

WPLYW DODATKU SACHAROZY NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE SKROBI ZIEMNIACZANEJ MODYFIKOWANEJ

Teresa Fortuna, Dorota Gałkowska

Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności,
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Skrobia ziemniaczana, zarówno naturalna, jak i modyfikowana, jest jednym z najbardziej wielofunkcyjnych dodatków stosowanych w żywności [WALKOWSKI i LEWANDOWICZ 1993; GOLACHOWSKI 1998; FORTUNA i in. 2000]. Preparaty skrobi modyfikowanej charakteryzują się różnymi właściwościami funkcjonalnymi – pełnią rolę środków zagęszczających, teksturotwórczych, stabilizujących czy żelujących [FORTUNA 1995; TOMASIK 2000]. Cechy jakościowe produktu zawierającego w swym składzie skrobię uzależnione będą zatem od rodzaju i wielkości dodatku zastosowanej skrobi. Jest to związane z interakcjami zachodzącymi pomiędzy skrobią, wodą i pozostałymi składnikami żywności. Równie istotnym czynnikiem wpływającym głównie na właściwości reologiczne produktu są zjawiska powstające podczas procesu technologicznego, stąd też duże znaczenie ma rodzaj zastosowanej obróbki mechanicznej i termicznej [ABU-JDAYIL i in. 2001]. Istnieje wiele przykładów produktów żywnościowych (budynie, koncentraty owocowe i warzywne, sosy, zupy), w skład których, obok skrobi modyfikowanych, wchodzi cukry, a zwłaszcza sacharoza. Disacharyd ten w żywności pełni głównie rolę substancji nadającej słodki smak, ale również może wpływać na właściwości strukturalne produktów spożywczych [CHIOTELLI i in. 2000]. Pojawia się więc potrzeba poznania właściwości reologicznych skrobi w obecności sacharozy, jako cukru znajdującego powszechne zastosowanie w produkcji żywności.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku sacharozy na właściwości reologiczne kleików handlowych preparatów skrobiowych.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły następujące skrobie wyprodukowane przez Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu: skrobia ziemniaczana superior standard, mączka budyniowa – skrobia utleniona (E 1404), Lubostat – fosforan diskrobiowy (E 1412), Lubostat S – acetylowany fosforan diskrobiowy (E 1414), zagęstnik skrobiowy AC – skrobia acetylowana

(E 1420), zagęstnik skrobiowy AD – acetylowany adypinian diskrobiowy (E 1422). W badaniach wykorzystano również sacharozę cz.d.a z firmy Chempur.

Kleiki skrobiowe przygotowywano ogrzewając 5% (w/w) zawiesiny skrobi w wodzie (próbki kontrolne) oraz w 5 i 10% roztworach sacharozy w temperaturze 95°C w czasie 30 minut przy ciągłym mieszanii z szybkością 600 obr./min. Właściwości reologiczne badanych kleików skrobiowych oznaczono stosując reometr rotacyjny Rheolab MC1 (Physica Messtechnik GmbH, Niemcy), z układem współosiowych cylindrów jako systemem pomiarowym (średnica cylindra wewnętrznego – 25,00 mm, średnica cylindra zewnętrznego – 27,12 mm). Kleiki umieszczano w elemencie pomiarowym reometru i chłodzono do temperatury pomiaru wynoszącej $50 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Wykreślono krzywe płynięcia przy wzrastającej i malejącej szybkości ścinania według następującego programu: wzrost szybkości ścinania w zakresie 1–300 s w czasie 5 minut, ścinanie próbki przy stałej szybkości 300 s przez 2 minuty, spadek szybkości ścinania w zakresie 300 s w czasie 5 minut. Do opisu krzywych płynięcia zastosowano modele:

Herschela-Bulkleya

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n,$$

Ostwalda de Waele'a

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n,$$

gdzie:

τ – napężenie ścinające (Pa),

τ_0 – granica płynięcia (Pa),

$\dot{\gamma}$ – szybkość ścinania (s),

K – współczynnik konsystencji ($\text{Pa} \cdot \text{s}^n$),

n – wskaźnik płynięcia.

Ponadto wyznaczono krzywe zmian lepkości pozornej w czasie ścinania ze stałą szybkością wynoszącą 50 s.

