

ARTUR MAKAREWICZ

Katedra Agrotechnologii

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wybrane cechy jakości bulw ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji

Selected quality characteristics of potato tubers fertilized with undersown catch crops in the integrated and organic production systems

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2008–2011 mające na celu określenie wpływu biomasy wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na skład chemiczny bulw ziemniaka uprawianego w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji. W doświadczeniu badano dwa czynniki. 1. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, koniczyna perska, koniczyna perska + życica westerwoldzka, życica westerwoldzka, koniczyna perska — mulcz, koniczyna perska + życica westerwoldzka — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz. 2. System produkcji: integrowany i ekologiczny. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość: suchej masy, skrobi, witaminy C oraz cukrów redukujących i sumy cukrów. Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych zwiększało w bulwach ziemniaka zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C, a zmniejszało zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów. Nawożenie mieszaną koniczyny perskiej z życią westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji zapewniło najkorzystniejszy skład chemiczny bulw ziemniaka.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawożenie wsiewką międzyplonową, mulcz, skład chemiczny bulw, produkcja ekologiczna, produkcja integrowana

The work presents results of research conducted in 2008–2011 to determine the effect of biomass of undersown catch crops, either winter-incorporated or left as mulch on the soil surface for spring incorporation, on chemical composition of potato tubers grown in the integrated and organic production system. The following two factors were examined in the study: 1. manuring with undersown catch crops: control (no undersown catch crop), farmyard manure, Persian clover, Persian clover + Westerwolds ryegrass, Westerwolds ryegrass, Persian clover — mulch, Persian clover + Westerwolds ryegrass — mulch, Westerwolds ryegrass — mulch; 2. production system: integrated and organic.

Incorporated undersown catch crops were followed by table potato. The following contents were determined in potato tubers: dry matter, starch, vitamin C, reducing sugars and total sugars. Manuring with the biomass of undersown catch crops increased the potato tuber contents of dry matter, starch and vitamin C. By contrast, reducing sugars and total sugars declined. A mixture of Persian clover and Westerwolds ryegrass, whether winter or spring-incorporated, in the integrated production system contributed to the most favorable chemical composition of potato tubers.

Key words: potato, manuring with undersown catch crop, mulch, tuber chemical composition, ecological production, integrated production

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony na cele jadalne powinien odznaczać się wysokim plonem bulw, o jak najwyższych parametrach jakościowych (Ceglarek i in., 1998; Boligłowa i Gleń, 2003). O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest uwarunkowany genetycznie, a dodatkowo modyfikowany przez czynniki środowiskowe i agrotechnikę (Grzeškiewicz i Trawczyński, 1997; Kołodziejczyk i in., 2007; Płaza i Ceglarek, 2009). 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 oraz rozwój integrowanej i ekologicznej uprawy ziemniaka skłaniają 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, 2004; Płaza i Ceglarek, 2009).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu biomasy wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na skład chemiczny bulw ziemniaka uprawianego w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2008–2011 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, a zawartość próchnicy wynosiła 1,40%. Doświadczenie założono w układzie split-block, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki: 1. Nawożenie organiczne: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska ($18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska + życica westerwoldzka ($9 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska — mulcz ($18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna perska + życica westerwoldzka — mulcz ($9 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); 2. System produkcji: integrowany i ekologiczny.

Jesienią, na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową w warstwie gleby 0–30 cm. Średni plon z 3 lat w integrowanym systemie produkcji wynosił: koniczyny perskiej $28,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, mieszanki koniczyny perskiej z życicą

