

**GRAŻYNA LEWANDOWICZ, KRYSZYNA PROCHASKA,
WŁODZIMIERZ GRAJEK, WOJCIECH KRZYŻANIAK,
ANGELIKA MAJCHRZAK, TADEUSZ CIAPA**

WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE MALTODEKSTRYN W UKŁADACH EMULSYJNYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie właściwości powierzchniowych maltodekstryn o różnym stopniu scukrzenia i zróżnicowanej technologii otrzymywania oraz weryfikacja ich funkcjonalności w układach emulsyjnych. Weryfikacji dokonano poprzez ocenę tekstury i właściwości reologicznych majonezów niskotłuszczowych, otrzymanych na bazie maltodekstryn. Stwierdzono, że maltodekstryny wykazują aktywność powierzchniową zarówno w układzie woda/powietrze, jak i woda/olej, przy czym obserwuje się zwiększenie aktywności powierzchniowej w miarę wzrostu stopnia hydrolizy. Na właściwości powierzchniowe maltodekstryn pozytywnie wpływa zastąpienie tradycyjnego procesu produkcyjnego hydrolizą prowadzoną w ekstruderze. Pomimo stwierdzonej aktywności powierzchniowej, maltodekstryny nie wykazują zdolności emulgującej, niezależnie od stopnia scukrzenia oraz metody otrzymywania. Natomiast w układach złożonych, jakimi są majonezy niskotłuszczowe, wykazują zróżnicowane oddziaływanie w stosunku do badanych białek. W konsekwencji majonezy wykonane na bazie różnych białek i różnych maltodekstryn wykazują znaczne zróżnicowanie parametrów uniwersalnego profilu tekstury oraz właściwości reologicznych, w zależności od surowców użytych do ich przyrządzenia. Pomimo obserwowanego zróżnicowania właściwości, badane majonezy pod względem reologicznym stanowią płyny rozrzedzane ścinaniem i ich lepkość może być opisana za pomocą empirycznego równania Ostwalda de Waele'a.

Słowa kluczowe: maltodekstryny, ekstruzja, właściwości powierzchniowe, emulsje, majonezy, tekstura, właściwości reologiczne.

Wprowadzenie

Maltodekstryny – produkty niepełnej hydrolizy skrobi znajdują szerokie zastosowanie w produkcji żywności. Są używane jako neutralne wypełniacze, nośniki, składniki stabilizujące i teksturotwórcze. Szczególne znaczenie mają maltodekstryny jako funkcjonalne składniki układów emulsyjnych, gdyż niejednokrotnie mogą być

Dr hab. inż. G. Lewandowicz, prof. dr hab. W. Grajek, mgr inż. W. Krzyżaniak, A. Majchrzak, T. Ciapa, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 48; 60-627 Poznań, dr hab. inż. Krystyna Prochaska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Pl. M. Skłodowskiej-Curie, Poznań

stosowane jako zamienniki tłuszczu [11]. Produkcja maltodekstryn może odbywać się z użyciem różnego typu enzymów, co implikuje zróżnicowanie strukturalne otrzymanych produktów, a co za tym idzie zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych i użytkowych [5, 10]. Dodatkowym źródłem zróżnicowania właściwości maltodekstryn może być zastosowanie alternatywnych procesów technologicznych, takich jak np. ekstruzja [3, 5]. Przydatność różnorodnych produktów spożywczych w tworzeniu układów emulsyjnych była tradycyjnie oceniana na podstawie określenia zdolności emulgującej, trwałości emulsji, jak również poprzez ocenę cech sensorycznych i reologicznych [9, 11]. Badania aktywności powierzchniowej w układach płyn/płyn, powszechnie wykorzystywane przy opisie właściwości surfaktantów, nie były dotychczas stosowane do oceny produktów spożywczych.

Celem pracy było określenie właściwości powierzchniowych maltodekstryn o różnym stopniu scukrzenia i zróżnicowanej technologii otrzymywania oraz weryfikacja ich funkcjonalności w układach emulsyjnych.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły: skrobia ziemniaczana Superior Standard produkcji WPPZ w Luboniu, maltodekstryny produkcji SPPZ w Łobzie, gluten pszeniczny produkcji ZPZ w Niechlowie oraz skrobia modyfikowana (E 1422) „Adanet CS” produkcji Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego w Luboniu. Do otrzymywania majonezów użyto oleju rzepakowego oraz niezbędnych handlowych produktów spożywczych.

