

Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego przetwórstwa ziemniaków - skrobię ziemniaczaną

The importance of starch with special emphasis on the product of industrial potato processing - potato starch

Agnieszka Ginter¹, Krystyna Zarzecka¹, Marek Gugąła¹, Iwona Mystkowska²

¹ Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce; autor korespondencyjny: agnieszka.ginter@uph.edu.pl

² Zakład Dietetyki, Akademia Białska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

Słowa kluczowe: właściwości skrobi, ziemniak skrobiowy, skrobia ziemniaczana

Keywords: features of starch, starch potato, potato starch

Streszczenie

W pracy przedstawiono znaczenie skrobi w przetwórstwie spożywczym i innych gałęziach przemysłu przetwórczego, ze szczególnym wskazaniem na skrobię ziemniaczaną. Omówiono podstawowe informacje dotyczące budowy skrobi i jej znaczenia dla zdrowia człowieka. Na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego przedstawiono przemysłowe przetwórstwo ziemniaka w Polsce oraz produkcję skrobi ziemniaczanej w ostatnim pięcioleciu (2018–2022). Liczne badania wykazały, że skrobia, w tym skrobia ziemniaczana, ma bardzo duże znaczenie w przetwórstwie spożywczym i przemysłowym. Doniesienia naukowe wskazują, że skrobię ziemniaczaną trudno jest zastąpić innym rodzajem skrobi ze względu na jej wyjątkowe cechy.

Summary

The paper presents the importance of starch in food processing and other processing industries, with particular emphasis on potato starch. Basic information on the structure of starch and its importance for humans is discussed. Based on the data of the Central Statistical Office, the industrial processing of potato in Poland is shown and the production of potato starch in the last five years (2018–2022) is presented. Numerous studies have shown that starch, including potato starch, is very important in non-food processing. Scientific reports indicate that potato starch is difficult to replace with another type of starch due to its unique features.

Wstęp

Skrobia jest naturalnym biopolimerem, który w przyrodzie występuje w wielu roślinach, ale przede wszystkim w bulwach ziemniaka i w zbożach [1, 2]. Jest biodegradowalnym i bioodnawialnym źródłem energii gromadzonym przez rośliny zielone. Ważną rolę skrobi potwierdza jej występowanie w wielu częściach rośliny w różnych fazach rozwojowych podczas wegetacji. Najczęściej wymienianymi są nasiona, korzenie i bulwy, ale też liście, łodygi, owoce, a nawet pyłki [3]. Skrobia występuje w komórkach roślinnych w postaci charakterystycznych gałeczek, zwanych też ziarnami [4]. Jest polisacharydem składającym się z dwóch faz, w jej skład wchodzi dwie frakcje, tj. amyloza i amylopektyna, czyli dwa rodzaje makrocząsteczek: amyloza – o budowie liniowej oraz amylopektyna – o budowie rozgałęzionej, co oznacza, że z chemicznego punktu widzenia nie jest to materiał jednolity [5]. W amylopektynie, podobnie jak w amylozie, występują wiązania α -1,4-glikozydowe oraz dodatkowo wiązania α -1,6-glikozydowe, łączące jednostki glukozy. Te dwie frakcje, występując w różnych stosunkach ilościowych w zależności od pochodzenia skrobi, tworzą strukturę przestrzenną. Przyjmuje się, że amyloza stanowi około 20% masy skrobi. Dzięki swej budowie polimeru może pod wpływem różnych czynników fizycznych, chemicznych i biochemicznych ulegać depolimeryzacji z wytworzeniem różnych produktów – od wysokocząsteczkowych dekstryn po monosacharyd glukozy [4]. Te możliwości zmian struktury i właściwości skrobi są wykorzystywane w przemyśle skrobiowym, przy produkcji hydrolizatów i krochmali modyfikowanych. Skrobia jest podstawową rezerwą energetyczną i najważniejszym surowcem, z którego ludzie pozyskują energię [6]. Każda zdrowa i zbilansowana dieta powinna zawierać 80–90% skrobi w dobowej puli węglowodanów [7]. Nie od dziś wiadomo, że należy poddać ją obróbce termicznej (poprzez ugotowanie lub upieczenie), aby mogła być strawiona przez układ pokarmowy człowieka.

