

KAZIMIERA ZGÓRSKA, GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka  
IHAR – Oddział Jadwisin

WPLYW CZYNNIKA TERMICZNEGO I ODMIANOWEGO NA ZMIANY JAKOŚCIOWE ZACHODZĄCE W BULWACH ZIEMNIAKA W CZASIE ICH DŁUGOTRWALEGO PRZECHOWYWANIA

The influence of storage temperature and cultivar on quality changes  
in potato tubers during long term storage

**ABSTRAKT:** Badania miały na celu określenie zmian zawartości suchej masy, monosacharydów redukujących (cechy jakości bulw) oraz substancji antyżywniowych – azotanów i glikoalkaloidów w bulwach nowych polskich odmian ziemniaka w czasie przechowywania (lata 1999–2003). Analizy składników chemicznych prowadzono po zbiorze oraz po 3 i 8 miesiącach przechowywania w temperaturach 4° i 8°C.

Poziom badanych składników zależał od odmiany, temperatury i czasu składowania. Zawartość suchej masy, sacharozy, azotanów i glikoalkaloidów w bulwach badanych odmian zwiększała się w czasie przechowywania, lecz istotny wzrost obserwowano po ośmiu miesiącach składowania w temperaturze 8°C.

Przechowywanie bulw w temperaturze 4°C ograniczało zmiany zawartości tych związków, natomiast wpływało na akumulację monosacharydów redukujących, które mają wpływ na pogorszenie koloru produktów smażonych i smak ziemniaków jadalnych (słodki posmak).

Odmiany Tokaj, Salto i Wiking cechują się małą koncentracją sacharydów redukujących w bulwach po przechowywaniu w 4°C, natomiast bulwy odmian Tara, Lord, Wawrzyn i Wigry bardzo wysoką – powyżej 1% w świeżej masie i dlatego te odmiany powinny być przechowywane w wyższej temperaturze lub poddane zabiegowi rekondycjonowania.

**słowa kluczowe: key words:**

ziemniak – *potatoes*, temperatura przechowywania – *storage temperature*, monosacharydy redukujące – *reducing sugars*, sacharoza – *sucrose*, azotany – *nitrate*, glikoalkaloidy – *glycoalkaloids*

WSTĘP

Bulwy ziemniaka przeznaczone do konsumpcji i przetwórstwa na cele spożywcze powinny charakteryzować się odpowiednimi cechami morfologicznymi, chemicznymi i organoleptycznymi. Składniki chemiczne bulw wpływające na jakość kształtowane są przez czynnik odmianowy i mogą być modyfikowane przez środowisko zarówno w czasie wzrostu, jak i przechowywania (5, 13, 16, 28, 30).

Pod pojęciem jakości bulw ziemniaka należy rozumieć zestaw cech, które decydują o przydatności odmiany dla poszczególnych kierunków użytkowania. Jakość ziemniaka związana jest ze składem chemicznym bulw, a o wartości odżywczej decydują między innymi zawartość suchej masy, sacharydów oraz związków antyżywnościowych – glikoalkaloidów i azotanów (7, 11, 26). Najbardziej pożądane są odmiany o stabilnej zawartości suchej masy, cechujące się małą akumulacją sacharydów w czasie przechowywania oraz niską zawartością azotanów i glikoalkaloidów.

Przechowywanie bulw w niskiej temperaturze (4°C) ogranicza kiełkowanie, utratę turgoru oraz suchej masy, natomiast zwiększa nagromadzenie sacharydów rozpuszczalnych. Wysoka temperatura przechowywania (8°C) ogranicza zawartość cukrów redukujących, jednakże po przechowaniu obserwuje się pogorszenie jakości bulw spowodowane utratą turgoru oraz zwiększeniem zawartości glikoalkaloidów i sacharozy w wyniku przemian biochemicznych związanych z kiełkowaniem i procesami starzenia się bulw (9, 21).