Ekstruzyjną hydrolizę enzymatyczną prowadzono za pomocą handlowych preparatów enzymatycznych firmy Novo Nordisk (Dania) tj. termostabilnej α -amylazy bakteryjnej (produkowanej przez modyfikowane szczepy *Bacillus*) o nazwie handlowej Termamyl S oraz bakteryjnej α -amylazy (produkowanej przez wyselekcjonowane szczepy *Bacillus amyloliquefaciens*) o nazwie handlowej BAN 480 L. Skrobię ziemniaczaną nawilżano wodnym roztworem enzymów do wilgotności 35%. Proces prowadzono w mieszarce w temp. 25°C w czasie 0,5 h w celu ujednoczenia mieszaniny. Tak przygotowany materiał poddawano ekstruzji w czterosekcyjnym ekstruderze dwuślimakowym Krupp Werner & Pfleinderer, typ ZSK 25P8.2. Zastosowano różne warunki procesu w zależności od enzymu i tak: Termamyl S – 0,7 ml/kg s.s. skrobi, prędkość ślimaka 40 obr./min; BAN 480 L – 1,0 ml/kg s.s. skrobi, prędkość ślimaka 60 obr./min. Temperatura w poszczególnych sekcjach ekstrudera wynosiła: 20, 100, 120 i 140°C. W dalszej części tekstu użyto następujących określeń: maltodekstryna ekstruzyjna T (produkt otrzymany z zastosowaniem preparatu Termamyl S) oraz maltodekstryna ekstruzyjna B (produkt otrzymany z zastosowaniem preparatu BAN 480L)

Zawartość suchej substancji skrobi oraz maltodekstryn oznaczano zgodnie z PN-78/A-74701 [7].

Wartość równoważnika glukozowego DE określano zgodnie z PN-EN ISO 5377:2001 [8].

Napięcie powierzchniowe i międzyfazowe oznaczano metodą odrywania pierścienia du Noüy'a za pomocą tensiometru K12 firmy Krüss (Niemcy). Badania prowadzono w temp. 210°C. Jako modelową fazę olejową zastosowano toluen. Badane roztwory wodne zawierające od 10^{-3} do 1% analizowanych maltodekstryn uzyskiwano drogą kolejnych rozcieńczeń. Zdolność obniżania napięcia powierzchniowego, jak i międzyfazowego badanych pochodnych scharakteryzowano za pomocy wybranych parametrów adsorpcji zestawionych w tab. 1. i 2., wyznaczonych w oparciu o wartości współczynników izotermy Szyszkowskiego, zastosowanej do aproksymacji danych eksperymentalnych [1].

Zdolność emulgującą i trwałość termiczną emulsji oznaczano zmodyfikowaną metodą opracowaną przez Yasamatsu i wsp. [13]. W tym celu 7,0 g maltodekstryny rozpuszczano w 100 ml wody destylowanej, następnie stopniowo dodawano 100 ml oleju i miksowano układ przy użyciu miksera Ultrathurax IKA (Niemcy) z prędkością 6000 obr./min w ciągu 2 min. W przypadku badania glutenu 7,0 g próbki rozpuszczano w roztworze 10 ml octu spirytusowego o stężeniu 10% i 90 ml wody. Otrzymaną emulsję poddawano działaniu siły odśrodkowej w ultrawirówce przy prędkości obrotowej 3000 obr./min w ciągu 15 min. Aktywność emulgującą [%] wyliczano ze stosunku objętości fazy zemulgowanej do całkowitej objętości układu. W celu oznaczenia trwałości termicznej emulsji przygotowaną jak wyżej emulsję ogrzewano w łaźni wodnej, w temp. 80°C, przez 30 min. Następnie schładzano pod strumieniem zimnej wody w ciągu 15 min. Całość łagodnie mieszano za pomocą bagietki i poddawano działaniu siły odśrodkowej w ultrawirówce przy prędkości obrotowej 3000 obr./min w ciągu 15 min. Trwałość termiczną emulsji [%] wyliczano ze stosunku objętości fazy zemulgowanej do całkowitej objętości układu. Pomiary powtarzano trzykrotnie, następnie obliczano wartość średnią oraz przedział ufności przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ [2].

Majonezy sporządzano w porcjach po 300 g wg następującej receptury: olej – 150,0 g; Adanet CS – 9,0 g; maltodekstryna – 9,0 g; cukier – 9,0 g; sól – 3,0 g; benzoesan sodu 0,6 g; ocet 10-procentowy – 12 g; musztarda – 6,0 g; żółtko jaja – 18 g lub zamiennie gluten 9,0 g. Całość uzupełniano wodą do 300 g. Z maltodekstryny, cukru, skrobi modyfikowanej, soli oraz benzoesanu sodu sporządzano suchą mieszankę, którą przy intensywnym mieszaniu wsypywano do wody. Po utworzeniu kleiku dodawano żółtko i musztardę, a następnie przy wolnym mieszaniu 2/3 oleju. Zwiększając obroty mieszadła dodawano na przemian ocet i resztę oleju. W przypadku majonezu na bazie glutenu najpierw gluten wsypywano do wody przy ciągłym mieszaniu, a następnie dodawano ocet i musztardę. Nie przerywając mieszania dodawano powoli mieszankę suchych składników. Po utworzeniu kleiku dodawano również powoli przy wolnym mieszaniu 2/3 oleju, a następnie zwiększano obroty mieszadła i dodawano resztę oleju.