Ze względu na swoje unikalne właściwości żelujące i zagęszczające skrobia znajduje szerokie wykorzystanie w niemal każdej branży przemysłu spożywczego [8]. Jako drugi najobficiej występujący biopolimer na świecie wykorzystywana jest jako żywność, pasza, odnawialny surowiec do produkcji bioenergii, ma też wiele innych zastosowań przemysłowych [9]. Skrobia jest idealna do modyfikowania struktury wielu przetworzonych i gotowanych w domu produktów żywnościowych [10]. Jest ona stosowana jako składnik żywności w produktach piekarniczych, przekąskach i wyrobach cukierniczych oraz znajduje szerokie zastosowanie w licznych innych gałęziach przemysłu przetwórczego [11]. Rozwój przemysłu farmaceutycznego, papierniczego czy tekstylnego może warunkować wzrost zapotrzebowania na skrobię. Współcześnie skrobia jest stosowana jako uniwersalny środek wypełniający i rozsadzający w produkcji tabletek o różnych parametrach morfologicznych [12]. Skrobia jest substancją o właściwościach

Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego...

chłonących oraz osłaniających, stąd używana jest w produkcji pudrów czy zasypek [13]. Przemysł spożywczy wykorzystuje około 60% skrobi, przemysł papierniczy 28%, natomiast przemysły chemiczny i farmaceutyczny zagospodarowują 14% wyprodukowanej na świecie skrobi [14].

Źródła pochodzenia skrobi i jej wybrane odmiany - skleikowana i oporna

Skrobię pozyskuje się przede wszystkim z kukurydzy; otrzymany w ten sposób węglowodan stanowi ponad 80% światowego rynku skrobi, a największym producentem są Stany Zjednoczone. W Europie głównymi surowcami do pozyskiwania skrobi są pszenica i bulwy ziemniaka, a w Azji największą popularnością pod tym względem cieszą się maniok i tapioka. Inne skrobie, takie jak ryżowa czy ze słodkich ziemniaków, stanowią jedynie niewielką część światowej produkcji skrobi [15].

W zależności od temperatury spożywanych produktów zawierających skrobię może ona występować w różnych odmianach, np. skrobia skleikowana i oporna. Surowa skrobia ma formę krystaliczną, to znaczy, że cząsteczki skrobi ściśle przylegają do siebie, tworząc przypominające kryształki struktury, które nie są trawione przez enzymy trawienne. W czasie gotowania skrobia chłonie wodę, pęcznieje, jej struktury ulegają rozluźnieniu i przybiera formę, która może być trawiona; jest to tzw. skrobia skleikowana, a proces wchłaniania wody to kleikowanie. Jeżeli taką skleikowaną skrobię się schłodzi, to ulega ona procesowi retrogradacji, czyli woda jest „uwalniana”, a cząsteczki skrobi z powrotem łączą się w struktury krystaliczne [16, 17].

Wielkość ziaren skrobiowych wpływa na temperaturę kleikowania skrobi. Skrobie, których ziarna są większe, cechują się niższymi temperaturami kleikowania. Najmniejsze granulki skrobiowe występują w komórkach owsa, ryżu oraz roślin egzotycznych, a największe można zaobserwować w skrobi ziemniaczanej [18]. Skrobia oporna to węglowodan, który jest odporny na działanie enzymów trawiennych i w niezmienionej formie przechodzi do jelita grubego. Stanowi ona pożywkę dla pożytecznych bakterii jelitowych i pełni wiele funkcji prozdrowotnych. Wystudzenie produktów zawierających skrobię może wpłynąć na zmniejszenie ich indeksu glikemicznego (wystarczy zatem dodać takie wyroby do sałatek serwowanych na zimno, aby obniżyć ich indeks glikemiczny) [19].

