

WPŁYW WARUNKÓW TERMICZNO-OPADOWYCH I NAWOŻENIA
WSIEWKĄ MIĘDZYPLONOWĄ NA WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE
BULW ZIEMNIAKA JADALNEGO

Anna Plaza, Artur Makarewicz, Barbara Gąsiorowska, Anna Cybulska, Damian Pióro

Katedra Agrotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: plaza@uph.edu.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006-2009 mające na celu przeanalizowanie wpływu warunków termiczno-opadowych i nawożenia wsiewką międzyplonową na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka. Rozkład opadów i temperatur pochodził ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach. Doświadczenie polowe przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, położonej na 50°20' szerokości geograficznej północnej oraz na 22°30' długości geograficznej wschodniej. Badania prowadzono na glebie płowej, kompleksu żytanego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IVa. Badanym czynnikiem doświadczenia było nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, koniczyna perska, życica westerwoldzka, koniczyna perska-mulcz, życica westerwoldzka-mulcz. Bezpośrednio po zastosowaniu wsiewek międzyplonowych uprawiano ziemniak jadalny. Podczas zbioru bulw ziemniaka określono ich plon ogólny oraz pobrano próby do oznaczenia zawartości: suchej masy, skrobi, witaminy C i białka właściwego. Największy plon bulw ziemniaka zebrano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Najwyższą koncentrację składników odżywczych odnotowano w bulwach ziemniaka w 2007 roku, przy małej ilości opadów w sierpniu i wysokiej temperaturze. Z kolei obfitujący w opady sierpień i wrzesień 2008 roku dał efekt odwrotny. Korzystniejszy pod tym względem okazał się 2009 rok, o mniejszej ilości opadów w ostatnim miesiącu wegetacji ziemniaka. Ziemniak uprawiany w suchym i ciepłym 2007 roku, na obiekcie nawożonym koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania wyróżniał się najlepszymi cechami jakościowymi. Najkorzystniejszym składem chemicznym wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożonego koniczyną perską, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu.

Słowa kluczowe: suma opadów, temperatura powietrza, skład chemiczny bulw ziemniaka, nawożenie, wsiewka międzyplonowa

WSTĘP

Bulwy ziemniaka przeznaczone do bezpośredniego spożycia powinny charakteryzować się jak najlepszymi cechami jakościowymi. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest uwarunkowany genetycznie, lecz modyfikowany przez czynniki środowiskowe i agrotechnikę (Bolińska i Gleń 2003, Puła i Skowera 2004, Płaza i Ceglarek 2009, Leszczyński 2012, Płaza i in. 2015). Czynniki te wpływają na wzrost i rozwój roślin, a przede wszystkim na plon i jego jakość. Bulwy ziemniaka charakteryzują się dużą zmiennością zawartości składników odżywczych spowodowaną warunkami pogodowymi w okresie wegetacji (Głuska 2002, Pytlarz-Kozicka 2002, Puła i Skowera 2004). Spośród czynników agrotechnicznych korzystny wpływ na skład chemiczny bulw ziemniaka wykazuje nawożenie organiczne. Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Zmniejszająca się produkcja obornika skłania do wysycenia płodozmianu międzyplonami. Cenne są tu wsiewki międzyplonowe, które można przyorać jesienią lub pozostawić do wiosny w formie mulczu (Ceglarek i in. 1998, Płaza i Ceglarek 2009, Makarewicz i in. 2014, 2015, Płaza i in. 2015).

Celem badań było przeanalizowanie wpływu warunków termiczno-opadowych i nawożenia wsiewką międzyplonową na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2006-2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach, należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Prowadzono je na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, klasy bonitacyjnej IVa, zaliczanej do kompleksu żytznego bardzo dobrego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,39%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach. Wielkość poletka w założeniu wynosiła 21,6 m², a do zbioru 16,2 m². Badanym czynnikiem było nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik (30 t·ha⁻¹), koniczyna perska (wysiew nasion 18 kg·ha⁻¹), życica westerwoldzka (wysiew nasion 20 kg·ha⁻¹), koniczyna perska – mulcz (wysiew nasion 18 kg·ha⁻¹), życica westerwoldzka – mulcz (wysiew nasion 20 kg·ha⁻¹). Wsiewki międzyplonowe wprowadziły do gleby na 1 ha, średnio z 3 lat, następujące ilości makroelementów: koniczyna perska 157,8 kg N, 32,9 kg P i 114,8 kg K, a życica westerwoldzka 119,7 kg N, 28,9 kg P i 109,8 kg K.

