

Katedra Agrotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: makarewicz@ap.siedlce.pl

ARTUR MAKAREWICZ, ANNA PŁAZA, BARBARA GAŚSIOROWSKA

**Skład chemiczny bulw ziemniaka nawożonego  
wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym  
i ekologicznym systemie produkcji**

---

Chemical composition of potato tubers manured with undersown catch crops  
in the integrated and organic production system

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006–2009 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. I – nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, nostryk biały, nostryk biały + życica westerwoldzka, życica westerwoldzka, nostryk biały – mulcz, nostryk biały + życica westerwoldzka – mulcz, życica westerwoldzka – mulcz. II – systemy produkcji: integrowany i ekologiczny. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniak na cele jadalne. W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość suchej masy, skrobi, witaminy C oraz cukrów redukujących i sumy cukrów. Zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C była wyższa, a zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów niższa w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych. Ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji zawierały więcej suchej masy, skrobi i witaminy C, a mniej cukrów redukujących i sumy cukrów niż ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji. Najkorzystniejszy skład chemiczny odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, skład chemiczny bulw, nawożenie wsiewką międzyplonową, mulcz, systemy produkcji

WSTĘP

Zmniejszająca się produkcja obornika spowodowana spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich oraz rozwój systemów produkcji ziemniaka skłaniają do poszukiwania alternatywnych rozwiązań. W tej sytuacji dużego znaczenia nabierają nawozy zielone

[Ceglarek i in. 1998, Boligłowa i Gleń 2003, Dzienia i in. 2004]. Zauważa się ich korzystne oddziaływanie na skład chemiczny bulw ziemniaka [Boligłowa i Gleń 2003, Ceglarek i Płaza 2000, Dzienia i in. 2004, Kołodziejczyk i in. 2007, Smith 2007, Płaza i Ceglarek 2009, Salem i in. 2010, Kołodziejczyk i Szmigiel 2012, Molina i in. 2014]. Konsumenci oczekują od producentów ziemniaka, zwłaszcza ekologicznego, lepszej jakości zdrowotnej, odżywczej, podczas gdy nadal niewiele jest badań porównujących jakość bulw ziemniaka uprawianego w różnych systemach produkcji [Warman i Havard 1998, Reust i in. 1999, Sawicka i Kuś 2002, Zarzyńska i Goliszewski 2006, Zarzyńska i Wroniak 2008, Larkin i Tavantz 2013, Bernard i in. 2014], stąd wyłania się potrzeba prowadzenia tego typu badań. Celem przeprowadzonego doświadczenia 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 2006–2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach, należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Badania prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,39%. Doświadczenie założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki. I – nawożenie wsiewką międzyplonową: a) obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), b) obornik ( $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), c) nostrzyk biały (norma wysiewu nasion  $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), d) nostrzyk biały + życica westerwoldzka (norma wysiewu nasion  $13 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), e) życica westerwoldzka (norma wysiewu nasion  $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), f) nostrzyk biały – mulcz (norma wysiewu nasion  $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), g) nostrzyk biały + życica westerwoldzka – mulcz (norma wysiewu nasion  $13 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), h) życica westerwoldzka – mulcz (norma wysiewu nasion  $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). II – systemy produkcji: integrowany i ekologiczny. Jesienią na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby. Średni plon z 3 lat wynosił w integrowanym systemie produkcji: dla nostrzyka białego  $27,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , mieszanki nostrzyka białego z życicą westerwoldzką  $34,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz dla życicy westerwoldzkiej  $35,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w ekologicznym systemie produkcji: dla nostrzyka białego  $23,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , mieszanki nostrzyka białego z życicą westerwoldzką  $26,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz dla życicy westerwoldzkiej  $27,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniak jadalny odmiany Zeus. Jest to odmiana jadalna, 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 ziemniaka, 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 nawożenia mineralnego dostosowano do zasobności gleby i wielkości przewidywanego plonu. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, wiosną nawozy mineralne wymieszano z glebą za

