



## SPRAWOZDANIE

z prowadzenia w 2015 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 maja 2010 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. Nr 91, poz. 595, z późn. zm.)

***pt.: Przetwórstwo produktów roślinnych lub zwierzęcych metodami ekologicznymi: Określenie dobrych praktyk dla przechowywania i przetwórstwa mleka oraz przetworów mlecznych z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów***

Realizowany przez: **Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

finansowany zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 maja 2010 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. Nr 91, poz. 595, z późn. zm.) na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21. 09. 2015 r HORre-km-078-191/15(399)

Kierownik tematu: **prof. dr hab. Waldemar Gustaw**

Główni wykonawcy: dr inż. Bartosz Sołowiej, dr inż. Marta Zalewska-Korona, dr inż. Ewa Jabłońska-Ryś, dr Aneta Sławińska, dr Wojciech Radzki, dr inż. Monika Michalak-Majewska, mgr inż. Katarzyna Skrzypczak, mgr inż. Aleksandra Ciołkowska

Aktualny stan wiedzy podparty licznymi wynikami badań naukowych, wskazuje, iż mleko krowie pozyskiwane z gospodarstw ekologicznych charakteryzuje się wyższą wartością biologiczną w porównaniu z surowcem pochodzącym z intensywnej produkcji konwencjonalnej. Dotyczy to nie tylko zawartości poszczególnych witamin, ale także profilu kwasów tłuszczowych. Najnowsze badania prowadzone przez naukowców z różnych części świata potwierdzają, że mleko ekologiczne ma korzystniejsze dla zdrowia człowieka proporcje kwasów tłuszczowych niż mleko pozyskiwane od krów z chowu konwencjonalnego. Jest to związane m. in. z tym, że mleko produkowane przez zwierzęta hodowane w systemie ekologicznym posiada wyższą zawartość kwasów jedno- i wielonienasyconych, sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA). Zawartość kwasów tłuszczowych omega-3 była o ponad 60% wyższa w mleku ekologicznym w porównaniu do mleka pochodzącego z gospodarstw konwencjonalnych.

W ostatnich latach wśród konsumentów w Polsce obserwuje się duże zainteresowanie produktami tradycyjnymi, wytwarzanymi najczęściej przez gospodarstwa, w których wykorzystuje się własne surowce.

Mleko ekologiczne stanowi doskonały surowiec do produkcji serów, w tym serów dojrzewających, dlatego też ich produkcja na małą skalę jest aktualnie jedną z najdynamiczniej rozwijających się segmentów przetwórstwa przydomowego.

Dodatek warzyw ekologicznych w produkcji sera z mleka ekologicznego może wpłynąć na podniesienie atrakcyjności tego typu produktu i przyczynić się do zwiększenia jego walorów prozdrowotnych. Jest to możliwe, dzięki zawartym w warzywach związkom biologicznie czynnym, do których należą: polifenole, antocyjany, flawonoidy karotenoidy czy chlorofile

W produkcji sera barwa produktu finalnego w dużym stopniu zdeterminowana jest przez zabarwienie tłuszczu mlekowego i z tego powodu podlega sezonowym zmianom. Barwniki takie, jak orleana (anatto) są stosowane do poprawienia wspomnianych wyżej sezonowych zmian barwy i dlatego w skali przemysłowej w procesie produkcji sera dojrzewającego dodanie farby serowarskiej pozwala uzyskać produkt o pożądanych właściwościach. Dodatki warzywne mogą stać się alternatywą dla barwienia gęstwy serowej w produkcji serów ekologicznych przy jednoczesnej modyfikacji cech organoleptycznych i właściwości prozdrowotnych. W dotychczas przeprowadzonych badaniach potwierdzono zarówno lecznicze jak i prewencyjne działanie roślinnych polifenoli w stosunku do wielu jednostek chorobowych w tym stanów zapalnych, cukrzycy, miażdżycy jak również chorób serca i nowotworów. Efekty prozdrowotne tych związków roślinnych obejmują również aktywność przeciwwirusową i antyoksydacyjną.

Produkcja serów ekologicznych z dodatkiem ekologicznych warzyw może wpłynąć na umocnienie pozycji rynkowej i zwiększenie aktywności gospodarczej małych wytwórców serów.

Popularyzacja wyrobu tego typu produktu wśród gospodarstw ekologicznych może, przyczynić się do efektywniejszej aktywacji wiejskich terenów ekologicznych, a także zwiększenia zainteresowania konsumentów regionalnymi produktami, co z kolei może stać się doskonałą promocją regionu.

## **CEL BADAŃ**

Celem badań było opracowanie technologii otrzymywania ekologicznych serów dojrzewających z dodatkiem wybranych warzyw pochodzących z upraw ekologicznych oraz określenie ich wpływu na teksturę, barwę, kwasowość ogólną i właściwości organoleptyczne otrzymanych produktów. Określano również wpływ zastosowanych dodatków warzywnych na zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w serach po dojrzewaniu oraz po okresie chłodniczego przechowywania.

Badania koncentrowały się także na analizie poszczególnych związków bioaktywnych występujących w warzywach pochodzących z upraw ekologicznych i możliwości zastosowania ich jako dodatku zwiększającego walory prozdrowotne produktu finalnego, a także alternatywnego, naturalnego środka barwiącego dla konwencjonalnych farb serowarskich.

### **Badania zostały zrealizowane w następujących zadaniach:**

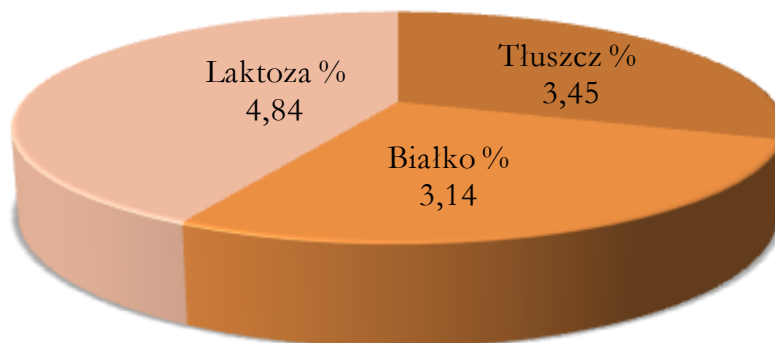
- I. Analiza surowców wykorzystywanych w dalszych etapach badań. W ramach tego etapu określono skład chemiczny i jakości mikrobiologiczną mleka pochodzącego z gospodarstwa ekologicznego. Dokonano wyboru surowców roślinnych, otrzymano susze warzywne, oznaczano ich właściwości antyoksydacyjne oraz zawartość wybranych substancji biologicznie aktywnych.
- II. Opracowanie receptury jak również poszczególnych parametrów technologicznych wyrobu i dojrzewania ekologicznych serów podpuszczkowych z dodatkiem suszonych warzyw pochodzących z upraw ekologicznych.
- III. Określenie zmian właściwości fizykochemicznych zachodzących podczas dojrzewania serów oraz po chłodniczym ich przechowywaniu.
- IV. Określenie wpływu dodatku suszonych warzyw ekologicznych na trwałość przechowalniczą i na wybrane cechy fizykochemiczne oraz na właściwości organoleptyczne ekologicznych serów dojrzewających.

## Wybrane wyniki badań

### Zadanie I

Wykonano analizy składu chemicznego mleka krowiego z gospodarstwa ekologicznego Pana Jerzego Monia z Krupego k. Krasnegostawu. W badanych próbkach mleka metodą spektrofotometrii w podczerwieni przy pomocy aparatu MilkoScan wg Michaelsen i in. (1988) zbadano zawartość białka, tłuszczu oraz laktozy. Oznaczono również liczbę komórek somatycznych oraz ogólną liczbę komórek bakterii w surowcu mlecznym.

