Porównanie cech jakościowych serów wędzonych dostępnych w sieci detalicznej

Paulina Kalinowska,
Iwona Chwastowska-Siwiecka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Bioinżynierii Zwierząt, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych

Sery to jedna z najbardziej zróżnicowanych grup przetworów mlecznych pod względem zarówno cech organoleptycznych, jak i składu chemicznego, co związane jest z wyborem stosowanego surowca, jak również samą technologią produkcji. Według licznych danych na świecie produkowanych jest od 1 do 4 tys. różnych rodzajów serów [6, 15]. Jednocześnie klasyfikacja serów oparta może być na gatunkowym pochodzeniu mleka użytego do produkcji, sposobie ich wytwarzania, konsystencji, zawartości tłuszczu, typie fermentacji, strukturze powierzchni oraz miąższu [41]. Najdłuższą tradycję w produkcji serów mają Włochy, gdzie produkowanych jest 400 rodzajów serów [11]. Według Seremak-Bulge [37] w 2016 roku największą ilość serów spożywali w ciągu roku Francuzi (26,7 kg), Niemcy i Duńczycy, a najmniejszą Hiszpanie (9,5 kg), Chorwaci, Irlandczycy oraz Słowianie.

Jak podaje Kolanowski [16] sery wędzone to półmiękkie lub półtwarde przetwory produkowane zwykle z mleka owczego i krowiego odtłuszczonego, które w końcowej fazie dojrzewania poddaje się procesowi wędzenia. Do tej grupy serów zaliczane są np. rolada ustrzycka, ser gryficki czy ser zamojski wędzony. Specjalnym typem wędzonego owczego sera, o wyjątkowym lekko kwaśnym, pikantnym i słonym smaku jest oscypek, który należy do produktów regionalnych [20, 33], natomiast w sieci detalicznej dostępny jest również oscypek wytwarzany z mleka krowiego lub mieszanego owczo-krowiego [24]. Z mleka owczego produkowana jest także redykołka, bryndza wołoska wędzona czy wędzonek koludzki. Sery gazdowskie, gołki, bruski oraz korbacze wyrabiane są z mleka mieszanego, a w okresie zimowym zazwyczaj z mleka krowiego, stanowiąc alternatywę dla nieprodukowanych w tym okresie serów owczych. Jak podaje Furczoń i in. [9] i Sip i in. [38] gołka jest produkowana i sprzedawana na lokalnych bazarach przez cały rok i podobnie jak oscypek, należy do serów podpuszczkowych dojrzewających produkowanych z masy parzonej, które poddaje się w końcowym etapie procesowi wędzenia. Do grupy serów wędzonych wytwarzanych z mleka krowiego należą pohulanki wędzone w dymie zimnym, ser koryciński, ser podpuszczkowy Sądeczok, ser Gazduś, paluszki serowe wędzone Gazduś, syrecki sądeckie wędzone, paluszki i nitki sądeckie, beczułka sądecka, nitka i homiłka karpacka, hucułki karpackie, pletenec karpacki oraz ser gryficki wędzony i sakwa ser z gór wędzony [21].

Obecnie konsumenci poszukują naturalnych, mało przetworzonych produktów, do których należy żywność tradycyjna i regionalna. Kupujący mają coraz większą świadomość dotyczącą wpływu żywienia na zdrowie, czytają informacje zawarte na opakowaniu produktu oraz interesują się sposobami jego wytwarzania [26]. Dostępne na rynku mleka i przetworów mleczarskich sery wędzone produkowane przez różnych producentów, z różnego surowca i z zastosowaniem odmiennych rozwiązań technologicznych mogą wykazywać duże zróżnicowanie w zakresie składu chemicznego i cech jakościowych, dlatego też istotny jest stały monitoring wielu parametrów, który jednocześnie umożliwia ocenę autentyczności produktów tradycyjnych od tych wytwarzanych w sposób przemysłowy. W związku z powyższym, celem podjętych badań była ocena właściwości fizykochemicznych i sensorycznych serów wędzonych dostępnych w sieci detalicznej.

Materiał i metody badawcze

Materiał badawczy stanowił ser wędzony wyprodukowany z masy parzonej w ilości łącznie 30 sztuk, który został zakupiony w sieci handlu detalicznego na terenie miasta Olsztyn. Sery pochodziły od trzech różnych producentów i zostały podzielone na 3 grupy doświadczalne, a następnie oznaczone symbolami literowymi: A, B, C (w każdej po 10 sztuk) dla zachowania anonimowości nazw handlowych. Jednocześnie w obrębie każdego producenta zakupione sery pochodziły z jednej partii produkcyjnej, w celu wyeliminowania ewentualnych różnic spowodowanych parametrami surowca. Zgodnie z deklaracją producentów surowcem do produkcji wszystkich serów było mleko krowie. W produkcji analizowanych serów wędzonych użyto poszczególnych dodatków zgodnie z charakterystyką składników zestawioną w tabeli 1. Próby od dwóch producentów miały postać owalną o wymiarach: (dł. 7 cm x szer. 5,5 cm i wys. 2 cm), a próby od trzeciego producenta były w formie walca o wymiarach: (wys. 11 cm i średnicy 5,5 cm). Dwie grupy serów pakowane były w opakowaniach z zastosowaniem atmosfery gazów ochronnych (MAP), natomiast jedna grupa była pakowana próżniowo w woreczkach z folii PA/PE. Masa netto analizowanych serów wynosiła od 110 do 300 g.

Bezpośrednio po zakupie produkty transportowano w przenośnym pojemniku izotermicznym w temperaturze 4±1°C do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych UWM w Olsztynie, w celu wykonania analiz ilościowo-jakościowych. Badania zostały wykonane w okresie przydatności do spożycia deklarowanym przez producentów. W celu właściwego przygotowania próbek do analiz laboratoryjnych tj.: zawartości wody, NaCl, kwasowości ogólnej i czynnej, sery mielono w całości blenderem, następnie ucierano w moździerzu na jednolitą masę i dokładnie mieszano.

