

PORÓWNANIE CECH JAKOŚCIOWYCH BULW ZIEMNIAKA PO ZBIORZE I PO PRZECHOWYWANIU

Barbara Krzysztofik, Norbert Marks, Piotr Nawara

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Większość zbieranego plonu bulw ziemniaka (ok. 95%) podlega procesowi przechowywania lub krótkotrwałego składowania przed ich przerobem [SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA 2004a]. Bulwy zdrowe, dojrzałe i nie uszkodzone mechanicznie charakteryzują się dobrą przydatnością do długotrwałego magazynowania [SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA 2004b]. Znacznie trudniejsze do przechowywania są bulwy, które nie odpowiadają standardom jakościowym (drobne, porażone, zdeformowane czy uszkodzone) a w plonie stanowią wcale nie mały udział i z konieczności muszą być przechowywane przez określony czas aż do momentu przeznaczenia ich na paszę lub do przetwarzania spożywczego. W okresie długotrwałego przechowywania w bulwach ziemniaka zachodzą procesy prowadzące do zmian ilościowych i jakościowych [RASTOVSKI 1981; SOBOŁ 2005]. Na ilość strat wpływ ma również sposób postępowania z ziemniakami w momencie ich przygotowania do przechowywania (wycelowanie bulw chorych, uszkodzonych i oklejonych glebą) [CZERKO 2001a 2001b]. Wielkość tych zmian zależna jest od szeregu czynników związanych m.in. z cechami odmianowymi, czynnikami agrotechnicznymi podczas wegetacji oraz warunkami panującymi w przechowalni [SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA 2002].

Celem badań było określenie wpływu różnych odmian ziemniaka i nawożenia na strukturę plonu oraz cechy jakościowe i ilościowe bulw po zbiorze i podczas przechowywania.

Materiał i metoda

Badania prowadzono dla trzech odmian ziemniaka – Aster, Gracja, Ibis w sezonie przechowalniczym 2005/2006. Ziemniaki nawożono trzema nawozami – nawóz zielony (gorczyca plus łubin), nawozy mineralne (NPK) i ekokompost oraz poletko kontrolne (bez nawożenia). Dla każdego czynnika doświadczenia po zbiorze plonu określono jego strukturę, zawartość suchej masy i azotanów, procent porażenia bulw parchem i rizoktoniozą oraz rozdzielono bulwy na kształtne, zdeformowane i uszkodzone mechanicznie, które oceniono po zbiorze i podczas przechowywania. Badania wykonano w trzech powtórzeniach dla każdego czynni-

ka doświadczenia zestawiając próby po 5 kg, które przechowywano w komorze przechowalniczej z regulowaną kontrolowaną temperaturą i wilgotnością. Wilgotność względna powietrza wynosiła 90–95%, zaś temperatura 4–6°C. W okresie przechowywania w 4 terminach pomiarowych w cyklu 40-dniowym oceniano ubytki masy i straty chorobowe.

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym z zastosowaniem analizy wariancji wieloczynnikowej i analizy korelacji.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki dotyczące oceny zebranego plonu bulw ziemniaka wskazują, że udział procentowy bulw w określonej grupie wielkościowej był istotnie zróżnicowany dla odmian (tab. 1). Największy udział bulw dużych w plonie wystąpił u odmiany Ibis. Natomiast odmiana Gracja miała głównie bulwy wielkości sadzeziaka. Plon bulw handlowych (powyżej 40 mm) wszystkich badanych odmian wynosił tylko od około 60 do 62%. Wpływ nawożenia na strukturę plonu okazał się wysoce istotny. Najwyższy udział bulw o wielkości powyżej 40 mm uzyskano przy nawożeniu kombinacją nawozową składającą się z nawozu zielonego uzupełnionego nawożeniem mineralnym (NPK) i wynosił ponad 75%. Największe zdrobienie plonu było na poletku kontrolnym, gdzie ponad 46% plonu stanowiły bulwy poniżej 40 mm. Dodanie ekokompostu do nawozu zielonego w stopniu nieistotnym spowodowało zmianę struktury plonu, w porównaniu z nawożeniem nawozami zielonymi.