Średnie wartości ogólnej liczby drobnoustrojów uzyskane dla prób analizowanego surowca osiągały wartości poniżej 100 tys./ml. Natomiast liczba komórek somatycznych wynosiła średnio 282 tys./ml. Mleko wykorzystywane w serowarstwie powinno się charakteryzować wysoką jakością higieniczną i zawierać najlepiej około 100 tys. komórek somatycznych w 1 ml mleka. Uzyskane wyniki analiz pozwoliły stwierdzić, iż jakość higieniczna mleka pozyskiwanego z gospodarstwa ekologicznego spełniała wymagania jako surowiec do skupu wg Rozporządzenia (WE) nr 853/2004 z 2004 r.. Analiza składu chemicznego (rys. 1) potwierdziła, że pod kątem przydatności technologicznej, mleko spełniało także wymogi stawiane surowcom przeznaczonym do produkcji serów dojrzewających.



**Rys. 1.** Skład chemiczny mleka ekologicznego stanowiącego surowiec do wyrobu serów dojrzewających.

W kolejnym etapie zadania dokonano wyboru surowców roślinnych przeznaczonych do produkcji suszu warzywnego stanowiącego dodatek do gęstwy serowej w kolejnych etapach badań.

W doświadczeniu analizowano 5 gatunków roślin warzywnych: cebulę (*Allium cepa* L.), brokuł (*Brassica oleracea* L.), burak ćwikłowy (*Beta vulgaris* L), marchew (*Daucus carota* L.) oraz pomidor (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Tab.1). Posiadały one certyfikaty potwierdzające spełnienie wymogów dla surowców ekologicznych i pochodziły ze sprzedaży bezpośredniej.

**Tab. 1.** Wykaz surowców warzywnych

Surowiec	Odmiana	Pochodzenie
Cebula ( <i>Allium cepa</i> L.)	Red Baron	Farma Świętokrzyska Sp. z o.o., Warszawa
Brokuł ( <i>Brassica oleracea</i> L.)	Kronos	Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe, Cedzyna
Burak ćwikłowy ( <i>Beta vulgaris</i> L.)	Wodan	Farma Świętokrzyska Sp. z o.o., Warszawa
Marchew ( <i>Daucus carota</i> L.)	Nerac	Farma Świętokrzyska Sp. z o.o., Warszawa
Pomidor ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Jack	Farma Świętokrzyska Sp. z o.o., Warszawa

Zakupione warzywa poddano obróbce wstępnej, polegającej na myciu, usunięciu części zbędnych, rozdrobnieniu (marchew, burak – wiórki o grubości 2 mm, cebula, pomidor – kostka o boku 5-7 mm, brokuł – różyczki o wymiarach nie przekraczających 15 mm) i blanszowaniu (z wyjątkiem pomidora) w warunkach 95 °C/60s). Następnie warzywa suszono (50 °C/36h). Uzyskany susz służył jako dodatek do serów ekologicznych. Wilgotność suszu podano w Tabeli 2.

**Tab. 2.** Zawartość wody w suszach warzywnych

Susz	Zawartość wody
	[%]
<i>Cebula</i>	6,0
<i>Brokuł</i>	7,6
<i>Burak ćwikłowy</i>	7,8
<i>Marchew</i>	8,1
<i>Pomidor</i>	9,1

W uzyskanych suszach warzywnych oznaczono zawartości poszczególnych związków bioaktywnych. Analizowano zawartość polifenoli metodą Folina (Singleton i Rossi, 1965; Dubost i in., 2007), wyniki wyrażono jako mg kwasu galusowego w 1 g suszonych warzyw (mg GAE/g). Aktywność przeciwutleniającą określono metodą redukcji kompleksu żelazowego Fe-TPTZ (FRAP) (Thetsrimuang i in., 2011), wyniki wyrażono w mikromolach Troloxu na 1 g suszonych warzyw (µmol Trolox/g). Oznaczenia wykonano w ekstraktach wodnych, wartości średnie (n=3) oraz odchylenia standardowe przedstawiono w Tabeli 3.

**Tab. 3.** Zawartość związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniająca suszonych surowców roślinnych

Surowiec	Fenole	FRAP
	mg GAE / g	μmol Trolox / g
Średnia ± SD		
<i>Cebula</i>	9,45 ± 0,19	17,39 ± 0,33
<i>Brokuł</i>	11,45 ± 0,01	21,94 ± 1,11
<i>Burak</i>	8,27 ± 0,32	26,55 ± 0,48
<i>Marchew</i>	2,2 ± 0,1	3,3 ± 0,1
<i>Pomidor</i>	7,0 ± 0,2	16,0 ± 0,8

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że największą zawartością polifenoli ogółem charakteryzował się susz z brokułu ( $11,45 \pm 0,01$  mg/g) oraz cebuli ( $9,45 \pm 0,19$  mg/g). Najniższą wartość tego parametru stwierdzono dla marchwi ( $2,2 \pm 0,1$  mg/g). Susze z buraka ćwikłowego oraz brokułu cechował najwyższy potencjał przeciwutleniający (odpowiednio  $26,55 \pm 0,48$  μmole Troksu/g i  $21,94 \pm 1,11$  μmole Troloksu/g). Natomiast najniższą aktywność przeciwutleniającą stwierdzono dla suszy z marchwi ( $3,3 \pm 0,1$  μmole Troloksu/g).

Analiza zawartości karotenoidów w suszonych surowcach dokonana wg PN-A-75101/12 wykazała, iż susz pomidorowy zawiera największą ilość badanych barwników (122,39 mg w 100 g suszu), natomiast najmniejsza wartość tego składnika została odnotowana dla suszu cebuli (0,13 mg/100g) (Tab. 4.). Szacuje się, iż 80 - 90% wszystkich karotenoidów w owocach pomidora stanowi likopen, który zapobiega powstawaniu nowotworów a także chorobom układu krążenia oraz serca. Zawartość likopenu oznaczono metodą opisaną przez Fish'a i wsp. (2002). W suszonych pomidorach zawartość likopenu wynosiła średnio 107,7 mg/100g.

Aktualnie zaleca się stosowanie diety bogatej w warzywa, w tym pomidory i marchew oraz ich przetwory. Intensywna barwa suszonych pomidorów i marchwi, jak również ich smak i zapach miały decydujący wpływ w wyborze tych suszy w produkcji do serów dojrzewających.

Kolejnym analizowanym związkiem bioaktywnym był chlorofil, którego zawartość w suszu brokułowym określono wg metodyki Lichtenthaler i Buschmann (2001). Badany surowiec zawierał ponad dwukrotnie więcej chlorofilu A (28,47 mg/100g) niż chlorofilu B (11,77 mg/100g) (Tab. 4).

Zawartość antocyjanów w suszu cebulowym określona wg Fuleki i Francis (1968) kształtowała się na poziomie 194,33 mg/100 g suszu, natomiast flawonoidów wg Jia i in. (1998) wynosiła  $349,29 \pm 2,67$  mg/100 g suszu (Tab. 4).

**Tab. 4.** Zawartość wybranych substancji biologicznie aktywnych w suszach warzywnych

Rodzaj suszu	Substancje biologicznie aktywne [mg/100g suszu]						
	Karotenoidy	Likopen	Chlorofil A	Chlorofil B	Antocyjany	Flawonoidy	Betalainy
	Średnia $\pm$ SD						
<i>Cebula</i>	0,13 $\pm 0,01$	-	-	-	194,33 $\pm 6,11$	349,29 $\pm 2,67$	-
<i>Brokuł</i>	10,61 $\pm 0,14$	-	28,47 $\pm 0,94$	11,77 $\pm 0,45$	-	-	-
<i>Burak ćwikłowy</i>	0,17 $\pm 0,02$	-	-	-	-	-	7,12 $\pm 0,48$
<i>Marchew</i>	119,91 $\pm 1,06$	-	-	-	-	-	-
<i>Pomidor</i>	122,39 $\pm 2,06$	107,7 $\pm 2,46$	-	-	-	-	-

W suszach z buraka ćwikłowego oznaczano zawartość betalain wg metody opisanej przez Gościenną i in. (2014). Zawartość tych barwników stwierdzono na poziomie  $7,12 \pm 0,48$  mg/100 g suszu.

## Zadanie II

Bazując na doświadczeniach i wynikach analiz przeprowadzonych w ramach ubiegłorocznego projektu (HORre-029-19-14/14(84)) finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, dopracowano recepturę oraz parametry technologiczne wyrobu i warunków dojrzewania serów podpuszczkowych z dodatkiem suszonych warzyw ekologicznych. Aplikacja do gęstwy serowej surowca warzywnego wymagała starannego dopracowania cyklu produkcyjnego szczególnie pod kątem higienicznym.

