

Dr inż. Katarzyna KYCIA
Mgr inż. Eliza MICHALAK
Dr hab. inż. Małgorzata ZIARNO, prof. SGGW
Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WPŁYW DODATKU WYBRANYCH KONCENTRATÓW BIAŁEK SERWATKOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI SERÓW TOPIONYCH BLOKOWYCH I DO SMAROWANIA®

Effect of different whey protein concentrates on the properties of block
and spreadable-type processed cheeses®

Słowa kluczowe: ser topiony, koncentrat białek serwatkowych (WPC), tekstura, ocena sensoryczna.

W pracy zaprezentowanej w artykule badano wpływ dodatku koncentratu białek serwatkowych o zawartości białka 35% (WPC35) lub 80% (WPC80) na właściwości fizykochemiczne i wyróżniki jakości sensorycznej serów topionych blokowych i do smarowania wyprodukowanych w skali przemysłowej z okrawów serów podpuszczkowych dojrzewających. Dodatek koncentratów białek serwatkowych powodował zwiększenie zawartości białka ogółem w serach, co skutkowało zwiększeniem ich twardości. Im większy był dodatek koncentratów, tym sery uzyskiwały mniejsze noty w ocenie wyróżnika konsystencji, co było rezultatem nadmiernej twardości serów blokowych i obniżonej smarowności serów do smarowania. Wprowadzenie dodatku koncentratów białek serwatkowych do serów topionych nie wpłynęło istotnie na ich smakowitość.

Key words: processed cheese, whey protein concentrate, texture, sensory quality.

'It was studied in the work presented in the article effect of addition of whey protein concentrates with the protein content 35% (WPC35) or 80% (WPC80) on the physicochemical and sensory properties of block and spreadable-type processed cheeses produced on the industrial scale was investigated. It was found that addition of WPC to processed cheese formulation in all cases caused increase in total protein content and therefore increase in hardness of block and spreadable-type processed cheeses. Incorporation of whey protein concentrates to processed cheese formulation at the higher levels resulted in lower scores obtained in the assessment of the consistency, which was the result of excessive hardness of the block-type cheeses and reduced spreadability of processed cheese spreads. Incorporation of whey protein concentrates to processed cheeses did not affect significantly their tastiness.

WSTĘP

Metody tradycyjne produkcji serów topionych opierają się na rozdrobnieniu i topieniu jednego lub kilku rodzajów sera z dodatkiem masła, wody i topników. Powstała homogenna masa jest pakowana, a następnie schładzana, w wyniku czego zamienia się w stabilny żel. Jakość sera topionego uzależniona jest od rodzaju surowców stosowanych w procesie topienia, wybranej receptury oraz warunków procesu technologicznego. Aktualnie dużą rolę przypisuje się możliwości wykorzystania w procesie topienia surowców łatwych w pozyskiwaniu i o wysokiej stabilności przechowalniczej, do których należą suszone koncentraty białek mleka.

Pierwsze próby wprowadzenia dodatku białek serwatkowych do produkcji sera topionego dotyczyły możliwości obniżenia kosztów produkcji serów topionych przez wykorzystanie białek serwatki jako częściowego zamiennika kazeiny. Obecnie, białkom serwatkowym przypisuje się bardzo wysoką wartość biologiczną oraz szereg cech funkcjonalnych,

