

*Zuzanna Zienkiewicz, Aleksander Walkowski, Marian Mączyński,
Joanna Le Thanh-Blicharz, Grażyna Szymańska*

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH PREPARATÓW SKROBI MODYFIKOWANYCH E-1422 O RÓŻNYM STOPNIU USIECIOWANIA I ACETYLACJI

Oddział Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych w Poznaniu
Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie
Dyrektor: doc. dr inż. *M. Remiszewski*

Badano wpływ stopnia sieciowania i acetylacji skrobi ziemniaczanej i tapiokowej na charakterystykę reologiczną wg Brabendera oraz parametry sensorycznego profilu tekstury: twardość, adhezyjność, sprężystość, spójność i gumowatość. Badano jakość sensoryczną kisielei, budyni, ketchupów i sosów otrzymanych z udziałem wybranych skrobi sieciowanych E-1422. Stwierdzono, że wytypowane preparaty mogą być rekomendowane w produkcji badanych wyrobów.

Hasła kluczowe: skrobie modyfikowane, skrobie bulwiaste, tekstura, reologia.
Key words: modified starches, tuberous starches, texture, rheology.

Rozwój nowoczesnych technologii przetwórstwa spożywczego oraz coraz silniejsza konkurencja wynikająca z surowych reguł gospodarki rynkowej wymuszają stosowanie nowoczesnych, wysokoefektywnych i całkowicie bezpiecznych dla zdrowia środków pomocniczych. Wśród nich poczesne miejsce zajmują skrobie modyfikowane a ich wielofunkcyjna rola, jaką pełnią w produkcji żywności sprawia, że zakres ich stosowania rośnie z roku na rok. Punktem wyjścia do otrzymania szerokiej gamy pochodnych sacharydowych jest naturalny biopolimer – skrobia. Z tego odnawialnego surowca na drodze odpowiednich modyfikacji fizykochemicznych otrzymuje się dużą gamę środków pomocniczych pełniących ważne funkcje technologiczno-użytkowe. Pozwalają one na stosowanie wysokowydajnych, nowoczesnych sposobów wytwarzania nowych wyrobów oraz kształtowanie interesujących i pożądaných cech sensorycznych (1–7).

Osiągnięcie najlepszych efektów technologicznych i sensorycznych jest ściśle związane z właściwym doбором preparatu skrobi modyfikowanej, uwzględniającym zarówno funkcje, jakie ma ona spełniać w gotowym wyrobie, jak i warunki realizowanego procesu technologicznego (8). Sieciowane preparaty skrobiowe umożliwiają ich zastosowanie w różnych procesach technologicznych, a dogłębna znajomość ich właściwości funkcjonalnych daje technologowi narzędzie zaprogramowania „pożądanych parametrów reologicznych i teksturowych” gotowego wyrobu. Proces sieciowania polega na wzmocnieniu istniejących w skrobi natywnej oddziaływań międzycząsteczkowych, poprzez wprowadzenie dodatkowych wiązań

chemicznych pochodzących od di- lub wielofunkcyjnych reagentów, np. kwasu adypinowego lub trimetafosforanu sodowego. Modyfikacja ta daje możliwość otrzymania wielu nowych preparatów o ściśle określonych właściwościach funkcjonalnych i użytkowych (9).

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania preparatów acetylowanych adypinianów diskrobiowych E1422 ze skrobi bulwiastych o zoptymalizowanych w oparciu o badania reologiczno-teksturowe parametrach zagęszczająco-teksturotwórczych do wybranych aplikacji technologicznych (kisiele, budynie, ketchupy, sosy smakowe) (10).

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badanym były acetylowane adypiniany diskrobiowe otrzymane ze skrobi ziemniaczanej i tapiokowej w wyniku ich modyfikacji trzema różnymi dawkami środka sieciującego przy trzech różnych poziomach acetylacji bezwodnikiem kwasu octowego.

Otrzymane preparaty acetylowanych adypinianów diskrobiowych poddano analizie reologicznej wg *Brabendera*. Przebieg krzywej kleikowania badanych skrobi oznaczono przy zastosowaniu następujących warunków pomiaru: puszka pomiarowa 0,07 Nm; szybkość ogrzewania/chłodzenia 1,5°C/min, termostatowanie przy 92,5°C 20 min. Stężenie kleiku skrobi ziemniaczanej 3,3%, stężenie kleiku skrobi tapiokowej 6%.

