

ANNA PŁAZAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ wsiewek międzyplonowych na plonowanie ziemniaka jadalnego uprawianego w integrowanym systemie produkcji

The influence of undersown crops on yield of table potato cultivated in integrated production system

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006–2009 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią lub pozostawionych do wiosny w formie mulczu na polowanie ziemniaka jadalnego. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, seradela, życica westerwoldzka, seradela — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz). W biomacie wsiewek międzyplonowych oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny świeżej masy bulw, a po zbiorze plon handlowy i strukturę plonu bulw. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że spośród badanych wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka wprowadziła do gleby najwięcej suchej masy, a seradela najwięcej makroelementów. Nawożenie seradelą zarówno pozostawioną do wiosny w formie mulczu, jak i przyoraną jesienią w pełni zastępuje obornik w uprawie ziemniaka jadalnego. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano z kombinacji nawożonej seradelą w formie mulczu.

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

The paper presents results of studies carried out from 2006 to 2009 which aimed to determine the influence of undersown crops plowed down in the autumn or left till spring in the form of mulch on table potato yielding. The following treatments were examined: control object (without undersown crops fertilization), farmyard manure, serradella, westerwold ryegrass, serradella — mulch, westerwold ryegrass — mulch. The content of dry mass and macroelements (N, P, K, Ca, Mg) were determined in undersown crops biomass. Table potatoes were grown directly after undersown crops fertilization. During potato harvest the yield of fresh tubers mass was determined and after that the marketable yield and the structure of tuber yield were determined. The obtained results allow to conclude that among undersown crops westerwold ryegrass gives the highest amount of dry mass in soil, and serradella the highest amount of macroelements. Serradella fertilization both left till spring in the form of mulch and

plowed down fully replaced farmyard manure in potato cultivation. The highest shares of marketable and seed potato fractions, and the lowest share of small tubers was noted in combination fertilized with serradella in the form of mulch.

Key words: fertilization, mulch, potato, undersown crop, the structure of tubers yield, yield

WSTĘP

W integrowanej uprawie ziemniaka zaleca się wysycenie płodozmianu międzyplonami (Songin, 1998; Płaza i in., 2010). Spośród międzyplonów najtańszym źródłem substancji organicznej są wsiewki, które można przyorać jesienią lub stosować w formie mulczu (Ceglarek i in., 1998; Witkowicz, 1998; Kuraszkiewicz i Pałys, 2002). Mulczowanie polega na pozostawieniu międzyplonu do wiosny. Gleba pokryta mulczem posiada większą retencję wodną, potencjał biologiczny oraz nie traci tyle składników pokarmowych, co gleba zaorana (Spiertz i in., 1996; Reust i in., 1999; Dzienia i in., 2004). Dotychczas w Polsce brak jest badań dotyczących stosowania wsiewek międzyplonowych w formie mulczu. Próbę częściowego wypełnienia tej luki stanowi niniejsza praca mająca na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią lub pozostawionych do wiosny w formie mulczu na plonowanie ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2006–2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment polowy założono 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 losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Badano następujące kombinacje nawożenia wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \cdot \text{ha}^{-1}$), seradela ($22,4 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka ($35,2 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), seradela — mulcz ($22,6 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz ($35,0 \cdot \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. Jesienią, w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu pobrano średnie próby masy kośnej 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 międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. 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 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny świeżej masy bulw,

a po zbiorze plon handlowy. Ponadto pobrano próby bulw w celu oznaczenia struktury plonu. Wydzielono frakcje bulw o średnicy poniżej 30, 30–40, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2008 rok. Gorsze warunki pogodowe odnotowano w latach 2007 i 2009.

Tabela 1

Warunki pogody podczas badań zgodnie z danymi ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of investigations, 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

WYNIKI

Spośród badanych wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka wprowadziła do gleby więcej suchej masy niż seradela (tab. 2).

Tabela 2

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby przez badane wsiewki międzyplonowe i obornik (średnie z lat 2006–2008)
The amounts of dry mass and macroelements introduced into the soil by the applied undersown crops and farm yard manure (means for 2006–2008)

Wsiewka międzyplonowa Undersown crop	Sucha masa Dry mass	Makroelementy — Macroelements				
		N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,7	157,8	46,2	130,4	61,6	38,4
Seradela Serradella	5,8	153,8	33,2	112,7	50,4	25,9
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	7,2	118,7	28,6	109,4	36,2	15,0
Seradela — mulcz Serradella — mulch	5,9	154,2	33,4	113,0	50,6	26,1
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	7,1	118,3	28,4	109,2	36,0	14,9
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,83	10,31	1,14	7,80	4,92	2,83

Najwięcej makroelementów natomiast dostarczyła seradela. Życica westerwoldzka, chociaż wprowadziła do gleby więcej suchej masy niż seradela, to o niższej zawartości makroelementów, co przełożyło się na ich ilość. Życica westerwoldzka wprowadziła do gleby porównywalną ilość suchej masy jak obornik, a seradela porównywalną ilość azotu.

