

Filmy i powłoki ochronne do serów

Protective films and coating to cheeses

Sabina Galus¹

Mariusz Śiwiński²

¹ Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

² Instytut Innowacji Przemysłu Mleczarskiego Sp. z o.o., Mrągowo

Streszczenie

Ochrona powierzchni surowców i żywności stwarza możliwości znacznego wydłużenia jej przydatności do spożycia. W technologii mleczarstwa powlekanie serów warstwą parafiny stosowano od dawna, głównie w celu ograniczenia nakładów na pielęgnację serów w czasie ich dojrzewania oraz zabezpieczania ich przed osuszką i pleśnieniem. Jednakże warstwy parafinowe bądź woskowe są niejadalne. Filmy i powłoki otrzymywane z polimerów naturalnych: białek, polisacharydów i/lub tłuszczów cechuje również jadalność. W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę biopolimerowych, ochronnych filmów i powłok jadalnych oraz możliwości przedłużenia trwałości serów.

Słowa kluczowe: powłoka jadalna • film jadalny • ser • powlekanie żywności

Summary

The application of coating technology to food products provides opportunities to extend their shelf life. Films and coatings are derived from natural polymers: proteins, polysaccharides and/or lipids, which are characterized as edible. The coating of cheeses with a thin layer of paraffin was used for a long time, mainly in order to protect them from weight loss, growth of mould and mechanical damage. However, the paraffin or wax layer are non-edible. In this work, characteristics of the biopolymer, protective edible films and coating and their application to cheeses to extend their durability as an alternative to the generally applicable non-edible films were presented.

Wpłynęło: 11-07-2014

Zaakceptowano: 21-08-2014

Opublikowano on-line: 01-09-2014

Key words: edible coating • edible film • cheese • food coating

Adres do korespondencji:

dr inż. Sabina Galus
Katedra Inżynierii Żywności
i Organizacji Produkcji,
Wydział Nauk o Żywności, Szkoła
Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159 c,
02-776 Warszawa
e-mail: sabina_galus@sggw.pl

Wstęp

Zainteresowanie technologią powlekania żywności wynika z coraz większej jej popularności jako żywności wygodnej, minimalnie przetworzonej oraz z poszukiwań metod przedłużania jej trwałości. Istotna jest również konieczność zmniejszenia ilości odpadów poprzez użycie nowych, biodegradowalnych opakowań z naturalnie występujących materiałów, które zastępują materiały syntetyczne. Takim rozwiązaniem mogą być filmy i powłoki jadalne. Przyczyniają się one do zabezpieczenia żywności przed utratą składników i mogą spowalniać niepożądane zmiany w artykułach żywnościowych. Skuteczność z jaką działają powłoki jadalne związana jest z ich składem i możliwością kontroli szybkości przenikania molekularnego składników mieszaniny z wewnątrz i na zewnątrz opakowania [13].

Pierwsze zastosowania procesu powlekania zostały odnotowane w XII wieku, kiedy to w Chinach zaczęto stosować воск do ochrony powierzchni pomarańczy i cytryn w celu zmniejszenia ubytków masy. W XVI wieku produkty spożywcze pokrywano tłuszczem, aby kontrolować straty wilgoci. W Stanach Zjednoczonych od 1930 roku była stosowana parafina do ochrony owoców cytrusowych, a od 1950 roku stosowane są do ochrony świeżych owoców i warzyw воск carnauba i emulsja typu olej w wodzie [1]. Obecnie, powłoki jadalne mają coraz szersze zastosowania, wliczając osłonki do wyrobów wędliniarskich i powłoki czekoladowe do orzechów i wyrobów cukierniczych.

Sery wytwarzane są z mleka poprzez wytrącenie tłuszczu i białek w postaci skrzepu, który poddawany jest dalszej obróbce technologicznej. W czasie dojrzewania zachodzi wiele zmian, które wpływają bezpośrednio na smak, konsystencję i strukturę sera, jak również na jego trwałość, która może być ograniczona w zależności od warunków dojrzewania i przechowywania. Zastosowanie filmu lub powłoki stwarza możliwości przedłużenia trwałości serów, głównie poprzez ograniczenie rozwoju niepożądanego mikroflory na powierzchni oraz obniżeniu ubytków wilgoci. Należy nadmienić, że powszechnie stosowane powłoki parafinowe bądź woskowe są niejadalne, a tym samym istnieje konieczność ich usunięcia przed konsumpcją.

Celem pracy była charakterystyka jadalnych filmów i powłok biopolimerowych, które w połączeniu z substancjami przeciwdrobnoustrojowymi stanowią rodzaj opakowania aktywnego wpływając na zachowanie jakości serów w czasie ich przechowywania.