pomocą kultywatora zagregatowanego z broną. Na poletkach z mulczem stosowano z kolei 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. Bulwy ziemniaka wysadzano w 3. dekadzie kwietnia, a zbierano w 2. dekadzie września. W integrowanym systemie produkcji na plantacji ziemniaka stosowano pielęgnację mechaniczno-chemiczną. Do wschodów co 7 dni ziemniaki obsypywano i bronowano, a tuż przed wschodami wykonano opryskiwanie mieszką herbicydową Afalon 50 WP + Reglone Turbo 200 SL ( $1 \text{ kg} + 1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Fastac ( $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a zarazę ziemniaczaną fungicydem Ridomil 72 WP ( $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Natomiast w ekologicznym systemie produkcji chwasty zwalczano mechanicznie. Od posadzenia do zwarcia rzędów co 7 dni stosowano obsypnik z broną. Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Novodor SC ( $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), 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 2005–2007. Wówczas w zmianowaniu uprawiano owies, w którym już nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin.

Podczas zbioru ziemniaka z każdego poletka pobrano próby bulw w celu wykonania analiz chemicznych. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkowo-wagową, zawartość skrobi metodą Reimanna-Parova, 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-blok. Źródła zmienności testowano testem „F” Fishera-Snedecora. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych. Największą sumę opadów odnotowano w 2008 r. W tym też roku średnia temperatura była niższa o  $0,4^\circ\text{C}$  od średniej temperatury wieloletniej. W 2009 r. suma opadów była niższa niż w 2008, ale wyższa od sumy wieloletniej. Średnia miesięczna temperatura oscylowała wokół średniej wieloletniej. W 2007 r. odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich współdziałania na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka (tab. 1). Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. W ziemniakach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi odnotowano wzrost zawartości suchej masy (średnio o 2,0%) w porównaniu z jej zawartością w ziemniakach zebranych z obiektu kontrolnego. Badania Ceglarka i in. [1998], Leszczyńskiego [2002] oraz Boligłowy i Gleń [2003] dowodzą, że nawozy organiczne korzystnie oddziałują na tą cechę. W badaniach własnych zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego życią westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, kształtowała się na zbliżonym poziomie jak w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Również w badaniach Kołodziejczyka i in. [2007] zawar-

tość suchej masy w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą międzyplonu ścierniskowego z gorczyca białej i obornikiem nie różniła się istotnie. W przeprowadzonych badaniach, w bulwach ziemniaka nawożonego nostrykiem białym oraz mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką, niezależnie od sposobu ich stosowania, zawartość suchej masy była istotnie większa niż w bulwach ziemniaka uprawianego na oborniku. Płaza [2004] największą zawartość suchej masy odnotowała w bulwach ziemniaka nawożonego wsiewką mieszanki koniczyny białej z życią westerwoldzką, przyoraną jesienią. Nawożenie ziemniaka międzyplonem ścierniskowym w formie mulczu zwiększyło koncentrację suchej masy w bulwach ziemniaka w porównaniu z tym międzyplonem przyoranym 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. Wynika to z faktu, iż ziemniak w ciągu całego okresu wegetacji równomiernie pobiera składniki pokarmowe z wsiewek międzyplonowych stosowanych w formie mulczu.