Analizy przeprowadzono zgodnie ze wskazaniami Polskich Norm i dotyczyły oznaczenia: zawartości wody

Tabela 1

Skład surowcowy oraz wartość odżywcza i energetyczna badanych serów wędzonych

Wyszczególnienie	Producenci serów wędzonych		
	A (w 100 g)	B (w 100 g)	C (w 100 g)
Skład	Mleko krowie pasteryzowane, sól, kultury mleczarskie, podpuszczka	Mleko krowie, sól, kultury bakterii	Mleko krowie, sól, stabilizator – chlorek wapnia, kultury bakterii, barwnik annato
Masa netto	160 g	110 g	300 g
Tłuszcz, w tym kwasy tłuszczowe nasycone	25 g 13 g	25 g 15 g	14 g 9 g
Białko	29 g	25 g	28 g
Węglowodany, w tym cukry	1 g <0,5 g	1 g 0,5 g	2 g 0,5 g
Sól	3,4 g	3,4 g	2 g
Wartość energetyczna	1424 kJ/342kcal	1367 kJ/329kcal	1028 kJ/246kcal
Temperatura przechowywania	2-8°C	2-10°C	2-10°C
Termin przydatności do spożycia	03.01.2021	31.12.2020	12.02.2021

metodą suszenia próbki w temperaturze 130°C±2°C (metoda techniczna) [27], zawartości chlorku sodu (metoda Volharda) [27], kwasowości ogólnej (°SH) [27], pomiaru kwasowości czynnej (pH) za pomocą pehametru 340i z czujnikiem temperatury TFK 150/E firmy WTW, wyposażonego w elektrodę szklaną-kombinowaną (Double Pore) firmy Hamilton w wodnej emulsji sera zgodnie z normą [27], pomiaru siły cięcia, polegającego na wycięciu z próbek serów cylindrów (3 szt.) o średnicy około 1,27 cm i wysokości 2 cm, które przecinano w poprzek miąższu w komorze Warner-Bratzlera aparatu INSTRON 5542, wyposażonego w głowicę pomiarową 500 N, poruszającą się z prędkością 100 mm/min. W trakcie cięcia próbek rejestrowano maksymalną siłę niezbędną do ich przecięcia, używając programu Merlin. Charakterystykę barwy serów określono na postawie pomiaru parametrów: L*, a*, b* w układzie CIE LAB [2] metodą odbiciową za pomocą aparatu MiniScan XE Plus, firmy HunterLab przez bezpośredni 3-krotny pomiar powierzchni i przekroju poprzecznego badanych prób (fot. 1), wykonany w tych samych 3 miejscach pomiarowych. Zastosowano źródło światła D65 oraz standardowy obserwator kolorymetryczny o polu widzenia 10° z otworem pomiarowym o średnicy 2,54 cm. Pomiary przeprowadzono bezpośrednio po wyjęciu produktu o temperaturze 4±1°C z opakowań jednostkowych. Przed każdą sesją pomiarową aparat kalibrowano wobec wzorca bieli i czerni.

Na podstawie uzyskanych średnich wartości parametrów L*, a*, b* wyliczono przy użyciu odpowiednich wzorów nasycenie (C*), ton (h°) oraz indeks jasności WI (Whiteness index) według wzoru podanego przez Rodriquez-Aguilera i in. [32], a także indeks żółtości YI (Yellowing index) według wzoru Rufan-Heneres i in. [35] :

$$C^* = \sqrt{(a)^2 + (b)^2}\ , \quad h^\circ = \tan^{-1}\frac{b^*}{a^*}$$

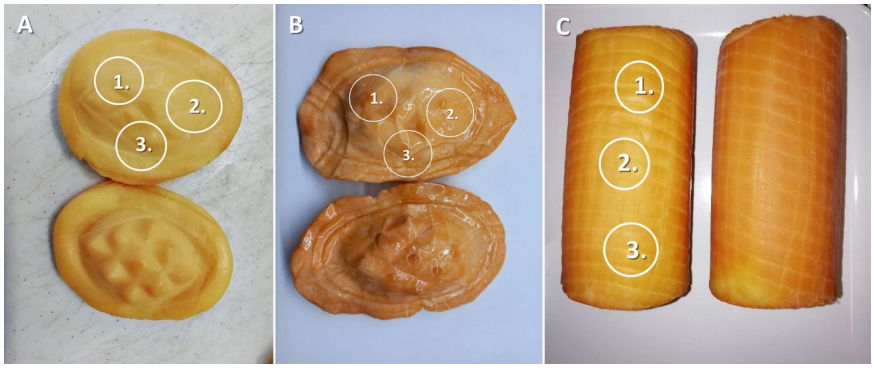
$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}\ , \ YI = 142{,}86\,\frac{b^*}{L^*}$$

Ocenę sensoryczną serów przeprowadzono za pomocą skali 5-punktowej, zgodnie z normą [28], uwzględniając takie wyróżniki jakościowe jak: barwa, wygląd przekroju, struktura i konsystencja, zapach, smak oraz nasolenie. Dla poszczególnych wyróżników do każdego stopnia skali była przypisana odpowiednia definicja jakości (1 – zła, 2 – niedostateczna, 3 – dostateczna, 4 – dobra, 5 – bardzo dobra). Oceny próbek dokonywał 5-osobowy zespół o uprzednio sprawdzonej wrażliwości sensorycznej.

Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej, wyliczając średnią arytmetyczną $(\bar{x})$ oraz odchylenie standardowe (s). Istotność różnic między wartościami średnimi badanych cech w poszczególnych grupach doświadczalnych określono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji oraz testu Duncana, stosując program komputerowy Statistica wersja 13.3 [39].

Wyniki i dyskusja

Na podstawie uzyskanych wyników (tab.1) stwierdzono istotne różnice (p≤0,001) w zawartości wody pomiędzy analizowanymi serami. Produkty A i C odznaczały się najwyższym udziałem wody wynoszącym odpowiednio: 37,79 i 36,18%. W przypadku serów producenta B zawartość wody była zdecydowanie niższa i kształtowała



Fot. 1. Barwa powierzchni serów marki A, B i C (fot. P. Kalinowska)