Analiza zawartości suchej masy i azotanów w bulwach wykazała znaczne różnice odmianowe i wynikające z nawożenia. Najwyższą zawartość suchej masy (20,43%) stwierdzono w bulwach odmiany Aster, najniższą Ibis (18,79%). Również zawartość azotanów w bulwach była najwyższa u odmiany Aster (38,72%), a najniższa w bulwach odmiany Gracja. Poziom azotanów w bulwach wszystkich kombinacji doświadczenia był poniżej wartości dozwolonej w ziemniakach (www). W ziemniakach uprawianych na nawozie zielonym zawartość azotanów wynosiła 35,11% i była porównywalna z bulwami z poletek, na których stosowano nawozy zielone uzupełnione NPK. Najniższą zawartość azotanów (24,71) zawierały bulwy zebrane z poletka kontrolnego. Bulwy zbierano maszynowo kombajnem Z-643 „Bolko” dlatego dokonano ich oceny pod kątem uszkodzeń mechanicznych. Badane czynniki doświadczenia w istotnym stopniu wpływały na wartość wskaźnika uszkodzeń. Najbardziej odporną okazała się odmiana Ibis, dla której wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw (W) wynosił 8,79%, zaś bulwy odmiany Aster ulegały w najwyższym stopniu uszkodzeniom mechanicznym (W = 13,22%). Stosowanie różnych nawozów w uprawie ziemniaka również wpłynęło na wartość wskaźnika mechanicznych uszkodzeń bulw. Najwyższą odporność na uszkodzenia mechaniczne wykazały bulwy zebrane z poletek nawożonych kombinacją: nawóz zielony plus ekokompost (W = 8,55%), zaś nawożenie tylko nawozem zielonym lub uzupełnionym nawozami mineralnymi NPK powodowało wzrost mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka.

Analiza zebranego plonu pod kątem udziału w plonie bulw kształtnych (odpowiadających morfologicznie cechom przypisanym danej odmianie), (tab. 2) wskazuje, że najwięcej bulw kształtnych posiada odmiana Aster (75,65), a wśród deformacji najwyższy był udział bulw o kształcie wydłużonym (butelkowatym).

Parametry zebranego plonu; Characteristic of potato yield

Czynnik; Factor	Struktura plonu w mm (% masy) Yield structure (% by weight)					Sucha masa Dry matter (%)	Azotany Nitrates (mg NaNO ₃ ; kg ⁻¹)	Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych Damage ratio (%)
	< 30	30-40	40-50	50-60	> 60			
Odmiany; Cultivar								
Aster	9,23	31,05	38,19	18,23	1,52	20,43	38,72	13,22
Gracja	8,28	28,22	32,63	8,46	0,83	21,75	25,86	10,34
Ibis	3,85	28,77	39,24	17,41	3,65	18,79	32,33	8,79
Nawożenie; Fertilization								
Kontrola; Control	11,82	35,17	27,82	2,44	0,31	20,61	24,71	10,18
Zielony nawóz; Green fertilizer	6,99	24,93	41,74	17,39	1,22	20,98	35,11	12,60
Zielony nawóz + NPK; Green fertilizer + NPK	3,01	21,35	41,03	27,74	5,00	20,47	35,63	12,29
Zielony nawóz + ekokompost; Green fertilizer + ecocompost	6,66	30,01	36,14	11,24	1,47	19,23	33,77	8,55

Tabela 2; Table 2

Udział bulw kształtnych, zdeformowanych i wadliwych w plonie (%); Percentage of shaped, misshaped and defective tubers in potato yield