dzięki którym zmianie uległa celowość ich stosowania. Z danych literaturowych wynika, że wprowadzenie białek serwatkowych do serów topionych i ich analogów może odbywać się przez wykorzystanie w procesie topienia dodatku serów serwatkowych, silnie zagęszczonych i utrwalonych retentatów UF mleka [4, 7], proszku serwatkowego o zróżnicowanej zawartości białka, laktozy i soli mineralnych [12, 17], a także suszonych koncentratów wszystkich białek mleka [3] czy koncentratów i izolatów białek serwatkowych [1, 9, 10]. Young [20] podaje, że wielkość dodatku suszonych koncentratów białek serwatkowych (WPC) zależy od stopnia koncentracji białka w wysuszonym retencie UF serwatki i wynosi zazwyczaj od 1 do 5%. Dostępnych jest wiele doniesień naukowych dotyczących wpływu dodatku białek serwatkowych na właściwości serów topionych, przy czym część z nich prezentuje dość rozbieżne wyniki [1, 4, 13]. Lee i in. [10] podają, że sery topione produkowane z dodatkiem WPC stanowią układy bardzo złożone, a ich finalne cechy tekstury takie jak twardość czy podatność na topienie zależą od formy

wprowadzanych białek serwatkowych (natywnej bądź zdenaturowanej), składu chemicznego sera oraz warunków procesu technologicznego.

W praktyce właściwości finalnego produktu w dużej mierze kształtowane są przez rodzaj i stopień dojrzałości użytych do topienia serów, którymi w warunkach przemysłowych są głównie okrawki serów podpuszczkowych dojrzewających o zróżnicowanym składzie fizykochemicznym, pozostające po konfekcjonowaniu serów. Zastosowanie niewielkiego dodatku WPC w procesie topienia serów może stwarzać możliwość regulowania jakości gotowych wyrobów. Według danych literaturowych dodatek WPC pozwala na zwiększenie twardości modelowych analogów sera topionego [18]. W literaturze krajowej brak jest jednak doniesień na temat wpływu dodatku WPC na jakość serów topionych blokowych i do smarowania, produkowanych w skali przemysłowej z okrawków serów podpuszczkowych.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących określenia wpływu dodatku koncentratu białek serwatkowych o zawartości białka 35% (WPC35) lub 80% (WPC80) na właściwości fizykochemiczne i sensoryczne serów topionych blokowych i do smarowania, wyprodukowanych w skali przemysłowej.

MATERIAŁ I METODY

Metody technologiczne obejmowały wyprodukowanie w skali przemysłowej doświadczalnych serów topionych blokowych (do krojenia) i serów topionych do smarowania z 1, 2 lub 3% dodatkiem koncentratów białek serwatkowych WPC35 lub WPC80. Wariant kontrolny (bez dodatku WPC) otrzymywano na podstawie receptury o następującym składzie: 35 kg okrawków sera podpuszczkowego dojrzewającego (OSM Łowicz), 0,9 kg preparatu do topienia (Ingrema, Polska), 2,5 kg masła typu ekstra (OSM Łowicz), 5 L wody w postaci kondensatu. Warianty doświadczalne ustalano modyfikując recepturę wariantu kontrolnego poprzez wprowadzenie do mieszanki do topienia dodatku WPC35 lub WPC80 w ilości 1, 2 lub 3%. W recepturze przeznaczonej do produkcji serów topionych do smarowania zwiększono również dodatek wody, aby otrzymać sery o konsystencji smarownej. Topienie przeprowadzano w kotle Stephan (Stephan Machinery GmbH, Hameln, Niemcy), stosując następujące parametry procesu: szybkość obrotów mieszadła 1500-3000 obr./min., czas topienia 15 min., temp. topienia 75-85°C, ciśnienie 0,2 MPa. Otrzymane sery pakowano w osłonki plastikowe nadające im kształt batona o średnicy 8,5 cm, zabezpieczano metalowym klipssem i chłodzono w wannie wypełnionej wodą o temp. 10°C przez 5 godz., a następnie w chłodni w temp. 4-6°C przez 24 godz.

