

ANNA PŁAZA
ARTUR MAKAREWICZ
BARBARA GĄSIOROWSKA
ANNA CYBULSKA

Katedra Agrotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wpływ nawożenia organicznego na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji

The effect of organic fertilization on consumption-related characteristics of potato tubers in the integrated and organic production system

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2008–2011 mające na celu określenie wpływu nawożenia biomasą wsiewki międzyplonowej i systemu produkcji na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka. W doświadczeniu badano dwa czynniki. I — nawożenie organiczne, w tym wsiewką międzyplonową, obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik, seradela, życica westerwoldzka, seradela — mulcz, życica westerwoldzka — mulcz. II — system produkcji: integrowany i ekologiczny. W pierwszym roku po nawożeniu wsiewką międzyplonową uprawiano ziemniak jadalny. Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka pobrano próby bulw w celu określenia cech konsumpcyjnych. Oznaczono ciemnienie mięszu surowego i ugotowanego oraz smakowitość bulw ziemniaka. Z badań wynika, że aby uzyskać najlepsze cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka należy go nawozić seradelą zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Ciemnienie mięszu surowego i ugotowanego bulw ziemniaka uprawianego w ekologicznym systemie produkcji było istotnie mniejsze niż w systemie integrowanym. Nawożenie ziemniaka seradelą niezależnie od formy jej stosowania w integrowanym systemie produkcji oraz seradelą w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji zapewniło najlepszą smakowitość bulw.

Słowa kluczowe: ciemnienie mięszu, mulcz, smakowitość, system produkcji, wsiewka międzyplonowa, ziemniak

The paper presents results of research conducted from 2008 to 2011 which aimed at determining the effect of fertilization with undersown catch crop biomass, and production system on consumption-related characteristics of potato tubers. An experiment was set up to examine the following two factors: I — organic fertilization, including undersown catch crop: control (no undersown catch crop), farmyard manure, serradella, Westerwolds ryegrass, serradella — mulch, Westerwolds ryegrass —

mulch; II — production system — integrated and organic. Table potatoes were cultivated in the first year after undersown catch crop application. During potato harvest, tuber samples were collected from each plot to determine consumption-related characteristics, that is raw flesh darkening, after-cooking darkening as well as the flavor of potato tubers. The study demonstrated for the best consumption-related characteristics of potato tubers, the crop ought to be fertilized with serradella which can be either autumn-incorporated or left on the soil surface as mulch for spring incorporation. Raw flesh darkening and after cooking darkening of potato cultivated in the organic production system was significantly lower compared with the integrated system. Potato fertilization with serradella (both autumn-and spring-incorporated) in the integrated production system, and with serradella mulch in the organic system resulted in the tastiest tubers.

Key words: flavor, flesh darkening, mulch, potato, production system, undersown catch crop

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony do bezpośredniego spożycia, powinien charakteryzować się odpowiednimi cechami zewnętrznymi i wewnętrznymi oraz właściwościami organoleptycznymi (Ceglarek i in., 1998; Hamouz i in., 2005). Cechy zewnętrzne brane pod uwagę przy ocenie jakości ziemniaka konsumpcyjnego to przede wszystkim: wygląd skórki, porażenie chorobami, pęknięcia, zazielenienia, a cechy wewnętrzne to: smak, zapach, barwa miąższu i konsystencja. Cechy wewnętrzne odbierane są subiektywnie i zależą od upodobań konsumenta (Różyło, 2002; Bernard i in., 2014; Makarewicz i in., 2014).

