

SABINA KOKOSZKA, ANDRZEJ LENART

## WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE POWŁOK JADALNYCH SERWATKOWYCH

### Streszczenie

Powłoki jadalne produkowane są z naturalnie występujących polimerów, takich jak: białka, tłuszcze i polisacharydy. Mogą one pełnić funkcję ochronną produktów spożywczych poprzez zachowanie odpowiedniej ich jakości oraz wydłużenie okresu przydatności do spożycia.

Celem pracy było określenie wpływu składu surowcowego powłok wytworzonych na bazie białka serwatkowego na ich wybrane właściwości fizyczne. W pracy przedstawiono technologię otrzymywania powłok jadalnych na bazie białek serwatkowych z zastosowaniem glicerolu jako środka plastyfikującego. Wytworzone powłoki serwatkowe z roztworów o zawartości białka od 6 do 10% i glicerolu względem białka od 20 do 40% poddano badaniom. Wyznaczono izotermę sorpcji pary wodnej w przedziale aktywności wody od 0,0 do 0,9 oraz zbadano barwę powłok wyrażoną w postaci wyróżników barwy.

Przeprowadzone badania wykazały, że zmiana składu chemicznego poprzez zastosowanie różnych zawartości białka i glicerolu względem białka w powłokach sojowych wpływa na zmianę ich właściwości sorpcyjnych, zaś nie wpływa na barwę.

**Słowa kluczowe:** powłoka jadalna, izolat białek serwatkowych, glicerol, właściwości fizyczne

### Wprowadzenie

Zainteresowanie konsumentów żywnością o wysokiej jakości, długim okresie przechowywania oraz gotowej do spożycia sprzyja rozwojowi m.in. takich technologii, dzięki którym produkt nie zmienia w znacznym stopniu swoich naturalnych właściwości oraz wyglądu, ale jest lepiej chroniony. Do takich rozwiązań należą powłoki jadalne [1].

W celu wytworzenia powłok jadalnych należy użyć dwóch podstawowych składników: naturalnego polimeru zdolnego do utworzenia matrycy oraz plastyfikatora w celu uplastycznienia jej struktury [9]. Obecnie stosowane polimery to białka, węglowodany i tłuszcze oraz kombinacje tych materiałów [5].

---

*Mgr inż. S. Kokoszka, prof. dr hab. A. Lenart, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania powlekaniami żywności. Wytwarzane powłoki nie tylko mogą ograniczać migrację pary wodnej, tlenu, dwutlenku węgla, związków aromatycznych i lipidów, ale również są stosowane jako nośniki takich składników, jak: przeciwutleniacze, substancje konserwujące, aromatyczne, barwniki itp. Istnieją również warstwy poprawiające właściwości mechaniczne pokrytych nimi produktów [8]. Główną funkcją powłok jadalnych jest utrzymanie odpowiedniej jakości produktów, na które zostały naniesione [7].

Białka serwatkowe są produktami przemysłu mleczarskiego wytwarzanymi w dużych ilościach, które cechują się dobrymi właściwościami funkcjonalnymi, dlatego mogą być stosowane do wytwarzania powłok jadalnych [6].

Celem pracy było określenie wpływu składu surowcowego powłok wytworzonych z białek serwatkowych na ich wybrane właściwości fizyczne. W pracy przedstawiono technologię otrzymywania powłok jadalnych na bazie izolatu białek serwatkowych (WPI) z zastosowaniem glicerolu jako środka plastyfikującego. Przed zastosowaniem powłok sojowych na produkcie spożywczym istotne jest zbadanie ich właściwości fizycznych. W niniejszej pracy skupiono się na analizie właściwości sorpcyjnych oraz barwie. Wyznaczono izotermy sorpcji pary wodnej w przedziale aktywności wody od 0,0 do 0,9 oraz zbadano barwę powłok wyrażoną w postaci wyróżników barwy.