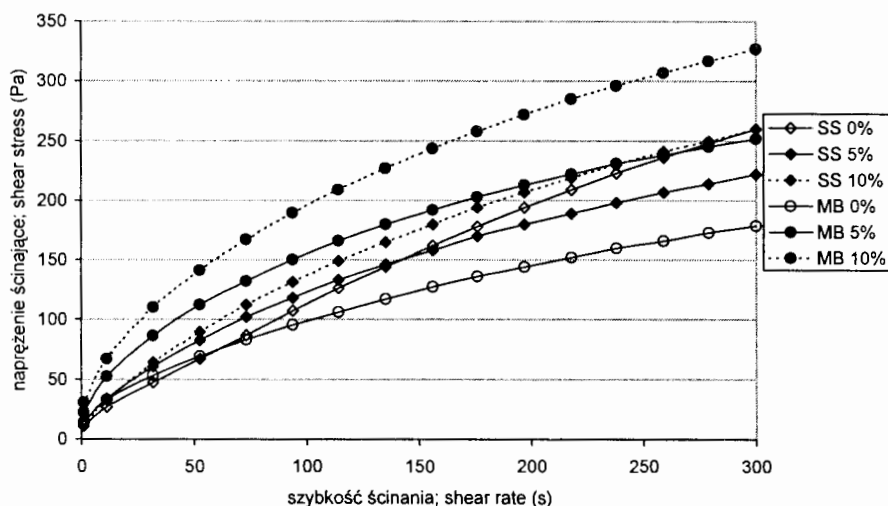
Uzyskane wyniki badań stanowią wartości średnie z co najmniej dwóch równoległych oznaczeń. W celu ustalenia istotności różnic pomiędzy badanymi skrobiami przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji.

Wyniki i dyskusja

Wyniki przeprowadzonych badań reologicznych, tj. krzywe płynięcia (rysunki 1–3) i opisujące je parametry zastosowanych modeli reologicznych (tab. 1), a także wykresy zmian lepkości pozornej w funkcji czasu (rys. 4–6), wskazują na istnienie różnic we właściwościach reologicznych badanych preparatów skrobiowych.

Kleiki wszystkich badanych skrobi, sporządzane zarówno w wodzie destylowanej, jak i w roztworach sacharozy, wykazywały przepływ nienuwtonowski pseudoplastyczny z granicą płynięcia. Rozrzedzany ścinaniem charakter przepływu kleików skrobiowych jest zgodny z danymi literaturowymi [ELIASSON 1986; BRZEZIŃSKI i in. 1999; GRUCHAŁA i in. 2000]. Pseudoplastyczne właściwości dyspersji skrobiowych z dodatkiem cukru potwierdzają również najnowsze badania [ABU-JDAYIL i in. 2001; ACQUARONE, RAO 2003; GENOVESE i in. 2004; PEREIRA, MENEZES 2004]. Wielkości zmian w przebiegu krzywych płynięcia spowodowane dodatkiem sacharozy zależały zarówno od rodzaju badanej skrobi, jak również od zastosowanego stężenia sacharozy. W wypadku preparatów mączki budyniowej, Lubostatu S, zagęstnika skrobiowego AC oraz zagęstnika skrobiowego AD stwierdzono wzrost

wartości naprężeń ścinających w całym zakresie szybkości ścinania, przy czym najbardziej wyraźne zmiany wywołane dodatkiem sacharozy zaobserwowano w przypadku mączki budyniowej oraz Lubostat S. Jedynie kleiki mączki budyniowej, zagęstnika skrobiowego AC oraz zagęstnika skrobiowego AD wykazywały wpływ zwiększania stężenia cukru na wzrost wartości naprężeń ścinających. Kleik preparatu Lubostat z mniejszym (5%) dodatkiem sacharozy charakteryzował się nieznacznie niższymi wartościami naprężenia ścinającego w porównaniu z próbą kontrolną. Natomiast wartości naprężenia ścinającego kleików skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej z dodatkiem sacharozy zmieniały się wraz ze wzrostem szybkości ścinania (rys. 1). W badaniach właściwości reologicznych naturalnej oraz modyfikowanej skrobi kukurydzianej woskowej [ACQUARONE, RAO 2003; GENOVESE i in. 2004] oraz skrobi z amarantusa [PEREIRA, MENEGALLI 2004], dla układów zawierających sacharozę również zaobserwowano wyższe wartości naprężeń ścinających.



