

**ARTUR MAKAREWICZ**  
**ANNA PŁAZA**  
**BARBARA GĄSIOROWSKA**  
**MILENA ANNA KRÓLIKOWSKA**  
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

## Zawartość białka w bulwach ziemniaka nawożonego wsiewkami międzyplonowymi w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji

### **The content of protein in potato tubers fertilized with undersown catch crops in integrated and organic production systems**

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2006–2009 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na zawartość białka ogólnego i białka właściwego w bulwach 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. System produkcji: integrowany i ekologiczny. Bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia wsiewkami międzyplonowymi uprawiano ziemniaki jadalne. W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość białka ogólnego metodą Kjeldahla i białka właściwego metodą Kjeldahla po strąceniu kwasem trójchlorooctowym. Najwyższą zawartość białka ogólnego i białka właściwego stwierdzono w bulwach ziemniaka nawożonego nostrykiem białym i mieszanką nostryku białego z życicą westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz nostrykiem białym przyorany jesienią. Wyższą koncentrację białka ogólnego i właściwego stwierdzono w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji.

**Słowa kluczowe:** białko ogólne, białko właściwe, mulcz, nawożenie wsiewką międzyplonową, system produkcji, ziemniak

The work presents results of studies carried out from 2006 to 2009. They were undertaken to determine the influence of undersown catch crops, which were either autumn-incorporated or retained on the soil surface till spring as mulch, on total and true protein contents in tubers of potato cultivated

in integrated and organic production systems. The experimental factors were as follows: 1. undersown catch crop fertilizer (no undersown catch crop control treatment, farmyard manure, white melilot, white melilot + westerwolds ryegrass, westerwolds ryegrass, white melilot applied as mulch, westerwolds ryegrass + white melilot applied as mulch, westerwolds ryegrass applied as mulch) and 2. production system (integrated, organic). Edible potato immediately followed undersown catch crop fertilization in the field. Potato tubers were sampled to determine total and true protein contents. The highest total and true protein contents were recorded in the tubers of potato fertilized with white melilot and white melilot/westerwolds ryegrass mixture retained on the soil surface until spring as mulch and autumn-incorporated white melilot. Higher total and true protein contents were determined in the tubers of potato grown in the integrated production system than in the organic one.

**Key words:** fertilization with undersown catch crop, mulch, potato, production system, total protein, true protein

## WSTĘP

Wysokie walory odżywcze ziemniak zawdzięcza między innymi obecności białka bogatego w aminokwasy egzogenne. Białko ziemniaczane zawiera szczególnie dużo leucyny, lizyny, fenyloalaniny i treoniny, natomiast mniej metioniny. Jego wartość biologiczna jest bardzo wysoka, porównywalna do białka sojowego, a tylko nieznacznie ustępująca standardowi żywieniowemu, za jaki przyjmuje się białko jaja kurzego (Zimoch-Guzowska i Flis, 2006; Zarzecka i Gugąła, 2011). Wpływ systemów uprawy na zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka zależy od warunków atmosferycznych. W latach posuchy w fazie intensywnego gromadzenia plonu, wyższą koncentrację białka ogólnego stwierdzono w bulwach z uprawy integrowanej, zaś azotanów — z uprawy ekologicznej, natomiast w latach o wystarczającej ilości opadów, obserwowano tendencję do wyższej akumulacji białka ogólnego w bulwach z uprawy ekologicznej niż integrowanej (Sawicka i Kuś, 2002). W dotychczasowych badaniach brak jest danych eksperymentalnych dotyczących oddziaływania wsiewek międzyplonowych na zawartość białka w bulwach ziemniaka uprawianego w różnych systemach produkcji. Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia tego typu badań. Próbę częściowego wypełnienia tej luki stanowi niniejsza praca mająca na celu określenie wsiewek międzyplonowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na zawartość białka ogólnego i białka właściwego w bulwach 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 1,43%. Doświadczenie założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach. Badano dwa czynniki. I. Nawożenie wsiewką międzyplonową: obiekt kontrolny (bez nawożenia wsiewką międzyplonową, a z nawożeniem mineralnym), obornik ( $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), nostrzyk biały ( $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), nostrzyk biały +