Czynnik; Factor	Udział bulw zdeformowanych, wadliwych i kształtnych w plonie (%) Percentage of shaped, misshaped and defective tubers in potato yield (% by weight)							
	dzieciuchy developed secondary tubers	butelkowate bottle-sha- ped	dyskowate diskshaped	nerkowate kidney shaped	zazielenie- nia green spot	owady insects	pęknięcia fizjologiczne physiological cracks	kształtne (bez wad) no defects shaped
Odmiana; Cultivar								
Aster	0,00	13,18	5,66	0,29	0,00	3,60	0,86	75,65
Gracja	0,88	21,89	3,20	1,47	0,00	0,13	0,44	71,99
Ibis	4,79	36,79	5,23	1,99	1,04	0,33	2,12	47,71
Nawożenie; Fertilization								
Kontrola; Control	3,44	26,80	1,71	1,54	0,00	4,19	0,45	61,87
Zielony nawóz ; Green fertilizer	1,93	18,11	4,56	1,46	0,38	0,34	0,66	72,05
Zielony nawóz + NPK; Green fertilizer + NPK	1,27	25,28	6,12	1,22	0,65	0,55	2,73	61,86
Zielony nawóz + ekokompost Green fertilizer + ecocompost	0,92	25,61	6,41	0,78	0,36	0,33	0,73	64,70

Najmniejszy udział bulw kształtnych (47,71%) posiadała odmiana Ibis, u której również bulwy o kształcie butelkowatym stanowiły najwyższy udział wśród bulw zdeformowanych (36,79%). Spośród wszystkich deformacji dotyczących analizowanego plonu najwyższy udział tak dla odmian, jak i nawozów, stanowią bulwy nadmiernie wydłużone, tzw. butelkowate (13,18–36,79%). Natomiast bulwy zazielenione i z pęknięciami fizjologicznymi stanowiły w całym plonie niewielki udział (od 0,00 do 2,73%). Wpływ nawozów na jakość bulw okazał się również istotny. Plon o najwyższym udziale bulw kształtnych odnotowano z poletka nawożonego nawozem zielonym (72,05%) i nawozem zielonym w kombinacji z ekokompostem (64,70%).

Ocena porażenia bulw kształtnych i zdeformowanych parchem zwykłym i rizoktoniozą została przedstawiona w tabeli 3. Porażenie bulw parchem bulw zdeformowanych kształtowało się w przedziale od 13,03% (odmiana Aster) do 38,01% (bulwy z poletka kontrolnego). Natomiast w próbie bulw kształtnych procent porażonych bulw był niższy i wynosił od 3,66% (bulwy z poletka nawożonego nawozem zielonym plus NPK) do 27,19% (bulwy z poletka kontrolnego). Procent porażenia rizoktoniozą bulw zdeformowanych był wyższy niż bulw kształtnych i wynosił od 9,62% (bulwy odmiany Ibis) do 35,28% (bulwy odmiany Gracja), zaś bulw kształtnych od 7,21% (bulwy z poletka nawożonego nawozami zielonymi) do 27,81% (bulwy z poletka kontrolnego).

Tabela 3; Table 3

Porażenie parchem i rizoktoniozą bulw kształtnych i zdeformowanych (%)
Scab and *Risoctonia solari* infection of potato tubers shaped and misshaped (%)

Czynnik Factor	Porażenie bulw parchem (% masy) Potato scab infection (% by weight)		Porażenie bulw rizoktoniozą (% masy) Potato <i>Risoctonia solari</i> infection (% by weight)	
	zdeformowane misshaped	kształtne shaped	zdeformowane misshaped	kształtne shaped
Odmiana; Cultivar				
Aster	13,03	20,49	25,96	21,86
Gracja	22,56	19,84	35,28	22,31
Ibis	25,31	10,82	9,62	21,65
Nawożenie; Fertilization				
Kontrola; Control	38,01	27,19	29,03	27,81
Zielony nawóz; Green fertilizer	21,30	19,28	15,90	7,21
Zielony nawóz + NPK Green fertilizer + mineral	14,49	3,66	26,15	15,59
Zielony nawóz + ekokompost Green fertilizer + ecompost	18,08	7,39	32,08	31,79

Ubytki masy bulw zdeformowanych i uszkodzonych (tab. 4) spowodowane długotrwałym ich przechowywaniem były wyższe niż bulw kształtnych. Ubytki bulw zdeformowanych kształtowały się od 4,15% do 5,47% w pierwszym terminie pomiarowym (5 listopad) i 10,40–10,71% w czwartym terminie pomiarowym (8 marzec). Ubytki masy bulw kształtnych wahały się od 3,53% do 4,63% w pierwszym terminie i 8,88% do 10,69% w czwartym terminie pomiarowym. Odmiany różniły się pod względem ubytków masy podczas długotrwałego prze-

chowowania. Większe ubytki tak bulw kształtnych, jak i zdeformowanych, odnotowano w bulwach odmiany Ibis w każdym okresie pomiarowym, mniejsze w odmianie Aster. Zastosowane natomiast nawozy w doświadczeniu mniej wyraźnie kształtowały ubytki masy.

