

## WPŁYW INULINY TEX! I HPX NA LEPKOŚĆ POZORNĄ I WARTOŚĆ pH JOGURTÓW PRODUKOWANYCH METODĄ TERMOSTATOWĄ\*

Monika Modzelewska-Kapituła<sup>1</sup>, Lucyna Kłębukowska<sup>2</sup>, Kazimierz Kornacki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Technologii i Chemii Mięsa,  
Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
e-mail: monika.modzelewska@uwm.edu.pl

<sup>2</sup>Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności,  
Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
Plac Cieszyński 1, 10-718 Olsztyn

**Streszczenie.** Inuliny zaliczane są do prebiotyków, czyli składników żywności wywierających korzystny wpływ na mikrobiologię i fizjologię przewodu pokarmowego konsumenta. Celem pracy było zbadanie wpływu inulin TEX! i HPX na lepkość pozorną, wartość pH i cechy sensoryczne jogurtu naturalnego oraz określenie możliwości zastosowania tych prebiotyków jako stabilizatorów. Wyprodukowano 8 wersji jogurtów – bez stabilizatora (kontrolny), z inuliną TEX! lub HPX w ilości 1 i 2,5%, z 2,5% udziałem inuliny TEX! lub HPX i 0,3% stabilizatora oraz jogurt zawierający 0,6% stabilizatora. Stwierdzono niewielki wpływ zastosowanych prebiotyków na kwasowość czynną jogurtów. Po 21 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych wartości pH jogurtów wszystkich wersji były zbliżone i kształtowały się w zakresie od 4,20 do 4,36. Odnotowano natomiast wyraźne zróżnicowanie wyrobów pod względem lepkości pozornej ( $P < 0,05$ ), która w jogurtach po produkcji wynosiła od 67,3 (wersja z 0,6% stabilizatora) do 182 mPa·s (wyroby z 1% inuliny HPX), a po 21 dniach kształtowała się w przedziale od 68,6 (kontrolny) do 145,1 mPa·s (wersja z 2,5% HPX i 0,3% stabilizatora). Za najbardziej korzystne, ze względu na właściwości reologiczne i sensoryczne, uznano jogurty zawierające jednocześnie 0,3% stabilizatora i 2,5% inuliny HPX oraz otrzymane z 2,5% udziałem inuliny HPX. Uzyskane wyniki świadczą o możliwości częściowego lub nawet całkowitego zastąpienia stabilizatora inuliną HPX w produkcji jogurtów.

**Słowa kluczowe:** inulina, prebiotyki, jogurt, lepkość pozorna, pH

---

\*Praca finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2004-2006 oraz WAMADAIREC Warmińsko-Mazurskiego Centrum Doskonałości Mleczarstwa (QIk1-CT-2002-30401).

## WSTĘP

Inuliny występują w znacznych ilościach w często spożywanych surowcach roślinnych, takich jak pszenica, czosnek, cebula, por, banany, a na skalę przemysłową mogą być produkowane enzymatycznie (Ziemer i Gibson 1998). Pod względem chemicznym inuliny są fruktooligosacharydami i zaliczane są do składników żywności określanych mianem prebiotyków. Prebiotyki nie ulegają trawieniu przez enzymy wydzielane do jelita cienkiego i w formie nienaruszonej docierają do jelita grubego, gdzie selektywnie stymulują wzrost lub/i aktywność ograniczonej liczby bakterii (Roberfroid i in. 1998, Ślizewska i Libudzisz 2002). Jak wykazały badania kliniczne spożywanie prebiotyków zmniejsza ryzyko wystąpienia zaburzeń jelitowych, chorób krążenia i raka jelit (Blaut 2002, Losada i Olleros 2002).