życica westerwoldzka ( $13 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), życica westerwoldzka ( $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), nostryk biały — mulcz ( $26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), nostryk biały + życica westerwoldzka — mulcz ( $13 + 10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), życica westerwoldzka — mulcz ( $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). II. System 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 nostryku białego  $27,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , mieszanki nostryku 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 nostryku białego  $23,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , mieszanki nostryku 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 ziemniaki jadalne odmiany Zeus. 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 zaagregatowanego 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 3 dekadzie kwietnia, a zbierano w 2 dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka, z każdego poletka pobrano próby bulw w celu wykonania analiz chemicznych. Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka oznaczono metodą Kjeldahla, a zawartość białka właściwego również oznaczono metodą Kjeldahla w wyniku traktowania próby materiału roślinnego kwasem trójchlorooctowym. W następstwie zachodzi oddzielenie białka od innych połączeń azotowych (niebiałkowych), które należy wydzielić z badanej próby przez ich ekstrakcję (Kerłowska-Kułas, 1993). Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie ze schematem układu split-blok. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tuckeya (Trętowski i Wójcik, 1988).

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1). Najkorzystniejszym dla gromadzenia białka w bulwach ziemniaka okazał się 2007 rok. W tym też roku odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze. W sierpniu odnotowano słabą posuchę. Największą sumę opadów odnotowano w 2008 roku. W tym też roku średnia temperatura była niższa o  $0,4^\circ\text{C}$  od średniej temperatury wieloletniej. W sezonie wegetacyjnym 2008 roku, z największą ilością opadów odnotowano słaba posuchę tylko w kwietniu. Natomiast w 2009 roku silna posucha wystąpiła w kwietniu, lipcu i we wrześniu. W 2009 roku suma opadów była niższa niż w 2008 roku, ale wyższa od sumy wieloletniej.

Tabela 1

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

Lata Years	Miesiąc Month						Średnie Means
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Średnia temperatura powietrza (°C) Mean air temperature (°C)							
2007	8,6	14,6	18,2	18,9	18,9	13,1	15,4
2008	9,1	12,7	17,4	18,4	18,5	12,2	14,7
2009	10,3	12,9	15,7	19,4	17,7	14,6	15,1
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)							
2007	21,2	59,1	59,0	70,2	31,1	67,6	308,2
2008	28,1	85,6	49,0	69,8	75,4	63,4	371,2
2009	8,1	68,9	145,2	26,4	80,9	24,9	354,4
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

## WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków okresu wegetacji, badanych czynników doświadczenia i ich współdziałania na zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Najkorzystniejszym dla gromadzenia białka ogólnego w bulwach ziemniaka okazał się suchy 2007 rok (tab. 2). W tym też roku odnotowano najmniejszą sumę opadów, przy najwyższej temperaturze. Mniej korzystnym okazał się 2009 rok z silną posuchą w kwietniu, lipcu i we wrześniu. Natomiast niekorzystnym okazał się 2008 rok z największą ilością opadów i niższą temperaturą. Takie warunki pogodowe nie sprzyjały gromadzeniu białka w bulwach ziemniaka. Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych sprzyjało koncentracji białka ogólnego w bulwach ziemniaka. Na obiektach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi bulwy zawierały istotnie więcej białka ogólnego (średnio o 1,25%) niż na obiekcie kontrolnym. Na szczególne podkreślenie zasługuje tu nawożenie nostrykiem białym w formie mulczu, mieszanką nostryku białego z życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz nostrykiem białym przyoranym jesienią. Nawożenie ziemniaka tymi wsiewkami międzyplonowymi, w porównaniu z obornikiem spowodowało istotny wzrost koncentracji białka ogólnego (średnio o 1,06%). Na obiektach nawożonych mieszanką nostryku białego z życią westerwoldzką przyoranych jesienią oraz życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu lub obornikiem, zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka nie różniła się istotnie. W ziemniakach nawożonych życią westerwoldzką przyoraną jesienią była istotnie niższa zawartość białka ogólnego niż w bulwach nawożonych obornikiem, lecz wyższa od odnotowanej w ziemniakach zebranych z obiektu kontrolnego. Udowodnione współdziałanie lat z nawożeniem biomasą wsiewek międzyplonowych wskazywało, że w suchym 2007 roku ziemniaki nawożone nostrykiem białym w formie mulczu charakteryzowały się najwyższą zawartością suchej masy, w tym białka ogólnego (tab. 2). Natomiast w 2008

