

DOROTA GAŁKOWSKA, TERESA FORTUNA

## CHARAKTERYSTYKA ŻELI SPORZĄDZONYCH ZE SKROBI ZIEMNIACZANEJ Z UDZIAŁEM WYBRANYCH SACHARYDÓW

### Streszczenie

W pracy analizowano teksturę żeli skrobi ziemniaczanej: naturalnej, utlenionej oraz fosforanu diskrobiowego, sporządzonych z udziałem sacharozy lub fruktozy. Żele badano metodą instrumentalnego profilowania tekstury (TPA) oraz metodą sensoryczną. Dodatkowo przeprowadzono analizę mikroskopową struktury żeli skrobiowych za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Stwierdzono, że obecność sacharozy w żelach skrobi ziemniaczanych modyfikowanych (w ilości 1 g/1 g s.m. skrobi) wpłynęła na obniżenie wartości parametrów tekstury TPA tych żeli w porównaniu z żelami bez udziału sacharydów. Wprowadzenie fruktozy do dyspersji skrobiowych, w ilości równoważnej ilości dodanej sacharozy, skutkowało zmniejszeniem wartości parametrów tekstury żelu skrobi utlenionej oraz zmniejszeniem twardości i spójności żelu fosforanu diskrobiowego. Struktura mikroskopowa żeli zawierających dodatek sacharozy różniła się istotnie od struktury reprezentowanej przez żele sporządzone bez substancji słodzącej.

**Słowa kluczowe:** skrobie modyfikowane, sacharoza, fruktoza, tekstura, SEM

### Wprowadzenie

Skrobie modyfikowane są stosowanymi na szeroką skalę dodatkami do żywności. Wykorzystywane są w różnych gałęziach produkcji spożywczej, nadając produktom finalnym pożądane cechy jakościowe, głównie teksturalne. Właściwości zagęszczające, żelujące czy stabilizujące skrobi modyfikowanych pozwalają na zastosowanie ich w produkcji deserów, kremów, nadzień, wsadów owocowych i innych produktów spożywczych. O przydatności skrobi decydują nie tylko jej właściwości fizykochemiczne, ale również interakcje skrobi z pozostałymi składnikami żywności. Interakcje te mogą wpływać na zmianę cech funkcjonalnych skrobi, a przez to również zmianę właściwości teksturalnych produktu gotowego.

Tekstura jest jedną z ważniejszych cech decydujących o jakości żywności i wpływających na akceptację konsumencką produktów spożywczych. Może być ona opisana parametrami mierzonymi zarówno metodami instrumentalnymi, jak i sensorycznymi. Tekstura produktu spożywczego odzwierciedla jego strukturę, właściwości reologiczne i inne właściwości fizyczne [14]. Charakterystyka tekstury żeli skrobiowych najczęściej przedstawiana jest za pomocą wartości następujących parametrów: twardości, spójności, sprężystości, adhezyjności i żujności [3, 7, 16]. Wyniki badań dotyczących wpływu dodatku sacharydów na właściwości teksturalne żeli skrobi naturalnych nie są jednoznaczne. Temsiripong i wsp. [16] dowodzą, że obecność sacharozy przyczynia się do zwiększenia twardości i spójności żeli skrobi tapiokowej, natomiast przeciwny efekt oddziaływania sacharozy na cechy teksturalne żeli skrobi kukurydzianej wysoko amylozowej przedstawiają Edwards i wsp. [3]. Z uwagi na stosowanie naturalnych i modyfikowanych skrobi ziemniaczanych do produkcji różnego rodzaju żywności ze znacznym udziałem cukrów, np. koncentratów deserów w proszku, deserów mlecznych, czy też wsadów owocowych, celowe wydaje się poznanie wpływu sacharydów na zdolności teksturotwórcze skrobi.

Celem niniejszej pracy było zatem określenie wpływu dodatku sacharozy i fruktozy na teksturę, mikrostrukturę oraz właściwości sensoryczne żeli skrobi ziemniaczanej naturalnej i modyfikowanych.

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowiły następujące handlowe preparaty skrobi ziemniaczanej (Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu): skrobia ziemniaczana naturalna (Superior Standard), skrobia utleniona (skrobia budyniowa E 1404) oraz fosforan diskrobiowy (Lubostat E 1412). Użytymi sacharydami były: sacharoza (Chempur, Piekary Śląskie) oraz fruktoza (Riedel – de Haën, Seelze, Niemcy).