Powłoki i filmy jadalne

Powłoki formowane są bezpośrednio na produkcie, natomiast filmy, to niezależne struktury otrzymane poza produktem w postaci folii [7]. W ostatnich latach produkty powlekane stanowią coraz większy udział wśród produktów na rynku żywności. Rozróżnić można dwa rodzaje powłok:

- mokre formowane m.in. na owocach, warzywach, serach, wyrobach wędliniarskich,
- suche w formie posypek, otoczek, mikrokapsulek.

W zależności od zastosowanych materiałów powłokotwórczych powłoki mogą być jadalne i spożywane razem z serem. Natomiast powłoki niejadalne powinny być oddzielone od produktu przed konsumpcją.

Cel powlekania serów

Ochrona powierzchni serów ma duże znaczenie w technologii ich produkcji z uwagi na:

- ograniczenie pracochłonności związanej z pielęgnacją serów,
- zabezpieczenie przed wpływem niepożądanego mikroflory.
- ograniczenie ubytku wilgoci w czasie dojrzewania,
- ochrona sera przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- możliwość produkcji serów bez skórki,
- poprawę estetyki wyglądu serów.

Zastosowanie jadalnej powłoki na powierzchni sera wpływa na wytworzenie określonej atmosfery ochronnej, zbliżonej składem do atmosfery, w której pakowane są produkty spożywcze. Poprzez stworzenie określonych warunków ochronnych powlekane sery są chronione od momentu wytworzenia powłoki do konsumpcji [2]. W przypadku zastosowania filmu lub powłoki o działaniu przeciwdrobnoustrojowym, np. z dodatkiem natamycyny lub nizininy, stopniowe uwalnianie

Tabela 1. Materiały stosowane do produkcji filmów i powłok jadalnych [9].

Table 1. The materials used for the production of edible films and coatings.

Materiały powłokotwórcze	Białka: kolagen, żelatyna, kazeina, białka serwatkowe, zeina, gluten, pszeniczny, białka sojowe, białka jaja, włókna mięśniowe ryb, białka sorgo, białka grochu, białka otrąb ryżowych, białka bawełny, białka orzechów ziemnych, keratyna Polisacharydy: skrobia, skrobia modyfikowana, celuloza modyfikowana (CMC, MC, HPC, HPMC), alginiany, karagen, pektyna, pullulan, chitozan, guma, guma ksantanowa Tłuszcze: woski (pszczeni, carnauba, candelilla, otrąb ryżowych, parafina), żywice (szelak, terpeny), acetoglicerole
Plastyfikatory	Glicerol, glikol propylenowy, sorbitol, sacharoza, glikol polietylenowy, syrop kukurydziany, woda
Dodatki funkcjonalne	Przeciwutleniające, związki przeciwdrobnoustrojowe, związki odżywcze, nutraceutyczne, farmaceutyczne, związki zapachowe, barwniki
Inne dodatki	Emulgatory (lecytyna), emulsje tłuszczowe (woski jadalne, kwasy tłuszczowe)

aktywnego składnika w czasie przechowywania wpływa na zachowanie trwałości sera [10].

Materiały powłokotwórcze

Filmy i powłoki jadalne można tworzyć w wyniku zastosowania różnych składników oraz technik powlekania. Materiałami, wykorzystywanymi jako składniki powłokotwórcze są naturalne polimery, takie jak: białka, polisacharydy, tłuszcze, woski i żywice (Tabela 1). Z grupy węglowodanów wykorzystywane są liczne formy celulozy oraz skrobia i produkty jej hydrolizy, pektyny, alginiany i gumy roślinne. Białkami najczęściej stosowanymi są: albuminy, zeina, białko sojowe, białka mleka i kolagen. Składnikami lipidowymi jadalnych powłok mogą być wyższe kwasy tłuszczowe i ich estry, mono-, di- i triglicerydy oraz воск pszczeli, воск carnauba, a także szelak będący jadalną żywicą. Powłoki wytworzone z jednego polimerowego składnika są często kruche i łamliwe. Aby temu przeciwdziałać do rozтворu powłokotwórczego wprowadzany jest plastyfikator w celu utworzenia elastycznej struktury.