O wartości konsumpcyjnej bulw ziemniaka decyduje ich skład chemiczny. Niekorzystne oddziaływanie chemizacji rolnictwa na skład chemiczny i jakość bulw ziemniaka powinno być sygnałem do poszukiwania alternatywnych rozwiązań (Sawicka, 2000; Smith, 2007). Takim rozwiązaniem może być integrowany i ekologiczny system uprawy ziemniaka. Zaleca się tu stosowanie międzyplonów, które mogą być źródłem substancji organicznej zastępującej obornik w nawożeniu ziemniaka (Ceglarek i in., 1998; Smith, 2007; Płaza i in., 2010; Larkin i Tavantiz 2013; Molina i in., 2014). Stąd też celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nawożenia organicznego i systemu produkcji na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy 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. Zawartość próchnicy wynosiła 1,37%. Doświadczenie założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki. I — nawożenie organiczne, w tym wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową), obornik ($300 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$), seradela ($22,3 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka ($35,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$), seradela — mulcz ($22,5 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka — mulcz ($35,5 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$). II — system produkcji: integrowany i ekologiczny.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w pszenżyto jare uprawiane na ziarno. W pierwszym roku po nawożeniu wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniak jadalny odmiany Zeus. Sadzeniaki o dobrej wartości nasiennej (materiał kwalifikowany klasa A) pozyskiwano poprzez zakup w firmie nasiennej. W integrowanym systemie produkcji ziemniaka wczesną wiosną rozsiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: N: 90 kg P: 36,9 kg i K: 99,6 kg Dawki nawożenia mineralnego dostosowano do zasobności gleby i wielkości przewidywanego plonu. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagregatowanego z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano bronę talerzową i kultywator.

W ekologicznym systemie produkcji zamiast nawożenia mineralnego, stosowano obornik w dawce $300 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ pod pszenżyto jare uprawiane z wsiewkami międzyplonowymi. Ziemniaki wysadzano w trzeciej dekadzie kwietnia, a zbierano w drugiej 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 mieszanką 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 ziemniaka fungicydem Ridomil MZ 72WP ($2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Natomiast w ekologicznym systemie produkcji chwasty zwalczano mechanicznie. Stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatem Novodor SC ($2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), a zarazę ziemniaka fungicydem Miedzian 50 WP ($4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka pobrano 2 kg próby bulw w celu określenia cech konsumpcyjnych. Ciemnienie mięszu bulw surowych i po ugotowaniu oceniono według barwnych tablic duńskich, w odwróconej 9 — stopniowej skali duńskiej; gdzie 9° oznaczono miąższ niezmieniony, a 1° miąższ czarny. Zmiany barwy miąższu surowego bulw oceniono po 4 godzinach od chwili przekrojenia bulw ziemniaka, a ugotowanego po 2 i 24 godzinach od ugotowania. Oceny smakowości dokonano przy użyciu 9 — stopniowej skali, przy czym 9° przyjęto za ocenę bardzo dobrą, a 1° za bardzo złą. Badania przeprowadzono na 10 bulwach ziemniaka (Roztropowicz i in., 1999).

Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie ze schematem układu split-blok. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya. Do obliczeń statystycznych użyto programu algorytmu własne pisane w Exel 7.0. (Trętowski i Wójcik, 1991).

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Największą sumę opadów odnotowano w 2010 roku. W tym też roku średnia temperatura powietrza była wyższa o $0,9^\circ\text{C}$ od średniej temperatury wieloletniej. W 2009 roku suma opadów była niższa niż w 2010 roku, ale wyższa od sumy wieloletniej. Średnia miesięczna temperatura była wyższa od średniej wieloletniej. W 2011 roku odnotowano najniższą sumę opadów przy temperaturze zbliżonej, jaka wystąpiła w 2010 roku.