Przeprowadzone badania obejmowały: instrumentalne profilowanie tekstury (TPA) żeli skrobiowych, badanie struktury żeli metodą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz sensoryczną profilową analizę tekstury modelowych deserów (kisieli).

Żele skrobiowe przeznaczone do analizy TPA sporządzano w opisany poniżej sposób. Przygotowywano mieszaniny składników: naważkę skrobi mieszano z odpowiednią ilością sacharydu (sacharozy lub fruktozy) i wody destylowanej, tak by stężenie skrobi w dyspersji wynosiło 10% (m/v), natomiast stężenie sacharydu 10% (m/v) (w przypadku sacharozy) oraz 8,3% (m/v) (w przypadku fruktozy). Przyjęto następujące współczynniki słodkości sacharydów: sacharozy – 1, fruktozy – 1,2 [13]. Dyspersje skrobiowe ogrzewano w łaźni wodnej w temp.  $95 \pm 1^\circ\text{C}$  przez 30 min przy ciągłym mieszaniu mechanicznym (300 obr./min). Uzyskane kleiki przenoszono do odpowied-

nich naczyń i pozostawiano w temperaturze pokojowej przez 16 h. Gotowe żele w formie walców o wymiarach 60 mm średnicy i 35 mm wysokości poddawano analizie w teksturometrze TA-XT2 (Stable Micro Systems, Wielka Brytania), polegającej na dwukrotnym ściskaniu żeli do połowy ich wysokości (próbnik SMS P/100) z szybkością 1,0 mm/s. Teksturę żeli skrobiowych scharakteryzowano poprzez wyznaczenie wartości twardości, spójności, sprężystości i adhezyjności oraz obliczenie wartości żujności (iloczyn twardości, spójności i sprężystości). Próby wykonywano w trzech powtórzeniach.

Analizie mikroskopowej poddawano próbki liofilizowanych żeli skrobiowych z dodatkiem sacharozy oraz bez dodatku sacharozy. Żele otrzymywano w sposób opisany powyżej, przy czym stężenie skrobi w poddawanych kleikowaniu dyspersjach skrobiowych wynosiło 8% (m/v), a stosunek masowy skrobi do sacharozy wynosił 1 : 1. Fotografie próbek w powiększeniu 50 razy wykonywano skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM) typu JSM 5400 (Jeol, Japonia), po próżniowym napyleeniu próbek węglem [5]. Mając na celu zobrazowanie wpływu dodatku sacharydu na formowaną strukturę żelu skrobiowego, badania mikroskopowe ograniczono do analizy układów z sacharozą.

Do sporządzenia deserów przeznaczonych do analizy sensorycznej wybrano skrobię, które znajdują zastosowanie w przemysłowej produkcji kisielii: skrobię ziemniaczaną naturalną oraz fosforan diskrobiowy. W celu nadania kisielom odpowiedniej barwy i smaku, w ich składzie uwzględniono również dodatek barwnika spożywczego oraz kwasu cytrynowego. Mieszanki składników recepturowych kisielii otrzymywano poprzez rozpuszczenie w wodzie barwnika spożywczego (żółcieni chinolinowej E 104), kwasu cytrynowego spożywczego oraz sacharozy lub fruktozy. Stężenie sacharydu w każdej mieszance wynosiło 12% (m/v) – w przypadku sacharozy lub 10% (m/v) – w przypadku fruktozy, natomiast stężenie kwasu cytrynowego wynosiło 0,2% (m/v). Przyjęto następujące współczynniki słodkości sacharydów: sacharozy – 1, fruktozy – 1,2 [13]. Mieszankę składników łączono z odpowiednią ilością skrobi ziemniaczanej naturalnej lub fosforanu diskrobiowego, uzyskując zawiesinę, w której stężenie skrobi wynosiło 8% (m/v). Zawiesinę gotowano w temp.  $95 \pm 1^\circ\text{C}$  przez 30 s przy stałym mieszaniu, aż do całkowitego skleikowania skrobi. Otrzymany produkt, po jego ochłodzeniu do temperatury pokojowej, poddawano analizie sensorycznej z udziałem czternastoosobowego panelu sensorycznego przeszkolonego w zakresie metody sensorycznego profilowania tekstury [12].