Tabela 4; Table 4

Ubytki masy bulw kształtnych i zdeformowanych
Mass losses of misshaped and shaped potato tubers

Czynnik Factor	Ubytki masy bulw zdeformowanych i kształtnych w czterech okresach pomiarowych (%) Mass losses of misshaped and shaped potato tubers in four measuring periods (%)							
	zdeformowane; misshaped				kształtne; shaped			
	1*	2	3	4	1	2	3	4
Odmiana; Cultivar								
Aster	4,15	6,00	8,27	10,11	3,53	4,90	7,25	8,88
Gracja	4,57	6,71	9,43	10,40	3,67	5,10	7,47	9,58
Ibis	5,47	6,70	9,21	10,71	4,63	6,01	8,75	10,69
Nawożenie; Fertilization								
Kontrola; Control	5,32	6,66	9,08	10,15	4,41	6,30	8,58	10,32
Zielony nawóz; Green fertilizer	5,16	6,05	8,52	10,70	3,69	6,09	8,64	9,59
Zielony nawóz + NPK Green fertilizer + NPK	4,21	6,26	8,75	10,51	3,84	5,04	7,28	9,43
Zielony nawóz + ekokompost Green fertilizer + ecompost	4,23	6,91	9,52	10,59	3,84	6,59	9,46	9,52

* 1-4 terminy pomiarowe; measuring terms

Tabela 5; Table 5

Straty chorobowe bulw (% masy)
Disease losses in potato tubers (% by mass)

Czynnik; Initiator	Straty masy bulw spowodowane chorobami (%) Mass losses of potato tubers caused by diseases (%)							
	zdeformowane; misshaped				kształtne; shaped			
	1*	2	3	4	1	2	3	4
Odmiana; Cultivar								
Aster	0,55	2,25	3,69	4,47	0,00	0,00	0,00	0,55
Gracja	0,47	1,57	3,44	3,54	0,00	0,00	0,00	0,47
Ibis	1,05	1,80	1,99	1,99	0,26	1,52	1,52	3,70
Nawożenie; Fertilization								
Kontrola; Control	0,80	1,68	1,68	1,71	0,35	0,63	0,81	0,81
Zielony nawóz; Green fertilizer	1,31	2,02	3,80	4,04	0,00	0,39	1,02	1,02
Zielony nawóz + NPK Green fertilizer + NPK	0,25	1,64	3,29	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00
Zielony nawóz + ekokompost Green fertilizer + ecompost	0,41	2,10	3,32	3,57	0,00	1,01	2,39	2,39

* 1-4 terminy pomiarowe; 1-4 measuring terms

Całkowite straty chorobowe bulw zdeformowanych odmiany Aster były najwyższe (4,47%), zaś najniższe odmiany Ibis (1,99%). Wpływ nawożenia na straty chorobowe okazał się istotny. Wyższe straty odnotowano w bulwach zdeformowanych zebranych z poletek nawożonych nawozem zielonym i nawozem zielonym uzupełnionym NPK, niższe w bulwach z poletka kontrolnego. W próbach składających się z bulwy kształtnych występujące straty chorobowe były znacznie niższe i wynosiły maksymalnie do 3,70%. Były one najwyższe u odmiany Ibis i w bulwach z poletek nawożonych nawozem zielonym i nawozem zielonym uzupełnionym ekokompostem.