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka nawożonego seradela w formie mulczu był największy (tab. 3). Plon bulw ziemniaka nawożonego seradela 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

Plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹ (średnie z lat 2007–2009)
Total yield of fresh mass of potato tubers, t·ha⁻¹ (means for 2007–2009)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Plon ogólny Total yield t·ha ⁻¹	Wzrost plonu w porównaniu z kontrolą Increase in yield as compared to control		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	28,7	0,0	0,0	-13,5	-32,0
Obornik Farmyard manure	42,2	+13,5	+47,0	0,0	0,0
Seradela Serradella	41,6	+12,9	+44,9	-0,6	-1,4
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	35,8	+7,1	+24,7	-6,4	-15,2
Seradela — mulcz Serradella — mulch	43,7	+15,0	+52,3	+1,5	+3,6
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	33,4	+4,7	+16,4	-8,8	-20,9
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,12	—	—	—	—

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków sezonu wegetacyjnego, nawożenia wsiewką międzyplonową i ich współdziałania na plon handlowy (tab. 4). Największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2008 roku, a istotnie mniejsze w latach 2007 i 2009. Nawożenie wsiewką międzyplonową także istotnie różnicowało plon handlowy bulw ziemniaka. Największy plon handlowy otrzymano z obiektu nawożonego seradela w formie mulczu. Plon handlowy bulw ziemniaka nawożonego seradela 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. Wykazano interakcję, z której wynika, że największy plon handlowy bulw ziemniaka otrzymano w 2008 roku z obiektu nawożonego seradela w formie mulczu, a najmniejszy w latach 2007 i 2009 z obiektu kontrolnego, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 4

Plon handlowy, t·ha⁻¹ Marketable yield, t·ha⁻¹				
Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	22,3	24,4	21,7	22,8
Obornik Farmyard manure	39,1	41,4	38,6	39,7
Seradela Serradella	38,2	40,5	37,7	38,8
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	32,1	34,2	31,5	32,6
Seradela — mulcz Serradella — mulch	40,6	42,5	39,8	40,9
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	29,9	32,2	29,4	30,5
Średnie Means	33,7	35,9	33,1	-
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				0,80
Lata — Years				1,03
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Undersown crop fertilization				1,11
Interakcja — Interaction				1,11

Nawożenie wsiewką międzyplonową w istotny sposób oddziaływało nie tylko na plon, ale i na jego strukturę (tab. 5). Można zauważyć tu pewną zależność, a mianowicie, tam gdzie otrzymano największe plony bulw ziemniaka odnotowano największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie. Natomiast na obiekcie kontrolnym i nawożonym życią westerwoldzką udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków był mniejszy, przy największym udziale frakcji bulw małych w plonie.

Tabela 5

Procentowy udział frakcji bulw w plonie (średnie z lat 2007–2009)
The percentages of tuber fractions in the yield (means for 2007–2009)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown crop fertilization	Ziemniaki jadalne Table potato ≥ 40 mm	Sadzeniaki Seed potatoes 30-60 mm	Bulwy małe Small tubers ≤ 30 mm
Obiekt kontrolny Control object	57,9	55,4	33,2
Obornik Farmyard manure	88,3	86,9	6,5
Seradela Serradella	93,6	91,5	4,1
Życica westerwoldzka Westerwold ryegrass	69,9	68,7	18,0
Seradela — mulcz Serradella — mulch	97,3	95,4	1,6
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwold ryegrass — mulch	67,8	66,9	19,8
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	2,32	2,10	1,44

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich, niska opłacalność 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). Niezwykle cennym gatunkiem jest tu seradela. 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). 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. W omawianym doświadczeniu, spośród badanych międzyplonów najwyższą wartość nawozową wyrażoną plonem bulw ziemniaka wykazała seradela 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 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 badaniach własnych plony bulw ziemniaka nawożonego seradelą przyoraną jesienią nie różniły się istotnie od odnotowanych na oborniku. Tylko po nawożeniu życicą westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania 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. 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.

Badania Głuskiej (2004) 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. Potwierdzają 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 hamuje rozkład biomasy w glebie, co zmniejsza ilość składników pokarmowych udostępnianych roślinie uprawnej, efektem czego jest niższy plon handlowy bulw ziemniaka.

Z badań własnych wynika, że nawożenie wsiewką międzyplonową oddziałuje nie tylko na plon bulw ziemniaka, ale i na jego strukturę. Spośród badanych wsiewek

międzyplonowych najkorzystniej na omawianą cechę oddziałuje nawożenie seradela w formie mulczu. Można zauważyć tu pewną zależność, którą potwierdzają badania innych autorów (Roztropowicz, 1989; Dzienia i in., 2004; Kołodziejczyk i in., 2007). Mianowicie na obiekcie, gdzie otrzymano największe plony ziemniaka występuje wzrost udziału bulw dużych, a spadek udziału frakcji bulw średnich i małych. Największy udział bulw drobnych w plonie odnotowano na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

WNIOSKI

1. Spośród badanych wsiewek międzyplonowych życica westerwoldzka wprowadziła do gleby najwięcej suchej masy, a seradela najwięcej makroelementów.
2. Seradela pozostawiona do wiosny w formie mulczu wykazała najwyższą wartość nawozową.
3. Nawożenie seradela zarówno pozostawioną do wiosny w formie mulczu, jak i przyoraną jesienią w pełni zastępuje obornik w uprawie ziemniaka jadalnego.
4. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano z kombinacji nawożonej seradela w formie mulczu.

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 różnicowanego 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 C¹⁴ w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Ser. Rol.* 35: 3 — 57.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.