## Wyniki i dyskusja

Wartości parametrów tekstury żeli skrobiowych badanych metodą instrumentalną przedstawiono w tab. 1. W przypadku żeli niezawierających dodatku sacharydu można zauważyć, że twardość żelu fosforanu diskrobiowego przewyższała około trzykrotnie

twierdzenie że żel skrobi ziemniaczanej naturalnej, natomiast żel skrobi utlenionej okazał się około dwukrotnie twardszy od żelu skrobi ziemniaczanej naturalnej. Powyższe rezultaty, które są również zgodne z obserwacjami innych autorów [7, 8], wskazują, że jednym z efektów modyfikacji skrobi na drodze utleniania oraz sieciowania poprzez fosforylację jest nadanie skrobi właściwości tworzenia mocnych żeli.

Tabela 1

Wartości parametrów tekstury żeli skrobiowych.  
Texture parameters of starch gels.

Rodzaj układu Kind of starch system	Parametr tekstury Texture parameter				
	Twardość Hardness [N]	Spójność Cohesiveness [-]	Sprężystość Springiness [-]	Adhezyjność Adhesiveness [N·s]	Żujność Chewiness [N]
SN	18,49 ± 0,108 a	0,67 ± 0,019 a	0,87 ± 0,005 a	11,00 ± 0,328 a	10,79 ± 0,205 a
SN + Sach	19,67 ± 0,517	0,65 ± 0,036 a	0,89 ± 0,008 a	12,88 ± 1,456 a	11,30 ± 0,916 a
SN + Fru	18,20 ± 0,664 a	0,63 ± 0,051 a	0,89 ± 0,016 a	11,80 ± 3,858 a	10,20 ± 1,010 a
NIR <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,980	—	—	—	—
SU	41,20 ± 2,333	0,87 ± 0,036	0,94 ± 0,006	8,61 ± 1,158	33,68 ± 0,826
SU + Sach	31,47 ± 2,816	0,38 ± 0,038 b	0,77 ± 0,019	1,45 ± 0,663 b	9,00 ± 0,728
SU + Fru	18,85 ± 1,522	0,38 ± 0,018 b	0,65 ± 0,044	1,40 ± 0,387 b	4,67 ± 0,938
NIR <sub>0,05</sub>	4,575	0,063	0,056	1,604	1,671
SF	56,07 ± 0,339	0,85 ± 0,006 c	0,93 ± 0,008 b	15,77 ± 0,960 c	44,29 ± 0,611
SF + Sach	36,22 ± 1,527	0,62 ± 0,077	0,90 ± 0,004	0,50 ± 0,107	22,34 ± 2,452
SF + Fru	50,76 ± 0,782	0,86 ± 0,015 c	0,93 ± 0,009 b	14,95 ± 1,879 c	40,32 ± 0,345
NIR <sub>0,05</sub>	2,020	0,090	0,014	1,879	2,946

Objaśnienia / Explanatory notes:

SN – żel skrobi ziemniaczanej naturalnej / potato starch gel,

SN+Sach - żel skrobi ziemniaczanej naturalnej z dodatkiem sacharozy / potato starch gel with sucrose added,

SN+Fru – żel skrobi ziemniaczanej naturalnej z dodatkiem fruktozy / potato starch gel with fructose added,

SU – żel skrobi utlenionej / oxidized starch gel,

SU+Sach – żel skrobi utlenionej z dodatkiem sacharozy / oxidized starch gel with sucrose added,

SU+Fru – żel skrobi utlenionej z dodatkiem fruktozy / oxidized starch gel with fructose added,

SF – żel fosforanu diskrobiowego / distarch phosphate gel,

SF+Sach – żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem sacharozy / distarch phosphate gel with sucrose added,

SF+Fru – żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem fruktozy / distarch phosphate gel with fructose added.

Symbole literowe przy wartościach parametrów w kolumnach oznaczają wartości nieróżniące się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$  / Letter signs by the parameter values in the columns mean values, which do not differ significantly at  $\alpha = 0,05$ .

Żele skrobi modyfikowanych charakteryzowały się wyższymi wartościami spójności niż żel skrobi naturalnej. Omawiany parametr jest miarą stopnia trudności zniszczenia.

czenia początkowej struktury żelu [2, 15]. Można zatem stwierdzić, że skrobie modyfikowane tworzyły żele bardziej zwarte niż skrobia ziemniaczana niemodyfikowana. Podobnie, jak w przypadku spójności, wartości sprężystości żeli skrobi utlenionej oraz fosforanu diskrobiowego nie różniły się statystycznie istotnie i przewyższały wartość sprężystości skrobi ziemniaczanej naturalnej (tab. 1). Sprężystość danego materiału reprezentowana jest przez szybkość, z jaką zdeformowany materiał powraca do pierwotnej postaci po usunięciu siły deformującej [14, 15]. Zdaniem Karam i wsp. [6], o sprężystości żeli skrobiowych decydują interakcje pomiędzy spęczniałymi ziarnami skrobi a ciągłą fazą tworzoną przez cząsteczki rozpuszczonej amylozy.