Skrobia oporna wykazuje działanie prozdrowotne, w związku z czym traktowana jest jako składnik błonnika pokarmowego [20]. Skrobia naturalna dostarcza 4 kcal/g, a wartość energetyczna uzyskana z 1 g skrobi odpornej jest prawie o połowę mniejsza (2–3 kcal/g) [21].

Produkcja ziemniaka skrobiowego i skrobi ziemniaczanej

W ostatnich latach rynek produkcji ziemniaka w Polsce podlega stałym zmianom. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) w sezonie 2021/2022 zbiory bulw ziemniaka w Polsce, niezależnie od dziedziny produkcji, wyniosły około 7,1 mln ton, z czego zbiory tego surowca z przeznaczeniem na skrobię – 1 088 tys. ton (15,4% ogółu zbiorów) [22]. Produkcja skrobi ziemniaczanej prowadzona jest głównie w Europie, a w Unii Europejskiej (UE) udział ziemniaków w ogólnej produkcji skrobi wynosi około 20%. Polska, obok takich krajów jak Niemcy, Holandia, Francja, Dania czy Czechy, zaliczana jest do głównych producentów skrobi w Europie [23].

Skup bulw ziemniaka ogółem w Polsce rejestrowany przez GUS w sezonie produkcyjnym 2021/2022 wyniósł ponad 2 mln ton i był mniejszy o 29 tys. ton niż w sezonie poprzednim (2020/2021). W ciągu pięciu sezonów produkcyjnych w skupie ziemniaków ogółem bulwy przemysłowe *Solanum tuberosum* stanowiły około 50% (Tabela 1). Udział ziemniaków skrobiowych w puli ziemniaków wykorzystywanych w przemyśle był bardzo wysoki, wynosił około 90% w każdym z porównywanych lat.

Tabela 1. Udział ziemniaków przemysłowych, w tym skrobiowych, w ogólnym skupie ziemniaków w [%].

Table 1. Share of industrial potatoes, including starch potatoes in the total buying of potatoes in [%].

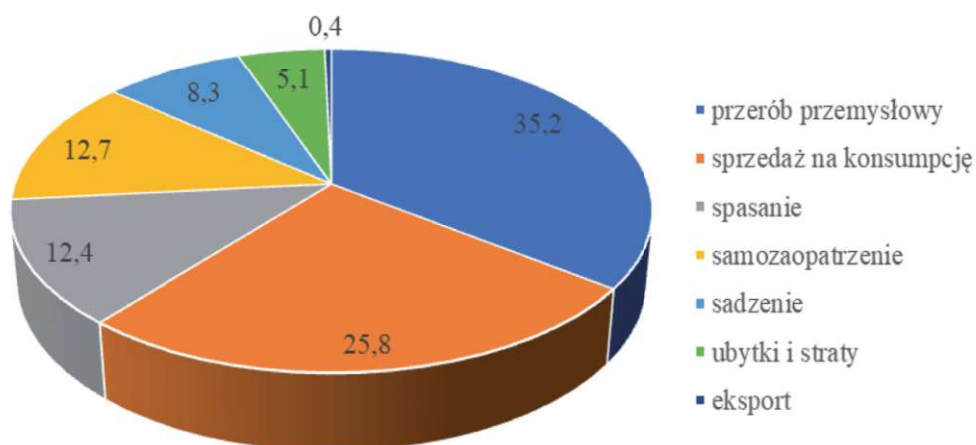
Wyszczególnienie	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Ziemniaki przemysłowe:	54,4	47,8	48,2	52,2	48,7
w tym skrobiowe	93,0	92,9	88,6	87,9	90,8

Źródło: [22]

W strukturze rozdysponowania krajowych zasobów ziemniaka w sezonie 2022/2023 największy udział może mieć jego przerób przemysłowy, przewiduje się, iż wyniesie on 35,2% (Rysunek 1). Przedstawiona prognoza podkreśla znaczenie przemysłowego przetwórstwa ziemniaka w Polsce i może być zachętą do podejmowania jego produkcji, tym bardziej że w warunkach wieloletnich umów kontraktacyjnych rolnicy mają zapewniony zbył [24].

