

RESPONSE OF SOME POTATO CULTIVARS TO CULTIVATION IN ORGANIC SYSTEM

Summary

In experiment conducted in the years 2009-2010 at the Institute of Plant Breeding and Acclimatization - Jadwisin four potato cultivars of different earliness were tested. Potatoes were cultivated under 2 crop production systems: organic and conventional. The differences in morphological and physiological parameters of plant, yield and its structure were assessed. It was found important differences in reaction of cultivars to organic system. The differences in plant development influenced on total yield, tuber size distribution and tuber quality. The differences were smaller for early maturity cultivars than for later one. Share of external and internal tuber disorders was more connected with genotypes than with crop production system.

Key words: potato, cultivar, crop production system, yield, quality

REAKCJA KILKU ODMIAN ZIEMNIAKA NA UPRAWĘ W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

Streszczenie

W badaniach przeprowadzonych w latach 2009-2010 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie uprawiano 4 odmiany ziemniaka z różnych grup wczesności w dwóch systemach produkcji tj ekologicznym i konwencjonalnym. Badano różnice w wielkości parametrów morfologiczno-fizjologicznych roślin w obu systemach uprawy oraz wielkość plonu bulw, jego strukturę i jakość. Stwierdzono duże zróżnicowanie reakcji odmian na uprawę w systemie ekologicznym. Różnice w rozwoju roślin poszczególnych odmian wpłynęły na wielkość plonu bulw i jego strukturę. Różnice te były mniejsze u odmian o krótkim okresie wegetacji niż u odmian późniejszych. Udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw był w większym stopniu uzależniony od odmiany niż od systemu produkcji.

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, system produkcji, plon, jakość

1. Wstęp

Plony ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym są od 10 do 50 % niższe niż w systemie konwencjonalnym [4, 16]. Czynniki, które w największym stopniu limitują poziom plonowania są ograniczenia w stosowaniu pestycydów, oraz występujący na niektórych glebach deficyt składników pokarmowych wskutek niestosowania nawozów mineralnych. Słabszy rozwój części nadziemnej roślin uprawianych w systemie ekologicznym ma bezpośredni wpływ na wielkość plonu bulw i jego strukturę. Mniej efektywna ochrona roślin wpływa również na jakość plonu. Reakcja większości odmian na uprawę w systemie ekologicznym jest podobna, chociaż można wytypować odmiany, u których zarówno różnice rozwojowe jak i spadki plonu są nieznaczne. Celem pracy była ocena różnic w rozwoju wegetatywnym roślin czterech odmian ziemniaka z różnych grup wczesności i o różnej odporności na zarazę ziemniaka

uprawianych w dwóch systemach produkcji, tj. ekologicznym i konwencjonalnym (w tych samych warunkach glebowo-klimatycznych) oraz wpływu tych różnic na wielkość, strukturę plonu i jego jakość.

2. Metoda badań

Badania przeprowadzono w latach 2009-2010 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie na glebie kompleksu żyniego dobrego. Ziemniaki uprawiano w dwóch systemach produkcji tj ekologicznym i konwencjonalnym. W systemie ekologicznym stosowano następujący płodozmian: ziemniaki → owies + peluszką → żyto z wsiewką seradeli → łubin na nasiona → facelia na nasiona + gorczyca biała jako poplon

W systemie konwencjonalnym: ziemniaki → pszenica jara → pszenica ozima → łubin. Agrotechnikę stosowaną w obu systemach produkcji podano w tab. 1.

