

**MAGDALENA GRUDZIŃSKA**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie

Zakład Przetwórstwa i Przechowalnictwa Ziemniaka, Oddział w Jadwisinie

## Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów

### **Influence of weather and storage conditions on technological characteristics of potato in French fries and chips production**

Celem przeprowadzonych badań było określenie przydatności technologicznej odmian ziemniaka w zróżnicowanych warunkach klimatycznych w czasie wzrostu i przechowywania bulw. Materiałem badawczym były odmiany wczesne oraz średnio wczesne. Po zbiorze oraz po 3 i 7 miesiącach przechowywania w temperaturach 4° i 8°C w bulwach ziemniaka oznaczano zawartość suchej masy, skrobi, cukrów redukujących, sacharozy oraz oceniano barwę frytek i chipsów. Badania wykazały, że zmienność cech technologicznych bulw ziemniaka zależy głównie od genotypu i jest modyfikowana przez czynniki środowiska. Temperatura i czas przechowywania wpływa na zwiększenie zawartości suchej masy i obniżenie zawartości skrobi. Zawartość obu składników utrzymywała się na stałym poziomie w bulwach odmian: Gracja, Andromeda i Karatop. Zawartość cukrów redukujących zależała od odmiany i temperatury przechowywania. Bulwy odmian Gracja i Innovator cechowały się małą akumulacją cukrów po przechowywaniu w temperaturze 4°C (typ — cold storage). Niezależnie od temperatury i czasu przechowywania jasną barwą cechowały się chipsy uzyskane z bulw odmiany Gracja oraz frytki z odmiany Innovator. Ziemniaki odmiany Gracja i Innovator charakteryzowały się małą zmiennością cech technologicznych w czasie długotrwałego przechowywania w temperaturze 4 i 8°C.

**Słowa kluczowe:** chipsy, czas i temperatura przechowywania, frytki, odmiana, ziemniak

The aim of this study was to determine the usefulness for processing of potato varieties in different climatic conditions during growth and storage of tubers. Early and medium early varieties were tested. After harvest and after 3 and 7 months of storage at 4 and 8°C, we determined in potato tubers contents of dry matter, starch, reducing sugars and sucrose, and evaluated the colour of French fries and chips. Studies have shown, that variation in processing traits depends on the genotype and it is modified by environmental factors. Storage time and temperature influenced the dry matter content and lowered the starch content. The contents of both components remained stable in tubers of varieties: Gracja, Andromeda and Karatop. The content of reducing sugars in potatoes depended on the cultivar and storage temperature. Tubers of varieties Gracja and Innovator were characterized as cold storage type with low accumulation of sugars after storage at 4°C. Chips obtained from the tubers of the variety Gracja and fries made of variety Innovator were bright in colour independently of temperature and

storage time. Potato varieties Gracja and Innovator varied little in technological characteristics during long periods of storage at 4 and 8°C.

**Key words:** chips, cultivar, French fries, potato, time and temperature storage

## WSTĘP

Do lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia produkcja ziemniaka w kraju opierała się w głównej mierze na produkowaniu ziemniaków ogólnego przeznaczenia z wydzieleniem ziemniaków wysokoskrobiowych dla przemysłu. Czołowym wyznacznikiem doboru odmian był potencjał plonotwórczy i odporność na patogeny.

Na przestrzeni dwudziestu lat produkcja ziemniaka w Polsce przeszła całkowitą transformację. Podobnie jak w krajach europejskich została całkowicie uzależniona od odbiorcy, a jakość ziemniaków została ściśle dostosowana do kierunku jego użytkowania. Powstało pojęcie „wartość technologiczna ziemniaka”, pod którym rozumie się zestaw cech decydujących o przydatności ziemniaków do danego kierunku przetwarzania przemysłowego. Nazwa obejmuje zarówno cechy zewnętrzne bulw, takie jak wielkość i kształt bulw, głębokość i ilość oczek, grubość i wady skórki, jak i wewnętrzne związane ze składem chemicznym i właściwościami mięszu (Lisińska, 2000).

Obecnie, odmiana pełni decydującą rolę przy określaniu wartości technologicznej ziemniaka, jednakże szereg czynników może mieć wpływ na zmianę jej przydatności do przerobu przemysłowego. Do czynników tych zaliczamy warunki środowiska podczas wegetacji roślin oraz warunki przechowywania (czas i temperatura).

Dla przetwórstwa spożywczego i przechowalnictwa niezmiernie ważne jest określenie wpływu warunków klimatycznych i przechowalniczych na zmiany cech technologicznych wczesnych odmian bulw ziemniaka przeznaczonych do przetwórstwa na produkty smażone w celu łatwiejszego prognozowania jakości otrzymania produktu finalnego z surowca przechowywanego w różnych warunkach klimatycznych.