Metody analityczne obejmowały oznaczenie w wyprodukowanych serach topionych zawartości wody, tłuszczu ogółem metodą Gerbera, białka ogółem ($N \cdot 6,38$) metodą Kjeldahla i pH według PN-73/A-86232 [15]. W badaniach wybranych cech tekstury wykorzystano analizator tekstury Brookfield CT 3 (Brookfield Eng. Lab. Inc, Massachusetts, USA). Sery topione blokowe poddano profilowej analizie tekstury (TPA). Bezpośrednio przed pomiarem próbki przechowywano w temp. 20°C przez 24 godz. Następnie za pomocą korkoboru wycinano z serów walce o wysokości 4 cm i średnicy 3 cm. Test przeprowadzono przy użyciu

trzczenia tarczowego typu P/75. Badaną próbkę umieszczano na platformie analizatora tekstury i ścisano osiowo dwukrotnie do 15% jej pierwotnej wysokości, przy stałej prędkości przesuwu trzcienia równej 1,0 mm/s. Czas między pierwszym i drugim cyklem ścisania ustalono na 10 s. Uzyskane wyniki rejestrowano przy użyciu programu Brookfield TexturePro CT. Wykonywano po pięć pomiarów dla każdego z wariantów sera. Na podstawie uzyskanych krzywych określono twardość [N], adhezyjność [mJ], spoistość, sprężystość [mm] i gumowatość [N] badanych serów. W serach topionych do smarowania, ze względu na ich miękką konsystencję uniemożliwiającą wycięcie walców przy pomocy korkobora określono wyłączenie twardość w teście penetracji. Zastosowano próbnik stożkowy o stałej prędkości przesuwu w trakcie pomiaru równej 1,0 mm/s. Mierzono siłę [N] potrzebną do penetracji próbki na głębokość 25 mm. Do pomiarów użyto próbki serów o wysokości 50 mm i średnicy 85 mm, uprzednio przechowywane w temp. 6°C przez 72 godz.

Ocenę sensoryczną badanych serów przeprowadził siedemnastoosobowy zespół. Oceniano dwa wyróżniki: konsystencję oraz smakowitość badanych serów korzystając z 5-punktowej skali o zdefiniowanych cechach jakościowych. Pod pojęciem konsystencji serów rozumiano sumę wrażeń dotykowych określających różnorodne właściwości reologiczne produktu (twardość, elastyczność, lepkość). Jako smakowitość określono sumę wrażeń zapachowo-smakowo-czuciowych odbieranych przy ocenie doustnej [6]. Analizując wpływ dodatku WPC na ocenę konsystencji serów blokowych wykorzystano następującą skalę punktową o zdefiniowanych wyróżnikach jakościowych: 1,0 pkt – bardzo twardy, wysoce spoisty, nieelastyczny; 2,0 pkt – twardy, bardzo spoisty, zbyt kruchy do plasterkowania; 3,0 pkt – twardy, mało elastyczny, dość kruchy podczas plasterkowania; 4,0 pkt – wystarczająco twardy, elastyczny, podatny na plasterkowanie; 5,0 pkt – miękki, elastyczny, podatny na plasterkowanie. Analizując wpływ dodatku WPC na ocenę wyróżnika konsystencji serów do smarowania wykorzystano następującą skalę punktową: 1,0 pkt – bardzo twardy, zwięzły, niesmarowny; 2,0 pkt – twardy, bardzo lepki, wysoce adhezyjny do noża; 3,0 pkt – dość twardy, o dużej adhezyjności do noża, mało smarowny; 4,0 pkt – miękki, mało adhezyjny do noża, smarowny; 5,0 pkt – miękki, nieadhezyjny, bardzo smarowny. Wyróżnik smakowitości dla obu rodzajów serów topionych oceniano korzystając z pięciopunktowej skali, od bardzo dobrej (5,0 pkt) do nieakceptowanej (1,0 pkt).

Metody statystyczne. Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono z wykorzystaniem program Statgraphics Plus w wersji 4.1. Zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji, oceniając wpływ rodzaju i wielkości dodatku WPC na badane wyróżniki jakości serów. Na podstawie istotności różnic ($p < 0,05$) między wartościami średnimi dla danego wyróżnika wyniki oznaczeń podzielono na grupy jednorodne oznaczone literami a-d.

OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

Średni skład fizykochemiczny wyprodukowanych serów topionych blokowych przedstawiono w tab. 1, a serów topionych do smarowania w tab. 2. Zawartość wody w serach topionych blokowych kształtowała się w zakresie od 43,62% do 40,34%. Największą zawartością wody w serach

blokowych charakteryzował się wariant kontrolny (bez dodatku WPC), a najmniejszą wariant z 3% dodatkiem WPC 80. Stwierdzono, że sery topione blokowe z dodatkiem WPC cechowały się istotnie mniejszą zawartością wody w stosunku do wariantu kontrolnego. Jednocześnie nie odnotowano wpływu ($p > 0,05$) rodzaju wprowadzanego koncentratu na zawartość wody w tych serach. W serach topionych do smarowania zawartość wody była wyższa niż w serach blokowych, co wynikało z zamierzonego, zwiększonego dodatku wody na etapie produkcji serów. Stwierdzono, że zarówno wielkość dodatku, jak i rodzaj wprowadzanego WPC, miały istotny wpływ na zawartość wody w serach do smarowania ($p < 0,05$). Zawartość wody w serach topionych jest jednym z głównych czynników determinujących ich konsystencję, a tym samym funkcjonalność. Rozpatrując zawartość wody w poszczególnych wariantach doświadczalnych serów wyprodukowanych w niniejszej pracy należy zauważyć, że rozbieżności dotyczące zawartości tego składnika uzyskane w poszczególnych wariantach serów mogą wynikać ze specyfiki surowca stosowanego do topienia. Okrawy serów podpuszczkowych wykazują często wady jakościowe w postaci uszki o różnym zasięgu, co może znacząco wpływać na proporcje między udziałem wody i suchej masy w produkcie finalnym.

Po wprowadzeniu dodatku WPC nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości tłuszczu ogółem w doświadczalnych serach blokowych w stosunku do wariantu kontrolnego. Jedynie w serach do smarowania stwierdzono istotny statystycznie ($p < 0,05$) wpływ wielkości dodatku WPC na zawartość tłuszczu ogółem w serze. Należy jednak zaznaczyć, że udział tłuszczu ogółem w tych wariantach doświadczalnych był niższy w porównaniu z wariantem kontrolnym jedynie o około 1 punkt procentowy. Zgodnie z oczekiwaniami zawartość białka ogółem w serach blokowych oraz serach do smarowania zależała istotnie ($p < 0,05$) od wielkości dodatku, jak i rodzaju wprowadzanego WPC. Większy udział koncentratów białek serwatkowych w recepturze spowodował zwiększenie zawartości białka ogółem w serach topionych, większe w serach, do których stosowano dodatek WPC o wyższej koncentracji białek serwatkowych. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami otrzymanymi przez Sołowieja i in. [18], którzy stwierdzili wzrost zawartości białka w analogach serów topionych z dodatkiem WPC35 i WPC65. Potwierdzają to również badania Abd-El-Salama i in. [1] oraz Dimitreli i Thomareisa [2].

Jednym z podstawowych czynników kształtujących jakość serów topionych jest ich kwasowość czynna. Zmiany w zakresie pH wpływają na konfigurację i rozpuszczalność białka, a więc te cechy, które w sposób bezpośredni decydują o emulgowaniu, peptyzacji i mechanizmie tworzenia struktury żelu [11]. Kwasowość czynna serów topionych typu

Tabela 1. Średni skład chemiczny i pH serów topionych blokowych

Table 1. Average chemical composition and pH values of block-type processed cheeses

Wyróżnik	Warianty blokowych serów topionych wyprodukowanych z dodatkiem:						
	0%WPC	1%WPC35	2%WPC35	3%WPC35	1%WPC80	2%WPC80	3%WPC80
Woda [%]	43,62a	40,79bc	40,66b	40,58c	40,61bc	41,07b	40,34c
Tłuszcz [%]	29,67a	30,00a	29,50a	29,17a	29,67a	29,50a	29,83a
Białko [%]	15,69a	17,56b	17,68b	17,65b	18,31b	18,29b	18,60b
pH	5,99a	5,66b	5,66bc	5,66c	5,67b	5,67bc	5,64c

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie dla $\alpha = 0,05$.

