

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

Rola wsiewek międzyplonowych w systemie integrowanej i ekologicznej produkcji ziemniaka jadalnego

Role of undersown catch crops in integrated and organic production systems of table potato

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006–2009 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 okresie przestawiania. W doświadczeniu badano dwa czynniki. I. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, nostryk biały, życica westerwoldzka, nostryk biały — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz. II. Systemy produkcji: integrowany i ekologiczny w okresie przestawiania. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. 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 tych składników. W obu systemach produkcji największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego nostrykiem białym w formie mulczu. Większe plony bulw ziemniaka odnotowano w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania. Nostryk biały niezależnie od formy stosowania i systemu produkcji w pełni zastępuje obornik.

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

The work presents results of studies conducted in 2006–2009. Our goal was to determine the effect of undersown catch crops, which were either autumn-incorporated or left as mulch on the soil surface till spring, on the yields of table potato cultivated under either an integrated or organic farming system in the reorganization period. Two factors were examined in the experiment: I — undersown catch crops applied as fertilizer (not fertilized control, farmyard manure, white sweet clover (*Melilotus albus*), Westerwold ryegrass, white sweet clover — mulch, Westerwold ryegrass — mulch); II — an integrated and organic farming system in the reorganization period. The undersown catch crops were incorporated

prior to table potato planting. The total fresh mass yield of potato tubers was determined during potato harvest and marketable yield after the harvest. Also, tuber samples were taken to determine dry matter, starch and total protein contents which were then expressed in terms of yields of these components. In both farming system the highest yields of potato tubers were harvested from white sweet clover mulch-fertilized plots. Higher yields were recorded under the integrated rather than organic farming system in the reorganization period. White sweet clover was found to have the same manuring value as farmyard manure irrespective of the timing of its application and farming system of potato.

Key words: farming system, manure, mulch, undersown catch crop, potato, yield

WSTĘP

Uprawie międzyplonów sprzyja nowoczesny system gospodarki integrowanej, która umożliwia jak najlepsze wykorzystanie przyrodniczych czynników warunkujących plonowanie roślin uprawnych. Podobnie w gospodarstwach ekologicznych, uprawa międzyplonów jest standardowym elementem zmianowania (Sawicka i in., 2007). Wśród międzyplonów najtańszym źródłem substancji organicznej są wsiewki przyorane jesienią lub pozostawione do wiosny w formie mulczu (Spiertz i in., 1996; Płaza i Ceglarek, 2009). Spośród gatunków zalecanych do uprawy, nostryk biały i życica westerwoldzka wyróżniają się dużą produkcją biomasy (Sadowski, 1992; Spiertz i in., 1996; Rudella i in., 2005). W Polsce brak jest badań dotyczących oceny wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych stosowanych w formie mulczu. Stąd jest potrzeba prowadzenia tego typu badań. Celem ich było 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 okresie przestawiania.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2006–2009 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 1,43%. Doświadczenie założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki. I. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), nostryk biały (norma wysiewu nasion $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka (norma wysiewu nasion $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), nostryk biały — mulcz (norma wysiewu nasion $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz (norma wysiewu nasion $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). II. System produkcji: integrowany i ekologiczny w okresie przestawiania.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. 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 w okresie przestawiania 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 ziemniaki obsypywano i bronowano, a tuż przed wschodami wykonano opryskiwanie 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 zarazem ziemniaczaną fungicydem Ridomil MZ 72 WP ($2 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Natomiast w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania chwasty zwalczano mechanicznie. Od posadzenia do zwarcia rzędów, co 7 dni stosowano obsypnik z broną. Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Novodor ($2,5 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), a zarazem ziemniaczaną fungicydem Miedzian 50 WP ($4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ziemniaki uprawiano w 3 roku od uprawy konwencjonalnej. Pasy pól ekologicznych pod ziemniak dla 3 serii doświadczenia wydzielono z uprawy konwencjonalnej w latach 2005–2007. Wówczas w zmianowaniu uprawiano owies, w którym już nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin.

Podczas zbioru ziemniaka, na każdym poletku 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 (metodą suszarkowo-wagową), skrobi (metodą Reimanna) i białka ogólnego (metodą Kjeldahla), które przeliczono na plon z hektara. Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie ze schematem układu split-blok. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tuckeya.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1).