się średnio na poziomie: 30,72%. W badaniach przeprowadzonych przez Paciorek i Drożdż [25], dotyczących jakości serów oszczypków produkowanych z mleka owczego w czterech kolejnych miesiącach sezonu (od czerwca do września) wykazano, że średnia zawartość wody wynosiła 27,30%. Jednocześnie oszczypki z września zawierały najwięcej wody średnio: 37,05%, natomiast w zależności od miejsca produkcji najwyższy udział wody autorzy stwierdzili w serach pochodzących z dwóch bacówek (średnia: 27,46%). Wahania w zawartości wody w serach świadczyć mogą o różnej kwasowości mleka, różnym czasie osuszania ziarna, różnej jego wielkości i temperaturze obróbki. Zawartość wody w oscypkach wędzonych i niewędzonych analizowanych przez Ochrem i in. [23] wynosiła odpowiednio: 22,39 i 35,17%, natomiast w redykołce wędzonej kształtowała się na poziomie 34,47%. Zgodnie z Rozporządzeniem Rady UE nr 510/2006 [33] skład chemiczny oscypka zależy od długości czasu wędzenia oraz zmienia się w zależności od pór roku, natomiast zawartość wody nie może być wyższa niż 44%, zawartość suchej masy nie niższa niż 56%, a udział tłuszczu w suchej masie nie mniejszy niż 38%. Według Kędzierskiej-Matysek i in. [14] skład chemiczny oscypka zależy od warunków produkcji, w głównej mierze od sezonu produkcji oraz czasu trwania wędzenia. Cytowani autorzy w oscypkach dojrzewających i wędzonych dymem zimnym wyprodukowanych z mleka mieszanego owczo-krowiego (o składzie odpowiednio: 60 i 40%) uzyskali zawartość wody na poziomie 35,93%, natomiast w serze wędzonym dymem zimnym, który wyprodukowano z mleka krowiego, udział wody wynosił 40,77%. W doświadczeniu wykonanym przez Knysza i in. [15] zawartość wody w serach podpuszczkowych wędzonych krótko dojrzewających (7-14 dni) wyprodukowanych z pasteryzowanego mleka krowiego wynosiła średnio (42,1%) i była wyższa niż w badaniach własnych. Według Foxa [6] i Hattem i in. [13] na zawartość wody może mieć wpływ czas dojrzewania, gdyż pozostaje on w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do zawartości wody w serach. Jak wykazały z kolei badania przeprowadzone przez Rajbhandari i in. [30] na zawartość wody w serach typu cheddar miał wpływ również proces wędzenia. W przypadku badań uzyskanych przez Surówkę i in. [40] potwierdzono, że zawartość wody w serkach wędzonych wyprodukowanych z mleka krowiego była wyższa i wynosiła średnio 43,90% w porównaniu do oscypka z mleka owczo-krowiego, w których udział wody kształtował się na poziomie (31,20%). Paciorek i Bonczar [24] wykazały, że średnia zawartość wody w oscypkach wynosiła 36,93%, natomiast w wędzonych i świeżych udział wody kształtował się odpowiednio na poziomie: 34,04 i 39,81%.

Sól w serach pełni istotne funkcje, a mianowicie ma działanie konserwujące, kształtuje pożądany profil smakowo-zapachowy produktu, a także jest źródłem sodu w diecie człowieka [12]. W badaniach własnych (tab. 1) wykazano istotną różnicę ($p = 0,004$) w udziale NaCl pomiędzy serami producenta C a produktami A i B. Najwyższą zawartością soli odznaczały się sery producenta B (2,92%) a najniższą na poziomie (1,72%) sery C. Odnosząc uzyskane dane do wyników innych autorów, stwierdzono, zdecydowanie niższy udział soli w badaniach własnych. Jak podaje Surówka i in. [40] zawartość soli w analizowanych serkach wędzonych oraz w tradycyjnych oscypkach kształtowała się odpowiednio na poziomie: 3,11 i 3,17%. Zbliżoną zawartość soli w oscypkach wędzonych uzyskały Paciorek i Bonczar [24], gdzie średni udział tego składnika wynosił 2,85%, natomiast najniższy w serach wyprodukowanych z mleka pozyskanego w sierpniu (2,68%) oraz z bacówki B utrzymującej owce górskie (2,47%). Wszołek i Bonczar [42] badając wskaźniki jakościowe oscypków pochodzących z różnych bacówek, stwierdziły, że produkty te zawierały średnio 2,5% soli. Fox [7] podaje, że sery owcze z masy parzonej mogą zawierać od 1,4% do 5,6% soli. W badaniach Kędzierskiej-Matysek i in. [14] istotnie niższą zawartość soli stwierdzono w oscypkach (2,02%) niż w serze gazdowskim wyprodukowanym z mleka krowiego (2,63%). Według Paciorek i Drożdża [25] sery oscypki produkowane na Podhalu z mleka owczego charakteryzowały się średnią zawartością soli na poziomie 2,77%. Natomiast najwyższy jego udział cytowani autorzy odnotowali w serach wytworzonych z mleka pozyskiwanego w sierpniu i we wrześniu, który wynosił odpowiednio: 2,87 i 2,84%. Wartości te były zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych w przypadku sera producenta B. Z obserwacji Lavasani i in. [18] wynika, że wzrost zawartości soli podczas dojrzewania można uzyskać przy wyższej zawartości wody, ponieważ sól penetruje matrycę sera w wodzie. Sól wprowadzana jest do sera poprzez gradient stężenia pomiędzy blokami sera a solanką, a jej penetracja do sera jest znacznie szybsza we wczesnej fazie przechowywania niż podczas dojrzewania. W badaniach wykonanych przez Knysza i in. [15] wykazano, że średnia procentowa zawartość soli w analizowanych produktach była wysoka i wahała się od 3,9% w serach niewędzonych długo dojrzewających do 7,7% w serach niewędzonych krótko dojrzewających. Natomiast w serach wędzonych krótko dojrzewających udział NaCl wynosił 4,0%. Według dostępnej literatury [4, 19, 29, 36] średnia zawartość soli w regionalnych i tradycyjnych serach produkowanych w różnych regionach świata z mleka pozyskanego od różnych gatunków zwierząt, jest znacznie zróżnicowana. W ekologicznych serach serbskich wynosiła ona 1,92%, natomiast w tradycyjnych serach macedońskich wytwarzanych z mleka krowiego i owczego kształtowała się odpowiednio na poziomie: 5,09% i 6,1%. W przypadku regionalnych serów egipskich typu „domiati" udział NaCl wynosił 6,6%. Jak podaje Knysz i in. [15] występujące różnice w zawartości soli pomiędzy analizowanymi serami tradycyjnymi w badaniach wielu autorów, niewątpliwie związane są z różną technologią ich produkcji oraz niską powtarzalnością gotowego produktu w zakresie jego składu podstawowego.

Przeprowadzona analiza statystyczna danych, dotyczących pomiaru pH i kwasowości miareczkowej serów wędzonych potwierdziła istotne różnice na poziomie ($p \leq 0,001$) pomiędzy produktami w poszczególnych grupach doświadczalnych (tab. 2). Najniższą wartością kwasowości (pH=5,28) charakteryzowały się sery zaku-

pione od producenta A, natomiast najwyższą od producenta C (pH=5,40). Z danych zestawionych w tabeli 2 wynika, że sery producenta B i A odznaczały się najwyższą wartością kwasowości miareczkowej wynoszącą odpowiednio: 41,33 i 38,00°SH. Pomimo wyższej wartości pH serów C stwierdzono, że wartość kwasowości miareczkowej była w tej grupie najniższa i kształtowała się na poziomie (23,33°SH). Na podstawie danych zawartych w (tab. 2) odnotowano, że między serami producenta B a produktami A i C wystąpiły istotne różnice (p≤0,001) w wartości siły cięcia. Próby z grupy B charakteryzowały się mniejszą kruchością (miały bardziej gumowatą strukturę), o czym świadczyła wyższa wartość siły cięcia wynosząca (4,22 N) w porównaniu z serami zakupionymi od producentów A i C, których wartości tego parametru były niższe odpowiednio o 2,19 i 2,93 N i tym samym wskazywały na większą ich kruchość (miały bardziej suchą strukturę).