Badanie tekstury majonezów prowadzono przy użyciu teksturometru TA.XT2 firmy Stable Micro Systems (Wielka Brytania) z zastosowaniem następujących parametrów pomiaru: głowica 5 kg; sensor walcowy o średnicy 20,0 mm, głębokość penetracji 4,0 mm; szybkość opadania sensora przed testem 1,0 mm/s, w trakcie testu 0,5 mm/s; po teście 1,0 mm/s; czas pomiędzy jednym a drugim cyklem pomiarowym 5 s; temp. 20°C. W badaniach stosowano trzykrotne powtórzenia pomiarów, następnie wyznaczano wartość średnią oraz przedział ufności przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ [2].

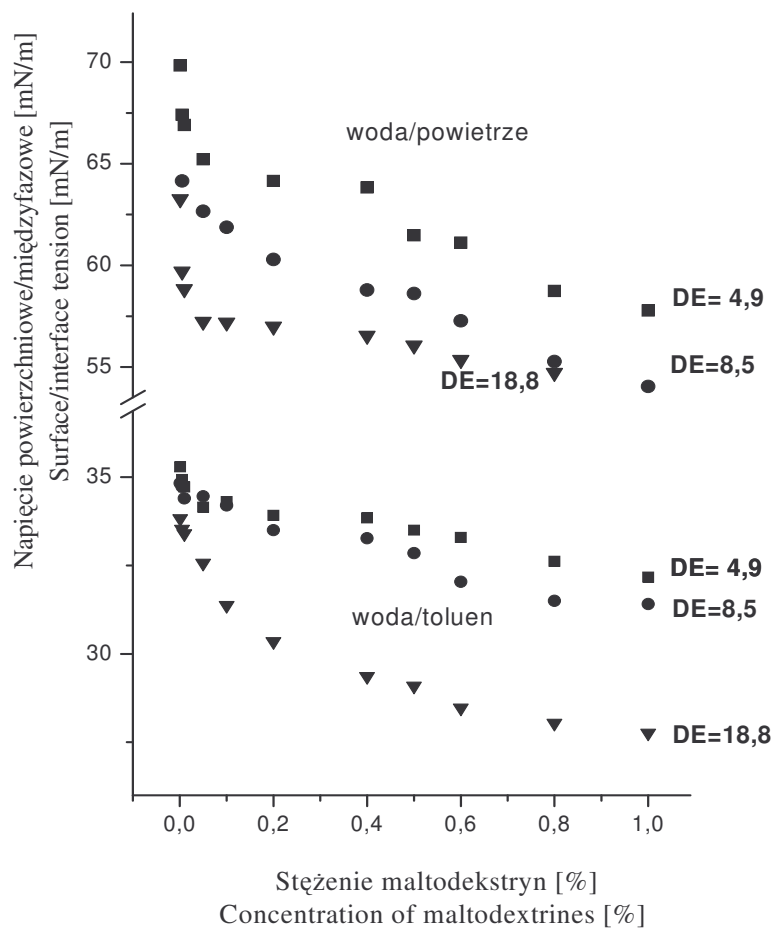
Badanie właściwości reologicznych majonezów prowadzono za pomocą reometru RheoStress 1 firmy Haake (Niemcy) w temp. 20°C, w układzie pomiarowym stożek – płytki C60/1⁰ Ti. Badania prowadzono w zakresie szybkości kątowej od 0,1 rad/s do 10 rad/s. Wyznaczano moduł sprężystości, moduł plastyczności, kąt przesunięcia fazowego oraz lepkość zespoloną. Do opisu zależności lepkości zespolonej od prędkości ścinania wykorzystano równanie Ostwalda de Waele'a. W celu wyznaczenia przedziału liniowej lepkośćsprężystości badanych majonezów określano zależność modułu sprężystości od zmieniającej się w zakresie od 0 do 5% amplitudy drgań o częstotliwości 1 Hz. Za wartość optymalną do badań przyjęto amplitudę 0,05%.

Wyniki i dyskusja

Maltodekstryny wykazywały aktywność powierzchniową w układzie woda/powietrze oraz woda/olej, przy czym zdolność obniżania napięcia powierzchniowego na granicy faz płyn/płyn zależała od stopnia ich hydrolizy i metody otrzymywania. W przypadku maltodekstryn handlowych (rys. 1) obserwowano zwiększenie aktywności powierzchniowej w miarę wzrostu stopnia ich hydrolizy, natomiast maltodekstryny ekstruzyjne (rys. 2) wykazywały silniejszą aktywność powierzchniową niż ich analogi handlowe o porównywalnym stopniu hydrolizy.

