

ANNA PŁAZAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska w Siedlcach

Znaczenie nawozów zielonych w uprawie ziemniaka jadalnego

The importance of green fertilizers in table potatoes cultivation

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2001–2004 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka uprawianego w zmiennych warunkach pogodowych. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa (lucerna chmielowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy (facelia, facelia — mulcz). Jesienią, w pobranym materiale roślinnym i w oborniku oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia międzyplonami uprawiano ziemniaki jadalne. Podczas zbioru oznaczono plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka, a po zbiorze zawartość skrobi. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony bulw ziemniaka. Stosowanie wsiewek międzyplonowych (lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa i lucerna chmielowa) oraz międzyplonów ścierniskowych (facelia przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu) w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka.

Słowa kluczowe: międzyplon ścierniskowy, nawożenie, plon handlowy, plon ogólny, wsiewka międzyplonowa, ziemniak.

The paper presents results of the investigations conducted in the years 2001–2004, which aimed to assess the influence of undersown crops and stubble catch crops on yielding of potatoes cultivated under changing weather conditions. The following combinations of intercrop fertilization were applied: control object (without intercrop fertilization), farmyard manure, undersown crop (black medic, black medic + Italian ryegrass), stubble catch crop (phacelia, phacelia — mulch). In autumn, the content of dry mass and macroelements (N, P, K, Ca and Mg) in potato plants and in farmyard manure was determined. In the first year after intercrop fertilization table potatoes were cultivated. During harvest a total yield and commercial yield of potato tubers were assessed, and after harvest the content of starch was determined. The results obtained showed that weather conditions in the period of investigations significantly modified the yields of potato tubers. The undersown crops applied (black medic + Italian ryegrass and black medic) and stubble catch crops (phacelia both plowed down in the autumn or left in the form of mulch till the spring, time alike) completely substituted for the farmyard manure in potato fertilization.

Key words: commercial yield, fertilization, potato, undersown crop, stubble catch crop, total yield

WSTĘP

We współczesnej uprawie ziemniaka jadalnego dąży się do obniżenia kosztów i pracochłonności nawożenia organicznego oraz ochrony środowiska rolniczego, bez istotnego spadku plonu (Stopez i in., 1995; Sadowski, 1992; Ceglarek i Płaza, 2006). Niezwykle cenne są tu międzyplony przedłużające okres trwania okrywy roślinnej. Na tej podstawie można sądzić, iż skażenie działalnością rolniczą cieków i zbiorników wodnych z gospodarstw uprawiających międzyplony jest mniejsza niż z gospodarstw uprawiających rośliny tylko w plonie głównym (Stopez i in., 1995; Ceglarek i Płaza, 2006). Zaleca się tu uprawę wsiewek i międzyplonów ścierniskowych, zwłaszcza pozostających do wiosny w formie mulczu (Karlson-Strese i in., 1998; Songin, 1998; Duer, 1999). Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia badań mających na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka uprawianego w zmiennych warunkach pogodowych.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2001–2004 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Badania polowe prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średnie zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,36%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15 m². Badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa — biomasa przyorana jesienią (lucerna chmielowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy — biomasa przyorana jesienią (facelia), międzyplon ścierniskowy — biomasa pozostawiona do wiosny w formie mulczu (facelia). Wsiewkę lucerny chmielowej (20 kg·ha⁻¹) i mieszanki lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową (10 + 15 kg·ha⁻¹) wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno. Natomiast facelię uprawianą w międzyplonie ścierniskowym wysiewano w ilości 12 kg·ha⁻¹, po zbiorze jęczmienia jarego. Jesienią w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu, z powierzchni 1 m² pobrano próby masy kośnej i resztek poźniwnych 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 bydłocy (30 t·ha⁻¹), wcześniej pobierając średnią jego próbę w celu oznaczenia składu chemicznego. Następnie wykonano orkę przedzimową, z wyjątkiem poletek z facelią pozostawioną do wiosny w formie mulczu.