Przeprowadzona analiza korelacji wykazała, że wskaźnik uszkodzeń bulw był istotnie skorelowany z udziałem w plonie bulw o kształcie dzieciuchowatym (współczynnik korelacji $R = 0,62$) i nerkowatym ($R = 0,64$). Na wielkość strat podczas przechowywania istotnie wpływał udział bulw o kształcie wydłużonym ($R =$ od 0,76 w pierwszym terminie do 0,85 w czwartym terminie pomiaru). Bulwy kształtne charakteryzowały się istotnie mniejszymi ubytkami masy (w pierwszym terminie $R = -0,66$ a w czwartym terminie pomiaru $R = -0,81$). Stwierdzono również korelację pomiędzy porażeniem bulw parchem a stratami masy ($R = 0,74$) i ubytkami chorobowymi ($R = 0,68$). Pozostałe korelacje pomiędzy badanymi cechami albo były istotne lecz o niskich współczynnikach korelacji lub nieistotne.

Tabela 6; Table 6

Wyniki analizy korelacji
Correlation analysis

Zmienna; Variables		Współczynnik korelacji; Correlation coefficient							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Wskaźnik mechanicznych uszkodzeń Damage ratio		0,62	0,64	0,35	–	0,44	0,33	0,32
2.	Udział bulw dzieciuchowatych Developed secondary tubers	0,006		0,39	0,12	0,58	0,29	0,43	0,42
3.	Udział bulw nerkowatych Kidney-shaped tubers	0,005	0,341		0,76	0,22	0,13	0,11	0,13
4.	Straty przechowalnicze Storage losses	0,051	0,813	0,004		0,03	0,74	0,24	0,17
5.	Termin pomiaru Measuring term	—	0,173	0,493	0,60		0,38	0,08	-0,66* -0,81**
6.	Porażenie parchem Potato scab infection	0,133	0,885	0,350	0,002	0,242		0,68	0,09
7.	Ubytki chorobowe Disease caused losses	0,256	0,241	0,720	0,422	0,872	0,010		0,36
8.	Udział bulw kształtnych Percentage of shaped potato tubers	0,674	0,253	0,661	0,522	0,005 0,000	0,951	0,232	
		Poziom istotności; Significance level							

Wnioski

1. Spośród trzech badanych odmian, odmiana Aster charakteryzowała się w porównaniu z pozostałymi odmianami wyższym udziałem w plonie bulw dużych, mniej odpornych na uszkodzenia mechaniczne, lecz o większym udziale bulw kształtnych i niższych ubytkach masy i o wyższej zawartości azotanów.
2. Udział bulw zdeformowanych w plonie badanych odmian był wysoce zróżnicowany i kształtował się od 24,35% do 52,29%. Wśród deformacji najwyższy udział stanowiły bulwy nadmiernie wydłużone (butelkowate). Wpływ nawożenia na stopień deformacji był nieistotny (odnotowano nieznacznie wyższy udział bulw kształtnych przy nawożeniu nawozami zielonymi).
3. Zastosowane nawożenia różnicowały wartości badanych parametrów. Najwyższy udział plonu handlowego (powyżej 40 mm) o podwyższonej zawartości azotanów, najniższym udziale bulw kształtnych, odnotowano dla nawożenia NPK.
4. Odnotowane porażenie parchem i rikoktoniozą oraz ubytki masy i straty chorobowe były wyższe w bulwach zdeformowanych i uszkodzonych niż kształtnych.
5. Przeprowadzona analiza korelacji wskazuje na istotny związek pomiędzy udziałem w plonie bulw zdeformowanych a wskaźnikami mechanicznych uszkodzeń bulw i ubytkami masy oraz porażeniem bulw parchem a ubytkami masy i stratami powstającymi w okresie długotrwałego przechowywania.