Kwasowość produktu pozwala na określenie jego stanu świeżości, ponadto dostarcza informacji o prawidłowości przeprowadzonych procesów technologicznych i ewentualnych zafałszowaniach oraz o stopniu wystąpienia niekorzystnych zmian biologiczno-chemicznych [17]. Kudełka [17] wykazała w swoich badaniach, że wśród analizowanych serów produkowanych z mleka owczego i jednego z mleka krowiego istotnie niższą kwasowością odznaczał się bundz (32,98ºSH), oscypek (31,42ºSH) oraz gołka (29,82ºSH), a wyższą bryndza (40,27ºSH). Jak podaje Paciorek i Drożdż [25] kwasowość oszczypków z mleka owczego jest zmienna i zależy od miesiąca w sezonie produkcji, a także od producentów (miejsca produkcji). Duży zakres wahań cytowani autorzy stwierdzili w kwasowości miareczkowej badanych serów w zależności od poszczególnych bacówek, mieszczący się w przedziale od 30,25°SH do 53,75°SH. W przypadku sezonu produkcji autorzy odnotowali, że najniższą wartością kwasowości na poziomie 36,00°SH uzyskały sery produkowane w czerwcu, a najwyższą w lipcu (47,67°SH). Natomiast pH badanych serów oszczypków wynosiło średnio 5,33, jednocześnie najniższą wartość autorzy stwierdzili w serach z czerwca (pH=4,80), a najwyższą wyprodukowanych we wrześniu (pH=5,68). Potwierdziły to również badania Wszołek i Bonczar [42], które wykazały różnice kwasowości w zależności od różnych bacówek, w których oscypki zostały wyprodukowane, a mianowicie wartości tego parametru wahały się w przedziale od 48,0 do 73,5ºSH, natomiast średnia wartość kwasowości wynosiła 60,8ºSH. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Kędzierską-Matysek i in. [14] nie wykazano różnic istotnych statystycznie w kwasowości miareczkowej pomiędzy oscypkiem a serem gazdowskim, a wartości te wynosiły odpowiednio: 68,0 i 78,3°SH i były zdecydowanie wyższe niż w badaniach własnych. W przypadku siły cięcia cytowani autorzy potwierdzili, że oscypki były bardziej twarde w porównaniu do prób sera gazdowskiego, o czym świadczyły uzyskane wartości odpowiednio na poziomie: 13,5 i 9,9 N. Garabal i in. [10] w przeprowadzonych badaniach dotyczących zmian biochemicznych zachodzących w serach półtwardych wyprodukowanych z mleka krowiego, dojrzewających 45 dni i podwędzanych wykazali, że pH kształtowało się na poziomie 5,25. Jak podaje Surówka i in. [40] w analizowanych serkach wędzonych oraz w tradycyjnych oscypkach odnotowano zróżnicowanie wartości pH, oraz kwasowości ogólnej. W przypadku pierwszej grupy produktów autorzy uzyskali wyższą wartość pH wynoszącą 5,35 i niższą kwasowość miareczkową (56,8°SH) w porównaniu do oscypków, w których parametry te kształtowały się odpowiednio na poziomie: 5,16 i 89,3°SH. Według Paciorek i Bonczar [24] pH oraz kwasowość miareczkowa oszczypków wynosiły średnio 5,62 i 45,08°SH i były wyższe niż w badaniach własnych. W zależności od miesiąca produkcji wymienione autorki uzyskały duże zróżnicowanie pH i kwasowości ogólnej w zakresie od 5,52 do 5,87 i od 39,83 do 50,67°SH. Natomiast w przypadku oszczypków niewędzonych i wędzonych (3-4 doby) autorki potwierdziły, że sery wędzone charakteryzowały się niższą o 0,33 wartością pH=5,46 i wyższą o 3,5 kwasowością miareczkową wynoszącą 46,83°SH.

Jak podaje Dobrzańska i Cais-Sokolińska [5] oraz Cais-Sokolińska i in. [1] pomiary kolorymetryczne przetworów mleczarskich stanowią istotne źródło informacji o ich jakości, a także zakresie przemian zachodzących podczas ich przechowywania. Coraz częściej pomiar barwy wykorzystywany jest na etapie produkcji przetworów mleczarskich w celu bezpośredniego monitorowania przebiegu cyklu produkcyjnego. Jednocześnie na podstawie pomiaru barwy odbywa się proces optymalizacji i dobór odpowiednich warunków procesu technologicznego. Według Rój i Przybyłowskiego [34] barwa produktów mleczarskich uzależniona jest w główniej mierze od ich składu i może ulec zmianie podczas obróbki technologicznej i podczas przechowywania.

Tabela 2

Porównanie wybranych parametrów fizykochemicznych serów wędzonych różnych producentów (±s)

Wyszczególnienie	Producent			p-value
	A (n=10)	B (n=10)	C (n=10)	
Zawartość wody (%)	$37{,}79^{A}$±0,43	$30{,}72^{B}$±0,50	$36{,}18^{C}$±0,70	≤0,001
Zawartość NaCl (%)	$2{,}47^{ACa}$±0,13	$2{,}92^{Cb}$±0,01	$1{,}72^{B}$±0,15	0,004
pH	$5{,}28^{A}$±0,01	$5{,}32^{B}$±0,04	$5{,}40^{C}$±0,02	≤0,001
Kwasowość ogólna (°SH)	$38{,}00^{A}$±0,01	$41{,}33^{B}$±0,52	$23{,}33^{C}$±0,52	≤0,001
Siła cięcia (N)	$2{,}03^{Aa}$±0,38	$4{,}22^{B}$±0,79	$1{,}30^{Ab}$±0,36	≤0,001

A, B, C – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie na poziomie p≤0,01
a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy p≤0,05

Parametry barwy na powierzchni i przekroju analizowanych serów wędzonych zestawiono w tabeli 3. Najbardziej jasną powierzchnią cechowały się sery producenta A (L*=71,05) w porównaniu do serów z grupy B i C, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,001). Wartości średnie parametru L* serów B oraz C były najniższe odpowiednio o 13,93 i 18,13. Między badanymi serami B i C a produktami A stwierdzono istotne (p≤0,001) różnice w wartościach parametru a*, określającego udział barwy czerwonej (wartości dodatnie) lub zielonej (wartości ujemne) oraz parametru b*, charakteryzującego udział żółtej (wartości dodatnie) lub barwy niebieskiej (wartości ujemne). W przypadku serów producenta B i C stwierdzono, że powierzchnia była bardziej nasycona w kierunku spektrum czerwonej barwy, co potwierdzały wysokie wartości trójchromatyczne a* wynoszące 17,99 i 18,61. Natomiast udział składowej barwy żółtej był najwyższy na powierzchni produktów A, o czym świadczyła wysoka wartość tego parametru kształtująca się na poziomie (b*=45,06). W badaniach własnych (tab. 3) odnotowano, że powierzchnia serów producenta B i C charakteryzowała się podobną wartością parametru barwy żółtej (b*), której udział wynosił średnio: 41,51. Analizowane sery A i B były zróżnicowane pod względem nasycenia barwy, co jest konsekwencją różnic w wartościach chromatycznych wskaźników a* i b*. Najwyższą wartością nasycenia cechowała się powierzchnia serów z grupy A (C*=46,48), a najniższą zakupionych od producenta B (C*=45,22). Na podstawie otrzymanych danych (tab. 3) wykazano, że powierzchnia serów wędzonych z grupy A odznaczała się istotnie (p≤0,001) najwyższą wartością tonu barwy w porównaniu do prób pochodzących od producenta B (h°=66,46) i C (h°=65,65). Uzyskana wysoka średnia wartość h°=75,89 w przypadku produktów A, korespondowała z najwyższą wartością jasności, nasycenia i udziału barwy żółtej w tej grupie serów.