Tabela 1

Warunki pogody podczas badań zgodnie z danymi ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of investigation, according to the data from the Meteorological Station at Zawady

Lata Years	Miesiąc — Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura (°C) Temperature (°C)							
2007	8,6	14,6	18,2	18,9	18,9	13,1	15,4
2008	9,1	12,7	17,4	18,4	18,5	12,2	14,7
2009	10,3	12,9	15,7	19,4	17,7	14,6	15,1
1951-2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)							
2007	21,2	59,1	59,0	70,2	31,1	67,6	308,2
2008	28,1	85,6	49,0	69,8	75,4	63,4	371,2
2009	8,1	68,9	145,2	26,4	80,9	24,9	354,4
1951-2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

Największą sumę opadów odnotowano w 2008 roku. W tym też roku średnia temperatura była niższa o 0,4°C od średniej temperatury wieloletniej. Takie warunki pogodowe wpłynęły korzystnie na wielkość plonu ziemniaka. W 2009 roku suma opadów była niższa niż w 2008 roku, ale wyższa od sumy wieloletniej. Średnia miesięczna temperatura oscylowała wokół średniej wieloletniej. Był to rok mniej korzystny do plonowania ziemniaka. W 2007 roku odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze. W tym też roku plon bulw ziemniaka był najmniejszy.

WYNIKI

Plon ogólny, handlowy i plon suchej masy bulw ziemniaka były istotnie różnicowane przez badane czynniki doświadczenia i ich interakcję (tab. 2, 3, 4). Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego nostrykiem białym w formie mulczu. Plony bulw ziemniaka nawożonego nostrykiem białym przyoranym 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 w okresie przestawiania. Wykazano interakcję czynników doświadczenia, z której wynika, że największy plon ogólny, handlowy i plon suchej masy bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego nostrykiem białym w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejsze plony z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania.

Tabela 2

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 w okresie przestawiania organic in the reorganization period	
Obiekt kontrolny Control object	30,2	24,8	27,5
Obornik Farmyard manure	45,4	32,7	39,0
Nostryk biały White sweet clover	45,2	32,9	39,1
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	38,0	28,2	33,1
Nostryk biały — mulcz White sweet clover — mulch	47,3	35,4	41,4
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	36,4	26,9	31,7
Srednie — Means	40,4	30,2	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			1,2
System produkcji — Production system			0,9
Interakcja — Interaction			1,5

Tabela 3

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 and production system 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 w okresie przestawiania organic in the reorganization period	
Obiekt kontrolny Control object	23,8	19,4	21,6
Obornik Farmyard manure	42,5	30,1	36,3
Nostrzyk biały White sweet clover	42,4	30,3	36,4
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	31,9	23,4	27,7
Nostrzyk biały — mulcz White sweet clover — mulch	45,6	32,8	39,2
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	30,3	21,7	26,0
Średnie — Means	36,1	26,3	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			1,1
System produkcji — Production system			0,8
Interakcja — Interaction			1,3

Tabela 4

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 w okresie przestawiania organic in reorganization period	
Obiekt kontrolny Control object	6,22	4,96	5,59
Obornik Farmyard manure	9,94	6,93	8,44
Nostrzyk biały White sweet clover	10,35	7,14	8,75
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	8,27	5,89	7,08
Nostrzyk biały — mulcz White sweet clover — mulch	10,97	7,89	9,43
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	8,12	5,78	6,95
Średnie — Means	8,98	6,43	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			0,39
System produkcji — Production system			0,21
Interakcja — Interaction			0,43

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ czynników doświadczenia i ich współdziałania na plon skrobi (tab. 5). Największy plon skrobi otrzymano z obiektu nawożonego nostrzykiem białym w formie mulczu. Plon skrobi uzyskany z obiektu nawożonego nostrzykiem białym przyoranym jesienią, nie różnił się istotnie od odnotowanego na oborniku. Tylko po zastosowaniu życicy westerwoldzkiej plon skrobi był istotnie niższy niż na obiekcie z obornikiem. System produkcji także istotnie modyfikował plon skrobi. Więcej skrobi zgromadził ziemniak uprawiany w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania. Ze współdziałania badanych czynników wynika, że największy plon skrobi otrzymano z obiektu nawożonego nostrzykiem białym stosowanym w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszy plon skrobi z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania.

