

Prof. dr hab. Jerzy ŻUCHOWSKI¹

Mgr inż. Aneta KIRAGA¹

Dr hab. inż. Małgorzata KOWALSKA, prof. UTH Radom²

¹Uniwersytet Technologiczno–Humanistyczny w Radomiu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych

²Uniwersytet Technologiczno–Humanistyczny w Radomiu, Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa

OCENA WYROBÓW TYPU ISLANDZKIEGO W KONTEKŚCIE JAKOŚCI ŻYWNOŚCI®

Assessment of Iceland products in the context of nutritional quality®

Słowa kluczowe: wyrób typu islandzkiego, jakość żywienia, metoda trójkątowa, metoda skalowania.

W artykule zaprezentowano informacje dotyczące wyrobów typu islandzkiego określanych jako skyr, które stanowią jedną z innowacji w segmencie produktów mlecznych na polskim rynku. Celem pracy była analiza preferencji konsumenckich dotyczących wybranych wyrobów typu islandzkiego z wsadem owocowym oraz próba oceny, czy wyroby tego typu są akceptowane przez konsumentów. Dokonano szczegółowej analizy składu wybranych do badań produktów, pochodzących od trzech różnych producentów. Wykazano różnice między nimi wykorzystując metodę trójkątową oraz zbadano preferencje konsumentów stosując metodę skalowania. Wyniki badań wskazały, że badane produkty różniły się między sobą istotnie, pomimo iż należały do wyrobów tego samego typu. Były one atrakcyjne dla konsumentów pod względem sensorycznym i mogą stanowić wartościowy składnik diety, głównie z uwagi na zawartość białka, witamin oraz minerałów.

Key words: Icelandic type product, nutritional quality, triangular method, scaling method.

In this work the information regarding Icelandic type products known as skyr, which are one of the innovations in the dairy products segment on the Polish market was presented. The aim of the study was to analyze consumer preferences regarding selected Icelandic type products with fruit input and to try to assess whether products of this type are accepted by consumers. A detailed analysis of the composition of products selected for testing from three different manufacturers was performed. Differences between them were shown using the triangle method and consumer preferences were tested using the scaling method. The results of own research indicate that the tested products may differ significantly, even though they belong to products of the same type. These products are attractive to consumers in sensory terms and can be a valuable component of the diet, mainly due to the content of protein, vitamins and minerals.

WSTĘP

Skyr jest tradycyjnym wyrobem islandzkim, zaliczanym według Kodeksu Żywnościowego do grupy mlek fermentowanych. Mleczne napoje fermentowane zostały zdefiniowane przez Organizację ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), Światową Organizację Zdrowia (WHO) oraz Międzynarodową Federację Mleczarską (IDF) jako produkty otrzymywane „z mleka pełnego, częściowo lub całkowicie odtuszczonego, zagęszczonego lub regenerowanego w proszku” [17], które poddawane jest procesowi fermentacji z udziałem mikroorganizmów. Skyr, podobnie jak produkty tradycyjne innych krajów, np. duński ymer, czy pochodzący z Bliskiego Wschodu labneh, należy do mlek skoncentrowanych, czyli takich, w których zawartość białka podwyższono przed, bądź po procesie fermentacji do minimum 5,6% [6]. Według Tamime, Hickey oraz Muir [2014] nie istnieją szczegółowe przepisy prawne dotyczące tego typu produktów jogurtowych, dlatego mogą one różnić się między sobą składem chemicznym. Międzynarodowa Unia Towarzystw Mikrobiologicznych (IUMS) przedstawiła zalecenia dotyczące nomenklatur

kultur starterowych wykorzystywanych do produkcji wyrobów skoncentrowanych, jednakże zwykle nie są one przestrzegane. Ponadto według prawa islandzkiego, od 2012 roku skyr znajduje się w grupie twarogów (sekcja F), ponieważ uznano, iż jest on wyrobem jedynie przypominającym jogurt [22, 25], a uwzględniając technologię produkcji skyru, powinien być on określany jako świeży, miękki twaróg (podobny do sera quark). W załączniku 1 islandzkiego Rozporządzenia Ministerstwa Środowiska nr 851/2012 skyr określono jako wyrób wyprodukowany z odtuszczonego mleka pasteryzowanego, skoagulowany przy użyciu bakterii (czasem również podpuszczki), o zawartości suchej masy nie mniejszej niż 16%. Kremowy skyr musi natomiast zawierać co najmniej 10% dodanego tłuszczu mlecznego.

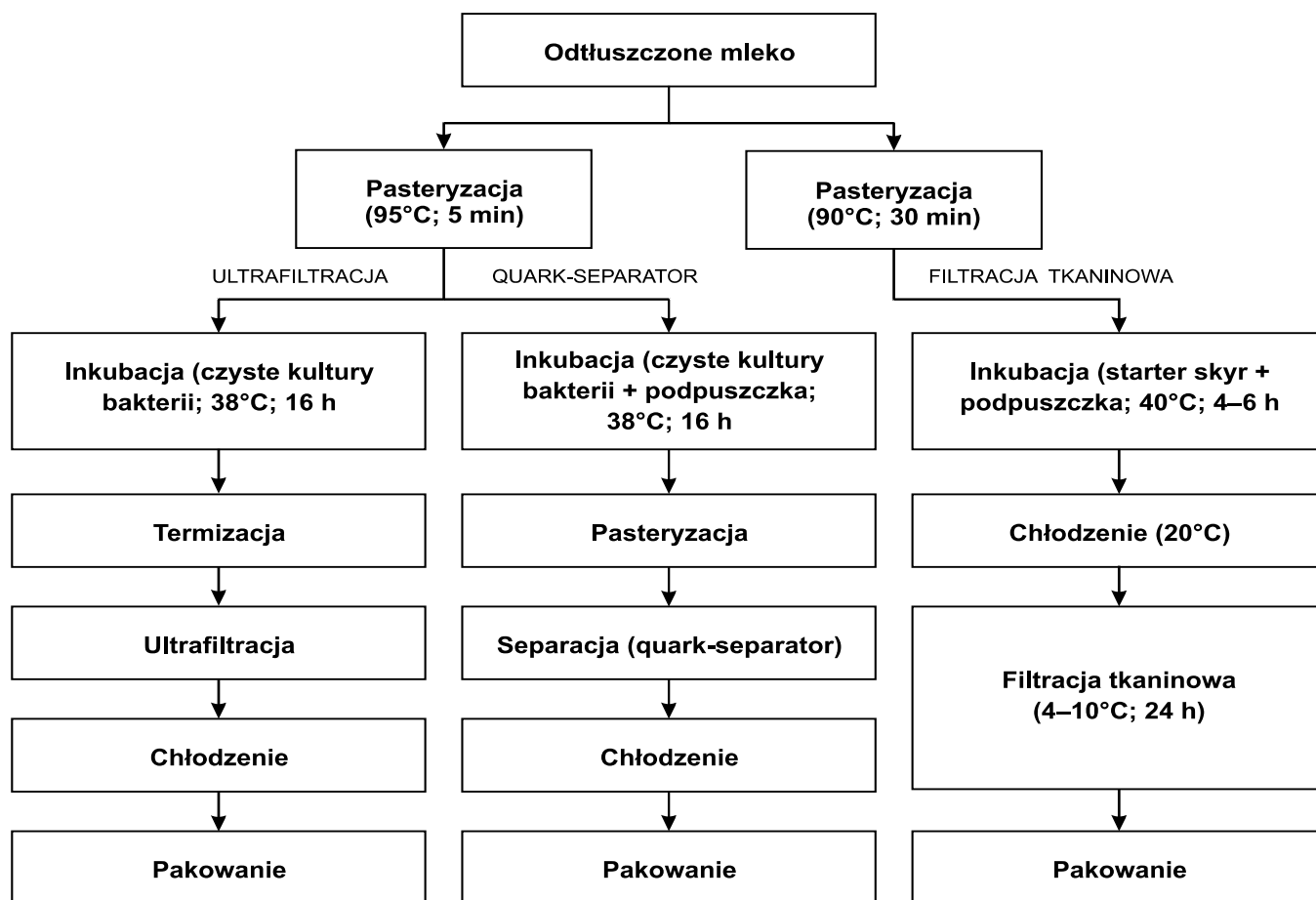
Do początku XX wieku produkowano głównie dwa typy skyrów: bez podpuszczki – wówczas bakterie kwasu mlekowego stopniowo koagulowały odtuszczone mleko, bądź z podpuszczką (z żołądków cielęcych), która przyspieszała wytwarzanie sera [9]. Tradycyjna metoda produkcji skyru obejmowała pasteryzację, dwustopniową fermentację,