Wybrane do dalszych badań warzywa bezpośrednio po zakupie były poddane procesowi obróbki wstępnej i suszenia konwekcyjnego. Uzyskany w postaci rozdrobnionych fragmentów warzyw susz w ilości 5 % wykorzystano jako dodatek barwiący i potencjalnie przedłużający trwałość serów dojrzewających.

W celu utrzymania stałego czasu koagulacji i uzyskania wystarczająco zwartego skrzepu do mleka przerobowego dodano 40 % wodny roztwór  $\text{CaCl}_2$  w ilości 2ml/ 10 L surowca i dokładnie wymieszano. Następnie do mleka (temp. 33 °C) poddanego obróbce wstępnej dodano szczepionkę ALPHA 3DL 3,5 (zawierająca szczepy mezofile 2/3 homofermentatywne i 1/3 heterofermentatywne, *Lactococcus cremoris* i *Lactococcus lactis* 66 %, *Lactococcus diacetylactis* i *Leuconostoc cremoris* 33%) zgodnie z zaleceniem producenta i inkubowano przez 60 min. Następnie do mleka dodano enzym koagulujący - podpuszczkę mikrobiologiczną (zgodnie z zaleceniem producenta).

Po uzyskaniu odpowiedniej konsystencji, skrzep krojono (czas koagulacji wynosił średnio 35 min.) na sześciiany o boku ok. 1 cm. i mieszano (rys. 2. B - F), po czym odczerpano 40 % serwatki (rys. 2. G) i dodano 2,5 L wody technologicznej o temp. 35 °C. Temperaturę gęstwy serowej stopniowo (1 °C /2 min) podwyższano (przy jednoczesnym mieszaniu ziarna serowego) do 37 °C. Po otrzymaniu odpowiedniej struktury ziaren serowych oraz po uzyskaniu pH serwatki na poziomie  $6,2 \pm 0,2$ , serwatkę odczerpano do poziomu gęstwy serowej. W kolejnym etapie do masy serowej dodano 5 % (w stosunku do 1 kg uzyskanej gęstwy serowej) suszonych warzyw (ekologiczna cebula, burak, brokuł, marchew lub pomidor), kontrolę stanowił ser bez dodatku warzywnego (rys 2. H - J).

Otrzymana masa serowa została przeniesiona do trzech form (po 300 g gęstwy serowej do każdej), a następnie prasowana. Proces ten miał na celu ostateczne usunięcie serwatki, uzyskanie odpowiedniej struktury i ukształtowania sera. Prasowanie rozpoczęto od nacisku 2 kg na formę i przebiegało etapami poprzez stopniowe zwiększanie nacisku (2 kg/h) przykładanego na formę do końcowego obciążenia 6 kg. Sery były obracane co 30 min. Następnie po wyjęciu z form, sery solono w solance (18%, pH 4,8) w temperaturze 13 °C przez 45 min na każdą stronę kręgu (rys.2. K).

Po osuszeniu (rys. 2. L - M) w celu zabezpieczenia przed wysychaniem i pękaniem, sery zostały pokryte specjalnie przeznaczoną do tego celu pastą serowarską, którą наносzono na powierzchnię kręgów zgodnie z zaleceniem producenta sery. Sery przenoszono do dojrzewalni chłodnej (13 °C), gdzie dojrzewały 3 tygodnie, następnie były przechowywane w warunkach chłodniczych (5 °C) przez kolejne 6 tygodnie. Przez cały okres zarówno dojrzewania jak i przechowywania sery były systematycznie obracane.

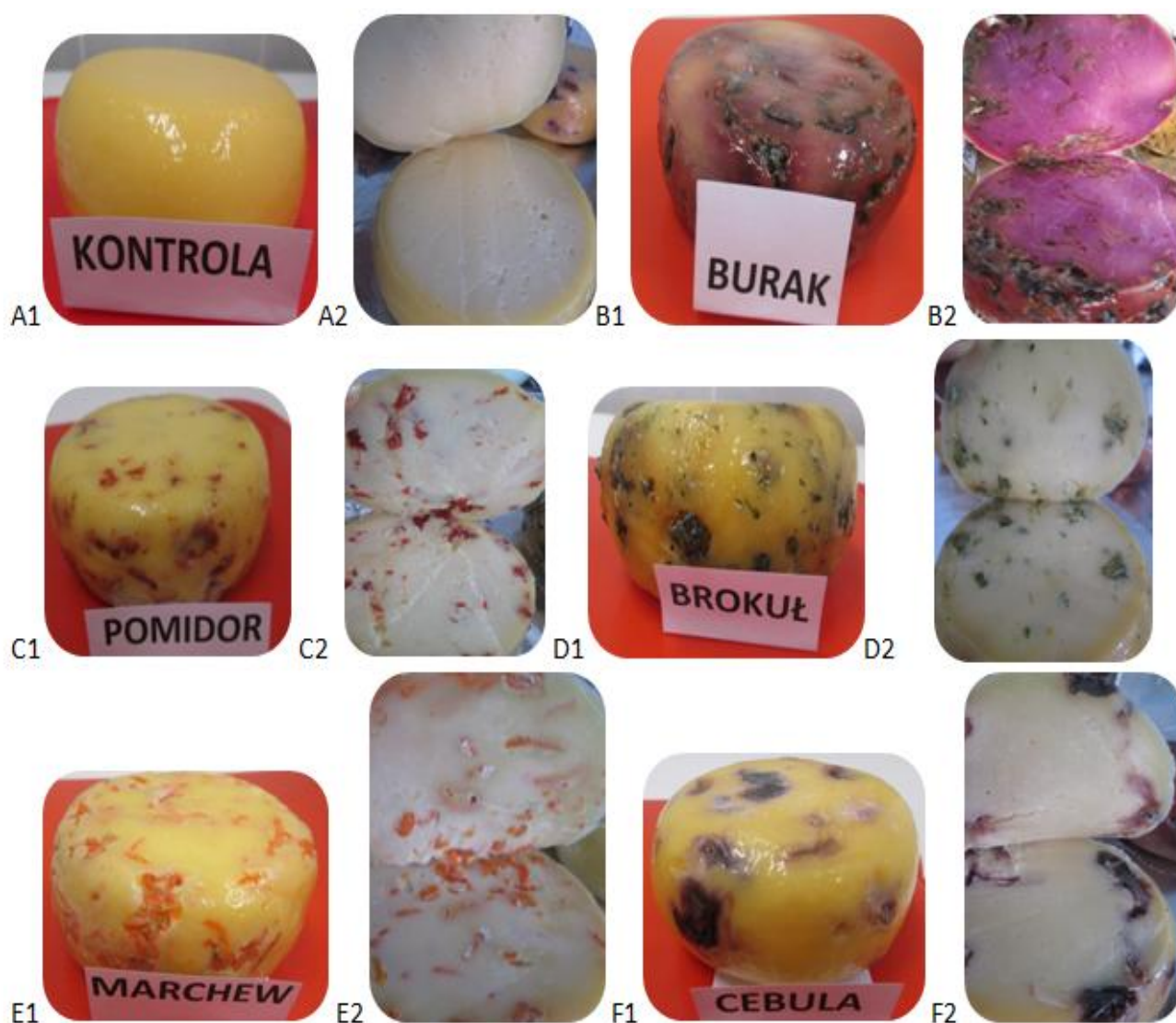




**Rys. 2.** Wybrane etapy procesu produkcyjnego serów ekologicznych z dodatkiem suszonych warzyw na przykładzie dodatku brokułowego: A-ogrzewanie mleka B- krojenie skrzepu C - F mieszanie ziarna serowego i dalsza obróbka gęstwy serowej , G- pierwsze odczerpanie serwatki, H- końcowe odczerpanie serwatki do poziomu gęstwy serowej, I - J- dodanie naważki suszonych warzyw i dokładne mieszanie gęstwy serowej, K- solenie serów w solance, L-M- uzyskane sery świeże, N- produkt finalny (po chłodniczym przechowywaniu).

### Zadanie III i IV

Uzyskane produkty finalne (rys. 2. N; rys. 3) po procesie dojrzewania jak i po chłodniczym przechowywaniu poddawano ocenie organoleptycznej oraz szczegółowym analizom fizykochemicznym.