Celem pracy było określenie wpływu warunków środowiska i warunków przechowalniczych na cechy technologiczne wybranych odmian ziemniaka w produkcji frytek i chipsów.

## MATERIAŁ I METODY

Badanym materiałem były odmiany bulw ziemniaka: Delikat, Karatop, Gracja, Innovator (odmiany wczesne), Andromeda, Asterix, Romula (odmiany średnio wczesne).

Badane odmiany uprawiano w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych na polu doświadczalnym IHAR Oddział Jadwisin. Materiał badawczy przechowywano w przechowalni IHAR w Jadwisinie. Analizy wykonywano w trzech terminach po zbiorze oraz po 3 i 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 4 i 8°C, przy wilgotności względnej powietrza 90–95%.

Do badań pobierano ok. 5 kg próby ziemniaków z każdej odmiany i kombinacji przechowywania i oznaczano: zawartość suchej masy — metoda suszarkowa ; zawartość

skrobi (Adler, 1971), zawartość cukrów redukujących (Talbert i Smith, 1967), zawartość sacharozy (Van Handella, 1968).

Do sporządzenia frytek i chipsów pobierano po 10 bulw z każdej odmiany i kombinacji przechowywania we wszystkich terminach badań.

Sposób sporządzania frytek: bulwy myto, obierano ręcznie i krojono w słupki 10 mm×10 mm, następnie osuszano i smażono w głębokim oleju w temp. 180°C przez 3min. Sposób sporządzania chipsów: bulwy myto, obierano ręcznie, krojono mechanicznie w plastry o grubości 1,7 mm, osuszano na bibule i smażono w głębokim oleju w temp. 180°C przez 3 min. (do wilgotności około 2%).

W frytkach i chipsach gotowych do spożycia oceniano barwę metodą subiektywną: frytki obliczano Indeks Koloru (I.K) ze wzoru:

$$I.K = (A \times 0) (B \times 1) (C \times 2) (D \times 3) (E \times 4) (F \times 5) (G \times 6) / 10$$

gdzie:

A, B, C, D, E, F, G — poszczególne frytki,

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 — barwa frytek (standardy barwy USDA), chipsy — tablice barwne w skali od 1 do 9 (9 — chipsy jasne, 1 — chipsy ciemne, 6,5 — wartość graniczna) opracowane przez Institute for Storage and Processing of Agricultural Produce w Wageningen (Holandia).

Tabela 1

**Warunki atmosferyczne oraz współczynnik hydrotermiczny w miesiącach V- IX w Jadwisinie**  
**Weather condition and Sielianinov coefficient in months V-IX in Jadwisin**

Miesiące Months	Sezon wegetacji — Vegetation season			Średnia wieloletnia Mean
	I	II	III	
Temperatura powietrza (°C) — Air temperature (°C),				
V	14,9	11,1	12,6	13,7
VI	17,0	14,9	14,7	16,6
VII	19,7	16,8	19,6	18,3
VIII	18,0	18,4	16,2	17,8
IX	13,2	16,2	14,9	13,2
Średnia — Mean	16,6	15,5	15,6	15,9
Opady (mm) — Rainfall (mm)				
V	52,1	62,2	70,6	52,0
VI	44,5	35,1	36,3	77,0
VII	71,2	69,3	67,4	75,0
VIII	36,2	37,0	12,3	59,0
IX	55,3	13,2	25,3	50,0
Suma — Sum	259,3	216,8	211,9	313,0
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinova-K — K Sielianinov's hydrothermal coefficient				
V	1,12	1,81	1,86	
VI	0,87	0,78	0,82	
VII	1,16	1,32	1,10	
VIII	0,64	0,64	0,24	
IX	1,39	0,27	0,56	

0,0–0,5 susza; drought

0,6–1,0 posucha; dry spell

> 1,0 wilgotno; wet

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy użyciu analizy wariancji trzyczynnikowej ANOVA. Do testowania różnic między wartościami średnimi przy poziomie istotności  $p < 0,05$  wykorzystano test Tukeya oraz do obliczenia najmniejszej istotnej różnicy NIR stosowano test t-Studenta.

W tabeli 1 przedstawiono średnie temperatury, sumy opadów oraz współczynnik hydrotermiczny z poszczególnych sezonów wegetacji w miesiącach maj — wrzesień w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi. Dane uzyskano ze Stacji Meteorologicznej w Jadwisinie.

Przebieg pogody w czasie prowadzenia badań był zróżnicowany. Średnia temperatura powietrza od maja do lipca w I sezonie była wyższa od średniej wieloletniej. Średnia temperatura w kolejnych latach w tym samym czasie była niższa od średniej wieloletniej.