Tab. 1. Zabiegi agrotechniczne stosowane w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Table 1. Agronomical inputs in organic and conventional systems

Zabieg agrotechniczny <i>Agronomical treatment</i>	System ekologiczny <i>Organic system</i>	System konwencjonalny <i>Conventional system</i>
Nawożenie <i>Fertilization</i>	obornik 25 t/ha + nawozy zielone <i>manure 25 t/ha + catch crop</i>	4-5 t słomy żytniej na przyoranie + 1kg azotu mineralnego na 100 kg słomy + poplon ścierniskowy <i>4-5 t plowed rye straw+ 1 kg mineral nitrogen per 100 kg straw + catch crop</i> N : 100 kg/ha, P : 53 kg/ha, K : 150 kg /ha
Zwalczanie chwastów <i>Weed control</i>	tylko mechaniczne <i>only mechanical</i>	mechaniczne + herbicydy 2 razy w sezonie <i>mechanical + herbicides 2 times per season</i>
Zwalczanie stonki <i>Colorado betele control</i>	preparat biologiczny Novodor 2-3 razy w sezonie <i>biological insecticide 2-3 times per season</i>	fungicydy chemiczne 2-3 razy w sezonie <i>chemical fungicides per 2-3 times per season</i>

W badaniach testowano cztery odmiany ziemniaka należące do różnych grup wczesności, tj. od bardzo wczesnej do późnej. Wykaz badanych odmian i ich podstawową charakterystykę podano w tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka badanych odmian
Table 2. Characteristics of tested cultivars

Odmiana Cultivar	Grupa wczesności Earliness group	Odporność na zarazę Resistance to <i>Phytophthora infestans</i>
Miłek	bardzo wczesna very early	3
Owacja	wczesna / early	4
Tajfun	średnio wczesna mid early	5
Ursus	późna / late	6,5

W pełni rozwoju roślin, tj. ok. 30 czerwca na odmianach wczesnych i ok. 15 lipca na odmianach późniejszych, określono: wysokość, liczbę łodyg, masę liści, masę łodyg, masę nadziemną, powierzchnię asymilacyjną, wskaźnik LAI. Badania przeprowadzono na 12 roślinach, tj. po 4 rośliny w 3 powtórzeniach. Dodatkowo w odstępach 10 dniowych wykonywano pomiary zieloności liści i stopnia pochłaniania energii fotosyntetycznej (PAR). Pomiary rozpoczynano od momentu zwiarcia roślin w rzędzie a kończono z początkiem dojrzewania roślin. Pomiary zieloności liści wykonywano za pomocą przyrządu N-Tester, a stopień pochłaniania PAR przy pomocy liniowego solarymetru Sunfleck PAR Ceptometr. Solarymetr umieszczano w pozycji poziomej na wysokości 30 cm ponad listowiem ziemniaka oraz pod listowiem tak, aby wszystkie liści znajdowały się pod listwą. Pochłanianie energii fotosyntetycznej wyliczono według wzoru:

$$I\text{ PAR}\% = \frac{[1 - T] \times 100}{S}$$

gdzie:

IPAR - stopień pochłaniania energii PAR przez listowie (%),
T - gęstość strumienia kwantów PAR pod listowiem ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$),

S - gęstość strumienia kwantów PAR padająca na listowie ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$).

Po zbiorze określono plon bulw i jego strukturę, tj. udział w plonie bulw różnej wielkości. Oceniono również jakość plonu poszczególnych odmian określając udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw.

W obliczeniach statystycznych stosowano program ANOVA. Istotność różnic testowano testem T- Studenta.

3. Wyniki badań

3.1. Różnice w wielkości wskaźników morfologiczno-fizjologicznych roślin

Rośliny rosnące w systemie ekologicznym charakteryzowały się gorszymi parametrami morfologicznymi. Istotne różnice dotyczyły takich parametrów jak: masa części nadziemnej, wskaźnik pokrycia gleby przez listowie LAI, zieloność liści i stopień pochłaniania energii fotosyntetycznej PAR. Nie stwierdzono istotnych różnic, dotyczących wysokości roślin, chociaż średnio dla odmian rośliny rosnące w systemie ekologicznym były o 2 cm niższe niż w systemie konwencjonalnym, ale reakcja poszczególnych odmian była zróżnicowana. Największe różnice w wysokości roślin na korzyść systemu konwencjonalnego stwierdzono u odmian Miłek i Tajfun. U odmian Owacja i Ursus zaś nie zaobserwowano żadnych różnic. U odmian tych (Owacja, Ursus) stwierdzono natomiast największą różnicę w liczbie wytwarzanych łodyg na korzyść systemu ekolo-