Swobodna energia adsorpcji w układzie woda/powietrze handlowych preparatów malała wraz ze wzrostem wartości DE (tab. 1). Natomiast w układzie woda/olej wzrostowi stopnia hydrolizy, tj. rosnącej wartości DE, towarzyszył wyraźny wzrost stężenia powierzchniowego w warstwie adsorpcyjnej.

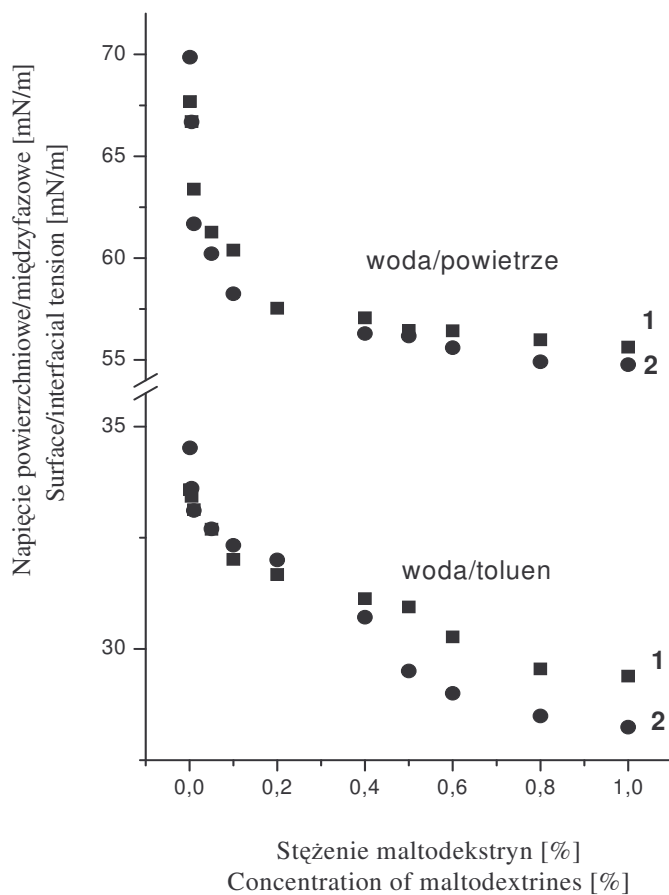
Pomimo wykazanej wyżej aktywności powierzchniowej maltodekstryn emulsje utworzone z ich roztworów i oleju ulegały natychmiastowemu rozwarstwieniu po zakończeniu mieszania układu. Wynika stąd, że niezależnie od stopnia scukrzenia oraz metody otrzymywania maltodekstryny nie mają zdolności emulgującej. Badane preparaty białkowe, czyli żółtko jaja i gluten pszeniczny wykazują wysoką aktywność emulgującą (tab. 2). Należy podkreślić, że emulsje utworzone z użyciem glutenu wykazują znacznie wyższą trwałość termiczną niż emulsje na bazie żółtka jaja kurzego.



Rys. 1. Aktywność powierzchniowa handlowych maltodekstryn w układzie woda/powietrze i woda/toluen.

Fig. 1. Surface activity of commercial maltodextrines in a water/air and a water/toluene system.

Majonezy wykonane na bazie różnych białek i różnych maltodekstryn wykazywały znaczne zróżnicowanie parametrów uniwersalnego profilu tekstury w zależności od surowców użytych do ich przyrządzenia (tab. 2). Majonezy zawierające gluten miały większą twardość od zawierających żółtko jaja. Rodzaj maltodekstryny w mniejszym stopniu wpływał na ten parametr majonezu.



Rys. 2. Aktywność powierzchniowa maltodekstryn ekstruzyjnych w układzie woda/powietrze i woda/toluen (1 – maltodekstryna T, 2 – maltodekstryna B).

Fig. 2. Surface activity of extrusion maltodextrines in the water/air and water/toluene systems (1–maltodextrine T, 2 – maltodextrine B).