W badaniach własnych (tab. 3) potwierdzono istotne różnice (p≤0,001) wartości indeksu jasności powierzchni analizowanych serów zakupionych od trzech producentów. Najwyższą wartością indeksu jasności charakteryzował się ser wędzony z grupy A (WI=44,39), a najniższą produkt C (WI=34,29). W ocenie barwy mleka wykorzystuje się również parametr, jakim jest indeks żółtości (YI), którego wartość informuje o procesie brązowienia produktu [8]. Analiza indeksu zażółcenia powierzchni (YI) badanych serów wykazała, że jego wartości różniły się istotnie (p≤0,001) między sobą. W badaniach własnych stwierdzono, że produkty C odznaczały się najwyższą wartością indeksu żółtości powierzchni wynoszącą (YI=112,31), co korespondowało z najniższymi wartościami indeksu WI i tonu barwy (h°) oraz największym udziałem barwy czerwonej. Stwierdzono, że sery zakupione od producenta A charakteryzowały się najmniejszym zażółceniem, co potwierdzono najniższą wartością tego parametru kształtującego się średnio na poziomie (YI=90,47).

Przeprowadzone badania (tab. 3) wykazały wyraźne zmiany wartości parametrów L*, a* i b* na przekroju serów zakupionych od różnych producentów, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,001). Najbardziej jasną barwę na przekroju odnotowano w przypadku produktów B oraz A, których wartości były zbliżone i wynosiły średnio: L*=81,05. Natomiast ciemniejszym przekrojem cechowały się sery C (L*=76,19). Analizując wartości współrzędnej trójchromatycznej barwy czerwonej i żółtej, stwierdzono, że najniższy ich udział występował na przekroju serów producenta C (a*=2,86 i b*=30,53), natomiast najwyższą wartością barwy żółtej charakteryzowały się sery z grupy A (b*=33,70). Na podstawie otrzymanych danych (tab. 3) wykazano istotny (p≤0,001) wpływ producenta na zmiany nasycenia i tonu barwy przekroju badanych serów wędzonych. Zdecydowanie większe nasycenie barwy odnotowano w serach z grupy A, co zostało potwierdzone wyższymi wartościami tego parametru (C*=33,91), a mniejszymi dla prób producenta C, których wartość C* kształtowała się na poziomie: 30,67. W przypadku tonu barwy na przekroju stwierdzono, że produkty A i B charakteryzowały się niższymi wartościami tego parametru odpowiednio: 83,70 i 83,37 w porównaniu do serów z grupy C, których wartość wynosiła średnio (h°=84,64). W tabeli 3 zestawiono wyniki doty-

Tabela 3

Analiza profilu barwy serów wędzonych różnych producentów (±s)

Parametr	Producent			p-value
	A (n=10)	B (n=10)	C (n=10)	
Barwa na powierzchni				
L* – jasność	$71{,}05^{A}$±0,58	$57{,}12^{Ba}$±0,78	$52{,}92^{Bb}$±0,67	≤0,001
a* – barwa czerwona	$11{,}33^{B}$±0,86	$17{,}99^{A}$±0,73	$18{,}61^{A}$±0,76	≤0,001
b* – barwa żółta	$45{,}06^{A}$±0,79	$41{,}42^{B}$±1,24	$41{,}60^{B}$±0,89	≤0,001
C* – nasycenie	$46{,}48^{a}$±0,59	$45{,}22^{b}$±0,99	45,62±1,01	0,068
h° – ton	$75{,}89^{A}$±1,09	$66{,}46^{B}$±0,78	$65{,}65^{B}$±0,91	≤0,001
WI – indeks jasności	$44{,}39^{A}$±1,05	$38{,}43^{B}$±0,68	$34{,}29^{C}$±0,64	≤0,001
YI – indeks żółtości	$90{,}47^{A}$±0,62	$103{,}50^{B}$±1,07	$112{,}31^{C}$±1,51	≤0,001
Barwa na przekroju				
L* – jasność	$80{,}95^{A}$±0,98	$81{,}16^{AC}$±0,69	$76{,}19^{B}$±0,54	≤0,001
a* – barwa czerwona	$3{,}72^{A}$±0,12	$3{,}79^{AC}$±0,30	$2{,}86^{B}$±0,49	≤0,001
b* – barwa żółta	$33{,}70^{A}$±0,48	$32{,}58^{B}$±0,34	$30{,}53^{C}$±0,38	≤0,001
C* – nasycenie	$33{,}91^{A}$±0,48	$32{,}80^{B}$±0,73	$30{,}67^{C}$±0,34	≤0,001
h° – ton	$83{,}70^{A}$±0,21	$83{,}37^{AC}$±0,46	$84{,}64^{B}$±0,48	≤0,001
WI – indeks jasności	61,12±0,66	61,23±0,94	61,17±0,63	0,971
YI – indeks żółtości	$58{,}97^{A}$±0,66	$56{,}88^{B}$±0,80	$57{,}92^{C}$±0,46	≤0,001

A, B, C – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie na poziomie p≤0,01

a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy p≤0,05

czące indeksu jasności i zażółcenia przekroju analizowanych serów różnych producentów. Wykazano, że przekrój serów z analizowanych grup doświadczalnych charakteryzował się wyrównanym poziomem jasności określonym na podstawie indeksu oddalenia od bieli, a mianowicie średnia wartość WI wynosiła (61,17). Na podstawie danych odnotowano istotne różnice wskaźnika żółtości na przekroju badanych serów, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,001). Największe zażółcenie przekroju wykazano dla prób producenta A (YI=58,97), natomiast najniższą wartość indeksu żółtości kształtującą się odpowiednio na poziomie (YI=56,88) stwierdzono w grupie serów B. Wysokie wartości wskaźnika zażółcenia mogą wskazywać na większą dynamikę procesu starzenia się produktu.