Z uwagi na skład serów celowym staje się zastosowanie białek mleka jako substancji powłokotwórczych, wśród których wyróżnia się kazeinę i białka serwatkowe. Filmy i powłoki na bazie białek mleka cechują dobre właściwości mechaniczne oraz barierowość dla tlenu, lipidów i związków lotnych oraz niska barierowość dla wody, co wynika z ich hydrofilowej natury [19]. Barierowość wobec wody można poprawić poprzez wprowadzenie do powłok substancji hydrofobowych takich jak oleje jadalne lub inne tłuszcze [12]. Istnieją dwa sposoby występowania substancji tłuszczowej w powłoce, laminaty (tłuszcz jest oddzielną warstwą) i emulsje (tłuszcz jest jednolicie rozproszony w powłoce). Należy nadmienić, że zastosowanie powłok z substancji innych niż białka mleka również skutecznie chroni powierzchnię serów co potwierdzają wyniki badań [3, 15].

Wytworzenie filmów i powłok złożonych z kilku składników stwarza możliwości regulowania ich właściwości użytkowych. Generalnie filmy białkowe wykazują lepsze właściwości mechaniczne niż węglowodanowe. Zastosowanie kilku materiałów i ich wzajemne oddziaływanie w czasie tworzenia struktury filmu podczas suszenia warunkują właściwości barierowe, mechaniczne i strukturalne filmów wpływając na ich efektywność po powleczeniu. Stosowanie kilku składników jest jedną z metod poszukiwań materiałów powłokotwórczych o kontrolowanych właściwościach fizycznych [8, 14].

Metody powlekania

Powłoki formowane są z płynnej mieszaniny składników bezpośrednio na osuszonej powierzchni sera, poprzez zanurzenie w mieszaninie powłokotwórczej, poprzez pokrycie przez rozpylenie lub smarowanie. Wyróżnić można również powlekanie serów przez polewanie oraz rozpylenie elektrostatyczne [20]. W zależności od zastosowań powłoki mogą być wilgotne lub suche. Proces powlekania prowadzony jest w odpowiedniej temperatu-

rze w celu zapewnienia płynności składników, wytworzenia określonej grubości i równomiernego pokrycia (m.in. warstwy z woskiem). Końcowym etapem jest suszenie, którego czas uzależniony jest od składu mieszaniny, grubości warstwy, temperatury i wilgotności względnej środowiska. Powlekania serów może odbywać się systemem ręcznym periodycznym, stosowane są również odpowiednie urządzenia zwane powlekarkami, m.in. powlekarka strumieniowa, która może pracować w systemie ciągłym [11]. Zhong i wsp. [20] badali skuteczność powlekania sera Mozzarella czterema metodami: zanurzeniową, polewania, rozpylenia i elektrostatycznego rozpylenia. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że powłoki otrzymane metodą rozpylenia i rozpylenia elektrostatycznego miały najniższą grubość, natomiast bardziej homogeniczną powierzchnią cechowały powłoki otrzymane przez zanurzenie lub polewanie serów.

Powlekanie serów

Obecnie w przemyśle mleczarskim stosowane są powłoki serowarskie, które otrzymuje się z wodnych emulsji polioliactanów z zastosowaniem dodatków funkcjonalnych, takich jak barwniki lub substancje aktywne. Popularna jest wciąż parafina w postaci wosku plastycznego stosowana do powlekania serów podpuszczkowych dojrzewających. W literaturze naukowej opublikowano w ostatnim czasie prace w których przedstawiono biopolimerowe powłoki jadalne, w celu wydłużenia terminu przydatności do spożycia różnych rodzajów sera jako alternatywę do obecnie stosowanych warstw niejadalnych (Tabela 2).

Wyniki badań Zhong i wsp. [20] dotyczące powlekania sera Mozzarella powłokami z alginianu sodu, izolatu białek serwatkowych i chitozanu wykazały, że stosowanie powłoki z alginianu jest najkorzystniejsze z uwagi na przyleganie i zachowanie barwy sera w czasie 14 dniowego przechowywania chłodniczego. Sery powlekane wykazały niższą twardość w porównaniu z serem kontrolnym. Natomiast powlekanie sera Mozzarella powłokami z alginianu sodu z dodatkiem substancji aktywnych (sorbinian potasu, benzoosan sodu, mleczań wapnia, askorbinian potasu) wpłynęło na poprawę ogólnej jakości sera w czasie 5 dniowego przechowywania w warunkach chłodniczych, zaś po 10 dniach akceptowalnie sensoryczne były tylko sery z powłokami zawierającymi sorbinian potasu lub benzoosan sodu. Powlekanie nie miało wpływu na wzrost bakterii *Pseudomonas* spp. W przeciwieństwie do wzrostu bakterii *Enterobacteriaceae*, który został obniżony jedynie wskutek powłoki z dodatkiem sorbinianu potasu i benzoosan sodu [15]. Natomiast badania Conte i wsp. [4] wykazały, że powlekanie sera Mozzarella powłokami na bazie alginianu sodu z dodatkiem lizozymu i wersenianu disodowego wpłynęło istotnie na obniżenie wzrostu bakterii *Pseudomonas* spp. w czasie 8 dniowego przechowywania w warunkach chłodniczych. Ponadto, ser powlekany posiadał dobrą jakość sensoryczną wskazując, że zastosowanie proponowanych powłok wpływa korzystnie na wydłużenie

Tabela 2. Przykłady dostępnych w literaturze możliwości powlekania serów.**Table 2.** Examples available in the literature the possibility of cheese coating.

