadził ziemniak uprawiany po koniczynie perskiej stosowanej w formie mulczu. Również plon białka ogólnego ziemniaka uprawianego po koniczynie perskiej przyoranej jesienią był istotnie większy od plonu odnotowanego z ziemniaka uprawianego na oborniku. Tylko po życicy westerwoldzkiej, niezależnie od formy jej stosowania plon białka ogólnego był istotnie mniejszy od otrzymanego na oborniku. Najmniej białka ogólnego zgromadził ziemniak uprawiany na obiekcie kontrolnym. System produkcji także istotnie różnicował plon białka ogólnego. Więcej białka ogólnego zgromadził ziemniak uprawiany w integrowany niż w ekologicznym systemie produkcji. Wykazano interakcję badanych czynników, z której wynika, że

największy plon białka ogólnego otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszy plon z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji.

DYSKUSJA

Obecnie zmniejszająca się produkcja obornika, spowodowana zmniejszeniem się pogłowia zwierząt gospodarskich oraz rozwój integrowanej i ekologicznej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania alternatywnych rozwiązań. W tej sytuacji dużego znaczenia nabierają nawozy zielone (Spiertz i in., 1996; Reust i in., 1999; Boligłowa i Gleń, 2003; Dzienia i in., 2004; Płaza i Ceglarek, 2009). Nowak (1982) wskazuje na przewagę nawozów zielonych nad obornikiem. Wynika to z faktu, iż składniki pokarmowe zawarte w nawozie zielonym są na ogół łatwiej przyswajalne niż składniki obornika dzięki szybszemu rozkładowi masy organicznej. W badaniach własnych największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Jak podaje Nowak (1982), Makaraviciute i in. (2003) oraz Redulla i in. (2005), podczas rozkładu roślin bobowatych mogą zachodzić wysokie straty azotu, w zależności od temperatury, wilgotności i czasu rozkładu straty azotu mogą dochodzić nawet do 50%. Aby temu zapobiec należy do rozkładającej się biomasy roślin bobowatych dodać substancji organicznej bogatej w węgiel np. traw w celu rozszerzenia stosunku C:N lub pozostawić je do wiosny w formie mulczu, co spowalnia proces mineralizacji i ogranicza straty składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu. W przeprowadzonym eksperymencie plony bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różniły się istotnie od plonów odnotowanych na oborniku. Tylko po nawożeniu życią westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania plony bulw ziemniaka były istotnie mniejsze od odnotowanych na oborniku. Jednak i w tym przypadku plony bulw były większe od otrzymanych na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową. Wzrost plonu bulw po przyoraniu traw stwierdzili także Sadowski (1992), Spiertz i in. (1996), Duer i Jończyk (1998) oraz Reust i in. (1999), jednak plony te były istotnie mniejsze niż na oborniku. Wynika to z faktu wprowadzenia do gleby dużej ilości biomasy, o niskiej zawartości makroelementów (Sadowski, 1992; Duer i Jończyk, 1998). Ponadto trawy charakteryzują się szerokim stosunkiem C:N. W takim przypadku mineralizuje się mniej azotu, który wykorzystywany jest głównie przez mikroorganizmy glebowe.

W przeprowadzonym eksperymencie analogicznie, jak u Sawickiej i Kusia (2000) stwierdzono, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy od systemu produkcji. W badaniach Zarzyńskiej i Golszewskiego (2006) oraz Sawickiej i in. (2007) plony bulw ziemniaka uprawianego w systemie integrowanym były większe w stosunku do plonów bulw pochodzących z uprawy ekologicznej. Potwierdzają to wyniki badań własnych. Należy tłumaczyć to tym, iż w integrowanej produkcji ziemniaka, poza obornikiem czy nawozami zielonymi, stosowane jest uzupełniające nawożenie mineralne dostosowane do zasobności gleby i wielkości przewidywanego plonu. Składniki pokarmowe dostarczone roślinie w formie mineralnej są łatwiej przyswajalne niż z nawozów zielonych czy obornika, co przekłada się na wielkość uzyskanego plonu bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu.
2. Większe plony bulw ziemniaka odnotowano w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji.
3. Koniczyna perska niezależnie od formy nawożenia w pełni zastępuje obornik w integrowanej uprawie ziemniaka. Stosowana łącznie z obornikiem w ekologicznym systemie produkcji przynosi dobre plony.

LITERATURA

- Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Elec. Jour. Pol. Agric. Univ., Top Agron.* 1,6, www.ejpau.media.pl.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Frag. Agron.* 1 (57): 85 — 95.
- 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 Rol.* 500: 235 — 242.
- Makaraviciute A. 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.* 1 (2): 197 — 209.
- Nowak G. 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C14 w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 35: 3 — 57.
- Płaza A., Ceglarek F. 2009. Tuber quality of edible potato fertilized with catch crops and barley straw. *Annales UMCS, Sec. E, LXIV* (3): 79 — 90.
- Reust W., Neyroud J.A., Dutoit J. P. 1999. Potato fertilization in integrated farming system. 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Sorrento, Italy, 02-07.05.1999: 259 — 260.
- Rudella C. A., Davenport J. R., Evans R. G., Hattendorf M. J., Alva A. K., Boydston R. A. 2005. Relating potato yield and quality to field scale variability in soil characteristics. *Amer. J. Pot. Res.* 79 (5): 317 — 323.
- Sadowski J. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. *Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych.* ART Olsztyn, 25-26.03.1992: 216 — 222.
- Sawicka B., Kuś J. 2000. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 273 — 282.
- Sawicka B., Barbaś P., Kuś J. 2007. Variability of potato yield and structure in organic and integrated crop production systems. *Elec. Jour. Pol. Agric. Univ., Top. Agron.* 10,1, www.ejpau.media.pl.
- Spiertz J. H. J., Haverkort A. J., Verejken P. H. 1996. Environmentally safe and consumer friendly potato production in The Netherlands. 1. Development of ecologically sound production system. *Pot. Res.* 39: 371 — 378.
- Zarzyńska K., Goliszewski W. 2006. Uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym a jakość plonu bulw. *Pam. Puł.* 142: 617 — 626.