Tab. 3. Różnice morfologiczne-fizjologiczne roślin w zależności od systemu uprawy i odmiany

Table 3. Morphological and physiological differences of potato plants depending on crop production system and cultivar

Badana cecha Tested parameter	Odmiana Cultivar					Średnio Mean	NIR LSD
	System produkcji Crop production system	Miłek	Owacja	Tajfun	Ursus		
Wysokość roślin Plant height (cm)	Eko	42,5	47,0	49,5	50,0	47,3	nu
	Konw.	46,0	47,0	53,5	50,5	49,3	
	Średnio / Mean	44,3	47,0	51,5	50,3		
	NIR / LSD	7,0					
Liczba łodyg Stems number	Eko	4,5	6,0	5,5	4,5	5,1	nu
	Konw.	4,0	4,0	5,0	3,5	4,1	
	Średnio / Mean	4,3	5,0	5,3	4,0		
	NIR / LSD	nu					
Masa nadziemna (g) Aboveground mass	Eko	454,0	442,0	406,6	379,0	420,3	52,3
	Konw.	543,5	530,5	483,5	438,9	499,1	
	Średnio / Mean	498,8	486,3	445,0	385,5		
	NIR / LSD	52,0					
LAI	Eko	2,25	2,39	1,80	1,85	2,07	0,42
	Konw.	2,67	2,95	2,84	3,07	2,88	
	Średnio / Mean	2,46	2,67	2,32	2,46		
	NIR / LSD	0,32					
SPAD	Eko	33,2	32,0	33,4	36,1	33,7	1,3
	Konw.	34,5	34,8	38,6	38,7	36,7	
	Średnio / Mean	33,9	33,4	36,0	37,4		
	NIR / LSD	1,7					
PAR (%)	Eko	75,3	73,5	70,8	77,7	74,3	1,8
	Konw.	85,4	82,2	82,3	91,4	85,3	
	Średnio / Mean	80,4	77,8	76,6	84,6		
	NIR / LSD	3,3					

nu - non significant

Tab. 4. Różnice w plonie bulw w zależności od systemu produkcji i odmiany
 Table 4. Yield differences depending on crop production system and cultivar

Badana cecha <i>Tested parameter</i>	System produkcji <i>Crop production system</i>	Odmiana <i>Cultivar</i>				Średnio <i>Mean</i>	NIR <i>LSD</i>
		Milek	Owacja	Tajfun	Ursus		
Plon ogólny <i>Total yield</i> (t/ha)	Eko	25,8	30,4	29,8	32,1	29,8	2,8
	Konw.	26,9	37,5	39,7	47,0	37,8	
	Średnio / <i>Mean</i>	26,4	34,0	34,8	39,6		
	NIR / <i>LSD</i>	3,2					
Plon bulw dużych <i>Yield of large tubers (> 60 mm)</i> (t/ha)	Eko	2,3	5,4	2,6	2,8	3,3	2,5
	Konw.	2,5	11,1	8,0	15,1	9,2	
	Średnio / <i>Mean</i>	2,4	8,3	5,3	9,0		
	NIR / <i>LSD</i>	2,7					

Tab. 5. Udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw w zależności od systemu produkcji i odmiany
 Table 5. Share of external and internal tuber disorders depending on crop production system and cultivar