Jesienią, na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby. Średni plon z trzech lat wynosił: dla koniczyny perskiej 27,9 t·ha⁻¹ i życicy westerwoldzkiej 36,0 t·ha⁻¹.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. Bezpośrednio po zastosowaniu wsiewek międzyplonowych uprawiano ziemniak jadalny odmiany Zeus. Ziemniaki wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka na każdym poletku określono plon ogólny i pobrano próby bulw w celu wykonania analiz chemicznych. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkowo-wagową, zawartość skrobi metodą Reimanna, zawartość witaminy C – metodą Pijanowskiego oraz zawartość białka właściwego metodą Kjeldahla po strąceniu kwasem trójchlorooctowym. Do przeliczenia zawartości N na białko stosowano przelicznik 6,25.

Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie z układem doświadczenia. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukey'a. Obliczenia wykonano w programie STATISTICA 12.0.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Największą sumę opadów odnotowano w 2008 roku. W tym też roku średnia temperatura powietrza była niższa o 0,4°C od średniej temperatury wieloletniej. W 2009 roku suma opadów była niższa w porównaniu do 2008 roku, ale wyższa od sumy wieloletniej. Średnia miesięczna temperatura powietrza oscylowała wokół średniej wieloletniej. W 2007 roku odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze.

Tabela 1. Warunki termiczno-opadowe w latach 2007-2009 – dane Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Table 1. Thermal conditions and precipitation in 2007-2009 – data of the Zawady Meteorological Station

Lata Years	Miesiąc / Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Średnia temperatura powietrza (°C) / Mean 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

ANALIZA WYNIKÓW

Plon ogólny bulw ziemniaka był istotnie różnicowany przez warunki termiczno-opadowe, nawożenie wsiewką międzyplonową i ich interakcję (tab. 2).

Tabela 2. Plon ogólny bulw ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, t·ha⁻¹
Table 2. Total potato tuber yield as affected by manuring with undersown catch crops, t ha⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	21,9	31,3	29,1	27,4
Obornik / Farmyard manure	36,9	46,2	43,3	42,1
Koniczyna perska / Persian clover	37,1	46,3	43,2	42,2
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	28,3	37,5	34,6	33,5
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	39,9	49,1	46,1	45,0
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwolds ryegrass – mulch	26,7	35,9	32,9	31,8
Średnie / Means	31,8	41,1	38,2	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				1,1
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				1,2
Interakcja / Interaction				1,6

Największy plon bulw ziemniaka odnotowano w 2008 roku, o największej ilości opadów. Niedobór opadów odnotowany w 2009 roku spowodował spadek plonu bulw ziemniaka w porównaniu do roku korzystnego. Najmniejsze plony bulw ziemniaka stwierdzono w suchym 2007 roku. Istotny wpływ na badaną cechę wywarło nawożenie wsiewką międzyplonową. Największy plon bulw ziemniaka odnotowano z obiektu nawożonego wsiewką koniczyny perskiej stosowanej w formie mulczu. Również plon bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską przyoraną jesienią nie różnił się istotnie od plonu bulw ziemniaka nawożonego obornikiem. Tylko po nawożeniu życią westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania, plon bulw ziemniaka był istotnie mniejszy niż po zastosowaniu obornika. Wykazano interakcję, z której wynika, że największy plon bulw ziemniaka otrzymano w 2008 roku z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu, a najmniejszy w 2007 roku z obiektu kontrolnego.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ warunków meteorologicznych, nawożenia wsiewką międzyplonową i ich współdziałania na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka (tab. 3). Najwyższą koncentrację suchej masy odnotowano w bulwach ziemniaka w 2007 roku, przy małej ilości opadów w sierpniu i wysokiej temperaturze. Z kolei obfitujący w opady sierpień i wrzesień 2008 roku dał efekt odwrotny. Korzystniejszy pod tym względem okazał się 2009 rok, o mniejszej ilości opadów w ostatnim miesiącu wegetacji ziemniaka.