Mean values in each row followed by the same letters do not differ significantly.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Tabela 2. Średni skład chemiczny i pH serów topionych do smarowania

Table 2. Average chemical composition and pH values of processed cheese spreads

Wyróżnik	Warianty smarownych serów topionych wyprodukowanych z dodatkiem:						
	0%WPC	1%WPC35	2%WPC35	3%WPC35	1%WPC80	2%WPC80	3%WPC80
Woda [%]	51,62a	48,84ab	48,41b	49,13b	52,80b	51,67b	50,73b
Tłuszcz [%]	25,00a	23,83c	24,00bc	24,00b	23,83c	24,00bc	24,17b
Białko [%]	15,84a	15,80a	15,97b	16,26c	16,02a	16,41b	16,95c
pH	6,01a	6,27b	6,24b	6,23b	6,23b	6,14b	6,23b

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie dla $\alpha = 0,05$.

Mean values in each row followed by the same letters do not differ significantly.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

blokowego mieściła się w zakresie 5,64-5,99, a serów topionych do smarowania 6,01-6,27. Źródła literaturowe podają, że zakres właściwych wartości pH dla serów topionych jest dość wąski i zawiera się w przedziale 5,4-6,2 [9]. Dodatek WPC do serów topionych typu blokowego spowodował niewielkie, ale istotne, zmniejszenie wartości pH w stosunku do wariantu kontrolnego. Fakt ten tłumaczyć można mniejszą, w stosunku do wariantu kontrolnego, zawartością wody w serach z udziałem WPC. Jak podaje Lee i in. [8] zwiększenie zawartości wody w serze przyczynia się do podwyższenia wartości pH. W serach topionych do smarowania stwierdzono natomiast, że dodatek WPC spowodował niewielkie, ale istotne zwiększenie wartości kwasowości czynnej serów w stosunku do wariantu kontrolnego. Lee i in. [9] podają, że zmiany w zakresie pH, zachodzące już w czasie topienia serów z dodatkiem WPC, w sposób bezpośredni wpływają na stopień denaturacji i kierunek interakcji białek serwatkowych (głównie β -laktoglobuliny) z kazeiną, decydując w ten sposób o formie powstałego żelu i jego cechach reologicznych.

W obu grupach badanych serów stwierdzono istotny wpływ rodzaju oraz wielkości dodatku WPC na twardość badanych produktów (tab. 3 i tab. 4). Dodatek WPC spowodował zwiększenie twardości serów w stosunku do wariantu kontrolnego, największe w przypadku dodatku koncentratów wprowadzonych w największej ilości i o najwyższym stężeniu białka. Należy zauważyć, że w serach topionych blokowych już 1% dodatek WPC powodował istotne zwiększenie twardości w stosunku do wariantu kontrolnego. Z kolei w serach topionych do smarowania istotne zwiększenie twardości zanotowano przy 2% dodatku wprowadzanych koncentratów,

co może być związane z większą zawartością wody w tych serach, utrudniająca zachodzenie interakcji między uwodnionymi i bardziej oddalonymi od siebie białkami [2]. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają doniesienia innych autorów [1, 4, 9]. Sołowiej i in. [18] stwierdzili, że dodatek WPC35 oraz WPC65, stosowany jako częściowy zamiennik kazeiny kwasowej, powodował zwiększenie twardości analogów serów topionych w porównaniu z analogami otrzymanymi wyłącznie na bazie kazeiny kwasowej. Stwierdzone w niniejszej pracy zwiększenie twardości badanych serów można tłumaczyć zwiększeniem zawartości białka w serze topionym spowodowanym dodatkiem WPC. Guinee i in. [5] podają, że zwiększenie zawartości białka ogółem w serze topionym prowadzi do uzyskania produktu o większej twardości, a zachodzące w czasie obróbki termicznej silne interakcje pomiędzy białkami stanowią główną przyczynę pogorszenia właściwości fizycznych serów o obniżonej zawartości tłuszczu. Z kolei Lee i in. [10] wskazują, że użycie w procesie topienia dodatku natywnych białek serwatkowych