Badanie Sensorycznego Profilu Tekstury polegało na dwukrotnej penetracji próbek badanych skrobi aluminiową sondą cylindryczną o średnicy 35 mm na głębokość 20 mm z prędkością 0,5 mm/sek.

Określono następujące parametry tekstury:

- twardość definiowana jako maksymalna siła zmierzona w czasie pierwszego cyklu ściskania;
- adhezyjność określana jako praca potrzebna do wyciągnięcia sondy z badanej próbki w czasie pierwszego posuwu sondy;
- sprężystość określana jako stosunek wysokości na jaką wraca próbka w czasie drugiego posuwu sondy do tejże w czasie pierwszego posuwu sondy;
- spójność definiowana jako stosunek powierzchni dodatkowej siły w czasie drugiego posuwu sondy do tejże powierzchni w czasie pierwszego posuwu sondy;
- gumowatość definiowana jako iloczyn twardości i spójności.

Z udziałem wybranych w wyniku badań reologiczno-teksturowych skrobi przygotowano produkty spożywcze o następujących składach recepturowych:

- kisiel: 20 g skrobi E1422 (ziemniaczana), 24 g skrobi E1422 (tapiokowa), 22,5 g cukru, 0,4 g kwasu cytrynowego, barwnik, 0,1 g aromatu;
- budyń: 16 g skrobi E1422 (ziemniaczana), 18,5 g skrobi E1422 (tapiokowa) 22 g mleka w proszku pełnego, 16 g cukru, 0,3 g soli, barwnik, 0,1 g aromatu ;
- ketchup: 11 g skrobi E1422 (ziemniaczana), 12,5 g skrobi E1422 (tapiokowa) 30% 60 g koncentratu pomidorowego, 19 g cukru, 2,5 g soli, 11 g octu, 0,35 g benzoenu sodu, przyprawy;

– sos pieczarkowy: 10 g skrobi E1422 (ziemniaczana), 12 g skrobi E1422 (tapiokowa), 4 g mąki pszennej, 4 g mleka w proszku pełnego, 2,5 g hydrolizatu białkowego, 5,5 g suszu pieczarkowego, 3 g cukru, 1,2 g soli, 0,3 g suszu cebulowego, 0,3 g pieprzu.

Ocenę konsumencką jakości wyrobów wykonanych z udziałem wybranych skrobi modyfikowanych (acetylowany adypinian diskrobiowy ze skrobi ziemniaczanej: 4 g środka sieciującego na 1000 g skrobi, 1% grup acetylowych; acetylowany adypinian diskrobiowy ze skrobi tapiokowej: 12 g środka sieciującego na 1000 g skrobi, 1% grup acetylowych) przeprowadzono z udziałem ośmio osobowego zespołu oceniającego konsystencję, smak i ogólną pożądalność wyrobu. W badaniach zastosowano 100 mm skalę graficzną z następującymi oznaczeniami brzegowymi: „bardzo mi nie odpowiada”–„bardzo mi odpowiada”.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Analiza przebiegu krzywych kleikowania wg *Brabendera* w odniesieniu do skrobi sieciowanych opartych na skrobi ziemniaczanej wykazała, że wzrost stopnia usieciowania niesie za sobą wzrost temperatury kleikowania w przedziale 64,2–67,9°C. W miarę wzrostu stopnia usieciowania maleje lepkość maksymalna w pikie kleikowania oraz lepkość maksymalna po procesie chłodzenia kleiku. Przy dawce środka sieciującego 12 g/1000 g skrobi modyfikaty uzyskują stabilność reologiczną (zanika różnica lepkości w zakresie „break down”). Podobny efekt obserwuje się dla preparatów acetylowanych w całym zakresie użytych dawek bezwodnika kwasu octowego. Dla wszystkich zastosowanych w pracy stopni usieciowania zanotowano prawidłowość – wzrost dawki bezwodnika kwasu octowego obniża lepkość preparatu skrobi modyfikowanej. Proces sieciowania skrobi tapiokowej wzrastającymi dawkami bezwodnika kwasu adypinowego w niewielkim stopniu wpływa na temperaturę kleikowania preparatów i w odróżnieniu od skrobi ziemniaczanej preparaty wyżej usieciowane odznaczają się nieznacznie niższymi temperaturami kleikowania. Podobnie, jak w przypadku skrobi ziemniaczanej również tutaj zanotowano pozytywną korelację między stopniem usieciowania preparatów, a lepkościami w pikie i po procesie chłodzenia. Na uwagę zasługuje fakt, że o ile dla niskich stopni usieciowania wzrastające dawki bezwodnika kwasu octowego obniżają lepkość preparatów to przy wyższych stopniach usieciowania obserwuje się odwrotny efekt. Badane skrobie tapiokowe odznaczają się znacznie niższą stabilnością reologiczną, stabilność tą uzyskuje dopiero przy wysokich dawkach bezwodnika kwasu adypinowego. Proces sieciowania skrobi prowadzi do radykalnej zmiany przebiegu krzywej kleikowania. Krzywa ta ztraca całkowicie charakterystykę kleikowania skrobi natywnej. W wyniku tej modyfikacji stopniowo zanika wyraźnie zaznaczony pik maksimum kleikowania, a krzywa nabiera charakteru krzywej rosnącej ciągle zarówno w fazie ogrzewania, inkubacji, jak i w fazie chłodzenia. Wyniki wybranych parametrów krzywej kleikowania badanych skrobi sieciowanych stabilizowanych poprzez acetylację przedstawiono w tabeli I i II.