Celem badań przeprowadzonych w latach 1999–2003 było określenie zmian zawartości suchej masy, sacharydów rozpuszczalnych, glikoalkaloidów i azotanów w bulwach nowych odmian ziemniaka w czasie przechowywania w zróżnicowanej temperaturze.

#### MATERIAŁ I METODY

Badane odmiany uprawiano na polu doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie. Warunki uprawy i zestaw odmian przedstawiono we wcześniejszej pracy (23). Po zbiorach pobierano reprezentatywnie po 5 próbek z każdej odmiany o masie ok. 10 kg. Bulwy ziemniaka przechowywano w komorach doświadczalnej przechowalni w temperaturach 4°C (odpowiednia dla ziemniaków jadalnych) i 8°C (odpowiednia dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa).

W bulwach ziemniaka przed przechowywaniem oraz po 3 i 8 miesiącach składowania oznaczano:

1. zawartość suchej masy metodą suszarkową (dwustopniowe suszenie),
2. zawartość monosacharydów redukujących metodą dwunitrofenolową (25),
3. zawartość sacharozy metodą antronową (24),
4. zawartość azotanów metodą jonoselektywną (15),
5. zawartość glikoalkaloidów metodą spektrofotometryczną z kwasem orto-fosforowym (2).

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określano przy zastosowaniu n-czynnikowych analiz wariancji, stosując test F Snedecora dla modelu stałego. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test t-Studenta.

## WYNIKI I DYSKUSJA

## Zawartość suchej masy

Badania wykazały istotne zróżnicowanie odmian pod względem zawartości suchej masy (tab. 1). Najwyższą zawartością suchej masy cechowały się bulwy odmian Wiking i Salto (24,1%), a najmniejszą bulwy odmiany Bard i Lord (17,1 i 18,0%).

W czasie przechowywania wystąpiły zmiany zawartości suchej masy, przy czym po 3 miesiącach przechowywania były one nieistotne. Po ośmiomiesięcznym okresie magazynowania zmiany zawartości suchej masy zależały zarówno od odmiany, jak i temperatury przechowywania. Odmiany Aksamitka, Cykada, Danusia, Salto, Tokaj, Wawrzyn i Vineta cechowały się mniejszymi zmianami suchej masy – wzrost od 3,9 do 5,7% po przechowywaniu w temperaturze 4°C i od 7,1% do 9,9% w 8°C.

Tabela 1

Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka po zbiorze i po 8-miesięcznym przechowywaniu w temperaturze 4° i 8°C (średnie z 3 lat badań)  
Dry matter content of potato tubers after harvest and eight-month storage at temperature 4° and 8°C (mean, 3 years investigation)

Odmiana Cultivar	Zawartość suchej masy (%) Dry matter content (%)			Wzrost zawartości suchej masy (%) (po zbiorze 100%) Increase of dry matter (%) (after harvest 100%)	
	po zbiorze after harvest	po przechowywaniu w temperaturze storage at temperature		4°C	8°C
		4°C	8°C		
Aksamitka	19,8	20,6	21,2	4,0	7,1
Cykada	20,8	21,7	22,3	4,3	7,2
Danusia	21,4	22,4	23,2	4,7	8,4
Salto	24,1	25,3	26,5	4,9	9,9
Tokaj	21,4	22,5	23,4	5,1	9,3
Wawrzyn	20,2	21,0	22,0	3,9	8,9
Vineta	19,2	20,3	21,0	5,7	9,4
Bard	17,1	18,4	19,9	7,6	16,4
Barycz	23,2	25,0	27,1	7,8	16,8
Lord	18,0	19,8	21,4	10,0	18,9
Rywal	22,9	24,9	26,5	10,9	15,7
Tara	22,9	25,0	26,7	9,1	16,6
Wigry	21,7	23,8	25,1	9,7	15,7
Wiking	24,1	26,1	27,8	8,3	15,3
Wolfram	22,8	24,8	26,3	8,8	15,3
Średnio; Mean	21,3	22,8	24,0	7,0	12,7
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ ) dla: for:					
odmian; cultivar	1,2	1,4	1,4	1,6	1,4
temperatury przechowywania storage temperature		1,3		2,4	