Inulina znalazła szerokie zastosowanie w produkcji żywności, także ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne. Cechuje się ona słodkim smakiem oraz wykazuje właściwości żelujące. Po wymieszaniu z wodą tworzy gęstą, kremową teksturę, nadającą produktom spożywczym gładkość i łagodny smak. W sieci zostaje zatrzymana duża ilość wody, co gwarantuje wysoką stabilność fizyczną żelu. Cecha ta umożliwia zastąpienie w produktach fermentowanych tradycyjnie stosowanych stabilizatorów, często modyfikowanych chemicznie, takich jak pochodne celulozy, skrobi czy alginianów, a także żelatyny. W przemyśle mleczarskim może być wykorzystywana w produkcji napojów fermentowanych, serów twarogowych, serów topionych, koktajli mlecznych, śmietany, produktów masłopodobnych oraz lodów (Polak 2001, Skowronek i Fiedurek 2003).

Wpływ prebiotyków na właściwości fizyko-chemiczne produktów mleczarskich był już przedmiotem badań. Hauli i in. (2005) stwierdzili, że zastosowanie fruktooligosacharydów prowadzi do zwiększenia lepkości jogurtów, a Aryana i in. (2007) że inuliny, bez względu na stopień polimeryzacji, nie mają wpływu na ten parametr. Rozbieżne wyniki otrzymano także badając wpływ prebiotyków na kwasowość czynną wyrobów. Hardi i Slacanac (2000) podali, że zastosowanie inuliny przyspieszyło tempo ukwaszania mlecznych produktów fermentowanych, natomiast Guven i in. (2005) nie obserwowali takiej zależności. Dello Staffolo i in. (2004) stwierdzili, że jogurt zawierający inulinę odznaczał się stałym w czasie przechowywania pH, podobnie jak jogurty wyprodukowane z udziałem innych włókien pokarmowych.

Ocenie poddano także wpływ prebiotyków na cechy sensoryczne jogurtów. Seydim i in. (2005) odnotowali, że jogurty zawierające inulinę cechowały się korzystnym aromatem i gładką konsystencją, a Dello Staffolo i in. (2004) nie odnotowali statystycznie istotnych różnic pomiędzy jogurtami wyprodukowanymi z udziałem inuliny, wersją kontrolną i zawierającymi inne włókna pokarmowe. Hassan i in. (1999) stwierdzili, że jogurty z inuliną nie różniły się pod względem jakości sensorycznej od wyprodukowanych z udziałem komercyjnych stabilizato-

rów, natomiast Guven i in. (2005) odnotowali, że wraz ze wzrostem zawartości inuliny w jogurtach były one coraz mniej akceptowalne.

Mając na uwadze właściwości strukturotwórcze i prebiotyczny charakter inuliny podjęto próbę uzyskania jogurtów, w których zastępowałyby ona częściowo bądź całkowicie komercyjny stabilizator. Celem pracy było zbadanie wpływu inulin TEX! (strukturotwórczej) i HPX (zalecanej do produktów poddawanych obróbce termicznej) na lepkość pozorną, wartość pH i cechy sensoryczne jogurtu naturalnego oraz określenie możliwości zastosowania tych prebiotyków jako stabilizatorów.

#### MATERIAŁY I METODY

Jogurty naturalne produkowano metodą termostatową z 1000 cm<sup>3</sup> mleka UHT o 2% zawartości tłuszczu, do którego wprowadzano mleko odtłuszczone w proszku (5%), inulinę Frutafit TEX! (Sensus, Holandia) lub Raftaline HPX (Orafti, Belgia) w ilości 1%, 2,5% lub/i stabilizator w ilości 0,3%, 0,6%. Mleko wraz z dodatkami poddawano pasteryzacji w temperaturze 80-85°C przez 15 minut, ochładzano do około 40°C i zaszczepiano kwasem w ilości 5%, przygotowanym ze szczepionki YC-X11 Yo-Flex Thermophilic Lactic Acid Culture type Yogurt CHR (Chr. Hansen, Polska). Inkubację prowadzono w opakowaniach jednostkowych (250 cm<sup>3</sup>) w temperaturze 45°C do momentu uzyskania pH 4,7, po czym obniżano temperaturę do 6°C, w której jogurty dojrzewały przez 18 godzin. W wyrobach po produkcji oraz po 7, 14 i 21 chłodniczego przechowywania oznaczano kwasowość czynną, lepkość pozorną oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną.