Tabela 5

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 w okresie przestawiania organic in the reorganization period	
Obiekt kontrolny Control object	4,14	3,32	3,73
Obornik Farmyard manure	6,72	4,64	5,68
Nostrzyk biały White sweet clover	6,46	4,44	5,45
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	5,60	4,00	4,80
Nostrzyk biały — mulcz White sweet clover — mulch	6,91	5,03	5,97
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	5,50	3,95	4,73
Średnie — Means	5,89	4,23	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			0,28
System produkcji — Production system			0,23
Interakcja — Interaction			0,32

Plon białka ogólnego był istotnie modyfikowany przez badane czynniki doświadczenia i ich interakcję (tab. 6). Najwięcej białka ogólnego zgromadził ziemniak uprawiany po nostrzyku białym stosowanym w formie mulczu. Również plon białka ogólnego ziemniaka uprawianego po nostrzyku białym przyoranym 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 zgromadziły bulwy ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym. Więcej białka ogólnego otrzymano z bulw ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji w

okresie przestawiania. Wykazano interakcję badanych czynników, z której wynika, że najwięcej białka ogólnego otrzymano z obiektu nawożonego nostrzykiem białym w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszy plon z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania.

Tabela 6

Wpływ nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji na plon białka ogólnego, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnie z lat 2006–2008)
The influence of undersown crop fertilization and production system on the total protein yield, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (means for 2006–2008)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	System produkcji — Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny w okresie przestawiania organic in the reorganization period	
Obiekt kontrolny Control object	544	418	481
Obornik Farmyard manure	943	636	790
Nostrzyk biały White sweet clover	1093	705	899
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	753	515	634
Nostrzyk biały — mulcz White sweet clover — mulch	1235	803	1019
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	782	542	662
Srednie — Means	892	603	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization			45
System produkcji — Production system			38
Interakcja — Interaction			57

DYSKUSJA

Zmniejszająca się produkcja obornika oraz rozwój integrowanej i ekologicznej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania alternatywnych rozwiązań w zakresie nawożenia. 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 nostrzykiem białym w formie mulczu. Jak podaje Nowak (1982), Makaraviciute i in. (2003) oraz Rudella i in. (2005), podczas rozkładu roślin bobowatych mogą zachodzić wysokie straty azotu. W zależności od temperatury, wilgotności o 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

eksperymentcie plony bulw ziemniaka nawożonego nostrykiem białym przyorany jesienią nie różniły się istotnie od plonów uzyskanych z obiektu nawożonego obornikiem. Tylko po nawożeniu życią westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania plony bulw ziemniaka były istotnie niższe 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 (1989) oraz Reust i in. (1999), jednak one 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), Brandt i Molgaard (2008) oraz Finckh i in. (2009) stwierdzono, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy od systemu produkcji. W badaniach Zarzyńskiej i Golszewskiego (2006), Sawickiej i in. (2007) oraz Płazy i in. (2013) plony bulw ziemniaka uprawianego w systemie integrowanym były większe w porównaniu 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 nawożenia 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. W obu systemach produkcji największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego nostrykiem białym w formie mulczu.
2. Większe plony bulw ziemniaka odnotowano w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji w okresie przestawiania.
3. Nostryk biały niezależnie od formy stosowania i systemu produkcji w pełni zastępuje obornik.

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.
- Brandt K., Molgaard J. P. 2008. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J. Sci. Food Agric.*, 81 (9): 924 — 931.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Fragm. 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.
- Finckh M. R., Schulte-Geldermann E., Bruns C. 2009. Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. *Potato Res.*, 49 (1): 27 — 42.

- 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.
- Płaza A., Gąsiorowska B., Makarewicz A., Królikowska M. A. 2013: Plonowanie ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji. *Biul. IHAR* 267: 71 — 78.
- Reust W., Neyroud J. A., Dutoid 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.