W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia międzyplonem uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Rywał. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 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. Ziemiaki wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka, na każdym poletku określono plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka, przyjmując za plon handlowy bulwy zdrowe o średnicy powyżej 40 mm. Następnie, z każdego poletka pobrano próby bulw w celu oznaczenia zawartości skrobi. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

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

Tabela 1

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań w Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of the investigations according to the Meteorological Station
in Zawady

Lata Years	Miesiące Months						Średnie Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura powietrza w °C Air temperature in °C							
2001	8,7	15,5	17,1	23,8	20,6	12,1	16,3
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	16,2
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	15,5
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Opady w mm Rainfall in mm							
2001	69,8	28,0	36,0	55,4	24,0	108,0	321,2
2002	12,9	51,3	61,1	99,6	66,5	18,7	310,1
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	132,5
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

O udaniu się międzyplonów decyduje ilość opadów i rozkład temperatur w miesiącach sezonu wegetacyjnego. Korzystnym zarówno dla uprawy wsiewek, jak i międzyplonów ścierniskowych okazał się 2002 rok. Nieco gorsze warunki pogodowe odnotowano w 2001 roku, a najgorsze w niekorzystnym, suchym 2003 roku. Warunki pogodowe różnicowały także plony bulw ziemniaka uprawianego bezpośrednio po nawożeniu międzyplonem. Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2004 rok, nieco gorsze warunki pogodowe wystąpiły w 2002 roku, a najgorsze w suchym i ciepłym 2003 roku.

WYNIKI

Badane nawozy organiczne wprowadziły do gleby różną ilość biomasy i makroelementów (tab. 2). Najwięcej suchej masy dostarczył obornik, istotnie mniej wsiewki międzyplonowe, a najmniej międzyplony ścierniskowe. Analizując ilość makroelementów wprowadzonych do gleby przez badane nawozy stwierdzono, że najwięcej azotu dostarczył obornik, lucerna chmielowa i mieszanka lucerny chmielowej z życią wielokwiatową, a najmniej facelia. Pod względem ilości fosforu, potasu, wapnia i magnezu międzyplony nie dorównywały obornikowi.

Tabela 2

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby przez badane nawozy organiczne (średnie z lat 2001–2003)

Dry mass ($t \cdot ha^{-1}$) and macroelements ($kg \cdot ha^{-1}$) introduced to soil with the intercrops applied (mean for 2001–2003)

Nawóz organiczny Organic fertilization	Sucha masa Dry mass	N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,8	164,8	48,2	134,6	63,8	39,9
Lucerna chmielowa Black medic	5,6	157,4	34,5	115,8	51,2	25,8
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	6,3	156,9	32,6	119,2	50,4	20,7
Facelia Phacelia	4,5	112,4	37,5	92,6	43,2	20,9
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	4,6	112,8	37,9	93,0	43,7	21,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,8	10,6	5,3	10,2	5,1	2,8

Plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka był istotnie różnicowany przez warunki pogodowe, nawożenie międzyplonem i ich interakcję (tab. 3 i 4).

Tabela 3

Wpływ lat badań i nawozów organicznych na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, $t \cdot ha^{-1}$
The influence of research years and organic fertilizers on total yield of fresh mass of potato tubers, $t \cdot ha^{-1}$

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	44,7	18,7	42,9	35,4
Obornik Farmyard manure	53,2	23,4	51,7	42,8
Lucerna chmielowa Black medic	56,5	26,8	54,5	45,9
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	58,1	27,5	56,8	47,5
Facelia Phacelia	54,0	24,4	53,2	43,9
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	53,9	23,6	52,1	43,2
Średnia Mean	53,4	24,1	51,9	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				1,4
Nawożenie organiczne — organic fertilization				1,2
Interakcja — interaction				1,7

Tabela 4

Wpływ lat badań i nawozów organicznych na plon handlowy świeżej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
The influence of research years and organic fertilizers on commercial yield of fresh mass of potato tubers, t·ha⁻¹