Rys. 1. Krzywe płynięcia kleików skrobi ziemniaczanej superior standard (SS) oraz kleików mączki budyniowej (MB) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 1. Flow curves of potato starch (SS) and oxidized starch pastes (MB) prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)

Największymi naprężeniami ścinającymi (365 Pa) w maksymalnej zadanej szybkości ścinania charakteryzowały się kleiki zagęstnika skrobiowego AD w 10% roztworze sacharozy (365 Pa), kleiki mączki budyniowej i preparatu Lubostat sporządzane w 10% roztworze sacharozy oraz kleik preparatu Lubostat S w 5% roztworze cukru (ok. 330 Pa). Najniższe wartości naprężeń ścinających wykazały kleiki zagęstnika skrobiowego AC przygotowywane zarówno w wodzie, jak i w 5% roztworze sacharozy, a także kleik mączki budyniowej w wodzie (ok. 180 Pa).

Parametry zastosowanych modeli reologicznych, którymi opisano krzywe płynięcia przedstawiono w tabeli 1. Obydwa równania dobrze opisywały krzywe płynięcia badanych preparatów ($R^2 > 0,992$), z wyjątkiem skrobi ziemniaczanej, gdzie wyraźniej lepszym dopasowaniem do krzywej eksperymentalnej charakteryzował się model Ierschela-Bulkleya.

Tabela 1; Table 1

Parametry modeli reologicznych opisujących krzywe płynięcia
Parameters of rheological models of flow curves

Rodzaj skrobi Kind of starch		Model Herschela-Bulkleya Herschel-Bulkley model				Model Ostwalda de Waele'a Ostwald de Waele model		
		τ_0 (Pa)	K (Pa·s ⁿ)	n	R ²	K (Pa·s ⁿ)	n	R ²
Skrobia ziemniaczana Potato starch	0%	8,44	2,23	0,84	0,9992	6,66	0,63	0,9859
	5%	7,54	6,14	0,63	0,9982	11,03	0,52	0,9975
	10%	6,03	5,72	0,67	0,9980	9,55	0,58	0,9982
Mączka budyniowa Oxidized starch	0%	8,04	5,79	0,60	0,9997	11,09	0,48	0,9952
	5%	8,57	13,18	0,52	0,9982	19,26	0,45	0,9985
	10%	14,91	14,90	0,54	0,9991	25,26	0,45	0,9978
Lubostat Lubostat	0%	12,49	12,47	0,57	0,9993	20,93	0,47	0,9975
	5%	10,11	13,06	0,55	0,9941	20,06	0,47	0,9959
	10%	11,53	15,24	0,54	0,9976	24,76	0,47	0,9980
Lubostat S Lubostat S	0%	7,80	10,26	0,56	0,9995	15,59	0,49	0,9986
	5%	6,34	17,22	0,53	0,9975	21,76	0,48	0,9987
	10%	5,87	13,87	0,54	0,9977	18,01	0,50	0,9987
Zagęstnik skrobiowy AC Starch thickener AC	0%	6,99	5,20	0,62	0,9999	9,76	0,50	0,9954
	5%	8,07	6,30	0,58	0,9999	11,72	0,48	0,9959
	10%	8,05	7,78	0,57	0,9999	13,23	0,48	0,9971
Zagęstnik skrobiowy AD Starch thickener AD	0%	11,08	10,72	0,57	0,9992	18,23	0,47	0,9976
	5%	5,80	18,50	0,49	0,9920	22,78	0,45	0,9939
	10%	8,28	25,86	0,47	0,9956	32,08	0,43	0,9970
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0%	1,80	1,23	0,04	–	1,12	0,02	–
	5%	1,92	2,66	0,02	–	2,04	0,007	–
	10%	1,66	3,03	0,04	–	2,32	0,04	–

