

Mgr inż. Ewelina BASIAK  
Dr inż. Sabina GALUS  
Prof. dr hab. inż. Andrzej LENART  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## WPŁYW OLEJU RZEPAKOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI OPTYCZNE FILMÓW SKROBIOWYCH®

*Celem przeprowadzonej pracy badawczej było wyjaśnienie wpływu dodatku oleju rzepakowego na właściwości optyczne filmów ze skrobi natywnej pszennej. Filmy utworzono z 5% wodnych roztworów powłokotwórczych skrobi natywnej pszennej z dodatkiem 50% glicerolu (jako plastyfikatora) względem masy skrobi oraz dodatkiem oleju rzepakowego w ilości 0, 1, 2, 3%. Zmierzono barwę filmów w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  z zastosowaniem wyróżników barwy takich jak bezwzględna różnica barwy, nasycenie barwy i indeks nasycenia. Policzono również nieprzezroczystość przy długości fali 600 nm. Zaobserwowano zmianę barwy oraz zwiększanie nieprzezroczystości filmów modyfikowanych dodatkiem oleju rzepakowego.*

**Słowa kluczowe:** filmy jadalne, skrobia pszenna, barwa, nieprzezroczystość.

### WSTĘP

Zainteresowanie jadalnymi powłokami i filmami ciągle wzrasta, ponieważ rośnie popyt na żywność świeżą i minimalnie przetworzoną. Produkowane nowoczesnymi technikami filmy posiadają coraz więcej zastosowań. Mają wiele funkcjonalnych zalet jak modyfikacja metabolizmu tkanek warzyw prowadząca do zmian ich respiracji, są nośnikami substancji przeciwmikrobiologicznych, antyoksydantów, witamin. Chronią one produkty przed utratą cennych składników takich jak ww. przeciwutleniacze, mikro- i makroelementy, aromaty. Powłoki i filmy przyczyniają się do redukcji masy wytwarzanych opakowań z tworzyw sztucznych jak np. z politereftalanu etylenu i jego kopolimerów, polietylenu dużej i małej gęstości oraz polipropylenu. Marketing żywności stawia czoło wielu wyzwaniom, takim jak wytwarzanie produktów o wysokiej jakości, produktów odżywczych trwałych i niedrogich. Jadalne filmy pomagają spełniać te oczekiwania.

Celuloza, gumy, skrobie i białka są podstawowymi materiałami wykorzystywanymi do produkcji jadalnych filmów i powłok. Filmy otrzymane ze skrobi są pozbawione smaku i zapachu, nietoksyczne, biologicznie degradowalne, jak również bezbarwne, lub mlecznobiałe (w przypadku skrobi ryżowej) [3, 8, 17]. Pszenica jest drugim co do wielkości (7%) źródłem skrobi na świecie. W samej Europie wytwarza się jej rocznie 2,8 miliona ton. Sprzyjają temu korzystne warunki uprawy. Ziarna skrobi pszennej, zarówno zwykłej, jak i modyfikowanej, mają średnią wielkość (10–25  $\mu\text{m}$ ) i kształt owalny [14]. W około 53% są wykorzystywane do produkcji żywności w postaci stabilizatorów, zagęstników, substancji dietetycznych i żelujących, zastępują tłuszcz i substancje modyfikujące strukturę w procesie technologicznym, a także są środkiem powłokotwórczym jadalnych filmów [11].

Ze względu na szeroką dostępność, niską cenę, duże możliwości w kształtowaniu cech fizyko-chemicznych i biologicznych, filmy otrzymane ze skrobi są cenione przez producentów żywności i konsumentów. Filmy można łatwo

barwić, zadrukowywać, dodawać do ich struktury substancje odżywcze i inne komponenty powłokotwórcze tj. białka i tłuszcze. Te ostatnie stosuje się w celu zniwelowania głównej wady powłok skrobiowych, a mianowicie dużej przepuszczalności pary wodnej [7].

Związki lipidowe to substancje o charakterze hydrofobowym. Stanowią barierę przeciwko wymianie wilgoci między produktem a otoczeniem i otoczeniem a produktem. Mogą być dodawane do struktury powłokotwórczej filmów i powłok, lub nanoszone w postaci oddzielnej warstwy.