Pozostałe odmiany – od 7,6% do 10,9% po przechowaniu w temperaturze 4°C i od 15,3% do 18,9% w 8°C. Zwiększenie udziału suchej masy w świeżej masie bulw po przechowaniu związane jest z utratą wody w wyniku procesów transpiracji i oddychania (8, 22).

Badania Zgórskiej, Frydeckiej-Mazurczyk (29), Webera i in. (27), Mullera (19) wykazały, że zmniejszenie zawartości wody o ponad 10% prowadzi do obniżenia turgoru bulw i ich jakości (zwiększenie ciemnienia miąższu i podatności na ciemną plamistość miąższu, zmiana typu kulinarnego bulw). Odmiany Bard, Barycz, Lord, Rywał, Tara, Wigry, Wiking, Wolfram wykazywały znacznie większe zmiany zawartości suchej masy po przechowaniu w temperaturze 8°C, a bulwy odmiany Rywał już w temperaturze 4°C. Odmiany te powinny być składowane w temperaturze 4°C przy zwiększonej wilgotności powietrza w pomieszczeniach przechowalniczych, co ograniczałoby zmiany jakości bulw spowodowane utratą wody.

### **Zawartość monosacharydów redukujących i sacharozy**

Ważną cechą ziemniaka jadalnego i przeznaczonego do przetwórstwa jest zawartość sacharydów rozpuszczalnych. Zdaniem Lisińskiej i in. (16), Hertoga i in. (13), Putza (20), Zgórskiej, Frydeckiej-Mazurczyk (28) przechowywanie bulw w niskich temperaturach powoduje zwiększoną akumulację monosacharydów redukujących. Związane jest to z intensywnością oddychania, która w niskich temperaturach (4°C) jest mniejsza niż w wyższych (8°C), a tym samym cukry redukujące jako substraty reakcji biologicznego utleniania nie są rozkładane do CO<sub>2</sub> i wody (8, 27).

Na podstawie wieloletnich badań prowadzonych zarówno w kraju, jak i za granicą (5, 13, 16, 28, 30) określano optymalny i graniczny poziom sacharydów rozpuszczalnych w bulwach ziemniaka, i tak: ziemniaki na chipsy nie powinny zawierać ich więcej niż 0,25% w świeżej masie (optymalny do 0,15%), a na frytki i susze nie więcej niż 0,50% (optymalny poziom do 0,25%). Wyższa koncentracja zwiększa bowiem intensywność reakcji Maillarda i powoduje brązowienie produktów oraz pogorszenie smaku i zapachu.

W tabeli 2 przedstawiono zawartość sacharydów redukujących i sacharozy w bulwach badanych odmian po zbiorze i po przechowywaniu. Badania wykazały, że zawartość sacharydów redukujących i sacharozy zależała od odmiany i temperatury przechowywania. Już po trzech miesiącach przechowywania zwiększał się poziom sacharydów redukujących. Dalsze przechowywanie nie powodowało istotnych zmian w poziomie monosacharydów w bulwach, ale obserwowano zwiększenie zawartości sacharozy, dlatego przedstawiono wyniki badań po zbiorze i po zakończeniu magazynowania.

Do odmian o niskiej zawartości monosacharydów redukujących zarówno po zbiorze, jak i po przechowywaniu w temperaturach 4° i 8°C należą Tokaj, Salto i Wiking. Odmiany Aksamitka, Danusia, Tara, Lord, Bard, Wawrzyn i Wigry cechują się intensywną akumulacją tych związków.