Tabela 1. Zawartość suchej masy w świeżej masie bulw ziemniaka (średnie z lat 2007–2009) (%)  
Table 1. Dry matter content in potato tuber fresh matter (means across 2007–2009) (%)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	20,6	20,0	20,3
Obornik Farmyard manure	21,9	21,2	21,6
Nostryk biały White melilot	22,9	21,7	22,3
Nostryk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	23,0	22,1	22,6
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	21,7	20,9	21,3
Nostryk biały – mulcz White melilot – mulch	23,2	22,3	22,8
Nostryk biały + życica westerwoldzka – mulcz White melilot + westerwolds ryegrass – mulch	23,5	22,6	23,1
Życica westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	22,3	21,5	21,9
Średnie/ Means	22,4	21,5	–
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			
Nawożenie wsiewką międzyplonową/ Undersown catch crop fertilization			0,3
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 wyższa niż w bulwach ziemniaka uprawianego w ekologicznym systemie produkcji. Jest to zbieżne z wynikami badań Sawickiej i Kusia [2002] oraz Bernard i in. [2014]. Natomiast odwrotną zależność wskazała Rembiałkowska [2002], porównując zawartość suchej masy w bulwach pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. Granstedt i in. [1997] także w wieloletniej uprawie ekologicznej zanotowali większą zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka. Autorzy badali zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka pochodzącego z upraw konwencjonalnych i ekologicznych, dlatego wystąpiły te rozbieżności.

Wykazano interakcję badanych czynników. Największą zawartość suchej masy odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszkanką nostrzyka białego z życią westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz nostrzykiem białym w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszą – w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym w ekologicznym systemie produkcji. Tę zależność należy tłumaczyć tym, iż ziemniak uprawiany na obiekcie kontrolnym w ekologicznym systemie produkcji otrzymuje składniki pokarmowe tylko z obornika.

Tabela 2. Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka (średnie z lat 2007–2009) (%)  
Table 2. Starch content in potato tuber fresh matter (means across 2007–2009) (%)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	13,7	13,4	13,6
Obornik Farmyard manure	14,8	14,2	14,5
Nostrzyk biały White melilot	14,3	13,5	13,9
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	15,0	14,6	14,8
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	14,7	14,2	14,5
Nostrzyk biały – mulcz White melilot – mulch	14,6	14,2	14,4
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka – mulcz White melilot + westerwolds ryegrass – mulch	15,3	15,0	15,2
Życica westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	15,1	14,7	14,9
Średnie/ Means	14,7	14,2	–
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub> Nawożenie wsiewką międzyplonową/ Undersown catch crop fertilization			0,3
System produkcji/ Production system			0,2
Interakcja/ Interaction			0,4

Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka kształtowały badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie (tab. 2). Nawożenie biomasą wsiewki międzyplonowej istotnie różnicowało zawartość skrobi w bulwach ziemniaka. Koncentracja skrobi w bul-

wach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych była istotnie wyższa (średnio o 1,0%) od odnotowanej w bulwach zebranych z obiektu kontrolnego. Również badania Grześkiewicza i Trawczyńskiego [1997], Ceglarka i Płazy [2000], Leszczyńskiego [2002], Boligłowy i Gleń [2003], Wszelaczyńskiej i in. [2007] oraz Molina i in. [2014] wskazują na zwiększenie zawartości skrobi po nawożeniu organicznym. W przeprowadzonym doświadczeniu najwięcej skrobi zawierały ziemniaki nawożone mieszanką nostryka białego 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 z tym międzyplonem przyoranym jesienią. Boligłowa i Gleń [2003], Dzienia i in. [2004], Kołodziejczyk i in. [2007] oraz Kołodziejczyk i Szmigiel [2012] nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy zawartością skrobi w ziemniakach nawożonych obornikiem i nawożonych 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 nostryka białego, nie różniła się istotnie od zawartości skrobi odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Po zastosowaniu nostryka białego przyoranego jesienią zawartość skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie niższa niż po zastosowaniu obornika. Odmienne poglądy prezentuje Makaraviciute [2003], twierdząc, że nawożenie ziemniaka rośliną bobowatą działa lepiej na procentową zawartość skrobi niż nawożenie obornikiem. Otóż nawożenie rośliną bobowatą dostarcza roślinie ziemniaka więcej składników pokarmowych, dzięki czemu bulwy gromadzą więcej skrobi.