Tabela 3. Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, g·kg⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	210	191	203	201
Obornik / Farmyard manure	223	202	216	214
Koniczyna perska / Persian clover	229	216	218	221
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	221	198	21,4	211
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	235	214	228	226
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwolds ryegrass – mulch	228	204	220	217
Średnie / Means	224	204	217	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				2
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				4
Interakcja / Interaction				6

Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. Najwyższą zawartość suchej masy odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania. Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego życicą westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, kształtowała się na zbliżonym poziomie, jak w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Na istnienie tych zależności interakcyjnych wskazano powyżej. Najwyższą koncentracją suchej masy charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2007 roku z obiektu nawożonego koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania, a najniższą w 2008 roku z obiektu kontrolnego, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka była kształtowana przez przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji, nawożenie wsiewką międzyplonową i ich interakcję (tab. 4). Najwyższą koncentracją skrobi charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2007 roku, o mniejszej sumie opadów w sierpniu. Istotny spadek zawartości skrobi (średnio o 0,7%) odnotowano w 2009 roku, o większej sumie opadów pod koniec okresu wegetacji w porównaniu do 2007 roku. Najniższą zawartość skrobi zauważono w bulwach ziemniaka zebranego w 2008 roku, o niekorzystnych warunkach meteorologicznych, z dużą ilością opadów. Nawożenie biomasą wsiewki międzyplonowej różnicowało zawartość skrobi w bulwach ziemniaka. Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego życicą westerwoldzką, koniczyną perską w formie mulczu oraz życicą westerwoldzką również w formie mulczu nie różniła się istotnie od odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem.

Tabela 4. Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, g·kg⁻¹**Table 4.** Starch content in potato tuber fresh matter depending on undersown catch crops manuring, g kg⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	141	123	137	134
Obornik / Farmyard manure	152	132	146	143
Koniczyna perska / Persian clover	145	127	140	13,7
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	152	132	144	143
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	150	131	145	142
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwols ryegrass – mulch	156	137	149	147
Średnie / Means	149	130	144	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				3
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				4
Interakcja / Interaction				5

Tylko po koniczynie perskiej przyoranej jesienią, koncentracja skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie niższa niż na oborniku. Lata prowadzenia badań różnicowały zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych. Najwyższą zawartością skrobi wyróżniały się ziemniaki zebrane w 2007 roku z obiektów nawożonych życicą westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz obornikiem, a najniższą bulwy ziemniaka zebrane w 2008 roku z obiektu kontrolnego.

Wydajność skrobi była istotnie różnicowana przez warunki meteorologiczne, nawożenie wsiewką międzyplonową i ich współdziałanie (tab. 5). Najwięcej skrobi zgromadziły bulwy ziemniaka uprawiane w latach 2008 i 2009, a najmniej

Tabela 5. Wydajność skrobi w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, t·ha⁻¹**Table 5.** Starch productivity as affected by manuring with undersown catch crops, t ha⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	3,09	3,85	3,99	3,64
Obornik / Farmyard manure	5,61	6,10	6,32	6,01
Koniczyna perska / Persian clover	5,38	5,88	6,05	5,77
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	4,30	4,95	4,98	4,74
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	5,99	6,43	6,68	6,37
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwols ryegrass – mulch	4,16	4,92	4,90	4,66
Średnie / Means	4,76	5,36	5,49	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				0,28
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				0,43
Interakcja / Interaction				0,56