Pomiar lepkości pozornej przeprowadzono przy użyciu wiskozymetru rotacyjnego Rheotest 2-typ RV 21976 (VEB MLW Prüfgeratewerk Medinger DDR), z użyciem zespołu cylindrów pomiarowych N/N. Zbiornik pomiarowy napełniano jogurtem w ilości 11 cm<sup>3</sup> o temperaturze 10°C. Lepkość pozorną  $\eta$  obliczano stosując poniższe równanie:

$$\eta = \frac{z \cdot \alpha \cdot 100}{Dr} \text{ (mPa} \cdot \text{s)} \quad (1)$$

gdzie:  $z$  – stała wartość charakteryzująca dany walec pomiarowy,  $z = 34,6$ ,  $\alpha$  – współczynnik kątowy odczytany w czasie pomiaru,  $Dr$  – prędkość ścinania (s<sup>-1</sup>),  $Dr = 1312 \text{ s}^{-1}$ .

Pomiar kwasowości czynnej wykonywano przy użyciu pH-metru (HI 9321 Hanna Instruments).

Ocenę sensoryczną jogurtów przeprowadzał metodą punktową (w skali od 1 do 6) pięciosobowy przeszkolony zespół zgodnie z normą PN ISO 4121. Ocenie podlegały barwa, zapach, konsystencja i smak. Wyróżnikom przypisano na-

stępujące współczynniki ważkości: barwa – 0,15, zapach – 0,2, konsystencja – 0,3, smak – 0,35.

Pomiarów dokonywano w trzech powtórzeniach, a wyniki przedstawiono jako wartości średnie  $\pm$  odchylenie standardowe. Do statystycznej oceny wyników zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji z testem Neumana-Keulusa na poziomie istotności  $P < 0,05$  (STATISTICA 7.1., StatSoft, Inc. 2005).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Jogurt jest mlecznym produktem fermentowanym spożywanym na całym świecie. Jest ceniony ze względu na swoje właściwości sensoryczne oraz odżywcze – zawiera białko dostarczające aminokwasów egzogennych oraz łatwo przyswajalne składniki mineralne (wapń, fosfor, magnez, cynk) i witaminy (ryboflawinę, tiaminę, witaminę B<sub>12</sub>, kwas foliowy, niacynę) (McKinley 2005). Aby zapewnić odpowiednią, akceptowalną przez konsumentów konsystencję, nie ulegającą zmianom podczas przechowywania, do produkcji jogurtu stosuje się dodatek stabilizatorów. Stabilizatory, będące hydrokoloidami, dzięki tworzeniu swoistej struktury wewnątrz białkowego skrzepu zapobiegają synerezie serwatki, zwiększają lepkość i zwięzłość skrzepu oraz zapobiegają zmianom smaku i zapachu wyrobów (Pluta i in. 1999). Częściowe lub całkowite zastąpienie komercyjnego stabilizatora inuliną, pozwoliłoby na uzyskanie jogurtów prebiotycznych, podnoszących prozdrowotne właściwości wyrobów.

Po produkcji najniższe wartości pH odnotowano w jogurtach z 0,6% udziałem stabilizatora, podczas gdy kwasowość czynna pozostałych wersji wyrobów nie różniła się statystycznie (tab. 1). W czasie przechowywania odnotowano wzrost kwasowości czynnej, która po 21 dniach kształtowała się w przedziale od 4,20 w jogurtach z 1% inuliny TEX! do 4,39 w jogurcie kontrolnym. Najmniejsze zmiany wartości pH podczas przechowywania odnotowano w wersjach kontrolnej i zawierającej 0,6% stabilizatora, gdzie różnica pomiędzy wartością pH oznaczoną po produkcji i po 21 dniach przechowywania wynosiła odpowiednio 0,13 i 0,04. W jogurtach przygotowanych z udziałem prebiotyków wartości pH po 21 dniach przechowywania wyrobów były niższe o 0,29-0,45. Może to świadczyć o zwiększeniu aktywności bakterii jogurtowych pod wpływem zastosowanych preparatów inuliny. Jednak mimo statystycznie istotnych różnic pomiędzy kwasowością czynną wersji kontrolnej i z 0,6% zawartością stabilizatora, a zawierającymi prebiotyki można stwierdzić, że wszystkie wersje jogurtów cechowały typowe wartości pH. Możliwe jest zatem zastosowanie w produkcji jogurtów inulin TEX! i HPX w ilości do 2,5% bez ryzyka przekwaszenia wyrobów.