westerwoldzką $34,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz życicy westerwoldzkiej $36,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w ekologicznym systemie produkcji: koniczyny perskiej $23,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, mieszanki koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką $27,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz życicy westerwoldzkiej $28,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno (I dekada kwietnia), które stanowiło przedplon ziemniaka jadalnego. Uprawiano ziemniak jadalny odmiany Zeus. Jest to odmiana średnio późna, dość odporna (7) na wirus Y ziemniaka, średnio odporna na wirus liściozwoju ziemniaka (5), odporna na zarazę ziemniaka (6). W integrowanym systemie produkcji, na powierzchni całego doświadczenia wczesną wiosną rozsiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 36,9 kg P i 99,6 kg K. Dawki nawozów dostosowano do zasobności gleby i wielkości przewidywanego plonu. Na poletkach zaoranych przed zimą, wiosną nawozy mineralne wymieszano z glebą kultywatorem zagregatowanym z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano bronę talerzową i kultywator. W ekologicznym systemie produkcji, na powierzchni całego doświadczenia zamiast nawożenia mineralnego, stosowano obornik w dawce $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pod pszenżyto jare uprawiane z wsiewkami międzyplonowymi. Ziemniaki wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września.

W ekologicznym systemie produkcji chwasty zwalczano mechanicznie. Od posadzenia do zwarcia rzędów, co 7 dni stosowano obsypnik z broną. Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Novodor ($2,5 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), a zarazę ziemniaczaną fungicydem Miedzian 50 WP ($4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ziemniaki uprawiano w 3 roku od uprawy konwencjonalnej. Pasy pól ekologicznych pod ziemniak dla 3 serii doświadczenia wydzielono z uprawy konwencjonalnej w latach 2006–2008. Wówczas w zmianowaniu uprawiano owies, w którym już nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin.

Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka (o powierzchni 15 m^2) pobrano próby bulw do analiz chemicznych. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkowo-wagową, zawartość skrobi metodą Reimanna, zawartość witaminy C metodą Pijanowskiego oraz zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów metodą Luffa-Schoorla. Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie ze schematem układu split-block. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya.

WYNIKI

Stwierdzono istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich współdziałania na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka (tab. 1). Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych powodowało przyrost zawartości suchej masy w bulwach ziemniaka. W ziemniakach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi odnotowano istotny wzrost zawartości suchej masy (średnio o 2,0%) w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego życicą westerwoldzką przyoraną jesienią oraz pozostawioną do wiosny w formie mulczu, kształtowała się na zbliżonym poziomie, jak w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Natomiast w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską oraz mieszanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką,

niezależnie od formy ich stosowania, zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka była istotnie większa niż na oborniku.

Tabela 1

Procentowa zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka (lata 2009–2011)
Percentage of dry matter content in potato tubers (years 2009–2011)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Manuring with undersown catch crop	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control treatment	21,0	20,4	20,7
Obornik Farmyard manure	22,3	21,6	22,0
Koniczyna perska Persian clover	23,3	22,1	22,7
Koniczyna perska + życica westerwoldzka Persian clover + westerwolds ryegrass	23,4	22,5	23,0
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	22,1	21,3	21,7
Koniczyna perska-mulcz Persian clover-mulch	23,6	22,7	23,2
Koniczyna perska + życica westerwoldzka-mulcz Persian clover + westerwolds ryegrass-mulch	23,9	23,0	23,5
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwolds ryegrass-mulch	22,7	21,9	22,3
Średnie Means	22,8	21,9	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Manuring with undersown catch crop			0,4
System produkcji — Production system			0,2
Interakcja — Interaction			0,5

Kolejnym czynnikiem modyfikującym zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka był system produkcji. W integrowanym systemie produkcji koncentracja suchej masy w bulwach ziemniaka była większa o 0,9% niż w bulwach ziemniaka z uprawy ekologicznej.

Z interakcji badanych czynników wynika, że największą zawartość suchej masy odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką koniczyny perskiej z życią westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz koniczyną perską w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszą w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym w systemie ekologicznym.

Koncentracja skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych była istotnie większa (średnio o 1,0%) od odnotowanej w bulwach zebranych z obiektu kontrolnego. Najwięcej skrobi zawierały ziemniaki na obiektach z mulczowaniem gleby oraz życią westerwoldzką w siewie czystym. Na pozostałych obiektach nawożonych biomasą wsiewek międzyplonowych, z wyjątkiem koniczyny perskiej przyoranej jesienią koncentracja skrobi w bulwach ziemniaka nie różniła się istotnie od odnotowanej w ziemniakach nawożonych obornikiem.