w 2007 roku. Nawożenie wsiewką międzyplonową także istotnie różnicowało wydajność skrobi. Ziemiak nawożony koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania, zgromadził podobną ilość skrobi, jak ziemiak nawożony obornikiem. Po zastosowaniu życicy westerwoldzkiej wydajność skrobi z bulw ziemniaka była istotnie niższa niż z obiektu nawożonego obornikiem. Najwyższą wydajność skrobi odnotowano w latach 2008 i 2009 z bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską w formie mulczu, a najniższą w 2007 roku z bulw ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków meteorologicznych nawożenia wsiewką międzyplonową i ich interakcji na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka (tab. 6). Najwięcej witaminy C zawierały ziemniaki zebrane w 2007 roku, a istotnie mniej w 2009 roku. Wysoka suma opadów odnotowana w 2008 roku nie sprzyjała gromadzeniu witaminy C w bulwach ziemniaka. Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość witaminy C w świeżej masie bulw ziemniaka. Najwyższą koncentracją witaminy C charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone biomasą koniczyny perskiej, zarówno przyoranej jesienią, jak i pozostawionej do wiosny w formie mulczu oraz życicą westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Tylko po życicy westerwoldzkiej przyoranej jesienią zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka nie różniła się istotnie od odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem. Najwyższą koncentrację witaminy C odnotowano w bulwach ziemniaka zebranego w 2007 roku z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu, a najniższą w bulwach ziemniaka zebranego w 2008 roku z obiektu kontrolnego.

Tabela 6. Zawartość witaminy C w świeżej masie bulw ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, mg·kg⁻¹

Table 6. Vitamin C content in the fresh matter of potato tubers as affected by manuring with undersown catch crops, mg kg⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	174,0	155,8	169,3	166,4
Obornik / Farmyard manure	187,7	170,1	185,5	181,1
Koniczyna perska / Persian clover	198,3	180,5	194,2	191,0
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	187,7	169,8	183,8	180,4
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	203,7	185,9	199,9	196,5
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwolds ryegrass – mulch	191,6	173,9	187,7	184,4
Średnie / Means	190,5	172,7	186,7	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				1,2
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				1,9
Interakcja / Interaction				2,4

Zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka była istotnie różnicowana przez warunki pogodowe, nawożenie biomasa wsiewki międzyplonowej i ich współdziałanie (tab. 7). Najwyższą koncentracją białka właściwego charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2007 roku, istotnie niższą w 2009 roku, a najniższą w 2008 roku. Nawożenie biomasa wsiewek międzyplonowych zwiększało zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka. Najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie koniczyną perską, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Koncentracja białka właściwego w bulwach ziemniaka nawożonego życicą westerwoldzką była istotnie niższa niż w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Na istnienie interakcji wskazano powyżej. Najwięcej białka właściwego zgromadziły bulwy ziemniaka uprawianego w 2007 roku na obiektach nawożonych koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania, a najmniej bulwy ziemniaka uprawianego w 2008 roku na obiekcie kontrolnym.

Tabela 7. Zawartość białka właściwego w suchej masie bulw ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, g·kg⁻¹

Table 7. True protein content in the dry matter of potato tubers as affected by manuring with undersown catch crops, g kg⁻¹

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny / Control treatment	48,1	37,9	40,1	42,0
Obornik / Farmyard manure	57,9	48,4	49,7	52,0
Koniczyna perska / Persian clover	66,1	56,6	60,2	61,0
Życica westerwoldzka / Westerwolds ryegrass	51,9	42,2	44,1	46,1
Koniczyna perska – mulcz / Persian clover – mulch	68,2	58,3	60,0	62,2
Życica westerwoldzka – mulcz / Westerwolds ryegrass – mulch	54,2	44,4	46,2	48,3
Średnie / Means	57,7	48,0	50,1	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				1,1
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				2,2
Interakcja / Interaction				2,8

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków termiczno-opadowych, nawożenia wsiewką międzyplonową i ich współdziałania na wydajność białka właściwego z bulw ziemniaka (tab. 8). Najwyższą wydajność białka właściwego odnotowano w bulwach ziemniaka zebranego z 2009 roku, a najniższą w bulwach ziemniaka zebranego w latach 2007 i 2008. Nawożenie wsiewką międzyplonową także istotnie różnicowało wydajność białka właściwego z bulw ziemniaka. Najwyższą wydajność białka właściwego odnotowano z bulw ziemniaka zebranego z obiektów nawożonych koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania. Wydajność białka właściwego z bulw ziemniaka nawożonego