Adres do korespondencji – Corresponding author: Małgorzata Kowalska, Uniwersytet Technologiczno–Humanistyczny w Radomiu, Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Katedra Chemii, ul. Bolesława Chrobrego 27, 26-600 Radom, e-mail: mkowalska7@vp.pl

chłodzenie oraz filtrację tkaninową [1, 5]. Na początku odtłuszczone mleko podgrzewano przez kilka minut do temperatury 90–100°C. Etap ten miał na celu przede wszystkim zredukowanie enzymów i niepożądaną mikroflorę mleka. Kolejno mleko chłodzono do temperatury inkubacji (40°C) i dodawano starterowe kultury bakterii (ewentualnie również podpuszczkę). Aby produkt finalny można było określić mianem wyrobu tradycyjnego, jako starter wykorzystano skyr pochodzący z wcześniejszej partii produkcyjnej, zawierający bakterie mlekowe oraz drożdże fermentujące laktozę [9, 26]. Tak zaszczipione mleko pozostawiano do fermentacji na 4–6 godzin, aż do uzyskania właściwej kwasowości (pH 4,7). Następnie ponownie je schładzano (18°C) i pozostawiano na około 18 godzin, aby zmniejszyć pH do ok. 4,2. Powstały podczas fermentacji skrzep był kolejno filtrowany z wykorzystaniem lnianych worków w celu oddzielenia serwatki [7]. Filtracja trwała ok. 24 godzin i przeprowadzono ją dwuetapowo: najpierw w temperaturze 19–20°C (6 godzin), następnie w temperaturze 6–8°C (kolejne 18 godzin). Po całkowitym czasie filtrowania uzyskiwano wyrób o kwasowości 3,8–4,0 i zawartości suchej masy 17–20% [32]. Do wytworzenia 1 kg skyr wykorzystywano 5 litrów odtłuszczonego mleka. Oryginalny skyr charakteryzował się kwaśnym i gorzkim smakiem oraz bardzo zwartą, gęstą konsystencją, dlatego zazwyczaj pakowano go w papier, podobnie jak twaróg [24, 32]. W celu poprawy właściwości organoleptycznych produktu zwykle spożywano go z mlekiem, cukrem, bądź owocami.

W ciągu ostatnich 80–ciu lat technologia wytwarzania wyrobów typu islandzkiego uległa zmianom. Mleko wykorzystywane do produkcji jest obecnie standaryzowane, kontrolowane, a poza tym zaszczipiane czystymi kulturami bakteryjnymi. Ponadto ze składu skyr wyeliminowano drożdże, a proces oddzielania skrzepu i serwatki został znacznie zmodernizowany. Do tego celu początkowo wykorzystywano tzw. quark-separatory, natomiast obecnie większość producentów stosuje ultrafiltrację, która minimalizuje utratę głównych białek mleka – kazein oraz białek serwatkowych, dzięki czemu wyrób finalny cechuje się znacznie wyższą zawartością białka. Skyr wytwarzany obecnie charakteryzuje się również niższą zawartością suchej masy (16–17%), łagodniejszym, mniej kwaśnym smakiem (prawdopodobnie w wyniku mniejszego zakwaszenia) oraz gładszą, bardziej miękką teksturą [9, 24]. Na rysunku 1 przedstawiono metody wytwarzania skyr.

W przemyśle mleczarskim analizowano różne aspekty technologii wytwarzania wyrobów typu islandzkiego, od mikrobiologii, po przebieg poszczególnych procesów produkcji. Badania nad mikrobiologią rozpoczęła na początku XX wieku Gudmundsson. Próbował on zakwaszać skyr czystymi kulturami bakterii należącymi do ziarenkowców i pałeczek, jednakże bez powodzenia. Prace Gudmundssona kontynuował Petursson, który uznał, iż do najważniejszych mikroorganizmów występujących w serze należy zaliczyć drożdże i bakterie tj. paciorkowiec *Streptococcus thermophilus*, oraz pałeczki *Thermobacterium bulgaricum* (*L. bulgaricus*)



Rys. 1. Metody produkcji skyr.

Fig. 1. Methods of skyr preparation.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

Source: Own study based on [9]

i *Thermobacterium jugurt* (*L. jugurt*) [9]. Zdaniem Peturssona drożdże pogarszały jednak smak wyrobu i skracały jego termin przydatności do spożycia, dlatego kluczową kwestią stało się zidentyfikowanie drożdży, które nie wpływałyby niekorzystnie na jakość skyru. Magnusson stwierdził, że jedynie drożdże z gat. *Saccharomyces steineri* nadają typowy, drożdżowy posmak. Kilkadziesiąt lat później największa islandzka mleczarnia zaczęła wytwarzać skyr przy użyciu czystych kultur bakterii. Wyliminowała również ze składu sera drożdże i podpuszczkę, co prawdopodobnie było efektem starań, mających na celu zoptymalizowanie okresu przydatności skyru do spożycia oraz utrzymanie jego stałej jakości.