W przypadku adhezyjności, parametru charakteryzującego właściwości powierzchniowe produktu, największą jej wartością odznaczał się żel fosforanu diskrobiowego, a najmniejszą – żel skrobi utlenionej (tab. 1). Według danych literaturowych [6, 11], adhezyjność żeli skrobiowych związana jest z budową polimerów skrobiowych, tj. wraz ze zmniejszaniem się masy cząsteczkowej amylozy lub zmniejszaniem się ilości rozgałęzień w amylopektynie następuje zwiększenie sił adhezji tworzonego żelu. Jednak z uwagi na fakt, że w przypadku skrobi utlenionej można by się spodziewać częściowej depolimeryzacji łańcuchów amylozy [17] i w konsekwencji, zgodnie z powyższą zależnością, zwiększonych wartości adhezyjności tworzonego żelu, w niniejszej pracy bardziej prawdopodobny wydaje się wpływ obecności grup karboksylowych oraz fosforanowych, odpowiednio w skrobi utlenionej i fosforanie diskrobiowym, na kształtowanie cech tekstury żeli powyższych skrobi. Zdaniem Adhikari i wsp. [1] adhezyjność żelu skrobiowego zależy również od istniejących w nim sił spójności i przylegania, jak też od jego właściwości lepkich lub lepkosprężystych. Analizując wartości parametrów tekstury żelu fosforanu diskrobiowego (tab. 1) warto zauważyć, że przy stosunkowo dużej wartości adhezyjności tego żelu, odznaczał się on względnie dużą twardością.

Wartość żujności badanych żeli skrobiowych bez dodatku sacharydu wzrastała w następującej kolejności: żel skrobi ziemniaczanej naturalnej, żel skrobi utlenionej, żel fosforanu diskrobiowego (tab. 1). Mniejsze różnice wartości parametrów tekstury pomiędzy skrobią ziemniaczaną niemodyfikowaną, a pozostałymi skrobiami stwierdzono w odniesieniu do spójności oraz sprężystości, można więc uznać, że większy udział w kształtowaniu wartości żujności żeli miała twardość.

Zróznicowanie wartości parametrów tekstury badanych żeli skrobiowych niezawierających dodatku sacharydu wskazuje, że cechy teksturalne żeli determinowane są strukturą skrobi, która z kolei wpływa na jej właściwości fizykochemiczne. Zgodnie z Morris [10] i Fannon i BeMiller [4], głównymi czynnikami wpływającymi na właściwości funkcjonalne skrobi w postaci skleikowanej są: struktura fazy ciągłej tworzonej przez amylozę dyfundującą z ziaren skrobiowych podczas kleikowania, objętość pozostających ziaren skrobiowych, jak również ich interakcje.

Właściwości teksturalne żeli otrzymanych ze skrobi naturalnej i sacharozy lub fruktozy nie uległy istotnym zmianom w stosunku do właściwości żelu tej skrobi niezawierającego dodatku sacharydu. Jedynie w przypadku dodania sacharozy stwierdzono zwiększenie twardości żelu (tab. 1). Podobne wyniki uzyskali Edwards i wsp. [3] w badaniach twardości żelu skrobi kukurydzianej wysoko amylozowej z dodatkiem sacharozy.

Obecność sacharydów w żelach skrobi modyfikowanych wpłynęła na obniżenie wartości parametrów tekstury tych żeli w stosunku do wartości odpowiednich parametrów żeli niezawierających dodatku sacharydu. Wielkość zaistniałych zmian uwarunkowana była zarówno rodzajem skrobi, jak również rodzajem zastosowanego sacharydu. Żele skrobi utlenionej z dodatkiem fruktozy odznaczały się mniejszą twardością niż żele tej skrobi zawierające sacharozę. Z uwagi na to, że formowanie żelu jest związane głównie ze stężeniem amylozy oraz stopniem pęcznienia ziaren skrobiowych [9], powyższe obserwacje mogą wskazywać na mniejszy stopień pęcznienia ziaren skrobiowych w obecności fruktozy aniżeli sacharozy.