System produkcji również istotnie modyfikował zawartość skrobi w bulwach ziemniaka. Ziemniak z uprawy integrowanej zawierał istotnie więcej skrobi (średnio o 0,5%) niż ekologicznego systemie produkcji (tab. 2).

Tabela 2

Procentowa zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka (lata 2009–2011)
Percentage of starch content in potato tuber fresh matter (years 2009–2011)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Manuring with undersown catch crop	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control treatment	14,0	13,7	13,9
Obornik Farmyard manure	15,1	14,5	14,8
Koniczyna perska Persian clover	14,6	13,8	14,2
Koniczyna perska + życica westerwoldzka Persian clover + westerwolds ryegrass	15,3	14,9	15,1
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	15,0	14,5	14,8
Koniczyna perska-mulcz Persien clover-mulch	14,9	14,5	14,7
Koniczyna perska + życica westerwoldzka-mulcz Persian clover + westerwolds ryegrass-mulch	15,6	15,3	15,5
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwolds ryegrass-mulch	15,4	15,0	15,2
Średnie Means	15,0	14,5	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Manuring with undersown catch crop			0,3
System produkcji — Production system			0,2
Interakcja — Interaction			0,4

Ze współdziałania badanych czynników wynika, że w integrowanym systemie produkcji, największą zawartością skrobi wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożonego mieszanką koniczyny perskiej z życią westerwoldzką przyoranej jesienią oraz tej samej mulczowanej i dodatkowo życicy westerwoldzkiej stosowanej w formie mulczu, zaś w ekologicznym systemie mieszanka koniczyny perskiej z życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu. Najmniejszą zawartość skrobi wykazano w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym zarówno w integrowanym, jak i ekologicznym systemie produkcji.

Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość witaminy C w świeżej masie bulw ziemniaka (tab. 3). Największą jej koncentracją charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone biomasą wsiewek międzyplonowych, z wyjątkiem życicy westerwoldzkiej przyoranej jesienią.

Integrowany system produkcji sprzyjał większej akumulacji witaminy C w bulwach ziemniaka.

Tabela 3

Zawartość witaminy C ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św. masy) w bulwach ziemniaka (lata 2009–2011)
Vitamin C ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ f.m.) content in potato tubers (years 2009–2011)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Manuring with undersown catch crop	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control treatment	170,4	163,7	167,1
Obornik Farmyard manure	183,1	180,4	181,8
Koniczyna perska Persian clover	193,0	190,4	191,7
Koniczyna perska + życica westerwoldzka Persian clover + westerwolds ryegrass	188,2	184,7	186,5
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	183,2	179,0	181,1
Koniczyna perska-mulcz Persien clover-mulch	198,4	195,9	197,2
Koniczyna perska + życica westerwoldzka-mulcz Persian clover + westerwolds ryegrass-mulch	194,1	191,0	192,6
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwolds ryegrass-mulch	187,2	182,9	185,1
Średnie Means	187,2	183,5	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Manuring with undersown catch crop			2,6
System produkcji — Production system			1,9
Interakcja — Interaction			2,9

Wykazano interakcję badanych czynników, z której wynika, że największą zawartość witaminy C odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską w formie mulczu w obu systemach produkcji, a najmniejszą w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego w uprawie ekologicznej.

Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych obniżało zawartość cukrów redukujących (średnio o 0,15%) w bulwach ziemniaka w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 4). Na szczególne podkreślenie zasługuje tu nawożenie koniczyną perską zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz mieszkanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką stosowaną w formie mulczu. Po zastosowaniu tych form nawożenia ziemniaki charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością cukrów redukujących niż ziemniaki nawożone obornikiem. Na pozostałych obiektach nawożonych biomasą wsiewek międzyplonowych zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka kształtowała się na zbliżonym poziomie, jak w ziemniakach nawożonych obornikiem.

Również system produkcji istotnie różnicował zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. Na wszystkich porównywalnych obiektach ziemniak z uprawy ekologicznej charakteryzował się istotnie większą zawartością cukrów redukujących niż w integrowanym systemie produkcji.