Z uwagi na swoje wartości odżywcze skyr został zaliczony do żywności określanej jako „superfood”. Obecnie jego wartość odżywcza wynika głównie z kompleksowego składu mleka [23]. Proteiny mleczne cechują się m.in. właściwościami antynowotworowymi, przeciwzapalnymi i przeciwwirusowymi, zapobiegają rozwojowi nadciśnienia, a ponadto niektóre z nich posiadają zdolność obniżania poziomu wolnych rodników, czy wiązania jonów żelaza i miedzi [14]. Mleko jest również źródłem wielu witamin z grupy B, które odpowiadają przede wszystkim za prawidłową pracę ośrodkowego układu nerwowego [14], a także składników mineralnych, głównie fosforu, wapnia i potasu. Cukier mleczny – laktoza, stanowi natomiast niemalże jedyne źródło ważnej dla tkanki mózgowej galaktozy. Skyr naturalny zazwyczaj zawiera 11,5 g białka, 0,2 g tłuszczu oraz 3,3 g węglowodanów na 100 g produktu [9] (zawartość witamin, makro i mikroelementów w 100 g wyrobu przedstawiono w tabeli 1). Skiry z wsadami owocowymi również mogą stanowić wartościowy składnik diety, ponieważ komponenty owocowe wzbogacają dodatkowo produkt w witaminy i składniki mineralne, czy błonnik [2].

Tabela 1. Zawartość witamin, makro i mikroelementów w 100 g wyrobów typu islandzkiego

Table 1. Vitamins, macro and microelements content in 100 g Icelandic style products

Składniki odżywcze		Jednostka	Wartość
Witaminy	B1 (tiamina)	mg	0,1
	B2 (ryboflawina)	mg	0,29
Makroelementy	Wapń	mg	100
	Fosfor	mg	192
	Potas	mg	123
	Magnez	mg	9,37
	Sód	mg	32
Mikroelementy	Selen	µg	6,43
	Cynk	mg	0,52
	Żelazo	mg	0,05
	Miedź	mg	0,016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9, 21]

Source: Own study based on [9, 21]

Tradycyjny wyrób islandzki zdobywa coraz większą popularność na świecie, w tym również w Polsce, gdzie pojawił się w maju 2017 roku za sprawą jednej z sieci handlowych. Na rynku dostępne są ponadto skiry o płynnej konsystencji,

przeznaczone do picia, które zdobyły popularność zwłaszcza wśród młodych konsumentów.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących preferencji konsumenckich wybranych wyrobów typu islandzkiego z wsadem truskawkowym. Praca stanowi próbę oceny, czy wyroby tego typu, które odpowiadają aktualnym trendom rynku spożywczego (m. in. z uwagi na wysoką zawartość białka), spełniają oczekiwania konsumentów.

MATERIAŁ

Materiał do analizy sensorycznej stanowiły wyroby typu islandzkiego zawierające wsad o smaku truskawkowym. Do badań wybrano produkty trzech firm: niemieckiego przedsiębiorstwa Privatmolkerei Bechtel Molkereistraße (wyrób marki Pilos wyprodukowany dla sieci sklepów Lidl), niemieckiej firmy mleczarskiej Ehrmann oraz polskiej Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej Piątynica, dostępne w handlu detalicznym na terenie Radomia. Wyrób marki własnej sklepu LIDL został określony jako „serek kwasowo–podpuszczkowy”, natomiast dwa pozostałe wyroby jako „jogurt”. Podczas przeprowadzania doświadczenia produkty posiadały aktualny termin przydatności do spożycia i były przechowywane w warunkach chłodniczych. Przed wykonaniem badania wyroby zostały dokładnie wymieszane. Szczegółowa charakterystyka produktów poddanych eksperymentowi została przedstawiona w tabeli 2.

METODY BADANIA

Do określenia preferencji konsumenckich wykorzystano metodę skalowania oraz metodę trójkątową. Ocenę sensoryczną przeprowadzono w laboratorium analizy sensorycznej spełniającym wymagania normy PN–ISO 8589:2010 [20] na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Prawnych Uniwersytetu Technologiczno–Humanistycznego w Radomiu.

1. Metoda trójkątowa

Badanie wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 4120:2007 [18]. Każdą próbkę jogurtu zakodowano w jednakowy sposób – przy użyciu liczb 3-cyfrowych. Członkami zespołu oceniającego byli studenci kierunku towaroznawstwa wydziału Nauk Ekonomicznych i Prawnych, UTH Radom, posiadający wiedzę i doświadczenie w zakresie zasad metody trójkątowej. Otrzymali oni 3 zestawy trójkątowe, pojedynczy element testu stanowiła próbka jogurtu o masie 15 g. Oceniający wskazywali w każdej triadzie (trójce) próbkę odmienną, umieszczając odpowiedzi na karcie ocen. W metodzie trójkątowej uczestniczyło 18–stu oceniających, co umożliwiło wykorzystanie takiej samej liczby wszelkich możliwych konfiguracji przedstawienia próbek A i B, tj.: ABB, BAA, AAB, BBA, ABA, BAB. Wynik uzyskano poprzez zliczenie prawidłowych wskazań próbki odmiennej w każdej triadzie. Oceny istotności różnicy pomiędzy badanymi próbkami dokonano na podstawie zamieszczonej w normie PN–EN ISO 4120:2007 tablicy statystycznej A1. Wartości podane w tej tablicy stanowią minimalną ilość odpowiedzi prawidłowych, wymaganych dla istotności na określonym poziomie α , dla danej liczby oceniających.