Suma opadów w I sezonie wegetacyjnym była najwyższa, ale mniejsza niż średnia wieloletnia. W ostatnim sezonie wegetacji w sierpniu zaobserwowano długotrwałą suszę (współczynnik Selianinova 0,24).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Podstawą uzyskania produktów wysokiej jakości jest dobry surowiec. O przydatności do przetwórstwa na produkty smażone decyduje zawartość suchej masy i skrobi. Bulwy ziemniaka przeznaczone do przetwórstwa na frytki powinny zawierać 20–22% suchej masy, 14–17% skrobi, natomiast na chipsy 20–25% suchej masy, 16–20% skrobi (Lisińska, 2000).

W tabeli 2 przedstawiono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka w zależności od lat uprawy. Badania wykazały, że zawartość obu składników zależała w głównej mierze od czynnika odmianowego. Wysoką zawartością suchej masy i skrobi cechowały się bulwy odmiany wczesnej — Gracja oraz średnio wczesnej Romula, natomiast niską ziemniaki odmian Andromeda i Karatop (tab. 2). Analiza wariancji wykazała istotny wpływ lat uprawy na zawartość badanych składników.

Najwięcej suchej masy zawierały bulwy wszystkich odmian zebrane w pierwszym roku wegetacji, który był posuszny i ciepły, a opady były dość równomiernie rozłożone. Zawartość skrobi w bulwach odmian Delikat, Innovator, Karatop, Andromeda i Romula była również najwyższa w tym roku wegetacji. Takiej prawidłowości nie zaobserwowano u odmian Gracja i Asterix. Różnice w poziomie skrobi w bulwach tych odmian w zależności od lat uprawy były nieistotne.

Badania wielu autorów m.in. Gawrońska i in. (1992), Pęksa (1994), Boligłowa i Trętowski (1998) wskazują, że zawartości obu tych składników modyfikowane są przez warunki klimatyczne w poszczególnych latach badań.

Zależności między warunkami klimatycznymi, a zawartością suchej masy i skrobi w bulwach po zbiorze zostały wykazane przez Zgórką i Frydecką-Mazurczyk (2000). Autorki udowodniły istotną korelację między ilością opadów i temperaturą powietrza, a zawartością suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka. Na podstawie tych zależności podzieliły odmiany na 3 grupy: odmiany o stabilnej zawartości suchej masy i skrobi (różnice w latach do 2%); odmiany średnio stabilne (różnice od 2,1% do 3%); odmiany

mało stabilne (różnice powyżej 3%). Stosując ten podział dla 7 badanych odmian ziemniaka stwierdzono, że najmniejszą zmiennością tych cech charakteryzowały się bulwy odmiany wczesnej Gracja oraz bulwy odmiany średnio wczesnej Andromeda. Do drugiej grupy (odmiany średnio stabilne) można zaliczyć ziemniaki pozostałych badanych odmian (różnice do 3%) (tab. 2).

Tabela 2

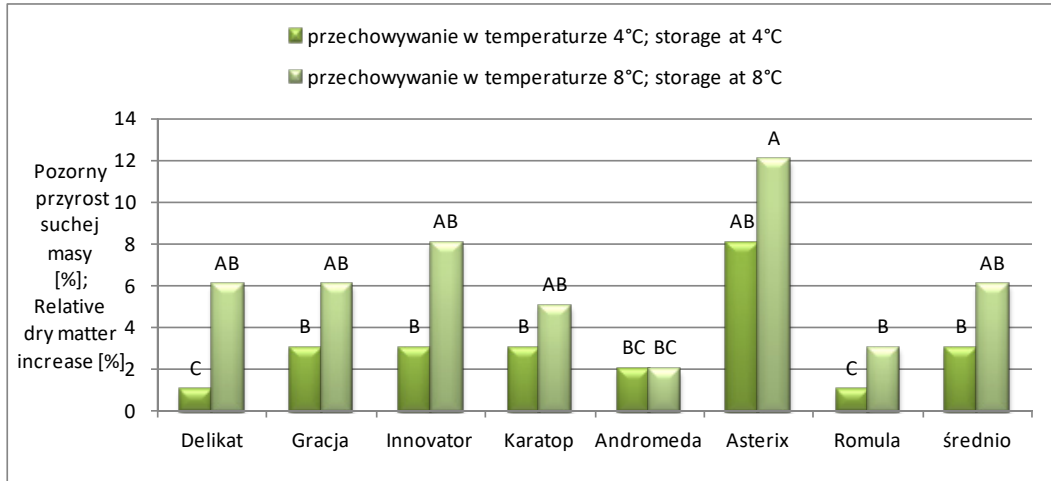
**Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka po zbiorze**  
**Dry matter and starch contents in potato tubers**