**Rys. 3.** Sery ekologiczne po dojrzewaniu (A1,B1,C1,D1,E1,F1) oraz ich przekroje po zakończeniu chłodniczego przechowywania (A2,B2,C2,D2,E2,F2).

Ocena organoleptyczna produktów finalnych została wykonana po zakończonym dojrzewaniu oraz po okresie chłodniczego przechowywania. Oceny dokonano w oparciu o metodę pięciopunktową w skali 1-5 (min-max) na podstawie PN-A-86230 przez przeszkolony zespół oceniający. Obiektywnie i niezależnie oceniono takie cechy wytworzonych serów jak:

kształt, wygląd, skórka, oczkowanie, konsystencję, barwę oraz smak i zapach. Wyniki umieszczono w Tabeli 5.

**Tab.5.** Wartości średnie wyników oceny organoleptycznej przeprowadzonej metodą pięciopunktową wraz z oceną hedoniczną.

Wyróżnik	Skórka		Oczkowanie		Konsystencja		Barwa		Smak i zapach		Ocena hedoniczna (1-9)*	
	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu
<b>Kontrola</b>	5	5	5	4,75	5	4,5	5	5	4,6	4,5	2,4	2,75
<b>Cebula</b>	5	5	4,8	5	4,8	5	4,4	5	5	5	1,8	1,5
<b>Burak</b>	5	4,75	4,6	4,75	4,6	4,5	4	4,5	3	3,5	6,6	5,25
<b>Marchew</b>	5	4,5	3	4	3,2	4,5	4,4	4,75	2,2	3,5	5,6	4,75
<b>Brokuł</b>	5	3,5	3,8	4,25	3,6	3,5	4	4,5	3	4,5	6,6	3,25
<b>Pomidor</b>	5	4,75	3,6	4,25	3	4,25	4	4,75	3	4	8	4,25

\*1 - ogromnie lubię, 5 - ani lubię, ani nie lubię, 9 – ogromnie nie lubię.

Po zakończonym okresie dojrzewania wszystkie produkty finalne zachowały odpowiedni kształt. Nie zaobserwowano żadnych zmian w wyglądzie kręgów serowych.

Pod względem wyglądu skórki po zakończonym okresie dojrzewania wszystkie warianty serów wyprodukowanych na bazie ekologicznego mleka oceniono na ocenę maksymalną (5 pkt.). Po przechowywaniu jedynie ser kontrolny oraz ser z dodatkiem cebuli uzyskały najwyższą notę, najniżej oceniono ser z dodatkiem brokułu, który charakteryzował się spękaną, chropowatą powierzchnią kręgu wynikającą z rozlokowania się w niej fragmentów suszonego warzywa. Oczkowanie było najwyższym ocenionym parametrem w przypadku sera bez dodatków warzywnych, gdyż rozkład oczek był bardzo regularny w pozostałych wariantach oczkowanie było dość nieregularne ze względu na różne rozmieszczenie się poszczególnych fragmentów suszonych warzyw w gęstwie serowej. Nie zaobserwowano natomiast żadnych pęknięć ani szczelin w budowie wewnętrznej miąższu serów.

Konsystencja serów, obok smaku i zapachu, była jedną z najbardziej różnicujących cech. Najwyżej oceniono próbę kontrolną, najniżej zaś sery z dodatkiem marchwi oraz pomidorów, uzyskały one odpowiednio noty 3,2 oraz 3, jednakże po chłodniczym przechowywaniu ocena tych parametrów zmieniła się i wynosiła 4, oraz 4,25. Najprawdopodobniej niska temperatura przyczyniła się do poprawy konsystencji, która stała się bardziej zwięzła, co wpłynęło na noty

końcowe. Najlepszą konsystencją po chłodniczym przechowywaniu zdaniem oceniających wyróżniał się wariant sera z dodatkiem cebuli ekologicznej, który uzyskał najwyższe noty.

Uzyskane produkty finalne różniły się znacząco między sobą pod względem zabarwienia gęstwy serowej. Było to wynikiem zastosowania różnych dodatków warzywnych. Barwa, podobnie jak wygląd skórki, były najwyższej ocenionymi parametrami. Najlepiej do gęstwy serowej dyfundowały barwniki zawarte w buraku, gęstwa serowa uzyskała ciekawą równomiernie rozłożoną fioletowo-różową barwę. Najwyższe noty po dojrzewaniu i przechowywaniu uzyskał ser kontrolny. Najwyższej ocenionym serem z dodatkiem warzywny był wariant z cebulą, który najwyższą notę uzyskał po zakończonym okresie chłodniczego przechowywania. Również ten sam wariant został najlepiej oceniony w ocenie hedonicznej uzyskując wynik 1,8 dla prób po dojrzewaniu oraz 1,5 dla produktu po przechowywaniu w niskiej temperaturze

Najniższy stopień akceptacji konsumenckiej pod względem smaku i zapachu wyrażony najniższą oceną (3 pkt.) uzyskały sery z dodatkiem buraka, brokułu oraz pomidora. W wariant sera z pomidorowym dodatkiem charakteryzował się silnym kwasowym zapachem i jednakże po zakończonym okresie przechowywania chłodniczego ocena ta wynosiła 4 pkt. Generalnie wszystkie sery z dodatkami uzyskały wyższe noty ocenianego parametru smaku i zapachu po zakończeniu przechowywania w niskiej temperaturze niż warianty serów uzyskane bezpośrednio po zakończeniu procesu dojrzewania. Najwyższe noty (5 pkt.) po obu etapach procesu dojrzewania i przechowywania uzyskał produkt z dodatkiem cebuli.

Barwa serów została poddana dalszym analizom. Wyniki instrumentalnej analizy barwy dokonanej przy użyciu aparatu X-Rite 8200 wg Carini i in. (2010) przedstawiono w Tabeli 6.

Parametr  $L^*$  określa jasność badanych próbek, im wyższa wartość tego parametru tym barwa próbki jest jaśniejsza. W badanych próbkach serów ekologicznych po dojrzewaniu wartość parametru  $L^*$  zawierała się w zakresie od 46,38 (ser z dodatkiem buraka) do 83,74 (ser bez dodatków – kontrola). Po okresie chłodniczego przechowywania wartość tego parametru uległa obniżeniu we wszystkich próbkach z wyjątkiem sera z dodatkiem marchwi, dla którego zaobserwowano nieznaczny wzrost. Dane te świadczą o nieznacznym ściemnieniu serów.

Parametr  $a^*$  określa zmiany barwy w zakresie od zieleni (wartości ujemne) do czerwieni. Największym udziałem barwy czerwonej w badanych próbkach serów po dojrzewaniu charakteryzowały się sery z dodatkiem buraka (21,96), najmniejszym ser bez dodatków (4,00). Wszystkie dodatki warzywne przyczyniły się do wzrostu udziału barwy czerwonej w serach. Proces chłodniczego przechowywania w przypadku kontroli (ser bez dodatków) przyczynił się do nieznacznego wzrostu wartości parametru  $a^*$ . Wartości te wzrosły także w przypadku serów

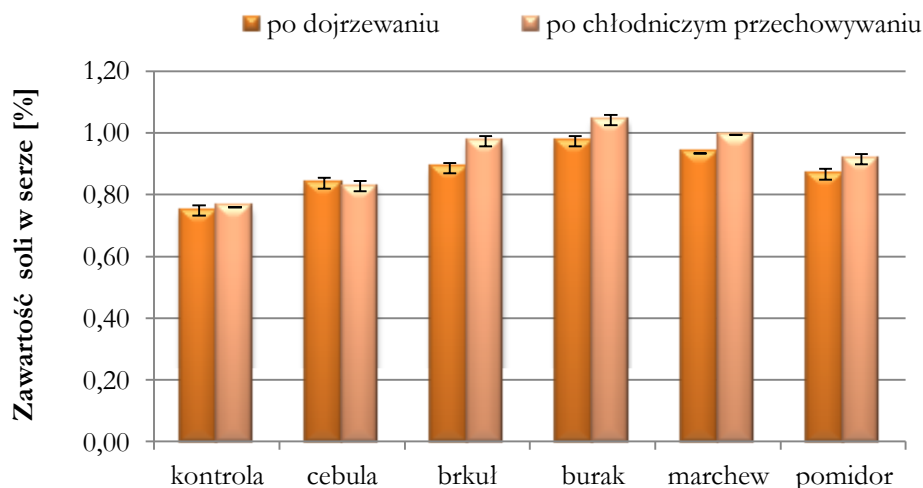
z dodatkiem cebuli czerwonej i pomidora, w pozostałych próbkach zaobserwowano spadek wartości parametru  $a^*$ .