### **Material i metody badań**

W pracy przedstawiono technologię otrzymywania powłok jadalnych na bazie izolatu białek serwatkowych (WPI) z zastosowaniem glicerolu jako środka plastyfikującego. Sporządzono wodne roztwory powłokotwórcze o stężeniu białka (izolat białek serwatkowych BiPRO firmy Davisco Foods International, INC., USA, min. 95% białka w suchej masie) od 6 do 10% przy zastosowaniu kilkusekundowej homogenizacji. Glicerol dodawano jako plastyfikator w ilości od 20 do 40% względem białka, a pH roztworu zostało dostosowane do  $7 \pm 0,1$  za pomocą wodorotlenku sodu [7]. Stosując ciągle mieszanie, roztwory ogrzewano w temp. 80°C przez 30 min [2]. Szalki Petriego o średnicy 10 cm stanowiły podłoże, na które wylewano określoną ilość substancji. Powłoki suszono w temp. 25°C w ciągu 16 godz. w powietrzu o wilgotności względnej 40%. Powłoki przechowywano w środowisku o wilgotności względnej 50% przez 7 dni w temp. 25°C.

Wprowadzono następujące oznaczenia powłok serwatkowych:

- 6ibse30gl - 6% izolatu białek serwatkowych (6 g) + 30% glicerolu (1,8 g),
- 8ibse20gl – 8% izolatu białek serwatkowych (8 g) + 20% glicerolu (1,6 g),
- 8ibse30gl - 8% izolatu białek serwatkowych (8 g) + 30% glicerolu (2,4 g),
- 8ibse40gl - 8% izolatu białek serwatkowych (8 g) + 40% glicerolu (3,2 g),
- 10ibse30gl - 10% izolatu białek serwatkowych (10 g) + 30% glicerolu (3 g).

Przed naniesieniem powłok białkowych na produkt spożywczy istotne jest zbadanie ich właściwości fizycznych. W niniejszej pracy skupiono się na analizie właściwości sorpcyjnych oraz barwie.

Izotermy sorpcji pary wodnej zostały wyznaczone w celu uzyskania informacji, jak zachowują się powłoki serwatkowe w powietrzu o różnej wilgotności. Znajomość tych izoterm jest bardzo przydatna przy doborze powłok jadalnych do konkretnych produktów spożywczych oraz formy ich pakowania. Izotermy sorpcji pary wodnej wyznaczano metodą statyczno-eksykatorową w ciągu 3 miesięcy, w przedziale aktywności wody od 0,0 do 0,9.

Barwa powłok jadalnych jest ważnym elementem, ponieważ informuje czy ich zastosowanie na produkcie będzie wpływać na barwę i w jakim stopniu. Pomiar barwy wykonywano za pomocą kolorymetru firmy Minolta, typ CR-300. Pomiar prowadzono w systemie  $L^*a^*b^*$ . Ze względu na przezroczystość powłok białkowych i trudność w zmierzeniu barwy zastosowano wzorzec, który stanowiła biała powierzchnia (papier kredowy). Wzorzec barwy białej wykazał parametry  $L^*$  92,49,  $a^*$  1,25,  $b^*$  (-1,92). W celu interpretacji zmian barwy powłok białkowych zastosowano następujące bezwymiarowe wyróżniki barwy [8]:

- Bezwzględna różnica barwy:  $\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2}$
- Nasylenie barwy:  $\Delta C = \sqrt{(a^* - a)^2 + (b^* - b)^2}$
- Indeks nasycenia:  $SI = \sqrt{a^2 + b^2}$

gdzie:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  – pomiary wzorca;  $L$ ,  $a$ ,  $b$  – pomiary rzeczywiste powłok.

