

CHARAKTERYSTYKA SKROBI ZIEMNIAKÓW DZIKICH W ASPEKCIE PRZEMYSŁU KROCHMALNICZEGO

Mieczysław Pałasiński, Janina Sochocka, Marianna Warchoł

Instytut Podstaw Chemii i Technologii Żywności
Akademii Rolniczej w Krakowie

W intensywnie prowadzonych w Polsce pracach nad syntezą materiałów wyjściowych do hodowli ziemniaka wysokoskrobiowego sięgnięto po nowe źródło genów determinujących zwiększoną zawartość skrobi, jakim są dzikie i prymitywne formy *Solanum* (12, 13, 14).

Dzięki pracom Prokoszewa i Mattisona [7], Kameraza [2], a zwłaszcza Rothackera [9], wiadomo że niektóre z nich odznaczają się dużą zawartością skrobi, przekraczającą nawet 30%. Inni badacze [3, 10] interesowali się jakością skrobi występującej w dzikich i prymitywnych formach ziemniaka, a przede wszystkim stosunkiem amylozy do amylopektyny. Wydaje się, że te formy *Solanum* mogą się odznaczać również innymi właściwościami ważnymi dla przemysłu ziemniaczanego.

Rozwijający się przemysł spożywczy stawia coraz większe wymagania względem przerabianego surowca. Nie tylko zwiększa się zapotrzebowanie na dobre odmiany ziemniaka skrobiowego, ale następuje dalsza specjalizacja wymagań jakościowych względem surowca ziemniaczanego. Inne bowiem właściwości ziemniaka są wymagane przy produkcji wyrobów spożywczych (suszonych, smażonych i konserw ziemniaczanych [5]), a inne w pozostałych działach przemysłu spożywczego [6].

Bez wątpienia, wszystkie dotychczas uwzględniane właściwości ziemniaka przemysłowego [6], takie jak cechy morfologiczne bulw i zawartość suchej masy, nadal będą odgrywały ważną rolę przy ocenie technologicznej surowca w krochmalni. Ale niezależnie od nich również cechy jakościowe skrobi zawartej w bulwach mogą decydować o efektach ekonomicznych zakładu przetwórczego i o wartości wyprodukowanego krochmalu. Dlatego należy je uwzględniać przy ocenie technologicznej surowca i w tym kierunku również prowadzić prace hodowlane.

Nie bez znaczenia jest ważna do niedawna cecha technologiczna ziemniaka krochmalniczego — ziarnistość skrobi. Wprawdzie obecnie, dzięki zastosowaniu do rafinacji mlecza krochmalowego hydrocyklonów, wielkość ziarn skrobiowych

nie odgrywa tak wielkiej roli jak dawniej, niemniej jednak przemysł krochmalniczy chętniej przerabia ziemniaki bez najdrobniejszych ziarn ze względu na mniejsze straty przerobowe*. Jak wynika z badań Grześkowiaka i współpracowników [1], krochmal superior nie zawiera praktycznie ziarn $\leq 12\mu\text{m}$, dlatego w naszych badaniach do oceny ziarnistości skrobi przyjęliśmy zawartość ziarn o średnicy $\geq 12,5\mu\text{m}$.

Ze względu na używanie krochmalu do klejenia ważną właściwością jest lepkość jego kleików: im większa bowiem jest lepkość, tym mniejsze jest zużycie krochmalu. Lepkość oraz inne właściwości reologiczne kleików skrobiowych zależą w dużej mierze od zawartości w skrobi kwasu fosforowego i dlatego na podstawie zawartości tego składnika można się zorientować o jakości skrobi pod tym względem.

Należy również wspomnieć o wytwarzaniu ze skrobi amylozy i amylopektyny, odznaczających się odrębnymi właściwościami i zastosowaniem. Stąd też otrzymywanie ziemniaków o zmienionym stosunku amylozy do amylopektyny w skrobi — np. o skrobi wyłącznie amylozowej czy też amylopektynowej — ma dla przemysłu duże znaczenie.

Podczas produkcji krochmalu ważną rolę odgrywają również zawarte w bulwach substancje niekrochmalowe nierozpuszczalne. Od ich zawartości zależy ilość otrzymanej podczas produkcji krochmalu wycierki*, a więc straty skrobi związanej z wycierką.

Włączając się do prac nad syntezą materiałów wyjściowych do hodowli ziemniaka skrobiowego prowadzonych przez Pracownię Genetyki Instytutu Ziemniaka w Młochowie [12] postanowiliśmy rozszerzyć badania składu chemicznego bulw o analizę skrobi w aspekcie wymagań przemysłu krochmalniczego.

CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

Materiał. Do badań użyto 192 próbki różnych gatunków *Solanum* i ich krzyżówek. Zestawienie przebadanych gatunków podano w tabeli 1.

Wśród przebadanych gatunków największą skrobiowością odznacza się seria *Commersoniana*, a w niej *Solanum chacoense*, dlatego w niniejszym opracowaniu ograniczymy się do przedstawienia wyników dotyczących właśnie tego gatunku. Jako wzorzec przyjęto krzyżówkę Erdkraft \times PG 126. Wszystkie próbki wyprodukowano w Oddziale Naukowo-Badawczym Instytutu Ziemniaka w Młochowie.

Metody analityczne. Badane próbki analizowano pod względem cech fizycznych bulw, jak: średnica, ciężar, ciężar właściwy (wyznaczono z różnicy ciężaru próbki w powietrzu i pod wodą) oraz właściwości chemicznych, jak: zawartość suchej masy (suszenie suszu powietrznie suchego w 130°C), skrobi (metodą polarymetryczną w chlorku wapnia [8]).

* Należy również wziąć pod uwagę, że krochmal wielkoziarnisty jest lepszy (np. lepiej nadaje się do produkcji dekstryn).

*zawartość skrobi w wycierce może dochodzić do 40%.

Tabela 1

Zestawienie badanych gatunków *Solanum*
List of *Solanum* species tested

Nazwa gatunku — Species	Liczba — Number
<i>S. chacoense</i>	46
<i>S. commersonii</i>	13
<i>S. tarijense</i>	12
<i>S. yungasense</i>	9
<i>S. sparsipillum</i>	9
<i>S. verrucosum</i>	8
<i>S. berthaultii</i>	2
<i>S. bulbocastanum</i>	2
<i>S. hiertingii</i>	2
<i>S. jamesii</i>	1
<i>S. kurtizianum</i>	2
<i>S. phureja</i>	2
<i>S. pinatisectum</i>	4
<i>S. spegazzinii</i>	2
<i>S. vernei</i>	4
<i>S. cardiophyllum</i>	2
<i>S. famatinae</i>	1
<i>S. multidissectum</i>	1

Ponadto wyosobniono skrobię metodą laboratoryjną [11] i w niej oznaczono: wielkość ziarn skrobiowych (metodą mikroskopową; a w ostatnim etapie badań za pomocą wagi sedymentacyjnej Sartoriusa), zawartość amylozy metodą wartości niebieskiej [15] oraz fosforu całkowitego metodą Marsha [4] po uprzedniej mineralizacji na mokro (w mieszaninie kwasów azotowego i siarkowego).

Ogólną charakterystykę badanego materiału przedstawiają tabele 2 i 3. Jak wynika z tabeli 2, przebadane próbki *Solanum chacoense* odznaczają się bardzo drobnymi bulwami. Przebadany materiał nie wykazuje obecności próbek o skrajnie niskiej skrobiowości (minimalna zawartość skrobi wynosi 14,9%). Maksymalna zawartość skrobi dochodzi natomiast do 29,8%, a suchej masy do 39,6%.

Badane klony *S. chacoense*, podobnie jak ziemniaki uprawne, odznaczają się dodatnią zależnością pomiędzy ciężarem właściwym bulw a zawartością suchej masy i skrobi. Obliczone dla tych zależności współczynniki korelacji przedstawiają się następująco:

ciężar właściwy — zawartość suchej masy: $r = +0,953$

ciężar właściwy — zawartość skrobi: $r = +0,861$

zawartość suchej masy — zawartość skrobi: $r = +0,890$

zawartość suchej masy — zawartość suchej masy bezskrobiowej: $r = +0,627$

Należy podkreślić jednak, że wyniki te uzyskano z badania częstokroć bardzo małych próbek złożonych z bardzo drobnych bulw.

Tabela 2

Charakterystyka bulw *Solanum chacoense*^a
Characteristic of tubers of *Solanum chacoense*

Wskaźnik Indicator	Jednostka Unit	<i>Solanum chacoense</i>	Wzorzec — Standard Erdkraft × PG 126
Liczba próbek Number of samples	szt. — piece	45	8
Średni ciężar 1 bulwy Mean weight of a tuber	g	(12,1) 1,0-81,3	(45,6) 12,5-107,4
Średnica bulw Diameter of tubers	cm	(2,5) 1,3-6,2	(4,5) 2,7-6,9
Ciężar właściwy bulw Specific gravity	g/cm ³	(1,128) 1,089-1,162	(1,131) 1,109-1,148
Zawartość suchej masy Dry matter content	%	(32,9) 22,6-39,6	(31,4) 25,4-34,3
Zawartość skrobi Starch content	%	(22,0) 14,9-28,4	(21,4) 16,1-25,8
Zawartość suchej masy bez- skrobiowej Nonstarch dry matter con- tent	%	(9,5) 6,4-14,6	(10,0) 7,2-14,2

^a W nawiasach podano wartości średnie — Range and means (in brackets).