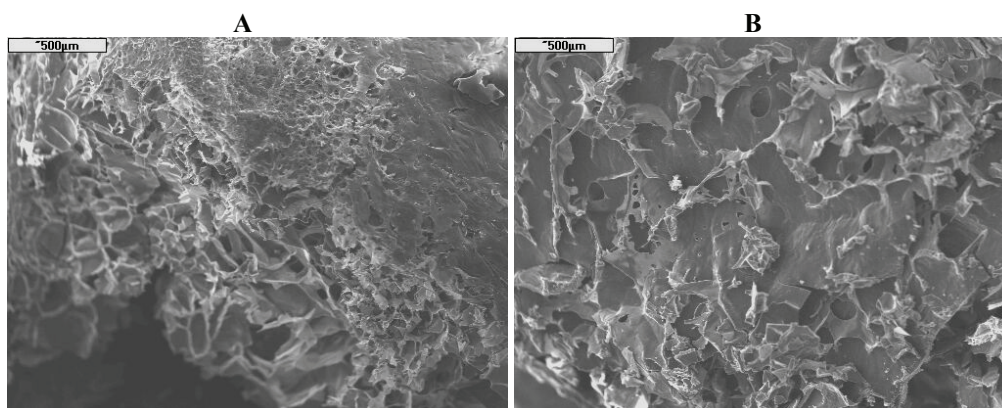
Twardość żelu skrobi utlenionej z sacharozą przewyższała twardość żelu skrobi ziemniaczanej naturalnej z tym sacharydem (tab. 1). Zależność taką stwierdzono również w pracy Lewandowicz i wsp. [7] dotyczącej analizy cech teksturalnych budyni i galaretek sporządzonych na bazie powyższych skrobi.

Wartość spójności, sprężystości, adhezyjności oraz żujności żeli skrobi utlenionej z sacharydami uległy zmniejszeniu w stosunku do wartości uzyskanych w żelu sporządzonym bez udziału substancji słodzącej, przy czym w przypadku spójności i adhezyjności różnice w oddziaływaniu sacharozy oraz fruktozy okazały się nieistotne statystycznie (tab. 1). W odniesieniu do sprężystości oraz żujności obecność fruktozy, wprowadzonej w mniejszej ilości niż ilość sacharozy, przyczyniła się do większych zmian wymienionych parametrów żeli skrobi utlenionej (tab. 1). Mniejsza sprężystość żeli z udziałem fruktozy niż żeli z dodatkiem sacharozy może być wynikiem wolniejszego formowania agregatów polimerów skrobi w obecności fruktozy, prowadzącego do tworzenia obszarów bardziej lepkich i charakteryzujących się mniejszą sprężystością.

Z porównania wartości parametrów tekstury żeli fosforanu diskrobiowego (tab. 1) wynika, że sacharydem wywołującym większe zmiany wartości cech teksturalnych żeli tej skrobi okazała się sacharoza. Warto zwrócić uwagę, że z wyjątkiem twardości oraz adhezyjności, zmiany wartości pozostałych parametrów wywołane dodatkiem sacharozy do układów fosforanu diskrobiowego okazały się mniejsze niż w przypadku skrobi utlenionej. Można sądzić, że obecność sacharozy w dyspersji fosforanu diskrobiowego przyczyniła się do formowania przez amylozę sieci o mniejszej sile, co w konsekwencji doprowadziło do tworzenia mniej twardego żelu charakteryzującego się luźniejszą strukturą, w porównaniu z pozostałymi żelami tej skrobi. Prawdopodobną przyczyną