τ_0 – granica płynięcia; yield stress

K – współczynnik konsystencji; consistency coefficient

n – wskaźnik płynięcia; flow behaviour index

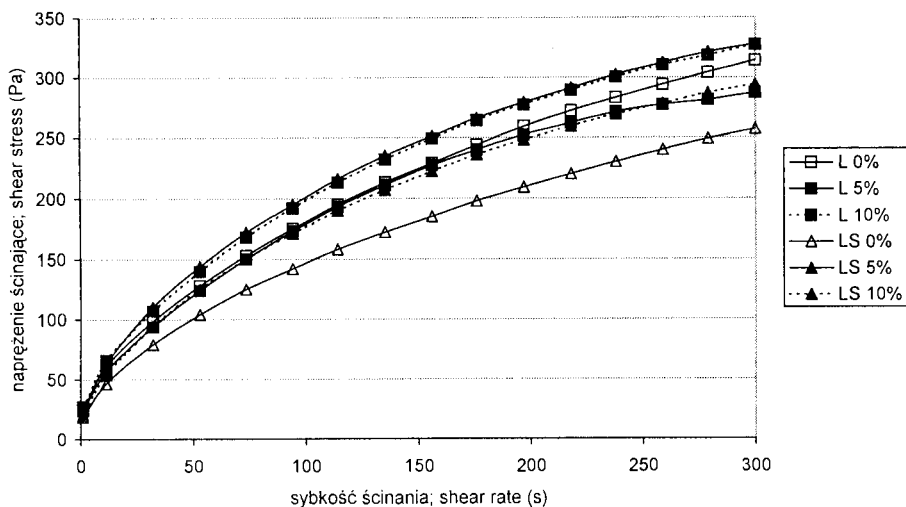
R² – współczynnik determinacji; determination coefficient

0% – kleiki sporządzone w wodzie destylowanej; starch pastes with distilled water

5% – kleiki sporządzone w 5% roztworze sacharozy; starch pastes with 5% sucrose solution

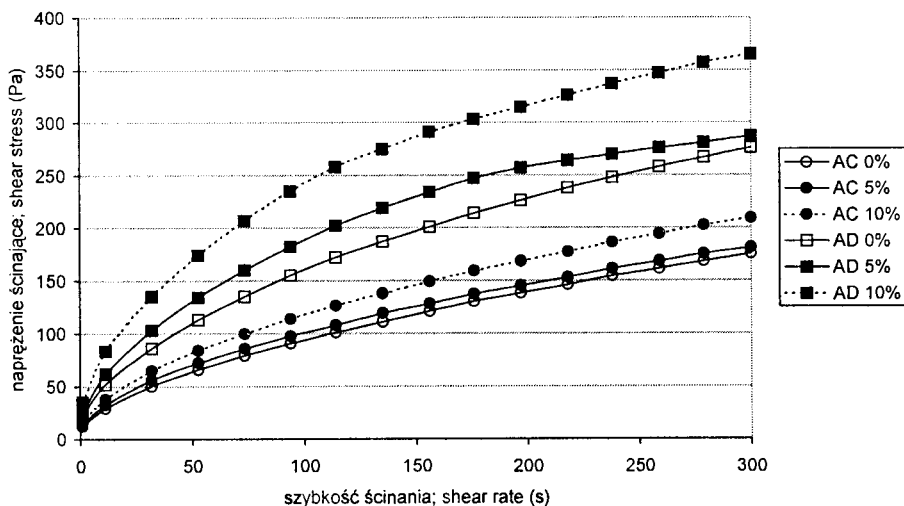
10% – kleiki sporządzone w 10% roztworze sacharozy; starch pastes with 10% sucrose solution

Wskaźnik płynięcia n, będący miarą odstępstwa od przepływu newtonowskiego, w preparatach z dodatkiem sacharozy przyjmuje wartości w zakresie 0,47–0,67 oraz 0,43–0,58 odpowiednio dla modelu Herschela-Bulkleya i Ostwalda de Waele'a (tab. 1), wskazując na wyraźne właściwości pseudoplastyczne. Wprowadzenie sacharozy do układu skrobia-woda spowodowało w większości badanych preparatów zwiększenie właściwości pseudoplastycznych układu. Parametr ten najbardziej zmienił się w przypadku skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej.