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	32,6	10,2	30,7	24,5
Obornik Farmyard manure	49,8	18,4	47,9	38,7
Lucerna chmielowa Black medic	53,2	20,7	51,2	41,7
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	57,0	22,5	55,8	45,1
Facelia Phacelia	52,7	19,8	50,6	41,0
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	50,4	18,9	48,3	39,2
Średnia Mean	49,3	18,4	47,4	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				1,5
Lata — years				1,3
Nawożenie organiczne — organic fertilization				1,8
Interakcja — interaction				

Największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2002 roku, istotnie mniejsze w 2004, a najmniejsze w niekorzystnym 2003 roku. Nawożenie międzyplonem także istotnie różnicowało plony bulw. Plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową oraz lucerną chmielową był istotnie większy od odnotowanego na oborniku. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż plony bulw ziemniaka nawożonego facelią zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu nie różniły się istotnie od plonów odnotowanych na oborniku. Istotnie mniejsze plony niż na oborniku odnotowano tylko na obiekcie kontrolnym (bez nawożenia międzyplonem). Wykazano interakcję, z której wynika, że największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2002 roku z obiektu nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową, a najmniejsze w suchym 2003 roku z obiektu kontrolnego, bez nawożenia międzyplonem.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków pogodowych, nawożenia międzyplonem i ich współdziałania na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka (tab. 5). Najwyższą zawartością skrobi charakteryzowały się ziemniaki uprawiane w suchym i ciepłym 2003 roku. W latach 2002 i 2004 zawartość skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie niższa niż w roku 2003. Nawożenie międzyplonem także istotnie różnicowało koncentrację skrobi w bulwach ziemniaka. Najwyższą zawartością skrobi wyróżniały się ziemniaki nawożone mulczem z facelii. Natomiast zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową oraz facelią przyoraną jesienią nie różniła się istotnie od odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Tylko w ziemniakach nawożonych lucerną chmielową i na obiekcie kontrolnym koncentracja skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie najniższa.

Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka, %
Starch content in fresh mass of potato tubers, %

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	16,2	16,7	16,4	16,4
Obornik Farmyard manure	16,7	17,5	16,8	17,0
Lucerna chmielowa Black medic	16,5	16,9	16,6	16,7
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	16,9	17,5	17,1	17,2
Facelia Phacelia	17,2	17,7	17,4	17,4
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	17,3	17,8	17,4	17,5
Średnia Mean	16,8	17,4	17,0	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				0,2
Lata — years				0,3
Nawożenie organiczne — organic fertilization				0,4
Interakcja — interaction				

Wykazano też interakcję, z której wynika, że najwyższą zawartość skrobi odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego facelią zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w 2003 roku, a najniższą w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym w 2002 roku.

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłównia zwierząt gospodarskich i rozwój integrowanej produkcji ziemniaka skłaniają do wysycenia płodozmianu międzyplonami z przeznaczeniem na zielony nawóz. W badaniach własnych międzyplony pod względem ilości suchej masy i makroelementów, z wyjątkiem azotu nie dorównywały obornikowi. Należy jednak wyjaśnić, że jednorazowe pobranie próby materiału roślinnego łącznie z ich masą korzeniową nie obejmuje całkowitej ilości materii organicznej, jaka w postaci korzeni pozostaje w glebie. Dotyczy to bowiem tylko warstwy ornej, a ponadto w czasie wegetacji system korzeniowy stale się odnawia przez obumieranie starych i przyrost nowych korzeni (Malicki, 1997). Nowak (1992), Sadowski (1992), Makaraviciute (2003) oraz Ceglarek i Płaza (2006) 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 międzyplonów najwyższą wartość nawozową wykazała mieszanka lucerny chmielowej z życią wielokwiatową oraz lucerna chmielowa. Wynika to z faktu, iż badane wsiewki międzyplonowe wprowadziły do gleby podobną ilość azotu, jak obornik. Jednak rozkład zielonej masy międzyplonu przebiega szybciej niż obornika, a zatem dostęp składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu dla rośliny