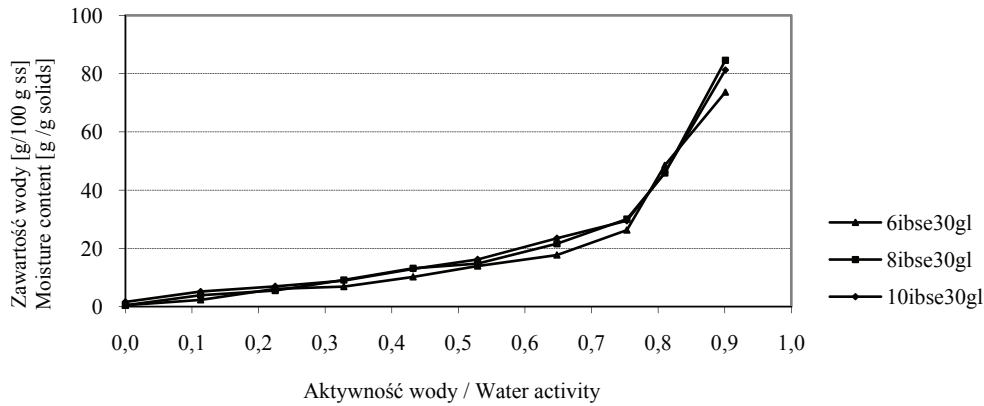
W opracowaniu wyników posłużono się kryterium przyjętym przez Międzynarodową Komisję Oświeceniową. Według tego kryterium sklasyfikowane są bezwzględne różnice barw  $\Delta E$ , adekwatne do postrzegania barw przez człowieka. Przyjęto, że bezwzględne różnice barw pomiędzy 0 i 2 są nierozpoznawalne, od 2 do 3,5 rozpoznawalne przez niedoświadczonego obserwatora, natomiast powyżej 3,5 obserwuje się wyraźne odchylenie barwy [4].

Wszystkie doświadczenia przeprowadzono w dwóch powtórzeniach. Analizę statystyczną wykonano w programie StatGraphics 4.1. Istotność różnic między wartościami średnimi analizowano wieloczynnikowym testem porównawczym na poziomie istotności 95%

## Wyniki i dyskusja

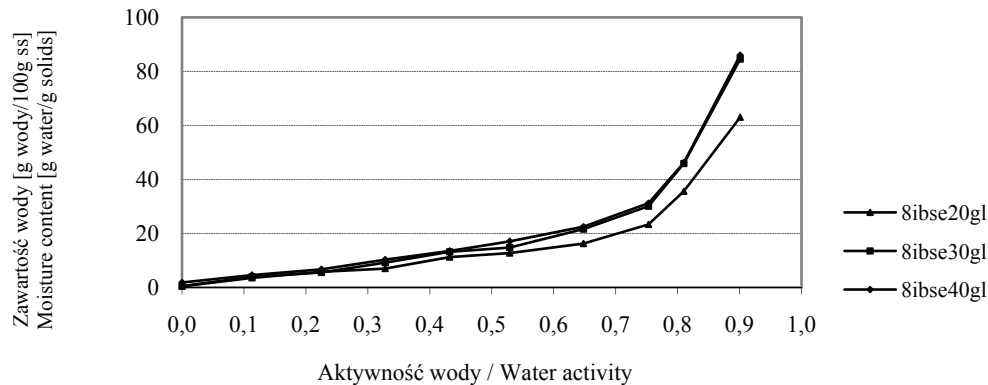
Na rys. 1. przedstawiono izotermy sorpcji pary wodnej przez powłoki z białka serwatkowego o zawartości białka 6, 8 i 10%, przy jednakowym poziomie plastyfikatora względem białka wynoszącym 30%. Uzyskano krzywe o podobnym przebiegu i równomiernym przyroście równowagowej zawartości wody. Krzywe trzech porów-

nywanych powłok serwatkowych przecinają się ze sobą, nie obserwuje się widocznego wpływu zawartości białka w powłoce na przebieg izoterm sorpcji pary wodnej.



Rys. 1. Izotermy sorpcji pary wodnej powłok serwatkowych o zawartości: 6, 8 lub 10% białka i 30% plastyfikatora.