Od powyższej reguły odbiegały majonezy sporządzone na bazie glutenu i maltodekstryny ekstruzyjnej B, których twardość była wyjątkowo mała. Przywieralność majonezów również wykazywała znacznie zróżnicowanie związane z rodzajem użytych surowców. Najwyższą przywieralnością charakteryzowały się majonezy wytworzone na bazie glutenu oraz maltodekstryn handlowych, natomiast zdecydowanie niskie wartości przywieralności wykazały majonezy, w przypadku których użyto maltodekstryny ekstruzyjnej B. Sprężystość była tym parametrem tekstury, który wykazywał zdecydowanie najmniejsze zróżnicowanie i w przypadku większości majonezów zawierał się w granicach 0,92–0,95. Wyjątek stanowił majonez wytworzony z udziałem żółtka jaja i maltodekstryny ekstruzyjnej B, którego elastyczność wynosiła 0,99. Również pozostałe parametry tego wyrobu tj. gumistość i

spoistość odbiegały od wartości, którymi charakteryzowały się pozostałe majonezy, przy czym należy zauważyć, że w przypadku gumiaści była to wartość najmniejsza, natomiast w przypadku spoistości największa.

Tabela 1

Parametry adsorpcji maltodekstryn handlowych oraz ekstruzyjnych.
Adsorption parameters of commercial and extrusion maltodextrines.

Maltodekstryna Maltodextrine	Parametry adsorpcji Adsorption parameters			
	Woda/powietrze Water/air		Woda/olej Water/toluene	
	$*\Gamma^{\infty} \cdot 10^6$ mol/m ²	$*-\Delta G_{ads}$ kJ/mol	$\Gamma^{\infty} \cdot 10^6$ mol/m ²	$-\Delta G_{ads}$ kJ/mol
Handlowa Commercial DE = 4,9	0,639	18,71	0,165	18,43
Handlowa Commercial DE = 8,5	0,751	20,95	0,237	16,38
Handlowa Commercial DE = 18,8	0,424	40,32	0,447	17,29
Ekstruzyjna T Extrusion T	0,781	21,3	0,250	23,25
Ekstruzyjna B Extrusion B	0,866	20,41	0,408	17,03

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* wartości przeliczono na zawartość moli anhydroglukozy / the values were converted into a content of anhydroglucose moles

$-\Delta G_{ads}$ – swobodna energia adsorpcji / free energy of adsorption;

Γ^{∞} – nadmiar powierzchniowy na nasyconej granicy faz / surface excess at the saturated interface.

Porównując parametry tekstury majonezów (tab. 3) z właściwościami reologicznymi (rys. 3–5, tab. 4) dowiedziono, że nie jest możliwe znalezienie prostej korelacji pomiędzy tymi wielkościami. Analiza matematyczna przebiegu zmienności zależności lepkości zespolonej majonezów od szybkości ścinania wykazała, że charakteryzują się one we wszystkich przypadkach właściwościami płynów rozrzedzanych ścinaniem (rysunków nie przytoczono). Potwierdza to wysoka korelacja wzmiankowanych krzywych z empirycznym równaniem Ostwalda de Waele'a (tab. 4). Równanie Ostwalda de Waele'a było już wcześniej stosowane do opisu właściwości reologicznych napojów mlecznych oraz wodnych roztworów hydrokoloidów [6, 12]. Zmienność parametru K w równaniu Ostwalda de Waele'a oraz przebieg krzywych zależności modułów sprężystości i plastyczności od szybkości ścinania wskazuje natomiast na istotne różnice w oddziaływaniach pomiędzy badanymi

Tabela 2

Zdolność emulgująca oraz trwałość termiczna emulsji badanych białek.
Emulsifying activity and emulsion stability of investigated protein substances.

Substancja badana Substance investigated	Aktywność emulgująca [%] Emulsifying activity [%]	Trwałość termiczna emulsji [%] Thermal stability of emulsions [%]
Żółtko jaja Egg yolk	49,9 ± 0,3	25,0 ± 0,0
Gluten pszeniczny Wheat gluten	50,0 ± 0,0	49,9 ± 0,3

Tabela 3

Parametry tekstury badanych majonezów.
Texture parameters of mayonnaises.

Białko Protein	Maltodekstryna Maltodextrine	Twardość Hardness [N]	Przywieralność Adhesiveness [Ns]	Sprężystość Springiness	Gumiastość Gumminess [N]	Spoistość Cohesiveness
Żółtko jaja Egg yolk	handlowa commercial DE=9	0,21 ± 0,05	-1,6 ± 0,4	0,93 ± 0,0	0,15 ± 0,04	0,71 ± 0,04
Żółtko jaja Egg yolk	handlowa commercial DE=25	0,19 ± 0,02	-1,5 ± 0,1	0,93 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,74 ± 0,02
Żółtko jaja Egg yolk	ekstruzyjna T extrusion T	0,23 ± 0,08	-1,8 ± 0,7	0,94 ± 0,02	0,16 ± 0,05	0,71 ± 0,03
Żółtko jaja Egg yolk	ekstruzyjna B extrusion B	0,09 ± 0,00	-0,27 ± 0,07	0,99 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,81 ± 0,02
Gluten	handlowa commercial DE=9	0,31 ± 0,08	-2,3 ± 0,1	0,93 ± 0,01	0,21 ± 0,05	0,69 ± 0,02
Gluten	handlowa commercial DE=25	0,28 ± 0,05	-2,1 ± 0,1	0,92 ± 0,00	0,19 ± 0,02	0,69 ± 0,02
Gluten	ekstruzyjna T extrusion T	0,16 ± 0,02	-1,1 ± 0,2	0,95 ± 0,00	0,12 ± 0,03	0,77 ± 0,07
Gluten	ekstruzyjna B extrusion B	0,13 ± 0,00	-0,77 ± 0,05	0,95 ± 0,00	0,10 ± 0,02	0,75 ± 0,05