prowadzi do otrzymania sera o większej twardości i mniejszej topliwości niż ma to miejsce w przypadku wykorzystania do topienia mikropartykułowanych, a więc uprzednio zdenaturowanych białek serwatkowych.

Wielkość dodatku WPC jak również rodzaj stosowanego koncentratu w sposób istotny ($p < 0,05$) wpłynął również na gumowatość uzyskanych serów blokowych. Stwierdzono wzrost gumowatości wyrobów wraz z rosnącym udziałem WPC w recepturze, przy czym większą gumowatością charakteryzowały się sery, w których zastosowano koncentrat białek serwatkowych o większym stężeniu białka (tab. 3). Z kolei w przypadku takich cech tekstury jak spoistość i sprężystość stwierdzono, że istotnie ($p < 0,05$) na ich wartość wpływa jedynie wielkość dodatku WPC. Wraz ze zwiększeniem dodatku WPC zwiększała się bowiem spoistość i sprężystość serów blokowych. Jedynie w przypadku adhezyjności nie stwierdzono by rodzaj i wielkość dodatku WPC wpływały istotnie na tą cechę tekstury serów blokowych.

Badanie cech tekstury serów metodami instrumentalnymi

wykazuje zazwyczaj wysoko istotne korelacje z wyróżnikami sensorycznymi [16]. Wprowadzenie dodatku WPC do serów topionych miało wpływ na oceniane wyróżniki jakości sensorycznej tych produktów (tab. 3 i 4). Ocena wyróżnika konsystencji serów blokowych zależała istotnie od rodzaju i wielkości dodatku WPC. Wariant kontrolny oceniony został jako wystarczająco twardy, elastyczny i podatny na plasterkowanie, podczas gdy warianty z 3% dodatkiem WPC35 i WPC80 zostały uznane jako wyraźnie twardsze, mało elastyczne, a nawet kruche, co w przypadku wariantu z 3% dodatkiem WPC80 spowodowało wyraźne obniżenie jego podatności na plasterkowanie. W przypadku serów topionych do smarowania zanotowano istotnie niższe noty w ocenie wyróżnika konsystencji serów, zależne od rodzaju i wielkości dodatku wprowadzanego WPC. Wariant kontrolny charakteryzował się wyraźnie miękką, podatną na smarowanie i mało adhezyjną do noża konsystencją. Wprowadzenie dodatku WPC spowodowało zwiększenie twardości serów, zmniejszenie ich podatności na smarowanie i znaczne zwiększenie adhezyjności produktu do noża w czasie oceny jego smarowności. Dodatek WPC35 jak i WPC80 w ilości 3% znacznie obniżył noty punktowe w ocenie konsystencji serów smarownych, głównie z powodu zmniejszenia smarowności produktów.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu wielkości i rodzaju dodatku WPC na smakowość badanych serów blokowych i do smarowania ($p > 0,05$). Należy zauważyć, że ocena smakowości produktu

Tabela 3. Wpływ dodatku WPC na wybrane cechy tekstury oraz wyróżniki jakości sensorycznej blokowych serów topionych

Table 3. The effect of WPC addition on texture parameters and selected differentiators of sensory quality of block-type processed cheeses