Rys. 2. Krzywe płynięcia kleików preparatów Lubostat (L) oraz Lubostat S (LS) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 2. Flow curves of Lubostat (L) and Lubostat S (LS) preparation pastes prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)

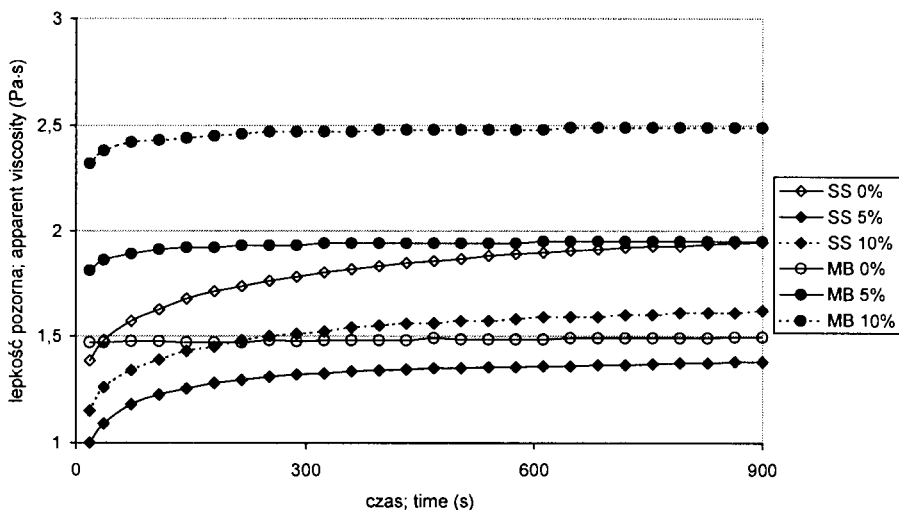


Rys. 3. Krzywe płynięcia kleików zagęstnika skrobiowego AC (AC) oraz zagęstnika skrobiowego AD (AD) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 3. Flow curves of starch thickener AC (AC) and starch thickener AD (AD) pastes prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)

W modelu Herschel-Bulkleya graniczne wartości naprężenia ścinającego (τ_0) dla kleików skrobiowych bez dodatku sacharozy przybierały wartości w zakresie 6,99–12,49 Pa (tab. 1), a największą wartością tego parametru charakteryzo-

wał się kleik preparatu Lubostat. W układach skrobia–woda–sacharoza, z wyjątkiem mączki budyniowej oraz zagęstnika skrobiowego AC, stwierdzono zmniejszenie granicy płynięcia, przy czym jedynie w kleikach skrobi ziemniaczanej oraz preparatu Lubostat S zwiększenie stężenia sacharozy z 5 do 10% spowodowało dalszy spadek wartości omawianego parametru. Na podstawie tej obserwacji można sądzić, iż obecność cukru w kleiku skrobiowym przyczyniła się do zmian w mikrostrukturze galeczek skrobi, a tym samym do osłabienia energii wiązań pomiędzy skrobią oraz wodą [ACQUARONE, RAO 2003]. Odmienną zależność, tj. zwiększenie wartości granicy płynięcia wraz ze wzrostem stężenia sacharozy, wykazali ACQUARONE i RAO [2003] oraz GENOVESE i in. [2004] w badaniach dotyczących skrobi kukurydzianej woskowej. Warto zauważyć, iż zmniejszenie wartości granicy płynięcia w stosunku do wartości tego parametru dla kleików skrobi niemodyfikowanej w 5% roztworze sacharozy było statystycznie istotne jedynie w układzie z preparatem Lubostat.