Wada bulw <i>Tuber disorder</i>	System produkcji <i>Crop production system</i>	Odmiana <i>Cultivar</i>				Średnio <i>Mean</i>	NIR <i>LSD</i>
		Milek	Owacja	Tajfun	Ursus		
Mokra zgnilizna <i>Wet rot</i> (%)	Eko	1,3	13,4	0	2,7	4,4	1,1
	Konw.	0	0	0	0	0,0	
	Średnio / <i>Mean</i>	0,7	6,7	0	1,4		
	NIR / <i>LSD</i>	1,6					
Parch zwykły <i>Common scab</i> (%)	Eko	1,6	8,5	23,4	4,9	9,6	2,3
	Konw.	0,9	1,9	4,9	2,1	2,5	
	Średnio / <i>Mean</i>	1,3	5,2	14,2	3,5		
	NIR / <i>LSD</i>	3,2					
Ospowość <i>Black scurf</i> (%)	Eko	6,7	5,3	2,1	9,0	5,8	nu
	Konw.	11,1	8,4	6,9	6,1	8,1	
	Średnio / <i>Mean</i>	8,9	6,9	4,5	7,6		
	NIR / <i>LSD</i>	3,4					
Deformacje <i>Deformations</i> (%)	Eko	11,6	7,2	1,8	7,0	6,9	nu
	Konw.	10,8	8,3	1,9	5,3	6,6	
	Średnio / <i>Mean</i>	11,2	7,8	1,9	6,2		
	NIR / <i>LSD</i>	3,8					
Uszkodzenia przez szkodniki <i>Pest damages</i> (%)	Eko	0,4	0,9	0	0,4	0,4	nu
	Konw.	0	0,3	0	0	0,1	
	Średnio / <i>Mean</i>	0,2	0,6	0	0,2		
	NIR / <i>LSD</i>	nu					
Zazielenienia <i>Green tubers</i> (%)	Eko	3,9	3,0	0,1	0,2	1,8	1,2
	Konw.	6,6	2,3	4,6	1,4	3,7	
	Średnio / <i>Mean</i>	5,3	2,7	2,4	0,8		
	NIR / <i>LSD</i>	1,4					
Rdzawa plamistość miąższu <i>Rust spot</i> szt/20 bulw dużych/ <i>large tubers</i>	Eko	1,0	3,0	0	4,0	2,0	1,1
	Konw.	0,5	0	0	0,5	0,3	
	Średnio / <i>Mean</i>	0,8	1,5	0	2,5		
	NIR / <i>LSD</i>	1,3					
Pustowość/ <i>Hallow hearts</i> (szt/20 bulw dużych)/ <i>large tubers</i>	Eko	7,0	1,0	0	1,5	2,4	1,0
	Konw.	4,0	0,5	0	1,0	1,4	
	Średnio / <i>Mean</i>	5,5	0,8	0	1,3		
	NIR / <i>LSD</i>	1,3					

gicznego. Masa nadziemna roślin wszystkich odmian była istotnie wyższa w systemie konwencjonalnym, a reakcja poszczególnych odmian podobna. Rośliny rosnące w systemie ekologicznym wytwarzały większą liczbę łodyg (różnice nieistotne statystycznie). W systemie konwencjonalnym rośliny charakteryzowały się wyższym wskaźnikiem zieloności liści SPAD i pochłaniały istotnie więcej energii fotosyntetycznej czynnej PAR (tab. 3).

Różnice odmianowe w wielkości wskaźnika pokrycia gleby przez listowie były znaczące. Najsilniejsza reakcja wystąpiła u odmian Ursus i Tajfun. Podobne zależności stwierdzono w przypadku stopnia pochłaniania energii fotosyntetycznej czynnej PAR. Różnice odmianowe w stopniu odżywienia roślin pomiędzy dwoma systemami uprawy

były niewielkie chociaż istotne statystycznie. Największe zróżnicowanie wystąpiło u odmiany Tajfun (tab. 3).