W badaniach Kędzierskiej-Matysek i in. [14] wykazano, że ser gazdowski charakteryzował się istotnie jaśniejszą barwą na przekroju (L*=84,87), większym udziałem barwy żółtej (b*=23,65), mniejszym udziałem barwy czerwonej z tendencją przesunięcia w kierunku zielonej (a*=-0,31) oraz wyższą wartością tonu barwy (h°=90,7) w porównaniu z oscypkiem, których poszczególne parametry kształtowały się odpowiednio na poziomie: 77,64; 21,63; 0,09 i 89,8. Kremowa barwa mleka owczego i jego przetworów, w porównaniu z mlekiem krowim, wynika z większej zawartości karotenu rozpuszczalnego w tłuszczach i ryboflawiny rozpuszczalnej w wodzie. Według Danków i Pikul [3] większej zawartości tłuszczu w serach towarzyszy zwiększona intensywność barwy żółtej, co zaobserwowano w niniejszych badaniach.

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4. wykazano istotne różnice w ocenie organoleptycznej pomiędzy analizowanymi grupami badanych serów. Stwierdzono, że najbardziej pożądaną barwą żółtopomarańczową i jednolitą na całej powierzchni charakteryzowały się produkty A, o czym świadczyły wysokie noty punktowe na poziomie 4,33. Najniżej oceniono sery producenta C (3,67 pkt.), których barwa była intensywnie pomarańczowobrązowa, na co mógł mieć wpływ dodatek barwnika annato na etapie produkcji. Sery z grupy B cechowały się barwą jasnobrązową, której jakość oceniono jako dobrą. Wśród badanych serów najwyższe noty punktowe w przypadku wyglądu na przekroju (4,00) oraz struktury i konsystencji (4,50) otrzymały produkty B, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,001). Wygląd przekroju serów B odznaczał się zwartą konsystencją oraz barwą kremową miąższu. Natomiast sery z grupy A cechowały się najmniej akceptowalną strukturą i konsystencją, która była miękka, gumowata, co potwierdzono najniższą średnią oceną wynoszącą 2,67 pkt. W ocenie panelu sensorycznego najbardziej pożądany i delikatny zapach w nucie mlecznej wykazano w grupie serów producenta A (4,00 pkt.), który istotnie (p≤0,001) różnił się od pozostałych badanych wyrobów. Sery producenta C charakteryzowały się zapachem bardziej ostrym i kwaśnym, co wpłynęło na uzyskanie najniższej oceny wynoszącej 3,00 pkt. Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazano, że sery wędzone producenta B cechowały się istotnie (p≤0,001) najkorzystniejszym profilem smakowym (3,67 pkt.), który oceniono jako smak mleczny, wędzony i aromatyczny z wyczuwalną słonością w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. W przypadku serów producenta C potwierdzono, że charakteryzowały się one jakością niedostateczną (2,50 pkt.), ze względu na smak kwaśny, gorzki, tłusty oraz posmak rybny. Na podstawie uzyskanych danych (tab. 4) stwierdzono istotne zróżnicowanie serów pod względem nasolenia, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,001). Powyższy wyróżnik był wyraźnie wyczuwalny w grupie serów C (4,00 pkt.), natomiast w próbach pochodzących od producenta A (3,00 pkt.) określono go na poziomie łagodnym i delikatnie słonym.

Jak podaje Riha i Wendorff [31] proces wędzenia oprócz funkcji konserwującej, ma również znaczący wpływ na właściwości sensoryczne, w tym kształtowanie barwy, smaku, zapachu oraz tekstury, a także na skład chemiczny serów. Majcher i in. [20] wskazali, że na aromat wędzonego oscypka składają się 54 lotne związki chemiczne pochodzące z mleka, powstające w wyniku procesów biofizykochemicznych, które są głównie efektem wędzenia. Inne sery wędzone mają tych związków mniej. Cytowani autorzy stwierdzili, że po uwędzeniu sera profil zapachowy uległ znacznej zmianie, a mianowicie pojawił się silny wędzony i ostry smak, który dominował w serze wędzonym przez okres 1 dnia i nasilił się po 3-dniowym wędzeniu. Natomiast obecność związków fenolowych i furanów/furanonów była odpowiedzialna odpowiednio za wędzoną i tostową nutę zapachową, podczas gdy ostry i maślany smak był spowodowany przez wysokie ilości kwasów octowego i butanowego. Według Surówki i in. [40] nadmierna zawartość soli, jak również zróżnicowane wartości pH oraz kwasowości istotnie wpływały na smak badanych serków. W profilu smakowym dominowały nuty słona oraz kwaśna. Wy-

Tabela 4

Ocena jakości sensorycznej serów wędzonych różnych producentów (±s)

Wyszczególnienie	Producent			p-value
	A (n=10)	B (n=10)	C (n=10)	
Barwa (pkt.)	$4{,}33^{A}$±0,55	$4{,}00^{a}$±0,52	$3{,}67^{Bb}$±0,52	0,035
Wygląd przekroju (pkt.)	$3{,}33^{A}$±0,52	$4{,}00^{B}$±0,01	3,67±0,52	0,047
Struktura i konsystencja (pkt.)	$2{,}67^{A}$±0,52	$4{,}50^{B}$±0,55	$3{,}50^{C}$±0,55	≤0,001
Zapach (pkt.)	$4{,}00^{A}$±0,00	$3{,}50^{B}$±0,55	$3{,}00^{C}$±0,01	≤0,001
Smak (pkt.)	$3{,}00^{B}$±0,01	$3{,}67^{A}$±0,52	$2{,}50^{B}$±0,55	≤0,001
Nasolenie (pkt.)	$3{,}00^{A}$±0,01	$3{,}50^{B}$±0,55	$4{,}00^{C}$±0,01	≤0,001

A, B, C – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie na poziomie p≤0,01
a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy p≤0,05