System produkcji również istotnie modyfikował zawartość skrobi w bulwach ziemniaka. Ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji zawierały więcej skrobi (średnio o 0,5%) niż uprawiane w ekologicznym systemie produkcji. W literaturze spotyka się wiele informacji wskazujących na mniejszą zawartość skrobi w bulwach ziemniaka pochodzącego z upraw ekologicznych [Granstedt i in. 1997, Reust i in. 1999, Sawicka i Kuś 2002, Redulla i in. 2005, Smith 2007, Larkin i Tavantz 2013, Bernard i in. 2014]. Jednak badania Zarzyńskiej i Goliszewskiego [2006] oraz Zarzyńskiej i Wroniak [2008] nie potwierdzają tych informacji.

Ze współdziałania badanych czynników wynika, że największą zawartością skrobi wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożonego mieszanką nostryka białego i życicy westerwoldzkiej, 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 nostryka białego z życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji. Najmniejszą zawartość skrobi odnotowano w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym zarówno w integrowanym, jak i ekologicznym systemie produkcji oraz w bulwach nawożonych nostrykiem białym przyoranym jesienią w ekologicznym systemie produkcji.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich interakcji na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka (tab. 3). Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych stymulowało zawartość witaminy C w świeżej masie bulw ziemniaka. Każdy rodzaj nawożenia wsiewką międzyplonową zwiększał zawartość witaminy C (średnio o  $21,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ) w porównaniu z jej ilością odnotowaną w bulwach zebranych z obiektu kontrolnego. Zdaniem Webera i Putz [1999], Leszczyńskiego

[2002] oraz Hamouz i in. [2005, 2007] nawożenie organiczne stymuluje zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka. Bulwy ziemniaka nawożone organicznie gromadzą więcej składników pokarmowych, w tym witaminy C. W badaniach własnych najwyższą koncentracją witaminy C charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone biomasą wsiewek międzyplonowych, z wyjątkiem życicy westerwoldzkiej przyoranej jesienią. Po zastosowaniu tej formy nawożenia zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka nie różniła się istotnie od odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Badania Boli-głowy i Gleń [2003] oraz Płazy i Ceglarek [2009] wykazały, że nawożenie ziemniaka biomasą międzyplonu ścierniskowego stosowanego w formie mulczu zwiększało zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w porównaniu z tym międzyplonem przyorany jesienią. W przeprowadzonym doświadczeniu zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych w formie mulczu była większa od odnotowanej w ziemniakach nawożonych biomasą wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią. Składniki pokarmowe zawarte we wsiewkach międzyplonowych pozostawionych do wiosny w formie mulczu są równomierniej dostarczane roślinom ziemniaka, co powoduje większą koncentrację witaminy C w bulwach.

Tabela 3. Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka (średnie z lat 2007–2009) ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  ś.m.)  
Table 3. Vitamin C content in potato tuber (means across 2007–2009) ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  f.m.)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	169,9	163,2	166,6
Obornik Farmyard manure	182,6	179,9	181,3
Nostrzyk biały White melilot	192,5	189,9	191,2
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	187,7	184,2	186,0
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	182,7	178,5	180,6
Nostrzyk biały – mulcz White melilot – mulch	197,9	195,4	196,7
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka – mulcz White melilot + westerwolds ryegrass – mulch	193,6	190,5	192,1
Życica westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	186,7	182,4	184,6
Średnie/ Means	186,7	183,0	–
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub> Nawożenie wsiewką międzyplonową/ Undersown catch crop fertilization			2,6
System produkcji/ Production system			1,8
Interakcja/ Interaction			2,9

System produkcji istotnie różnicował zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka. Większą odnotowano w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym systemie

produkcji niż w ekologicznym. Jest to zbieżne z wynikami badań Warman i Havad [1998], Sawickiej i Kusia [2002] oraz Larkin i Tavantz [2013]. Odmienny pogląd prezentuje Zarzyńska i Wroniak [2008], twierdząc, że więcej witaminy C zawierają ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji, jednak były to różnice nieudowodnione statystycznie. Bulwy ziemniaka uprawiane w integrowanym systemie produkcji gromadzą więcej witaminy C, ponieważ uprawiane są na nawozach organicznych i mineralnych.