Tabela 1

Warunki pogody podczas badań zgodnie z danymi ze Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of investigations, according to the data from the Meteorological Station at Zawady

Lata Years	Miesiąc Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura (°C) Temperature (°C)							
2009	10,3	12,9	15,7	19,4	17,7	14,6	15,1
2010	8,9	14,0	17,4	21,6	19,8	11,8	15,6
2011	10,1	13,4	18,1	18,3	18,0	14,4	15,4
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)							
2009	8,1	68,9	145,2	26,4	80,9	24,9	354,4
2010	10,7	93,2	62,6	77,0	106,3	109,9	459,7
2011	31,0	36,1	39,1	120,2	18,6	12,0	257,0
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

WYNIKI

Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka było istotnie modyfikowane przez warunki pogodowe, badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie. Najjaśniejszą barwą miąższu surowego charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2011 roku, istotnie ciemniejszą w 2009 roku, a najciemniejszą w wilgotnym 2010 roku (tab. 2).

Tabela 2

Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka po 4 godz. w latach 2009–2011, skala 9°
Raw flesh darkening of potato tubers after 4 h in 2009–2011, 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2009	2010	2011
Obiekt kontrolny — Control treatment	7,1	6,5	7,5
Obornik — Farmyard manure	7,6	7,0	7,9
Seradela — Serradella	7,9	7,3	8,2
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,2	6,6	7,5
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,3	7,7	8,6
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	7,4	6,8	7,7
Średnie — Means	7,6	7,0	7,9
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Lata — years = 0,1			
Interakcja: lata × nawożenie organiczne = 0,5			
Interaction: years × organic fertilization			

Ze współdziałania lat z nawożeniem organicznym wynika, że najjaśniejszą barwą miąższu charakteryzowały się bulwy zebrane w 2011 roku z obiektów nawożonych seradela zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz seradela stosowaną w formie mulczu w 2009 roku. Na obiektach nawożonych seradela zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu miąższ bulw surowych zachował najjaśniejszą barwę w porównaniu z miąższem bulw nawożonych

obornikiem, obiektem kontrolnym, jak i kombinacjami wsiewek z życią westerwoldzką; przy czym stosowanie jako przedplonu seradeli pozostawionej na zimę jako mulcz przyoraną wiosną okazało się korzystniejsze niż przyoranie wsiewki seradeli jesienią (tab. 3).

Tabela 3

Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka po 4 godz. (średnie z lat 2009–2011), skala 9°
Raw flesh darkening of potato tubers after 4 h (means across 2009–2011), 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny — Control treatment	6,7	7,3	7,0
Obornik — Farmyard manure	7,3	7,7	7,5
Seradela — Serradella	7,5	8,0	7,8
Życia westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	6,9	7,3	7,1
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	7,9	8,4	8,2
Życia westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	7,1	7,5	7,3
Średnie — Means	7,2	7,7	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie organiczne — Organic fertilization			0,2
System produkcji — Production system			0,1
Interakcja: nawożenie organiczne × system produkcji Interaction: organic fertilization × production system			0,4

Na obiekcie nawożonym życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu stopień ciemnienia miąższu bulw nie różnił się istotnie od odnotowanego stopnia ciemnienia bulw pochodzących z kombinacji uprawianej na oborniku. Natomiast na obiekcie nawożonym życią westerwoldzką przyoraną jesienią oraz w kombinacji kontrolnej stopień ciemnienia miąższu surowego bulw ziemniaka był istotnie wyższy niż na oborniku. Ciemnienie miąższu surowego bulw ziemniaka różnicował także system produkcji. W systemie ekologicznej produkcji ziemniaka uzyskano bulwy o mniejszej skłonności do ciemnienia miąższu bulw surowych niż w systemie integrowanym. Wykazano współdziałanie badanych czynników, z którego wynika, że najniższym stopniem ciemnienia miąższu surowego charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożonego seradela zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji. W integrowanym systemie produkcji bulwy ziemniaka uprawiane po wsiewce seradeli niezależnie od formy jej stosowania charakteryzowały się najjaśniejszą barwą miąższu, jednak ta barwa była ciemniejsza niż w ekologicznym systemie produkcji.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków termiczno-opadowych, badanych czynników doświadczenia i ich współdziałania na ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 2 i 24 godz. od ugotowania. Stopień ciemnienia miąższu bulw ugotowanych zebranych w 2011 roku był najjaśniejszy (tab. 4, 6). Ziemniaki zebrane w 2009 roku charakteryzowały się istotnie niższym ciemnieniem miąższu bulw ugotowanych, a najniższym bulwy zebrane w 2010 roku. Z interakcji warunków pogodowych z nawożeniem organicznym wynika, że najjaśniejszą barwą