**Tab. 6.** Parametry barwy dla produktów po zakończonym okresie dojrzewania oraz po chłodniczym przechowywaniu

Próbki		Parametr barwy		
		L*	a*	b*
		Średnia ± SD		
<i>Kontrola</i>	Po dojrzewaniu	83,74±1,27	4±0,39	29,39±2,19
	Po chłodniczym przechowywaniu	79,5±0,21	4,89±0,08	31,35±0,36
<i>Cebula</i>	Po dojrzewaniu	78,17±3,77	5,11±0,39	29,95±5,59
	Po chłodniczym przechowywaniu	77,63±0,5	6,61±0,69	27,03±0,8
<i>Burak</i>	Po dojrzewaniu	46,38±2,96	21,96±2,28	-5,69±1,52
	Po chłodniczym przechowywaniu	41,92±0,71	19,07±2,96	2,04±4,19
<i>Marchew</i>	Po dojrzewaniu	75,9±1,86	11,97±3,39	29,02±2,36
	Po chłodniczym przechowywaniu	77,63±0,5	6,61±0,69	27,03±0,8
<i>Brokuł</i>	Po dojrzewaniu	73,07±2,5	4,63±1,46	30,68±3,61
	Po chłodniczym przechowywaniu	69,1±2,58	2,62±0,55	25,66±1,64
<i>Pomidor</i>	Po dojrzewaniu	81,48±4,47	7,1±2,54	29,23±2,44
	Po chłodniczym przechowywaniu	68,8±1,45	11,38±0,9	32,19±0,8

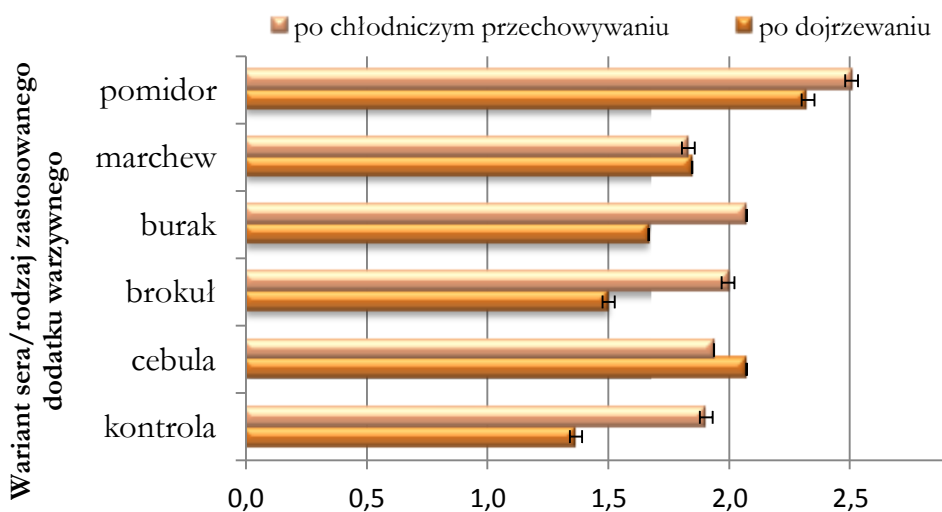
Parametr  $b^*$  określa zmiany barwy w zakresie od niebieskiego (wartości ujemne) do żółtego. We wszystkich serach dodatkami warzywnymi, z wyjątkiem sera z dodatkiem buraka, wartości parametru  $b^*$  były zbliżone do wartości w kontroli i mieściły się w zakresie od 29,02 (ser z dodatkiem marchwi) do 30,68 (ser z dodatkiem brokułu). Ser z dodatkiem buraka charakteryzował się udziałem barwy niebieskiej (-5,69). Proces chłodniczego przechowywania w większości analizowanych prób wpływał nieznacznie na zmianę wartości parametru  $b^*$ . Wzrost udziału barwy żółtej zaobserwowano w przechowywanych próbkach kontroli oraz serów z dodatkiem buraka i pomidora, natomiast w serach z dodatkiem cebuli, marchwi i brokułu zaobserwowano spadek.

W uzyskanych produktach określono zawartość soli metodą Mohra wg PN-A-79011-7:1998. Sery z dodatkiem suszonego buraka charakteryzowały się najwyższym stężeniem soli, które utrzymywało się zarówno po dojrzewaniu jak i po chłodniczym okresie przechowywania (rys. 4.). Generalnie stwierdzono wyższą zawartość soli w produktach po zakończeniu ich chłodniczego przechowywania. Warianty kontrolne charakteryzowały się najniższymi stężeniami soli, które po dojrzewaniu osiągnęły poziom 0,75 %. Zarówno temperatura jak i czas wpływają na proces migracji soli do wnętrza sera.



Rys. 4. Zawartość soli w ekologicznych serach po dojrzewaniu oraz po chłodniczym przechowywaniu.

Kwasowość miareczkowa w produktach oznaczona została wg PN-A-86232:1973. Największą zawartość kwasu mlekowego w 100 g produktu posiadały sery z dodatkiem pomidorów, potwierdza to także najniższa nota przyznana w ocenie organoleptycznej. Sery te według oceniających miały wyczuwalnie kwaśny zapach i smak. Dodatek suszonych warzyw do gęstwy serowej wpłynął na podwyższenie wartości kwasowości ogólnej produktu po dojrzewaniu. Parametr ten osiągnął wyższe wartości po chłodniczym przechowywaniu, wyjątek stanowiły warianty sera z dodatkiem cebuli, gdzie wyższą kwasowością charakteryzowały się produkty po dojrzewaniu. Podobną zależność zaobserwowano również w przypadku sera z dodatkiem suszonej marchwi, jednak wartość kwasowości miareczkowej po dojrzewaniu była nieznacznie t wyższa od wyniku uzyskanego dla tego produktu po chłodniczym przechowywaniu (rys. 5.).



Rys. 5. Zawartość kwasu mlekowego w 100 g sera po dojrzewaniu oraz po chłodniczym przechowywaniu.

W serach ekologicznych po okresie dojrzewania oraz po chłodniczym przechowywaniu oznaczano zawartość wybranych związków biologicznie czynnych (Tab. 7).

**Tab.7.** Zawartość wybranych związków biologicznie czynnych w serach.

Badane związki bioaktywne	Wariant sera ekologicznego	Zawartość w mg/100 g produktu	
		Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu
		Średnia ± SD	
<b>Karotenoidy</b>	Kontrola	0,43 ± 0,02	0,38 ± 0,02
	Z dodatkiem cebuli	0,42 ± 0,03	0,46 ± 0,04
	Z dodatkiem pomidora	6,37 ± 0,20	6,22 ± 0,10
	Z dodatkiem marchwi	5,82 ± 0,20	5,57 ± 0,03
	Z dodatkiem brokułu	0,94 ± 0,05	0,94 ± 0,04
	Z dodatkiem buraka	0,42 ± 0,02	0,26 ± 0,01
<b>Zw. fenolowe ogółem</b>	Kontrola	142 ± 2	163 ± 4
	Z dodatkiem cebuli	185 ± 3	157 ± 9
	Z dodatkiem pomidora	290 ± 10	294 ± 13
	Z dodatkiem marchwi	166 ± 7	173,3
	Z dodatkiem brokułu	170 ± 7	200 ± 14
	Z dodatkiem buraka	187 ± 6	194 ± 12
<b>Likopen</b>	Z dodatkiem pomidora	6,01 ± 0,23	5,56 ± 0,18
<b>Chlorofil A</b>	Z dodatkiem brokułu	0,86 ± 0,05	0,52 ± 0,01
<b>Chlorofil B</b>	Z dodatkiem brokułu	0,0	-
<b>Antocyjany</b>	Z dodatkiem cebuli	7,71 ± 0,44	6,61 ± 0,16
<b>Flawonoidy</b>	Z dodatkiem cebuli	12,84 ± 0,22	9,77 ± 0,80
<b>Betalainy</b>	Z dodatkiem buraka	0,25 ± 0,03	0,22 ± 0,02