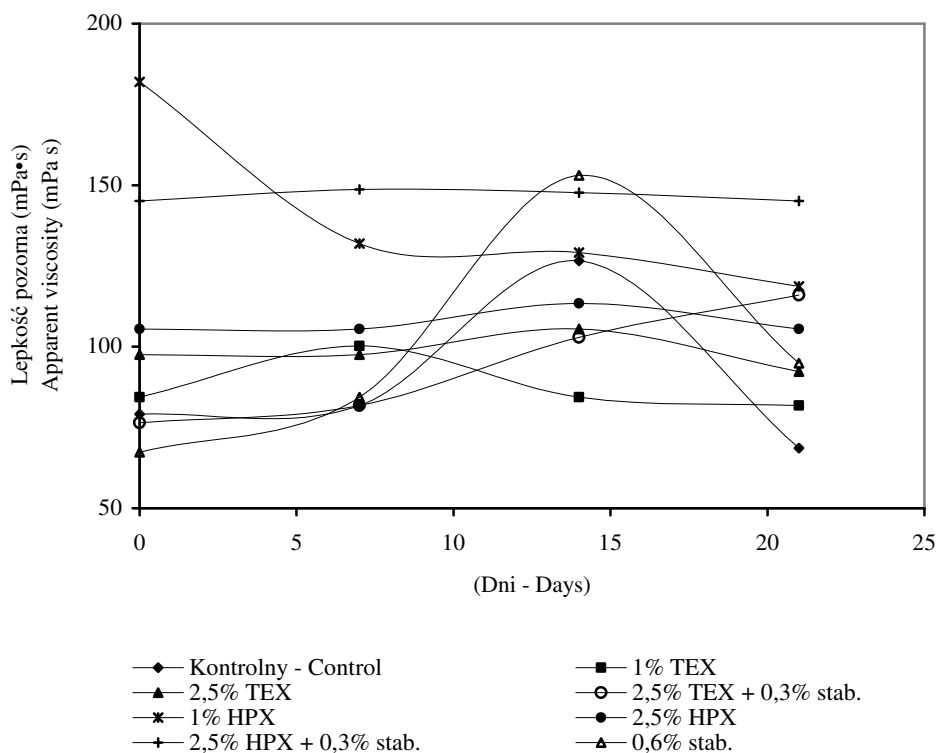
**Tabela 1.** Średnie wartości pH podczas przechowywania jogurtu naturalnego z dodatkiem prebiotyków i stabilizatora (stab.)**Table 1.** Mean values of pH of natural yoghurts prepared with prebiotics and stabiliser (stab.) during storage time