Jednym z nieodłącznych wskaźników, który decyduje o wyborze produktu przez konsumenta jest barwa. Charakteryzuje ona świeżość surowca i jego przydatność do spożycia. Barwa środków spożywczych jest mierzona często za pomocą kolorymetru w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ . O analizie kolorów produktów spożywczych decydują takie parametry, jak jasność  $L^*$ ,  $a^*$  przejście barwy od zielonej do czerwonej,  $b^*$  przejście barwy od niebieskiej do żółtej [3, 6, 18, 21]. Charakteryzują one cechy barwy tj. indeks nasycenia, czyli nasycenie barwy produktu bez udziału wzorca (nasycenie barwy – intensywność barwy w porównaniu ze standardem) i bezwzględną różnicę w barwie – różnica między barwą materiału a barwą standardu. Różnica barwy jest wielkością wynikającą z 3 różnych komponentów:  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  i  $\Delta b$  [16].

Nieprzezroczystość jest jednym z wyróżników optycznych materiałów spożywczych. Charakteryzuje ona zdolność filmów jadalnych do wchłaniania i odbijania światła oraz decyduje o ich zastosowaniu jako materiałów opakowaniowych. Wartość nieprzezroczystości jest uzależniona od grubości warstwy filmu [3, 16].

**Celem artykułu jest przedstawienie uzyskanych wyników badań dotyczących barwy i nieprzepuszczalności filmów ze skrobi natywnej pszennej z dodatkiem oleju rzepakowego.**

### MATERIAŁ I METODY

Badaniu poddano filmy wykonane ze skrobi pszennej natywnej (Hortimex, Konin). Wodne roztwory powłokotwórcze zostały przygotowane w następujący sposób: 5% mieszaninę

skrobi pszennej natywnej ogrzewano w łaźni wodnej w temperaturze 85°C przez 30 minut z jednoczesnym mieszaniem i wytrząsaniem 100 obr.·min<sup>-1</sup>. Do wszystkich roztworów dodano 50% glicerolu (Chempur, Piekary Śląskie) względem masy substancji powłokotwórczej, a następnie olej rzepakowy (Kujawski, Kruszwica) w ilości 0, 1, 2 i 3%. Mieszanki homogenizowano przy użyciu homogenizatora Ultra Turax (T25 IKA, Staufen, Niemcy) przy 24 000 obr.·min<sup>-1</sup> przez 2 minuty. Emulsje o znanej objętości zostały wylane na szalki Petriego w celu kontrolowania grubości, a następnie suszone w temperaturze 25°C przez 48 h. Przed wykonaniem analiz filmy były kondycjonowane przez co najmniej 7 dni w środowisku o wilgotności względnej 53%. Skład surowcowy roztworów powłokotwórczych został przedstawiony w tabeli 1.

**Tabela 1. Skład surowcowy wodnych roztworów powłokotwórczych z dodatkiem oleju rzepakowego i otrzymanych z nich filmów**

**Table 1. Composition of film-forming solutions in water with rapeseed oil and films obtained from them**

Roztwór powłokotwórczy			
Olej rzepakowy Rapeseed oil (%)	Skrobia pszenna natywna Native wheat starch (g)	Glicerol Glycerol (g)	Masa roztworu końcowego Total mass (g)
0	5	2.5	100
1	5	2.5	100
2	5	2.5	100
3	5	2.5	100

**Źródło:** Badania własne

Barwę filmów zmierzono przy użyciu kolorymetru Minolta Chroma Meter CR-300 (Minolta, Japonia) w systemie barw CIE  $L^*a^*b^*$ . Metoda ta była wykorzystywana w badaniach m.in. przez Viña i in. [18], Zavareze i in. [21] oraz Martinsa i in. [13]. Jasność oznaczono przez  $L^*$  ( $L=0$  – czarny,  $L=100$  – biały), przez  $-a$  – zielony,  $+a$  – czerwony,  $-b$  – niebieski,  $+b$  – żółty. Skala wartości jest następująca:  $a = -80$  (zielony),  $a = 100$  (czerwony),  $b = -70$  (niebieski),  $b = 100$  (żółty). Filmy były umieszczane na białym wzorcu o stałych wartościach  $L^*=96,74$ ,  $a^*=0,09$ ,  $b^*=2,20$ . Wyniki barwy przedstawiono jako parametry  $L^*, a^*, b^*$  oraz wyróżniki barwy obliczone ze wzorów:

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (1)$$

gdzie:  $\Delta E$  – bezwzględna różnica barwy,  
 $L^*, a^*, b^*$  – parametry barwy białego standardu,  
 $L, a, b$  – parametry barwy powłok skrobiowych z dodatkiem tłuszczu;

$$\Delta C = \sqrt{(a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (2)$$

gdzie:  $\Delta C$  – nasycenie barwy;

$$SI = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3)$$

gdzie:  $SI$  – indeks nasycenia.

Nieprzezroczystość oznaczano przy pomocy spektrofotometru UV/VIS Helios Gamma (Thermo Electron Corporation). Filmy pocięto na prostokąty o bokach 0,01 x 0,04 m. Zmierzono absorbancję przy długości fali światła widzialnego 600 nm. Pomiaru dokonano w 10 powtórzeniach dla każdego rodzaju powłok. Nieprzezroczystość obliczono ze wzoru zaproponowanego przez Hana i Florosa [9]:

$$O = \frac{A_{600}}{e} \quad (4)$$

gdzie:  $O$  – nieprzezroczystość,  $A \times \text{mm}^{-1}$ ;

$A_{600}$  – absorbancja przy długości fali 600 nm;

$e$  – grubość próbki, mm.

Grubość zmierzono warstwowościomierzem Ultrameter 400 (Metrison, Mościska) z dokładnością do 1  $\mu\text{m}$ . Pomiarów dokonano w 10 powtórzeniach.

Wartości średnie i odchylenia standardowe obliczono w programie Microsoft Excel 2010.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W pracy analizowano wpływ dodatku i ilości oleju rzepakowego na właściwości optyczne filmów skrobiowych. Po suszeniu zaobserwowano pewne ilości tłuszczu pozostające na podłożu oraz stwierdzono jego straty w wyniku przechowywania, ze względu na występowanie niewielkiej ilości oleju na powierzchni filmów. Wraz ze wzrastającym udziałem oleju (1-3%) w roztworach powłokotwórczych zaobserwowano większe ilości tłuszczu wodnego na powierzchni. Podobne zjawisko było prezentowane w pracach na temat modyfikacji składu surowcowego filmów białkowych dodatkiem emulsji tłuszczowych [20]. Zauważono, że wraz ze wzrostem zawartości oleju rzepakowego, zmienia się barwa filmów. Wszystkie filmy były mlecznobiałe, jednakże filmy kontrolne były matowe, a modyfikowane dodatkiem oleju – połyskujące.

Analizując parametry barwy  $L^*, a^*$  i  $b^*$  filmów skrobiowych z dodatkiem oleju rzepakowego zaobserwowano obniżenie parametrów  $L^*$  i  $a^*$  oraz wzrost parametru  $b^*$  wraz ze zwiększającym się udziałem (1-3%) oleju rzepakowego w roztworze powłokotwórczym (tab. 2). Bezwzględna różnica barwy wskazuje, w jakim stopniu dany materiał różni się barwą od standardu. Nasycenie barwy charakteryzuje intensywność barwy w porównaniu ze standardem, a indeks nasycenia mówi o nasyceniu barwy materiału bez udziału wzorca [5]. W celu interpretacji otrzymanych wyróżników barwy posłużono się kryterium, które zostało opracowane przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową. Wartości bezwzględnej różnicy barwy z zakresu 0-2 nie są rozpoznawalne przez człowieka, z zakresu 2-3,5 rozpoznawalne są przez obserwatora niedoświadczonego, zaś przy wartościach wyższych od 3,5 obserwuje się wyraźne różnice w odchyleniu barwy [1]. Wartości bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) analizowanych filmów były na zbliżonym poziomie z zakresu 1,25-1,54 niezauważalne przez człowieka (rys. 1). Podobne zależności zaobserwowano dla nasycenia barwy ( $\Delta C$ ), której wartości były z zakresu 0,28-0,83. Wartości indeksu nasycenia filmów tłuszczowo-skrobiowych były wyższe (3,41-3,70)