Tabela 2. Charakterystyka badanych produktów

Table 2. Characteristics of tested products

Wyróżniki	Badane produkty		
Producent	Privatmolkerei Bechtel Molkereistraße (LIDL)	Ehrmann	Piątnica
Numer wyrobu	1	2	3
Weterynaryjny numer identyfikacyjny przedsiębiorstwa	DE BY 303 EG	DE BY 77727 EG	PL 20071601 WE
Nazwa i opis produktu na opakowaniu	skyr – serek kwasowo–podpuszczkowy z 20% wsadem truskawkowym; produkt termizowany, zawiera substancje słodzące	jogurt (typu islandzkiego) z wsadem truskawkowym 16% (truskawki 50% we wsadzie)	jogurt typu islandzkiego z truskawkami
Skład	mleko odtłuszczone, woda, 7% truskawki, skrobia modyfikowana, sok cytrynowy z zagęszczonego soku cytrynowego, substancje zagęszczające: pektyny, guma ksantanowa; zagęszczony sok marchwiowy, regulatory kwasowości: mleczan wapnia, kwas cytrynowy; kultury bakterii fermentacji mlekowej, naturalny aromat, substancje słodzące: aspartam, acesulfam K	mleko odtłuszczone, truskawki, cukier, skrobia, koncentrat z marchwi, naturalny aromat, żywe kultury bakterii jogurtowych	mleko pasteryzowane, wsad truskawkowy 20% (truskawki 40%, cukier, substancje zagęszczające: pektyny, mączka chleba świętojańskiego; aromaty naturalne), żywe kultury bakterii jogurtowych: Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus
Alergeny	wyszczególnione przez pogrubienie (mleko)	wyszczególnione przez pogrubienie (mleko)	wyszczególnione przez pogrubienie (mleko)
Dodatkowe informacje	wyprodukowano za pomocą podpuszczki mikrobiologicznej; zawiera źródło fenyloalaniny	produkt bezglutenowy	bez GMO
Wartość odżywcza	Energia [kcal] – 64 Tłuszcz [g] – 0,2 w tym kw. tł. nas. – 0,1 Węglowodany [g] – 4,5 w tym cukry – 3,8 Białko [g] – 8,9 Sól [g] – 0,1	Energia [kcal] – 78 Tłuszcz [g] – 0,2 w tym kw. tł. nas. – 0,1 Węglowodany [g] – 11,0 w tym cukry – 10,0 Białko [g] – 8,0 Sól [g] – 0,1	Energia [kcal] – 82 Tłuszcz [g] – 0 w tym kw. tł. nas. – 0 Węglowodany [g] – 11,0 w tym cukry – 11,0 Białko [g] – 9,6 Sól [g] – 0,06
Temp. przechowywania	0–8°C	4–8°C	1–6°C
Przygotowanie i stosowanie	–	–	spożyć bezpośrednio po otwarciu opakowania
Okres przydatności do spożycia	należy spożyć do: patrz wieczko	należy spożyć do: data na wieczku	należy spożyć do: data i numer partii na wieczku
Masa netto [g]	150	150	150
Rodzaj opakowania	okrągły kubek z polipropylenu	prostokątny kubek z polistyrenu	okrągły kubek z polipropylenu
Cena [zł/kg]	13,27	16,60	13,27

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [informacja producenta]

Source: Own study based on [manufacturer's information]

2. Metoda skalowania

Do badania wykorzystano 9-stopniową skalę hedoniczną, opracowaną na podstawie normy PN-ISO 4121:1998 [19]. W doświadczeniu oceniający otrzymali po jednej próbce (15 g) każdego z wyrobów. Oceny zakodowanych próbek dokonywali w kategoriach „niepożądana – pożądana” (ocena 1 oznaczała próbkę „wyjątkowo niepożądaną”, zaś 9 „wyjątkowo pożądaną”), zaznaczając znakiem „X” w odpowiedniej klatce na skali jej pożądalność. Wynik uzyskano poprzez zsumowanie ocen przypisanych poszczególnym próbkom przez 60–ciu

oceniających. Uczestnicy zostali przeszkoleni w zakresie prowadzenia oceny powyższą metodą.

REZULTATY I DYSKUSJA

Wskazania zespołu oceniającego w metodzie trójkątowej przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wskazania próbki odmiennej w każdej triadzie
Table 3. Indications of different sample in each triad

Numer oceniającego	Zestaw 1		Zestaw 2		Zestaw 3	
	1	2	1	3	2	3
1	+		+		+	
2	+		+		+	
3	+		+		+	
4	+		+		+	
5	+		+		+	
6	+		+		-	
7	+		-		+	
8	+		+		+	
9	+		+		-	
10	+		+		+	
11	+		+		+	
12	+		+		+	
13	+		+		+	
14	-		+		+	
15	+		+		+	
16	+		+		-	
17	+		+		+	
18	+		+		+	
Suma:	17		17		15	

+ wskazanie prawidłowe; - wskazanie nieprawidłowe

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0,001$, minimalna ilość wskazań poprawnych, niezbędnych do wnioskowania czy między próbkami istnieją dostrzegalne różnice wynosi 13 (tablica A.1. normy PN-EN ISO 4120:2007)¹ [18]. W wyniku przeprowadzonego badania można stwierdzić, że pomiędzy badanymi produktami występowały znaczne dostrzegalne różnice. Były one widoczne głównie w 1 i 2 zestawie trójkątowym, gdzie jednym z porównywanych wyrobów był skyr nr 1, wyprodukowany przez Privatmolkerei Bechtel Molke-reistraße – uzyskano wówczas 17 prawidłowych odpowiedzi. Tak duża ilość prawidłowych wskazań w zestawach z skyrem 1 może wynikać z faktu, iż skład tego produktu znacząco odbiega od składu pozostałych wyrobów poddanych badaniu, a to przekłada się także na różnice w jakości sensorycznej. 15 prawidłowych wskazań odnotowano natomiast w zestawie, w którym porównywano jogurty nr 2 oraz 3 (tabela 3), jednakże zgodnie z normą PN-EN ISO 4120:2007 nadal pozwala to wnioskować o istotnej różnicy sensorycznej pomiędzy tymi jogurtami.

W tabeli 4 przedstawiono uzyskane w metodzie skalowania indywidualne oceny próbek przez oceniających.

¹ „Wartości podane w tablicy A.1. stanowią minimalną ilość odpowiedzi poprawnych wymaganych dla istotności na określonym poziomie α , dla odpowiedniej liczby oceniających”.