Fig. 1. Sorption isotherm curves of whey protein coatings of protein content on 6, 8 or 10% level and plasticizer content 30%.



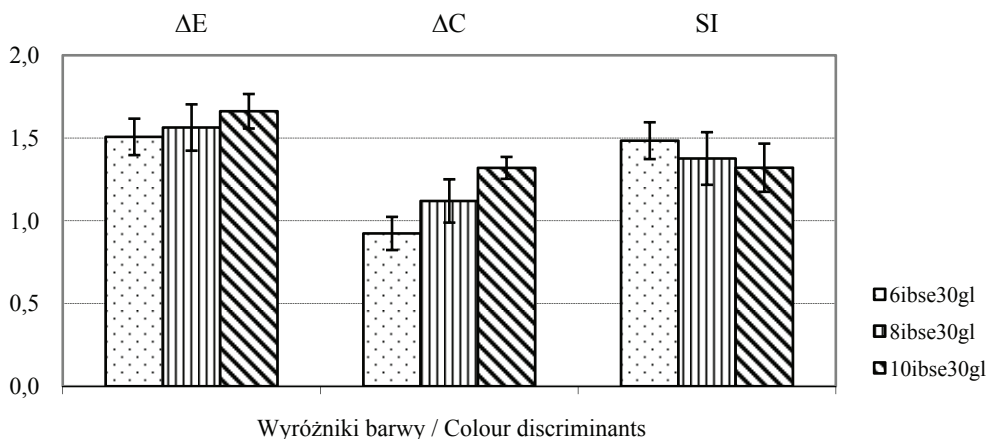
Rys. 2. Izotermy sorpcji pary wodnej powłok serwatkowych o zawartości: 8% białka i 20, 30 lub 40% glicerolu.

Fig. 2. Sorption isotherm curves of whey protein coatings of protein content 8% and plasticizer content on 20, 30 or 40%.

Porównując izotermy sorpcji pary wodnej powłok z białek serwatkowych o jednakowym, 8% poziomie dodatku WPI i różnej zawartości plastyfikatora, wynoszącej 20, 30 i 40%, zaobserwowano pewne prawidłowości (rys. 2). Stwierdzono podobieństwo w obrębie krzywych izoterm sorpcji pary wodnej analizowanych powłok serwatkowych. Przy aktywnościach wody poniżej 0,6 przyrost równowagowej zawartości wody był powolny, a przy wyższych aktywnościach był znacznie szybszy.

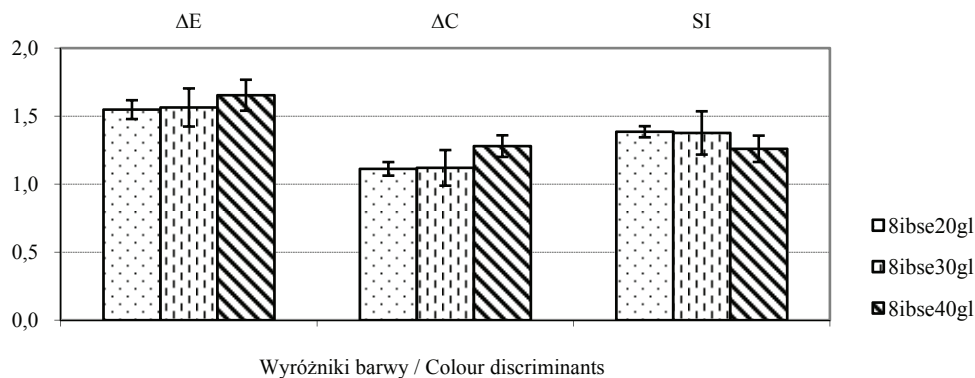
Krzywa odpowiadająca sorpcji pary wodnej przez powłokę otrzymaną z białek serwatkowych o najmniejszym, 20% udziale glicerolu względem białka znalazła się najniżej na wykresie (rys. 2), co wskazuje na mniejszą szybkość chłonięcia pary wodnej przez tę powłokę od aktywności wody 0,2. Krzywe powłok o udziale glicerolu 30 i 40% względem białka nakładają się na siebie. Wynika z tego, że zawartość plastyfikatora w powłokach serwatkowych wpłynęła na proces adsorpcji pary wodnej. Wszystkie analizowane krzywe izoterm sorpcji powłok serwatkowych wykazują przebieg najbardziej zbliżony do typu II według klasyfikacji BET [10].

