

## ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI BULW ZIEMNIAKA WYNIKAJĄCE Z CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH

*Barbara Krzysztofik, Piotr Nawara*

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków  
e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl

**Streszczenie.** Trzyletnie badania (2000-2002) obejmowały: cztery formy nawozów (nawozy zielone, biohumus bydłocy, biohumus Polli-Pam, nawozy mineralne NPK) oraz kontrola (bez nawożenia), dwie odmiany ziemniaka (Baszta, Irga), dwie gleby (czarnoziem zdegradowany i piasek gliniasty lekki). Badano cechy jakościowe bulw ziemniaka tj.: wysokość i strukturę plonu, cechy morfologiczne bulw, wady zewnętrzne (dzieciuchowatość, zazielenienie, pęknięcia fizjologiczne, uszkodzenia przez owady i korzenie), wskaźnik zewnętrznych uszkodzeń mechanicznych bulw, skład chemiczny (sucha masa i skrobia). Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że jakość bulw ziemniaka jest w silnym stopniu modyfikowana przez czynniki glebowe, odmianowe, nawozowe oraz atmosferyczne panujące w danym roku wegetacji.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, cechy jakościowe, nawożenie, gleba

### WSTĘP

Ziemniak przeznaczony do przetwórstwa jak i do bezpośredniego spożycia musi spełniać Polskie Normy, a w niedługim czasie, również normy Unii Europejskiej. Po wstąpieniu do UE, polski rynek może zostać zachwiany przez import towarów i uprawa ziemniaków w Polsce może stać się nieopłacalna. Badania przeprowadzone przez specjalistów IHAR wykazały, że ziemniaki konsumpcyjne dostępne w handlu nie spełniają wymagań stawianych przez Polską Normę. Wymagania jakościowe bulw związane są z kierunkiem ich przeznaczenia. Do podstawowych należą cechy zewnętrzne i wewnętrzne, na które wpływa szereg czynników m.in. odmiana, gleba, nawożenie jak również warunki klimatyczne w okresie wegetacji [1,3]. Celem badań było określenie zmian cech zewnętrznych oraz suchej masy i skrobi bulw ziemniaka, wynikających z czynników agrotechnicznych.

## MATERIAŁ I METODA

Czynnikami doświadczenia były:

- dwie odmiany ziemniaka (Baszta, Irga),
- cztery formy nawozów (nawozy zielone, biohumus bydłęcy, biohumus Polli-Pam, nawozy mineralna NPK) oraz kontrola (bez nawożenia),
- dwie gleby (czarnoziem zdegradowany i piasek gliniasty lekki),
- trzy kolejne lata badań (2000-2002),

Dotyczyły oceny takich cech jakościowych bulw ziemniaka jak:

- wysokość i struktura plonu,
- cechy morfologiczne bulw,
- wady zewnętrzne (dzieciuchowatość, zazielenienie, pęknięcia fizjologiczne, uszkodzenia przez owady i korzenie),
- wskaźnik zewnętrznych uszkodzeń mechanicznych,
- skład chemiczny (sucha masa i skrobia).

Ocenę cech jakościowych bulw ziemniaka wykonano zgodnie z metodyką IHAR [2].

Za wady zewnętrzne przyjęto: fizjologiczne zniekształcenia genetycznie ustalonego kształtu dla odmian, w wyniku stresów termicznych, wodnych, nawozowych czy mechanicznych. Do cech jakościowych zaliczono również zewnętrzne uszkodzenia mechaniczne bulw. Uzyskane wyniki badań opracowano zgodnie z metodami statystycznymi.

## WYNIKI BADAŃ

Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji ziemniaków przedstawiono za pomocą współczynników Sielianinowa (tab. 1). Najbardziej wyrównane w okresie wegetacji warunki pogodowe wystąpiły w trzecim roku badań. Natomiast rok 2001 charakteryzował się dużymi wahaniami wilgotności w miesiącach kwiecień, lipiec i wrzesień w porównaniu z miesiącami pozostałymi.

**Tabela 1.** Współczynnik Sielianinowa

**Table 1.** Sielianinow's Coefficient

Lata Year	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September
2000	0,97	1,78	1,44	4,1	0,55	1,11
2001	4,26	1,18	1,35	2,82	1,20	3,14
2002	1,32	1,97	1,56	1,57	0,76	1,52

<0;0,5> Susza Dry weather, <0,5 ; 1,0> Posucha Dryspell, >1,0 Wilgotno Wet.