Tabela 3

Charakterystyka skrobi z bulw *Solanum chacoense*
Characteristic of starch of *Solanum chacoense*

Wskaźnik Indicator	Jednostka Unit	<i>Solanum chacoense</i>	Wzorzec — standard Erdkraft × PG 126
Liczba próbek Number of samples	szt. piece	46	8
Zakres wielkości ziarn skrobi Range of starch grain size:			
najdrobniejszej — smallest	μm	3-42	3-51
najgrubszej — biggest	μm	7-80	5-95
Zawartość amylozy Amylose content	%	23,3 (17,0-27,0)	24,7 (23,0-27,0)
Zawartość fosforu Phosphorus content	mg/100g	72,7 (32,9-112,8)	60,3 (52,8-75,5)

Jest rzeczą charakterystyczną, że zawartość suchej masy bezskrobiowej* w badanym *S. chacoense* jest dużo większa (średnio wynosi 9,5% przy wahaniach 6,4-14,6) niż stała Maerckera dla ziemniaków uprawnych (5,75). Ponadto jest wprost pro-

* W skład suchej masy bezskrobiowej wchodzi substancje niekrochmalowe, nierozpuszczalne, których zawartość wpływa na jakość technologiczną ziemniaków przeznaczonych do przerobu w krochmalni.

Zestawienie próbek o najkorzystniejszych cechach technologicznych dla przemysłu ziemniaczanego
List of samples of best for starch industry properties

Symbol próbki Sign	Nazwa gatunku, pochodzenie — Species, origin	Ciężar właściwy bulw Specific gravity	Zawartość w bulwach w % Percentage in tubers of:		Ziarnistość skrobi Size of starch grains	Zawartość w skrobi Content in starch of:	
			suchej masy dry matter	suchej masy bezskrobiowej nonstarch dry matter		amylozy w % amylose	fosforu mg/100g phorus
S-15/71	<i>S. chacoense</i> 110 Wyszobórz II	1,156	36,4	28,4	4-100 ^a	—	72,6
S-12/71	<i>S. chacoense</i> (<i>gibberulosum</i>) 128 ZSRR-WIR D4-409	1,129	37,8	28,4	3-105 ^a	—	71,8
S-21/71	<i>S. chacoense</i> (<i>garciae</i>) 123 CSRS 2711 (z samozapylenia-selfed)	1,154	35,6	26,8	3- 85 ^a	—	68,0
S-11/71	<i>S. chacoense</i> (<i>schickii</i>) Wyszobórz 133/6 × 13311	1,142	34,6	25,6	3- 75 ^a	22,0	102,6
PG-SA ₃ /70	<i>S. chacoense</i> (<i>schickii</i>) Wyszobórz 133/6 × 13311	1,142	35,7	25,2	—	26,0	91,9
31/7/73	<i>S. chacoense</i> (<i>schickii</i>) Wyszobórz 133/6 × 13311 (z samozapylenia-selfed)	1,142	34,7	25,0	6- 90 ^a	20,0	97,9
58/12/72	<i>S. chacoense</i> (<i>caldasii</i>) GLKS 65.47/2/3	1,148	35,3	26,2	5- 90 ^a	19,8	88,2
PG-S-19/70	<i>S. verrucosum</i> × <i>S. chacoense</i> (<i>garciae</i>) 123	1,162	39,6	25,0	4- 48 ^a	23,0	71,2
6/1/73	<i>S. chacoense</i> 133 Wyszobórz 133/6 × 133/1	1,147	35,3	24,9	4- 90 ^a	20,0	91,1
37/37/73 I	(Haploid Wulkan × <i>S. verrucosum</i>) × <i>S. chacoense</i> 131 CSRS 26/1	1,156	34,5	27,5	92,6 ^b	—	87,0
39/60/73 I	(Haploid Wulkan × <i>S. verrucosum</i>) × <i>S. chacoense</i> 128 ZSRR — WIR D4-409	1,148	35,2	27,8	91,5 ^b	—	88,0
39/61/73 I	(Haploid Wulkan × <i>S. verrucosum</i>) × <i>S. chacoense</i> 128 ZSRR — WIR D4-409	1,146	35,4	27,3	92,6 ^b	—	74,0
42/7/73	<i>S. chacoense</i> CPC 3731	1,112	27,3	18,8	7- 80 ^b	19,0	112,8
31/42/73	<i>S. chacoense</i> (<i>schickii</i>) Wyszobórz 133/6 × 133/1 (z samozapylenia — selfed).	1,114	28,3	20,0	5- 90 ^a	20,5	112,1
71/9/73	<i>S. tarijense</i> CPC 1727	1,097	24,1	16,6	95,2 ^b	—	119,0
71/13/73	<i>S. tarijense</i> CPC 1727	1,095	24,5	17,7	96,8 ^b	—	175,0