Zawartość karotenoidów była analizowana we wszystkich próbkach serów ekologicznych. W serach bez dodatku warzyw (kontrola) stwierdzono zawartość karotenoidów, odpowiednio 0,43 mg/100g w próbach po dojrzewaniu oraz 0,38 mg/100g w próbach po przechowywaniu chłodniczym, co świadczy o obecności tych związków w mleku i ich dyfuzji do sera. Dodatek warzyw spowodował wzbogacenie serów w karotenoidy ogółem. Największy wzrost tych związków zaobserwowano w serach z dodatkiem pomidora i marchwi, odpowiednio 6,37 mg/100g i 5,82mg/100g dla prób po dojrzewaniu oraz 6,22 mg/100g i 5,57 mg/100g dla prób po chłodniczym przechowywaniu. Zawartość likopenu analizowano w serach z dodatkiem pomidorów i wynosiła ona średnio 6,01mg/100g dla prób po okresie dojrzewania. W próbach po okresie chłodniczego przechowywania wartość ta nieznacznie zmalała i wynosiła 5,56 mg/100g.

Zawartość chlorofilu A w serze z dodatkiem brokułu po okresie dojrzewania wynosiła 0,86 mg/100g. Po okresie chłodniczego przechowywania zaobserwowano spadek do zawartości 0,52 mg/100g. W żadnej próbce serów, zarówno po okresie dojrzewania, jak i chłodniczego przechowywania, nie stwierdzono obecności frakcji chlorofilu B (występowanie tej frakcji

stwierdzono jedynie w suszonym brokule). Prawdopodobnie frakcja ta uległa w procesie technologicznym otrzymywania serów rozkładowi.

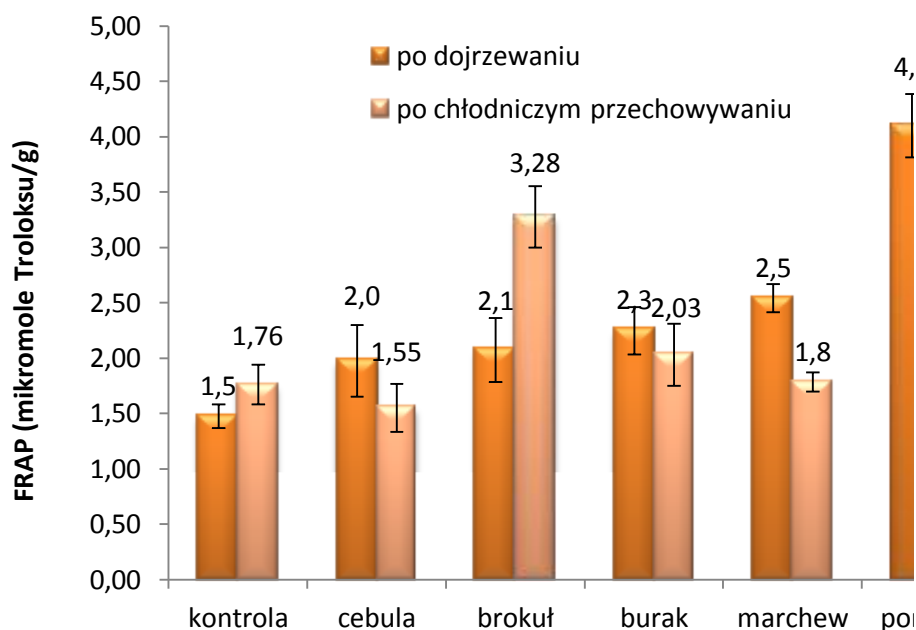
W serach z dodatkiem cebuli czerwonej analizowano zawartość antocyjanów i flawonoidów. W serze po okresie dojrzewania stwierdzono zawartość antocyjanów na poziomie 7,71 mg/100g, wartość ta po przechowywaniu nieznacznie zmalała i wynosiła 6,61 mg/100g. Podobnie zawartość flawonoidów z poziomu 12,84 mg/100g spadła do 9,77 mg/100g w produkcie przechowywanym.

Zawartość barwników betalainowych w serze wzbogaconym suszem buraka ćwikłowego po dojrzewaniu wynosiła 0,25 mg/100g, natomiast po przechowywaniu zaobserwowano spadek do poziomu 0,22 mg/100g.

Zawartość związków fenolowych ogółem w serach bezpośrednio po dojrzewaniu mieściła się w zakresie od  $141,51 \pm 2,38$  mg/100g (próba bez dodatku suszu) do  $289,9 \pm 9,9$  mg/g (ser z dodatkiem suszonych pomidorów). Przechowywanie serów wywarło zróżnicowany wpływ na zawartość związków fenolowych. W przypadku serów z dodatkiem buraka ćwikłowego, marchwi i pomidora nie stwierdzono zmian w ich zawartości. W przypadku serów z dodatkiem brokołu oraz pozbawionych dodatku warzyw zaobserwowano niewielki wzrost zawartości związków polifenolowych. Z kolei w przypadku serów z dodatkiem cebuli wystąpił nieznaczny spadek zawartości związków fenolowych ogółem.

Wyniki dotyczące potencjału przeciwutleniającego zmierzonego metodą FRAP zobrazowano na rysunku. 6. Badane produkty wykazały aktywność przeciwutleniającą w zakresie od  $1,48 \pm 0,11$   $\mu$ moli Troloksu/g (ser bez dodatku warzyw) do  $4,1 \pm 0,3$   $\mu$ moli Troloksu/g (ser z dodatkiem pomidorów). Właściwości przeciwutleniające serów świeżych były wysoko skorelowane z zawartością związków fenolowych ogółem ( $R=0,94$ ). Przechowywanie serów w warunkach chłodniczych spowodowało zmiany w aktywności przeciwutleniającej. W przypadku serów z dodatkiem pomidorów, cebuli i marchwi zaobserwowano niewielki spadek aktywności, natomiast wzrost stwierdzono dla serów z dodatkiem brokołu. Aktywność przeciwutleniająca serów kontrolnych oraz z dodatkiem buraków nie uległa zmianom po zakończonym okresie przechowywania. W przypadku serów przechowywanych korelacja pomiędzy zawartością związków fenolowych ogółem oraz aktywnością przeciwutleniającą FRAP była niższa i wyniosła  $R=0,6$ .





**Rys. 6.** Potencjału przeciwutleniającego FRAP ekologicznych serów dojrzewających.

W produktach po dojrzewaniu jak i po zakończonym przechowywaniu oznaczano zmiany zawartości tłuszczu (Tab. 8.) oraz kwasów tłuszczowych (Tab. 9.).

Zawartość tłuszczu w serach bezpośrednio po zakończeniu dojrzewania mieściła się w zakresie od 25,5 % (dla sera z dodatkiem suszonej marchwi) do 29,7 % (dla sera z dodatkiem cebuli).

**Tab.8.** Zawartość tłuszczu w serach ekologicznych po dojrzewaniu oraz po chłodniczym przechowywaniu.

Wariant sera	Tłuszcz [%]	
	Średnia ± SD	
	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu
<b>Kontrola</b>	26,5±1,8	26,9±1,9
<b>z dodatkiem cebuli</b>	29,7±2,1	30,2±2,1
<b>z dodatkiem buraka</b>	29,2±2,0	29,9±2,1
<b>z dodatkiem marchwi</b>	25,5±1,8	25,9±1,8
<b>z dodatkiem brokułu</b>	26,8±1,9	28,1±2,0
<b>z dodatkiem pomidora</b>	28,7±2,0	29,8±2,1

Po chłodniczym przechowywaniu zawartość procentowa tłuszczu w serach była wyższa (Tab.8) niż w serach bezpośrednio po dojrzewaniu, co jest związane z wyparowaniem części

wody w produkcji podczas chłodniczego przechowywania. Najwyższą zawartością tłuszczu w produkcji finalnym po zakończony okresie przechowywania charakteryzował się ser z dodatkiem cebuli ( $30,2 \% \pm 2,1$ ), natomiast najmniejsze stężenie tłuszczu odnotowano dla sera z dodatkiem marchwi ( $25,9 \% \pm 1,8$ ).