Wykazano interakcję badanych czynników. Największą zawartość witaminy C odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego nostrzykiem białym w formie mulczu zarówno w integrowanym, jak i ekologicznym systemie produkcji, a najmniejszą – w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego w ekologicznym systemie produkcji. Bulwy ziemniaka na obiekcie kontrolnym nawożone obornikiem w ekologicznym systemie produkcji gromadzą mniej witaminy C niż bulwy ziemniaka nawożone wsiewkami międzyplonowymi i nawozami mineralnymi w integrowanym systemie produkcji.

Tabela 4. Zawartość cukrów redukujących w świeżej masie bulw ziemniaka (średnie z lat 2007–2009) (%)

Table 4. Reducing sugars content in potato tuber fresh matter (means across 2007–2009) (%)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	0,34	0,37	0,36
Obornik Farmyard manure	0,24	0,27	0,26
Nostrzyk biały White melilot	0,17	0,20	0,19
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	0,21	0,23	0,22
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	0,24	0,27	0,25
Nostrzyk biały – mulcz White melilot – mulch	0,15	0,18	0,17
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka – mulcz White melilot + westerwolds ryegrass – mulch	0,18	0,21	0,20
Życica westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	0,21	0,24	0,23
Średnie/ Means	0,22	0,25	–
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>			
Nawożenie wsiewką międzyplonową/ Undersown catch crop fertilization			0,04
System produkcji/ Production system			0,01
Interakcja/ Interaction			0,06



Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka była istotnie różnicowana przez badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie (tab. 4). Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych spowodowało istotny spadek zawartości cukrów redukujących (średnio o 0,15%) w bulwach ziemniaka w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową. Również według Leszczyńskiego [2002], Makarviciute [2003], Płazy [2004], Wszelaczyńskiej i in. [2007] oraz Salem i in. [2010] nawozy organiczne obniżają koncentrację cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. Wynika to z faktu, iż ziemniak uprawiany na nawozach organicznych gromadzi więcej skrobi, a mniej cukrów redukujących. W badaniach własnych na podkreślenie zasługuje nawożenie nostrykiem białym, zarówno przyoranym jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu oraz mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu. Po zastosowaniu tych form nawożenia ziemniaki charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością cukrów redukujących niż ziemniaki nawożone obornikiem. Natomiast Peshin i Singh [1999] wykazali wzrost zawartości cukrów w bulwach przy zwiększonej ilości azotu w glebie. W omawianym doświadczeniu na pozostałych obiektach nawożonych biomasą wsiewek międzyplonowych zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka kształtowała się na zbliżonym poziomie jak w ziemniakach nawożonych obornikiem.

Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka była istotnie różnicowana przez badane systemy produkcji. Ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji charakteryzowały się istotnie większą zawartością cukrów redukujących niż 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. W badaniach Bernard i in. [2014] bulwy ziemniaka z ekologicznego systemu produkcji zawierały więcej cukrów redukujących niż bulwy z upraw konwencjonalnych. Nawożenie zarówno wsiewkami międzyplonowymi, jak i nawozami mineralnymi w integrowanym systemie produkcji stymuluje gromadzenie skrobi w bulwach ziemniaka, a nie cukrów redukujących.