mienieni autorzy wykazali, że w ośmiu próbkach ta ostatnia cecha była tak nasilona, że mogła być przyczyną obniżenia akceptacji konsumenckiej, a dodatkowo w przypadku dwóch odnotowali zdecydowanie niedopuszczalny gorzki smak oraz drażniący zapach. Wszystkie analizowane serki według cytowanych autorów charakteryzowały się barwą żółtą, ale z bardzo zróżnicowanymi odcieniami od białożółtego do pomarańczowobrązowego. Paciorek i Bonczar [24] oraz Musiał [22] podają, że oryginalny oscypek z pełnego mleka owczego jest gładki i lśniący od tłuszczu, cechuje się barwą skórki od jasnożółtej do ciemnopomarańczowej, zależnie od stopnia uwędzenia. Miąższ jest elastyczny, barwy żółtej, o drobnych, nieregularnych oczkach. Natomiast zapach jest swoisty, mocny i charakterystyczny dla sera wędzonego, a smak kwaskowy, pikantny, słony, typowy dla produktów z mleka owczego. W doświadczeniu wykonanym przez Paciorek i Bonczar [24] oszczypki wędzone otrzymały najwyższą ocenę za takie wyróżniki jak wygląd sera, konsystencję, barwę, smak i zapach, wynoszącą łącznie 4,90 pkt. w skali 5-punktowej. W badaniach Kędzierskiej-Matysek i in. [14] barwa skórki oscypków była jasnobrązowa z połyskiem, a na przekroju sery charakteryzowały się białą barwą z lekkimi przebarwieniami do 1 cm pod skórką i kremową w głąb miąższu, natomiast barwa serów gazdowskich była żółta, jednolita i naturalna, co wpłynęło na wyższe noty wyróżnika barwy na poziomie (4,66 pkt.) w porównaniu do oscypków (4,33 pkt.). Według powyższych autorów konsystencja oscypka była lekko twarda i elastyczna, co wpłynęło na wyższą ocenę tego wyróżnika (4,73 pkt.), natomiast ser gazdowski oceniono niżej (3,13 pkt.) ze względu na fakt, że charakteryzował się nieelastyczną, kruchą konsystencją i był podatny na pękanie pod naciskiem. W przypadku oscypków zapach był łagodny, charakterystyczny dla serów wędzonych, natomiast smak był mniej wyrazisty i delikatniejszy. Natomiast w grupie serów z mleka krowiego (ser Gazdowski) autorzy odnotowali mniej wyrazisty i lekko kwaśny smak, co przyczyniło się do uzyskania niższych not na poziomie (4,13 pkt.) w porównaniu do oscypków (4,60 pkt.). Garabal i in. [10] określili smak serów wędzonych półtwardych produkowanych z mleka krowiego jako maślany, orzechowy oraz wędzony. W ocenie panelu sensorycznego najwyższe noty w skali 7-punktowej wymienieni autorzy przyznali za zapach (5,5 pkt.), wygląd ogólny (5,2 pkt.), natomiast niższe w przypadku smaku (4,6 pkt.) i tekstury (3,8 pkt.).

Podsumowanie

Badane sery wędzone wykazywały istotne zróżnicowanie pod względem zawartości wody, soli, pH, kwasowości ogólnej oraz siły cięcia. Stwierdzono, że sery producenta B charakteryzowały się najniższą zawartością wody i najwyższą soli oraz wysoką wartością kwasowości ogólnej i siły cięcia. Natomiast najmniejszą zawartością NaCl i najniższą wartością kwasowości ogólnej oraz siły cięcia odznaczały się sery z grupy C. Między analizowanymi serami występowały istotne różnice w zakresie parametrów barwy ocenianych na ich powierzchni i przekroju. Odnotowano, że najjaśniejszą powierzchnią cechowały się sery producenta A, a największym udziałem składowej barwy czerwonej z jednocześnie najmniejszym barwy żółtej oraz nasyceniem produkty C. Wykazano, że najniższą wartością indeksu jasności i najwyższym wskaźnikiem żółtości charakteryzowała się powierzchnia serów z grupy B i C. W przypadku prób z grupy C potwierdzono ciemniejszą barwę na przekroju, przy jednocześnie najmniejszym udziale barwy czerwonej i żółtej oraz nasyceniu. Dodatkowo wykazano, że udział barwy żółtej, nasycenie oraz wskaźnik zażółcenia był najwyższy na przekroju serów producenta A. W ocenie jakości sensorycznej odnotowano, że próby producenta A i B odznaczały się zdecydowanie najlepszą i pożądaną barwą, natomiast pod względem smaku najniżej oceniono sery C, których jakość określono na dostateczną. Najwyższe noty punktowe, za takie wyróżniki jak struktura i konsystencja oraz nasolenie uzyskały odpowiednio sery wędzone z grupy B i C.

Literatura: 1. Cais-Sokolińska D., Danków R., Pikul J., 2009 – Stabilność i jakość barwy sera mozzarella w trakcie przechowywania. Nauka. Przyroda. Technologie 3(4), 1-7. **2. CIE.**, 1978 – Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Suppl. No. 2 to CIE publication No. 15 (E-1.3.1), 1971/(TC-1-3), Commission Internationale de L'éclairage. Paris. **3. Danków R., Pikul J.**, 2011 – Przydatność technologiczna mleka owczego do przetwórstwa. Nauka Przyroda Technologie 5, 2, #7, 1-20. **4. Dimitrovska G., Srbinovska S., Presilski S., Manevska V., Kochoski L., Josheska E.**, 2016 – Traditional production and chemical composition of „Bieno cheese" in the Republic of Macedonia. Journal of Food Engineering 2016, 15, 55-60. **5. Dobrzańska A., Cais-Sokolińska D.**, 2014 – Ocena przydatności systemów pomiaru barwy do badań preparatów białek mleka i serwatki. Aparatura Badawcza i Dydaktyczna 3, 267-272. **6. Fox P.F.**, 1993 – Cheese: An Overview. [In:] Fox P. F. (Eds.): Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Springer Science+Business Media, Dordrecht. pp. 1-36. **7. Fox P.F.**, 1987 – Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 1-2. Elsevier Applied Science, London and New York. **8. Francis F.J., Clydesdale F.M.**, 1975 – Food colorimetry: theory and applications. The AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut, pp. 417-423. **9. Furczoń K., Michałek J., Oprychał T., Kochut P.**, 2007 – Katalog serów wołowskich i górskich. „Agro-Smak" 2, 9-20. **10. Garabal J.I., Rodríguez-Alonso P., Franco D., Centeno J. A.**, 2010 – Chemical and biochemical study of industrially producer San Simón da Costa smoked semi-hard cow's milk cheeses: Effects of storage under vacuum and different modified atmospheres. Journal of Dairy Science 93(5), 1868-1881. **11. Górska J.**, 2013 – Sery włoskie: Smaki Italii. Forum Mleczarskie Praktyka, 2, 1-4. **12. Guinee T.P.**, 2004 – Salting and the role of salt in cheese. International Journal of Dairy Technology 57(2/3), 99-109. **13. Hattem H.E., Taleb A.T., Manal A.N., Hanaa S.S.**, 2012 – Effect of pasteurization and season on milk composition and ripening of Ras cheese. Journal of Brewing and Distilling 3, 15-22. **14. Kędzierka-Matysek M., Florek M., Skałecki P., Litwińczuk A., Chruściński A.**, 2014 – A comparison of the physicochemical characteristics of the regional cheese Oscypek and the traditional cheese Gazdowski from the Polish Podhale. International Journal of Dairy Technology 67(2), 283-289. **15. Knysz P., Gondek M., Pyz-Łukasik R., Ziomek M., Drozd Ł., Paszkiewicz W., Szkucik K.**, 2018 – Skład chemiczny i wartość odżywcza regionalnych serów podpuszczkowych produkowanych metodą tradycyjną. Medycyna