Analiza wariancji (tab. 2) wykazuje, które z badanych czynników istotnie wpłynęły na cechy jakościowe bulw tj.: plon, współczynnik kształtu i wskaźnik uszkodzeń mechanicznych. Uzyskany plon był istotnie różnicowany pomiędzy odmianami i w zależności od zastosowanego nawożenia, natomiast na współczynniki kształtu i wskaźnik uszkodzeń nie wpływało istotnie zróżnicowane nawożenie.

Najwyższy plon bulw uzyskano w 2000 r., na czarnoziemie zdegradowanym, u odmiany Baszta, przy nawożeniu mineralnym (NPK). Najniższy w 2001 r., na pisaku gliniastym lekkim, u odmiany Irga, na poletku kontrolnym (tab. 2).

**Tabela 2.** Wyniki analizy wariancji w klasyfikacji poczwórnej. Wpływ badanych czynników na plon, współczynnik kształtu A/C, A/B i wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka (A – długość bulwy, B – szerokość bulwy, C – grubość bulwy)

**Table 2.** Results of variance analysis in the quadruple classification. Influence of the factors tested upon the crop, shape coefficient A/C, A/B and the ratio of mechanical damage to potato tubers (A – potato length, B – potato width, C – potato thickness)

Źródło zmienności Source of variability	Plon Crop (t·ha <sup>-1</sup> )	Współczynnik kształtu Shape coefficient (-)		Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych Ratio of mechanical damage (%)	Źródło zmienności Source of variability	Plon Crop	Współczynnik kształtu Shape coefficient		Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych Ratio of mechanical damage
		A/C	A/B				A/C	A/B	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Rok Year</b>					<b>Rok Year</b>	–	*	*	*
2000 r.	32,69	1,53	1,23	30,18	Gleba Soil	–	*	*	*
2001 r.	31,03	1,40	1,34	7,71	Odmiana Variety	*	–	*	*
2002 r.	31,88	1,48	1,28	25,54	Nawożenie Fertilization	*	–	–	–
<b>Gleba Soil</b>					<b>Rok – Gleba Year – Soil</b>	*	*	*	*
Pisak gliniasty lekki Light clay sand	29,45	1,50	1,27	10,78	<b>Rok – Odmiana Year – Variety</b>	*	*	*	*
Czarnoziem zdegradowany Degraded humus	33,73	1,40	1,33	23,62	<b>Gleba – Odmiana Soil – Variety</b>	–	–	*	*
<b>Odmiana Variety</b>					<b>Rok – Nawożenie Year – Fertilization</b>	*	*	*	–
Baszta	32,04	1,45	1,32	17,83	<b>Gleba – Nawożenie Soil – Fertilization</b>	*	–	–	*
Irga	31,15	1,45	1,28	16,57	<b>Odmiana – Nawożenie Variety – Fertilization</b>	–	–	–	–

Tabela 2. cd.  
Table 2. Cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Rok – Gleba – Odmiana	*	*	*	*
					Year – Soil – Variety				
Kontrola Control	24,28	1,44	1,32	16,86	Rok – Gleba – Nawożenie	*	*	*	*
					Year – Soil – Fertilization				
Nawóz zielony Green fertilizer	30,91	1,44	1,30	15,91	Rok – Odmiana – Nawożenie	–	–	*	*
					Year – Variety – Fertilization				
Biohumus	29,49	1,46	1,29	17,29	Gleba – Odmiana – Nawożenie	–	–	–	*
					Soil – Variety – Fertilization				
Polli-Pam	34,81	1,47	1,30	17,86	Rok – Gleba – Odmiana – Nawożenie	–	*	*	*
					Year – Soil – Variety – Fertilization				
NPK Mineral fertilisation	38,46	1,43	1,29	18,08	* różnice istotne $\alpha = 0,05$ * significant differences $\alpha = 0,05$				

Współczynniki kształtu niezależnie od badanych czynników były zgodne z kształtem przypisanym dla danej odmiany [4]. Największe wydłużenie bulw było w pierwszym roku badań, co wpłynęło na wartość ich wskaźnika uszkodzeń. Bulwy najbardziej okrągłe otrzymano w drugim roku badań. Najwyższa wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych wystąpiła na czarnoziemie zdegradowanym, u odmiany Baszta, przy nawożeniu NPK.