mięszu ugotowanego po 2 godz. charakteryzowały się ziemniaki zebrane w 2011 roku z obiektów nawożonych organicznie oraz w 2009 roku z obiektów nawożonych seradela, niezależnie od formy jej stosowania. Natomiast najjaśniejszą barwą mięszu bulw ugotowanych po 24 godz. charakteryzowały się ziemniaki zebrane w 2011 roku z obiektów nawożonych seradela niezależnie od formy jej stosowania oraz obornikiem, a także ziemniaki zebrane w 2009 roku z obiektów nawożonych tylko seradela (tab. 5, 7).

Tabela 4

Ciemnienie mięszu ugotowanego bulw ziemniaka po 2 godz. w latach 2009–2011, skala 9°
After cooking darkening of potato tubers after 2h in 2009–2011, 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2009	2010	2011
Obiekt kontrolny — Control treatment	7,9	7,3	8,2
Obornik — Farmacyard manure	8,3	7,7	8,6
Seradela — Serradella	8,7	8,1	8,9
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	8,2	7,6	8,5
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,8	8,6	8,9
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	8,3	7,7	8,6
Średnie — Means	8,4	7,8	8,6
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Lata — years = 0,2			
Interakcja: lata × nawożenie organiczne = 0,5			
Interaction: years × organic fertilization			

Tabela 5

Ciemnienie mięszu ugotowanego bulw ziemniaka po 2 godz. (średnie z lat 2009–2011), skala 9°
After cooking darkening of potato tubers after 2 h (means across 2009–2011), 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny — Control treatment	7,5	8,0	7,8
Obornik — Farmacyard manure	8,0	8,4	8,2
Seradela — Serradella	8,4	8,7	8,6
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,8	8,4	8,1
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,6	8,9	8,8
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	8,0	8,3	8,2
Średnie — Means	8,1	8,5	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie organiczne — Organic fertilization			0,3
System produkcji — Production system			0,2
Interakcja: nawożenie organiczne × system produkcji			0,4
Interaction: organic fertilization × production system			

Stopień ciemnienia mięszu ugotowanego bulw ziemniaka na obiektach nawożonych biomasą seradeli zarówno przyoranej jesienią, jak i pozostawionej do wiosny w formie mulczu był istotnie najniższy. Na obiektach nawożonych życicą westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania stopień ciemnienia mięszu bulw ugotowanych był mniejszy niż w kombinacji kontrolnej, ale nie różnił się istotnie od ciemnienia mięszu bulw pochodzących z obiektu nawożonego obornikiem zarówno po 2, jak i po 24 godz.

Tabela 6

Ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 24 godz. w latach 2009–2011, skala 9° After cooking darkening of potato tubers after 24 h in 2009–2011, 9 — point scale			
Nawożenie organiczne Organic fertilization	2009	2010	2011
Obiekt kontrolny — Control treatment	7,6	7,1	7,8
Obornik — Farmyard manure	8,1	7,6	8,3
Seradela — Serradella	8,4	7,9	8,7
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,9	7,4	8,1
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,6	8,1	8,8
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	8,0	7,5	8,2
Średnie — Means	8,1	7,6	8,3
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Lata — years = 0,1			
Interakcja: lata × nawożenie organiczne = 0,5			
Interaction: years × organic fertilization			