Tabela 4. Indywidualne oceny próbek przez oceniających
Table 4. Individual evaluation of samples by assessors

Nr oceniającego	Próbki			Nr oceniającego	Próbki			Nr oceniającego	Próbki		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
1	5	7	8	21	9	7	3	41	2	7	9
2	7	8	5	22	5	2	4	42	2	8	5
3	2	6	7	23	8	2	6	43	5	7	8
4	2	8	7	24	7	7	6	44	4	7	6
5	3	7	5	25	7	9	7	45	6	7	2
6	3	5	7	26	4	8	7	46	5	5	9
7	3	8	4	27	2	8	6	47	9	6	3
8	2	8	4	28	6	4	2	48	5	9	5
9	1	7	4	29	6	8	7	49	2	9	4
10	8	3	5	30	2	6	4	50	6	7	5
11	7	3	8	31	4	5	7	51	3	5	6
12	5	6	7	32	7	9	8	52	4	7	5
13	4	6	5	33	6	9	8	53	8	3	5
14	6	5	8	34	5	9	7	54	9	8	9
15	3	9	8	35	4	7	6	55	2	8	6
16	1	6	8	36	2	8	4	56	4	8	6
17	1	5	8	37	8	9	3	57	5	4	9
18	4	1	3	38	3	7	6	58	4	3	8
19	2	8	6	39	3	8	5	59	3	5	9
20	2	8	4	40	3	7	8	60	2	4	9
Średnia									4,4	6,5	6,1
Minimum									1	1	2
Maximum									9	9	9
Odchylenie standardowe									2,2	2,0	1,9

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Najbardziej preferowanym wśród konsumentów wyrobem typu islandzkiego okazał się skyr nr 2 (średnia: 6,5). Nieznacznie niższą notę uzyskał produkt nr 3 (6,1), zaś zdecydowanie najniższą wyrób nr 1 (4,4). Skyr 3 jako jedyny nie otrzymał najniższej z możliwych not (tj. 1 – „wyjątkowo niepożądany”). W przypadku tego jogurtu otrzymano również najmniejszy rozrzut ocen: wartość odchylenia standardowego wyniosła 1,9. Najbardziej zróżnicowane oceny spośród trzech badanych produktów uzyskano dla skyru 1. Zgodnie z normą PN-ISO 4121:1998 jogurty nr 2 oraz 3 można określić jako „pożądane”, bądź „nieco pożądane”, zaś wyrób nr 1 jako „nieco niepożądany”. Na niską ocenę produktu nr 1 mogło wpłynąć m.in. wyeliminowanie z jego składu dodatku cukru. Producent zastąpił sacharozę substancjami słodzącymi: aspartamem i acesulfamem K. Substancje te przede wszystkim odpowiedzialne są za smak słodki ale mogą również pozostawiać niepożądane posmaki: przykładowo acesulfam

K wykazuje w wyższych stężeniach posmak metaliczny bądź gorzki [13]. Konsumentów przyzwyczajeni do typowego smaku sacharozy występującej w coraz większej ilości produktów spożywczych mogli zatem ocenić wyrób z substancjami słodzącymi gorzej, niż wyroby, w których nie zastąpiono cukru jego zamiennikami [22].

Jednym z istotnych kryteriów wyboru produktów mlecznych, wpływających w dużej mierze na smak jest zawartość owoców. Produkty mleczne zawierające większą ilość owoców, zwłaszcza w postaci większych kawałków odbierane są przez konsumentów jako produkty wyższej jakości [29]. W przypadku produktu 1 zawartość truskawek była niewielka (7%). Pozostali producenci nie wskazali ich dokładnej ilości w jogurtach, a jedynie procentowy udział owoców we wsadzie produktu. Wsady umieszczone w produkcie nr 2 oraz 3 mogły zatem cechować się większą zawartością owoców ogółem, a wyroby z ich udziałem zostać odebrane przez konsumentów jako bardziej pożądane.

Skyr 1 jako jedyny spośród badanych wyrobów został wyprodukowany przy użyciu podpuszczki (chymozyny) mikrobiologicznej, będącej preparatem enzymatycznym, pozyskiwanym z grzybów z gatunku *Rhizomucor miehei*. Oddziaływanie chymozyny na mleko zależy od stężenia wolnych jonów H⁺. Dodatek do mleka kwasów zwiększa ilość jonów wodorowych, wskutek czego działanie podpuszczki zostaje zintensyfikowane, a smak i aromat wyrobu mlecznego może cechować się goryczą [15]. W składzie produktu 1 występowały regulatory kwasowości, zatem mógł on posiadać charakterystyczny smak i zapach, który wpłynął na niższą ocenę tego produktu przez konsumentów.

Jedną z cech, które w dużej mierze decydują o akceptacji produktów mlecznych przez konsumentów jest tekstura, na którą wpływa m.in. metoda produkcji, rodzaj użytej szczepionki, czy też wykorzystanie dodatkowych substancji zagęszczających [16]. W skład produktu 1 wchodziły substancje modyfikujące teksturę tj. skrobia modyfikowana, pektyny i guma ksantanowa. Ponadto w produkcji tego wyrobu wykorzystano podpuszczkę, która mogła dodatkowo zwiększyć spójność skrzepu zwartej tekstury produktu, co wyraźnie wpłynęło na odczucia i ocenę osób uczestniczących w badaniu.

Dla uatrakcyjnienia zapachu jogurtów wszyscy producenci wykorzystali naturalne aromaty. Zapach skyru 1 mógł odbiegać od pozostałych badanych wyrobów, z uwagi na wspomnianą wcześniej niską zawartość owoców oraz obecność w jego składzie aspartamu i acesulfamu K.

Jeden z istotnych parametrów jakościowych fermentowanych mlek owocowych stanowi barwa. Producent skyru 2 uatrakcyjnił barwę wyrobu poprzez zastosowanie koncentratu z marchwi. Jest to barwnik pochodzenia naturalnego, nie posiadający statusu dodatku do żywności. Zgodnie z autorami [31] koncentraty z marchwi wykazują działanie przeciwnowotworowe i przeciwnowotworowe.

Charakterystyczną cechą wyrobów pochodzących z Islandii jest przede wszystkim wysoka zawartość białka. Zawartość protein stanowi istotny wyróżnik wartości żywieniowej wyrobów spożywczych, ponieważ dieta bogata w białko warunkuje prawidłowy wzrost i rozwój organizmu. Zalecane dzienne spożycie białka wg Instytutu Żywności i Żywienia wynosi u osób zdrowych 0,9 g na kg masy ciała [11]. Pod względem zawartości białka najbardziej atrakcyjnym wyrobem spośród

badanych był skyr 3: zawierający 9,6 g białka w 100 g, co w przeliczeniu na opakowanie daje 14,4 g. Zgodnie z informacją zamieszczoną na etykiecie, porcja wyrobu pokrywa wskazane dzienne zapotrzebowanie na proteiny aż w 29%. Najmniej bogaty w białko był produkt 2 (8 g/100 g produktu).