roku z największą sumą opadów, przy najniższej temperaturze, otrzymano najniższą zawartość białka ogólnego na obiekcie kontrolnym, bez stosowania nawozów zielonych.

Tabela 2

**Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka (% s. m.) w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową w latach badań 2007–2009**  
**Total protein content in potato tubers (% d. m.) depending on fertilization with undersown catch crops in 2007–2009**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control treatment	9,21	8,18	8,35	8,58
Obornik Farmyard manure	9,95	8,95	9,12	9,34
Nostrzyk biały White melilot	10,84	9,81	10,01	10,22
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	9,98	8,95	9,12	9,35
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	9,57	8,56	8,65	8,93
Nostrzyk biały — mulcz White melilot — mulch	11,34	10,31	10,51	10,72
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka — mulcz White melilot + westerwolds ryegrass — mulch	10,90	9,87	10,04	10,27
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwolds ryegrass — mulch	10,11	9,11	9,28	9,50
Średnie Means	10,24	9,22	9,38	—
NIR <sub>0,05</sub> — LSD <sub>0,05</sub>				
Lata Years				0,11
Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization				0,25
Interakcja Interaction				0,28

Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka istotnie modyfikowały badane systemy produkcji (tab. 3). Wyższą koncentracją białka ogólnego (średnio o 0,54%) charakteryzowały się bulwy ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Wykazano interakcję nawożenia biomasą wsiewek międzyplonowych z systemem produkcji. W integrowanym systemie produkcji najwyższą zawartość białka ogólnego otrzymano w bulwach ziemniaka nawożonego nostrykiem białym w formie mulczu, a w ekologicznym systemie produkcji - z obiektów nawożonych nostrykiem białym w formie mulczu oraz mieszanką nostryku białego z życicą westerwoldzką również stosowaną w formie mulczu. Najniższą koncentrację białka ogólnego, niezależnie od systemu produkcji otrzymano w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia wsiewką międzyplonową.

Tabela 3

**Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka (% s. m.) w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji (średnie z lat 2007–2009)**  
**Total protein content in potato tubers (% d. m.) depending on fertilization with undersown catch crops and production systems (average to over 2007–2009)**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system	
	integrowany integrated	ekologiczny organic
Obiekt kontrolny Control treatment	8,74	8,42
Obornik Farmyard manure	9,49	9,18
Nostrzyk biały White melilot	10,56	9,87
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	9,58	9,12
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	9,10	8,75
Nostrzyk biały — mulcz White melilot — mulch	11,26	10,18
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka — mulcz White melilot + westerwolds ryegrass — mulch	10,67	9,86
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwolds ryegrass — mulch	9,63	9,37
Średnie Means	9,88	9,34
NIR <sub>0,05</sub> — LSD <sub>0,05</sub>		
System produkcji Production system	0,21	
Interakcja Interaction	0,26	

Zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka była istotnie różnicowana przez warunki okresu wegetacji, badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie. Najwyższą koncentracją białka właściwego charakteryzowały się bulwy ziemniaka zebrane w 2007 roku, istotnie niższą w 2009 roku (tab. 4). Natomiast najniższą zawartość białka właściwego stwierdzono w mokrym 2008 roku. Takie warunki pogodowe nie sprzyjały gromadzeniu białka właściwego w bulwach ziemniaka. Nawożenie biomasą wsiewek międzyplonowych zwiększało zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka. Na obiektach nawożonych wsiewkami międzyplonowymi bulwy zgromadziły istotnie więcej (średnio o 1,23%) białka właściwego niż na obiekcie kontrolnym. Najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie nostrzykiem białym zarówno przyoranym jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu oraz mieszanką nostrzyku białego z życicą westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Koncentracja białka właściwego w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką nostrzyku białego z życicą westerwoldzką przyoraną jesienią kształtowała się na zbliżonym poziomie, jak w ziemniakach nawożonych obornikiem. W ziemniakach nawożonych życicą westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka była istotnie niższa niż na oborniku. Jednak i w

tym przypadku zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka była istotnie wyższa niż w ziemniakach zebranych z obiektu kontrolnego, bez nawożenia wsiewką międzyplonową. Wykazano interakcję warunków meteorologicznych z nawożeniem biomasa wsiewek międzyplonowych. Najwięcej białka właściwego zgromadziły bulwy ziemniaka uprawianego w suchym 2007 roku na obiektach nawożonych nostrykiem białym zarówno pozostawionym do wiosny w formie mulczu, jak i przyoranym jesienią. Na obiektach nawożonych roślinami bobowatymi zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka jest większa. Natomiast najniższą zawartość białka właściwego odnotowano w mokrym 2008 roku na obiekcie kontrolnym, bez stosowania wsiewek międzyplonowych.

Tabela 4

**Zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka (% s. m.) w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową w latach badań 2007–2009**  
**True protein content in potato tubers (% d. m.) depending on fertilization with undersown catch crops in 2007–2009**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	2007	2008	2009	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control treatment	4,83	3,81	4,03	4,22
Obornik Farmyard manure	5,81	4,86	4,99	5,22
Nostryk biały White melilot	6,63	5,68	6,04	6,11
Nostryk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	5,53	4,93	5,11	5,32
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	5,21	4,24	4,43	4,63
Nostryk biały — mulcz White melilot — mulch	6,84	5,85	6,02	6,23
Nostryk biały + życica westerwoldzka — mulcz White melilot + westerwolds ryegrass — mulch	6,17	5,18	5,38	5,58
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwolds ryegrass — mulch	5,44	4,46	4,64	4,85
Średnie Means	5,86	4,87	5,08	—
NIR <sub>0,05</sub> — LSD <sub>0,05</sub>				
Lata Years				0,11
Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization				0,22
Interakcja Interaction				0,34

System produkcji także istotnie różnicował zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka (tab. 5). Wyższą koncentrację białka właściwego stwierdzono w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji. Ze współdziałania badanych czynników wynika, że najwyższą zawartością białka właściwego charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożone nostrykiem białym pozostawionym do wiosny w formie mulczu oraz przyoranym jesienią w integrowanym systemie produkcji, a najmniejszą bulwy ziemniaka zebrane z obiektu kontrolnego zarówno w ekologicznym, jak

i integrowanym systemie produkcji. Wynika to z faktu, iż ziemniaki uprawiane w stanowisku użyźnionym roślinami bobowatymi z nawożeniem mineralnym stosowanym w integrowanym systemie produkcji charakteryzowały się wyższą koncentracją białka właściwego niż ziemniaki uprawiane w ekologicznym systemie produkcji tylko z nawożeniem organicznym.

Tabela 5

**Zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka (% s. m.) w zależności od nawożenia wsiewką międzyplonową i systemu produkcji (średnie z lat 2007–2009)**  
**True protein content in potato tubers (% d. m.) depending on fertilization with undersown catch crop and production systems (average over 2007–2009)**