maltodekstrynami i białkami. W szczególności zwracają uwagę skrajnie różne wartości modułów sprężystości majonezów sporządzonych z udziałem maltodekstryny ekstruzyjnej B (rys. 3). Parametry te w przypadku majonezu zawierającego

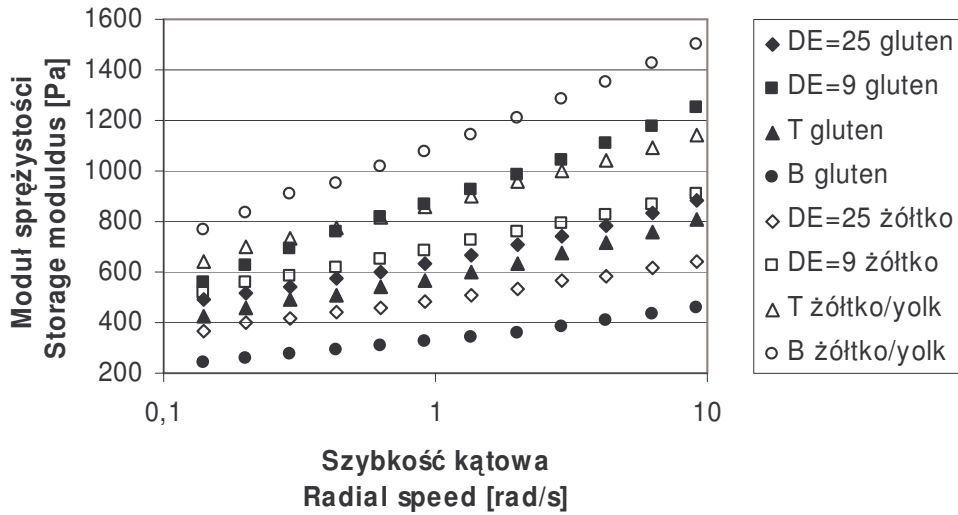
maltodekstrynę ekstruzyjną B i żółtko wykazywały najwyższe wartości, a w przypadku majonezu na bazie glutenu – najniższe. Maltodekstryny handlowe generalnie wykazywały wyższe wartości modułów zarówno sprężystości, jak i plastyczności w produktach o niższym DE = 9 niż wyższym DE = 25 stopniu scukrzenia. W przypadku maltodekstryny ekstruzyjnej T wartości modułów zarówno plastyczności, jak i sprężystości były wyższe w majonezach przyrządzonych na bazie żółtka.

Tabela 4

Parametry równania Ostwalda de Waele'a $\eta = K\omega^n$.

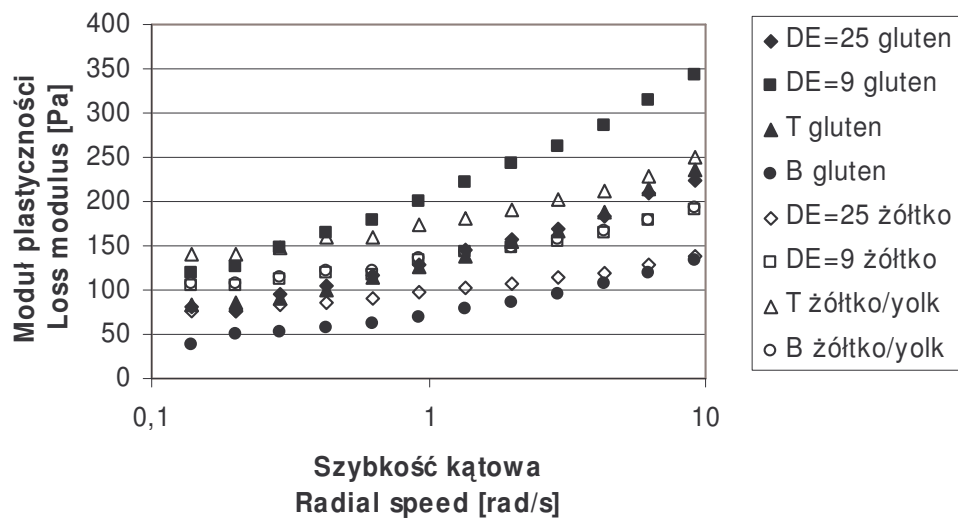
Ostwald de Waele $\eta = K\omega^n$ equation parameters.