Jogurt – Yoghurt	Czas przechowywania (dni)– Storage time (days)			
	0	7	14	21
Kontrolny – Control	<sup>A</sup> 4,52 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,45 ± 0,04 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,43 ± 0,04 <sup>a</sup>	<sup>AC</sup> 4,39 ± 0,05 <sup>b</sup>
1% TEX!	<sup>A</sup> 4,65 ± 0,08 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,49 ± 0,05 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 4,45 ± 0,02 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 4,20 ± 0,04 <sup>c</sup>
2,5% TEX!	<sup>A</sup> 4,56 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,52 ± 0,07 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4,28 ± 0,02 <sup>b</sup>	<sup>BC</sup> 4,25 ± 0,03 <sup>b</sup>
2,5% TEX! + 0,3% stab.	<sup>A</sup> 4,75 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4,67 ± 0,03 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 4,45 ± 0,05 <sup>c</sup>	<sup>AC</sup> 4,36 ± 0,03 <sup>d</sup>
1% HPX	<sup>A</sup> 4,57 ± 0,04 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,35 ± 0,04 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 4,34 ± 0,05 <sup>b</sup>	<sup>BC</sup> 4,26 ± 0,05 <sup>b</sup>
2,5% HPX	<sup>A</sup> 4,57 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,33 ± 0,03 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 4,33 ± 0,07 <sup>b</sup>	<sup>BC</sup> 4,24 ± 0,05 <sup>b</sup>
2,5% HPX + 0,3% stab.	<sup>A</sup> 4,59 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,39 ± 0,02 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 4,26 ± 0,03 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 4,21 ± 0,06 <sup>c</sup>
0,6% stab.	<sup>B</sup> 4,38 ± 0,09 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,32 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4,31 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>AC</sup> 4,32 ± 0,03 <sup>a</sup>

<sup>A, B, C</sup> średnie w kolumnach z różnymi indeksami różnią się statystycznie ( $P < 0,05$ ) – <sup>A, B, C</sup> means within a column with no common superscript differ ( $P < 0,05$ ), <sup>a, b, c</sup> średnie w rzędach z różnymi indeksami różnią się statystycznie ( $P < 0,05$ ) – <sup>a, b, c</sup> means within a row with no common superscript differ ( $P < 0,05$ ).

Właściwości reologiczne jogurtu zależą od jakości surowca, zastosowanej szczepionki, ilości i rodzaju dodatków strukturotwórczych, warunków prowadzenia fermentacji oraz mechanicznego oddziaływania na produkt (Żuraw 2002). Z punktu widzenia konsumenta lepkość pozorna jogurtu jest ważną wielkością charakteryzującą jego właściwości reologiczne. Konieczne jest zatem utrzymanie pożądanej lepkości, i tym samym konsystencji wyrobu, przez cały okres jego przydatności do spożycia. Wartości lepkości pozornej otrzymanych wersji jogurtów różniły się statystycznie istotnie ( $P < 0,05$ ). Najniższymi wartościami lepkości pozornej po wytworzeniu cechowały się jogurty: kontrolny, z 2,5% udziałem inuliny TEX! i 0,3% stabilizatora, oraz zawierający 0,6% stabilizatora, najwyższymi natomiast jogurt z 1% inuliny HPX oraz 2,5% inuliny HPX i 0,3% stabilizatora (rys. 1). Również po 21 dniach przechowywania najwyższą lepkość pozorną odnotowano w jogurcie zawierającym 2,5% inuliny HPX i 0,3% stabilizatora. Stałe wartości lepkości pozornej przez cały okres przechowywania wykazały jogurty z 1 i 2,5% udziałem inuliny TEX!, 2,5% inuliny HPX, zawierające 2,5% inuliny HPX łącznie z 0,3% stabilizatora, a od 7 do 21 dnia przechowywania także jogurt z 1% inuliny HPX. Wartości lepkości pozornej pozostałych wersji wyrobów ulegały zmianom w czasie przechowywania. Lepkość pozorna jogurtu kontrolnego i z 0,6% udziałem stabilizatora wzrastała do 14 dnia przechowywania, a w ciągu kolejnych 7 dni uległa obniżeniu ( $P < 0,05$ ). W jogurtach wypro-

dukowanych z udziałem 2,5% inuliny TEX! i 0,3% stabilizatora zarejestrowano natomiast ciągły wzrost lepkości. Wzrost lepkości jogurtów w czasie przechowywania można tłumaczyć procesami uwadniania się i pęcznienia białek oraz częściową krystalizacją tłuszczu (Kosikowska i Jakubczyk 1997). Z drugiej strony dowiedziono, że inulina wchodzi w interakcję z białkami serwatkowymi. Białka mleka, tj.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -kazeiną oraz  $\beta$ -laktoglobuliną łączą się z inuliną, a  $\alpha$ -laktoglobulina wspomaga proces żelowania (Glibowski i Bochyńska 2006). Opisywane zjawisko przyczyniło się prawdopodobnie do wytworzenia stabilnej struktury, nie ulegającej zmianom podczas przechowywania jogurtów.