Tabela 4

Procentowa zawartość cukrów redukujących w świeżej masie bulw ziemniaka (lata 2009–2011)
Percentage of reducing sugars content in potato tuber fresh matter (years 2009–2011)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Manuring with undersown catch crop	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control treatment	0,36	0,39	0,38
Obornik Farmyard manure	0,26	0,29	0,28
Koniczyna perska Persian clover	0,19	0,22	0,21
Koniczyna perska + życica westerwoldzka Persian clover + westerwolds ryegrass	0,24	0,25	0,25
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	0,26	0,29	0,28
Koniczyna perska-mulcz Persian clover-mulch	0,17	0,20	0,19
Koniczyna perska + życica westerwoldzka-mulcz Persian clover + westerwolds ryegrass-mulch	0,20	0,23	0,22
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwolds ryegrass-mulch	0,23	0,26	0,25
Średnie Means	0,24	0,27	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Manuring with undersown catch crop			0,03
System produkcji — Production system			0,02
Interakcja — Interaction			0,04

Ze współdziałania badanych czynników wynika, że najmniejszą zawartość cukrów redukujących odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz mieszką koniczyny perskiej z życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu, a największą w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego w obu systemach produkcji.

Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych obniżało zawartość sumy cukrów (średnio o 0,14%) w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 5). Istotnie mniejszy poziom sumy cukrów odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszką koniczyny perskiej z życią westerwoldzką przyoraną jesienią i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz życią westerwoldzką traktowaną jako mulcz. Zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz życią westerwoldzką przyoraną jesienią nie różniła się istotnie od jej ilości odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem.

Podobnie, jak zawartość cukrów redukujących mniejszą koncentrację sumy cukrów odnotowano w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji.

Procentowa zawartość sumy cukrów w świeżej masie bulw ziemniaka (lata 2009–2011)
Percentage total sugars content in potato tuber fresh matter (years 2009–2011)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Manuring with undersown catch crop	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control treatment	0,67	0,70	0,69
Obornik Farmyard manure	0,56	0,59	0,58
Koniczyna perska Persian clover	0,57	0,60	0,59
Koniczyna perska + życica westerwoldzka Persian clover + westerwolds ryegrass	0,51	0,54	0,53
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	0,54	0,56	0,55
Koniczyna perska-mulcz Persian clover-mulch	0,55	0,57	0,56
Koniczyna perska + życica westerwoldzka-mulcz Persian clover + westerwolds ryegrass-mulch	0,49	0,52	0,51
Życica westerwoldzka-mulcz Westerwolds ryegrass-mulch	0,51	0,55	0,53
Średnie Means	0,55	0,58	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie wsiewką międzyplonową — Manuring with undersown catch crop			0,03
System produkcji — Production system			0,02
Interakcja — Interaction			0,05

Z interakcji badanych czynników wynika, że najmniejszą zawartość sumy cukrów odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzka zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a także mieszanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką stosowaną w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji, a największą w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego w obu systemach produkcji.

DYSKUSJA

Nawożenie obornikiem i biomasą wsiewek międzyplonowych wpływa nie tylko na wielkość, ale i jakość plonu, a więc na ilość i wzajemny układ składników występujących w bulwach ziemniaka.

Badania Ceglarka i in. (1998), Leszczyńskiego (2002) oraz Boligłowy i Gleń (2003) dowodzą, że nawozy organiczne korzystnie oddziałują na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. W badaniach własnych nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. Największą koncentracją suchej masy charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożonego koniczyną perską oraz mieszanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką, niezależnie od formy ich stosowania. Płaza (2004) największą zawartość suchej masy odnotowała w bulwach

ziemniaka nawożonego wsiewką mieszanki koniczyny białej z życią wielokwiatową przyoraną jesienią. Nawożenie ziemniaka międzyplonem ścierniskowym w formie mulczu zwiększało koncentrację suchej masy w bulwach ziemniaka w porównaniu do tego międzyplonu przyoranego jesienią. W badaniach własnych stosowanie biomasy wsiewek międzyplonowych w formie mulczu również wpłynęło korzystnie na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka niż stosowanie ich w formie tradycyjnej. W badaniach Kołodziejczyka i in. (2007) zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej i obornikiem nie różniła się istotnie.