Odmiana Cultivars	Sezon wegetacji Vegetation season	Zawartość suchej masy po zbiorze (%) Dry matter content after harvest (%)	Zawartość skrobi po zbiorze (%) Starch content after harvest (%)
Delikat	I	25,62	17,28
	II	22,16	14,58
	III	20,50	14,85
	średnia — mean	22,76±2,61	15,57±1,48
Gracja	I	24,65	15,66
	II	24,03	16,41
	III	23,73	16,74
	średnia — mean	24,13±0,47	16,28±0,55
Innovator	I	25,29	17,55
	II	23,04	14,53
	III	22,67	14,85
	średnia — mean	23,66±1,41	15,64±1,65
Karatop	I	20,20	13,10
	II	17,58	11,18
	III	16,92	10,15
	średnia — mean	18,23±1,73	11,46±1,49
Andromeda	I	20,23	13,80
	II	19,46	12,44
	III	19,29	12,96
	średnia — mean	19,66±0,50	12,79±0,68
Asterix	I	22,87	15,52
	II	22,16	16,00
	III	20,50	16,02
	średnia — mean	22,83±1,21	15,84±0,28
Romula	I	26,80	17,15
	II	23,58	16,00
	III	23,54	15,85
	średnia — mean	24,64±1,87	16,33±0,71
Średnia z lat uprawy Mean of the years	I	23,67	15,72
	II	21,86	14,38
	III	21,29	14,43
SE±		1,24	0,76
NIR — LSD $\alpha = 0,05$			
Lata uprawy — Years		1,25	1,07
Odmiana — Cultivar		1,48	1,36

W czasie przechowywania głównymi czynnikami powodującymi zmiany w zawartości suchej masy i skrobi w bulwach są procesy fizjologiczne takie jak transpiracja i oddychanie oraz przebieg warunków termiczno-wilgotnościowych w przechowalni (Rastovski, 1981; Burton i in., 1992; Sowa-Niedziałkowski, 2002; Czerko i in., 2010). Wyżej wymienieni autorzy wykazali, że wraz ze wzrostem temperatury przechowywania wzrasta

intensywność transpiracji w wyniku czego wzrasta zawartość suchej masy w bulwach. Wzrost ten jest pozorny i związany z ubytkami naturalnymi (ubytek wody).

W badaniach własnych stwierdzono, że po 7 miesiącach składowania surowca zmiany zawartości suchej masy uzależnione były od temperatury przechowywania. Wykazano, że w niskiej temperaturze składowania wzrost suchej masy wynosił około 3%, natomiast w wyższej temperaturze (8°C) był dwukrotnie większy — 6%. W pracy wykazano, że największym przyrostem suchej masy cechowały się ziemniaki średnio wczesna odmiany Asterix, natomiast najmniejszym, niezależnie od temperatury i czasu przechowywania bulwy odmiany Andromeda (rys. 1).



**Rys. 1. Pozorny przyrost suchej masy w badanych odmianach bulw ziemniaka po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 4 i 8°C (średnie wyniki z 3 lat badań)**  
**Fig. 1. Relative dry matter increase in potato tubers after 7 months of storage at 4 and 8°C (mean of 3 years)**

Zawartość suchej masy w ziemniakach jest ściśle skorelowana z zawartością skrobi. W związku z tym zmianom zawartości suchej masy towarzyszą zmiany skrobi. Badania wykazały, że ubytki skrobi zależały istotnie od odmiany, czasu i temperatury przechowywania.

Zaobserwowano, że 3 miesięczne przechowywanie bulw w temperaturze 4 i 8°C powodowało mniejsze straty składnika (0,6% w temperaturze 4°C i do 0,8% w temperaturze 8°C) niż 7 miesięczne (1,23% w temperaturze 4°C i 1,73% w wyższej temperaturze) (tab. 3). Podobne wyniki otrzymali Gąsiorowska i Makarewicz (2004), którzy wykazali, że przechowywanie bulw w wyższej temperaturze powodowało zwiększenie strat skrobi w bulwach o około 0,5%.

Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000) obserwowały, że straty skrobi w bulwach ziemniaka są cechą odmianową i z reguły odmiany o wyższej zawartości skrobi i dłuższym okresie wegetacji wykazują większe jej straty w czasie przechowywania.

Tabela 3

**Ubytki skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka w czasie przechowywania (średnie z trzech lat)**  
**Losses of starch in potato tubers of tested cultivars during storage time (mean of 3 years)**

Odmiana Cultivar	Ubytki skrobi w czasie przechowywania (%) Losses of starch during storage time (%)				Średnie ubytki skrobi (%) Mean losses of starch (%)	
	po 3 miesiącach w temperaturze after 3 months at temperature		po 7 miesiącach w temperaturze after 7 months at temperature			
	4°C	8°C	4°C	8°C	4°C	8°C
Delikat	0,89	0,63	1,20	1,82	1,04	1,22
Gracja	0,77	0,79	0,99	1,18	0,88	0,98
Innovator	0,56	0,65	1,06	2,29	0,81	1,47
Karatop	0,01	0,19	0,32	0,55	0,17	0,37
Andromeda	0,26	0,39	1,34	1,78	0,80	1,08
Asterix	0,21	0,67	1,67	2,03	0,94	1,35
Romula	1,50	2,12	2,01	2,48	1,75	2,30
Średnia termin × temperatura Mean date × temperature	0,60	0,78	1,23	1,73	0,91	1,25
NIR — LSD $\alpha = 0,05$			0,34		0,27	
Średnia z czasu przechowywania Mean storage time	0,69		1,48			
NIR — LSD $\alpha = 0,05$			0,21			

Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych — odmiana średnio wczesna Romula cechowała się największą zawartością skrobi po zbiorze i miała największe ubytki skrobi w bulwach po przechowywaniu. Natomiast odmiana wczesna Karatop, która cechowała się najmniejszą zawartością skrobi po zbiorze, wykazała najmniejsze ubytki w czasie przechowywania (tab. 3). Ziemniaki tej odmiany cechowały się najmniejszymi zmianami zawartości skrobi podczas przechowywania.

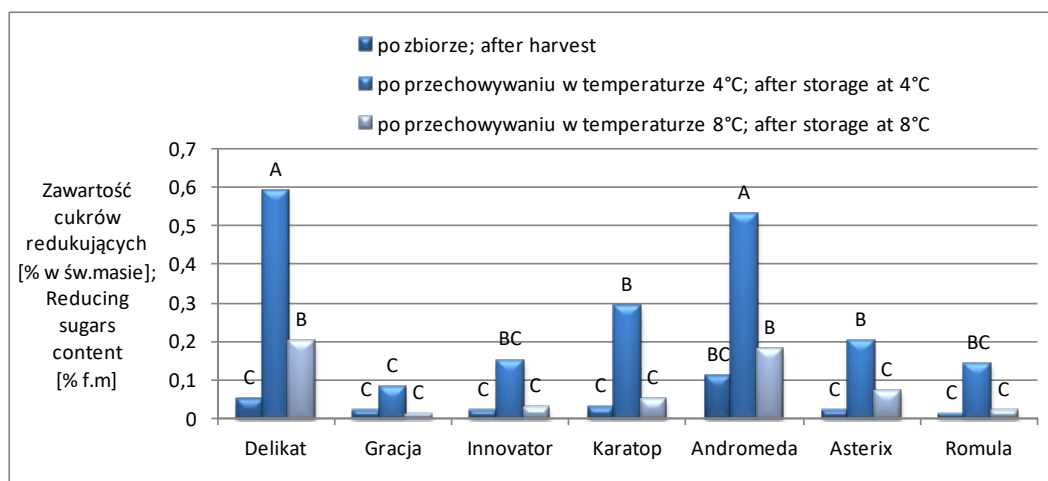
Jedną z ważniejszych cech określających jakość surowca do przerobu jest zawartość cukrów redukujących. Ich poziom w bulwach determinuje barwę produktów smażonych (Mackay i in., 1990; Claassen i in., 1993; Edwards i in., 2002; Grudzińska i Zgórska, 2008).

Wszystkie badane odmiany bezpośrednio po zbiorach cechowały się niskim poziomem cukrów redukujących (glukoza + fruktoza). Lata uprawy nie miały istotnego wpływu na zawartość tego składnika w bulwach większości odmian, ponieważ warunki atmosferyczne przed zbiorem oraz w czasie wegetacji bulw były korzystne.

W czasie przechowywania zawartość cukrów redukujących zmieniała się. Analiza wariancji wykazała istotny wpływ temperatury przechowywania oraz czynnika odmianowego na poziom tych związków w bulwach.

Badania wielu autorów (Linnemann i in., 1985; Richardson i in., 1990 b, Sowokinos, 2001; Nourian i in., 2003; Grudzińska i Zgórska, 2011) wykazały, że w czasie długotrwałego przechowywania ziemniaków w temperaturze 8°C zawartość cukrów redukujących w bulwach utrzymuje się na niskim poziomie.

Również w badaniach własnych zaobserwowano, że podobnie zachowywały się bulwy odmian Karatop, Innovator, Gracja, Asterix i Romula. Bulwy odmian Delikat i Andromeda przechowywane w tych samych warunkach cechowały się wyższą zawartością cukrów redukujących (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 4 i 8°C (średnie wyniki z 3 lat badań)

Fig. 2. Reducing sugar content in potato tubers after harvest and after 7 month storage at 4 and 8°C (mean of 3 years)

Przechowywanie bulw w temperaturze 4°C powodowało akumulację cukrów szczególnie w bulwach odmian Delikat i Andromeda (rys. 2). Wielu autorów m.in. Sherman i Erwing (1983), Richardson i in. (1990 a), Okeyo i Kushad (1995), Putz (2004) oraz Grudzińska i Zgórska (2011) stwierdziło, że proces tworzenia cukrów redukujących w bulwach przechowywanych w temperaturze 2–4°C przebiega znacznie intensywniej niż przechowywanie ich w temperaturze 8–10°C. Badania Claassen i in. (1993) dowodzą, że jest to nawet kilkukrotny wzrost cukrów prostych w bulwach. Potwierdzają to badania własne (rys. 2), w których obserwowano 3–4-krotny wzrost cukrów redukujących w ziemniakach w stosunku do ich zawartości po zbiorze.