życią westerwoldzką była istotnie niższa niż z bulw ziemniaka nawożonego obornikiem. Wykazano interakcje, z której wynika, że najwyższą wydajność białka właściwego odnotowano w latach 2007 i 2009 z bulw ziemniaka nawożonego koniczyną perską w formie mulczu, a najniższą we wszystkich latach badań z bulw ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego.

Tabela 8. Wydajność białka właściwego z bulw ziemniaka w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Table 8. True protein productivity of potato tubers as affected by manuring with undersown catch crops, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Wyszczególnienie Specification	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control treatment	221	227	237	228
Obornik Farmyard manure	477	452	465	465
Koniczyna perska Persian clover	562	566	567	565
Życia westerwoldzka Westerwolds ryegrass	324	317	445	362
Koniczyna perska – mulcz Persian clover – mulch	640	613	631	628
Życia westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	330	325	334	330
Średnie / Means	426	417	447	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}				
Lata / Years				12
Nawożenie wsiewką międzyplonową / Manuring with undersown catch crop				18
Interakcja / Interaction				21

DYSKUSJA

Nawożenie obornikiem i biomasą wsiewek międzyplonowych wpływa na plon i jakość bulw ziemniaka (Leszczyński 2002, Boligłowa i Gleń 2003, Płaza i Ceglarek 2009). Makaraviciute (2003) oraz Mauromicale i in. (2003) 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 badaniach własnych największy plon bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu. Jak podaje Makaraviciute (2003), 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 rośliny bobowate pozostawić do wiosny w formie mulczu, co spowalnia proces mineralizacji substancji organicznej.

Podstawowym składnikiem bulw ziemniaka jest sucha masa. W badaniach własnych, analogicznie jak u Ceglarka i in. (1998), Leszczyńskiego (2002) oraz Boligłowy i Gleń (2003), wykazano korzystne oddziaływanie nawożenia organicznego na tę cechę. W badaniach Kołodziejczyka i in. (2007) zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą międzyplonu ścierniskowego z gorzycy białej i obornikiem nie różniła się istotnie. W omawianym doświadczeniu natomiast najwyższą zawartość suchej masy odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania. W latach o dużej ilości opadów zauważono niższą zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. Wysoka temperatura w okresie wegetacji obniża zawartość tego składnika (Głuska 2002). Badania Pytlarz-Kozickiej (2002) dowiodły, że w latach chłodnych i mokrych nastąpiło obniżenie koncentracji suchej masy, natomiast w sezonach o małej ilości opadów i wysokiej temperaturze powietrza zawartość tego składnika zwiększała się. Potwierdzają to wyniki badań własnych.

Badania Leszczyńskiego (2002), Boligłowy i Gleń (2003), Płazy i Ceglarka (2009) oraz Makarewicz i in. (2015) wskazują na zwiększenie zawartości skrobi w bulwach ziemniaka po nawożeniu organicznym. W badaniach własnych zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego życią westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz koniczyną perską w formie mulczu, nie różniła się istotnie od odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem. Jest to zbieżne z wynikami badań Boligłowy i Gleń (2003), Dzieni i in. (2004), Kołodziejczyka i in. (2007) oraz Płazy i in. (2015). W przeprowadzonym eksperymencie, analogicznie jak w badaniach Pytlarz-Kozickiej (2002) oraz Rymuzy i in. (2015), wykazano, że warunki klimatyczne, a zwłaszcza duża ilość opadów i niska temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka obniża zawartość skrobi w bulwach. Puła i Skowera (2004) również stwierdziły, że najmniej skrobi gromadziły bulwy w roku wilgotnym, a warunkach ciepłych i suchych jej zawartość była wyższa.

Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka waha się najczęściej w przedziale od 100 do 300 mg·kg⁻¹ i jest ważną cechą jakościową ziemniaka konsumpcyjnego (Leszczyński 2002). Nawożenie organiczne stymuluje zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka (Weber i Putz 1999, Leszczyński 2002, Hamouz i in. 2005, 2007). W badaniach własnych najwyższą koncentracją witaminy C charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone biomasą koniczyny perskiej, zarówno przyoranej jesienią, jak i pozostawionej do wiosny w formie mulczu oraz życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Badania Boligłowy i Gleń (2003), Płazy i Ceglarka (2009) oraz Płazy i in. (2015) wykazały, że nawożenie ziemniaka biomasą międzyplonu stosowanego w formie mulczu zwiększało

zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w porównaniu do tego międzyplonu przyoranego jesienią. Modyfikację zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka pod wpływem warunków pogodowych udowodnili Głuska (2002) oraz Puła i Skowera (2004). Lata ciepłe, suche, o dużym nasłonecznieniu powodują wzrost zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka, a lata chłodne z dużą ilością opadów jej spadek. Podobną zależność wykazały badania własne.

W badaniach Wiatra (2002), Kołodziejczyka i in. (2007) Leszczyńskiego (2012), Makarewicz i in. (2014) oraz Płazy i in. (2015) wykazano, że nawożenie organiczne stymuluje zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka. W badaniach własnych najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania. Płaza i Ceglarek (2009) wykazali, że najwyższą zawartością białka właściwego charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożonego koniczyną białą oraz facelią, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. W omawianym doświadczeniu najwyższą zawartość białka właściwego odnotowano w bulwach ziemniaka zebranego w suchym i ciepłym 2007 roku, istotnie mniej w 2009 roku, a najmniej w mokrym 2008 roku. W opinii Głuskiej (2002), Wiatra (2002), Puły i Skowery (2004), Płazy i Ceglarka (2009) oraz Makarewicz i in. (2014) na zawartość białka ogólnego, a zwłaszcza białka właściwego, stymulująco wpływa ciepły, suchy i słoneczny okres wegetacji, a w czasie zawiązywania bulw najkorzystniejsza jest temperatura około 20°C, gdyż asymilacja zachodzi wtedy najenergiczniej. Lis i in. (2002) natomiast wykazali, że nadmierne opady w okresie gromadzenia plonu (w czerwcu i lipcu) mogą doprowadzić do wypłukania azotu z gleby, co wiąże się z ograniczonym pobieraniem tego składnika przez bulwy.

WNIOSKI

1. Warunki termiczno-opadowe w latach prowadzonych badań istotnie różniły skład chemiczny bulw ziemniaka.
2. Największy plon bulw ziemniaka zebrano z obiektu nawożonego koniczyną perską w formie mulczu.
3. Najkorzystniejszym składem chemicznym wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożone koniczyną perską, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu.
4. Ziemniak uprawiany w suchym i ciepłym 2007 roku, na obiekcie nawożonym koniczyną perską, niezależnie od formy jej stosowania, wyróżniał się najlepszymi cechami jakościowymi, a zebrany w 2008 roku – największym plonem bulw.
5. Do szerokiej praktyki rolniczej należy zalecać nawożenie ziemniaka koniczyną perską, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, która w pełni zastępuje obornik.