Table I. Wybrane parametry krzywych kleikowania wg *Brabendera* acetylowanych adypinianów diskrobiowych otrzymanych ze skrobi ziemniaczanej

Table I. Selected parameters of the viscosity curves according to *Brabender* of acetylated distarch adipates obtained from potato starch

Lp.	Dawka środka sieciującego (g/1000 g skrobi)	Stopień acetylacji (% grup acetylowanych)	Temperatura kleikowania (°C)	Lepkość maksymalna w pikie kleikowania (°Be)	Lepkość maksymalna po ochłodzeniu (°Be)	Różnica lepkości (lepkość w pikie – lepkość po 20 min ogrzewania) "Break down" (°Be)
1	4	0,0	64,2	268	620	8
2	4	0,5	64,5	247	584	0
3	4	1,0	64,6	203	433	0
4	4	2,0	64,7	195	410	0
5	8	0,0	65,6	244	397	7
6	8	0,5	66,0	221	380	0
7	8	1,0	66,3	216	354	0
8	8	2,0	66,8	206	330	0
9	12	0,0	66,6	225	325	0
10	12	0,5	67,4	186	307	0
11	12	1,0	67,9	185	310	0
12	12	2,0	67,9	189	301	0

Table II. Wybrane parametry krzywych kleikowania wg *Brabendera* acetylowanych adypinianów diskrobiowych otrzymanych ze skrobi tapiokowej

Table II. Selected parameters of the viscosity curves according to *Brabender* of acetylated distarch adipates obtained from tapioca starch

Lp/No	Dawka środka sieciującego (g/1000 g skrobi)	Stopień acetylacji (% grup acetylowanych)	Temperatura kleikowania (°C)	Lepkość maksymalna w pikie kleikowania (°Be)	Lepkość maksymalna po ochłodzeniu (°Be)	Różnica lepkości (lepkość w pikie – lepkość po 20 min ogrzewania) "Break down" (°Be)
1	4	0,0	61,9	760	1984	42
2	4	0,5	61,6	750	1966	30
3	4	1,0	61,2	744	1879	73
4	4	2,0	60,5	684	1830	104
5	8	0,0	61,6	659	945	4
6	8	0,5	61,3	695	1068	18
7	8	1,0	60,9	697	1087	20
8	8	2,0	59,9	706	1116	30
9	12	0,0	62,1	641	812	0
10	12	0,5	61,6	673	929	1
11	12	1,0	60,8	741	1067	1
12	12	2,0	60,7	744	1093	0