3.2. Plon bulw

Lepsze parametry morfologiczno-fizjologiczne roślin uprawianych w systemie konwencjonalnym znalazły odzwierciedlenie w wielkości i strukturze plonu. Plon ogólny bulw pochodzących z systemu konwencjonalnego (37,8 t/ha) był o 26,8% wyższy w porównaniu z systemem ekologicznym (29,8 t/ha). Spadek plonu w systemie ekologicznym był różny u różnych odmian. Największą różnicę w plonie na korzyść systemu konwencjonalnego stwierdzono u późnej odmiany Ursus (46,4%), a najmniejszą u bardzo wczesnej

odmiany Miłek (4,3%). Odmiany Owacja i Tajfun zareagowały pośrednio. W systemie konwencjonalnym istotnie wyższy był również plon frakcji bulw dużych, tj. o średnicy powyżej 60 mm. Stwierdzono istotność różnic odmianowych. Największym zdrobnieniem plonu zareagowała odmiana Ursus, u której różnica w plonie bulw dużych wynosiła aż 80% w porównaniu z plonem z uprawy ekologicznej. Najmniejszą różnicę odnotowano u odmiany Miłek (tab. 4).

3.3. Jakość bulw

Jakość bulw pochodzących systemu ekologicznego była nieco gorsza niż z systemu konwencjonalnego. Dotyczyło to głównie takich wad jak mokra zgnilizna, parch zwykły, rdzawa plamistość miąższu i pustowatość. Nie stwierdzono istotnych różnic dotyczących takich wad jak: ospowatość, deformacje czy uszkodzenia przez szkodniki. W systemie ekologicznym stwierdzono istotnie niższy udział bulw zazieleniałych. Podobnie jak w przypadku cech morfologiczno-fizjologicznych i wielkości plonu nie stwierdzono współdziałania odmian z systemem produkcji, ale reakcja poszczególnych odmian dotycząca jakości bulw była zróżnicowana. Największym wzrostem udziału bulw zgniłych w systemie ekologicznym zareagowała odmiana Owacja. U pozostałych odmian różnica ta była nieznaczna. W przypadku porażenia bulw parchem zwykłym największe różnice dotyczyły odmiany Tajfun. Trzy z badanych odmian wykazywały większe porażenie ospowatością w systemie konwencjonalnym. Odmianą, która zareagowała inaczej była odmiana Ursus. Największym udziałem bulw zdeformowanych w obu systemach produkcji charakteryzowała się odmiana Miłek, najmniejszą Owacja. W przypadku tej wady bulw różnice dotyczące obu systemów były niewielkie. Podobna sytuacja dotyczyła udziału bulw uszkodzonych przez szkodniki. Największym wzrostem udziału bulw zielonych w plonie pochodzącym z systemu konwencjonalnego zareagowała odmiana Tajfun. U odmian Ursus i Owacja stwierdzono największy udział bulw ze rdzawą plamistością miąższu. Wada ta ujawniła się głównie w systemie ekologicznym. W przypadku pustowatości największą wrażliwość wykazała odmiana Miłek (tab. 5).

4. Dyskusja

Rośliny pochodzące z uprawy ekologicznej, charakteryzowały się niższymi wartościami parametrów morfologiczno-fizjologicznych niż rośliny pochodzące z systemu konwencjonalnego, co jest naturalną konsekwencją gorszego nawożenia i ochrony. Wytwarzały jednak większą liczbę łodyg, ale były one niższe i cieńsze, o czym świadczy mniejsza masa nadziemna roślin. Wskaźnikiem najbardziej oddającym rozwój części nadziemnej roślin w stosunku do zajmowanej powierzchni jest wskaźnik LAI. Rozwój części nadziemnej roślin jest ściśle uwarunkowany zaopatrzeniem w azot i jego dostępnością w pierwszych tygodniach po wschodach [1, 5, 12, 13] i do czasu kwitnienia, kiedy zaczyna się proces tuberyzacji. Dla uzyskania maksymalnej tuberyzacji niezbędne jest osiągnięcie określonego poziomu rozwoju części nadziemnej roślin, tj. LAI wynoszące od 2,5 do 3 [5, 11]. W naszych badaniach wynosił on dla uprawy ekologicznej nieco ponad 2 a dla konwencjonalnej prawie 3. Największe różnice w wielkości tego wskaźnika odnotowano u odmian Ursus i Miłek. Podobna reakcja dotyczyła stopnia pochłaniania energii fotosyntetycznej czynnej. Zna-