Białko Protein	Maltodekstryna Maltodextrine	K	n	r
Żółtko jaja Egg yolk	handlowa commercial DE=9	700	0,12	1,000
Żółtko jaja Egg yolk	handlowa commercial DE=25	496	0,15	1,000
Żółtko jaja Egg yolk	ekstruzyjna T extrusion T	990	0,16	0,9998
Żółtko jaja Egg yolk	ekstruzyjna B extrusion B	1283	0,19	0,9998
Gluten	handlowa commercial DE=9	840	0,20	0,9999
Gluten	handlowa commercial DE=25	534	0,13	0,9999
Gluten	ekstruzyjna T extrusion T	620	0,14	0,9999
Gluten	ekstruzyjna B extrusion B	330	0,14	1,000



Rys. 3. Moduł sprężystości majonezów.

Fig. 3. Storage modulus of mayonnaises.

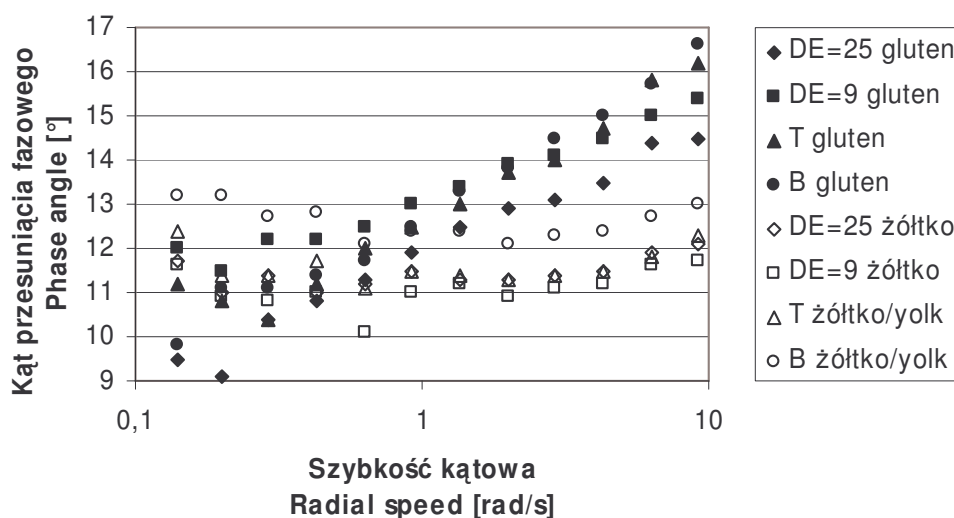


Rys. 4. Moduł plastyczności majonezów.

Fig. 4. Loss modulus of mayonnaises.

Hipotezę o różnym wzajemnym oddziaływaniu badanych maltodekstryn i białek potwierdza analiza zmienności kąta przesunięcia fazowego. Na rys. 5. widoczne są dwa pęki krzywych przynależnych do majonezów przyrządzonych na bazie żółtka (znaczniki puste) i glutenu (znaczniki wypełnione). Wartości kąta przesunięcia fazowego w przypadku majonezów na bazie żółtka są prawie stałe, oscylują w

granicach 10–13° i nie wykazują tendencji zarówno malejącej, jak i rosnącej. Świadczy to, że majonezy te są płynami lepkosprężystymi o zaznaczonej przewodze właściwości sprężystych. W przypadku majonezów na bazie glutenu ze wzrostem szybkości ścinania obserwowano wzrost kąta przesunięcia fazowego od 9° do 15°. Wskazuje to na fakt, że przy wyższych prędkościach ścinania majonezy te tracą właściwości sprężyste i upodabniają się do cieczy.



Rys. 5. Kąt przesunięcia fazowego majonezów.

Fig. 5. Phase angle of mayonnaises.

Wnioski

1. Maltodekstryny wykazują aktywność powierzchniową zarówno w układzie woda/powietrze, jak i woda/olej.
2. Maltodekstryny handlowe wykazują zwiększenie aktywności powierzchniowej w miarę wzrostu stopnia ich hydrolizy, natomiast maltodekstryny ekstruzyjne wykazują silniejszą aktywność powierzchniową niż ich analogi handlowe o porównywalnym stopniu hydrolizy.
3. Maltodekstryny nie wykazują zdolności emulgującej niezależnie od stopnia scurzenia oraz metody ich otrzymania.
4. Majonezy wykonane na bazie różnych białek i różnych maltodekstryn wykazują znaczne zróżnicowanie parametrów uniwersalnego profilu tekstury w zależności od surowców użytych do ich przyrządzenia.
5. Badane majonezy pod względem reologicznym są płynami rozrzedzanymi ścinaniem i ich lepkość może być opisana za pomocą empirycznego równania Ostwalda de Waele'a.
6. Maltodesktryny, w układzie emulsyjnym majonezu niskotłuszczowego, wykazują zróżnicowane właściwości funkcjonalne w zależności od użytego białka.