Rodzaj sera	Substancje powłokotwórcze	Plastyfikator	Funkcjonalne substancje dodatkowe	Metoda powlekania	Źródło
Mozzarella	Chitozan, alginian sodu, izolat białek serwatkowych	Glicerol	-	Zanurzeniowa, polewanie, rozpylenie, rozpylenie elektrostatyczne	[20]
Mozzarella	Alginian sodu	-	Sorbinian potasu, benzoesan sodu, mleczan wapnia, askorbinian potasu	Zanurzenie	[15]
Mozzarella odtłuszczony	Alginian sodu, chlorek wapnia	-	Sorbinian potasu	Zanurzenie	[16]
Ser 'Fior di Latte' typu Mozzarella	Alginian sodu, kwas mlekowy	-	Lizozym, wersenian disodu	Zanurzenie	[4]
Ricotta	Chitozan, białka serwatkowe	-	-	Zanurzenie	[5]
Ser podpuszczkowy z portugalskiego regionu Saoio	Izolat białek serwatkowych, guma arabska, Tween20, olej słonecznikowy	Glicerol	Natamycyna, kwas mlekowy, chitoooligosacharydy	Zanurzenie	[18]
Ser podpuszczkowy z portugalskiego regionu Saoio	Chitozan, kwas mlekowy, Tween80	Glicerol	Natamycyna	Zanurzenie	[6]
Ser podpuszczkowy z portugalskiego regionu Saoio	Chitozan, galaktomannan, olej kukurydziany, Tween80, kwas mlekowy	Glicerol, sorbitol	-	Smarowanie	[2]
Emental	Chitozan	-	-	Zanurzenie	[3]
Ser mongolski	Chitozan, skrobia z fasoli mung, skrobia kasztanowa	Glicerol, olej z pachnotki	-	Smarowanie	[17]

terminu przydatności do spożycia. Podobnie badania Mastromatteo i wsp. [16] wykazały, że zastosowanie powłok alginianowych z dodatkiem sorbinianu potasu oraz pakowania w atmosferze ochronnej istotnie wpływa na wydłużenie przydatności do spożycia poprzez zahamowanie wzrostu bakterii i pleśni oraz obniżenie strat masy w czasie przechowywania.

Chitozan jest polisacharydem o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, który jest proponowany jako skuteczna substancja powłokotwórcza dla wielu surowców i artykułów spożywczych. Coma i wsp. [3] uzyskali 10-krotnie niższy wzrost kolonii bakterii *L. innocua* na powierzchni sera ementalnego pokrytego chitozaniem, w porównaniu do sera kontrolnego, w czasie przechowywania w temperaturze 37°C przez 36 godzin, jak również brak wzrostu kolonii po 132 godzinnym przechowywaniu. Fajardo i wsp. [6] zastosowali chitozan w połączeniu z natamycyną jako powłokę przedłużającą trwałość półtwardego sera podpuszczkowego z portugalskiego regionu Saloio. Badania wykazały, że powlekanie sera wpłynęło na zahamowanie wzrostu mikroflory *A. Niger*,

P. crustosum, *P. roquefortii* i *P. commune* oraz ograniczenie ubytków wilgoci w czasie przechowywania. Stopniowe uwalnianie natamycyny z filmu chitozanowego na powierzchni sera stanowi aktywność przeciwdrobnoustrojową powłoki w czasie przechowywania. Trwałość i stabilność mikrobiologiczna sera została przedłużona przez zastosowanie powłok serwatkowych z dodatkiem natamycyny, kwasu mlekowego i chitoooligosacharydów [18], jak również powłok z chitozanu i galaktomannanu [2].

Zastosowanie powłoki chitozanowo - serwatkowej jako aktywnego składnika na powierzchni sera Ricotta wpłynęło istotnie na obniżenie wzrostu mikroorganizmów mezofilnych i psychrofilnych. Analiza sensoryczna nie wykazała różnic w barwie, smaku i zapachu sera z powłoką i bez powłoki, jedynie tekstura sera powlekanego była oceniona jako bardziej pożądana [5]. Podobnie, powłoki chitozanowo - skrobiowe wpłynęły istotnie na obniżenie wzrostu mikroflory i ubytków masy sera podpuszczkowego [17].