lazło to swoje odbicie w wielkości plonu bulw. Odmiany te zareagowały bowiem największym spadkiem i największym zdrobnieniem plonu w uprawie ekologicznej. Odwrotne zależności zaobserwowano u bardzo wczesnej odmiany Miłek. U tej odmiany zmiany w wielkości parametrów morfologiczno – fizjologicznych roślin były najmniejsze i różnice w plonie bulw również były niewielkie. Należy zauważyć, że pomimo niestosowania nawozów mineralnych średni plon w systemie ekologicznym był na wysokim poziomie, tj. ok. 30 t/ha. Ma to związek z lepszym wykorzystywaniem azotu w systemie niskonakładowym niż intensywnym. Z literatury wiadomo bowiem, że dla osiągnięcia plonu 35 t/ha potrzeba 110-130 kg N/ha w czasie maksymalnego wzrostu roślin i tworzenia się bulw [6]. Ten sam autor uważa, że w ekologicznej uprawie ziemniaków dla uzyskania 10 t bulw z hektara potrzeba od 27 do 35 kg azotu. Należy również dodać, że obiektem badań były odmiany wysoko plonujące, stąd nawet w systemie ekologicznym dawały one stosunkowo wysokie plony.

Plon pochodzący z upraw ekologicznych charakteryzuje się na ogół gorszą jakością zewnętrzną, ze względu na większy udział bulw małych i porażenie ich chorobami wynikające z braku możliwości całkowitej ochrony chemicznej [15].

W literaturze podkreśla się, że główny wpływ na jakość plonu mają warunki glebowo-klimatyczne, odmiana oraz interakcja tych czynników [7]. Najczęściej podejmowanym problemem dotyczącym uprawy w systemie ekologicznym a jakością zewnętrzną bulw jest występowanie parcha zwykłego. W niektórych pracach podkreśla się większe zagrożenie występowania tej wady skórki w systemie ekologicznym [3, 9, 10]. Ma to związek, jak już wspomniano, ze stosowaniem nawozów naturalnych, a głównie obornika. Znaczenie ma tu również podatność odmian [14]. W badaniach własnych porażenie bulw parchem zwykłym było wyższe w systemie ekologicznym. Największe różnice na korzyść systemu konwencjonalnego stwierdzono u odmiany Owacja. Porażenie ospowatością było wyższe w systemie konwencjonalnym a reakcja odmian zróżnicowana. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnych różnic w ilości bulw zdeformowanych w zależności od systemu produkcji. Wystąpiły jedynie różnice odmianowe. W niektórych publikacjach [8] wspomina się o większym udziale uszkodzeń przez szkodniki w systemie ekologicznym, co wiąże się głównie z uprawą roślin wieloletnich motylkowatych, stosowaniem międzyplonów, czy nawozów naturalnych. Nie potwierdzono tego we własnym eksperymencie. Nie stwierdzono również różnic odmianowych dotyczących tej wady. Niektórzy badacze podkreślają większy udział bulw zielonych, spowodowany zwiększoną ilością zabiegów mechanicznych stosowanych w uprawach ekologicznych. Z obserwacji autorów wynika odwrotna zależność i ma to związek z wielkością bulw. Im większe bulwy tym prawdopodobieństwo wystawienia na światło większe i tym większy udział bulw zielonych. Taką zależność zaobserwowano w przypadku wszystkich odmian z wyjątkiem odmiany Owacja. Występowanie wad wewnętrznych bulw takich jak rdzawa plamistość miąższu i pustowatość zleży w dużej mierze od warunków środowiskowych i agrotechnicznych [2], ale największy wpływ ma czynnik genetyczny, co dało się zauważyć w badaniach własnych. Rdzawość miąższu wystąpiła głównie u dwóch odmian, tj. Owacja i Ursus. Wada ta nasiliła się w systemie ekologicznym. Pustowatość zaś była cechą odmiany Miłek.