Na rys. 3. przedstawiono wpływ zawartości białka w powłokach serwatkowych na wyróżniki barwy. Wartości bezwzględnej różnicy barwy  $\Delta E$ , nasycenia barwy  $\Delta C$  i indeksu nasycenia SI zmieniały się w zależności od zawartości białka w powłokach serwatkowych. Powłoka o największej zawartości białka (10%) wykazała największą wartość bezwzględnej różnicy barwy  $\Delta E = 1,7$ , najmniejszą zaś (1,5) powłoka o najmniejszym, 6% udziale białka.



Rys. 3. Wyróżniki barwy powłok serwatkowych o zawartości: 6, 8 lub 10% białka i 30% plastyfikatora.  
Fig. 3. Colour discriminants of whey protein coatings of protein content on 6, 8 or 10% level and plasticizer content 30%.

Wartość nasycenia barwy  $\Delta C$  wahała się od 0,9, w przypadku powłoki o najmniejszym udziale białka, do 1,3 w odniesieniu do powłoki o największej zawartości białka (rys. 3). Rozpatrując wartości indeksu nasycenia SI, powłoka o najmniejszej, 6% zawartości białka wykazała najwyższą wartość 1,5, natomiast powłoka o największej, 10% zawartości WPI najniższą, wynoszącą 1,3. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między wartościami średnimi ( $P > 0,05$ ), zatem zawartość białka w powłokach serwatkowych nie wpływała na bezwzględną różnicę barwy, nasycenie barwy oraz indeks nasycenia.



Rys. 4. Wyróżniki barwy powłok serwatkowych o zawartości: 8% białka i 20, 30 lub 40% glicerolu.  
 Fig. 4. Colour discriminants of whey protein coatings of protein content 8% and plasticizer content on 20, 30 or 40%.

Na rys. 4. przedstawiono wartości wyróżników barwy powłok serwatkowych przy jednakowej, 8% zawartości białka oraz różnej zawartości glicerolu względem białka tj. 20, 30 i 40%). Najwyższą wartość bezwzględnej różnicy barwy  $\Delta E$  1,7 wykazała powłoka o największym udziale glicerolu względem białka, dwie pozostałe powłoki, o zawartości glicerolu 20 i 30% względem białka, wykazały wartości wyróżnika na tym samym poziomie 1,6. Podobnie, najwyższą wartość nasycenia barwy  $\Delta C$  1,3 wykazała powłoka najzasobniejsza w glicerol, a dwie pozostałe powłoki wykazały wartości wyróżnika na tym samym poziomie równym 1,1. Powłoka o największym udziale glicerolu względem białka wykazała najniższą wartość indeksu nasycenia SI 1,3, pozostałe powłoki o zawartościach glicerolu względem białka 20 i 30% osiągnęły wartości wyróżnika na tym samym poziomie 1,4. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic, ( $P > 0,05$ ), zatem ilość plastyfikatora względem białka w powłokach serwatkowych nie wpłynęła na bezwzględną różnicę barwy, nasycenie barwy oraz indeks nasycenia.

Analiza barwy powłok serwatkowych pozwoliła uzyskać informacje o samych powłokach, jak i o ich wpływie na powleczone produkty. Glibowski [3] zastosował powłoki na bazie białek serwatkowych w celu hamowania ciemnienia enzymatycznego. Powleczone powłokami plastry jabłek, ziemniaków i selera zostały poddane analizie zmian barwy w czasie. Badanie wykazało, że stosowanie powłok z białek serwatkowych okazało się skuteczne w hamowaniu ciemnienia enzymatycznego w przypadku jabłka i ziemniaka.