Tabela 3 przedstawia średnie wartości struktury plonu i istotne różnice analizy wariancji w klasyfikacji poczwórnej. Procentowy udział bulw każdej badanej frakcji z wyjątkiem 30-40 mm, różnił się istotnie w latach, co świadczy o znaczącym wpływie warunków klimatycznych panujących w danym roku na strukturę plonu. Najwięcej bulw frakcji handlowej (powyżej 40 mm) uzyskano w pierwszym roku badań (88,60%), najmniej w trzecim roku (75,39%). Taki efekt był wynikiem warunków wilgotnościowych w okresie wzrostu bulw tj. w miesiącu lipcu. Ziemiaki uprawiane na dwóch różnych glebach zareagowały w sposób istotny zmianą ich struktury. Udział bulw powyżej 40 mm na pisaku gliniasty lekkim był mniejszy (77,71%) niż na czarnoziemie zdegradowanym (82,69%).

**Tabela 3.** Wyniki analizy wariancji w klasyfikacji poczwórnej. Wpływ wybranych czynników doświadczenia na strukturę plonu bulw**Table 3.** Results of variance analysis in the quadruple classification. Influence of the factors tested upon tuber crop structure

Źródło Zmienności	Struktura plonu w mm (%)				Źródło Zmienności	Struktura plonu			
	Tuber crop structure (%)					Tuber crop structure			
Source of variability	30-40	40-50	50-60	> 60	Source of variability	30-40	40-50	50-60	> 60
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Rok Year</b>					<b>Rok Year</b>	*	-	*	*
2000r.	11,40	39,40	33,40	15,80	Gleba Soil	*	-	*	*
2001r.	17,09	37,39	28,19	14,05	Odmiana Variety	*	*	*	*
2002r.	24,61	39,98	22,62	7,32	Nawożenie Fertilization	*	*	*	*
<b>Gleba Soil</b>					Rok – Gleba Year – Soil	*	-	*	*
Piasek gliniasty lekki Light clay sand	22,29	39,44	24,53	9,19	Rok–Odmiana Year – Variety	*	*	-	*
Czarnoziem zdegradowany Degraded humus	17,31	38,09	28,06	13,31	Gleba – Odmiana Soil – Variety	-	-	*	*
<b>Odmiana Variety</b>					Rok – Nawożenie Year - Fertilization	*	*	*	*
Baszta	23,03	41,05	23,37	8,00	Gleba – Nawożenie Soil – Fertilization	*	*	-	*
Irga	16,57	36,47	29,22	14,50	Odmiana – Nawożenie Variety – Fertilization	*	-	*	-
<b>Nawożenie Fertilization</b>					Rok – Gleba – Odmiana Year – Soil – Variety	*	*	*	*
Kontrola Control	24,68	39,17	24,30	6,28	Rok – Gleba – Nawożenie Year – Soil – Fertilization	*	*	*	-
Nawóz zielony Green fertilizer	20,52	39,66	24,02	12,18	Rok – Odmiana – Nawożenie Year – Variety – Fertilization	-	*	-	*

Tabela 3. cd.  
Table 3. Cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Biohumus	23,50	39,17	23,72	9,09	Gleba – Odmiana – Nawożenie Soil – Variety – Fertilization	-	-	-	-
Polli-Pam	16,92	41,27	28,22	10,55	Rok – Gleba – Odmiana – Nawożenie Year – Soil – Variety – Fertilization	*	-	-	-
NPK Mineral	13,38	34,55	31,21	18,15	* różnice istotne $\alpha = 0,05$ * significant differences $\alpha = 0,05$				

Zastosowane nawozy w uprawie ziemniaków w różnym, lecz istotnym stopniu wpływały na strukturę plonu. Największy udział masowy bulw o wielkości powyżej 40 mm (tzw. plon handlowy) wystąpił przy nawożeniu nawozami mineralnymi. Najmniejszy udział uzyskano z poletka kontrolnego (bez nawożenia) oraz przy nawożeniu biohumusem.

Udział bulw dzieciuchowatych (1) i z pęknięciami fizjologicznymi (2) oraz bulw wolnych od wad zewnętrznych (5) (tab. 4) był istotnie zależny od warunków panujących w danym roku badań. Najwięcej bulw dzieciuchowatych wystąpiło w drugim roku badań a w pierwszym roku badań aż czterokrotnie mniej. Natomiast udział bulw z pęknięciami był dokładnie odwrotny pomiędzy tymi latami. Najwięcej bulw regularnych (pozbawionych wszelkich wad) był w drugim roku badań. Ogólnie niewiele ponad połowa plonu bulw (niezależnie od rozpatrywanych czynników) nie posiadała żadnych zewnętrznych wad.

Gleba, na której uprawiano ziemniaki nie wpływała istotnie na regularność bulw. Aczkolwiek ziemniaki uprawiane na piasku gliniastym lekkim miały ponad 16% więcej bulw regularnych niż uprawiane na czarnoziemie zdegradowanym.