Tabela 2

Zawartość sacharydów po zbiorze i po 8 miesiącach przechowywania w temperaturach 4° i 8°C  
(średnie z 3 lat)  
Sugar content at harvest and after 8 months of storage at 4° and 8°C (mean 3 years)

Odmiana Cultivar	Zawartość sacharydów; Sugar content (%)					
	sacharydy redukujące reducing sugars			sacharoza sucrose		
	po zbiorze after harvest	temperatura przechowywania storage temperature		po zbiorze after harvest	temperatura przechowywania storage temperature	
		4°C	8°C		4°C	8°C
Tokaj	0,03	0,30	0,10	0,28	0,25	0,34
Salto	0,05	0,36	0,15	0,20	0,18	0,28
Wiking	0,06	0,35	0,17	0,25	0,23	0,30
Rywal	0,18	0,57	0,25	0,28	0,30	0,38
Cykada	0,12	0,60	0,20	0,30	0,28	0,32
Barycz	0,17	0,55	0,28	0,33	0,25	0,37
Danusia	0,20	0,62	0,30	0,28	0,32	0,40
Wolfram	0,15	0,55	0,22	0,28	0,25	0,28
Vineta	0,12	0,60	0,26	0,25	0,28	0,37
Aksamitka	0,16	0,60	0,24	0,25	0,30	0,38
Tara	0,22	1,05	0,70	0,22	0,26	0,41
Lord	0,25	1,16	0,60	0,20	0,28	0,45
Bard	0,30	1,17	0,68	0,28	0,32	0,42
Wawrzyn	0,38	1,36	0,63	0,18	0,20	0,30
Wigry	0,25	1,13	0,62	0,18	0,25	0,30
Średnio; Mean	0,18	0,73	0,36	0,25	0,26	0,35
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ )						
dla: for:						
odmian; cultivar	0,05					
temperatury przechowywania storage temperature	0,09		0,06			

Suma sacharydów (monosacharydy i sacharoza) po przechowaniu bulw odmian Tara, Lord i Bard zarówno w 4°C, jak i 8°C przekraczała 1% w świeżej masie bulw, a odmian Wawrzyn i Wigry taki poziom tych związków obserwowano po przechowywaniu w 4°C. Takie stężenie sacharydów nadaje bulwom słodki posmak (20, 24).

Niska temperatura przechowywania (4°C) powodowała intensywną akumulację zwłaszcza monosacharydów redukujących.

Zawartość sacharozy w bulwach zmieniała się w mniejszym stopniu i po 3 miesiącach przechowywania nie obserwowano istotnego wpływu temperatury na poziom sacharozy. Zwiększenie zawartości sacharozy w bulwach wystąpiło po ośmiu miesiącach przechowywania, zwłaszcza w temperaturze 8°C. Z badań przeprowadzonych przez Reusta i Aerny (21), Hertoga i in. (13), Frydecką-Mazurczyk i Zgórką (9) wynika, że podczas starzenia się bulw zawartość tego związku wzrasta, by pod koniec przechowywania osiągnąć wartość 0,5–0,6% w świeżej masie bulw.

### Zawartość azotanów

Ziemniak zaliczany jest do roślin o małej skłonności do gromadzenia azotanów (13). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 13 stycznia 2003 r. bulwy ziemniaka nie powinny zawierać więcej niż 200 mg  $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy (31). Zawartość azotanów w bulwach badanych odmian po zbiorze wahała się w granicach od 71 do 270 mg  $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy i wynosiła średnio 165 mg  $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy (tab. 3). Uzyskane wyniki były porównywalne z danymi przedstawionymi przez Karłowskiego (14), Cieślik (4), Frydecką-Mazurczyk i Zgórką (10).

Badane odmiany różniły się pod względem akumulacji azotanów w bulwach. Bulwy odmian Aksamitka, Bard, Lord i Wiking cechowały się wyższym od dopuszczalnego poziomem tych związków (powyżej 200 mg  $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy). Zawartość azotanów w bulwach pozostałych odmian nie przekraczała dopuszczalnego poziomu.