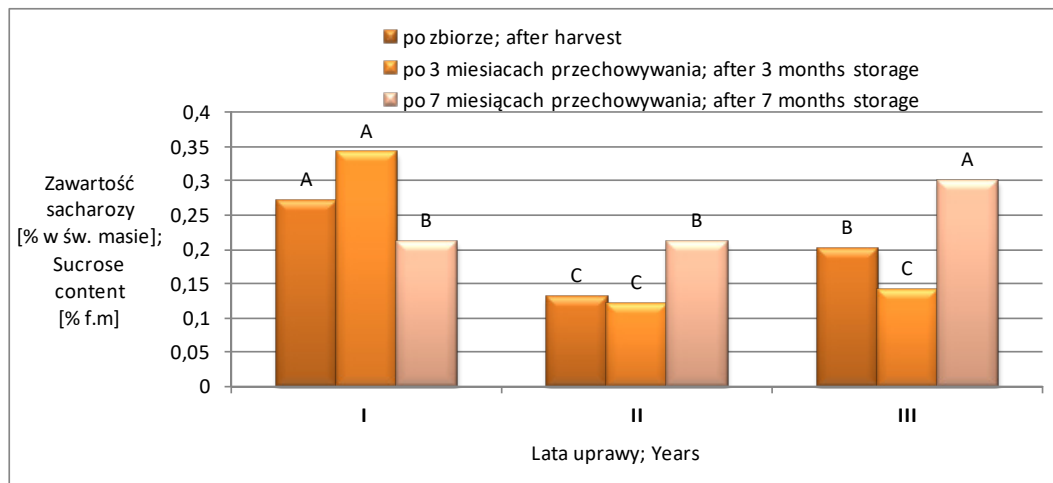
Na szczególną uwagę zasługują bulwy odmiany Gracja, Innovator i Romula, w których po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 4 i 8°C obserwowano niską zawartość cukrów redukujących (odpowiednio Gracja poniżej 0,1%, Innovator i Romula ok. 0,18%) (rys. 2).

Odmiany cechujące się małą zawartością cukrów redukujących w bulwach po przechowywaniu w niskich temperaturach nazywane są w literaturze światowej „cold-storage”.

Zawartość sacharozy po zbiorze kształtowała się na podobnym poziomie w bulwach wszystkich odmian (różnice nieistotne). Warunki pogodowe w latach badań miały istotny wpływ na poziom zawartości tego składnika w bulwach badanych odmian (rys. 3). Największą zawartością sacharozy cechowały się bulwy ziemniaka zbierane w I sezonie wegetacyjnym. Było to związane z niską temperaturą w czasie zbioru oraz dużą ilością opadów. Takie warunki klimatyczne mogły spowodować wtórny wzrost bulw i późniejsze dojrzewanie. Pod koniec II sezonu wegetacyjnego obserwowano wysokie temperatury oraz



bardzo małą sumę opadów (współczynnik Selianinowa 0,27), wszystkie badane odmiany cechowały się najmniejszą zawartością sacharozy w bulwach.



**Rys. 3. Wpływ lat uprawy i czasu przechowywania na zawartość sacharozy w bulwach ziemniaka (średnie wyniki z 3 lat badań, 7 odmian)**

**Fig. 3. Influence of years and storage time on sucrose content in potato tubers (mean 3 years; 7 cultivars)**

Temperatura składowania surowca nie miała istotnego wpływu na kształtowanie się zawartości sacharozy w bulwach. W sezonach przechowalniczych II i III po 7 miesiącach składowania surowca zaobserwowano zwiększenie zawartości sacharozy w bulwach, natomiast w I sezonie poziom omawianego składnika w bulwach był wyższy już po 3 miesięcznym przechowywaniu (rys. 3).

Badania Pritharda i in. (1992), Frydeckiej-Mazurczyk i Zgórskiej (1993) oraz Mioduszewskiej (2001) wskazują, że zawartość sacharozy w bulwach uzależniona jest w głównej mierze od stanu fizjologicznego bulw ziemniaka oraz od czynnika odmianowego. Autorzy podają, że w bulwach niedojrzałych zawartość składnika jest wysoka i ulega obniżeniu podczas pierwszych miesięcy po zbiorze bulw. Linnemann i in. (1985) oraz Sowokinos i in. (2001) udowadniają, że dopiero w końcowym etapie przechowywania zawartość sacharozy w bulwach wzrasta. Wzrost ten jest wynikiem starzenia się bulw.