Niekorzystną cechą wszystkich wyrobów typu islandzkiego była minimalna bądź zerowa zawartość tłuszczu, czynnika pełniącego rolę nośnika wielu związków mających korzystny wpływ na organizm ludzki: m.in. witamin tj. A, D₃, E, K, fosfolipidów, czy koenzymu Q10 [4]. Do niedawna wyroby niskotłuszczowe były pożądane przez konsumentów, ponieważ obniżały kaloryczność produktu. Obecnie jednak konsumentów poszukują wyrobów charakteryzujących się wysoką wartością odżywczą [10]. Nadszając za tymi trendami producenci wprowadzają zmiany w recepturze tradycyjnych wyrobów islandzkich, wykorzystując jako surowiec także mleko pełne, a biorąc pod uwagę oryginalną recepturę skyru takie zmiany są złamaniem zasad produkcji tego wyrobu. Informacje podane przez autorów [3] potwierdzają, że tłuszcz obecny w napojach fermentowanych charakteryzuje się lepszą strawnością w porównaniu z tłuszczem występującym w mleku. Produkty takie jak mleka fermentowane można więc traktować jako składnik diety lekkostrawnej, czy diety redukującej masę ciała [4].

Zastąpienie cukru aspartamem i acesulfamem K w produkcie 1 sprawiło, że wyrób ten cechował się niższą kalorycznością oraz ponad 2-krotnie niższą zawartością cukrów od wyrobów nr 2 i 3 (tabela 2). Produkt mógłby zatem okazać się najbardziej atrakcyjny dla konsumentów prowadzących zdrowy tryb życia i chcących ograniczyć konsumpcję sacharozy, której nadmierne spożycie wiąże się z występowaniem wielu chorób, zwłaszcza cukrzycy czy otyłości. Obecność aspartamu w składzie skyru 1 ogranicza jednak spożycie tego produktu przez osoby chore na fenylketonurię [6]. **Aspartam** składa się m.in. z fenylalaniny, czyli związku nietrawionego przez te osoby. **Może on ponadto wywoływać zaburzenia systemu nerwowego, przyczyniać się do wzrostu zachorowalności na nowotwory układu moczowego, a także białaczkę oraz występowanie chłoniaków** [8]. W pozostałych badanych wyrobach zawartość sacharozy była zbliżona do średniej zawartości cukrów w wielu mlecznych napojach fermentowanych smakowych/owocowych dostępnych na rynku (12%) [30]. W przypadku wyrobów z owocami naturalnym sposobem na redukcję zawartości sacharozy mogłoby być wykorzystanie wsadów wytworzonych z owoców charakteryzujących się szczególnie wysoką słodyczą, a także zwiększenie udziału tych owoców w produkcie finalnym. Naturalnie słodki produkt można również uzyskać dzięki zmodyfikowaniu właściwości szczepów bakterii tak, by nie były w stanie w pełni metabolizować powstałych z laktozy cukrów – glukozy i galaktozy [33].

Konsumentów stają się coraz bardziej świadomi, częściej zwracają uwagę nie tylko na walory smakowe produktów, ale również na ich wartości zdrowotne. Na rynku spożywczym stale rośnie zainteresowanie produktami, które odpowiadają trendowi „clean label”, czyli tzw. czystej etykiety. W trend ten wpisują się wyroby o jak najbardziej prostym i naturalnym składzie, nie zawierające sztucznych barwników i aromatów oraz środków zagęszczających i słodzików [12]. Produktem najmniej spełniającym powyższe kryteria był skyr 1, ponieważ jako jedyny z badanych wyrobów został wyprodukowany

z użyciem substancji słodzących, regulatorów kwasowości i substancji stabilizujących i modyfikujących lepkość (guma ksantanowa, pektyny, skrobia modyfikowana). Vojdani A. oraz Vojdani C. doszli do wniosku, że **guma ksantanowa może wywoływać objawy alergiczne u konsumentów uczulonych na kukurydzę, soję, bądź pszenicę z których jest otrzymywana** [28]. Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych wskazuje jednak, iż nie znaleziono dotychczas innych recenzowanych źródeł, które dokumentują specyficzne objawy u konsumentów spożywających żywność zawierającą dodatek do żywności jakim jest guma ksantanowa [27]. Skyr 2 i 3 charakteryzowały się mniejszą ilością składników użytych do ich wyprodukowania aczkolwiek w składzie występowały również substancje modyfikujące teksturę. Próbką 2 zawierała skrobię uważaną za nieszkodliwą, natomiast próbką 3 pektyny, które również nie wywołują negatywnych skutków zdrowotnych z uwagi na naturalne pochodzenie. Skyr 3 zawierał także **mączkę chleba świętojańskiego. W przekroczonych dawkach spożycia może ona wywoływać alergię, wzdęcia, czy niestrawność** [13]. Obecność powyższych substancji wpływa na obniżoną wartość odżywczą produktów, a z drugiej strony ich zastosowanie pozwala uzyskać pożądaną teksturę produktu [29]. Zdecydowanie bardziej korzystnym rozwiązaniem na poprawę konsystencji produktu mogłoby być wykorzystanie jako zagęstników białek serwatkowych. Białka te wspomagają bowiem pracę układu nerwowego, odpornościowego, mają właściwości antykancerogenne, przeciwwgrzybiczne i opioidowe, niektóre z nich posiadają również zdolność do wiązania jonów żelaza, czy obniżania ciśnienia krwi [14].

Wszystkie badane wyroby wyprodukowano przy użyciu kultur bakterii fermentacji mlekowej. Producent skyr 3 jako jedyny wskazał dokładnie szczepy bakterii na opakowaniu (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*). Zgodnie z autorami [3] obecność bakterii fermentacji mlekowej w powyższych wyrobach sprawia, że ich spożycie wpływa korzystnie na florę bakteryjną bytującą w jelitach

wzmacniając tym samym odporność organizmu. Bakterie fermentacji mlekowej biorą ponadto udział w syntezie witamin oraz uczestniczą w rozkładzie mlecznych protein, czyniąc je bardziej przyswajalnymi. Mają również zdolność produkcji β -D-galaktozydazy – enzymu wspomagającego trawienie laktozy w przewodzie pokarmowym, dlatego osobom z nietolerancją tego cukru zaleca się spożywanie jogurtów.

PODSUMOWANIE

Wyroby typu islandzkiego poddane badaniu różniły się istotnie między sobą składem chemicznym. Z uwagi na odmienny skład różnice widoczne były również w stopniu akceptacji wyrobów przez konsumentów. Produktem najbardziej preferowanym okazał się skyr przedsiębiorstwa Ehrmann, który w dziewięciostopniowej skali uzyskał ocenę 6,5. Produkt ten najbardziej wpisywał się w trend „czystej etykiety”, ponieważ zawierał jedynie naturalne składniki. Im mniej naturalny był skład wyrobu, tym jego akceptacja przez konsumentów była niższa.