Tabela 7

Ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka po 24 godz. (średnie z lat 2009–2011), skala 9° After cooking darkening of potato tubers after 24 h (means across 2009–2011), 9 — point scale			
Nawożenie organiczne Organic fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny — Control treatment	7,3	7,7	7,5
Obornik — Farmyard manure	7,8	8,2	8,0
Seradela — Serradella	8,1	8,5	8,3
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,5	8,1	7,8
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,3	8,7	8,5
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	7,7	8,1	7,9
Średnie — Means	7,8	8,2	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie organiczne — Organic fertilization			0,2
System produkcji — Production system			0,1
Interakcja: nawożenie organiczne × system produkcji			0,4
Interaction: organic fertilization × production system			

Na obiekcie kontrolnym odnotowano najintensywniejsze nasilenie barwy szarej miąższu ugotowanego bulw ziemniaka zarówno po 2, jak i po 24 godz. Ciemnienie miąższu ugotowanego bulw ziemniaka różnicował także system produkcji. Ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji wyróżniały się mniejszą intensywnością ciemnienia miąższu ugotowanego po 2 i 24 godz. niż bulwy ziemniaka uprawianego w integrowanym systemie produkcji. Ze współdziałania badanych czynników wynika, że najjaśniejszą barwą miąższu ugotowanego zarówno po 2, jak i po 24 godz. charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone seradela zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji oraz seradela stosowaną w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji, a najintensywniejszym nasileniem barwy szarej bulwy ziemniaka zebrane z obiektu kontrolnego w integrowanym systemie produkcji.

Tabela 8

Smakowitość bulw ziemniaka w latach 2009–2011, skala 9°
Potato tuber flavour in 2009–2011, 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2009	2010	2011
Obiekt kontrolny — Control treatment	6,2	5,7	6,4
Obornik — Farmyard manure	6,9	6,4	7,1
Seradela — Serradella	8,1	7,6	8,3
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,3	6,8	7,5
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,4	7,9	8,6
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	7,5	7,0	7,7
Średnie — Means	7,4	6,9	7,6
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Lata — years = 0,2			
Interakcja: lata × nawożenie organiczne = 0,5			
Interaction: years × organic fertilization			

Smakowitość bulw ziemniaka była istotnie różnicowana przez warunki meteorologiczne, badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie. Najlepszą smakowitością wyróżniały się bulwy ziemniaka zebrane w latach 2009 i 2011 (tab. 8). Niekorzystne warunki pogodowe, z dużą ilością opadów odnotowane w 2010 roku spowodowały pogorszenie smakowitości bulw ziemniaka. Wykazano współdziałanie warunków pogodowych z nawożeniem organicznym, z którego wynika, że najlepszą smakowitością charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w latach 2009 i 2011 z obiektów nawożonych seradela, niezależnie od formy jej stosowania. Nawożenie biomasa wsiewek międzyplonowych wpływało korzystnie na smakowitość bulw (tab. 9).

Tabela 9

Smakowitość bulw ziemniaka (średnie z lat 2009–2011), skala 9°
Potato tuber flavour (means across 2009–2011), 9 — point scale

Nawożenie organiczne Organic fertilization	System produkcji Production system		Średnie Means
	integrowany integrated	ekologiczny organic	
Obiekt kontrolny — Control treatment	6,3	5,8	6,1
Obornik — Farmyard manure	7,0	6,6	6,8
Seradela — Serradella	8,2	7,7	8,0
Życica westerwoldzka — Westerwolds ryegrass	7,4	6,9	7,2
Seradela — mulcz — Serradella — mulch	8,5	8,1	8,3
Życica westerwoldzka — mulcz — Westerwolds ryegrass — mulch	7,6	7,2	7,4
Średnie — Means	7,5	7,1	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie organiczne — Organic fertilization			0,3
System produkcji — Production system			0,1
Interakcja: nawożenie organiczne × system produkcji			
Interaction: organic fertilization × production system			0,4