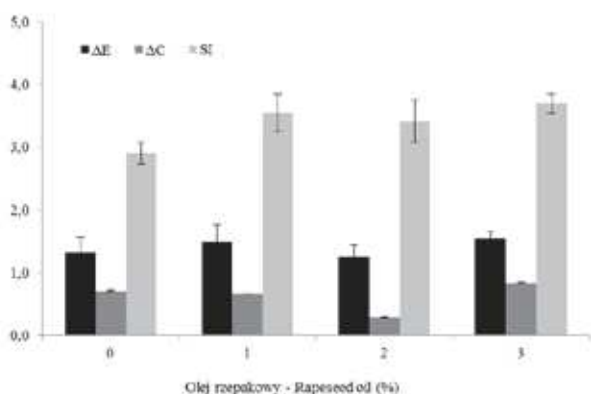
**Tabela 2. Parametry barwy filmów skrobiowych z dodatkiem oleju rzepakowego**

**Table 2. Colour parameters of starch films with rapeseed oil**

Udział oleju rzepakowego w roztworze powłokotwórczym Participation in rapeseed oil in film forming solution (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	95,62 ± 0,40 <sup>a</sup>	0,14 ± 0,07 <sup>ab</sup>	2,9 ± 0,16 <sup>a</sup>
1	94,29 ± 0,46 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,05 <sup>b</sup>	3,55 ± 0,30 <sup>a</sup>
2	94,49 ± 0,35 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,07 <sup>b</sup>	3,41 ± 0,33 <sup>ab</sup>
3	94,32 ± 0,22 <sup>a</sup>	(-0,08) ± 0,04 <sup>b</sup>	3,7 ± 0,15 <sup>b</sup>

Źródło: Badania własne

w porównaniu z filmem kontrolnym (2,90). Yang i Paulson [20] wykazali podobne zależności dla filmów z gumy gelan modyfikowanych dodatkiem związków lipidowych, jak również potwierdzili to Monedero i in. [15] dla filmów sojowych.



**Rys. 1. Bezwzględna różnica barwy ( $\Delta E$ ), nasycenie barwy ( $\Delta C$ ) i indeks nasycenia ( $SI$ ) filmów skrobiowych z dodatkiem oleju rzepakowego.**

**Fig. 1. Total colour difference ( $\Delta E$ ), colour saturation ( $\Delta C$ ) and saturation index ( $SI$ ) of starch films with rapeseed oil.**

Źródło: Badania własne

**Tabela 3. Grubość i nieprzezroczystość powłok skrobiowych z dodatkiem oleju rzepakowego**

**Table 3. Thickness and opacity of starch films with rapeseed oil**

Olej rzepakowy Rapeseed oil (%)	Grubość Thickness ( $\mu\text{m}$ )	Nieprzezroczystość Opacity ( $\text{A}\cdot\text{mm}^{-1}$ )
0	86,4 ± 3,12 <sup>a</sup>	6,42 ± 1,33 <sup>a</sup>
1	50,2 ± 6,91 <sup>b</sup>	1,30 ± 0,09 <sup>c</sup>
2	46,1 ± 5,12 <sup>b</sup>	1,50 ± 0,24 <sup>bc</sup>
3	43,4 ± 6,82 <sup>b</sup>	2,20 ± 0,19 <sup>b</sup>