Po rekordowym przemysłowym przerobie ziemniaka na skrobię w sezonie produkcyjnym 2020/2021 na poziomie 1 130 tys. ton w dwóch kolejnych okresach zanotowano tendencję spadkową (Tabela 2). Na przestrzeni analizowanych lat w prognozowanym sezonie (2022/2023) wykorzystanie ziemniaków w krochmalnictwie może być najmniejsze w ciągu ostatniego pięciolecia. Pozostałe kierunki przemysłowego przerobu ziemniaka w prezentowanych latach wykazywały różnokierunkowe zmiany.

Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego...



Rysunek 1. Rozdysponowanie krajowych zasobów ziemniaka w % w sezonie 2022/2023.

Figure 1. Disposition of national potato resources in % in 2022/2023.

Źródło: [22].

Tabela 2. Przemysłowy przerób ziemniaka w tys. ton.

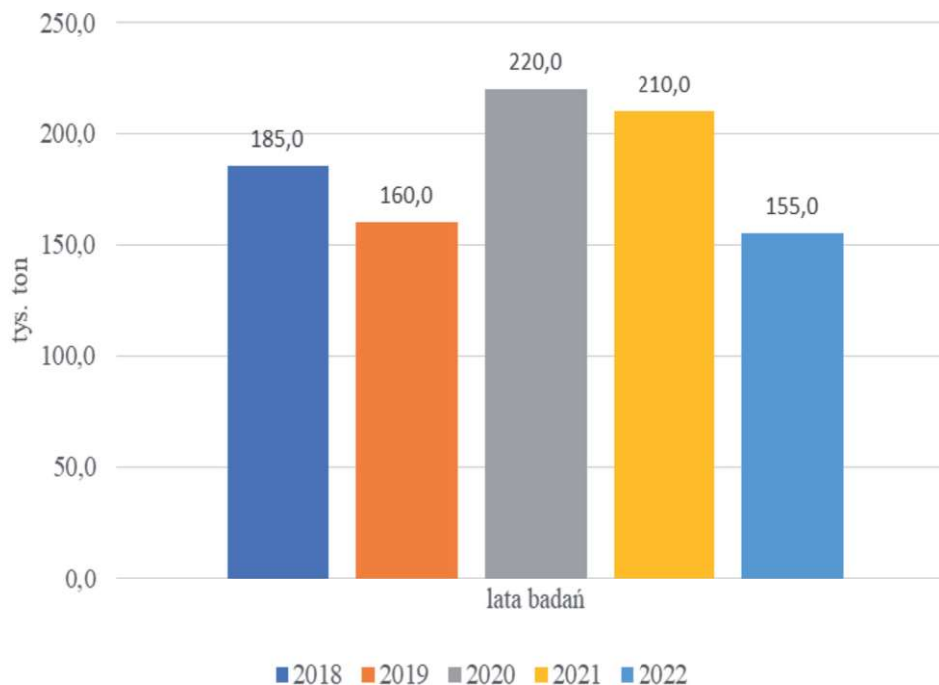
Table 2. Industrial processing of potato in thousand tons.

Kierunek przerobu	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023*
Na skrobię	910	780	1130	960	720
Na susze	214	202	225	212	190
Na spirytus	33	30	50	45	35
Na inne przetwory	1247	1248	1221	1320	1270
Ogółem	2404	2260	2626	2537	2215

* prognoza

Źródło: [22].

Produkcja skrobi ziemniaczanej wytworzona w przedsiębiorstwach przemysłu skrobiowego w Polsce w analizowanych latach (2018–2022) była zróżnicowana. W analizowanym czasie największy jej poziom zanotowano w 2020 r. i od tego sezonu przez dwa kolejne krajowy wolumen produkcji tego wyrobu wykazywał tendencję spadkową (Rysunek 2).



Rysunek 2. Produkcja skrobi ziemniaczanej w Polsce w tys. ton.
Figure 2. Production of potato starch in Poland in thousand tons.

Źródło: [22].

W wyniku pandemii COVID-19 pojawiły się nadwyżki surowca – zarówno ziemniaka jadalnego, jak i przeznaczonego do przemysłu skrobiowego. W związku z nadwyżką skrobi ceny oferowane przez podmioty skupowe ziemniaka skrobiowego były na pograniczu opłacalności produkcji, co wpłynęło na sytuację rynkową skrobi. Na poziom oferowanych cen krajowych wywarły wpływ zmieniające się światowe ceny surowca [25]. Do roku 2019, czyli w okresie przed pandemią, odnotowywano tendencję rosnącą w przetwórstwie spożywczym i przemysłowym ziemniaka [26]. Należy podkreślić, że w gospodarce rynkowej podstawowym czynnikiem decydującym o rozwoju branży jest popyt na dany produkt, zarówno na rynku wewnętrznym, jak i zagranicznym. W efekcie poszczególne wielkości (w tym produkcyjne i ekonomiczne) kształtowane są przez rynek i jego prawidłowości. Uchwycenie tendencji na rynku ziemniaka w Europie w ostatnim czasie nie jest łatwe. Autorzy podejmujący problematykę zmian w produkcji ziemniaków w Polsce i w UE [27], zmian na rynku ziemniaka w UE [28] czy temat samowystarczalności krajów UE pod względem produkcji ziemniaków [29] oraz analizujący zmiany na rynku ziemniaka w Polsce [30] nie wskazują scenariuszy dotyczących bliższej czy dalszej przyszłości.

Znaczenie skrobi ziemniaczanej

W zależności od swojego botanicznego pochodzenia skrobia charakteryzuje się odmiennymi właściwościami fizycznymi, takimi jak wielkość czy kształt gałeczek, a także wykazuje różne właściwości funkcjonalne [31]. Z technologicznego punktu widzenia najlepszym surowcem wyjściowym do produkcji produktów skrobiowych jest skrobia ziemniaczana [4]. Jej zaletą jest wysoka czystość, szczególnie w porównaniu do skrobi zbożowej – głównego konkurenta w Europie [32]. Skrobia z ziemniaka wyróżnia się niską zawartością zanieczyszczeń (takich jak białko, tłuszcz), co sprawia, że w wielu dziedzinach jest nie do zastąpienia [33]. Skrobia ziemniaczana – i szerzej: skrobia uzyskiwana z roślin bulwiastych – ma pewne unikalne właściwości w porównaniu ze skrobią pochodzącą ze zbóż. Do najważniejszych z nich należą długie łańcuchy amylopektynowe tworzące kryształy oraz obecność estrów fosforanowych [34]. Cecha ta warunkuje np. świecenie skrobi w świetle spolaryzowanym, co oznacza, że skrobia ziemniaczana świeci silniej od zbożowej, co ma znaczenie w przemyśle papierniczym. Wielkość ziaren skrobiowych, które są różne w zależności od rośliny, z której otrzymywana jest skrobia, wpływa na temperaturę kleikowania skrobi. Skrobie, których ziarna są większe, cechują się niższymi temperaturami kleikowania [4]. Najmniejsze granulki skrobiowe występują w komórkach owsa, ryżu oraz roślin egzotycznych, a największe są obecne w skrobi ziemniaczanej.

Jednym z powodów szerokiego wykorzystania skrobi ziemniaczanej jest łatwość modyfikowania jej właściwości, co umożliwia dostosowanie jej do zapotrzebowania nowoczesnych technologii. Właściwości skrobi można zmieniać w szerokim zakresie, działając na nią czynnikami chemicznymi, fizycznymi, jak również enzymatycznie [35].

Główne zastosowania skrobi ziemniaczanej i jej modyfikatorów można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- przemysłowe (techniczne),
- w przemyśle spożywczym.

Do pierwszej wymienionej grupy zalicza się przede wszystkim wykorzystanie skrobi w produkcji papieru, w celu uzyskania jak najlepszej bieli, gładkości powierzchni, przydatności do drukowania czy wytrzymałości mechanicznej. Zużycie skrobi w produkcji papieru wynosi około 10% masy papieru [1]. W przemyśle włókienniczym skrobia ma zastosowanie w klejeniu przędzy, w krochmaleniu, farbowaniu czy satynowaniu [36]. Znaczna ilość produktów skrobiowych jest wykorzystywana również w przemyśle górniczym (flokulanty), hutniczym (dodatek do mas formierskich), wiertnictwie (składnik płuczek wiertniczych), chemicznym oraz w produkcji tworzyw sztucznych i opakowań biodegradowalnych [37]. Skrobia, będąc biopolimerem pochodzenia roślinnego, całkowicie biodegradowalnym, stanowi

ciekawą alternatywę w technologii betonu jako naturalny plastyfikator do betonów w stosunku do niebiodegradowalnych, a czasami wręcz toksycznych plastyfikatorów [38].

Skrobia ziemniaczana wykorzystywana jest w medycynie. Specjalistyczne rusztowania na potrzeby inżynierii tkankowej, których składnikiem jest skrobia ziemniaczana, mogą w przyszłości zostać wykorzystane jako nowoczesny produkt medycyny spersonalizowanej. Takie rusztowania mogą znaleźć zastosowanie jako sztuczna skóra lub materiał do opatrywania ran [39]. Inżynieria tkankowa jest interdyscyplinarną dziedziną nauki, zajmującą się wykorzystaniem wiedzy medycznej oraz metod inżynierii materiałowej do wytwarzania funkcjonalnych zamienników uszkodzonych tkanek lub całych narządów [40]. Należy podkreślić, że skrobia ziemniaczana to produkt łatwo dostępny na rynku polskim i pozwala na implementację opracowanych rozwiązań laboratoryjnych do produkcji na dużą skalę. Skrobia ziemniaczana ma szerokie zastosowanie w wielu rodzajach przemysłu, m.in. farmaceutycznym, papierniczym, włókienniczym i w górnictwie, dlatego na świecie popyt na skrobię ziemniaczaną nieustannie wzrasta [41].

Współczesny przemysł spożywczy wykorzystuje na dużą skalę enzymatyczne hydrolizaty skrobiowe. Obejmują one szeroki zakres produktów, od niskocząsteczkowych, takich jak glukoza i syropy maltozowe, aż po produkty wysokocząsteczkowe, jak maltodekstryny [42], które są produktem otrzymanym na skutek enzymatycznego trawienia skrobi. Można je wyprodukować z udziałem różnych rodzajów skrobi, w tym skrobi ziemniaczanej. Maltodekstryny dzięki różnorodnym właściwościom posiadają wiele cennych właściwości użytkowych, m.in. emulgujące, stabilizujące, sklejące, spulchniające, wypełniające, przedłużające świeżość, poprawiające właściwości smakowe, regulujące słodycz naturalną [43].

Warto, aby osoby, które borykają się z problemem zbyt wysokiego poziomu glukozy we krwi, pamiętały, że ugotowane i wystudzone ziemniaki zawierają skrobię oporną. Mogą być one doskonałym składnikiem wielu sałatek serwowanych na zimno i spożywane w ten sposób przyczynią się do obniżenia poziomu glukozy we krwi.

Podsumowanie

Skrobia stanowi przykład wielofunkcyjnego surowca stosowanego w przemyśle – nie tylko spożywcym. Właściwości reologiczne skrobi, umożliwiające modyfikację jej lepkości, są kluczowe w odniesieniu do jej funkcjonalności jako dodatku do żywności. Skrobia jest surowcem odtwarzalnym, pozyskiwanym każdego roku z produktów roślinnych, w szczególności z ziemniaka, do uprawy którego Polska ma sprzyjające warunki glebowo-klimatyczne. Ze względu na swoje szczególne właściwości, a przede wszystkim dzięki możliwości ich modyfikacji, znajduje zastosowanie we wszystkich dziedzinach życia i nie należy jej unikać.

Literatura

- [1] Dzwonkowski W., Perspektywy rynku skrobi i produkcji ziemniaków skrobiowych w kontekście zmian Wspólnej Polityki Rolnej, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 265, s. 99–108.
- [2] Żyłowska A., Skrobia modyfikowana E1422 – właściwości, zastosowanie, szkodliwość, <https://wylecz.to/zywnosc/skrobia-modyfikowana-e1422-wlasciwosci-zastosowanie-szkodliwosc/> (dostęp 12.03.2023).
- [3] Szczygieł J., Wpływ funkcjonalizacji skrobi na procesy redukcji i sorpcji jonów chromu w środowisku wodnym oraz na jej stabilność termiczną, rozprawa doktorska, 2020, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, s. 1–117.
- [4] Leszczyński W., Skrobia – surowiec przemysłowy, budowa i właściwości, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2014, 500, s. 69–98.
- [5] Kugler S., Kierunki rozwoju biodegradowalnych materiałów skrobiowo – poliuretanych, *Chemik*, 2010, 64(7), s. 531–538.
- [6] Xu X., Dees D., Huang X.F., Visser R.G.F., Trindade L.M., Heterologous expression of two *Arabidopsis* starch dikinases in potato, *Starch-Stärke*, 2018, 70(1–2), s. 1–9.
- [7] Smuszkiewicz M., Skrobia – właściwości i zastosowanie, <https://www.budujmase.pl/odzywki-i-suplementy/o-suplementacji/skrobia-wlasciwosci-i-zastosowanie.html#ogolna-charakterystyka-skrobi> (dostęp 14.03.2023).
- [8] Perin D., Murano E., Starch polysaccharides in human diet: effect of the different source and processing on its absorption, *Natural Product Communication – Sage Journals*, 2017, 12(6), s. 837–853.
- [9] Sonnwald U., Kossmann J., Starches – from current models to genetic engineering, *Plant Biotechnology Journal*, 2013, 11, s. 223–232.
- [10] Cornuéjols D., Pérez S., Starch – a structural mystery, *Science in School*, 2010, 14, s. 22–27.
- [11] Ren F., Dong D., Yu B., Hou Z., Ciu B., Rheology, thermal properties and microstructure of heat-induced gel of whey protein-acetylated potato starch, *Starch-Stärke*, 2017, 69(9–10), s. 1–8.
- [12] Zgoda M.M., Kołodziejczyk M.K., Nachajski M.J., Skrobia i jej pochodne jako substancje pomocnicze w technologii doustnej i parenteralnej postaci produktu farmaceutycznego, *Polimery w Medycynie*, 2009, 39(1), s. 31–54.
- [13] Ociczek A., Ruskowska M., Palich P., Porównanie właściwości sorpcyjnych różnych rodzajów skrobi, *Bromatologia i Chemiczna Toksykologia*, 2012, 3, s. 1018–1023.
- [14] Bertolini A.C., *Starches: characterization, properties, and applications*, CRC Press, Boca Raton, 2017, s. 288.
- [15] Jobling S., Improving starch for food and industrial applications, *Current Opinion in Plant Biology*, 2004, 7(2), s. 210–218.
- [16] Piecyk M., Skrobia wolno trawiona i skrobia oporna a indeks glikemiczny produktów skrobiowych, *Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych*, 2019, 68(1), s. 195–207.
- [17] Wang S., Li C., Copeland L., Niu Q., Wang S., Starch retrogradation: a comprehensive review, *Food Science and Food Safety*, 2015, 14, s. 568–585.
- [18] Sybis M., Konował E., Zastosowanie w technologii plastyfikatorów naturalnych w postaci skrobi, *Przegląd Budowlany*, 2019, 9, s. 76–78.

- [19] Piecyk M., Cichocka J., Worobiej E., Ocena wiedzy konsumentów na temat skrobi odpornej, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2016, XLIX(3), s. 598–603.
- [20] Ohr L.M., Fortifying with fiber, *Nutraceutical and Functional Foods*, 2004, 58(2), s. 71–75.
- [21] Nugent A., Health properties of resistant starch, *Nutrition Bulletin*, 2005, 30(1), s. 27–54.
- [22] Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Analizy rynkowe, W. Dzwonkowski (red.), wyd. IERiGŻ- PIB, Warszawa 2022, 49, s. 1–37.
- [23] Zgórska K., Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych, *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 2013, 7, s. 5–11.
- [24] Mystkowska I., Zarzecka K., Baranowska A., Gugąła M., Głuszczyk B., Lipiecki M., Porównanie opłacalności produkcji ziemniaków skrobiowych w rodzinnym gospodarstwie rolnym, *Zeszyty Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2016, XVIII(1), s. 186–189.
- [25] Ginter A., Czy produkcja ziemniaka skrobiowego jest opłacalna?, *Wiadomości Rolnicze*, 2023, 2, s. 16–17.
- [26] Stańko S., Mikuła A., Zmiany w produkcji, handlu zagranicznym i zużyciu krajowym ziemniaków w Polsce w latach 2001–2019, *Problemy Rolnictwa Światowego*, 2021, 21(1), s. 33–51.
- [27] Dzwonkowski W., Ewolucja produkcji ziemniaków w Polsce i UE, *Problemy Rolnictwa Światowego*, 2017, 17(3), s. 71–80.
- [28] Hajdu Z., Potato market changes – EU overview for the 2010–2019 period, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Economic Sciences*, 2010, 13(1), s. 93–104.
- [29] Firlej K., Kubala S., Asymetria samowystarczalności produkcji ziemniaków w krajach Unii Europejskiej, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2018, 20(2), 37–45.
- [30] Nowacki W., Szanse i zagrożenia rynku ziemniaka w Polsce, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2015, 17(2), 169–175.
- [31] Przetaczek-Rożnowska I., Fortuna T., Serafin M., Wpływ ekstraktów wybranych roślin zielnych na charakterystykę kleikowania skrobi ziemniaczanej, *Postępy Fototerapii*, 2015, 2, s. 72–77.
- [32] Prośba-Białczyk U., Produkcja ziemniaka skrobiowego, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2008, 530, s. 43–52.
- [33] Leszczyński W., Znaczenie ziemniaka jako produktu żywnościowego oraz w przetwórstwie przemysłowym, *Ziemniak Polski*, 2012, 1, s. 38–43.
- [34] Bertoft E., Blennow A., Structure of potato starch, [w:] *Advances in potato chemistry and technology*, J. Singh, L. Kaur (red.), Amsterdam 2016.
- [35] Zdybel E., Właściwości preparatów skrobi ziemniaczanej poddanej modyfikacjom chemicznym i prażeniu, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 4(49), s. 18–31.
- [36] PEPEES S.A., Skrobia ziemniaczana, <https://pepees.pl/index.php?wiad=428> (dostęp 11.03.20230).
- [37] Zgórska K., Wszelstronność wykorzystania bulw ziemniaka, *Ziemniak Polski*, 2010, 2, s. 52–55.
- [38] Sybis M., Konował E., Zastosowanie w technologii betonu plastyfikatorów naturalnych w postaci skrobi, *Rewitalizacja Obszarów Zurbanizowanych*, 2019, 9, s. 76–78.

Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego...

- [39] Chlandra A., Kijeńska E., Skrobia ziemniaczana jako biomateriał do wytwarzania rusztowań inżynierii tkankowej, *Ziemniak Polski*, 2018, 2(28), s. 46–52.
- [40] Nałęcz, M., Błażewicz S., Stoch L., *Biomateriały*, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2003.
- [41] Ziółkowska A., Janus P., Elektryczna metoda pomiaru wilgotności skrobi ziemniaczanej na wyjściu suszarki pneumatycznej, *PAK*, 2011, 57(7), s. 705–708.
- [42] Krzyżaniak W., Olesienkiewicz A., Białas W., Słomińska L., Jankowski T., Grajek W., Charakterystyka chemiczna maltodekstryn o małym równoważniku glukozowym otrzymanych przez hydrolizę skrobi za pomocą alf-amylaz, *Technologia Almentaria*, 2003, 2(2), s. 5–15.
- [43] Fortuna T., Sobolewska J., Maltodekstryny i ich wykorzystanie w przemyśle spożywczym, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, 7(2), s. 100–109.

Do cytowania:

Ginter A., Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I., Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego przetwórstwa ziemniaków – skrobię ziemniaczaną, *Herbalism*, 2023, 1(9), s. 135–145.