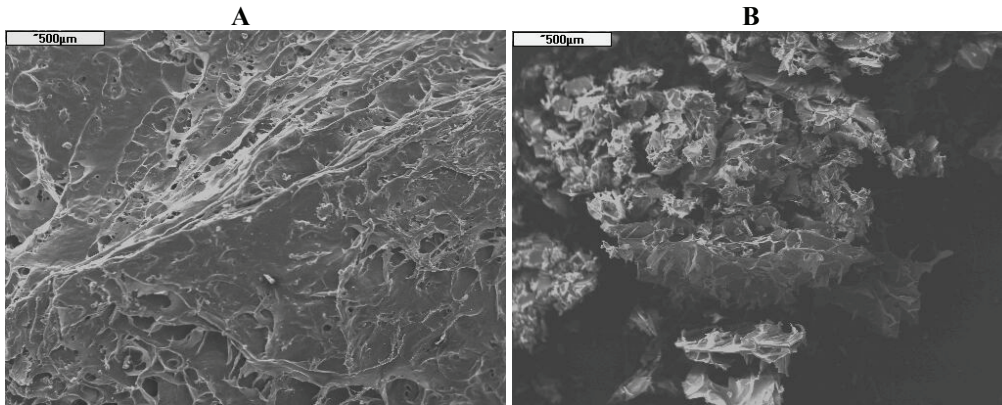
stosunkowo małej twardości żelu fosforanu diskrobiowego z sacharozą mógł być również większy stopień zniszczenia struktury ziaren skrobiowych podczas ich kleikowania w obecności sacharozy niż w przypadku kleikowania w samej wodzie [6]. Stosunkowo małej wartości twardości żelu fosforanu diskrobiowego z sacharozą, względem pozostałych żeli tej skrobi, towarzyszyła jednak mała adhezyjność (tab. 1), co mogło mieć związek z mniejszą spójnością omawianego żelu.

Na fot. 1–3 przedstawiono obrazy mikroskopowe (SEM) żeli skrobiowych z dodatkiem i bez dodatku sacharozy. Powyższe obrazy odzwierciedlają strukturę żeli skrobiowych poddanych liofilizacji, zatem niekoniecznie przedstawiają budowę strukturalną żeli sprzed procesu liofilizacji. Analizowane preparaty skrobiowe tworzyły żele o zróżnicowanej strukturze, która uległa modyfikacji w obecności sacharydu. Żel skrobi ziemniaczanej naturalnej charakteryzował się niejednorodną i nieciągłą strukturą, w której dominowały dość nieregularne formy płatkowate (fot. 1A). Dodatek sacharozy do powyższej skrobi wpłynął na formowanie znacznie mniej porowatej mikrostruktury żelu (fot. 1B). Skrobie modyfikowane charakteryzowały się odmienną strukturą tworzonych żeli niż żel skrobi niemodyfikowanej. Budowa mikroskopowa żeli skrobi utlenionej i fosforanu diskrobiowego (fot. 2A, 3A) okazała się bardziej jednorodna, porowata i ciągła w porównaniu z żelem skrobi naturalnej. Wprowadzenie sacharozy do dyspersji skrobi utlenionej skutkowało zmianą struktury formowanego żelu z porowatej i ciągłej (fot. 2A) na płatkowatą i mniej ciągłą (fot. 2B). Żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem sacharozy charakteryzował się strukturą nieporowatą i dającą wrażenie bardzo zwężłej (fot. 3B).



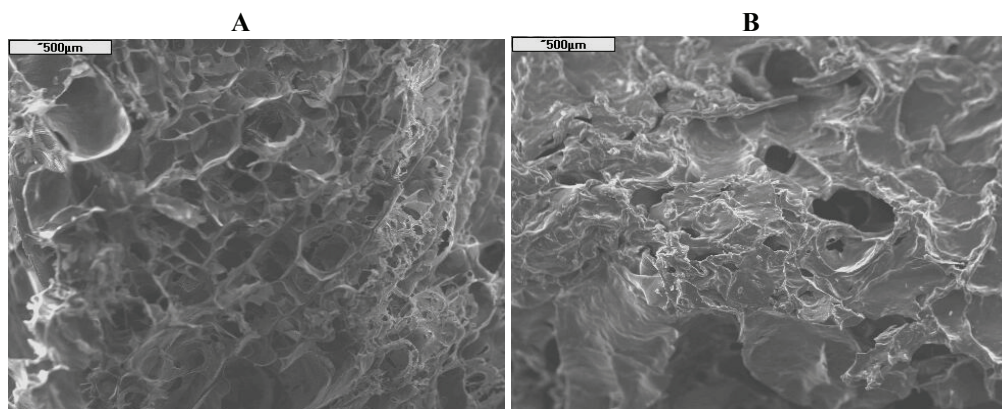
Fot. 1. Fotografie SEM żeli uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej naturalnej: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 1. SEM micrographs of gels produced from native potato starch: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.



Fot. 2. Fotografie SEM żeli uzyskanych ze skrobi utlenionej: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 2. SEM micrographs of gels produced from oxidized starch: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.



Fot. 3. Fotografie SEM żeli uzyskanych z fosforanu diskrobiowego: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 3. SEM micrographs of gels produced from distarch phosphate: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.