Najlepszą smakowitością charakteryzowały się bulwy nawożone seradela zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Smakowitość bulw ziemniaka różnicował także system produkcji. Ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji charakteryzowały się lepszą smakowitością niż w systemie

ekologicznym. Ze współdziałania nawożenia biomasą wsiewek międzyplonowych z systemem produkcji wynika, że najlepszym smakiem wyróżniały się bulwy ziemniaka nawożonego seradelą niezależnie od formy jej stosowania w integrowanym systemie produkcji oraz seradelą stosowaną w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji. Po zastosowaniu tych form nawożenia smakowitość bulw ziemniaka była istotnie wyższa niż bulw ziemniaka nawożonego obornikiem.

DYSKUSJA

Z punktu widzenia wartości konsumpcyjnej ziemniaka jadalnego istotna jest ocena stopnia ciemnienia miąższu surowego i ugotowanego oraz smakowitość bulw (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000; Grudzińska i Zgórska, 2006; Kaźmierczak i Rychlik, 2014). Zdaniem Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk (2000) oraz Kaabera i in. (2002). Brązowienie (ciemnienie ziemniaków) pomimo, że nie oddziałuje na smak i wartość żywieniową stanowi poważny problem w przemyśle przetwórstwa ziemniaczanego. Ciemnienie miąższu bulw surowych jest skutkiem enzymatycznego utleniania związków fenolowych. Ciemnienie bulw gotowanych jest z kolei procesem nieenzymatycznym. Intensywność ciemnienia miąższu bulw ugotowanych zależy od zawartości związków fenolowych i jest w znacznej mierze cechą genetyczną. Ilość tych związków zależy od warunków edaficznych m.in. typu gleby, warunków meteorologicznych w okresie wegetacji, nawożenia oraz stopnia dojrzałości bulw, itp. (Sawicka, 1991; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000; Ding i in., 2005). W badaniach własnych nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych istotnie modyfikowało ciemnienie miąższu bulw. Na obiektach nawożonych seradelą zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu stwierdzono najmniejsze pociemnienie miąższu surowego i ugotowanego bulw ziemniaka w porównaniu z pozostałymi obiektami nawożenia organicznego. Na obiektach nawożonych życicą westerwoldzką, niezależnie od formy jej stosowania, stopień ciemnienia miąższu ugotowanego bulw ziemniaka nie różnił się istotnie od określonego na oborniku. Stopień ciemnienia miąższu surowego bulw ziemniaka na obiekcie nawożonym życicą westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu nie różnił się istotnie od stwierdzonego na oborniku, zaś na obiekcie nawożonym życicą westerwoldzką przyoraną jesienią i na obiekcie kontrolnym był istotnie niższy niż na oborniku. Również badania Płazy i in. (2010) oraz Makarewicza i in. (2014) wykazały, że ziemniaki uprawiane po międzyplonach, z wyjątkiem gorczyicy białej charakteryzowały się mniejszą tendencją do ciemnienia miąższu surowego i ugotowanego niż bulwy ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym. Powyższą zależność potwierdzają badania Ceglarka i in. (1998) oraz Różyły (2002), którzy wykazali, że ziemniaki uprawiane tylko na nawozach mineralnych charakteryzowały się większym nasileniem barwy szarej niż ziemniaki uprawiane na oborniku czy nawozach zielonych.

System produkcji także istotnie różnicował ciemnienie miąższu bulw surowych. W przeprowadzonym doświadczeniu ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji wyróżniały się niższym stopniem ciemnienia miąższu surowego i ugotowanego

niż ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji. Podobną zależność wykazali Sawicka i Kuś (2002), Danilčenko i Trečiokaite-Jarine (2002), Sawicka i in. (2006), Zarzyńska i Goliszewski (2006) oraz Savage i in. (2007). Należy to tłumaczyć tym, iż ciemnienie miąższu bulw surowych jest skutkiem enzymatycznego utleniania związków fenolowych, które występują w mniejszej ilości w bulwach ziemniaka ekologicznego. Na zmianę barwy miąższu wpływa melanina, która jest produktem utleniania tyrozyny przy katalitycznym działaniu enzymu tyrozynazy. Również występuje w mniejszej ilości w bulwach ziemniaka ekologicznego.