Ze współdziałania badanych czynników wynika, że najmniejsza zawartość cukrów redukujących była w bulwach ziemniaka nawożonego nostrykiem białym, zarówno przyoranym jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu, oraz mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką również przyoraną jesienią i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, a najmniejsza – w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego zarówno w integrowanym, jak i ekologicznym systemie produkcji.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich interakcji na zawartość sumy cukrów w świeżej masie bulw ziemniaka (tab. 5). Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych powodowało istotny spadek zawartości sumy cukrów (średnio o 0,14%) w porównaniu z ich ilością odnotowaną w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego. Zdaniem Leszczyńskiego [2002], Makarviciute [2003], Płazy [2004], Smith [2007] oraz Wszelaczyńskiej i in. [2007] nawozy organiczne obniżają sumę cukrów w bulwach ziemniaka. Wynika to faktu, że nawozy organiczne równomiernie dostarczają roślinie ziemniaka składników pokarmowych, co powoduje ich większą zamianę na skrobię, a mniejszą – na sumę cukrów. W badaniach własnych istotnie najniższą koncentrację sumy cukrów odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, oraz życią westerwoldzką

pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka nawożonego nostrykiem białym, zarówno przyoranym jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu, oraz życią westerwoldzką przyoraną jesienią nie różniła się istotnie od sumy cukrów odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Natomiast Peshin i Singh [1999] wykazali wzrost zawartości sumy cukrów w bulwach przy zwiększonej ilości azotu w glebie. Było to spowodowane odmiennymi warunkami klimatyczno-glebowymi.

Tabela 5. Zawartość sumy cukrów w świeżej masie bulw ziemniaka (średnie z lat 2007–2009) (%)  
Table 5. Total sugar content in potato tuber fresh matter (means across 2007–2009) (%)

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny Control object	0,64	0,67	0,66
Obornik Farmyard manure	0,53	0,56	0,55
Nostryk biały White melilot	0,54	0,57	0,56
Nostryk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	0,48	0,51	0,50
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	0,51	0,53	0,52
Nostryk biały – mulcz White melilot – mulch	0,52	0,54	0,53
Nostryk biały + życica westerwoldzka – mulcz White melilot + westerwolds ryegrass – mulch	0,46	0,49	0,48
Życica westerwoldzka – mulcz Westerwolds ryegrass – mulch	0,48	0,52	0,50
Średnie/ Means	0,52	0,55	–
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub> Nawożenie wsiewką międzyplonową/ Undersown catch crop fertilization			0,04
System produkcji/ Production system			0,02
Interakcja/ Interaction			0,05

System produkcji również istotnie różnicował zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka. Ich mniejszą koncentrację odnotowano w ziemniaku uprawianym w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Natomiast Sawicka i Kuś [2002] wykazali, że zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka kształtowała się na podobnym poziomie w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji.

Wykazano interakcję badanych czynników, z której wynika, że najmniejsza zawartość sumy cukrów była w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką, zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu, w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji oraz życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najwięk-

sza – w bulwach ziemniaka zebranego z obiektu kontrolnego zarówno w integrowanym, jak i ekologicznym systemie produkcji. Ziemniak uprawiany na obiekcie kontrolnym pobiera mniej składników pokarmowych z obornika czy nawozów mineralnych, co sprzyja gromadzeniu sumy cukrów, a nie skrobi w bulwach.

#### WNIOSKI

1. Zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C była większa, a zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów mniejsza w bulwach ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych.

2. Bulwy ziemniaka pochodzące z integrowanego systemu produkcji zawierały więcej suchej masy, skrobi i witaminy C, a mniej cukrów redukujących i sumy cukrów niż bulwy uprawiane w ekologicznym systemie produkcji.

3. Najkorzystniejszy skład chemiczny odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką nostryka białego z życią westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji.

4. Do szerokiej praktyki rolniczej należy wdrożyć uprawę ziemniaka jadalnego po mieszankach nostryka białego z życią westerwoldzką oraz po nostryku białym, zarówno przyoranym jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu, w integrowanym systemie produkcji.