Wyniki analizy sensorycznej kisieli wykazały, że czynnikiem wpływającym na charakterystykę kisieli pod względem twardości i spójności był rodzaj użytej skrobi, natomiast rodzaj zastosowanego sacharydu nie wpłynął istotnie na zróżnicowanie deserów sporządzonych z tej samej skrobi (tab. 2). Kisiele otrzymane z fosforanu diskrobiowego charakteryzowały się bardziej miękką i delikatną oraz mniej zwięzłą strukturą niż kisiele wykonane na bazie skrobi naturalnej. Lepkość kisieli sporządzonych ze skrobi modyfikowanej, zwłaszcza tych słodzonych sacharozą, okazała się mniejsza niż



Tabela 2

Wyniki sensorycznego profilowania tekstury modelowych deserów.  
Results of profiling the sensory texture of model desserts.

Parametr tekstury Texture parameter	Rodzaj układu Kind of starch system			
	SN+Sach	SN+Fru	SF+Sach	SF+Fru
Procent odpowiedzi [%] Per cent of responses [%]				
<b>Twardość: / Hardness:</b>				
miękki / soft	0	14	79	79
jedyny / firm	86	86	21	21
twardy / hard	14	0	0	0
<b>Spójność: / Cohesiveness:</b>				
niska / low	0	0	57	64
umiarkowana / moderate	43	64	43	36
wysoka / high	57	36	0	0
<b>Lepkość: / Viscosity:</b>				
wodnisty / watery	0	0	0	0
rzadki / thin	0	0	43	50
lepki / viscous	36	50	36	36
gęsty / thick	64	50	21	14
<b>Sprężystość: / Springiness:</b>				
plastyczny / plastic	0	0	50	57
lekko ciągliwy / a little ductile	0	14	21	14
ciągliwy / ductile	29	36	29	29
bardzo ciągliwy / very ductile	21	29	0	0
sprężysty / elastic	50	21	0	0
<b>Adhezyjność: / Adhesiveness:</b>				
niska / low	43	36	43	43
umiarkowana / moderate	57	57	50	57
wysoka / high	0	7	7	0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SN+Sach – deser sporządzony ze skrobi ziemniaczanej naturalnej słodzony sacharozą / sucrose-sweetened dessert produced of native potato starch;

SN+Fru – deser sporządzony ze skrobi ziemniaczanej naturalnej słodzony fruktozą / fructose-sweetened dessert produced of native potato starch;

SF+Sach – deser sporządzony z fosforanu diskrobiowego słodzony sacharozą / sucrose-sweetened dessert produced of distarch phosphate;

SF+Fru – deser sporządzony z fosforanu diskrobiowego słodzony fruktozą / fructose-sweetened dessert produced of distarch phosphate.

lepkość kisieli ze skrobi naturalnej. Porównywane desery różniły się również pod względem sprężystości: strukturę kisieli przygotowywanych ze skrobi naturalnej, szczególnie tych zawierających sacharozę, postrzegano jako ciągliwą i sprężystą, natomiast kisiele na bazie fosforanu diskrobiowego przejawiały cechy plastyczne.

Wszystkie kisiele odznaczały się podobnym stopniem adhezyjności określonej względem podniebienia. Rodzaj skrobi użytej w danym deserze oddziaływał na percepcję smaku słodkiego: zastąpienie sacharozy fruktozą nie spowodowało zmiany odczuwanej intensywności słodkości kisielu otrzymanego ze skrobi naturalnej, natomiast w deserach na bazie skrobi modyfikowanej wrażenie słodkości wywoływane przez fruktozę było słabsze niż w przypadku sacharozy. Stwierdzono również, że w przypadku deserów słodzonych fruktozą rodzaj użytej skrobi miał wpływ na intensywność odczuwanego wrażenia smaku kwaśnego.

### **Wnioski**

1. Żele skrobi modyfikowanych otrzymanych z udziałem sacharozy lub fruktozy odznaczały się mniejszymi lub niezmienionymi wartościami parametrów tekstury w stosunku do wartości odpowiednich parametrów charakteryzujących żele bez dodatku substancji słodzącej. Sacharydem wywołującym większe zmiany wartości cech teksturalnych żeli skrobi utlenionej była fruktoza, a w przypadku żeli fosforanu diskrobiowego – sacharoza.
2. Struktura mikroskopowa żeli skrobiowych sporządzonych z dodatkiem sacharozy różniła się istotnie od struktury reprezentowanej przez żele niezawierające cukru – okazała się mniej porowata i bardziej zwięzła.
3. Interakcje zachodzące pomiędzy skrobiami modyfikowanymi a sacharydami wpłynęły na atrakcyjność sensoryczną (konsystencję i smakowitość) wytworzonych z ich udziałem deserów.