Dzieciuchowatość bulw oraz uszkodzenia spowodowane przez owady (3) były istotnie różne u odmian. Odmiana Baszta charakteryzowała się ponad dwukrotnie wyższym udziałem bulw dzieciuchowatych, ale prawie dwukrotnie niższym udziałem bulw uszkodzonych przez owady. Udział bulw regularnych w plonie dla obu odmian był niemal identyczny i wynosił ponad 57%.

Zastosowane nawożenie w stopniu istotnym wpłynęło na udział bulw dzieciuchowatych w zbieranym plonie. Najwięcej bulw z tą wadą wystąpiło na

poletku, na którym zastosowany był nawóz zielony, najmniej na biohumusie i poletku kontrolnym. Najmniej bulw z pęknięciami, uszkodzonych przez owady, zazielenionych zebrano z poletek nawożonych biohumusem i nawozem zielonym. Najwięcej wad zewnętrznych posiadały bulwy z poletka kontrolnego i z nawozu zielonego (tab. 4).

**Tabela 4.** Wyniki analizy wariancji w klasyfikacji poczwórnej. Wpływ wybranych czynników doświadczenia na udział masowy bulw zdeformowanych; 1 – dzieciuchowatość, 2 – pęknięcia fizjologiczne, 3 – uszkodzenia przez owady i korzenie, 4 – zazielenienie, 5 – bez deformacji

**Table 4.** Results of variance analysis in the quadruple classification. Influence of the factors tested upon the mass share of deformed tubers 1– developed secondary tubers, 2 – physiological cracking, 3 – root damage by insects, 5 – no deformation

Źródło zmienności	Deformacje Deformation (% masy)					Źródło Zmienności Source of variability	Deformacje Deformation				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Rok Year</b>						<b>Rok Year</b>	*	*	-	-	*
2000 r.	1,79	21,66	17,22	2,25	57,08	Gleba Soil	-	-	-	-	-
2001 r.	6,75	7,32	20,04	1,86	63,09	Odmiana Variety	*	-	*	-	-
2002 r.	4,27	20,11	18,01	2,27	51,82	Nawożenie Fertilization	*	-	-	-	-
<b>Gleba Soil</b>						<b>Rok – Gleba Year – Soil</b>	-	*	*	*	*
Piasek gliniasty lekki Light clay sand	3,64	13,92	15,62	2,01	65,45	Rok – Odmiana Year – Variety	-	-	*	*	-
Czarnoziem Zdegradowany Degraded humus	6,31	15,79	21,92	2,17	49,36	Gleba – Odmiana Soil – Variety	-	-	-	-	-
<b>Odmiana Variety</b>						<b>Rok – Nawożenie Year – Fertilization</b>	-	*	*	-	*
Baszta	6,85	14,63	14,15	2,41	57,48	Gleba – Nawożenie Soil – Fertilization	-	-	-	-	-
Irga	3,11	15,08	23,39	1,78	57,32	Odmiana – Nawożenie Variety – Fertilization	*	-	-	-	-

Tabela 4. cd.  
Table 4. Cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nawożenie Fertilization						Rok – Gleba – Odmiana	-	-	-	*	*
						Year – Soil – Variety					
Kontrola Control	3,73	17,41	19,93	2,08	58,59	Rok – Gleba – Nawożenie	*	-	*	-	*
Nawóz zielony Green fertilizer						Year – Soil – Fertilization					
						Rok – Odmiana – Nawożenie	-	-	*	-	-
Biohumus						Year – Variety – Fertilization					
						Gleba – Odmiana – Nawożenie	*	-	*	-	-
Polli-Pam						Soil – Variety – Fertilization					
						Rok – Gleba – Odmiana – Nawożenie	-	-	*	-	-
NPK Mineral						Year – Soil – Variety – Fertilization					
						□ różnice istotne $\alpha = 0,05$ * significant differences $\alpha = 0,05$					

Tabela 5. Wyniki analizy wariancji w klasyfikacji poczwórnej Wpływ czynników doświadczenia na udział suchej masy i skrobi bulw

Table 5. Results of variance analysis results in the quadruple classification. Influence of the factors tested upon dry mass and starch content

Źródło Zmienności	Skład chemiczny Chemical composition (% świeżej masy)		Źródło Zmienności	Skład chemiczny Chemical composition	
	Sucha masa Dry mass	Skrobia Starch		Sucha masa Dry mass	Skrobia Starch
1	2	3	4	5	6
<b>Rok Year</b>			<b>Rok Year</b>	*	*
2000r.	23,95	16,25	Gleba Soil	*	*
2001r.	23,38	16,22	Odmiana Variety	*	*
2002r.	30,93	15,95	Nawożenie Fertilization	*	*



Tabela 5. cd. Table 5. Cont.