Jednym z ważniejszych parametrów charakteryzujących jakość produktów smażonych jest ich barwa. Wielu autorów (Brown i in., 1990; Gichohi i Pritchard, 1995; Copp i in., 2000; Edwards i in., 2002; Hebeisen i in., 2005; Grudzińska i Zgórska, 2008, 2011) stwierdza, że bezpośredni wpływ na barwę frytek i chipsów ma zawartość cukrów redukujących.

Niskie temperatury przechowywania (4°C) prowadzą do kumulacji glukozy i fruktozy w ziemniakach, co wpływa ujemnie na barwę frytek i chipsów. Takie spostrzeżenia obserwowano w badaniach własnych. Niskie temperatury przechowywania powodowały kumulację cukrów redukujących i w związku z tym uzyskano frytki i chipsy o nieodpo-

wiedniej barwie. Ziemniaki, które gromadziły w tej temperaturze przechowywania największe ilości cukrów redukujących to bulwy odmian Delikat, Karatop i Andromeda (rys. 3). Barwa frytek i chipsów wykonanych z tych odmian ziemniaka była nieodpowiednia.

Obserwowano, że bulwy trzech odmian wczesnych Gracja, Innovator i Romula w czasie długotrwałego przechowywania w temperaturze 4°C nie wykazały tendencji do nagromadzenia cukrów redukujących (rys. 3). Barwa frytek i chipsów sporządzonych z tych odmian ziemniaka była jasna (tab. 4).

Tabela 4

**Barwa frytek i chipsów sporządzonych z badanych odmian ziemniaka po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 4 i 8°C (średnie wyniki z 3 lat badań)**  
**Colour of French fries and chips made from potato tubers after harvest and after 7 months storage at 4 and 8°C (mean of 3 years)**

Odmiany Cultivars	Barwa frytek — indeks koloru French fries colour — colour index			Barwa chipsów skala (1–9) Chips colour scale (1–9)		
	po zbiorze after harvest	po 7 miesiącach przechowywania bulw w temperaturze after 7 months storage at temperature		po zbiorze after harvest	po 7 miesiącach przechowywania bulw w temperaturze after 7 months storage at temperature	
		4°C	8°C		4°C	8°C
Delikat	2,2	3,7	2,3	6,3	5,3	6,1
Gracja	2,0	2,2	1,8	7,1	7,3	7,1
Innovator	2,7	2,2	1,0	7,0	6,8	6,5
Karatop	2,1	3,4	2,5	6,0	5,6	6,5
Andromeda	2,6	3,4	2,5	5,6	5,5	5,8
Asterix	1,9	2,9	1,6	6,3	5,1	6,3
Romula	2,2	2,7	1,9	5,8	5,6	6,8
Średnia Mean	2,2	2,9	1,9	6,3	5,8	6,4
NIR $\alpha$ 0,05			0,31			0,37
LSD $\alpha$ 0,05						

#### WNIOSKI

1. Zmienność cech technologicznych odmian ziemniaka uzależniona jest od odmiany oraz warunków pogodowych podczas wegetacji.
2. Temperatura przechowywania 8°C wpływa istotnie na zmiany zawartości suchej masy i skrobi. Wykazano, że straty suchej masy i skrobi w ziemniakach przechowywanych przez 7 miesięcy w tej temperaturze są dwukrotnie większe niż w bulwach składowanych w temperaturze 4°C.
3. Składowanie surowca w temperaturze 4°C prowadziło do kumulacji cukrów redukujących w bulwach z wyjątkiem odmian Gracja, Innovator i Romula, które w niskiej temperaturze nie kumulowały tych związków. Można zaliczyć je do typu „cold storage”.
4. Jasną barwą, bez względu na temperaturę przechowywania bulw, cechowały się frytki sporządzone z odmiany Innovator i Romula oraz chipsy wykonane z bulw odmiany Gracja.

5. Ziemniaki odmiany Gracja cechowały się bardzo małą zmiennością parametrów technologicznych niezależnie od warunków atmosferycznych w czasie wegetacji oraz od warunków i czasu przechowywania.