Wyróżnik	Warianty blokowych serów topionych wyprodukowanych z dodatkiem:						
	0%WPC	1%WPC35	2%WPC35	3%WPC35	1%WPC80	2%WPC80	3%WPC80
Twardość [N]	22,57a	40,83b	40,69b	41,96c	42,23b	49,66b	78,01c
Adhezyjność [mJ]	0,30a	0,20b	0,20ab	0,20ab	0,13b	0,20ab	0,30ab
Spoistość	0,63a	0,72b	0,75c	0,78d	0,75a	0,76b	0,79c
Sprężystość [mm]	4,27a	4,65b	4,58b	4,65c	4,40b	4,53b	4,74c
Gumowatość [N]	15,28a	29,83b	31,21b	33,42c	32,63b	36,77b	62,89c
Smakowość [pkt]	4,21a	3,25a	3,88a	3,61a	3,53a	3,53a	3,50a
Konsystencja [pkt]	4,25a	3,63b	4,03b	3,30b	3,56b	3,79b	3,10b

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie dla $\alpha = 0,05$.

Mean values in each row followed by the same letters do not differ significantly.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Tabela 4. Wpływ dodatku WPC na twardość i wybrane wyróżniki jakości sensorycznej serów topionych do smarowania

Table 4. The effect of WPC addition on texture parameters and selected differentiators of sensory quality of processed cheese spreads

Wyróżnik	Warianty smarownych serów topionych wyprodukowanych z dodatkiem:						
	0%WPC	1%WPC35	2%WPC35	3%WPC35	1%WPC80	2%WPC80	3%WPC80
Twardość [N]	4,34a	4,40a	4,56b	8,20b	4,38a	6,84b	12,26c
Smakowość [pkt]	4,62a	4,32ab	4,38ab	4,24b	4,44ab	4,41ab	3,88b
Konsystencja [pkt]	4,50a	4,21ab	4,24bc	3,79c	4,06ab	3,82bc	3,50c

Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie dla $\alpha = 0,05$.

Mean values in each row followed by the same letters do not differ significantly.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

stanowi ocenę dość subiektywną. Young [20] podaje, że koncentraty białek serwatkowych dodawane do mieszanki do topienia w niewielkich ilościach nie zmieniają smaku i zapachu gotowego wyrobu. W niniejszych badaniach w serach wyprodukowanych z dodatkiem WPC zanotowano jednak osłabienie cech smakowo-zapachowych typowych dla serów podpuszczkowych dojrzewających. Obserwacja ta jest zgodna z doniesieniami innych autorów, podkreślających łagodniejszy smak serów topionych z dodatkiem WPC [14, 19].

WNIOSKI

1. Dodatek WPC35 lub WPC80 w ilości 1-3% wpłynął na wybrane parametry fizykochemiczne (pH, zawartość wody i białka ogółem) serów topionych blokowych i do smarowania, produkowanych z okrawów serów podpuszczkowych w warunkach przemysłowych.
2. Dodatek koncentratów białek serwatkowych zwiększył twardość, gumowatość, spoistość i sprężystość serów topionych blokowych oraz zmniejszył smarowność serów topionych przeznaczonych do smarowania.
3. Dodatek WPC35 lub WPC80 w ilości 1-3% do serów topionych nie zmienił ich smakowitości chociaż nieznacznie osłabił cechy smakowe typowe dla serów podpuszczkowych dojrzewających.
4. Wykorzystanie dodatku koncentratu białek serwatkowych (w ilości do 3%), jako czynnika strukturotwórczego, może okazać się przydatne w procesie topienia serów nadmiernie dojrziałych.