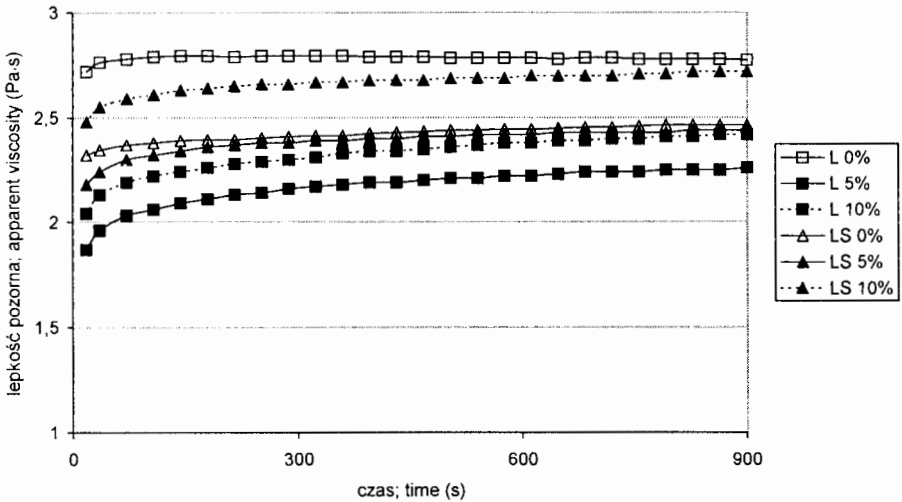


Rys. 4. Zmiany lepkości pozornej kleików skrobi ziemniaczanej superior standard (SS) oraz kleików mączki budyniowej (MB) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 4. Apparent viscosity versus time of potato starch (SS) and oxidized (MB) starch pastes prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)

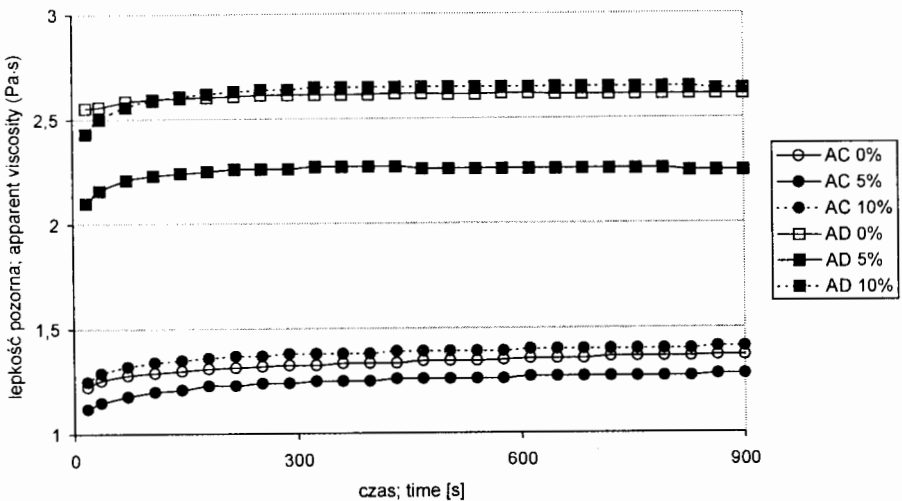
Pośród preparatów skrobiowych bez dodatku sacharozy, kleik skrobi ziemniaczanej osiągnął najmniejsze wartości współczynnika konsystencji – K (tab. 1), co oznacza, iż charakteryzował się on stosunkowo najmniejszą lepkością. W obecności sacharozy wartości parametru (K) zwiększyły się, zarówno dla modelu Herschel-Bulkleya, jak i Ostwalda de Waele'a. Podobne rezultaty uzyskali ACQUARONE i RAO [2003] oraz GENOVESE i in. [2004]. W próbach skrobi ziemniaczanej oraz preparatu Lubostat S większy przyrost wartości (K) wykazały kleiki sporządzone w 5% roztworze sacharozy, w pozostałych próbach ze wzrostem stężenia sacharozy parametr (K) zwiększał się. Zatem wprowadzenie do układu skrobia–woda dodatkowego składnika sacharozy, spowodowało zwiększenie lep-

kości otrzymanych kleików skrobiowych. Stosunkowo najniższe zmiany lepkości wywołane dodatkiem sacharozy zaobserwowano w kleiku preparatu Lubostat. Natomiast wartości współczynnika konsystencji kleików zagęstnika skrobiowego AC z sacharozą nie różniły się statystycznie istotnie od wartości tego parametru odpowiednich kleików skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej.