**Rys. 1.** Zmiany lepkości pozornej (mPa·s) podczas przechowywania jogurtu naturalnego z dodatkiem prebiotyków i stabilizatora (stab.) w czasie 21 dni

**Fig. 1.** Changes in apparent viscosity (mPa s) of natural yoghurts prepared with prebiotics and stabiliser (stab.) during 21 days of storage

Ocena sensoryczna wykazała wpływ dodatków na akceptowalność jogurtów, chociaż wszystkie wersje wyrobów uzyskały po produkcji i w ciągu całego okresu przechowywania wysokie noty (tab. 2). Po produkcji najwyższej oceniono jogurt

uzyskany z 0,6% dodatkiem stabilizatora oraz wyprodukowany z 2,5% udziałem inuliny HPX, natomiast po 21 dniach przechowywania jogurt zawierający 2,5% inuliny HPX i 0,3% stabilizatora oraz jogurt z 2,5% udziałem inuliny HPX. Ocenione najwyżej wyroby cechowały się jednolitą barwą, typowym smakiem i zapachem oraz jednolitą konsystencją. Należy również odnotować fakt, że analiza statystyczna nie wykazała różnic pomiędzy notami, jakie otrzymano w czasie przechowywania jogurty zawierające 2,5% inuliny HPX bądź TEX!. Jest to cecha pożądana, świadcząca o zachowywaniu stałej jakości sensorycznej. Na wynik oceny punktowej jogurtów w największym stopniu miały wpływ smak i konsystencja wyrobów. Fortuna i in. (2001) stwierdzili, że w badaniach dostępnych na rynku jogurtów najwyżej oceniono produkty posiadające gęstą, kremową teksturę, przy czym ocena konsystencji była dodatnio skorelowana z lepkością pozorną. Również w niniejszej pracy, najwyżej oceniano jogurty wyprodukowane z udziałem inuliny HPX bądź inuliny HPX łącznie ze stabilizatorem wyróżniające się kremową, gęstą i jednolitą konsystencją. Nie odnotowano jednak korelacji między oceną punkową konsystencji i lepkością pozorną. Chociaż nadawanie przez inulinę korzystnej tekstury produktom fermentowanym jest jedną z ich wielu zalet, dzięki którym znalazły one zastosowanie w przemyśle mleczarskim, wyniki niniejszej pracy wskazują na różnice w działaniu poszczególnych preparatów. Korzystniejszy wpływ na konsystencję i smak jogurtów wywierała inulina HPX.

**Tabela 2.** Wyniki oceny sensorycznej (punkty, w skali 1-6) jogurtu naturalnego z dodatkiem prebiotyków i stabilizatora (stab.), wyrażone jako ocena końcowa uwzględniająca barwę, zapach, konsystencję i smak  
**Table 2.** Results of sensory evaluation (points, scale 1-6) of natural yoghurts with prebiotics and stabiliser (stab.), expressed as a final value consisting of descriptors such as colour, aroma, consistency and taste