Profile kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej wg PN-EN ISO 5508:1996 oraz PN-EN ISO 5509:2001.

Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych we wszystkich analizowanych wariantach serów po zakończonym okresie dojrzewania przedstawiono w tabeli 9.

W przypadku zawartości kwasu  $\gamma$  – linolenowego w serach po dojrzewaniu nie zaobserwowano żadnych różnic, dla wszystkich analizowanych wariantów wartość ta wynosiła ( $0,06 \text{ g}/100\text{g}$ ). Ser z dodatkiem suszonego pomidora wyróżniał się najwyższą zawartością kwasu laurowego zarówno po dojrzewaniu ( $0,92 \text{ g}/100\text{g}$ ) jak i po chłodniczym przechowywaniu ( $0,96 \text{ g}/100\text{g}$ ), ale jednocześnie zawierał najmniej frakcji kwasów oleinowego i elaidynowego ( $7,1 \text{ g}/100\text{g}$ ). Frakcja tych kwasów tłuszczowych w najwyższym stężeniu występowała w serze będącym wariantem kontrolnym po zakończeniu dojrzewania ( $8 \text{ g}/100\text{g}$ ). Ser bez dodatku warzyw charakteryzował się również najwyższą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) ( $9,24 \text{ g}/100\text{g}$ ), natomiast wśród serów z dodatkiem warzywnym najwyższe stężenie tej frakcji kwasów odnotowano dla sera z dodatkiem suszonej cebuli ( $9,21 \text{ g}/100\text{g}$ ) dla pozostałych produktów wartość ta nie przekraczała  $9 \text{ g}/100\text{g}$ .

W serze z dodatkiem suszonej cebuli odnotowano również najwyższe zawartości kwasów: oleomirystynowego ( $0,5 \text{ g}/100\text{g}$ ), palmitooleinowego ( $0,63 \text{ g}/100\text{g}$ ), stearynowego ( $3,28 \text{ g}/100\text{g}$ ) oraz kwasów Omega 3 ( $0,25 \text{ g}/100\text{g}$ ).

Największą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono również w serze z dodatkiem suszonej cebuli  $0,92 \text{ g}/100\text{g}$  oraz w serze niezawierającym warzyw  $0,9 \text{ g}/100\text{g}$ , ponadto ser z dodatkiem suszonej cebuli zawierał największą ilość kwasu  $\alpha$ -linolenowego ( $0,22 \text{ g}/100\text{g}$ ), który powstaje jako produkt pośredni, biochemicznej przemiany kwasu linolowego do stearynowego przy udziale mikroorganizmów. Sprzężony kwas linolowy, w świetle najnowszych wyników prowadzonych badań naukowych wykazuje szerokie prozdrowotne działanie na organizm człowieka. Zapobiega rozwojowi miażdżycy, cukrzycy, osteoporozy, powstawaniu nowotworów wpływa także stymulująco na funkcjonowanie układu immunologicznego.

Największe stężenie kwasów Omega 6 ( $0,64 \text{ g}/100\text{g}$ ) po dojrzewaniu zawierał ser z dodatkiem marchwi oraz próba kontrolna.

Ser z dodatkiem suszonego buraka po zakończeniu procesu dojrzewania jak również po chłodniczym przechowywaniu wyróżniał się najwyższą zawartością kwasów palmitynowego oraz zawierał najwięcej nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA).

**Tab.9.** Zawartość kwasów tłuszczowych obecnych w serze po dojrzewaniu oraz po chłodniczym przechowywaniu.

Kwas tłuszczowy	Wariant sera											
	Kontrola		Cebula		Burak		Marchew		Brokuł		Pomidor	
	Zawartość [g/100g]											
	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu	Po dojrzewaniu	Po chłodniczym przechowywaniu
Kaprylowy C8:0	0,17	0,2	0,24	0,24	0,24	0,22	0,17	0,18	0,17	0,27	0,29	0,22
Kaprynowy C10:0	0,43	0,55	0,58	0,67	0,61	0,66	0,44	0,52	0,46	0,72	0,71	0,69
Laurowy C12:0	0,64	0,78	0,81	0,92	0,84	0,94	0,64	0,73	0,7	0,93	0,92	0,96
Mirystynowy C14:0	2,91	3,19	3,64	3,8	3,69	4,0	2,82	3,0	3,25	3,69	3,76	3,95
Oleomirystynowy C14:1	0,39	0,45	0,5	0,55	0,47	0,52	0,38	0,41	0,44	0,54	0,49	0,52
Pentadekanowy C15:0	0,34	0,35	0,38	0,38	0,35	0,37	0,32	0,33	0,34	0,36	0,35	0,36
Pentadekaenowy C15:1	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1
Palmitynowy C16:0	8,37	8,36	10,33	10,17	10,43	10,7	7,97	8,03	9,37	9,43	10,10	10,52
Palmitooleinowy C16:1	0,59	0,63	0,63	0,67	0,6	0,64	0,57	0,6	0,57	0,64	0,6	0,63
Margarynowy C17:0	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19	0,19	0,2	0,2	0,18	0,17	0,18	0,19
Heptadecenowy C17:1	0,13	0,14	0,11	0,12	0,1	0,11	0,12	0,13	0,1	0,12	0,1	0,11
Stearynowy C18:0	3,17	3,01	3,28	3,19	3,27	3,18	3,02	3,01	2,99	2,81	3,08	3,22
Oleinowy C18:1n9c + Elaidynowy C18:1n9t	8,04	7,95	7,87	8,16	7,41	7,43	7,76	7,7	7,23	7,38	7,1	7,46
Linolowy C18:2n6c + linolelaidonowy C18:2n6t	0,56	0,57	0,56	0,58	0,49	0,48	0,56	0,56	0,51	0,54	0,49	0,49
$\gamma$ -linolenowy C18:3n6	0,06	0,6	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
$\alpha$ -linolenowy C18:3n3	0,18	0,18	0,22	0,2	0,18	0,14	0,17	0,17	0,18	0,2	0,21	0,15
Nasycone k. t. (SFA)	16,35	16,74	19,55	19,67	19,71	20,35	15,68	16,08	17,56	18,48	19,49	20,22
Jednonienasycone k. t. (MUFA)	9,24	9,26	9,21	9,59	8,68	8,81	8,92	8,93	8,43	8,76	8,38	8,81

Wielonienasycone k. t. (PUFA)	0,9	0,87	0,92	0,91	0,79	0,71	0,88	0,86	0,81	0,84	0,81	0,75
OMEGA 3	0,21	0,21	0,25	0,23	0,21	0,17	0,2	0,2	0,21	0,23	0,24	0,18
OMEGA 6	0,64	0,65	0,63	0,67	0,55	0,54	0,64	0,64	0,58	0,61	0,54	0,57

Zarówno po zakończonym dojrzewaniu jak i po przechowywaniu najwyższy udział we wszystkich serach miał kwas palmitynowy, przy czym najwyższe stężenia tego kwasu (po obu okresach) odnotowano dla prób serów z dodatkiem buraka.

We wszystkich wariantach serów ekologicznych zaobserwowano wzrost zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowe (MUFA), a najwyższa zawartość tych związków została stwierdzona w serze z dodatkiem cebuli (9,59 g/100g). Dodatkowo, wariant sera z dodatkiem cebuli miał największą zawartość kwasów omega 6 i charakteryzował się największym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zarówno po dojrzewaniu jak i przechowywaniu.

Wariant kontrolny zawierał najmniejszą ilość SFA zarówno po dojrzewaniu jak po chłodniczym przechowywaniu.

Profilowa Analiza Tekstury (TPA) produktów po dojrzewaniu oraz po zakończonym okresie przechowywania została określona przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro Systems, Wielka Brytania) wg Sołowiej (2012). Otrzymane próbki (kształt cylindryczny, wymiary 18x20 mm) badano za pomocą próbnika cylindrycznego Ø 75 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s (stopień kompresji 50 %, okres spoczynku pomiędzy ściskaniem pierwszym i drugim wynosił 5 s). Uzyskane wyniki (z 6 powtórzeń) rejestrowano z wykorzystaniem programu Texture Expert version 1.22. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano twardość, kruchość, przylegalność, sprężystość, spójność, gumistość i żujność serów dojrzewających z ekologicznego mleka krowiego z dodatkiem suszonych warzyw.

