

ANNA PŁAZA

BARBARA GAŚSIOROWSKA

ARTUR MAKAREWICZ

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wartość nawozowa wsiewek międzyplonowych i obornika w integrowanym systemie produkcji ziemniaka jadalnego

Fertilizing value of undersown catch crops and farmyard manure in the integrated system of table potato cultivation

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006–2009 mające na celu ocenę wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią lub pozostawionych do wiosny w formie mulczu w integrowanej uprawie ziemniaka jadalnego. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, koniczyna perska, życica westerwoldzka, koniczyna perska — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz. W biomase wsiewek międzyplonowych oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. Oceniono plon ogólny świeżej masy bulw oraz plon handlowy i strukturę plonu bulw. Spośród wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka wprowadziła do gleby najwięcej suchej masy, a koniczyna perska najwięcej makroelementów. Największy plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Nawożenie koniczyną perską zarówno pozostawioną do wiosny w formie mulczu, jak i przyoraną jesienią zastępuje w pełni obornik w integrowanej uprawie ziemniaka jadalnego.

Słowa kluczowe: mulcz, nawożenie organiczne, plon, struktura plonu bulw, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The work presents results of studies carried out in 2006–2009 to evaluate the fertilizing value of undersown catch crops in the integrated system of potato cultivation. Undersown catch crops were either ploughed in autumn or remained as mulch in place till spring. The following treatments were examined in the experiment: control (no undersown catch crop), farmyard manure, Persian clover, Westerwold ryegrass, Persian clover — mulch, Westerwold ryegrass — mulch. Dry matter content and macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) contents were determined in the biomass of the undersown catch crops. Table potatoes were cultivated following fertilization with the undersown catch crops.

Redaktor prowadzący: Stanisława Roztropowicz-Szkubel

The total fresh mass of yield of potato tubers was determined and marketable yield as well as tuber yield structure. Dry matter was introduced into the soil when Westerwold ryegrass was incorporated. In turn, Persian clover supplied most of macronutrients. The highest total yield of potato tubers was determined for the Persian clover mulch treatment. Moreover, Persian clover, either autumn — or spring-incorporated, can fully replace farmyard manure under the integrated system of potato cultivation.

Key words: mulch, organic fertilization, potato, undersown catch crop, tuber yield structure, yield

WSTĘP

Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Zmniejszająca się produkcja obornika oraz rozwój integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do wysycenia płodozmianu międzyplonami (Songin, 1989; Płaza i in., 2010). Są one traktowane jako rośliny wychwytyjące niewykorzystane w przedplonie składniki pokarmowe. Ich wymywanie do wód gruntowych z areałów pokrytych szatą roślinną jest wielokrotnie mniejsze niż z gleb pozostających w czarnym ugorze, co ma istotne znaczenie w ochronie środowiska rolniczego (Spiertz i in., 1996; Reust i in., 1999; Dzieńka i in., 2004). Spośród międzyplonów najtańszym źródłem substancji organicznej są wsiewki, które można przyorać jesienią lub pozostawić do wiosny w formie mulczu (Ceglarek i in., 1998; Witkiewicz, 1998; Kuraszkiewicz i Pałys, 2002). W literaturze jest brak badań dotyczących stosowania wsiewek międzyplonowych w formie mulczu. Stąd też wyłania się potrzeba prowadzenia badań dotyczących oceny wartości nawozowej wsiewek międzyplonowych przyorywanych jesienią lub pozostawionych do wiosny w formie mulczu w integrowanej uprawie ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy 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 1,42%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska ($26,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka ($36,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska — mulcz ($26,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz ($35,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. Jesienią, w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu pobrano średnie próby części nadziemnej i resztek poźniwnych roślin łącznie z ich masą korzeniową z 30 cm warstwy gleby w celu określenia plonu świeżej masy. W pobranym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy i wykonano orkę przedzimową, z wyjątkiem poletek z wsiewkami międzyplonowymi pozostawionymi do wiosny w formie mulczu. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami między-

plonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. Wielkość poletka w założeniu wynosiła 20 m², a do zbioru 15 m². Wczesną wiosną rozsiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39,6 kg P i 99,6 kg K. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagregatowanego z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano bronę talerzową i kultywator. Ziemniaki wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny bulw, a po zbiorze plon handlowy. Za plon handlowy przyjęto bulwy zdrowe o średnicy ≥ 40 mm. Ponadto pobrano próby bulw w celu oznaczenia struktury plonu. W pobranych próbach plonu ogólnego bulw ziemniaka wydzielono frakcje o średnicy poniżej 30, 30–40, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm (Roztropowicz i in., 1999). Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