następczej jest większy, co zwiększa jej plony (Płaza i in., 2004). W badaniach własnych wartość nawozowa międzyplonu ścierniskowego z facelii przyoranej jesienią i pozostawionej do wiosny w formie mulczu dorównywała wartości nawozowej obornika. Jest to zrozumiałe, ponieważ spośród roślin niemotylkowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, biomasa tej rośliny wyróżniała się najwyższą zawartością makroelementów, jest delikatna i szybko ulega rozkładowi (Grzeškiwicz i Trawczyński, 1997; Nowakowski i in., 1997). W integrowanej uprawie ziemniaka niezwykle cenne jest stosowanie facelii w formie mulczu, która pełni wiele korzystnych funkcji: spowalnia mineralizację substancji organicznej, nie dopuszcza do wymywania azotu, magazynuje wodę z opadów jesienno-zimowych, poprawia strukturę gleby i wzbogaca ją w masę organiczną (Hoyt i Hargrove, 1986; Dzienia i Boligłowa, 1993; Songin, 1998; Pleasant, 2001).

Badania własne, analogicznie jak Głuskiej (2000) oraz Kołodziejczyka i in. (2007) dowodzą, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy nie tylko od czynników agrotechnicznych, lecz również od czynników środowiskowych, a przede wszystkim od sumy i rozkładu opadów w okresie wegetacji roślin. Niekorzystne warunki pogodowe odnotowane w 2003 roku spowodowały silny spadek plonu bulw ziemniaka pomimo dużej produkcji biomasy międzyplonów, w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka. Wynika to z faktu, iż niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka hamuje rozkład biomasy w glebie, co zmniejsza ilość składników pokarmowych udostępnianych roślinie uprawnej, efektem czego jest niski plon bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony i zawartość skrobi w bulwach ziemniaka.
2. Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową.
3. Najwyższą koncentracją skrobi wyróżniały się w bulwy ziemniaka nawożonego facelią w formie mulczu.
4. Stosowanie wsiewek międzyplonowych (lucerna chmielowa + życią wielokwiatowa, lucerna chmielowa) i międzyplonów ścierniskowych (facelia) zarówno przyoranych jesienią, jak i pozostawionych do wiosny w formie mulczu w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka.

LITERATURA

- Cegłarek F., Płaza A. 2006. Ocena ekonomiczna uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 451 — 457.
- 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.
- Dzienia S., Boligłowa E. 1993. Rola mulczowania w podnoszeniu żywności i urodzajności gleby. Post. Nauk Rol. 1: 107 — 111.
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. Biul. IHAR 213: 173 — 178.

- Grzeškiewicz H., Trawczyński C. 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 48: 73 — 82.
- Hoyt G. D., Hargrove W. L. 1986. Legume cover crop for improving crop and soil management in the Southern United States. *Hortic. Sci.* 21: 67 — 74.
- Karisson-Strese E. M., Rydberg I., Becker H. C., Umaerus M. 1998. Strategy for catch crop development. II. Screening of species undersown in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) with respect to catch crop growth and grain yield. *Acta Agric. Scand., Sec. B, Soil and Plant Sci.* 48: 26 — 33.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2 (94): 142 — 150.
- Makaraviciute A. 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agronom. Res.* 1 (2): 197 — 209.
- Malicki L. 1997. Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst. Agric.* 64: 57 — 66.
- Nowak G. 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C₁₄ w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn Ser. Rol.* 35: 3 — 57.
- Nowakowski M., Gutmański I., Kostka-Gościniak D., Kaczorowski G. 1997. Międzyplony ścierniskowe odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej jako nawozy zielone i czynniki ograniczania mątwika burakowego w glebie. *Biul. IHAR* 202: 201 — 211.
- Pleasant B. 2001. Develop a passion for potatoes. *Organ. Gard.* Vol. 41, Is. 3: 81 — 87.
- Płaza A., Ceglarek F. 2004. Reakcja ziemniaka odmiany Rywal na nawożenie wsiewkami międzyplonowymi w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR* 232: 101 — 106.
- Sadowski W. 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: 216 — 222.
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. *Post. Nauk Rol.* 2: 43 — 51.
- 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 productions systems. *Potato Res.* 39: 371 — 378.
- Stopes C., Milington S., Woolward L. 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agric. Ecos. and Environ.* 57: 189 — 196.