Źródło: Badania własne

Nieprzezroczystość powłok jadalnych jest ważnym czynnikiem decydującym o zastosowaniu materiałów jako opakowania do żywności. Niska bądź wysoka przezroczystość uzależniona jest od wymagań stawianych opakowaniom [5]. W tab. 3 przedstawiono wartości nieprzezroczystości analizowanych filmów przy długości fali 600 nm. Zaobserwowano znaczne obniżenie nieprzezroczystości z 6,42 dla filmu kontrolnego do  $1,30 \pm 2,20 \text{ A}\cdot\text{mm}^{-1}$  dla filmów z najniższym dodatkiem oleju rzepakowego. Wraz ze zwiększającą się ilością oleju rzepakowego wartości nieprzezroczystości rosły z 1,30 do  $2,20 \text{ A}\cdot\text{mm}^{-1}$ . Podobną metodę analizy nieprzezroczystości filmów jadalnych zaproponowali López, García i Zaritzky [12] oraz Fu i in. [4]. Chen, Kuo i Lai [2] badając filmy skrobiowe z tapioki z dodatkiem emulsji tłuszczowej i środków powierzchniowo-czynnych wykazali, że największą przezroczystością charakteryzują się filmy bez żadnego dodatku, a surfaktanty i tłuszcz zwiększają wartość nieprzezroczystości otrzymany filmów. Ponadto filmy z dodatkiem emulsji i środków powierzchniowo-czynnych były bardziej transparentne od tych, które zostały utworzone jedynie z dodatkiem emulsji tłuszczowej. Natomiast Wu i in. [19] oraz Fu i in. [4] zauważyli, że nieprzezroczystość filmów skrobiowych zależy od ich grubości. Zaobserwowano również, że roztwory powłokotwórcze zhomogenizowane są bardziej transparentne od tych, nie poddanych homogenizacji wysokociśnieniowej. Jiménez i in. [10] badali właściwości optyczne skrobi kukurydzianej z dodatkiem kwasów tłuszczowych. Stwierdzono, że dodatek tłuszczu zwiększa nieprzezroczystość filmów ze skrobi. Kwasy tłuszczowe tj. palmitynowy, stearynowy lub oleinowy, dodane do hydrokoloidowej struktury filmu powodowały zmniejszenie współczynnika przezroczystości ze względu na różnice w załamaniu światła w fazie ciągłej i rozproszonej.

## WNIOSKI

1. Dodatek oleju rzepakowego do filmu skrobiowego powoduje obniżenie jasności powierzchni (parametr  $L^*$ ) i parametru barwy  $a^*$  oraz podwyższenie parametru barwy  $b^*$ . Natomiast zmiana stężenia oleju w zakresie 1-3% w roztworze powłokotwórczym nie powoduje istotnych zmian tych parametrów.
2. Dodatek oleju rzepakowego do filmu skrobiowego jak i zmiana jego stężenia w zakresie od 1 do 3% w roztworze powłokotwórczym, nie powoduje zmian bezwzględnej różnicy ( $\Delta E$ ) i nasycenia ( $\Delta C$ ) barwy.
3. Dodatek oleju rzepakowego do filmu skrobiowego powoduje obniżenie stopnia nasycenia barwy ( $SI$ ). Natomiast zmiana stężenia oleju w zakresie 1 - 3% w roztworze powłokotwórczym nie powoduje dalszych zmian.
4. Filmy skrobiowe z dodatkiem oleju rzepakowego wykazują 3-4 krotnie niższą nieprzezroczystość w stosunku do filmów bez tłuszczu. Zwiększenie stężenia oleju w zakresie 1-3% w roztworze powłokotwórczym powoduje wzrost nieprzezroczystości.