1	2	3	4	5	6
<b>Gleba Soil</b>			Rok – Gleba Year – Soil	*	–
Piasek Gliniasty lekki Light clay sand	22,42	15,37	Rok – Odmiana Year – Variety	*	*
Czarnoziem zdegradowany Degraded humus	31,18	16,83	Gleba – Odmiana Soil – Variety	–	*
<b>Odmiana Variety</b>			Rok – Nawożenie Year – Fertilization	*	–
Baszta	29,00	18,01	Gleba – Nawożenie Soil – Fertilization	*	–
Irga	24,60	14,20	Odmiana – Nawożenie Variety – Fertilization	–	–
<b>Nawożenie Fertilization</b>			Rok – Gleba – Odmiana Year – Soil – Variety	–	–
Kontrola Control	24,05	16,55	Rok – Gleba – Nawożenie Year – Soil – Fertilization	*	–
Nawóz zielony Green fertilizer	26,80	16,09	Rok – Odmiana – Nawożenie Year – Variety – Fertilization	–	–
Biohumus	27,42	16,12	Gleba – Odmiana – Nawożenie Soil – Variety – Fertilization	–	–
Polli-Pam	27,46	16,08	Rok – Gleba – Odmiana – Nawożenie Year – Soil – Variety – Fertilization	–	–
NPK Mineral	28,25	15,67	* różnice istotne $\alpha = 0,05$ significant differences $\alpha = 0,05$		

Analiza wariancji w klasyfikacji poczwórnej wykazała istotny wpływ wszystkich badanych czynników na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 5). Najwyższa zawartość suchej masy wystąpiło w 2002 r. Była ona wyższa o ponad 8% na czarnoziemie zdegradowanym. Odmiana Baszta zawierała o ponad 4% więcej suchej masy i prawie tyle samo więcej skrobi niż odmiana Irga. Najwięcej suchej masy zawierały bulwy z poletek nawożonych nawozami mineralnymi, natomiast skrobi z poletka kontrolnego.

## WNIOSKI

1. Badane czynniki doświadczenia wpływały na jakość uzyskanego plonu bulw ziemniaka.
2. Najwyższy plon ogółem oraz plon handlowy o największym wydłużeniu bulw, najbardziej podatnych na uszkodzenia mechaniczne uzyskano w pierwszym roku badań.
3. Ziemniaki uprawiane na czarnoziemie zdegradowanym plonowały wyżej, lecz w większym stopniu ulegały uszkodzeniom mechanicznym. Większy był udział bulw zdeformowanych, o wyższej zawartości skrobi i suchej masy.
4. Z poletek, na których zastosowano nawozy organiczne typu biohumus i Polli-Pam w porównaniu z poletkiem kontrolnym uzyskiwano wyższy plon ogólny oraz handlowy, zaś zebrane bulwy były w porównywalnym stopniu odporne na uszkodzenia mechaniczne lecz posiadały mniej wad i wyższą zawartość suchej masy.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Lutomirska B.:** Odporność polskich i zagranicznych odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie 214, 183-194, 2000.
2. **Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem.** Instrukcja IHAR, Jadwisin, 1999.
3. **Rykaczewska K.:** Wielkość bulw w plonie kilku odmian ziemniaka jako reakcja roślina na skład mechaniczny gleby. Biuletyn Instytutu Ziemniaka, Oddział w Jadwisinie 39, 57-64, 1989.
4. **Polski Katalog Odmian Ziemniaka, Bonin, 1999.**

CHANGES TO POTATO TUBER QUALITIES RESULTING  
FROM AGROTECHNICAL FACTORS

*Barbara Krzysztofik, Piotr Nawara*

Agricultural and Food Technology Section, University of Agriculture, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków  
e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl

**Abstract.** The research carried out for three consecutive years (2000-2002) included: four forms of fertilizers (green fertilizer, animal, biohumus, Polina biohumus, mineral fertilizers NPK) and control (no fertilization), two varieties of potato (Baszta, Irga), two soils (degraded humus and light clay sand). The following quality features of potato tubers were tested: crop height and structure, tubers morphological features, external faults (such as: developed secondary tubers, green spots, physiological cracking, root damage by insects), the ratio of external mechanical damage to tubers, chemical composition (dry mass and starch). The results obtained confirmed that the quality of potato tubers is strongly modified by soil, variety and atmospheric factors operating in a given vegetation year.

**Key words:** potato, qualitative features, fertilization, soil