Rys. 5. Zmiany lepkości pozornej kleików preparatów Lubostat (L) oraz Lubostat S (LS) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 5. Apparent viscosity versus time of Lubostat (L) and Lubostat S (LS) preparations pastes prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)



Rys. 6. Zmiany lepkości pozornej kleików zagęstnika skrobiowego AC (AC) oraz zagęstnika skrobiowego AD (AD) sporządzanych w roztworach sacharozy (0%, 5%, 10%)

Fig. 6. Apparent viscosity versus time of starch thickener AC (AC) and starch thickener AD (AD) pastes prepared with sucrose solutions (0%, 5%, 10%)

Zmiany lepkości pozornej kleików skrobiowych w czasie 15-minutowego ścinania ze stałą szybkością $\dot{\gamma} = 50$ s przedstawiono na rysunkach 4–6. Obecność sacharozy wpłynęła w niewielkim stopniu na zmianę stabilności reologicznej kleików, przy czym stosunkowo największe zmiany zaobserwowano w przypadku kleiku preparatu Lubostat oraz mączki budyniowej. Należy przy tym zauważyć, iż kierunek zmian lepkości pozornej w odniesieniu do lepkości prób kontrolnych zależał od rodzaju skrobi oraz stężenia cukru. Kleiki preparatu Lubostat S, zagęstnika skrobiowego AC oraz zagęstnika skrobiowego AD sporządzone w 5% roztworze sacharozy charakteryzowały się mniejszą lepkością pozorną niż próby kontrolne, zaś sporządzone w 10% roztworze cukru – lepkością większą. Mniejsze wartości lepkości pozornej, bez względu na wielkość dodatku sacharozy, wykazały kleiki skrobi ziemniaczanej oraz preparatu Lubostat.

Podsumowując należy podkreślić, iż właściwości reologiczne kleików skrobiowych są wypadkową wielu czynników: struktury cząsteczkowej skrobi, rozmiaru i kształtu ziarenek skrobiowych, interakcji zachodzących pomiędzy nimi oraz wprowadzonymi do układu składnikami, lepkości fazy ciągłej, a także warunków oddziaływania mechanicznego (szybkości i czasu deformacji, temperatury) [RAO i in. 1997; ABU-JDAYIL i in. 2001].

Wnioski

1. Kleiki handlowych preparatów skrobiowych z dodatkiem sacharozy wykazywały cechy płynów nienuwtonowskich rozrzedzanych ścinaniem, a wartości parametrów opisujących krzywe płynięcia zależały od rodzaju skrobi oraz wielkości dodatku sacharozy.
2. W odniesieniu do kleików skrobiowych bez udziału cukru, obecność sacharozy w kleikach wywołała zwiększenie właściwości pseudoplastycznych (zmniejszenie wartości wskaźnika płynięcia n), obniżenie wartości granicy płynięcia (z wyjątkiem kleiku mączki budyniowej i zagęstnika skrobiowego AC) oraz zwiększenie wartości współczynnika konsystencji (K).
3. Lepkość pozorna kleików zawierających mniejszy (5%) dodatek sacharozy uległa obniżeniu (z wyjątkiem kleiku mączki budyniowej), a w przypadku większego (10%) dodatku cukru – wartości lepkości wzrosły (z wyjątkiem kleików skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej i preparatu Lubostat).

Literatura

- ABU-JDAYIL B., AZZAM M.O.J., AL-MALAH K.I.M. 2001. *Effect of glucose and storage time on the viscosity of wheat starch dispersions*. Carbohydr. Polym. 46: 207–215.
- ACQUARONE V.M., RAO M.A. 2003. *Influence of sucrose on the rheology and granule size of cross-linked waxy maize starch dispersions heated at two temperatures*. Carbohydr. Polym. 51: 451–458.
- BRZEZIŃSKI S., PAŁKA A., KOSICKI S. 1999. *Badanie właściwości reologicznych skrobi modyfikowanych podchlorynem sodu*. Zesz. Nauk. Politechniki Łódzkiej, Chemia Spoż. i Biotechn. 813(61): 29–35.