Największą twardością (Tab. 10) zarówno po dojrzewaniu, jak i po chłodniczym przechowywaniu charakteryzowały się sery otrzymane z dodatkiem suszonej cebuli (odpowiednio 1893,9 i 1768,6 G), natomiast najmniejszą twardością sery otrzymane z dodatkiem suszonych pomidorów (odpowiednio 882,3 i 983,3 G). Chłodnicze przechowywanie spowodowało zmniejszenie twardości i przylegalności jedynie w przypadku dodatku cebuli, natomiast odnośnie pozostałych serów spowodowało wzrost tej cechy.

Chłodnicze przechowywanie spowodowało zmniejszenie kruchości w przypadku serów kontrolnych, z dodatkiem cebuli oraz pomidora. W pozostałych przypadkach odnotowano wzrost kruchości, co może być związane z odparowaniem wody z produktu podczas jego przechowywania.

Przechowywanie produktów w warunkach chłodniczych wpłynęło także na zmniejszenie sprężystości i spójności i żujności serów z dodatkiem wszystkich warzyw, jak również próbki kontrolnej. Jedynie spójność serów z dodatkiem suszonej cebuli była większa po chłodniczym przechowywaniu.

**Tab.10.** Tekstura serów dojrzewających otrzymanych z ekologicznego mleka krowiego z dodatkiem suszonych warzyw.

Próbka sera z dodatkiem warzywnym		Twardość (G)	Kruchość	Przylegalność (J)	Sprężystość	Spójność	Gumiastość (G)	Żujność (G)
<b>Kontrola</b>	Po dojrzewaniu	1061,5 ±62,2	7,68 ±0,20	17,9 ±4,3	0,454 ±0,033	0,244 ±0,029	254,8 ±24,5	115,8 ±15,1
	Po chłodniczym przechowywaniu	1158,7 ±109,1	6,30 ±1,18	22,8 ±7,5	0,327 ±0,014	0,170 ±0,014	192,5 ±3,9	61,7 ±4,5
<b>Cebula</b>	Po dojrzewaniu	1893,9 ±138,5	5,02 ±0,67	59,7 ±13,6	0,585 ±0,052	0,179 ±0,013	255,9 ±25,2	149,7 ±15,3
	Po chłodniczym przechowywaniu	1768,6 ±131,6	4,51 ±0,53	38,7 ±12,4	0,435 ±0,025	0,192 ±0,034	331,5 ±76,1	128,6 ±30,1
<b>Burak</b>	Po dojrzewaniu	1183,6 ±136,2	3,77 ±0,61	38,8 ±7,6	0,491 ±0,061	0,200 ±0,019	225,1 ±34,9	109,4 ±19,7
	Po chłodniczym przechowywaniu	1642,9 ±174,5	6,22 ±0,70	110,7 ±14,9	0,341 ±0,039	0,162 ±0,019	224,1 ±83,2	99,4 ±20,4
<b>Marchew</b>	Po dojrzewaniu	1412,1 ±49,1	4,04 ±1,03	18,4 ±6,6	0,409 ±0,019	0,209 ±0,031	255,9 ±49,8	143,9 ±28,4
	Po chłodniczym przechowywaniu	1399,1 ±142,7	5,36 ±0,72	35,2 ±6,3	0,406 ±0,064	0,195 ±0,019	315,4 ±83,2	138,1 ±31,8
<b>Brokuł</b>	Po dojrzewaniu	1283,7 ±60,5	6,06 ±0,95	27,9 ±2,0	0,477 ±0,011	0,253 ±0,001	318,4 ±22,1	152,1 ±13,7
	Po chłodniczym przechowywaniu	1416,3 ±277,5	7,07 ±0,87	117,9 ±24,4	0,352 ±0,069	0,181 ±0,011	274,9 ±62,5	105,5 ±7,9
<b>Pomidor</b>	Po dojrzewaniu	882,3 ±137,2	5,79 ±0,53	106,8 ±3,2	0,314 ±0,036	0,166 ±0,004	134,6 ±14,1	44,3 ±6,9
	Po chłodniczym przechowywaniu	983,3 ±115,4	2,82 ±0,41	142,1 ±11,9	0,288 ±0,059	0,146 ±0,007	140,2 ±22,8	44,4 ±9,4

Chłodnicze przechowywanie spowodowało zmniejszenie kruchości w przypadku serów kontrolnych, z dodatkiem cebuli oraz pomidora. W pozostałych przypadkach odnotowano wzrost kruchości. Ponadto, wpłynęło także na zmniejszenie gumiastości w przypadku serów kontrolnych oraz z dodatkiem brokułu. W pozostałych przypadkach odnotowano wzrost gumiastości bądź nie stwierdzono istotnych różnic.

## Podsumowanie

Dodatek suszów warzywnych do serów z mleka krowiego wpływał zarówno na ich właściwości fizykochemiczne jak i organoleptyczne. Suszone warzywa dodane do gęstwy serowej podwyższały wartości kwasowości ogólnej produktu po dojrzewaniu, szczególnie w przypadku suszonych pomidorów. Najlepiej do gęstwy serowej dyfundowały barwniki zawarte w buraku ćwikłowym, uzyskane z tym dodatkiem sery miały ciekawą równomiernie rozłożoną fioletowo-różową barwę. Przemiany zachodzące podczas przechowywania chłodniczego serów z dodatkiem warzyw korzystnie wpływały na ich skład kwasów tłuszczowych. Tak otrzymane sery po przechowywaniu zawierały większe ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Ser z dodatkiem suszonej cebuli charakteryzował się największym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i omega 6. Wariant sera z dodatkiem cebuli został również bardzo dobrze oceniony w ocenie organoleptycznej. Zastosowane suszone warzywa miały wpływ na teksturę serów dojrzewających. Wszystkie badane sery cechowały się małą sprężystością i spójnością. Największą twardością, sprężystością i gumistością spośród badanych próbek charakteryzowały się sery dojrzewające z dodatkiem suszonej cebuli.

#### **Bibliografia:**

- Benzie, I. F. F. & Strain, J. J.** (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, (1), 70-76.
- Carini E., Vittadini E., Curti E., Antoniazzi F. & Viazzani P.** (2010). Effect of different mixers on physicochemical properties and water status of extruded and laminated fresh pasta. *Food Chemistry*, 122, 462–469.
- Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B. & Lee, J.** (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99, (2), 381-387.
- Fish, W.W., Perkins-Veazie, P., Collin, J.K.** (2002). A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(3), 309-317.
- Fuleki T.& Francis F. J.** (1968). Quantitative methods for anthocyanins. *Journal of Food Science*, 33, 72.
- Gościńska K., Walkowiak-Tomczak D., Czapski J.** (2014). Wpływ warunków ogrzewania roztworów koncentratu soku z buraka ćwikłowego na parametry barwy i zawartość barwników betalainowych. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna* 2, 183-189.

- Jia, Z., Tang, M. & Wu, J.** (1998). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxides radicals. *Food Chemistry* 64, 555-559.
- Lichtenthaler, H. K. & Buschmann, C.** (2001). Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids. (w) *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc.
- Michaelsen, K. F., Pedersen, S. B., Skafte, L., Jaeger, P. & Peitersen, B.** (1988). Infrared analysis for determining macronutrients in human milk. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 7, 229-235.
- PN-A-75101-12:1990** Przetwory owocowe i warzywne -- Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych -- Oznaczanie zawartości sumy karotenoidów i beta-karotenu
- PN-A-79011-7:1998** Koncentraty spożywcze. Metody badań. Oznaczanie zawartości chlorku sodu.
- PN-A-86232:1973** Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań.
- PN-EN ISO 5508:1996** Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce - Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej
- PN-EN ISO 5509:2001** Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce - Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych
- PN-ISO 4121:1998** Analiza sensoryczna - Metodologia - Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. A.** (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16, 144-158.
- Sołowiej B.** (2012). Ocena właściwości reologicznych analogów serów topionych o zmniejszonej zawartości tłuszczu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (80), 60-71.