W badaniach własnych, analogicznie jak u Sawickiej i Kusia (2002) większą zawartością suchej masy charakteryzowały się bulwy ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Odwrotną zależność wykazała Rembiałkowska (2002) porównując zawartość suchej masy w bulwach pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. Grandstedt i in. (1997) także w wieloletniej uprawie ekologicznej zanotowali większą zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka.

Głównym składnikiem suchej masy bulw ziemniaka jest skrobia. Badania Grześkiewicza i Trawczyńskiego (1997), Ceglarka i Płazy (2000), Leszczyńskiego (2002) oraz Boligłowy i Gleń (2003) wskazują na zwiększenie zawartości skrobi po nawożeniu organicznym. W przeprowadzonym doświadczeniu najwięcej skrobi zawierały ziemniaki nawożone mieszanką koniczyny perskiej z życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz życią westerwoldzką również pozostawioną do wiosny w formie mulczu. W badaniach Płazy i Ceglarka (2009) nawożenie ziemniaka biomasą międzyplonu ścierniskowego w formie mulczu zwiększało zawartość skrobi w bulwach ziemniaka w porównaniu do tego międzyplonu przyoranego jesienią. Natomiast Boligłowa i Gleń (2003), Dzienia i in. (2004) oraz Kołodziejczyk i in. (2007) nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy zawartością skrobi w ziemniakach nawożonych obornikiem, a gorczycą białą zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. W badaniach własnych zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią, z wyjątkiem koniczyny perskiej, nie różniła się istotnie od zawartości skrobi odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Po zastosowaniu koniczyny perskiej przyoranej jesienią zawartość skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie mniejsza niż na oborniku. Odmienny pogląd prezentuje Makaraviciute (2003) twierdząc, że nawożenie ziemniaka rośliną bobowatą działa lepiej na procentową zawartość skrobi niż nawożenie obornikiem.

W literaturze spotyka się wiele informacji wskazujących na mniejszą zawartość skrobi w bulwach ziemniaka pochodzącego z upraw ekologicznych (Grandstedt i in., 1997; Rembiałkowska, 2002). Jednak badania Zarzyńskiej i Goliszewskiego (2006) oraz Zarzyńskiej i Wroniak (2008) nie potwierdzają tych informacji. Natomiast w badaniach własnych odnotowano większą zawartość skrobi w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Jest to zbieżne z wynikami badań Reust i in. (1999), Sawickiej i Kuś (2002), Redulla i in. (2005) oraz Smith (2007).

Kolejnym bardzo ważnym składnikiem z punktu widzenia żywieniowego jest zawarty w bulwach ziemniaka kwas askorbinowy, który wraz z kwasem dehydroaskorbinowym

stanowi witaminę C (Hamouz i in., 2005). Nawożenie organiczne stymuluje zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka (Weber i Putz, 1999; Leszczyński, 2002; Hamouz i in., 2005, 2007). W badaniach własnych największą zawartością witaminy C charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone biomasą wsiewki międzyplonowej, z wyjątkiem życicy westerwoldzkiej przyoranej jesienią. Badania Boligłowy i Gleń (2003) oraz Płazy i Ceglarka (2009) wykazały, że nawożenie ziemniaka biomasą międzyplonu ścierniskowego stosowanego w formie mulczu zwiększało zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w porównaniu do tego międzyplonu przyoranego jesienią. W przeprowadzonym doświadczeniu zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych w formie mulczu była również większa od odnotowanej w ziemniakach nawożonych biomasą wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią. Największą jej koncentrację odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego koniczyną perską w formie mulczu.

W badaniach Warman i Havard (1998) oraz Sawickiej i Kusia (2002) odnotowano wyższą koncentrację witaminy C w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Jest to zbieżne z wynikami badań własnych. Odmienne poglądy prezentuje Zarzyńska i Wroniak (2008) twierdząc, że więcej witaminy C zawierają ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji. Jednak były różnice nieudowodnione statystycznie.