Nawożenie wsiewką międzyplonową Undersown catch crop fertilization	System produkcji Production system	
	integrowany integrated	ekologiczny organic
Obiekt kontrolny Control treatment	4,26	4,18
Obornik Farmyard manure	5,28	5,16
Nostrzyk biały White melilot	6,12	6,10
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka White melilot + westerwolds ryegrass	5,36	5,28
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	4,68	4,57
Nostrzyk biały — mulcz White melilot — mulch	6,29	6,18
Nostrzyk biały + życica westerwoldzka — mulcz White melilot + westerwolds ryegrass — mulch	5,63	5,52
Życica westerwoldzka — mulcz Westerwolds ryegrass — mulch	4,91	4,78
Średnie Means	5,32	5,22
NIR <sub>0,05</sub> — LSD <sub>0,05</sub> System produkcji Production system		0,08
Interakcja Interaction		0,28

## DYSKUSJA

Związki azotowe w bulwach ziemniaka występują średnio w ilości 2% w przeliczeniu na białko (N×6,25), jako tzw. białko ogólne, w tym 35–65% stanowi białko właściwe. Białko to zawiera wszystkie aminokwasy egzogenne w odpowiednich ilościach bogate w lizynę i jako jedno z nielicznych białek roślinnych posiada wartości biologiczne odpowiadające wartości białka zwierzęcego (Leszczyński, 2000; Gugała i in. 2014). W badaniach Makaraviciute (2003) oraz Wiatra (2002) nawożenie biomasą międzyplonu zwiększało zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka. W badaniach własnych najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie nostrzykiem białym zarówno przyorany jesienią, jak i pozostawionym do wiosny w formie mulczu oraz mieszanką



nostrzyku białego z życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Płaza i Ceglarek (2009) wykazali, że najwyższą zawartością białka właściwego charakteryzowały się bulwy ziemniaka nawożonego koniczyną białą oraz facelią zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu. Należy tłumaczyć to tym, iż ziemniaki uprawiane w stanowisku użyźnionym roślinami bobowatymi oraz mieszkanką nostrzyku białego z życią westerwoldzką stosowaną w formie mulczu pobierają z gleby większe ilości azotu niż ziemniaki uprawiane w stanowisku użyźnionym innymi nawozami zielonymi. Azot zawarty w ich biomasie stopniowo ulega mineralizacji i równomiernie udostępniany jest roślinie ziemniaka, co zapewnia jego całkowitą zamianę na azot białkowy. W omawianym doświadczeniu zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka nawożonego życią westerwoldzką zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu była istotnie niższa niż na oborniku. Również w badaniach Boligłowy i Gleń (2003), Płazy (2004) oraz Kołodziejczyka i in. (2007) najniższą zawartość białka odnotowano w ziemniakach nawożonych roślinami nie bobowatymi. Zawartość azotu w glebie w takich stanowiskach jest mniejsza i ziemniaki pobierają mniejszą jego ilość, przez co zawartość białka jest niższa.

Reust i in. (1999), Smith (2007) oraz Zarzyńska i Wroniak (2008) wykazali, iż system produkcji chociaż nie różnicował istotnie zawartości białka właściwego w bulwach ziemniaka to wyższą jego zawartość odnotowano w bulwach ziemniaka uprawianego w ekologicznym systemie produkcji. Natomiast w badaniach własnych analogicznie, jak u Sawickiej i Kuś (2002) oraz Pearsall (2009) wyższą zawartość tego składnika stwierdzono w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym systemie produkcji.