Tabela 3

Zawartość azotanów w bulwach ziemniaka po zbiorze i w czasie przechowywania  
( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy) – średnie z 3 lat badań  
Nitrate content of potato tubers after harvest and during storage ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  FW) – 3-years mean

Odmiana Cultivar	Po zbiorze After harvest	Długość okresu przechowywania; Long time storage			
		3 miesiące; 3 months		8 miesięcy; 8 months	
		temperatura przechowywania; storage temperature			
		4°C	8°C	4°C	8°C
Aksamitka	270	220	246	265	275
Bard	239	215	230	260	285
Lord	246	231	245	255	281
Wiking	262	240	237	258	277
Cykada	170	160	158	169	184
Danusia	141	140	138	156	160
Salto	160	155	145	158	179
Tara	157	150	140	160	190
Tokaj	139	148	148	158	182
Rywal	140	136	136	160	180
Vineta	183	150	149	200	210
Barycz	106	101	95	105	140
Wawrzyn	110	110	100	115	150
Wigry	71	70	80	110	148
Wolfram	82	80	80	98	135
Średnio, Mean	165	154	155	175	198
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ ) dla: for:					
odmian; cultivar	26	36	28	35	32
temperatury; temperature			15		
Średnio dla terminu analiz Mean time of analyse	165	154		186	
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ )					
		20			

Podczas przechowywania zachodziły niewielkie zmiany w zawartości azotanów. W pierwszych miesiącach zawartość tych związków nieco się zmniejszyła, a następnie po ośmiu miesiącach przechowywania wzrastała, zwłaszcza po przechowaniu w 8°C.

Według Augustina (1) i Cieślik (3) w czasie przechowywania zmniejsza się zawartość azotanów w bulwach, natomiast badania Fargasowej (6), Frydeckiej-Mazurczyk i Zgórskiej (11) wykazały zwiększenie ich zawartości pod koniec sezonu przechowalniczego.

### Zawartość glikoalkaloidów

Naturalnymi składnikami bulw ziemniaka są glikoalkaloidy ( $\alpha$ -czakonina i  $\alpha$ -solanina), których zawartość w bulwach odmian jadalnych waha się w od 20 do 100

Tabela 4

Wpływ temperatury i czasu przechowywania na zawartość glikoalkaloidów w bulwach badanych odmian – mg kg<sup>-1</sup>św. masy (średnie z 3 lat badań)  
The influence of storage temperature and storage time on the glycoalkaloids content in potato tubers – mg kg<sup>-1</sup> (mean 3 years)

Odmiana Cultivar	Po zbiorze After harvest	Czas przechowywania; Storage time			
		3 miesiące; 3 months		8 miesięcy; 8 months	
		temperatura; temperature			
		4°C	8°C	4°C	8°C
Wigry	21	26	31	45	55
Wolfram	27	20	25	42	44
Bard	27	32	40	62	78
Vineta	34	35	38	40	72
Wawrzyn	35	41	48	45	78
Danusia	36	36	38	55	73
Wiking	38	40	40	70	82
Aksamitka	41	45	47	50	50
Salto	44	50	69	70	89
Lord	45	50	63	54	80
Tokaj	47	50	54	50	58
Rywal	48	53	60	66	74
Tara	51	59	59	70	86
Cykada	73	75	87	75	87
Barycz	81	75	82	82	94
Średnio; Mean	43	45	52	58	73
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ ) dla: for:					
odmian; cultivar	15				
temperatury; temperature		11		11	
Średnio dla czasu przechowywania					
Mean of storage time	43	48		65	
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ )					
13					

mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy. Zawartość TGA powyżej 100 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy pogarsza ich smak, a stężenie powyżej 200 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy może wpływać niekorzystnie na zdrowie człowieka (7, 17). Bulwy zazieleniałe, skiełkowane cechują się wyższym poziomem tych związków. Badane odmiany różniły się istotnie poziomem glikoalkaloidów (tab. 4). Bardzo niską zawartością (poniżej 50 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy) cechowała się większość odmian, średnią (pomiędzy 50 a 81 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy) odmiany: Tara, Cykada i Barycz. Podczas przechowywania zawartość glikoalkaloidów wzrastała, jednak istotne zwiększenie obserwowano dopiero po ośmiomiesięcznym okresie magazynowania, zwłaszcza w temperaturze 8°C. Według Maga (17) i Mazurczyka (18) glikoalkaloidy występują w miejscach intensywnej przemiany materii, która jest związana z aktywnością merystematyczną. Tym też można tłumaczyć wysoki poziom tych związków w bulwach niedojrzałych i kiełkujących (7, 12).

### WNIOSKI

1. Zawartość suchej masy, sacharydów, azotanów i glikoalkaloidów w bulwach zależy istotnie od odmiany ziemniaka.
2. Przechowywanie w temperaturze 8°C przez osiem miesięcy powoduje istotne zwiększenie zawartości suchej masy, sacharozy i glikoalkaloidów, natomiast ogranicza akumulację sacharydów redukujących w bulwach badanych odmian.
3. Przechowywanie bulw w niższej temperaturze (4°C) ogranicza zmiany zawartości suchej masy, azotanów i glikoalkaloidów i sacharozy a zwiększa sacharydów redukujących.
4. Odmiany Tokaj, Salto i Wiking cechują się niską akumulacją sacharydów redukujących po przechowaniu w temperaturze 4°C, natomiast odmiany Tara, Lord, Bard, Wawrzyn i Wigry bardzo wysoką (zawartość > 1%).

### LITERATURA

1. Augustin J., Mac Dole R. E., Painter G. C.: Influence of fertiliser nitrogen and storage treatment on nitrate-N-content of potato tuber. *Am. Potato J.*, 1977, **54**: 125-136.
2. Berges W.: A rapid quantitative assay for solanidine glycoalkaloids in potatoes and industrial potato protein. *Potato Res.*, 1980, **23**: 105-110.
3. Cieślak E.: Nitrates and nitrites content in potato tubers after 6-month storage. *Polish J. Food Nutrit. Sci.*, 1994, **2**: 25-29.
4. Cieślak J.: Czynniki kształtujące zawartość azotanów i azotynów w bulwach ziemniaka. *Post. Nauk Rol.*, 1995, **6**: 67-73.
5. Edwards C. G., Englar J. W., Brown C. R., Peterson J. C., Sorensen E. J.: Changes in colour and sugar content of Yellow-fleshed potatoes stored at three different temperatures. *Am. J. Potato Res.*, 2002, **79**: 49-56.
6. Fargasowa A.: The effect of the environment storage on nitrate content in various potato cultivars from two localities. *Biologia*, 1994, **49**: 917-922.
7. Friedman M., Mc Donald G. M.: Potato glycoalkaloids chemistry, analysis, safety and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 1997, **16**: 103.