^a Ziarnistość podana jako zakres wielkości ziarn w μm — Range of starch grain size.

^b Ziarnistość podana w % ziarn o średnicy ≥ 12,5 μm — Content of starch of grains ≥ 12,5 μm in diameter

porcjonalna do zawartości suchej masy bulw (a więc nie jest wartością stałą, jak to przyjmuje się u odmian uprawnych). Dlatego też obliczona na podstawie ciężaru właściwego bulw skrobiowość jest większa od oznaczonej metodą polarymetryczną średnio o 2,2% (wahania od -4,1 do +7,0%) zależnie od zawartości suchej masy. Powoduje to znaczne błędy oznaczania skrobiowości bulw na podstawie ciężaru właściwego.

Pod względem właściwości skrobi przeanalizowany materiał (tab. 3) nie różni się zdecydowanie od wzorca ani pod względem ziarnistości skrobi*, ani zawartości amylozy. Natomiast wyraźne różnice występują w zawartości fosforu. Próbkę charakteryzującą się dużą zawartością fosforu w skrobi (nawet ponad 11 mg P w 100 g suchej masy skrobi) będą z pewnością dawać kleiki odznaczające się korzystnymi właściwościami reologicznymi.

Spośród przebadanego materiału wybrano te próbki, które naszym zdaniem zasługują na uwagę jako komponenty do krzyżówek wnoszące korzystne cechy ziemniaka przemysłowego; zestawiono je w tabeli 4. Odznaczają się one dużą zawartością suchej masy i skrobi lub dużą zawartością fosforu przy równoczesnej korzystnej ziarnistości skrobi — mimo małej zawartości skrobi i suchej masy.

Należy się spodziewać, że te ostatnie stanowią źródło genów determinujących ziarnistość skrobi oraz właściwości reologiczne jej kleików. Zawartość amylozy u wszystkich przebadanych próbek nie wykazuje różnic w stosunku do ziemniaków uprawnych i mieści się w zakresie podawanym w literaturze [3, 9].

LITERATURA

1. Grześkowiak M., Zborowski B., Remiszewski M.: Krochmal użytkowy w krochmalowych szlamach, cz. III. Wielkość ziarenek skrobi i ich udział w różnych rodzajach krochmali, Biul. Inf. Przem. Ziemn. 7, nr 3, 11-28, 1974.
2. Kameraz A. J.: Dikije kartofieli kak ischodnyj materiał dla selekcji, Vestnik Socjalisticzeskovo Rastieniovodstva 4, 13-30, 1940.
3. Łukovnikova G. A., Samorodova-Bianki G. B.: Kaczestvennyj sostav krachmała dikich i kulturnych vidov kartofieła, Vestnik Sielskochazajstviennoj Nauki 9, 40-44, 1964.
4. Marsh B. B.: The estimation of inorganic phosphate in the presence of adenosinetriphosphate, Biochem. Biophys. Acta 32, 357-361, 1959.
5. Moszczeńska J.: Sytuacja ziemniaka w Polsce jako surowca do przerobu na spożywcze susze i na krochmal, Biul. Inf. Przem. Ziemn. 7, nr 3, 42-50, 1974.
6. Pałasiński M.: Ziemniak jako surowiec przemysłowy, Technologia przetwórstwa ziemniaczanego, str. 24-76, WNT, Warszawa 1972
7. Prokoszew S. M., Mattison N. J.: Biochimizeskaja charakteristika nowych vidov kartofieła, Vestnik Socjalisticzeskovo Rastieniovodstva 4, 61-74, 1940.
8. Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: Ausgewählte Methoden der Stärkechemie, VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1968

* Z wyjątkiem próbki 42/7 (patrz tab. 4), która odznacza się korzystną ziarnistością i równocześnie wysoką zawartością fosforu w skrobi.