5. Wnioski

1. Stwierdzono zróżnicowanie reakcji odmian ziemniaka na uprawę w systemach produkcji ekologicznej.
2. Różnice w rozwoju roślin poszczególnych odmian miały odzwierciedlenie w wielkości plonu bulw i jego strukturze. Różnice te były mniejsze u odmian o krótkim okresie wegetacji niż u odmian późniejszych.
3. Udział wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw był w większym stopniu uzależniony od odmiany niż od systemu produkcji.
4. Wybierając odmiany do uprawy w systemie ekologicznym należy uwzględniać zarówno cechy morfologiczne roślin jak i reakcję na czynniki agrotechniczne.

6. Bibliografia

- [1] Harris PL. The potato crop – the scientific basis for improvement, 2nd edition. Chapman & Hall, London, 1992.
- [2] Hiller LK, Thornton RE. Managing physiological disorders. In : Johnson DA (ed) Potato health management. American Phytopathological Society Press, St Paul, MN, 2008, pp 235-245.
- [3] Karalus W.: Qualitätsminderung durch *Rizoctonia solani* vermeiden. Infodienst, 2000, 3/ 00.53-56
- [4] Kuś J., Stalenga J.: Plonowanie kilku odmian ziemniaka uprawianych w systemach integrowanym i ekologicznym. Roczn. AR w Poznaniu. CCCVII, 1998 : 126-131.
- [5] Marscher H.: Mineral nutrition for higher plants, 2nd edition. Academic Press, London, 1995.
- [6] Moller K.: Impact and interaction of *Phytophthora infestans* and nitrogen nutrition on tuber growth and yield of potato. Technical University of Munich, 2000 (in German).
- [7] Neuhoﬀ D.: Table potato production in organic farming- Impact of variety and manure application on yield formation and tuber composition. Faculty of Agriculture, University of Bonn, 2000 (in German).
- [8] Paffarth A.: Drahtwurmbefall an Kartoffeln. Bioland, 2002 : 23.
- [9] Radke W. Riekmann W., Brendler F.: Kartoffel, Krankheiten, Schädlinge, Unkrauter. Verlag Th. Mann, Gelesenkirchen Beur, 2002.
- [10] Szutkowska M, Lutomirska B.: Wpływ środowiska i niektórych czynników agrotechnicznych na porażanie się bulw ziemniaka parchem zwykłym. Biul IHAR, 2002, 221 : 153-166.
- [11] Van Delen A.: Yield and growth of potato and wheat under organic N management. Agronomy J, 2001, 93: 1370-1385.
- [12] Van der Zaag D. E.; Potatoes and their cultivation in the Netherlands. NIVAA Netherlands Potato Consultative Institute), 1992. www.pptato.nl
- [13] Vos J.: Nitrogen and the growth of potato crops. In: Haverkort AJ, MacKerron DKL (eds) Potato ecology and modeling of crops under conditions limiting growth. Kluwer, Dordrecht, 1995, pp 115-128.
- [14] Zarzyńska K., Goliszewski W.: Rola odmiany w ekologicznej uprawie ziemniaka. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2006, Vol.51 (2) : 214-219.
- [15] Zarzyńska K., Wroniak J.: Różnice w jakości plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2007, Vol.52 (4) : 108-114.
- [16] Zarzyńska K., Goliszewski W.: Plonowanie kilkunastu odmian ziemniaka uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. Materiały konferencyjne: przyrodnicze, produkcyjne i ekonomiczne skutki różnej intensywności produkcji roślinnej w aspekcie polityki rolnej UE. Poznań-Sielinko, 18-19 października 2007, 2: 23-34.