Literatura

- CZERKO Z. 2001a. *Przyszłość przechowywania i konfekcjonowania ziemniaków w Polsce* Wieś jutra 3(32): 33–34.
- CZERKO Z. 2001b. *Jak postępować z ziemniakami w przechowalni*. Ziemniak Polski 4: 20–29.
- www.minrol.gov.pl. *Kryteria oceny ziemniaka i jego przetworów*. W programie „pdz – poznaj dobrą żywność” – załącznik nr 1. Ziemniaki.
- RASTOVSKI A. 1981. *Storage losses*, w: *Storage of potatoes*. Rastovski A. Van Es A. (Red.) PUDOC, Wageningen: 169–172.
- SOBOL Z. 2005. *Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka*. Cz. II. *Ubytki naturalne*. Inżynieria Rolnicza 10(70): 349–359.
- SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G. 2002. *Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 355–363.
- SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G. 2004a. *Charakterystyka trwałości przechowalniczej odmian ziemniaka w latach 1997–2002*. Ziemniak Polski 3: 7–11.
- SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G. 2004b. *Naturalne sposoby ograniczające przemiany ilościowe w przechowywanych bulwach ziemniaka*. Ziemniak Polski 3: 29–32.

Słowa kluczowe: ziemniak, plon, kształt, wady, uszkodzenia, ubytki, straty przechowalnicze

Streszczenie

W pracy dokonano oceny ilościowej i jakościowej zebranego plonu bulw trzech odmian ziemniaka uprawianych na poletkach nawożonych trzema kombinacjami nawozów plus poletko kontrolne. Dla każdego czynnika doświadczenia po zbiorze plonu określono jego strukturę, zawartość suchej masy i azotanów, procent porażenia bulw parchem i rizoktoniozą oraz rozdzielono bulwy na kształtne, zdeformowane i uszkodzone mechanicznie, które oceniono po zbiorze i podczas przechowywania. Badania wykonano w trzech powtórzeniach dla każdego czynnika doświadczenia zestawiając próby po 5 kg, które przechowywano w komorze przechowalniczej z regulowaną i kontrolowaną temperaturą i wilgotnością w sezonie przechowalniczym 2005/2006. Wilgotność względna powietrza wynosiła 90–95%, zaś temperatura 4–6°C. W okresie przechowywania w 4 terminach pomiarowych w cyklu 40-dniowym oceniano ubytki masy i straty chorobowe. W bulwach zdeformowanych i uszkodzonych odnotowano wyższe porażenie parchem i rizoktoniozą oraz ubytki masy i straty chorobowe niż w bulwach kształtnych. Uzyskane wyniki wskazują istotne związki pomiędzy udziałem w plonie bulw zdeformowanych a wskaźnikami mechanicznych uszkodzeń bulw i ubytkami masy oraz porażeniem bulw parchem a ubytkami masy i stratami powstającymi w okresie długotrwałego przechowywania.

THE QUALITATIVE FEATURES OF POTATO TUBERS AS COMPARED AFTER HARVEST AND STORAGE

Barbara Krzysztofik, Norbert Marks, Piotr Nawara
Agricultural and Food Technology Section,
Agricultural University, Kraków

Key words: potato, yield, shape, defects, damages, defects, preservation losses

Summary

The study dealt with the quantitative and qualitative estimation of tuber yields for three potato cultivars cultivated and harvested from the plots where three fertilizer combinations were applied plus control object. For each experimental factor, after harvesting of the tuber yield, the following features were determined: yield structure, the contents of dry matter and nitrates, percentage of tubers' infection with potato scab and *Rysoctonia solari*; the tubers were selected and divided into well shaped, misshaped and mechanically damaged. All these features were estimated just after harvest and during storage. The investigations were conducted in three replications for each experimental factor using 5 kg samples of tubers during storage season 2005/2006. The samples were stored in a storage chamber under controlled air temperature and relative humidity (4–6°C

and 90–95%, respectively). During storage, in 4 measuring terms of 40 days' cycle, the mass losses and disease caused losses were estimated. In malformed and damaged tubers stronger infection with potato scab and *Rysoctonia solari* as well as the higher mass losses and disease caused losses were observed in comparison to well-shaped tubers. Obtained results showed significant relationships among the share of misshaped (defective) tubers in yield, an index of mechanical tuber damages, mass losses, infection of the tubers with potato scab and long-term storage mass losses.

Dr inż. Barbara **Krzysztofik**
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja
ul. Balicka 104
30-149 KRAKÓW
e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl