

Mgr inż. Ewelina BASIAK

Prof. dr hab. Andrzej LENART

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

SKROBIA JAKO SKŁADNIK POWŁOK JADALNYCH®

Odkryty pod koniec XIX wieku polietylen i jego kopolimery kilkadziesiąt lat później odniosły globalny sukces, jako opakowania do żywności. Podobny sukces zapowiada się w stosunku do jadalnych filmów i powłok ze skrobi. Posiadają one wiele zalet. Powłoki utworzone ze skrobi są bez smaku i zapachu, niealergenne, tanie, szeroko dostępne i biodegradowalne, a wszystko to pozwala na szerokie ich wykorzystanie do powlekania żywności. Powłoki i filmy skrobiowe stosuje się m.in. do produktów nieprzetworzonych, dzięki możliwości chemicznej, fizycznej bądź genetycznej modyfikacji skrobi i łatwości w jej otrzymaniu. Istnieje wiele metod, za pomocą których można uzyskać jadalne i/lub biodegradowalne opakowania ze skrobi. Do najpopularniejszych należy technika wylewania. Aplikacja na produkt odbywa się poprzez zanurzenie, spryskanie lub nanoszenie w postaci jednej lub kilku warstw. Dodatek do struktury filmów i powłok substancji takich jak: woski, aromaty i barwniki powoduje, że produkty spożywcze są atrakcyjne dla konsumenta i docelowo nie stanowią zagrożenia dla środowiska przyrodniczego.

Słowa kluczowe: skrobia, powłoki jadalne, opakowania.

WSTĘP

Jak szacuje Unia Europejska liczba ludności na Świecie do roku 2040 wzrośnie do 10 miliardów, a więc w porównaniu z rokiem 1990 dwukrotnie. W związku z tym zapotrzebowanie na energię i surowce organiczne także wzrośnie (nawet trzykrotnie). Popyt na materiały roślinne będzie większy niż podaż, gdyż liczba terenów rolnych jest ograniczona, a ich ilość z każdym rokiem maleje. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku wyczerpywalnych surowców kopalnianych. Podczas ich pozyskiwania dochodzi do negatywnych skutków ekologicznych, co wpływa na wzrost cen ropy naftowej, gazu i węgla. Aby zapobiec tym narastającym problemom gospodarczym coraz częściej stosuje się szeroko dostępne, relatywnie niedrogie, biodegradowalne i odnawialne surowce polisacharydowe takie, jak skrobia.

Celem artykułu jest prezentacja skrobi, jako przyszłościowego składnika powłok jadalnych o unikatowych właściwościach.

CHARAKTERYSTYKA SKROBI

Skrobia to najbardziej dostępny surowiec roślinny (tab. 1). Pełni on w roślinach funkcję materiału zapasowego. Jest najczęściej używanym hydrokoloide, z uwagi na niską cenę i wiele korzystnych właściwości funkcjonalnych. Może występować w formie zwykłej, modyfikowanej lub natywnej.

W tab. 1. przedstawiono przykładowe surowce skrobiowe i ich występowanie na świecie.

Zboża, nasiona warzyw, bulwy i owoce zawierają w suchej masie od 30 do 85% skrobi [2, 5]. Ziarno ryżu zawiera 1-3% tłuszczu, 8% białek i 80% skrobi [13]. Skrobia to połączenie dwóch frakcji polisacharydowych: amylozy i amylopektyny (rys. 1). Obie frakcje zbudowane są z cząsteczki glukozy, ale innego rozmiaru i kształtu. Amyloza jest frakcją mniejszą i jest definiowana jako linearna molekula jednostek $(1\rightarrow4)\text{-}\alpha\text{-D-glukopiranozy}$, której stopień polimeryzacji jest poniżej 500. Zawiera w swym składzie niewiele rozgałęzionych łańcuchów $(1\rightarrow6)\text{-}\alpha$. Amylopektyna jest zaś

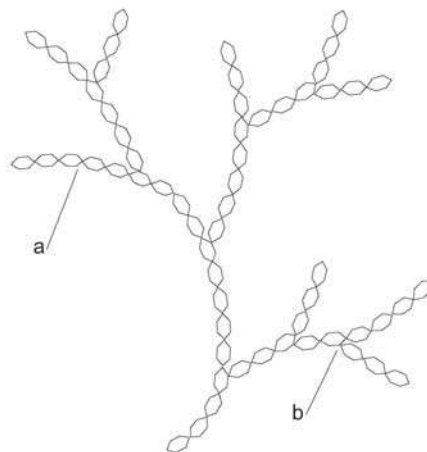
Tabela 1. Występowanie skrobi różnego pochodzenia

Table 1. The presence of starch of various origin

Surowiec skrobiowy	Występowanie
jęczmień, kukurydza, pszenica, ziemniaki	Ameryka Północna
banany, kukurydza	Ameryka Południowa
banany, sago, tapiok	Afryka
jęczmień, owies, pszenica, ziemniaki, żyto	Europa
ryż, kukurydza	Azja
kukurydza, palma	Australia

Źródło: Tomasiak P. 2000 [23]

cięższą, rozgałęzioną makromolekułą z wiązaniami $(1\rightarrow6)\text{-}\alpha$ i $(1\rightarrow4)\text{-}\alpha\text{-D-glukozy}$. Zawartość amylozy w skrobiach wynosi około 18-30%, z wyjątkiem skrobi z kukurydzy woskowej, która składa się w pełni z amylopektyny [2, 8]. Filmy i powłoki mogą być utworzone z każdego rodzaju skrobi zawierającej amylozę, gdyż linearna budowa ma większy wpływ na tworzenie połączeń między molekułami niż rozgałęziona struktura [5, 10].



Rys.1. Struktura skrobi: a) amyloza, b) amylopektyna.

Fig. 1. Structure of starch: a) amylose, b) amylopectine.

Źródło: Opracowanie własne

W zależności od rozmiaru, ziarna skrobi mogą być pogrupowane w 4 klasy wielkości:

- wielkie – ponad 25 μm np. skrobia ziemniaczana (41,5 μm) i pszenna (20,2 μm),
- średnie – od 10 do 25 μm np. skrobia z tapioki (15,6 μm), kukurydzy (13,8 μm),
- małe – od 5 do 10 μm np. skrobia z owsa, gryki, prosa ryżowego,
- bardzo małe – do 5 μm np. skrobia z amarantusa (3,0 μm), komosy ryżowej.

Oprócz klasyfikacji morfologicznej ziarna skrobi można uszeregować pod względem formy. Mogą mieć kształt owalny (eliptyczny), prostokątny, sferalny, eliptyczny, poligonalny, nieregularny, bądź kształt soczewki [8, 15].

Jak wykazał Molenda i wsp. [15] cechy morfologiczne decydują o właściwościach mechanicznych polisacharydów. Zbadano pięć rodzajów skrobi: ziemniaczaną, pszenną, kukurydzianą, tapiokową i amarantusową. Wszystkie różniły się wielkością i kształtem cząstek. Wykazano, że wraz ze wzrostem wymiarów ziaren zwiększa się ściśliwość i sypkość materiałów. Skrobie o największych cząstkach (ziemniaczana i pszenna) wykazywały oscylacje przebiegów naprężenia od odkształcenia. Skrobia tapiokowa i kukurydziana posiadały ziarna o podobnej wielkości, stąd ich większa ściśliwość, a więc krzywe naprężenia były do siebie bardzo zbliżone.

Najważniejszym źródłem skrobi na świecie jest kukurydza i jej udział w całkowitej produkcji stanowi 83%. Największym eksporterem, wytwarzającym ponad 60% skrobi są Stany Zjednoczone. Drugim, co do wielkości surowcem, z którego pozyskuje się skrobię jest pszenica. Mimo niewielkiego udziału w produkcji światowej (poniżej 7%), jest bardzo cenionym źródłem skrobi w Europie, dzięki sprzyjającym warunkom uprawy na tym terenie. Kolejne miejsca zajmują skrobia ziemniaczana – 6% i tapiokowa 4% [14, 15].

Ze względu na szereg zalet, które posiada skrobia (szeroko dostępna, odnawialna, będąca w stanie tworzyć ciągłą matrycę itd.), polimer ten jest jednym z najczęściej wykorzystywanych surowców do wytwarzania biodegradowalnych opakowań w postaci filmów i powłok. Charakteryzuje się on dobrymi właściwościami geometrycznymi i optycznymi. Powłoki i filmy ze skrobi są łatwo formowane, o pożądanej grubości, zazwyczaj bezbarwne lub mlecznobiałe (np. ze skrobi ryżowej). Dzięki temu można je łatwo barwić lub drukować. Transparentność błon może być wykorzystana również do uwydatniania świeżości owoców i warzyw. Pokrywanie jabłek filmami ze skrobi z dodatkiem wosków sprawia, że owoce są błyszczące i przyciągają uwagę konsumentów. Powłoki skrobiowe mają również dobre właściwości mechaniczne – dzięki dodatkowi plastyfikatora nie są kruche, nie łamią się i nie pękają. Do wad tego polisacharydu należy silny charakter hydrofilowy i słabe właściwości sorpcyjne (duża przepuszczalność dla pary wodnej), tendencja do retrogradacji i słaba rozpuszczalność w wodzie. Dlatego skrobia jest modyfikowana (najczęściej metodami chemicznymi, fizycznymi, enzymatycznymi lub ich kombinacjami) bądź wytwarzana w postaci natywnej [6, 7, 9, 13, 20]. Także modyfikacja genetyczna pozwala na uzyskanie

produktu (bądź produktów) o zmienionych właściwościach lub produktu dopasowanego do specyficznych celów [3]. Wśród właściwości fizykochemicznych najczęściej modyfikowana jest rozpuszczalność proszków skrobiowych w wodzie, temperatura żelowania, pęcznienie, właściwości lepkoplastyczne oraz temperatura zamrażania i rozmrażania skrobi [16].

MODYFIKACJA CHEMICZNA

W celu optymalnego wykorzystania skrobie są modyfikowane chemicznie. Uwydatnia to ich korzystne cechy lub daje możliwość na stworzenie produktów skrobiowych, które mają unikalne właściwości przydatne do różnego zastosowania. Najczęściej występujące kierunki modyfikacji chemicznej skrobi to:

- Stabilizowanie skrobi – proces polegający na wprowadzeniu do struktury skrobi podstawników tj. grupy estrowe [12, 17]. W rezultacie otrzymane skrobie są znacznie odporniejsze na retrogradację i synerzę podczas chłodzenia, zamrażania i rozmrażania kleików, mają obniżoną temperaturę kleikowania i zwiększoną lepkość. Ponadto otrzymywane kleiki charakteryzują się dużą przejrzystością.
- Sieciowanie skrobi, czyli wprowadzenie do struktury chemicznej skrobi dodatkowych wiązań z innych reagentów. Ma to na celu usztywnienie struktury polisacharydu. Wiele typów skrobi modyfikowanych jest produkowanych za pomocą sieciowania przy użyciu tlenku fosforu w celu zapobieżenia fragmentacji cząsteczek skrobi. Powstałe wiązania chemiczne wzmacniają cząsteczki budujące strukturę skrobi natywnej, co z kolei zapobiega przedwczesnemu pęcznieniu i niepożądanemu zniszczeniu granulek.
- Substituowanie skrobi – istnieje kilka pozytywnych działań wspomagających modyfikację substitutów. Pierwszym jest wprowadzenie grup funkcjonalnych. Dzięki temu wzrasta podobieństwo skrobi do wody, i w rezultacie uzyskujemy mniejszą temperaturę żelowania skrobi i lepsze nawodnienie. Ponadto produkt żelowania skrobi jest znacznie mniej twardy, ale jednocześnie mocny i wydaje się bardziej przejrzysty. Hydroksypropyloowane skrobie zazwyczaj dają filmy, które są czystsze i bardziej elastyczne w porównaniu do filmów ze skrobi natywnej.
- Utlenianie skrobi – proces prowadzący do poprawy właściwości adhezyjnych w powłokach nakładanych na materiały o luźnej konsystencji jak np. rzadkie ciasta. Głęboko mrożone powłoki do żywności jak np. powłoki do owoców morza, mięsa, ryb czy warzyw często kontaktują się ze skrobią utlenioną. Często też frytki są pokrywane cienką warstwą w celu poprawy jakości poprzez utrzymanie chrupkości po smażeniu. Idealne płynne roztwory powłokotwórcze powinny posiadać dużą siłę adhezji w stosunku do powierzchni żywności podczas mrożenia, jak i w trakcie zamrażania.
- Hydroliza kwasowa – w trakcie tego procesu otrzymuje się dekstryny i maltodekstryny. Te pierwsze są często używane w celu tworzenia powłok w różnych wariantach, zaczynając od produktów farmaceutycznych poprzez

słodycze i jadalne „spoiwa”. Tradycyjnie w procesie wytwarzania dekstryn stosowane jest suszenie. Dekstryny mogą być rozpuszczane w zimnej wodzie i mieć dobre zdolności do formowania filmów o wysokiej sile adhezji. Znalazły one zastosowanie w cukiernictwie. Dekstryny z tapioki i kukurydzy są używane jako glazura do czekolady. Także maltodekstryny są produkowane poprzez depolimeryzację skrobi. W przeciwieństwie do dekstryn, maltodekstryny są wytwarzane na mokro. Maltodekstryny są rozpuszczane w wodzie i mają dobre właściwości do formowania filmów. Tworzą powłoki o dobrych właściwościach barierowych dla tlenu [2, 5].

OTRZYMYWANIE SKROBI

Skrobia jest najważniejszym materiałem zapasowym występującym w różnych organach roślin. Szczególnie bogate w skrobię są bulwy ziemniaka, kolby kukurydzy i ziarna zbóż. Niezależnie od gatunku rośliny i rodzaju skrobi, do izolacji tego polisacharydu stosuje się metody kombinowane, to jest mechaniczne w połączeniu z chemicznymi [1, 13].

Lin i wsp. [13] otrzymywali skrobię z ryżu siewnego indyjskiego i japońskiego. Ziarna mielono, oczyszczano i zanurzano w wodzie w temperaturze pokojowej na 12 h, a następnie suszono. Skrobię ekstrahowano także z mąki ryżowej poprzez zanurzenie na okres pół doby w roztworze 0,2% zasady sodowej. Obie skrobie połączone, mieszając przez 5 minut w temperaturze pokojowej. Następnie mieszaninę przemyto kilkakrotnie w wodzie destylowanej do osiągnięcia pH 6-7 i suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 45°C przez 48 godzin – do osiągnięcia wilgotności 13%.

Lin i wsp. [13] pozyskiwali skrobię z ryżu indyjskiego i japońskiego także drugim sposobem. 40 gramów skrobi było moczone w fosforanie sodowym. Roztwór podgrzano do 50°C i ogrzewano przez 30 minut cały czas mieszając. Uzyskaną mieszaninę o pH 6,0 filtrowano. Wyizolowaną czystą skrobię suszono w temperaturze 45°C przez 48 h w suszarce próżniowej. Uzyskano susz o wilgotności 5-10%.

Podobną metodę stosował Yuan i wsp. [26]. Bulwy *D. nipponica* Makino (pochryzn) były rozcinane w celu wyodrębnienia pewnych niekorzystnych fragmentów i myte w wodzie. Następnie cięto je na plasterki o grubości 3 i 5 mm i suszono do uzyskania stałej masy. Małe plasterki inkubowano w 0,2% roztworze zasady sodowej (pH 10-11) przez 24 h, po czym filtrowano przez membranę 150 µm. Dodawano 95% etanol. Następnie frakcje skrobi były przemywane wodą destylowaną – do czasu uzyskania neutralnego odczynu. Otrzymaną skrobię suszono w 50°C do momentu, w którym została uzyskana stała masa.

Kong i wsp. [11] ekstrahowali skrobię z ziaren amarantusa. Nasiona suszono w suszarce w temperaturze 40°C przez 48 h a następnie mielono je na mąkę. Próbkę mąki była zanurzana w 0,25% wodnym roztworze zasady sodowej i przechowywana przez 24 godziny w temperaturze 5°C. Kolejną zawiesinę mieszano przez 3 min., po czym filtrowano ją przez sita: 60 (250 µm), 100 (149 µm), 270 (53 µm) i 400 (37 µm). Zawiesinę przemywano podwójnie dejonizowaną wodą do momentu całkowitego wypłukania skrobi. W ciągu 25 min. odwirowano 3 kg przesącza. Po usunięciu białka warstwę skrobi zmieszano ponownie z wodą podwójnie

dejonizowaną i postępowano jak wcześniej. Procedurę powtórzono trzykrotnie. Wyekstrahowaną skrobię suszono w suszarce o temperaturze 40°C, mielono i przesiewano na sitach 70 (212 µm).

OTRZYMYWANIE POWŁOK SKROBIOWYCH

Jadalne filmy i powłoki mogą być tworzone według następujących mechanizmów:

- prosta koacerwacja – rozpuszczający się w wodzie hydrokoloid jest wytrącany lub po odparowaniu rozpuszczalnika (suszenie) następuje zamiana fazy, w której się znajduje. Do mieszaniny powłokotwórczej jest dodawany nieelektrolityczny roztwór tj. np. etanol.
- kompleksowa koacerwacja – dwa rozpuszczalne w wodzie hydrokoloidy, o przeciwnych ładunkach elektrycznych, mieszają się powodując w ten sposób interakcje i wytrącenie się kompleksu polimerowego.
- żelowanie lub termiczna koagulacja – podgrzewanie makromolekuły prowadzi do jej denaturacji.

Filmy mogą być również otrzymywane standardowymi technikami tj. ekstruzją, wylewanie, termiczne formowanie. Filmy są najczęściej tworzone przez suszenie roztworu powłokotwórczego w suszarkach bębnowych, termoformowanie lub ekstruzję na gorąco [7].

Ghanbarzadeh i wsp. [6] wytwarzali powłoki ze skrobi kukurydzianej o wilgotności 12%. Rozpuszczano 5 gramów skrobi w 100 ml wody destylowanej. Dodawano 2 ml glicerolu i 0, 5, 10, 15 lub 20% kwasu cytrynowego względem zawartości skrobi. Całość mieszano w temperaturze pokojowej przez 5 min. Następnie mieszaninę ogrzewano w łaźni wodnej w temperaturze 90°C przez 30 min. z wytrząsaniem o amplitudzie 500 rpm. Tak otrzymany roztwór powłokotwórczy ochładzano i wlewano po 50 ml na płytki Petriego o średnicy 75 mm. Otrzymano błony o grubości $0,08 \pm 0,01$ mm, które następnie suszono w temperaturze 60°C do odparowania rozpuszczalnika.

Torres i wsp. [24] otrzymywali powłoki z 12 rodzajów skrobi natywnej pochodzącej z roślin andyjskich. Były to: biała marchew, ciecierzycy, banan, maniok jadalny, szczawik bulwiasty i kilka rodzajów ziemniaków, wśród nich m.in. słodki ziemniak i ziemniak złoty. Powłoki skrobiowe były otrzymywane metodą wylewania. Skrobię mieszano z wodą destylowaną (5% skrobi względem wody). Część roztworu hydrolizowano rozcieńczonym kwasem solnym – do uzyskania pH 2,0. Dodawano glicerol w proporcji 2:5 (glicerol : skrobia). Mieszaninę skrobi homogenizowano i mieszano przez 15 min. w temperaturze 95°C. Następnie roztwór neutralizowano rozcieńczonym wodorotlenkiem sodu (0,1 N) – do chwili zatrzymania procesu hydrolizy. Roztwór powłokotwórczy skrobi wylano na płytki Petriego i umieszczono w suszarce. Suszono w temperaturze 40°C przez 16 h do uzyskania powłok o grubości 200 µm.

Również Singh i wsp. [21] wytwarzali powłoki poprzez wylewanie. Źródłem skrobi była fasola. 5% skrobi mieszano z wodą destylowaną, dodawano 30% glicerolu i przez 5 min. mieszano przy pomocy mieszadła magnetycznego, a następnie

podgrzewano w temperaturze 90°C przez 10 min. ciągle mieszając z częstotliwością 300 rpm. Roztwór ochładzano do temperatury 50°C. Odmierzano po 6,2 gramów mieszaniny i wylewano na plastikowe płytki Petriego o średnicy 8,5 cm. Suszono w temperaturze 40°C przez 24 h. Otrzymane filmy przechowywano w higrostatkach z tlenkiem fosforu (V).

Metodę wylewania zastosowali także Wu i wsp. [25]. Do skrobi ziemniaczanej (o 17% zawartości amylozy) dodawali agar i wodę destylowaną. Zawartość skrobi wynosiła: 3,3; 3,2; 3,0; 2,8; 2,7; 2,5; 2,3 i 0%. Zawartość agaru była odwrotnie proporcjonalna do skrobi: 0; 2,3; 2,5; 2,7; 2,8; 3,0; 3,2; 3,3%. Do wszystkich próbek dodawano 240 g. wody destylowanej i po 2 g. glicerolu. Mieszano i ogrzewano w temperaturze $95 \pm 5^\circ\text{C}$ przez 30 min. Otrzymane jednolite, homogeniczne roztwory błonotwórcze zostały odgazowane w próżni w celu usunięcia rozpuszczonego w nich powietrza i wylane na akrylowe płytki o wymiarach 18 x 27 cm. Roztwory suszono w temperaturze 50°C przez 10 h.

ZASTOSOWANIE

Powłoki mogą być aplikowane na powierzchnię produktu dowolną metodą, np. poprzez zanurzenie (najczęściej stosowane do żywności, która wymaga kilku warstw powłokotwórczych – laminatów), spryskanie (zazwyczaj w celu rozdzielenia dwóch warstw) i polewanie produktu. Dla produktów mięsnych jest używana metoda zalewania za pomocą specjalnej maszyny funkcjonującej jak wodospad [5].

Filmy są wytwarzane poza produktem i dopiero później na niego nanoszone. Mogą być aplikowane w postaci laminatów skrobiowych z dodatkiem innych składników tj. tłuszczu. Wadami podwójnych filmów skrobiowych jest ich skłonność wraz z upływem czasu do delaminacji, tworzenia się dziur, pęknięć i szczelin, oraz słabe siły kohezji. Filmy takie są często kruche i niepraktyczne w zastosowaniu do wielu składników żywności [14].

Sukcesywny rozwój jadalnych filmów i powłok jest oparty na specyficznych właściwościach funkcjonalnych polimerów. Dodatek komponentów wchodzących w ich skład tj. plastyfikatorów, stabilizatorów, tłuszczów, białek w optymalnej koncentracji i we właściwej kolejności ma wpływ na właściwe zastosowanie [14] tych powłok.

Skrobia i jej pochodne są wykorzystywane w przemyśle spożywczym między innymi jako zagęstniki, zmiękczacze, stabilizatory, substancje żelujące, dietetyczne, zamienniki tłuszczu i środki modyfikujące strukturę w procesie technologicznym [13]. Skrobia dodawana jest także m.in. do zup, sosów (również mięsnych), płatków śniadaniowych, muffinów, ciasteczek, przekąsek, makaronów, dresingów, kremów i produktów mlecznych [11, 22].

PODSUMOWANIE

Przemysł spożywczy wymaga użycia wielu materiałów opakowaniowych i nawet niewielka redukcja ich ilości ma istotne znaczenie w ograniczeniu masy i objętości wytwarzanych odpadów [14]. Jednym z najważniejszych polisacharydów używanych do wytwarzania biodegradowalnych i/lub jadalnych filmów zastępujących plastikowe opakowania do żywności jest właśnie skrobia [6].

Filmy i powłoki skrobiowe cieszą się zainteresowaniem wśród konsumentów od wielu lat i są przez nich bardziej akceptowane niż pochodne ropy naftowej - polimerowe tworzywa sztuczne. Jadalne i/lub biodegradowalne filmy i powłoki mogą mieć bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Mogą zapobiec nadmiernemu używaniu opakowań i/lub pełnić funkcję izolującą między dwiema lub więcej warstwami produktu.

Pokrywanie mięsa powłokami skrobiowymi ma na celu ochronę przed utratą wilgoci, poprawę właściwości organoleptycznych, zapewnienie stabilności mikrobiologicznej, oraz ochronę przed autooksydacją tłuszczów [2, 4, 5, 19]. Powłoki na bazie skrobi można stosować również do proszków, nasion i innych produktów żywnościowych. Nadają się one także do mikrokapsułkowania aromatów i powlekania produktów świeżych i minimalnie przetworzonych, a w szczególności owoców i warzyw. Powłoki jadalne z dodatkiem skrobi mogą poprawiać połysk wielu owoców np. jabłek, cytryn, pomarańczy, owoców mango itp., a także uwydatniać cechy sensoryczne i teksturalne [7, 18].

LITERATURA:

- [1] **ARAUJO-FARRO P., PODADERA G., SOBRAL P.J.A., MENEGALLI F. C. 2010.** Development of films based on quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willdenow) starch. *Carbohydrate Polymers*, 81, 839-848.
- [2] **BALDWIN E.A., HAGENMAIER R., BAI J. 2012.** Edible coatings and films to improve food quality. USA.
- [3] **BERSKI W., PTASZEK A., PTASZEK P., ZIOBRO R., KOWALSKI G., GRZESIK M., ACHREMOWICZ B. 2011.** *Pasting and rheological properties of oat starch and its derivatives.* *Carbohydrate Polymers*, 83, 665-671.
- [4] **CUTTER C. N., SUMNER S. S. 2002.** *Application of edible coatings on muscle foods.* In: protein-based films and coatings, ed. by A. Gennadios, CRC Press LLC, Boca Raton, Floryda.
- [5] **EMBUSCADO M. E., HUBER K. C. 2009.** Edible films and coatings for food applications, USA.
- [6] **GHANBARZDEH B., ALMASI H., ENTEZAMI A. A. 2011.** *Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: Effect of citric acid and carboxymethyl cellulose.* *Industrial Crops and Products*, 33, 229-235.
- [7] **GUILBERT S., GONTARD N., GORRIS L.G.M. 1996.** *Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings.* *LWT – Food Science and Technology*, 29, 1996, 10-17.
- [8] **HOOVER R., HUGHES T., LIU Q. 2010.** *Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: A review.* *Food Research International*, 43, 399-413.

- [9] **JAYAKODY L., HOOVER R., LIU Q., DONNER E. 2009.** *Studies on tuber starches III. Impact of annealing on the molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea sp.*) starches grown in Sri Lanka.* Carbohydrate Polymers, 76, 145-153.
- [10] **KONG X., BAO J., CORKE H. 2009.** *Physical properties of Amaranthus starch.* Food Chemistry, 113 (2), 371-376.
- [11] **KOKOSZKA S., LENART A. 2009.** *Wpływ dodatku skrobi na kinetykę adsorpcji i właściwości mechaniczne powłok sojowych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 12-15.
- [12] **KRYSIŃSKA P., GAŁKOWSKA D., FORTUNA T. 2008.** *Charakterystyka układów skrobi modyfikowanych uzyskanych z kukurydzy woskowej.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 5 (60), 9-23.
- [13] **LIN Q., XIAO H., FU X., TIAN W., LI L., YU F. 2011.** *Physico-chemical properties of flour, starch, and modified starch of two rice varieties.* Agricultural sciences in China, 10(6), 960-968.
- [14] **LIU Z. 2005.** *Edible films and coatings from starches,* in Innovations in Food Packaging ed. by Jung Han. Elsevier Academic Press, 319-351.
- [15] **MOLENDAM M., STASIAK M., HORABIK J., FORMAL J., BŁASZCZAK W., ORNOWSKI A. 2006.** *Microstructure and mechanical parameters of five types of starch.* Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 15/56 (2), 161-168.
- [16] **NWOKOCHA L.M., AVIARA N.A., SEAN Ch., WILLIAMS P.A. 2009.** *A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches.* Carbohydrate Polymers, 76, 362-367.
- [17] **PAL J., SINGHAL R. S., KULKARNI P. R. 2002.** *Physicochemical properties of hydroxypropyl derivative from corn and amaranth starch.* Carbohydrate Polymers, 48, 49-53.
- [18] **PETERSEN K., NIELSEN V. P., BERTELSEN G., LAWTHORP M., OLSEN M. B., NILSSON N. H., MORTENSEN G. 2011.** *Potential of biobased materials for food packaging.* Trends Food Science Technology, 10, 52-68.
- [19] **SIKORA M., KOWALSKI S., TOMASIK P., SADY M. 2007.** *Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch-xanthan gum combinations.* Journal of Food Engineering, 79, 1144-1151.
- [20] **SINGH J., KAUR L., MCCARTHY O. J. 2007.** *Factors influencing the physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications – a review.* Food Hydrocolloids, 21 (1), 1-22.
- [21] **SINGH N., BELTON P. S., GEORGET D. M. R. 2009.** *The effects of iodine on kidney bean starch: films and pasting properties.* International Journal of Biological Macromolecules 45, 116-119.
- [22] **THIRATHUMTHAVORN D., CHAROENDRIN S. 2006.** *Thermal and pasting properties of native and acid-treated starches derivatized by 1-octenyl succinic anhydride.* Carbohydrate Polymers, 66, 2006, 258-265.
- [23] **TOMASIK P. 2000.** *Polisacharydy skarb nadchodzącego tysiąclecia.* Niedzialki, 34 (1), 2-7.
- [24] **TORRES F. G., TRONCOSO O. P., TORRES C., DÍAZ D. A., AMAYA E. 2011.** *Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops.* International Journal of Biological Macromolecules, 48, 603-606.
- [25] **WU Y., GENG F., CHANG P. R., YU J., MA X. 2009.** *Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film.* Carbohydrate Polymers, 76, 299-304.
- [26] **YUAN Y., ZHANG L., DAI Y., YU J. 2007.** *Physicochemical properties of starch obtained from *Dioscorea nipponica* Makino comparison with other tuber starches.* Journal of Food Engineering, 82, 436-442.

STARCH AS A COMPONENT OF EDIBLE COATINGS

SUMMARY

Polyethylene and its copolymers were discovered at the end of nineteenth century. Several decades later, when they were used for food packaging, they became worldwide known. The edible films and food coatings made from starch, show potential to become as popular as copolymers. This is due to many advantages they possess. The coatings formed from starch are tasteless, odorless and they do not cause allergy. Moreover they are cheap to manufacture, comprehensively available and biodegradable. This all means that they can be used for extended spectrum of food coatings. Starch coatings and films are used for example as raw materials. It results in chemical, physical or genetical modification of starch and easiness to their retrieve. There are lots of possibilities that are helpful in obtaining edible and/or biodegradable packagings from starch. One of most popular techniques of acquiring is casting. Application on a output consist of either spraying, immersing or coating one or several layers. Waxes, flavors, colors, which include starch, are usually more attractive for customers as well as more environmentally friendly.

Key words: starch, starch coatings, packaging.