Wyniki badań teksturowych w ramach sensorycznego profilu tekstury wskazują, że acetylowane adypiniany diskrobiowe otrzymane ze skrobi ziemniaczanej odznaczają się spadkiem wyróżnika twardości w miarę wzrostu stopnia usieciowania. Efekt ten jest widoczny tylko przy niskich stopniach acetylacji. Przy wyższych dawkach bezwodnika kwasu octowego efekt ten zanika. Przy wyższych stopniach usieciowania (dawki środka sieciującego 8 i 12 g/1000 g skrobi) zanotowano nieznacznie wyższą adhezyjność preparatów niż w modyfikatach otrzymanych przy niskim stopniu usieciowania. Ilość użytego do stabilizacji reologicznej bezwodnika kwasu octowego nie ma w obrębie danego stopnia usieciowania wpływu na oznaczony parametr adhezyjności. Otrzymane preparaty w całym zakresie zastosowanych w pracy stopniach usieciowania i acetylacji nie różniły się między sobą spójnością i sprężystością natomiast preparaty o wyższych stopniach acetylacji odznaczały się nieznacznie niższą gumowatością. Wartości podanych wyróżników teksturometrycznych dla skrobi ziemniaczanej przedstawiono w tabeli III.

Tabela III. Sensoryczny profil tekstury badanych acetylowanych adypinianów diskrobiowych otrzymanych ze skrobi ziemniaczanej

Table III. Sensory Texture Profile acetylated distarch adipates obtained from potato starch

Lp.	Dawka środka sieciującego (g/1000 g skrobi)	Stopień acetylacji (% grup acetylowanych)	Twardość (N)	Adhezyjność (N*s)	Spójność (N*s)	Sprężystość (mm)	Gumowatość (N ² *s)
1	4	0,0	0,38	-1,08	0,59	0,98	0,22
2	4	0,5	0,46	-0,88	0,52	0,99	0,24
3	4	1,0	0,37	-0,87	0,51	0,98	0,19
4	4	2,0	0,38	-0,86	0,52	0,98	0,20
5	8	0,0	0,49	-1,19	0,57	0,92	0,28
6	8	0,5	0,41	-1,09	0,55	0,98	0,22
7	8	1,0	0,37	-1,07	0,53	1,00	0,20
8	8	2,0	0,36	-1,04	0,53	0,98	0,19
9	12	0,0	0,53	-1,12	0,57	0,92	0,30
10	12	0,5	0,37	-1,07	0,57	0,98	0,21
11	12	1,0	0,36	-1,05	0,56	1,00	0,20
12	12	2,0	0,36	-1,01	0,56	1,00	0,20

Dla preparatów otrzymanych ze skrobi tapiokowej wzrost stopnia usieciowania przy niskich stopniach acetylacji nie wpływał na twardość preparatów. Przy wyższych stopniach acetylacji zaobserwowano negatywny efekt stabilizacji reologicznej na ten parametr. Proces sieciowania skrobi tapiokowej radykalnie zmniejsza niekorzystnie oceniany przez konsumentów bardzo wysoki wartościowo parametr adhezyjności. Wzrost stopnia usieciowania istotnie przyczynia się do wzrostu adhezyjności parametrów, podobną prawidłowość notuje się przy wzroście stopnia acetylacji. Preparaty oparte na skrobi tapiokowej odznaczają się nieco wyższą

spójnością niż modyfikaty ze skrobi ziemniaczanej. Dla niskich stopni usieciowania zaobserwowano zwiększanie się wartości parametru gumowatości w miarę wzrostu stopnia acetylacji dla średnich stopni usieciowania, nie zanotowano zmian tego parametru w miarę wzrostu stopnia acetylacji, natomiast w skrobiach wysoko sieciowanych zaobserwowano obniżenie parametru gumowatości. Wartości podanych wyróżników teksturometrycznych dla skrobi tapiokowej przedstawiono w tabeli IV.

Tabela IV. Sensoryczny profil tekstury badanych acetylowanych adypinianów diskrobiowych otrzymanych ze skrobi tapiokowej

Table IV. Sensory Texture Profile acetylated distarch adipates obtained from tapioca starch

Lp.	Dawka środka sieciującego (g/1000g skrobi)	Stopień acetylacji (%grup acetylowanych)	Twardość (N)	Adhezyjność (N*s)	Spójność (N*s)	Sprężystość (mm)	Gumowatość (N ² *s)
1	4	0,0	0,51	-7,76	0,35	0,61	0,18
2	4	0,5	0,47	-1,69	0,56	0,96	0,26
3	4	1,0	0,67	-1,56	0,59	0,77	0,39
4	4	2,0	0,69	-1,29	0,58	0,78	0,40
5	8	0,0	0,55	-14,07	0,36	0,91	0,09
6	8	0,5	0,46	-2,22	0,57	0,98	0,26
7	8	1,0	0,43	-2,19	0,62	1,20	0,27
8	8	2,0	0,43	-2,03	0,63	1,20	0,27
9	12	0,0	0,45	-2,62	0,61	0,98	0,27
10	12	0,5	0,41	-2,83	0,64	1,00	0,26
11	12	1,0	0,34	-2,80	0,62	0,98	0,21
12	12	2,0	0,35	-2,56	0,63	0,98	0,22