Pracę zrealizowano w ramach grantu zamawianego KBN nr PBZ/KBN/021/P06/99/13 oraz prac własnych PP nr BW 3z/118/2004

Literatura

- [1] Chattoraj D.K, Birdi K.S.: Adsorption and the Gibbs Surface Excess. Plenum Press. New York 1984.
- [2] Czermiński J.B., Iwasiewicz A., Paszek Z., Sikorski A.: Metody statystyczne dla chemików. PWN. Warszawa 1986.
- [3] Govindasamy S., Campanella O.H., Oates C. G.: Enzymatic hydrolysis and saccharification optimisation of sago starch in a twin-screw extruder. *J. Food Eng.*, 1997, **32**, 427-446
- [4] Krzyżaniak W., Białas W., Olesienkiewicz A., Jankowski T., Grajek W.: Characteristics of oligosaccharides produced by enzymatic hydrolysis of potato starch using mixture of pullulanases and alpha-amylases. *Elect. J. Pol. Agric. Univ., Food Sci. Techn.*, 2003, www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue2/
- [5] Krzyżaniak W., Olesienkiewicz A., Białas W., Słomińska L., Jankowski T., Grajek W.: Charakterystyka chemiczna maltodekstryn o małym równoważniku glukozowym otrzymanych przez hydrolizę skrobi ziemniaczanej za pomocą alfa-amylaz. *Acta Sci. Pol., Technologia Alimentaria*, 2003, **2**, 5-15.
- [6] Oerther S., Payan E., Lapicque F., Presle N., Hubert P., Muller S., Netter P., Lapicque, F.: Hyaluronate-alginate combination for the preparation of new biomaterials: investigation of the behaviour in aqueous solutions. *Biochim. Biophys. Acta (BBA)/General Subject.*, 1999, **1426**, 185-194.
- [7] PN-78/A-74701. Hydrolizaty skrobiowe. Metody badań.
- [8] PN-EN ISO 5377:2001. Produkty hydrolizy skrobi. Oznaczanie siły redukującej i równoważnika glukozowego. Metoda stałego miana Lane'a i Eynone.
- [9] Robins M.M., Watson A.D., Wilde P.J.: Emulsions – creaming and rheology. *Curr. Opin. in Colloid & Interface Science*, 2002, **7**, 419-425.
- [10] Słomińska L.: Enzymatyczne metody transformacji skrobi. *Przem. Spoż.*, 1995, **12**, 472-475, 480.
- [11] Słomińska L.: Węglowodanowe zamienniki tłuszczu. *Przem. Spoż.*, 1999, **12**, 12-15.
- [12] Yanes M., Durán L., Costell E. Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behaviour and sensory properties of milk beverages model systems. *Food Hydrocolloid* 2002, **16**, 605-611.
- [13] Yasamatsu K., Sawada K., Moritaka S., Misaka M., Toda J., Wada T., Ishii K.: Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agr. Biol. Chem.*, 1972, **36**, 719-727.

FUNCTIONAL PROPERTIES OF MALTODEXTRINES IN EMULSION SYSTEMS

S u m m a r y

The objective of this work was to determine surface properties of maltodextrines having a various saccharification degree and obtained using different technological processes. Furthermore, this work

aimed at verifying the functionality of maltodextrines in emulsion systems by determining the rheological properties and the texture of low fat mayonnaises prepared from these maltodextrines.

It was found that both in water/air and water/oil systems, maltodextrines demonstrate surface activity which is observed to increase with the rise of the hydrolysis degree. Replacing the traditional process of production by a hydrolysis carried out in extruder has a positive effect on surface properties of maltodextrines. Despite the a surface activity stated, maltodextrines do not show any emulsifying abilities, regardless of the saccharification degree and production method. However, they exhibit a varied effect on the examined proteins in such complex systems as low fat mayonnaises. As a consequence, mayonnaises made on the basis of different proteins and maltodextrines show a considerable diversity of their universal texture profile parameters and rheological properties, depending on the components used to prepare them. In spite of the observed diversity of properties, examined mayonnaises constitute pseudoplastic fluids in respect of rheological properties, and their viscosity could be described by means of the Ostwald de Waele's empirical equation.

Key words: maltodextrines, extrusion, surface properties, emulsion, mayonnaises, texture, rheological properties 