W bulwach ziemniaka przeznaczonego do bezpośredniego spożycia dużą rolę odgrywają cukry ogółem, natomiast w produkcji chipsów i frytek cukry redukujące. Zawartość cukrów redukujących w ziemniaku przeznaczonym do bezpośredniej produkcji powinna wynosić do 0,5%, a sumy cukrów do 1% w świeżej masie bulw (Głuska, 2002; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2002). Według Leszczyńskiego (2002), Makaraviciute (2003) oraz Płazy (2004) nawozy organiczne obniżają koncentrację cukrów w bulwach ziemniaka. W badaniach własnych bulwy ziemniaka nawożonego koniczyną perską zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz mieszkanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością cukrów redukujących niż ziemniaki nawożone obornikiem. Na pozostałych obiektach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka kształtowała się na zbliżonym poziomie, jak w ziemniakach nawożonych obornikiem. Natomiast Peskin i Singh (1999) wykazali wzrost zawartości cukrów w bulwach, przy zwiększonej ilości azotu w glebie.

Ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością cukrów niż ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji. Natomiast badania Sawickiej i Kusia (2002) wykazały, iż zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka kształtowała się na podobnym poziomie w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji.

WNIOSKI

1. Nawożenie biomasa wsiewek międzyplonowych zwiększyło w bulwach ziemniaka zawartość suchej masy, skrobi i witamin C, a zmniejszyło zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów.
2. Ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji zawierały więcej suchej masy, skrobi i witaminy C, a mniej cukrów redukujących i sumy cukrów niż w bulwach uprawianych w ekologicznym systemie produkcji.
3. Nawożenie mieszanką koniczyny perskiej z życicą westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji zapewniło najkorzystniejszy skład chemiczny bulw ziemniaka.

LITERATURA

- Boliłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Elec. J. Pol. Agric. Univ. Top Agron.* 1,6, www.ejpau.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, T. 113, Z. 3-4*: 189 — 201.
- Ceglarek F., Płaza A. 2000. Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na jakość bulw ziemniaka jadalnego w rejonie Siedlec. *Biul. IHAR*, 213: 109 — 116.
- 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.
- Grandstedt A., Kjellenberg L., Rožmilla P. 1997. Long-term field experiment in Sweden: Effects of organic and inorganic fertilizers on soil fertility and crop quality. *Agricultural Production and Nutrition. Proceeding of a Conference in Boston, MA, USA, 19-21.03.1997*: 79 — 90.
- Grzeškiewicz H., Trawczyński C. 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaków. *Biul. Inst. Ziemn.* 48: 73 — 82.
- 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 różnicowanego 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.
- Makaravice A. 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different of potato varieties. *Agron. Res.* 1 (2): 197 — 209.
- Peshin A., Singh B. 1999. Biochemical composition of potato tubers as influenced by higher nitrogen application. *J. Indian Potato Assoc.* 26 (3-4): 145 — 147.
- Płaza A. 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach różnicowanego nawożenia organicznego. *Annales UMCS, Sec. E*, 59 (3): 1327 — 1334.
- 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.
- Redulla 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. of Potato Res.* 79 (5): 317 — 323.

- Reust W., Neyroud J. A., Dutoid J. P. 1999. Potato fertilization in integrated farming system. 1th Triennial Conference of the EAPR. Sorrento, Italy, 02–07.05.1999: 259 — 260.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego system produkcji. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 273 — 282.
- Smith O. 2007. Potato quality. Amer. Jour. Potato Res. 28 (10): 732 — 737.
- 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.
- Warman P. R., Havard K. A. 1998. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and seed corn. Agric. Ecos. Environ. 68 (3): 207 — 216.
- Zarzyńska K., Goliński W. 2006. Uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym a jakość plonu bulw. Pam. Puł. 142: 617 — 626.
- Zarzyńska K., Wroniak J. 2008. Różnice w składzie chemicznym bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym w zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 249 — 257.
- Zgórksa K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 327 — 334.