Jogurt – Yoghurt	Czas przechowywania (dni) – Storage time (days)			
	0	7	14	21
Kontrolny – Control	<sup>A</sup> 4,3 ± 0,27 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 5,0 ± 0,39 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 4,3 ± 0,29 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 4,4 ± 0,58 <sup>a</sup>
1 % TEX!	<sup>A</sup> 4,4 ± 0,28 <sup>ab</sup>	<sup>AB</sup> 4,9 ± 0,46 <sup>ab</sup>	<sup>B</sup> 5,0 ± 0,15 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 4,6 ± 0,32 <sup>ab</sup>
2,5 % TEX!	<sup>A</sup> 4,5 ± 0,42 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 4,4 ± 0,58 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 5,0 ± 0,30 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 4,6 ± 0,32 <sup>a</sup>
2,5 % TEX! + 0,3% stab.	<sup>B</sup> 3,6 ± 0,16 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 4,9 ± 0,24 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 4,7 ± 0,15 <sup>b</sup>	<sup>ABC</sup> 4,0 ± 0,35 <sup>c</sup>
1 % HPX	<sup>A</sup> 4,7 ± 0,23 <sup>abc</sup>	<sup>AB</sup> 4,9 ± 0,25 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 4,2 ± 0,11 <sup>ac</sup>	<sup>BC</sup> 3,5 ± 0,60 <sup>d</sup>
2,5 % HPX	<sup>AC</sup> 4,9 ± 0,23 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 5,3 ± 0,25 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4,9 ± 0,44 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,9 ± 0,44 <sup>a</sup>
2,5 % HPX + 0,3% stab.	<sup>A</sup> 4,6 ± 0,32 <sup>ac</sup>	<sup>A</sup> 5,3 ± 0,25 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 4,8 ± 0,35 <sup>ac</sup>	<sup>A</sup> 5,0 ± 0,15 <sup>bc</sup>
0,6 % stab.	<sup>C</sup> 5,1 ± 0,31 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 5,1 ± 0,31 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 4,3 ± 0,24 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 4,3 ± 0,27 <sup>b</sup>

<sup>A, B, C</sup> średnie w kolumnach z różnymi indeksami różnią się statystycznie ( $P < 0,05$ ) – <sup>A, B, C</sup> means within a column with no common superscript differ ( $P < 0,05$ ), <sup>a, b, c</sup> średnie w rzędach z różnymi indeksami różnią się statystycznie ( $P < 0,05$ ) – <sup>a, b, c</sup> means within a row with no common superscript differ ( $P < 0,05$ ).

## WNIOSEK

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić możliwość zastosowania inulin TEX! i HPX jako stabilizatorów lub częściowych ich zamienników w produkcji jogurtów naturalnych. Ze względu na niewielkie zmiany lepkości pozornej w czasie przechowywania, za najbardziej korzystne uznano użycie zredukowanej o połowę ilości stabilizatora i 2,5% inuliny HPX lub wyłącznie inuliny HPX w ilości 2,5%. Zastosowanie takich receptur pozwoli na uzyskanie produktów o właściwościach funkcjonalnych, wywierających korzystny wpływ na organizm konsumenta oraz korzystnych cechach sensorycznych i stałych w czasie przechowywania właściwościach reologicznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Aryana K.J., Plauche S., Rao R.M., McGrew P., Shah N.P., 2007. Fat-free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillus acidophilus*. J. Food Sci., 72, 79-84.
- Blaut M., 2002. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. Eur. J. Nutr., 41, Suppl. 1, 11-16.
- Dello Staffolo M., Bertola N., Martino M., Bevilacqua A., 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. Int. Dairy J., 14, 263-268.
- Fortuna T., Gołbiowska-Gajda A., Juszcak L., 2001. Sensoryczne i reologiczne właściwości jogurtów naturalnych. Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej w Krakowie, 389. Technol. Żyw., 13, 5-16.
- Glibowski P., Bochyńska R., 2006. Wpływ inuliny na właściwości reologiczne roztworów białek serwatkowych. Acta Agrophysica, 8, 337-345.
- Güven M., Yasar K., Karaca O.B., Hayaloglu A.A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. Int. J. Dairy Technol., 58, 180-184.
- Hardi J., Slacanac V., 2000. Examination of coagulation kinetics and rheological properties of fermented milk products: the influence of starter culture, milk fat content and addition of inulin. Mijekarstvo, 50, 217-226.
- Hassan F.A.M., Helmy W.A., Enab A.K., 1999. Utilization of some local polysaccharide in manufacturing of yoghurt. Egyptian J. Dairy Sci., 27, 281-289.
- Haully M.C.O., Fuchs R.H.B., Prudencio-Ferreira S.H., 2005. Soymilk yogurt supplemented with fructooligosaccharides: probiotic properties and acceptance. Revista de Nutricao, 18, 613-622.
- Kosikowska M., Jakubczyk E., 1997. Napoje mleczne z udziałem tradycyjnych i nowych mikroorganizmów. Przem. Spoż., 8, 12-15.
- Losada M.A., Olleros T., 2002. Towards a healthier diet for the colon: the influence of fructooligosaccharides and lactobacilli on intestinal health. Nutr. Res., 22, 71-84.
- McKinley M., 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. Int. J. Dairy Tech., 58 (1), 1-12.
- Pluta A., Kazimierzak A., Wąsowska A., 1999. Wpływ wybranych hydrokoloidów na jakość jogurtu. Przem. Spoż., 3, 41-43.
- PN-ISO 4121:1998. Polska Norma. Analiza sensoryczna. Metodologia – ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- Polak E., 2001. Zastosowanie pro- i prebiotyków w lodach. Przem. Spoż., 3, 22-23.
- Roberfroid M.B., van Loo J.A.E., Gibson G.R., 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. J. Nutr., 128 (1), 11-19.