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

Tabela 1

**Warunki termiczno-opadowe w okresie wegetacji roślin wg danych Stacji Meteorologicznej
w Zawadach**
**Thermal-rainfall conditions in the growing period of plants according to the Zawady Meteorological
Station**

Lata Years	Miesiąc Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura powietrza (°C) Air 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
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Hydrothermal Sielianinov's coefficient							
2007	0,6	1,3	1,2	1,1	0,7	1,4	1,1
2008	0,8	1,8	1,0	1,1	1,7	1,3	1,3
2009	0,2	1,5	3,0	0,4	1,9	0,5	1,2

Wartości współczynnika; Coefficient values
do 0,50 — silna posucha; up till 0,5 strong drought
0,51–0,69 — posucha; mild drought
0,70–0,99 — słaba posucha; weak drought
 $\geq 1,0$ — brak posuchy; no drought

W 2007 roku odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze. W tym też roku plon bulw ziemniaka był najmniejszy. Na podstawie obliczonego współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa K wykazano brak posuchy we wszystkich latach prowadzenia badań.

WYNIKI

Spośród badanych wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka zarówno przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu wprowadziła do gleby więcej suchej masy niż koniczyna perska przyorana jesienią i pozostawiona do wiosny w formie mulczu (tab. 2).

Tabela 2

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wniesionych do gleby w formie wsiewek międzyplonowych i obornika (średnie z lat 2006-2008)
The amount of dry matter and macroelements introduced into the soil by the applied undersown catch crops and farmyard manure (means for 2006-2008)

Wyszczególnienie Specification	Sucha masa Dry mass	Makroelementy Macroelements				
		N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,8	158,2	42,7	130,9	62,2	38,9
Koniczyna perska Persian clover	6,3	156,3	35,4	114,2	52,6	27,4
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	7,4	119,8	29,7	110,6	37,4	16,2
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	6,4	156,4	35,6	114,2	52,5	27,5
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	7,3	119,9	29,8	110,5	37,5	16,4
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,9	10,4	1,2	7,7	4,7	2,6

Życica westerwoldzka w obydwu formach stosowania wprowadziła do gleby porównywalną ilość suchej masy, jak obornik. Największą ilość makroelementów wprowadził do gleby obornik. Koniczyna perska zarówno przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu wprowadziła do gleby porównywalną ilość azotu, jak obornik. Ilość fosforu, potasu, wapnia i magnezu wprowadzona do gleby przez wsiewki międzyplonowe była istotnie niższa niż przez obornik. Życica westerwoldzka chociaż wprowadziła do gleby więcej suchej masy niż koniczyna perska, to o niższej zawartości makroelementów, co przełożyło się na ich ilość.

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską w formie mulczu był największy (tab. 3). Plon bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różnił się istotnie od plonu otrzymanego na oborniku. Po życicy westerwoldzkiej, niezależnie od formy jej stosowania plon ogólny bulw ziemniaka był istotnie niższy niż na oborniku. Jednak i w tym przypadku plon bulw ziemniaka był wyższy od plonu odnotowanego na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 3

**Wpływ wsiewek międzyplonowych i obornika na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
(średnie z lat 2007-2009)**

The influence of the undersown catch crops and farmyard manure on the total yield of fresh mass of potato tubers (means for 2007-2009)

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Plon ogólny Total yield t·ha ⁻¹	Wzrost plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym Increase in yield as compared to control object		Wzrost plonu w porównaniu z obornikiem Increase in yield as compared to the effects of farmyard manure	
		t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
Obiekt kontrolny Control object	29,2	0,0	0,0	-13,6	-31,8
Obornik Farmyard manure	42,8	+13,6	+46,6	0,0	0,0
Koniczyna perska Persian clover	42,1	+12,9	+44,2	-0,7	-1,6
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	36,2	+7,0	+24,0	-6,6	-15,4
Koniczyna perska-mulcz Persian clover-mulch	44,1	+14,9	+51,0	+1,3	+3,0
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwold ryegrass-mulch	33,8	+4,6	+15,8	-9,0	-21,0
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,0	—	—	—	—

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków pogodowych sezonu wegetacyjnego i nawożenia wsiewką międzyplonową na plon handlowy (tab. 4). Największe plony bulw ziemniaka zebrano w 2008 roku o największej ilości opadów, a istotnie mniejsze w latach 2007 i 2009 o mniejszej ilości opadów.