Wyroby typu islandzkiego o prostym składzie mogą stanowić wartościowy składnik diety, ponieważ dostarczają pełnowartościowego białka, witamin i składników mineralnych. Największą wadą produktów z Islandii jest znikoma zawartość tłuszczu.

W prezentowanym badaniu konsumenci dokonywali wyłącznie ogólnej oceny akceptacji. W celu sprecyzowania ich preferencji należałoby przeprowadzić test pożądanłości poszczególnych cech sensorycznych wyrobów. Wybory konsumentów na rynku determinowane są również innymi czynnikami związanymi z produktem, np. opakowaniem i ceną. Aby dokładniej określić, który skyr jest najbardziej pożądanym, należałoby rozszerzyć badania o wspomniane czynniki. Pozwoliłoby to szczegółowo poznać preferencje konsumentów w zakresie produktów typu skyr należących do wyrobów innowacyjnych na rynku polskim.

LITERATURA

- [1] **AFONSO J. 2018.** „Skyr Yogurts: The Future of this Emerging Market. Analysis of consumers' perceptions and brand awareness”. Praca magisterska napisana pod kierunkiem M. Rita. Portugalski Uniwersytet Katolicki.
- [2] **AYAR A., E. GÜRLIN. 2014.** „Production and Sensory, Textural, Physicochemical Properties of Flavored Spreadable Yogurt”. Life Science Journal 11 (4): 58–65.
- [3] **BRODZIAK A., J. KRÓL. 2016.** „Mleczne napoje fermentowane – właściwości prozdrowotne”. Przemysł Spożywczy 10: 22–28.
- [4] **CICHOSZ G., M. KOWALSKA. 2015.** „Innowacyjne produkty mleczarskie w profilaktyce otyłości i cukrzycy”. Przegląd Mleczarski 4: 4–10.
- [5] **DONNELLY C. (RED.). 2016.** „The Oxford Companion to Cheese”. Stany Zjednoczone. Oxford University Press.

LITERATURA

- [1] **AFONSO J. 2018.** „Skyr Yogurts: The Future of this Emerging Market. Analysis of consumers' perceptions and brand awareness”. Praca magisterska napisana pod kierunkiem M. Rita. Portugalski Uniwersytet Katolicki.
- [2] **AYAR A., E. GURLIN. 2014.** „Production and Sensory, Textural, Physicochemical Properties of Flavored Spreadable Yogurt”. Life Science Journal 11 (4): 58–65.
- [3] **BRODZIAK A., J. KROL. 2016.** „Mleczne napoje fermentowane – właściwości prozdrowotne”. Przemysł Spożywczy 10: 22–28.
- [4] **CICHOSZ G., M. KOWALSKA. 2015.** „Innowacyjne produkty mleczarskie w profilaktyce otyłości i cukrzycy”. Przegląd Mleczarski 4: 4–10.
- [5] **DONNELLY C. (RED.). 2016.** „The Oxford Companion to Cheese”. Stany Zjednoczone. Oxford University Press.

- [6] **FAO/WHO. 2012.** „Codex Standard – Mleka Fermentowane. Codex Stan 243–2003 wersja polska”. Warszawa: Krajowy Związek Spółdzielni Mleczarskich.
- [7] **FDA.** „Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for Use in Food in the United States”: <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states> [dostęp: 17.08.2019].
- [8] **GÓRECKA D., M. HEŚ. 2015.** „Substancje stosowane w produkcji żywności niskokalorycznej”. Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia: 279–294.
- [9] **GUDMUNDSSON G., K. KRISTBERGSSON. 2016.** „Modernization of Skyr Processing: Icelandic Acid-Curd Soft Cheese”. Modernization of Traditional Food Processes and Products: 45–53.
- [10] **HANUS G. 2017.** „Prozdrowotne zachowania konsumentów na światowym rynku żywieniowym”. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 326: 75–88.
- [11] **JAROSZ M. (RED.). 2017.** „Normy żywienia dla populacji Polski”. Warszawa: Instytut Żywności i Żywienia.
- [12] **KAWECKA A. 2018.** „Clean labels – zauważalny trend w branży spożywczej”. Przegląd Mleczarski 12: 3–7.
- [13] **KRÓL J., A. BRODZIAK. 2014.** „Substancje dodatkowe w produktach mlecznych”. Przemysł Spożywczy 11: 7–11.
- [14] **KUCZYŃSKA B., T. NAŁĘCZ-TARWACKA, K. PUPPEL. 2013.** „Bioaktywne składniki jako wyznacznik jakości prozdrowotnej mleka”. Medycyna Rodzinna 1: 11–18.
- [15] **LINCZERSKI J. 1951.** Praktyczne serowarstwo. Wydanie 2. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne.
- [16] **LISZKA K. 2018.** „Tekstura i właściwości reologiczne jogurtu”. Mleczarskie Technologie 1: 40–42.
- [17] **MOJKA K. 2013.** „Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych”. Problemy Higieny i Epidemiologii 94 (4): 722–729.
- [18] **PN-EN ISO 4120:2007.** Analiza sensoryczna – Metodologia – Metoda trójkątowa.
- [19] **PN-ISO 4121:1998.** Analiza sensoryczna – Metodologia – Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [20] **PN-ISO 8589:2010.** Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [21] **REYKDALA O., S. RABIEHA, L. STEINGRIMSDOTTIR, H. GUNNLAUGSDOTTIR. 2011.** „Minerals and trace elements in Icelandic dairy products and meat”. Journal of Food Composition and Analysis 24: 983.
- [6] **FAO/WHO. 2012.** „Codex Standard – Mleka Fermentowane. Codex Stan 243–2003 wersja polska”. Warszawa: Krajowy Związek Spółdzielni Mleczarskich.
- [7] **FDA.** „Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for Use in Food in the United States”: <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states> [dostęp: 17.08.2019].
- [8] **GORECKA D., M. HES. 2015.** „Substancje stosowane w produkcji żywności niskokalorycznej”. Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia: 279–294.
- [9] **GUDMUNDSSON G., K. KRISTBERGSSON. 2016.** „Modernization of Skyr Processing: Icelandic Acid-Curd Soft Cheese”. Modernization of Traditional Food Processes and Products: 45–53.
- [10] **HANUS G. 2017.** „Prozdrowotne zachowania konsumentów na światowym rynku żywieniowym”. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 326: 75–88.
- [11] **JAROSZ M. (RED.). 2017.** „Normy żywienia dla populacji Polski”. Warszawa: Instytut Żywności i Żywienia.
- [12] **KAWECKA A. 2018.** „Clean labels – zauważalny trend w branży spożywczej”. Przegląd Mleczarski 12: 3–7.
- [13] **KROL J., A. BRODZIAK. 2014.** „Substancje dodatkowe w produktach mlecznych”. Przemysł Spożywczy 11: 7–11.
- [14] **KUCZYŃSKA B., T. NAŁĘCZ-TARWACKA, K. PUPPEL. 2013.** „Bioaktywne składniki jako wyznacznik jakości prozdrowotnej mleka”. Medycyna Rodzinna 1: 11–18.
- [15] **LINCZERSKI J. 1951.** Praktyczne serowarstwo. Wydanie 2. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne.
- [16] **LISZKA K. 2018.** „Tekstura i właściwości reologiczne jogurtu”. Mleczarskie Technologie 1: 40–42.
- [17] **MOJKA K. 2013.** „Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych”. Problemy Higieny i Epidemiologii 94 (4): 722–729.
- [18] **PN-EN ISO 4120:2007.** Analiza sensoryczna – Metodologia – Metoda trójkątowa.
- [19] **PN-ISO 4121:1998.** Analiza sensoryczna – Metodologia – Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [20] **PN-ISO 8589:2010.** Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [21] **REYKDALA O., S. RABIEHA, L. STEINGRIMSDOTTIR, H. GUNNLAUGSDOTTIR. 2011.** „Minerals and trace elements in Icelandic dairy products and meat”. Journal of Food Composition and Analysis 24: 983.