- Seydim Z.B.G., Sarikus G., Okur O.D., 2005. Effect of inulin and Dairy-Lo as fat replacers on the quality of set type yogurt. *Milchwissenschaft*, 60, 51-5.
- Skowronek M., Fiedurek J., 2003. Inulina i inulinazy właściwości, zastosowania, perspektywy. *Przem. Spoż.*, 3, 18-20.
- Śliżewska K., Libudzisz Z., 2002. Wykorzystanie oligosacharydów jako prebiotyków. *Przem. Spoż.*, 4, 10-12, 16.
- Ziemer C.J., Gibson G.R., 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *Int. Dairy J.*, 8, 473-479.
- Żuraw I., 2002. Wpływ strukturotwórczych dodatków skrobiowych na wybrane właściwości reologiczne jogurtu. *Przegl. Mlecz.*, 7, 318-320.

## EFFECT OF INULINS TEX! AND HPX ON APPARENT VISCOSITY AND pH VALUE OF SET-TYPE YOGHURTS

*Monika Modzelewska-Kapituła<sup>1</sup>, Lucyna Kłębukowska<sup>2</sup>, Kazimierz Kornacki<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Chair of Meat Technology and Chemistry, Faculty of Food Sciences,  
University of Warmia and Mazury  
e-mail: monika.modzelewska@uwm.edu.pl

<sup>2</sup>Chair of Industrial and Food Microbiology, Faculty of Food Sciences,  
University of Warmia and Mazury,  
Plac Cieszyński 1, 10-718 Olsztyn

**Abstract.** Inulins, classified as prebiotics, are food ingredients which beneficially affect the microbiology and physiology of the gastrointestinal tract of consumers. The aim of the present work was to investigate the influence of inulin TEX! and HPX addition on apparent viscosity, pH value and sensory properties of natural yoghurt, and to study the possibility of their use as stabilisers in yoghurt production. Eight different variants of yoghurts were prepared – without stabiliser (control), with either inulin TEX! or HPX in quantity of 1 and 2.5%, with 2.5% of inulin TEX! or HPX and 0.3% of stabiliser, and yoghurts containing 0.6% of stabiliser. A slight influence of prebiotics on acidity of products was noted. After 21 days of cold storage pH values of all yoghurts were similar and ranged from 4.20 to 4.36. However, significant differences in the apparent viscosity of products were observed ( $P < 0.05$ ). Apparent viscosity of yoghurts after manufacturing ranged from 67.3 (version with 0.6% of stabiliser) to 182 mPa s (products containing 1% of inulin HPX), and after 21 days from 68.6 (control) to 145.1 mPa s (yoghurts with 2.5% of HPX and 0.3% of stabiliser). Yoghurts with 0.3% of the stabiliser and 2.5% of inulin HPX, as well as products containing 2.5% of inulin HPX exhibited the most desirable sensory and rheological properties. Thus, the results indicate the possibility of partial or even complete replacement of stabiliser by inulin HPX in yoghurt production.

**Keywords:** inulin, prebiotics, yoghurt, apparent viscosity, pH