W przeprowadzonym doświadczeniu zawartość białka właściwego w bulwach ziemniaka zależała istotnie od przebiegu warunków meteorologicznych. Największą ilość tego składnika nagromadziły bulwy ziemniaka w suchym i ciepłym 2007 roku, istotnie mniej w 2009 roku, a najmniej w mokrym 2008 roku. Jest to zbieżne z wynikami badań Pęksy (2003). Mała ilość opadów i optymalna temperatura powietrza sprzyjały wzrostowi zawartości białka przez zmniejszenie zawartości wody w bulwach ziemniaka. W opinii Głuskiej (2000) oraz Wiatra (2002) na zawartość białka ogólnego, a zwłaszcza właściwego, stymulująco wpływa ciepły, suchy i słoneczny okres wegetacji, a w czasie zawiązywania bulw najkorzystniejsza jest temperatura około 20°C, gdyż asymilacja zachodzi wtedy najenergiczniej. Natomiast Lis i in. (2002) wykazali, że nadmierne opady w okresie gromadzenia plonu (w czerwcu i lipcu) mogą doprowadzić do wypłukania azotu z gleby, co wiąże się z ograniczonym pobieraniem tego składnika przez bulwy. Zdaniem Mazurczyka i Lis (2001), Pytlarz-Kozickiej (2002) oraz Lachman i in. (2005) nadmiar opadów ogranicza gromadzenie białka w bulwach ziemniaka, a ich niedobór sprzyja zawartości białka w bulwach ziemniaka. Wpływ systemów uprawy na zawartość białka ogólnego w bulwach zależy od warunków atmosferycznych. W latach posuchy w fazie intensywnego gromadzenia plonu, wyższą koncentrację białka ogólnego stwierdzono w bulwach z uprawy integrowanej, natomiast w latach o wystarczającej ilości opadów, obserwowano tendencję do wyższej akumulacji białka ogólnego w bulwach ziemniaka z uprawy ekologicznej niż integrowanej (Sawicka i Kuś, 2002).

## WNIOSKI

1. Warunki termiczno-opadowe istotnie różnicowały zawartość białka ogólnego i białka właściwego w bulwach ziemniaka.
2. Najwyższą zawartość białka ogólnego i białka właściwego stwierdzono w bulwach ziemniaka nawożonego nostrzykiem białym oraz mieszanką nostrzyku białego z życią westerwoldzką pozostawioną do wiosny w formie mulczu oraz nostrzykiem białym przyorany jesienią.
3. Wyższą koncentrację białka ogólnego i właściwego odnotowano w bulwach ziemniaka uprawianego w integrowanym niż w ekologicznym systemie produkcji.

## LITERATURA

- Boliłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Elec. Jour. Pol. Agric. Univ. Top Agron.*, 1,6, [www.ejpau.media.pl](http://www.ejpau.media.pl).
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. *Biul. IHAR* 213: 173 — 178.
- Gugała M., Zarzecka K., Mystkowska I., Sikorska A. 2014. The influence of weed control methods on total protein and true protein in potato tubers. *Acta Sci. Pol. Agric.* 13(2): 3 — 11.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agronom.* 2(94): 142 — 150.
- Krełowska-Kułas M. 1993. Badania jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa.
- Lachman J., Hamouz K., Dvorak P., Orsak M. 2005. The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. *Plant Soil Environ.* 10: 431 — 438.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 4 (25): 5 — 27.
- Lis B., Mazurczyk W., Trawczyński C., Wierzbička A. 2002. Czynniki ograniczające wykorzystanie azotu przez rośliny ziemniaka a zagrożenie środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 165 — 174.
- 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.
- Mazurczyk W., Lis B. 2001. Variation of chemical compositions of tuber of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. *Pol. Jour. Foot Nutr. Sci.* 10 (2): 27 — 30.
- Pearsal L.W. 2009. Facts about potato quality. *Amer. Jour. of Potato Res.*, 29 (8): 182 — 185.
- Pęksa A. 2003. Białko ziemniaczane — charakterystyka właściwości. *Post. Nauk Rol.* 5: 79 — 94.
- Płaza A. 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego 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*. 64 (3): 79 — 91.
- Pytlarz-Kozicka M. 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 147 — 155.
- 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, 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.
- Trętowski J., Wójcik R. 1988. Metody doświadczeń rolniczych. WSRP Siedlce.
- Wiater J. 2002. Wpływ współdziałania niektórych odpadów z roślinami motylkowatymi na ilość i jakość białka ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484: 743 — 752.
- Zarzecka K., Gugała M. 2011. Wybrane parametry jakości bulw ziemniaka jadalnego pochodzącego z rejonu Podlasia. *Bromat. Chem. Toksykol.* 44 (2): 38 — 42.

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.

Zimoch-Guzowska E., Flis B. 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 23 — 36.