Smakowitość uznawana jest za najbardziej subiektywną cechę charakteryzującą ziemniaki jadalne. W omawianym doświadczeniu wykazano, że smakowitość bulw ziemniaka nawożonego biomasą wsiewek międzyplonowych zarówno przyoranych jesienią, jak i pozostawionych do wiosny w formie mulczu przewyższała smakowitość bulw ziemniaka nawożonego obornikiem. Na szczególne podkreślenie zasługuje tu seradela zarówno przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu, po zastosowaniu której ziemniaki charakteryzowały się najlepszym smakiem. Jest to zbieżne z wynikami badań Ceglarka i in. (1998), Różyły (2002) oraz Płazy i in. (2010). Należy tłumaczyć to tym, iż stanowiska dla ziemniaka jadalnego użyźnione roślinami bobowatymi charakteryzują się lepszym zbilansowaniem składników odżywczych oraz prawidłowym przebiegiem procesu ich udostępniania dla roślin.

System produkcji także istotnie różnicował smakowitość bulw ziemniaka. W badaniach własnych wykazano, że ziemniaki uprawiane w integrowanym systemie produkcji charakteryzowały się lepszym smakiem niż pochodzące z systemu ekologicznego. Podobne wyniki badań jakościowych prowadzonych w Szwecji (Warman i Havard, 1998) wykazały, że ziemniaki wyprodukowane w gospodarstwach ekologicznych charakteryzowały się wyższą oceną smakową niż w gospodarstwach konwencjonalnych. Badania Zarzyńskiej i Goliszewskiego (2006) potwierdzają lepszą smakowitość bulw pochodzących z upraw ekologicznych niż z konwencjonalnych. Powyższe rozbieżności wynikają prawdopodobnie ze zróżnicowanego wpływu stosowania zabiegów w różnych systemach uprawy na skład chemiczny bulw ziemniaka. Zdaniem Warman i Havard (1998) ziemniaki pochodzące z upraw konwencjonalnych zawierają więcej składników mineralnych, w tym azotanów, stąd ich smakowitość jest gorsza niż z upraw ekologicznych.

Bulwy ziemniaka przeznaczone do bezpośredniego spożycia powinny charakteryzować się, jak najlepszymi cechami konsumpcyjnymi. Badania własne wykazały, że najlepszymi cechami konsumpcyjnymi charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone seradelą niezależnie od formy jej stosowania.

WNIOSKI

1. Warunki termiczno-opadowe istotnie różnicowały cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka.

2. Z badań własnych wynika, żeby uzyskać najlepsze cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka należy go nawozić seradelą zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu.
3. Ciemnienie miąższu surowego i ugotowanego bulw ziemniaka uprawianego w ekologicznym systemie produkcji było istotnie mniejsze niż w systemie integrowanym, a smakowitość bulw ziemniaka lepsza w systemie integrowanym.
4. Nawożenie ziemniaka seradelą niezależnie od formy jej stosowania w integrowanym systemie produkcji oraz seradelą w formie mulczu w ekologicznym systemie produkcji zapewniało najlepszą smakowitość bulw.
5. Nawożenie ziemniaka seradelą niezależnie od formy jej stosowania w ekologicznym systemie produkcji i nawożenie ziemniaka seradelą pozostawiona do wiosny w formie mulczu w integrowanym systemie produkcji zapewniło najjaśniejszą barwę miąższu bulw surowych i ugotowanych.