8. Frydecka-Mazurczyk A.: Oddychanie bulw ziemniaka w czasie wzrostu i przechowywania. *Ziemniak*, 1982, **1981/82**: 125-135.
9. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Biochemiczne wskaźniki określające stan fizjologiczny bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, 1993, **43**: 47-161.
10. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, 1996, **47**: 111-125.
11. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany, miejsca uprawy i terminu zbioru. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4(25)**, Supl.: 46-51.
12. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., PAN*, 2002, **489**: 283-290.
13. Hertog M. L. A., Putz B., Tijskens L. M. M.: The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage. *Potato Res.*, 1997, **40**: 69-78.
14. Karłowski K.: Azotany w warzywach – propozycje limitowania w Polsce. *Rocz. PZH* 1990, **41**: 1-9.
15. Kolbe H., Muller K.: Vergleichende Untersuchungen uber semiquantitative und quantitative Methoden zur Bestimmung von Nitrat in Kartoffelknollen. *Potato Res.*, 1986, **29**: 333-346.
16. Lisińska G., Pęksa A., Leszczyński W.: Wpływ czynników uprawowych i warunków przechowywania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk AR Wrocław*, 244, *Technologia Żywnienia*, 1991, **VII**: 9-28.
17. Maga J. A.: Potato glycoalkaloids – CRC. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1980, **12**: 371-405.
18. Mazurczyk W.: Akumulacja glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. Praca doktorska. IHAR Bonin, 1987.
19. Muller K.: Chemisch and physiologisch bedingte Ursachen von Blaufleckigkeit, Rohbreiverfärbung und Kochdunkelung der Kartoffel. *Kartoffelbau*, 1979, **11**: 1-4.
20. Putz B.: Reduzierende Zucker in Kartoffel. *Kartoffelbau*, 2004, **5**: 188-192.
21. Reust W., Aerny J.: Determination of physiological age of potato tubers with using sucrose citric and malic acid as indicators. *Potato Res.*, 1985, **28**: 251-261.
22. Sowa-Niedziałkowska G.: Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR*, 2000, **213**: 225-232
23. Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K.: Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pam. Puł.*, 2004, **139**: 223-233 .
24. Sowokinos J. R.: Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes. *Am. Potato J.*, 1978, **71**: 77-78.
25. Talburt W. E., Smith O.: *Potato processing*. (4 ed.) AVI Von Nonstrand Reinhold Company. New York, 1987.
26. Traczyk J.: Azotany i azotyny – występowanie i wpływ na organizm człowieka. *Żywność, Żywnienie, Prawo a Zdrowie*, 2000, **1**: 81-89.
27. Weber J., Grassert V., Effmert: Untersuchungen uber Beziehungen von Schwarzfleckigkeit und Gewebe merkmalen bei Kartoffelknollen. *Potato Res.*, 1985, **23**: 311-317.
28. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR*, 2000, **213**: 239-251.
29. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Czynniki wpływające na ciemną plamistość pouszkodzeniową bulw ziemniaka. *Biul. IHAR*, 2000, **213**: 253-260.
30. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Przydatność nowych polskich odmian do przetwórstwa spożywczego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., PAN*, 2002, **489**: 347-354.
31. Dziennik Ustaw Nr 37, poz. 326. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 13 stycznia 2003 w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności i składnikach żywności dozwolonych substancji dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.

THE INFLUENCE OF STORAGE TEMPERATURE AND CULTIVAR ON QUALITY  
CHANGES IN POTATO TUBERS DURING LONG TERM STORAGE

Summary

The purpose of this work was to determine the changes of dry matter, sucrose, reducing sugar (quality parameter) and anti-nutritional properties – glycoalkaloid, nitrate contents in potato tubers of new polish cultivars during storage seasons from 1999 to 2003.

After harvest, 4 and 8 months of storage at temperature 4° and 8°C, the samples were taken for laboratory analyses. The contents of chemical compounds depended mostly on the genotype, temperature and time of storage.

Dry matter, sucrose, nitrate and glycoalkaloid contents increased during storage but statistically significant differences were found after eight months of storage at 8°C. The storage at 4°C reduced changes at those compounds, but increased reducing sugar content. This accumulation leads to a worse and unacceptable fry colour and taste of ware potatoes (sweetening).

The cultivars Tokaj, Salto, Wiking were characterised by low reducing sugar accumulation after storage at 4°C.

Tubers of cultivars Tara, Lord, Bard, Wawrzyn and Wigry after cold storage had a very high reducing sugar content – more then 1% in F. W. Those varieties should be stored at higher temperature or reconditioned.

*Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2004 r.*