Tabela 4

Wpływ wsiewek międzyplonowych i obornika na plon handlowy, t·ha⁻¹

The influence of the undersown catch crops and farmyard manure on the marketable yield, t·ha⁻¹

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Lata — Years			Średnie Means
	2007	2008	2009	
Obiekt kontrolny Control object	22,9	25,2	22,4	23,5
Obornik Farmyard manure	39,7	41,9	39,3	40,3
Koniczyna perska Persian clover	38,8	40,9	38,1	39,3
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	33,4	34,9	32,7	33,7
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	41,2	43,0	40,6	41,6
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	30,4	32,9	29,7	31,0
Średnie Means	34,4	36,5	33,8	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,7
Kombinacje nawozowe — fertilizer combination				0,9
Interakcja — interaction				n.i.-n.s.

Nawożenie wsiewką międzyplonową także istotnie różnicowało plon handlowy bulw ziemniaka. Największy plon handlowy otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Plon handlowy bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różnił się istotnie od plonu odnotowanego na oborniku. Tylko po życicy westerwoldzkiej, niezależnie od formy jej stosowania, był istotnie mniejszy. Jednak i w tym przypadku plon handlowy bulw ziemniaka był większy od odnotowanego na obiekcie kontrolnym.

Nawożenie wsiewką międzyplonową w istotny sposób oddziaływało nie tylko na plon, ale i jego strukturę (tab. 5). Największy udział bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano na obiekcie nawożonym koniczyną perską w formie mulczu. Stosowanie koniczyny perskiej przyoranej jesienią spowodowało istotny spadek udziału frakcji ziemniaków jadalnych i sadzeniaków, a wzrost udziału frakcji bulw małych w plonie. Dalszy spadek udziału frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków w plonie odnotowano na obiektach nawożonych życicą westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania. Najmniejszy udział ziemniaków jadalnych i sadzeniaków, a największy udział bulw drobnych w plonie odnotowano na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 5

Wpływ wsiewek międzyplonowych i obornika na procentowy udział masy bulw w plonie o średnicy ≤ 30 mm, ≥ 40 mm, 30–60 mm (średnie z lat 2007–2009)
The influence of the undersown catch crops and farmyard manure on the fractions of tubers in diameter ≤ 30 mm, ≥ 40 mm, 30–60 mm in the yield (means for 2007–2009)

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Ziemniaki jadalne Table potatoes ≥ 40 mm	Sadzeniaki Seed potatoes 30–60 mm	Bulwy małe Small tubers ≤ 30 mm
Obiekt kontrolny Control object	58,2	55,3	33,4
Obornik Farmyard manure	88,9	87,3	6,2
Koniczyna perska Persian clover	94,3	90,8	3,6
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	70,2	69,7	17,6
Koniczyna perska — mulcz Persian clover — mulch	98,0	96,4	1,4
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	68,7	66,7	19,3
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	2,1	2,0	1,3

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich, niską opłacalnością produkcji oraz przesłanki przemawiające za systemem integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do przeprowadzenia alternatywnych rozwiązań. Na szczególną uwagę zasługują tu nawozy zielone (Spiertz i in., 1996; Songin, 1998; Duer, 1999; Pałys i in., 2009). Niezwykle cennym gatunkiem jest koniczyna perska. W badaniach własnych

dostarczyła ona porównywalną ilość azotu, jak obornik. Na wysoką wartość nawozową wsiewek roślin bobowatych wskazują też wyniki badań innych autorów (Ceglarek i in., 1998; Witkowicz, 1998; Kuraszkiewicz i Pałys, 2002; Płaza, 2013). Sadowski (1992) oraz Płaza i in. (2010) wskazują 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 (Nowak, 1982; Makaraviciute, 2003). W omawianym doświadczeniu, spośród badanych międzyplonów najwyższą wartość nawozową, wyrażoną plonem bulw ziemniaka, wykazała koniczyna perska stosowana w formie mulczu. Jak podaje Nowak (1982), Makaraviciute (2003) oraz Rudella i in. (2005) podczas rozkładu roślin bobowatych mogą zachodzić wysokie straty azotu. W zależności od temperatury, wilgotności i czasu rozkładu, mogą one 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 do wiosny w formie mulczu, co spowalnia proces mineralizacji i ogranicza straty składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu. W badaniach własnych plony bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różniły się istotnie od uzyskanych na oborniku. Tylko po nawożeniu życicą westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania plony bulw ziemniaka, były istotnie mniejsze niż na oborniku. Jednak i w tym przypadku plony bulw ziemniaka były większe od odnotowanych 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. Zdaniem Sadowskiego (1992) oraz Duer i Jończyk (1998) jest to spowodowane wprowadzeniem do gleby dużej ilości biomasy, o niskiej zawartości makroelementów. Ponadto trawy charakteryzują się szerokim stosunkiem C:N. W takim przypadku mineralizuje się mniej azotu, który wykorzystywany jest głównie przez mikroorganizmy glebowe.

Badania Roztropowicz (1989), Makaraviciute (2003), Głuskiej (2004) oraz Płazy (2013) dowodzą, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy nie tylko od czynników agrotechnicznych, lecz również od czynników środowiskowych, a przede wszystkim od sumy opadów i rozkładu temperatur w okresie wegetacji roślin. Potwierdziły to wyniki badań własnych. Niedobór opadów w 2007 i 2009 roku przyczynił się do uzyskania niższego plonu handlowego bulw ziemniaka, w porównaniu z plonem w roku 2008. O największej ilości opadów. Należy to tłumaczyć tym, iż niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka hamował rozkład biomasy w glebie, co zmniejszało ilość składników pokarmowych udostępnianych roślinie uprawnej, efektem czego był niższy plon handlowy bulw ziemniaka.

Z badaniach własnych wynika, że nawożenie wsiewką międzyplonową oddziaływało nie tylko na plon bulw ziemniaka, ale i na jego strukturę. Spośród badanych wsiewek międzyplonowych najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie koniczyną perską w formie mulczu. Jest to zbieżne z wynikami badań Roztropowicz (1989), Dziemi i in. (2004) oraz Kołodziejczyka i in. (2007). W omawianym doświadczeniu najmniejszy

udział ziemniaków jadalnych i sadzeniaków, a największy udział bulw drobnych w plonie odnotowano na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

WNIOSKI

1. Spośród wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka zarówno przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu wprowadziła do gleby najwięcej suchej masy, a koniczyna perska w obu formach stosowania najwięcej makroelementów.
2. Najwyższą wartość nawozową wyrażoną plonem ogólnym świeżej masy bulw ziemniaka wykazała koniczyna perska stosowana w formie mulczu.
3. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano z kombinacji nawożonej koniczyną perską w formie mulczu.
4. Nawożenie koniczyną perską zarówno pozostawioną do wiosny w formie mulczu, jak i przyoraną jesienią w pełni zastępowało obornik w integrowanej uprawie ziemniaka jadalnego.

LITERATURA

- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., Jabłońska-Ceglarek R. 1998. Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. I. Wartość nawozowa wsiewek poplonowych w zależności od ich sposobu użytkowania na tle obornika i nawożenia słomą. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, T. 113, Z. 3-4: 173 — 188.
- Duer I. 1999. Plon suchej masy kilku odmian koniczyny uprawianej w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji oraz akumulacja azotu w glebie. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 347: 69 — 77.
- 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.
- Głuska A. 2004. Wpływ zmiennego rozkładu opadów na cechy bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) oraz wyznaczenie okresu krytycznego wrażliwości na niedobór wody u odmian o różnej długości okresu wegetacji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 496: 217 — 227.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2 (94): 142 — 150.
- Kuraszkiewicz R., Pałys E. 2002. Wpływ roślin ochronnych na plon masy nadziemnej wsiewek międzyplonowych. *Annales UMCS, Sec. E* 57: 105 — 112.
- 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 C_{14} w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 35: 3 — 57.
- Pałys E., Kuraszkiewicz R., Kraska P. 2009. Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych i roślin ochronnych na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Annales UMCS, Sec. E, LXIV* (4): 81 — 92.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M. A., Próchnicka M. 2010. Rola wsiewek międzyplonowych w nawożeniu ziemniaka jadalnego odmiany Syrena. *Biul. IHAR* 257/258: 137 — 143.
- Płaza A. 2013. Wpływ wsiewek międzyplonowych na plonowanie ziemniaka uprawianego w integrowanym systemie produkcji. *Biul. IHAR* 267: 79 — 86.
- 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.

- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Frag. Agron.* 1 (21): 33 — 75.
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Nowacki W., Rykaszevska K., Sowa-Niedziałkowska G., Szutkowska M., Wierzbicka-Bujakowska B., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. *Metodyka obserwacji i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Red. S. Roztropowicz. Wyd. IHAR Oddz. Jadwisin.
- 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., Barbaś P., Kuś J. 2007. Variability of potato yield and its 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., Vereijken 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.
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. *Post. Nauk Rol.* 2: 43 — 51.
- Witkowicz R. 1998. Porównanie plonowania oraz wartości przedplonowej wsiewek roślin motylkowatych i traw na glebie lekkiej. *Rocz. AR Poznań CCCVII, Ser. Rol.* 52: 65 — 70.