#### PIŚMIENNICTWO

- Bernard E., Larkin R.P., Tavantiz S., Erich M.S., Alyokhin A., Gross S.D., 2014. Rapeseed rotation, compost and biocontrol amendments reduce soilborne diseases and increase tuber yield in organic and conventional potato production systems. *Plant and Soil* 374(1–2), 611–627.
- Boliłtowa E., Gleń K., 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *EJPAU, Agronomy* 6, 1, [www.ejpau.media.pl](http://www.ejpau.media.pl).
- Ceglarek F., Płaza A., 2000. Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na jakość bulw ziemniaka jadalnego w rejonie Siedlec. *Biul. IHAR* 213, 109–116.
- 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.
- Granstedt A., Kjellenberg L., Rožmila 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 March 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 zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2(94), 142–150.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., 2012. Skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw ziemniaka w zależności od terminu i stopnia redukcji powierzchni asymilacyjnej liści. *Fragm. Agron.* 29(3), 88–94.
- Larkin R.P., Tavantz S., 2013. Use of biocontrol organisms and compost amendments for improved control of soilborne diseases and increased potato production. *Am. J. Pot. Res.* 90(3), 261–270.
- Leszczyński W., 2002. Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489, 47–64.
- Makaraviciute A., 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different of potato varieties. *Agron. Res.* 1(2), 197–209.
- Molina O.I., Tenuta M., Hadrami A., Buckley K., Cavers C., Daayf F., 2014. Potato elary dying and yield responses to compost, green manure, seed meal and chemical treatments. *Am. J. Pot. Res.* 91(4), 414–428.
- 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.
- Plaza A., 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59(3), 1327–1334.
- Płaza A., Ceglarek F., 2009. Tuber quality of edible potato fertilized with catch crops and barley straw. *AnnalesUMCS, sec. E, Agricultura* 64 (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. *Am. J. Potato Res.* 79(5), 317–323.
- Rembiałowska E., 2002. Wpływ ekologicznej metody uprawy na zawartość azotanów i azotynów w ziemniakach i wybranych warzywach. *Rocz. AR w Poznaniu* 31(1), 429–433.
- Reust W., Neyroud J.A., Dutoid J.P., 1999. Potato fertilization in integrated farming system. 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR. Sorrento, Italy, 2–7 May 1999, 259–260.
- Salem M.A., Al-zayadneh W., Jaleel C.A., 2010. Effects of compost interaction on the alteration in mineral biochemistry, growth, tuber quality and production of solanum tuberosum. *Fron. Agric. China* 4(2), 170–174.
- 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. *Am. J. Potato Res.* 28(10), 732–737.
- Weber L., Putz B., 1999. Vitamin C content in potato. *Proceeding 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR.* Sorrento, Italy, 2–7 May 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. Ecosyst. Environ.* 68(3), 207–216.
- Wszelaczyńska E., Janowiak J., Szychaj-Fabisiak E., Pińska M., 2007. Wpływ nawożenia na wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka odmiany Bila. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(4), 91–96.
- Zarzyńska K., Goliszewski 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.

**Summary.** The paper presents results of a study conducted in 2008–2011 to determine the effect of the biomass of undersown catch crop which were incorporated in autumn or left on the soil surface as mulch for spring incorporation, on the quality of edible potato grown in integrated and organic production systems. Two experimental factors were examined in the study: 1. manuring

with undersown catch crops: control (no undersown catch crop), farmyard manure, white melilot, white melilot + westerwolds ryegrass, westerwolds ryegrass, white melilot – mulch, white melilot + westerwolds ryegrass – mulch, westerwolds ryegrass – mulch; 2. production system: integrated and organic. Edible potato was cultivated after the undersown catch crops. The content of the following was determined in potato tubers: dry matter, starch, vitamin C, reducing sugars and total sugars. Dry matter, starch and vitamin C contents were higher but reducing sugars and total sugars were lower in the tubers of potato following incorporated undersown catch crops. Tubers of potato grown in the integrated potato system contained more dry matter, starch and vitamin C but a smaller amount of reducing sugars and total sugars compared with organic potatoes. The best chemical composition was determined in tubers of potato following white melilot + westerwolds ryegrass, either autumn- or spring-incorporated, in the integrated production system.

**Key words:** mulch, manuring with undersown catch crop, tuber chemical composition, production system, potato