LITERATURA

- Bernard E., Larkin R. P., Tavantzis 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 (1–1): 611 — 627.
- 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, Zesz. 2–3*: 189 — 201.
- Daniłchenko H., Trečiokaite-Jarine E. 2002. Wpływ ekologicznego i integrowanego systemu produkcji ziemniaków na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych produktów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 309 — 318.
- Ding C. K., Chachin K., Ueda Y., Wang C. Y. 2002. Inhibition of loquat enzymatic browning by sulphhydryl compounds. *Food Chem.* 76: 213 — 218.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2006. Ciemnienie enzymatyczne miążgi bulw ziemniaka w zależności od odmiany. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 579 — 584.
- Hamouz K., Lachman J., Dvořák P., Pivec V. 2005. The effect of ecological growing on the potatoes yields and quality. *Plant Soil Environ.* 51: 397 — 402.
- Kaaber L., Martinsen B. K., Brathen E., Shomer I. 2002. Browning inhibition and textural changes of pre-peeled potatoes caused by anaerobic conditions. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35 (6): 526 — 531.
- Kaźmierczak M., Rychlik B. 2014. Wpływ systemu uprawy ziemniaków na ciemnienie miąższu bulw. *Mat. konf. nauk. nt. „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”*. IHAR Radzików, ZN i OZ Bonin: 19 — 20.
- Larkin R. P., Tavantzis S. 2013. Use of biocontrol organisms and compost amendments for improved control of soilborne diseases potato production. *Am. J. of Pot. Res.* 90 (3): 261 — 270.
- Makarewicz A., Płaza A., Gąsiorowska B., Królikowska M.A. 2014. Wybrane cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka w integrowany i ekologicznym systemie produkcji. *Biul. IHAR* 273: 73 — 82.
- Molina O.I., Tenuta M., Hadrami A., Buckley K., Cavers C., Daavf F. 2014. Potato early dying and yield responses to compost, green manure, seed meal and chemical treatments. *Am. J. of Pot. Res.* 91(4): 414 — 428.
- Płaza A., Ceglarek F., Królikowska M.A. 2010. The influence of intercrops and farmyard manure fertilization in changeable weather conditions on consumption value of potato tubers. *J. Centr. Europ. Agric.* 11 (1): 47 — 54.
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Nowacki W., Rykaczewska K., Sowa-Niedziałkowska G., Szutkowska M., Wierzbicka Bujakowska B., Zarzyńska K.,

- Zgórska K. 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Red. S. Roztropowicz. Wyd. IHAR Oddz. Jadwisin: 50.
- Różyło K. 2002. Wstępna ocena walorów konsumpcyjnych odmiany Irga różnie nawożonej na glebie lekkiej i ciężkiej. Mat. konf. nauk. nt. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Perspektywy ekologicznej produkcji ziemniaka w Polsce”, AR Wrocław: 97 — 98.
- Savage G. P., Searle B. P., Hellenäs K. E. 2007. Glycoalkaloid content, cooking quality and sensory evaluation of early introductions of potatoes into New Zealand. *Potato Res.* 43 (1): 1 — 7.
- Sawicka B. 1991. Próba ustalenia niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie mięszu bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 179: 67 — 75.
- Sawicka B. 2000. Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 120: 391 — 401.
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 273 — 282.
- Sawicka B., Kuś J., Barbaś P. 2006. Ciemnienie mięszu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. *Pam. Puł.* 142: 445 — 457.
- Smith O. 2007. Potato quality X. Post-harvest treatment to prevent after cooking darkening. *Am. J. Potato Res.* 35 (7): 573 — 584.
- Warman P. R., Havard K. A. 1998. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and seed corn. *Agric. Eko. Env.* 68 (3): 207 — 216.
- Zarzecka K., Zadrożniak B., Gugąła M. 2011. Wpływ insektycydów na cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka. *Frag. Agron.* 28 (3): 129 — 138.
- Zarzyńska K., Goliszewski W. 2006. Uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym a jakość plonu bulw. *Pam. Puł.* 142: 617 — 626.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR* 213: 239 — 251.