LITERATURA

- [1] **ABD-EL-SALAM M. H., A. F. AL-KHAMY, G. A. EL-GARAWANY, A. HAMED, A. KHADER. 1996.** „Compositional and rheological properties of processed cheese spreads as affected by the level of added whey protein concentrates and emulsifying salt”. *Egyptian Journal of Dairy Science* 24 (2): 309-322.
- [2] **DIMITRELI G., A. S. THOMAREIS. 2004.** „Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity”. *Journal of Food Engineering* 64: 265-271.
- [3] **FRENCH S. J., K. M. LEE, M. DECASTRO, W. J. HARPER. 2002.** „Effects of different protein concentrates and emulsifying salt conditions on the characteristics of a processed cheese product”. *Milchwissenschaft* 57 (2): 79-83.
- [4] **GIGANTE M. L., A. J. ANTUNES, A. J. PETENANTE, S. M. ROIG. 2001.** „Firmness and melting properties of Requeijão cheese”. *Milchwissenschaft* 56 (10): 560-562.
- [5] **GUINEE T. P., D. J. O'CALLAGHAN. 2013.** „Effect of increasing the protein to fat ratio and reducing fat content on the chemical and physical properties of processed cheese products”. *Journal of Dairy Science* 96 (11): 6830-6839.
- [6] **KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA D., T. SIKORA. 2010.** Zarządzanie bezpieczeństwem żywności. Teoria i praktyka. Warszawa: Wydawnictwo C.H Beck: 14-19.
- [7] **KYCIAK., A. PLUTA, S. ZMARLICKI. 2006.** „Physicochemical and textural properties of processed cheese spreads made with the addition of cheese base obtained from UF milk retentates”. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, Special issue 1 (15/56)*: 113-118.
- [8] **LEE S. K., S. ANEMA, H. KLOSTERMEYER. 2004.** „The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads”. *International Journal of Food Science and Technology* 39 (7): 763-771.
- [9] **LEE S. K., S. G. ANEMA. 2009.** „The effect of the pH at cooking on the properties of processed cheese spreads containing whey proteins”. *Food Chemistry* 115: 1373-1380.
- [10] **LEE S. K., M. HUSS, H. KLOSTERMEYER, S. G. ANEMA. 2013.** „The effect of pre-denatured whey proteins on the textural and microstructural properties of model processed cheese spreads”. *International Dairy Journal* 32 (2): 79-88.
- [11] **MARCHESSEAU S., E. GASTALDI, A. LAGAUDE, J. L. CUQ. 1997.** „Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese”. *Journal of Dairy Science* 80 (8): 1483-1489.
- [12] **MIHULOVA M., M. VEJLUPKOVA, J. HANUSOVA, J. STEINA, Z. PANOVSKA. 2013.** „Effect of modified whey proteins on texture and sensory quality of processed cheese”. *Czech Journal of Food Sciences* 31 (6): 553-558.
- [13] **MOUNSEY J. S., B. T. O'KENNEDY, P. M. KELLY. 2007.** „Effect of the aggregation state of whey protein based ingredients on processed cheese functionality”. *Milchwissenschaft* 62 (1): 44-47.
- [14] **PINTO S., A. K. RATHOUR, J. P. PRAJAPATI, A. H. JANA, M. J. SOLANKY. 2007.** „Utilization of whey protein concentrate in processed cheese spread”. *Natural Product Radiance* 6 (5): 398-401.
- [15] **PN-73/A-86232.** Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.
- [16] **PROBOLA G., L. ZANDER, E. HAPONIUK. 2011.** „Właściwości mechaniczne i cechy sensoryczne tekstury wybranych polskich serów”. *Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych* 558: 207-213.
- [17] **SOŁOWIEJ B. 2007.** „Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (54): 290-298.
- [18] **SOŁOWIEJ B., W. GUSTAW, M. NASTAJ. 2008.** „Wpływ dodatku koncentratów białek serwatkowych na właściwości reologiczne analogów serów topionych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (60): 226-234.
- [19] **THAPA T. B., V. K. GUPTA. 1992.** „Rheology of processed cheese foods prepared with added whey protein concentrates”. *Indian Journal of Dairy Science* 45: 88-92.
- [20] **YOUNG S. 1999.** Whey products in cold pack and pasteurized processed cheese foods and cheese spreads. USDEC Monographs and brochures: 1-7.