Weterynaryjna 74(10), 671-675. **16. Kolanowski W.**, 2005 – Sery na serio. Przegląd Gastronomiczny 10, 8-9. **17. Kudełka W.**, 2014 – Próba oceny autentyczności produktów tradycyjnych z mleka owczego. Zeszyty Naukowe Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie 3(927), 21-31. **18. Lavasani A.R.S., Ehsani M.R., Mirdamadi S., Mousavi M.A.E.Z.**, 2012 – Changes in physicochemical and organoleptic properties of traditional Iranian cheese Lighvan during ripening. International Journal of Dairy Technology 65, 64-70. **19. Levkov V., Srbinovska S., Gjorgovska N.**, 2014 – Microbiological and chemical characteristics of traditional ewe's milk cheese from Mariovo region. Mljekarstvo 64, 195-206. **20. Majcher M.A., Goderska K., Pikul J., Jeleń H.H.**, 2011 – Changes in volatile, sensory and microbial profiles during preparation of smoked ewe cheese. Journal of the Science of Food and Agriculture 91(8): 1416-1423. **21. Migdał W., Zając M., Walczycka M., Węsierska E., Tkaczewska J., Kulawik P., Migdał Ł.**, 2019 – Produkty regionalne tradycyjnie wędzone wyprodukowane z surowców pozyskiwanych od rodzimych ras zwierząt. Przegląd Hodowlany 6, 3-11. **22. Musiał W.**, 2004 – Oscypek jako produkt regionalny Karpat polskich. Roczniki Naukowe Zootechniki 8, 96-100. **23. Ochrem A., Zapletal P., Czarniejewska-Surma B., Kułaj D., Pokorska J.**, 2017 – Skład chemiczny i jakość serów z regionu Podhala. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna L, 2, 133-139. **24. Paciorek A., Bonczar G.**, 2001 – Jakość oszczypków z uwzględnieniem oceny mleka owczego i żentycy. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 1(26), 103-116. **25. Paciorek A., Drożdż A.**, 1997 – Ocena jakości serów-oszczypków produkowanych na Podhalu. Żywność. Technologia. Jakość 4(13), 52-57. **26. Piekut M.**, 2017 – Zmiany w spożyciu mleka i produktów mleczarskich. Przegląd Mleczarski 4, 44-46. **27.** PN-A-86232:1973 – Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań. PKN, Warszawa. **28.** PN-ISO 4121:1998 – Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania. PKN, Warszawa. **29. Popović-Vranješ A., Paskaš S., Kasalica A., Jevtić M., Popović M., Belić B.**, 2016 – Production, composition and characteristics of organic hard cheese. Biotechnology in Animal Husbandry 32, 393-402. **30. Rajbhandari P., Patel J., Valentine E., Kingstedt P.S.**, 2009 – Chemical changes that predispose smoked Cheddar cheese to calcium lactate crystallization. Journal of Dairy Science 92, 3616-3622. **31. Riha W.E., Wendorff W.L.**, 1993 – Evaluation of Color In Smoked Cheese by Sensory and Objective Methods. Journal of Dairy Science 76, 1491-1497. **32. Rodriguez-Aguilera R., Oliveira J.C., Montanez J.C., Mahajan P.V.**, 2011 – Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf-life of surface mould ripened cheese: Part I constant temperature. LWT-Food Science and Technology 44, 330-336. **33.** Rozporządzenie Rady (UE) nr 510/2006. Wniosek o rejestrację zgodnie z artykułem 5 i 17 (2) „OSCYPEK". Nr WE: PL/0451/21.02.2005. (Dz. Urz. UE C180 z 2.8.2006, str. 94-97). **34. Rój A., Przybyłowski P.**, 2012 – Ocena barwy jogurtów naturalnych. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna 45(3), 813-816. **35. Rufan-Heneres J.A., Guerra-Hernandez E., Garcia-Villanova B.**, 2006 – Colour measurement as indicator for controlling the manufacture and storage of enteral formulas. Food Control 17(6), 489-493. **36. Salwa A.A., Morgan S.D., Moawad A.A., Metwally B.N.**, 2007 – Effect of moisture, salt content and pH on the microbiological quality of traditional Egyptian Domiati cheese. Assiut Veterinary Medicine Journal 53, 68-81. **37. Seremak-Bulge J.**, 2017 – Mity i błędy dotyczące spożycia mleka w Polsce. Przegląd Mleczarski 1, 3-7. **38. Sip A., Olejnik-Schmidt A., Więckowicz M., Grajek W.**, 2010 – Analiza mikroflory regionalnych serów gołka. Acta Scientiarum Polonorum, Biotechnologia 9(4), 25-38. **39.** StatSoft Inc., 2017 – Statistica (data analysis software system), version 13.3. StatSoft, Inc., TIBCO, Palo Alto, CA, USA. **40. Surówka K., Rzepka M., Maciejaszek I., Tesarowicz I., Zawiślak A., Banaś J.**, 2016 – Jakość i bezpieczeństwo serków wędzonych wytwarzanych w regionie Podhala. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 4(107), 102-114. **41. Walther B., Schmid A., Sieber R., Wehrmüller K.**, 2008 – Cheese in nutrition and health. Dairy Science & Technology 88, 389-405. **42. Wszołek M., Bonczar G.**, 2002 – Właściwości oszczypków z mleka owczego, krowiego i mieszaniny mleka krowio-owczego. Przemysł Spożywczy 9, 14-19.

Comparison of the quality characteristics of smoked cheeses available in the retail market

Summary

The purpose of the research was to compare selected physicochemical and sensory properties of smoked cheeses from different producers available in the retail market. The research material comprised 30 samples of smoked cheese purchased in hypermarkets in the city of Olsztyn. Immediately after purchase, they were transported to the laboratory for quantitative and qualitative analyses. The data obtained indicated that the smoked cheeses differed significantly in terms of water and salt content, active and titratable acidity, and shear force. The products of brand A had the highest water content and the lowest pH, while the brand C cheeses had the lowest NaCl content, total acidity, and shear force. The products differed significantly in the colour parameters of the surface and cross-section. Brand A cheeses had the lightest surface, while the brand B and C products had higher values for red colour and the yellowness index (YI). The surfaces of the cheeses from producer A were the yellowest, with the highest saturation, hue, and whiteness index. The cross-section of brand A and B cheeses had significantly higher values for lightness and red tristimulus compared to brand C. The cross-section of cheeses from producer A had the highest values for yellow colour, chroma, and the yellowness index (YI), while the colour of the cross-section of brand C cheese was darker and less saturated, with the lowest levels of red and yellow. The samples from manufacturers A and B had a desirable colour. The brand B cheese received the highest scores for the external appearance of the cross-section as well as for structure and consistency, with a homogeneous, firm and tender texture. The brand C samples had the strongest and most perceptible saltiness, which contributed to their lowest taste rating by the sensory panel.

KEY WORDS: smoked cheese, physicochemical properties, colour profile, sensory quality