Tabela V. Ocena konsumencka produktów spożywczych otrzymanych z udziałem badanych acetylowanych adypinianów di skrobiowych

Table V. Consumer assessment of food products obtained with a share of acetylated distarch adipates

Produkt	Rodzaj skrobi	Konsystencja	Smak	Ogólna pożądalność
Kisiel	E-1422 ziemniaczana	8,8	8,8	7,9
	E-1422 tapiokowa	8,0	8,8	7,4
Budyń	E-1422 ziemniaczana	8,3	7,6	8,0
	E-1422 tapiokowa	7,6	8,4	8,5
Ketchup	E-1422 ziemniaczana	9,0	8,0	8,2
	E-1422 tapiokowa	7,9	8,1	7,5
Sos	E-1422 ziemniaczana	8,4	8,2	8,0
	E-1422 tapiokowa	6,9	7,2	7,0

Przeprowadzona ocena konsumentcka produktów spożywczych otrzymanych z udziałem badanych skrobi modyfikowanych wykazała ich pełną przydatność technologiczną. Panel konsumentcki w ocenianych aplikacjach za wyjątkiem budyń niznacznie wyżej ocenił walory użytkowe preparatu sporządzonego ze skrobi ziemniaczanej. Na uwagę zasługuje fakt, że wysokie oceny odnosiły się zarówno do produktów o wysokiej kwasowości jak i tych których odczyn zbliżony był do obojętnego (budyń, sos). Oceny wyrażone w skali od 0–10 przedstawiono w tabeli V.

Z. Zienkiewicz, A. Walkowski, M. Mączyński,
J. Le Thanh-Blicharz, G. Szymańska

STUDY AN THE USEABILITY OF MODIFIED STARCHES E-1422 WITH DIFFERENT
CROSS-LINKING AND ACETYLTATION LEVEL

Summary

The influence of cross-linking and acetylation levels of potato and tapioca starches on the rheology characteristics and texture parameters of Sensory Texture Profile: hardness, adhesiveness, cohesiveness, springiness, gumminess. The consumer assessment of jelly, pudding, ketchup and sauce with a share of selected modified starches revealed that they may be recommended as a food additives to the production of the above mentioned food products.

PIŚMIENNICTWO

1. *Tegge G.*: Stearke Und Stearkedervative, Behr's Verlag, 2004. – 2. *Thomas D.J., Atwell W.A.*: Starches Eagen Press, 1999. – 3. *Wurzburg O.B.*: Modified Starches. Properties and Uses. CRS. Press. Inc. 1986. – 4. *Walkowski A.*: Sacharydy i substancje słodzące. Polska Izba Dodatków do Żywności 2002. – 5. *Walkowski A., Lewandowicz G.*: Krajowe skrobie modyfikowane jako efektywne środki stabilizująco-teksturotwórcze w przemyśle owocowo-warzywnym. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2003; 12: 33-35. – 6. *Thys M., Dorys M.*: Modified Starches for Fruit Preparations. Fruit Processing 1998; 5: 206-209. – 7. *Schube V., Kaliszan E., Ratusz K.*: Skrobie modyfikowane we wsadach owocowych, majonezach, dresingach. Przemysł Spożywczy 2003; 3: 22-24. – 8. *Walkowski A., Olesienkiewicz A.*: Kryteria doboru skrobi modyfikowanych w przetwórstwie żywności. Przemysł Spożywczy 2005; 8: 59-61. – 9. *Lewandowicz G., Walkowski A.*: Aspekty żywieniowe i toksykologiczne stosowania skrobi modyfikowanych. Przemysł Spożywczy 1994; 48: 365-366. – 10. *Bourne M.*: Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement. Academic Press 2002.

Adres: 61-361 Poznań, ul. Starołęcka 40.