## Wnioski

1. Izotermy sorpcji pary wodnej powłok serwatkowych można zakwalifikować do typu II według klasyfikacji BET; są one charakterystyczne dla materiałów bogatych w białko.
2. Zawartość białka serwatkowego w roztworach powłokotwórczych w zakresie 6, 8 i 10% nie ma wpływu na przebieg izoterm sorpcji pary wodnej przez wytworzone powłoki; zawartość glicerolu na poziomie 20, 30 i 40% w stosunku do masy białek wpływa istotnie na adsorpcję pary wodnej.
3. Zawartość białka, jak i glicerolu w badanym zakresie stężeń nie wpływa na barwę powłok serwatkowych przedstawioną w postaci wyróżników barwy; bezwzględnej różnicy barwy, nasycenia barwy i indeksu nasycenia. Natomiast wystąpiły tendencje zmian barwy wraz ze zmianą składu surowcowego powłok serwatkowych.

*Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.*

## Literatura

- [1] Buonocore G.G., Del Nobile M.A., di Martino C., Gambacorta G., La Notte E., Nicolais L.: Modelling the water transport properties of casein-based edible coating. *J. Food Eng.*, 2003, **60**, 99-106.
- [2] Coupland J.N., Shaw N.B., Monahan F.J., O’Riordan E.D., O’Sullivan M.: Modeling the effect of glycerol on the moisture sorption behavior of whey protein edible films. *J. Food Eng.*, 2000, **43**, 25-30.
- [3] Glibowski P.: Inhibicja brązowienia enzymatycznego przez zastosowanie białek serwatkowych. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Scientia Alimentaria*, 2005, **246 (4)**, 107-118.
- [4] Anonim: Barwa i jakość. Heidelberg Druckmaschinen AG, Kurfursten-Anlage, 1999, 52-60.
- [5] Hong S.I., Krochta J.M.: Oxygen barrier properties of whey protein isolate coatings on polypropylene films. *J. Food Sci.*, 2003, **68 (1)**, 224-228.
- [6] Kaya S., Kaya A.: Microwave drying effects on properties of whey protein isolate edible films. *J. Food Eng.*, 2000, **43**, 91-96.
- [7] Longares A., Monahan E.D., O’Riordan E.D., O’Sullivan M.: Physical properties and sensory evaluation of WPI films of varying thickness. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 2004, **37**, 545-550.
- [8] Pranoto Y., Salokhe V.M., Rakshit S.K.: Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research Inter.*, 2005, **38**, 267-272.
- [9] Shaw N.B., Monahan F.J., O’Riordan E.D., O’Sullivan M.: Physical properties of WPI films plasticized with glycerol, xylitol, or sorbitol. *J. Food Sci.*, 2002, **67 (1)**, 164-167.
- [10] Brunauer S., Emmet P.H., Teller E.: Adsorption of gases in multimolecular layers, *J. Am. Chem. Soc.*, 1938, **60**, 309-316.

**SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF WHEY PROTEIN BASED EDIBLE COATINGS****S u m m a r y**

Edible and biodegradable coatings obtained from naturally occurring polymers, such as polysaccharides, proteins and lipids. They may have a protective function of food products by improving quality and to extend shelf-life of food products.

The aim of the study was to evaluate of influence of ingredients composition of coatings produces with whey protein on its selected physical features. The study presents the technology of obtaining edible coatings from whey protein with the use of glycerol as a plasticizer. Whey coatings containing from 6 to 10% of protein with different amounts of glycerol as a plasticizer 20 to 40%. Sorption isotherms are specified at water activity between 0,0 and 0,9. The study also contains colour measurement.

The research proofs that chemical composition change through usage of different protein and glicerol amounts in whey coatings determined sorption properties and did not affect colour measurement.

**Key words:** edible coating, whey proteins, glycerol, physical properties ☒