- CIHOTELLI E., ROLÉE A., LE MASTE M. 2000. *Effect of sucrose on the thermomechanical behavior of concentrated wheat and waxy corn starch-water preparations*. J. Agric. Food Chem. 48: 1327–1339.
- ELIASSON A.-C. 1986. *Comparison of wheat, maize, potato and waxy-barley starches (I)*. J. Texture Studies 17: 253–265.
- FORTUNA T. 1995. *Skrobie modyfikowane w produkcji żywności*. Żywność, Technologia, Jakość 1(2): 3–7.
- FORTUNA T., JUSZCZAK I., PAŁASIŃSKI M. 2000. *Fosforylacja skrobi ziemniaczanej rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren*. Żywność 4(25): 91–98.
- GENOVESE D.B., ACQUARONE V.M., YOUN K.-S., RAO M.A. 2004. *Influence of fructose and sucrose on small and large deformation rheological behaviour of heated amioca starch dispersions*. Food Sci. Technol. Int. 10: 51–57.
- GOLACIOWSKI A., 1998. *Stosowanie skrobi i jej przetworów w przemyśle spożywczym*. Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw. 12(328): 117–124.
- GRUCIAŁA L., BALCEREK W., BĄKOWSKA M. 2000. *Badania właściwości reologicznych modyfikatorów skrobiowych*. Żywność 4(25): 99–108.
- PEREIRA L.B., MENEGALLI F.C. 2004. *Sucrose effect on rheological behaviour of amaranth starch*. 9th International Congress on Engineering and Food. Montpellier, Francja: 290.
- RAO M.A., OKECHUKWU P.E., DA SILVA P.M.S., OLIVEIRA J.C. 1997. *Rheological behavior of heated starch dispersions in excess water: Role of starch granule*. Carbohydr. Polym. 33: 273–283.
- TOMASIK P. 2000. *Skrobie modyfikowane i ich zastosowania*. Przem. Spoż. 54: 16–18.
- WALKOWSKI A., LEWANDOWICZ G. 1993. *Właściwości użytkowe krajowych spożywczych skrobi modyfikowanych*. Przem. Spoż. 47: 127–129.

Słowa kluczowe: skrobia, sacharoza, właściwości reologiczne

Streszczenie

W pracy określano wpływ dodatku sacharozy na wybrane właściwości reologiczne 5% (w/w) kleików handlowych preparatów skrobiowych. Stosując reometr rotacyjny, wyznaczono krzywe płynięcia oraz krzywe zmian lepkości pozornej w czasie, przy stałej szybkości ścinania, kleików sporządzanych w 0, 5 i 10% roztworach sacharozy. Krzywe płynięcia opisano równaniami Herschela-Bulkleya oraz Ostwalda de Waele'a. Kleiki skrobiowe z dodatkiem sacharozy należały do płynów nienewtonowskich rozrzedzanych ścinaniem. Wartości naprężeń ścinających w badanym zakresie szybkości ścinania przewyższały odpowiadające im wartości naprężeń ścinających kleików nie zawierających cukru. W większości przypadków, obecność sacharozy wywołała obniżenie wartości granicy płynięcia (τ_0) oraz zwiększenie wartości współczynnika konsystencji (K). Z wyjątkiem mączki budyniowej, kleiki o niższym stężeniu sacharozy charakteryzowały się mniejszą lepkością pozorną niż próby kontrolne.

INFLUENCE OF SUCROSE ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MODIFIED POTATO STARCH

Teresa Fortuna, Dorota Galkowska

Department of Analysis and Evaluation of Food Quality,
Agricultural University, Kraków

Key words: starch, sucrose, rheological behaviour

Summary

Effect of sucrose on the rheological behaviour of 5% (w/w) commercial starch pastes was investigated. Using rotational viscometer flow curves and apparent viscosity versus time curves were obtained for pastes with 0, 5 and 10% sucrose solutions. The Herschel-Bulkley and Ostwald de Waele rheological models were used to describe flow curves. Starch pastes with sucrose were non-Newtonian fluids and showed a shear thinning behaviour. The sucrose addition increased the values of shear stress over the entire range of shear rate values. In most cases the presence of sucrose decreased the yield stress and increased the value of the consistency coefficient. With the exception of oxidized starch, pastes with lower sucrose concentration had lower apparent viscosity than the control samples.

Prof. dr hab. Teresa **Fortuna**
Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności
Akademia Rolnicza
ul. Balicka 122
30-149 KRAKÓW
e-mail: rrfortun@cyf-kr.edu.pl