#### LITERATURA

- Adler G. 1971. Kartoffeln und Kartoffeln Endzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg: 13.
- Bolińska E., Trętowski J. 1998. Prognozowanie niektórych cech jakości bulw ziemniaka na podstawie przebiegu ich wzrostu i rozwoju. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 69: 23 — 28.
- Brown J., Mackay G. R., Bain H., Griffith D. W., Allison M. J. 1990. The processing potential of tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L., after storage at low temperatures. 2. Sugar concentration, Potato Res. 33: 219 — 227.
- Burton W.G., Van Es A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: The potato crop. Ed. Harris P., Chapman and Hell. London. Second edition: 608 — 709.
- Claassen P. A. M., Budde M. A. W., Van Calker M. H. 1993. Increase in phosphorylase activity during cold-induced sugar accumulation in potato tubers. Potato Res. 36: 205 — 217.
- Copp L. J., Blenkinsop R. W., Yada R. Y., Marangoni A. G. 2000. The Relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers. Am. J. Potato Res. 77: 279 — 287.
- Czerko Z., Zgórska K., Grudzińska M. 2010. Czynniki ograniczające kiełkowanie ziemniaków podczas przechowywania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 577: 243 — 252.
- Edwards Ch. G., Englar J. W., Brown Ch. R., Peterson J. C., Sorensen E. J. 2002. Changes in color and sugar content of yellow — fleshed potatoes stored at the different temperatures. Am. Potato Res. 79: 49 — 53.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 1993. Biochemiczne wskaźniki określające stan fizjologiczny bulw ziemniaka. Biul. Inst. Ziem. 43: 147 — 159.
- Gawrońska H., Thornton M.K., Dwelle R. B. 1992. Influence of heat stress on dry matter production and photoassimilate partitioning by four potato clones. Am. Potato J. 69: 653 — 665.
- Gąsiorowska B., Makarewicz A. 2004. Wpływ terminu sprzętu ziemniaka i warunków przechowywania na skład chemiczny bulw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 455 — 464.
- Gichohi E. G., Pritchard M. K. 1995. Storage temperature and malefic hydrazine effects on sprouting, sugars, and fry color of shepody potatoes. Am. Potato J. 72: 737 — 747.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2008. Wpływ zawartości cukrów w bulwach ziemniaka na barwę chipsów, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 5: 107 — 115.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2010. Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania wybranych odmian bulw ziemniaka na barwę frytek. Nauka, Przym., Technol. 4: 1 — 17.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2011. Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka. Biul. IHAR 259: 211 — 217.
- Hebeisen T., Ballmer T., Torche J. M., Reust W. 2005 a. Influence of storage temperature on acrylamide formation in hash browns. 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17–22, Bilbao, Spain 2005: 909 — 912.
- Linnemann A. R., Van Es A., Hartmans K. J. 1985. Changes in the content of L-ascorbic acid, glucose, fructose, sucrose and total glycoalkaloids in potatoes (cv. Bintje) stored at 7, 16 and 28°C. Potato Res. 28: 271 — 278.
- Lisińska G. 2000. Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych, Mat. Konf., I Konferencja Naukowa, 08–11 maja Polanica Zdrój 2000, „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”: 81 — 57.
- Mackay G. R., Brown J., Torrance C. J. W. 1990. The processing potential of tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L., after storage at low temperature. 1. Fry colour. Potato Res. 33: 211 — 218.
- Mioduszewska H. 2001. Wpływ nadmiernego nawożenia azotem na zawartość sacharozy I aktywność inwertazy ( $\beta$ -D-fruktozydazy) w bulwach ziemniaka odmiany Tarpan, Zesz. Nauk. AR — Siedlce, 59: 27 — 33.

- Nourian F., Ramaswamy H. S., Kushalappa A. C. 2003. Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 36: 49 — 65.
- Okeyo J. A., Kushad M. M. 1995. Composition of four potato cultivars in relation to cold storage and reconditioning. *Hort Technology* 5: 250 — 253.
- Pęksa A. 1994. Wpływ warunków uprawowych i warunków przechowywania ziemniaka na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. Cz. II Wpływ temperatury i czasu przechowywania ziemniaka na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 244: 9 — 28.
- Pritchard M.K., Adam L.R. 1992. Preconditioning and storage of chemically immature Russet Burbank and shepody potatoes, *Am. Potato J.* 69: 805 — 815.
- Putz B. 2004. Reduzierende Zucker in Kartoffeln, *Kartoffelbau* 5:188 — 192.
- Rastovski A. 1981. Storage losses. In: *Storage of potatoes*. Ed.: Rastovski A., van Es A., PUDOC, Wageningen, 169 — 172.
- Richardson D. L., Davies H. A., Mackay G. R. 1990 a. Inverts activity and its relation to hexose accumulation in potato tubers, *Journal of Experimental Botany* 41: 95 — 99
- Richardson D. L., Davies H. V., Ross H. A. 1990 b. Potato tuber sugar content during development and storage (10°C): possible predictors of storage potential and the role of sucrose in storage hexose accumulation, *Potato Res.* 33: 241 — 245.
- Sherman M., Erwing E. E. 1983. Small tuber studies of sugar accumulation in potatoes. *Am. Potato J.* 60: 321 — 327.
- 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
- Sowokinos J. R. 2001. Biochemical and molecular control of cold induced sweetening in potatoes. *Am. J. Potato Res.* 78: 221 — 236.
- Talbur W. F., Smith O. 1967. *Potato processing*. AVI Publishing Company. Westport, Connecticut USA, 22–23: 262 — 339.
- Van Handell E. 1968. Direct microderetmination of sucrose, *Anal. Biochem.* 22: 280 — 283
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR* 213: 239 — 248.