9. Rothacker D.: Sortiment wilder und kultivierter Kartoffelspecies des Instituts für Pflanzenzüchtung Gross-Lüsewitz, Teil II: Untersuchungsergebnisse, DAL Institut für Pflanzenzüchtung Gross-Lüsewitz 1968.
10. Rothacker D., Effmert B.: Zur Problematik der Züchterischen Veränderung des Amylose: Amylopektin Verhältnisses der Kartoffelstärke, Theoretical and Applied Genetics 38, 309-313, 1968.
11. Samotus B., Pałasiński M.: Ocena ziarnistości skrobi bulw ziemniaczanych przy zastosowaniu analizy sedymentacyjnej, Zeszyty Naukowe WSR w Krakowie, Rolnictwo 5, 119-144, 1958.
12. Sawicka E.: Synteza materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaków wysokoskrobiowych, Zesz. probl. Post. Nauk rol. 118 67-80, 1971.
13. Sawicka E. J., Lipski A., Milej-Pietkiewicz M.: Postępy syntezy na poziomie 24-chromosomowym, Genetyka i Hodowla Ziemniaka VIII Sesja Naukowa w Koszalinie Inst. Ziemn. Bonin 58-64, 1975.
14. Świeżyński K. M.: Rozwój prac w zakresie syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka w Polsce, Post. Nauk Rol. 19/24 95-107, 1972.
15. Ulmann M., Augustat S.: Die quantitative Bestimmung des Gehaltes an Amylose in Stärke nach der „Blauwert“ Methode unter Verwendung des Universalcolorimeters von B. Lange. Zeitschrift für analytische Chemie, 162 337-344, 1958.
16. Virsco E. V.: El valor amilaceo de paps autoctonas de Bolivia y Peru, Rev. Agronomica, No-roeste Argentino 2 (1956) 197-224: ref. Plant Breed Abstr. 27, 3166.

М. Паласински, Й. Сохоцка, М. Вархол

ХАРАКТЕРИСТИКА КРАХМАЛА ЭКЗОТИЧЕСКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ В АСПЕКТЕ КРАХМАЛО-ПАТОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Резюме

В пределах проводимых исследований по синтезу исходного материала для селекции новых высококрахмалистых сортов картофеля проанализировали 243 пробы из 18 диких и примитивных видов *Solanum* с точки зрения содержания сухих веществ, крахмала и бескрахмальных сухих веществ в клубнях, а также качества выделенного из клубней крахмала (величина крахмалистых зёрен, содержание амилаза, крахмалистого фосфора).

Представили подробно аналитические данные вида *Solanum chacoense*, который среди исследуемых видов отличался самым высоким содержанием крахмала (до 28%) и сухих веществ (до 40%).

Обнаружили, что учитывая высшее чем у культурных сортов картофеля содержание сухих веществ бескрахмальной массы, определение крахмала клубней диких и примитивных видов *Solanum* на основании удельного веса даёт слишком высокие результаты по сравнению с поляриметрическим методом обозначения крахмала. Причиной этого является высшее содержание сухих веществ бескрахмальной массы — значительно превышающее так называемую постоянную Меркера.

Составили (таб. 4) 9 образцов вида *Solanum chacoense* и 3 гибрида (гаплоид Вулькан + *S. verrucosum*) + *S. chacoense* которые отличаются самой высокой крахмалистостью (25-28%), а также 2 образца *S. chacoense* и 2 *S. tarijense* с полезными для крахмало-паточной промышленности свойствами крахмала (очень мало мелких зёрен и высокое содержание крахмального фосфора, свидетельствующее о высокой вязкости отвара).

M. Pałasiński, J. Sochocka, M. Warchol

CHARACTERISTIC OF STARCH OF WILD POTATOES IN REGARD TO STARCH INDUSTRY

Summary

In the research on parental lines for breeding potatoes with high starch content 243 samples belonging to 18 wild and primitive *Solanum* species were analyzed for dry matter content, starch and starchless dry matter in tubers and quality of starch (size of starch grains, amylose content, starch phosphorus). Detailed data were given for the species *S. chacoense* outstanding in starch content (up to 28%) and dry matter content (up to 40%).

Determination of starch content in wild and primitive *Solanum* species on the basis of specific gravity gives considerably higher results than by means of polarimetric method. The cause of that discrepancy is dry starchless matter content exceeding so called Maercker's constant.

Table 4 lists 9 samples of *S. chacoense* and 3 crosses (haploid Wulkan x *S. verrucosum*) x *S. chacoense* outstanding in starch content (25-28%), 2 samples of *S. chacoense* and 2 of *S. tarijense* which show starch properties suitable for the industry (small proportion of fine grains, high starch phosphorus content which point to high viscosity).