- [22] **ROZPORZĄDZENIE MINISTERSTWA ŚRODOWISKA NR 851/2012** z dnia 12 grudnia 2002 r. w sprawie mleka i produktów mlecznych.
- [23] **SAJDAKOWSKA M., J. GRASEWICZ. 2016.** „Wybrane walory zdrowotne jogurtów w opinii konsumentów”. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego* 114: 121–130.
- [24] **STEINGRÍMSDÓTTIR L., G. THORKESSON, E. EYTHÓRSDÓTTIR. 2018.** „Food, Nutrition, and Health in Iceland”. *Nutritional and Health Aspects of Food in Nordic Countries*: 145–170.
- [25] **TAMIME A. Y., M. HICKEY, D. D. MUIR. 2014.** „Strained fermented milks – A review of existing legislative provisions, survey of nutritional labelling of commercial products in selected markets and terminology of products in some selected countries”. *International Journal of Dairy Technology* 3: 311.
- [26] **TAMIME A. Y., L. V. THOMAS (RED.). 2018.** „Probiotic Dairy Products”. *Stany Zjednoczone. Wiley–Blackwell*.
- [27] **USDA. 2016.** „Xanthan Gum. Handling/Processing”. *Stany Zjednoczone. Agricultural Marketing Service*.
- [28] **VOJDANI A., C. VOJDANI. 2015.** „Immune reactivities against gums”. *Alternative Therapies in Health and Medicine* 21 (Supplement 1): 64–72.
- [29] **WASZKIEWICZ–ROBAK B. 2012.** „Dodatki stosowane w mlecznych napojach fermentowanych”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo–Warzywny* 2: 4–6.
- [30] **WIECZORKIEWICZ R. 2018.** „Konsumenci szukają jogurtów owocowych o obniżonej zawartości cukru”. *Portalspozywczy.pl*, <http://www.portalspozywczy.pl/mleko/wiadomosci/konsumenci-szukaja-jogurtow-owocowych-o-obnizonej-zawartosci-cukru,157838.html> [dostęp: 10.06.2019].
- [31] **ZARĘBA D., M. ZIARNO. 2017.** „Zastosowanie żywności barwiącej w produktach mleczarskich”. *Forum Mleczarskie Biznes* 2: 60–65.
- [32] **ZARĘBA D., M. ZIARNO. 2019.** „Stabilizacja produktów fermentowanych”. *Forum Mleczarskie Biznes* 1: 32–35.
- [33] **ZIARNO M., D. ZARĘBA. 2017.** „Wyzwania w mikrobiologii jogurtów”. *Forum Mleczarskie Biznes* 4: 38–40.

- [22] **ROZPORZĄDZENIE MINISTERSTWA ŚRODOWISKA NR 851/2012** z dnia 12 grudnia 2002 r. w sprawie mleka i produktów mlecznych.
- [23] **SAJDAKOWSKA M., J. GRASEWICZ. 2016.** „Wybrane walory zdrowotne jogurtów w opinii konsumentów”. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego* 114: 121–130.
- [24] **STEINGRÍMSDÓTTIR L., G. THORKESSON, E. EYTHÓRSDÓTTIR. 2018.** „Food, Nutrition, and Health in Iceland”. *Nutritional and Health Aspects of Food in Nordic Countries*: 145–170.
- [25] **TAMIME A. Y., M. HICKEY, D. D. MUIR. 2014.** „Strained fermented milks – A review of existing legislative provisions, survey of nutritional labelling of commercial products in selected markets and terminology of products in some selected countries”. *International Journal of Dairy Technology* 3: 311.
- [26] **TAMIME A. Y., L. V. THOMAS (RED.). 2018.** „Probiotic Dairy Products”. *Stany Zjednoczone. Wiley–Blackwell*.
- [27] **USDA. 2016.** „Xanthan Gum. Handling/Processing”. *Stany Zjednoczone. Agricultural Marketing Service*.
- [28] **VOJDANI A., C. VOJDANI. 2015.** „Immune reactivities against gums”. *Alternative Therapies in Health and Medicine* 21 (Supplement 1): 64–72.
- [29] **WASZKIEWICZ–ROBAK B. 2012.** „Dodatki stosowane w mlecznych napojach fermentowanych”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo–Warzywny* 2: 4–6.
- [30] **WIECZORKIEWICZ R. 2018.** „Konsumenci szukają jogurtów owocowych o obniżonej zawartości cukru”. *Portalspozywczy.pl*, <http://www.portalspozywczy.pl/mleko/wiadomosci/konsumenci-szukaja-jogurtow-owocowych-o-obnizonej-zawartosci-cukru,157838.html> [dostęp: 10.06.2019].
- [31] **ZAREBA D., M. ZIARNO. 2017.** „Zastosowanie żywności barwiącej w produktach mleczarskich”. *Forum Mleczarskie Biznes* 2: 60–65.
- [32] **ZAREBA D., M. ZIARNO. 2019.** „Stabilizacja produktów fermentowanych”. *Forum Mleczarskie Biznes* 1: 32–35.
- [33] **ZIARNO M., D. ZAREBA. 2017.** „Wyzwania w mikrobiologii jogurtów”. *Forum Mleczarskie Biznes* 4: 38–40.