## LITERATURA:

- [1] ANONIM 1999. Barwa i jakość. Heidelberg Druckmaschinen AG, Kurfursten-Anlage, 52-60.
- [2] CHEN CH.H., KUO W.S., LAI L.S. 2009. *Effect of surfactants on water barrier and physical properties of tapioca starch/decolorized hsian-tsoa leaf gum films*. Food Hydrocoll., 23, 714-721.
- [3] FLORES S., FAMÁ L., ROJAS A.M., GOYANES S., GERSCHENSON L. 2007. *Physical properties of tapioca-starch edible films: Influence of filmmaking and potassium sorbate*. Food Research Int., 40, 257-265.
- [4] FU Z., WANG L., LI D., WEI Q., ADHIKARI B. 2011. *Effects of high-pressure homogenization on the properties of starch-plasticizer dispersions and their films*. Carbohydrate Polymers, 86, 202-207.
- [5] GALUS S., LENART A. 2012. *Wpływ emulsji tłuszczowej na właściwości optyczne filmów serwatkowych*. Acta Agrophysica, 19(1), 29-36.
- [6] GHANBARZADEH B., ALMASI H., ENTEZAMI A.A. 2010. *Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films*. Innovate Food Sci. Emerg. Tech., 11, 697-702.
- [7] GHOSH V., ZIEGLER G.R., ANANTHESWARAN R.C. 2005. *Moisture migration through chocolate-flavored confectionery coatings*. Journal of Food Engineering, 66, 177-186.
- [8] 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 Sci. and Technology, 29, 10-17.
- [9] HAN, J. H., & FLOROS, J. D. 1997. *Casting antimicrobial packaging films and measuring their physical properties and antimicrobial activity*. J. Plastic Film and Sheet, 13, 287-298.
- [10] JIMÉNEZ A., FABRA M.J., TALENS P., CHIRALT A. 2012. *Effect of re-crystallization on tensile, optical and water vapour barrier properties of corn starch films containing fatty acids*. Food Hydrocoll., 26, 302-310.
- [11] 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 Sci. in China, 10(6), 960-968.
- [12] LÓPEZ O.V., GARCÍA M.A., ZARITZKY N.E. 2008. *Film forming capacity of chemically modified corn starches*. Carbohydrate Polymers, 73, 573-581.
- [13] MARTINS J.T., CERQUEIRA M.A., BOURBON A.I., PINHEIRO A.C., SOUZA B.W.S., VICENTE A.A. 2012. *Synergistic effects between  $\kappa$ -carrageenan and locust bean gum on physicochemical properties of edible films made thereof*. Food Hydrocoll. 29, 280-289.
- [14] 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.
- [15] MONEDERO F.M., FABRA M.J., TALENS P., CHIRALT A. 2009. *Effect of oleic acid-beeswax mixtures on mechanical, optical and Water barrier properties of soy protein isolate based films*. Journal of Food Engineering, 91(4), 509-515.
- [16] REIS K.C., SMITH J.P., CARVALHO C.W.P., WELLNER N., YAKIMETES I. 2008. *Characterization of polyhydroxybutyrate-hydroxyvalerate (PHB-HV)/maize starch blend films*. Journal of Food Engineering, 89, 361-369.
- [17] SOUZA B.W.S., CERQUEIRA M.A., TEIXEIRA J.A., VICENTE A.A. 2010. *The use of electric fields of edible coatings and films development and production: A review*. Food Eng. Rev., 2, 244-255.
- [18] VIÑA S.Z., MUDGRIDGE A., GARCÍA M.A., FERREYA R.M., MARTINO M.N., CHAVES A.R., ZARITZKY N.E. 2007. *Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts*. Food Chemistry, 103, 701-709.
- [19] WU H.X., LIU C.H., CHEN J.G., CHANG P.R., CHEN Y., ANDERSON D.P. 2009. *Structure and properties of starch/ $\alpha$ -zirconium phosphate nanocomposite films*. Carbohydrate Polymers, 77, 358-364.
- [20] YANG L., PAULSON A.T. 2000. *Mechanical and vapor barrier properties of edible gellan films*. Food Research International, 33, 563-570.
- [21] ZAVAREZE E.R., PINTO V.Z., KLEIN B., HALAL S.L.M.E., ELIAS M.C., PRENTICE-HERNÁNDEZ C., DIAS A.R.G. 2012. *Development of oxidized and heat-moisture treated potato starch film*. Food Chemistry, 132 (1), 344-350.

## THE EFFECT OF RAPESEED OIL ADDITION ON OPTICAL PROPERTIES OF STARCH FILMS

### SUMMARY

The aim of this work was to analyse the effect of rapeseed oil addition on optical properties of wheat starch films. Films were prepared from 5% of starch film-forming water solutions and 50% glycerol as plasticizer (w/w of starch) and rapeseed oil was added to the solutions at concentration of 0, 1, 2, 3%. Colour in the CIE  $L^*a^*b^*$  system was measured and colour discriminants were calculated: total colour difference, colour saturation and saturation index. Moreover the opacity at wavelength of 600 nm was calculated. Changing in colour parameters and discriminants was observed and decreased opacity of starch films with rapeseed oil addition.

**Key words:** edible films, wheat starch, colour, opacity.