PIŚMIENNICTWO

- 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.ejapu.media.pl
- Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., Jabłońska-Ceglarek R., 1998. Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. II. Wartość odżywcza i konsumpcyjna ziemniaka. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 113(3-4), 189-201.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S., 2004. Plonowanie i jakość bulw ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 500, 235-241.
- Głuska A., 2002. Wpływ warunków glebowych i rozkładu opadów na plon i niektóre cechy jakości bulw jako ograniczenia w produkcji ekologicznej ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 113-121.
- Hamouz K., Lachman J., Dvořák P., Pivec V., 2005. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant Soil Environ.*, 51, 397-402.
- Hamouz K., Lachman J., Dvořák P., Duškova O., Čížek M., 2007. Effect of conditions of locality, variety and fertilization on the content of ascorbic acid in potato tubers. *Plant Soil Environ.*, 53, 252-257.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S., 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.*, 2(94), 142-150.
- Leszczyński W., 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 47-64.
- Leszczyński W., 2012. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. *Biul. IHAR*, 266, 5-20.
- Lis B., Mazurczyk W., Trawczyński C., Wierzbička A., 2002. Czynniki ograniczające wykorzystanie azotu przez rośliny ziemniaka a zagrożenie środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 165-174.
- Makarewicz A., Płaza A., Gąsiorowska B., Królikowska M.A., 2014. Zawartość białka w bulwach ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji. *Biul. IHAR*, 271, 79-88.
- Makaraviciute A., 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agron. Res.*, 1, 197-209.
- Makarewicz A., Płaza A., Gąsiorowska B., 2015. Yield and quality of potato tubers fertilized with undersown crops in an integrated and organic production system. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 14(4), 39-48.
- Mauromicale G., Signorelli P., Lerna A., Foti S., 2003. Effects of intraspecific competition on yield of early potato grown in Mediterranean environment. *Amer. Jour. Pot. Res.*, 80, 281-288.
- Płaza A., Ceglarek F., 2009. Tuber quality of edible potato fertilized with catch crops and barley straw. *Annales UMCS, Sec. E, LXIV(3)*, 79-91.
- Płaza A., Makarewicz A., Gąsiorowska B., 2015. Tuber yield and chemical composition of table potato fertilized of different organic manure in organic and integrated system. *Elec. Jour. Pol. Agric. Univ.*, 18, 3, www.ejpau.media.pl
- Puła J., Skowera B., 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agroph.*, 3(2), 359-366.
- Pytlarz-Kozicka M., 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 147-155.
- Rymuza K., Radzka E., Lenartowicz T., 2015. Wpływ warunków środowiskowych na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka średnio wczesnego. *Acta Agroph.*, 22(3), 279-289.
- Weber L., Putz B., 1999. Vitamin C content in potato. *Proceeding 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Sorrento, Italy, 02-07.05.1999*, 230-231.
- Wiater J., 2002. Wpływ współdziałania niektórych odpadów z roślinami motylkowatymi na ilość i jakość białka ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 484, 743-752.

THE EFFECT OF TEMPERATURE, PRECIPITATION AND MANURING
WITH UNDERSOWN CATCH CROPS ON SELECTED QUALITY
CHARACTERISTICS OF EDIBLE POTATO TUBERS

Anna Płaza, Artur Makarewicz, Barbara Gąsiorowska, Anna Cybulska, Damian Pióro

Department of Agrotechnology
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Poland
e-mail: plaza@uph.edu.pl

Abstract. The work presents results of studies conducted in 2006-2009 to analyse the effect of temperature and precipitation in the study years as well as manuring with undersown catch crops on selected quality characteristics of edible potato tubers. Precipitation and temperature distribution was obtained from the Zawady Meteorological Station. The field experiment was conducted at the Zawady Experimental Farm which belongs to the Siedlce University of Natural Sciences and Humanities located at 50°20'N 22°30'E. The experimental factor included the following treatments: control (no manuring with undersown catch crops), farmyard manure, Persian clover, westerwolds ryegrass, Persian clover – mulch, westerwolds ryegrass – mulch. The undersown catch crops were directly followed by edible potato. At harvest, potato tubers were sampled to determine dry matter, starch, vitamin C and protein contents. The highest potato tuber yield was harvested in the plots manured with persian clover mulch. The highest nutrient concentration was recorded in potato tubers harvested in 2007 when temperature was high and precipitation in August was low. By contrast, heavy rains in August and September 2008 produced the opposite effect whereas 2009 was more favourable because precipitation in the final month of potato growing was lower. Potato manured with Persian clover, whether the catch crop grown for mulch or not, and cultivated in dry and warm 2007, had the best quality characteristics. The best chemical composition was found for the tubers of potato manured with autumn – and spring-incorporated persian clover.

Key words: precipitation sum, air temperature, chemical composition of potato tubers, manuring, undersown catch crop