*Badania wykonano w ramach grantu nr 2P06T 00429.*

### **Literatura**

- [1] Adhikari B., Howes T., Bhandari B.R., Truong V.: Stickiness in foods: mechanisms and test methods – a review. *Int. J. Food Prop.*, 2001, **4**, 1-33.
- [2] Choi S.G., Kerr W.L.: Water mobility and structural properties of native and hydroxypropylated wheat starch gels. *Carboh. Polym.*, 2003, **51**, 1-8.
- [3] Edwards R.H., Berrios J.D.J., Mossman A.P., Takeoka G.R., Wood D.F., Mackey B.E.: Texture of jet cooked, high amylose corn starch-sucrose gels. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1998, **31**, 432-438.
- [4] Fannon J.E., BeMiller J.N.: Structure of corn starch paste and granule remnants revealed by low-temperature scanning electron microscopy after cryopreparation. *Cereal Chem.*, 1992, **4** (69), 456-460.
- [5] Fornal J.: Influence of hydrothermal treatment on the starch of corn grain. *Acta Alim. Polonica.*, 1985, **11**, 141-151.

- [6] Karam L.B., Grossmann M.V.E., Silva R.S.S.F., Ferrero C., Zaritzky N.E.: Gel textural characteristics of corn, cassava and yam starch blends: a mixture surface response methodology approach. *Starch/Stärke*, 2005, **57**, 62-70.
- [7] Lewandowicz G., Wronkowska M., Sadowska J., Soral-Śmietana M., Błaszczak W., Walkowski A.: Influence of potato starch oxidation on texture and rheological behaviour of some sweet desserts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 31-36.
- [8] Liu H., Ramsden L., Corke H.: Physical properties of cross-linked and acetylated normal and waxy rice starch. *Starch/Stärke*, 1999, **51**, 249-252.
- [9] Mandala I.G., Palogou E.D., Kostaropoulos A.E.: Influence of preparation and storage condition on texture of xantan-starch mixtures. *J. Food Eng.*, 2002, **53**, 27-38.
- [10] Morris V.J.: Starch gelation and retrogradation. *Trends Food Sci. Tech.*, 1990, **1 (2)**, 2-6.
- [11] Mua J.P., Jackson D.S.: Retrogradation and gel textural attributes of corn starch amylose and amylopectin fractions. *J. Cereal Sci.*, 1998, **2 (27)**, 157-166.
- [12] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [13] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Kompendium dodatków do żywności. Wyd. Hortimex, Konin 2003.
- [14] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.*, 2002, **10**, 12-17.
- [15] Szcześniak A.S.: Texture measurement. *Food Technol.*, 1966, **20 (50)**, 55-58.
- [16] Temsiripong T., Ikeda S., Pongsawatmanit R.: Effect of sucrose and xyloglucan on gelatinization of tapioca starch and texture profile of its gels. Proc. Institute of Food Technology (IFT) Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, 15-20 July 2005.
- [17] Zhu Q., Bertoft E.: Enzymic analysis of the structure of oxidized potato starches. *Biol. Macromol.*, 1997, **21**, 131-135.

#### THE CHARACTERISTICS OF GELS MADE UP OF POTATO STARCH WITH SOME SELECTED SACCHARIDES ADDED

##### S u m m a r y

In this paper, a texture analysis was performed of potato starch gels: native, oxidized, and distarch phosphate produced with sucrose or fructose added. The gels were investigated using a texture profile analysis (TPA) and a sensory method. Additionally, a microscopic analysis of the structure of starch gels was performed using a scanning electron microscope (SEM). It was found that the presence of sucrose in the modified potato starch gels (amounting to 1 g/ 1 g starch d.b.) caused the values of texture parameters (TPA) of these gels to decrease comparing to the gels without saccharides. By adding fructose to starch dispersions, its amount being equivalent to the amount of sucrose added, caused the values of texture parameters of the oxidized starch gel to decrease, as well as the hardness and cohesiveness of the distarch phosphate gels to drop. The microscopic structure of starch gels containing sucrose differed significantly from the structure represented by the gels produced without sugar.

**Key words:** modified starches, sucrose, fructose, texture, SEM 