Podsumowanie

Powlekanie serów powłokami i filmami jadalnymi otrzymanymi z naturalnie występujących polimerów, wpływa na zachowanie ich jakości w czasie dojrzewania i przechowywania. Dodanie substancji o działaniu przeciwdrobnoustrojowym do powłoki jadalnej wytworzonej na powierzchni sera, tworzy rodzaj jadalnego opakowania aktywnego. Z uwagi na stopniowe uwalnianie substancji aktywnej kontrolowany może być rozwój mikroflory na powierzchni sera.

Literatura:

1. Cagri A., Ustunol Z., Ryser E.T. Antimicrobial edible films and coatings. *J. Food Prot.*, 2004, 67, 833-848.
2. Cerqueria M.A., Sousa-Gallagher M.J., Macedo I., Rodriguez-Aquilar, Souza B.W.S., Teixeira J.A., Vincente A.A. Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of "Regional" cheese. *J. Food Eng.*, 2010, 97, 87-94.
3. Coma V., Martial-Gros S., Garreau S., Copinet A., Salin F., Dechamps A. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *J. Food Sci.*, 2002, 67 (3), 1162-1169.
4. Conte A., Gammariello D., Di Giulio S., Attanasio M., Del Nobile M.A. Active coating and modified-atmosphere packaging to extend the shelf life of Fior di Latte cheese. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92, 887-894.
5. Di Pierro P., Sorrentino A., Mariniello L., Giosafatto C.V.L., Porta R. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2011, 44, 2324-2327.
6. Fajardo P., Martins J.T., Fucinos C., Pastrana L., Teixeira J.A., Vincente A.A. Evaluation of a chitosan-based edible film as carrier of natamycin to improve the storability of Saloio cheese. *J. Food Eng.*, 2010, 101, 349-356.
7. Falguera V., Quintero J.P., Jiménez A., Muñoz A., Ibarz A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci. Technol.*, 2011, 22, 291-303.
8. Galus S., Lenart A. Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *J. Food Eng.*, 2013, 115, 459-465
9. Han J.H., Gennadios A. Edible films and coatings: a review. In *Innovation in Food Packaging* ed. (by J.H. Han), Elsevier Academic Press, 2005, 239-262.
10. Hanušová K., Štastná M., Votavová L., Klauďisová K., Dobiáš J., Voldřich M., Marek M. Polymer film releasing nisin and/or natamycin from polyvinylidene chloride lacquer coating: nisin and natamycin migration, efficiency in cheese packaging. *J. Food Eng.*, 2010, 99, 491-496.
11. Karbowski T., Debeaufort F., Voilley A. Les emballages comestibles: nature, fonctionnalité et utilisations. *Ind. Alim. Agric.*, 2007, 124 (4/5), 9-17.
12. Kokoszka S., Debeaufort F., Lenart A., Voilley A. Liquid and vapour water transfer through whey protein/lipid emulsion films. *J. Sci. Food Agr.*, 2010, 90 (10), 1673-1680.
13. Kokoszka S., Lenart A. Edible coatings - formation, characteristics and use - a review. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 57 (4), 399-405.
14. Kurek M., Galus S., Debeaufort F. Surface, mechanical and barrier properties of bio-based composite films based on chitosan and whey protein. *Food Packag Shelf Life*, 2014, 1 (1), 56-67.
15. Lucera A., Mastromatteo M., Conte A., Zambrini A.V., Faccia M., Del Nobile M.A. Effect of active coating on microbiological and sensory properties of fresh mozzarella cheese. *Food Packag Shelf Life*, 2014, 1, 25-29.
16. Mastromatteo M., Conte A., Faccia M., Del Nobile M.A., Zambrini V. Combined effect of active coating and modified atmosphere packaging on prolonging the shelf life of low-moisture Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 2014, 97, 36-45.
17. Mei J., Yuan Y., Wu Y., L Y. Characterization of edible starch-chitosan film and its application in the storage of Mongolian cheese. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2013, 57, 017-21.
18. Ramos Ó.L., Pereira R.N., Silva S.I., Fernandes J.C., Franco M.I., Lopes-da-Silva J.A. Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. *J. Dairy Sci.*, 2012, 6282-6292.
19. Seydim A.C., Sarikus G. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oil. *Food Res. Int.*, 2006, 39, 639-644.
20. Zhong Y., Cavender G., Zhao Y. Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese. *LWT - Food Sci., Technol.*, 2014, 56, 1-8.