57494
Cz
Zł 5666

637.32 : 664.5

AKADEMIA ROLNICZA W SZCZECINIE

WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI I RYBACTWA

Izabela Dmytrów

WPŁYW MIESZANEK PRZYPRAWOWYCH NA PRZEMIANY ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH W DOJRZAŁYCH SERACH PODPUSZCZKOWYCH W CZASIE PRZECHOWYWANIA

D-1106

Akademia Rolnicza w Szczecinie BIBLIOTEKA GŁÓWNA

MFN 6811

Praca doktorska wykonana
w Zakładzie Technologii Mleczarskiej
pod kierunkiem
Dr hab. Małgorzaty Jasińskiej

Szczecin 2002

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
-13-
Cz. 57494

D.0117/2015

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 2
2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA 4
3. CEL PRACY 26
4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ 27
4.1. MATERIAŁ 27
4.2. METODY BADAŃ 27
4.2.1. Ocena organoleptyczna 27
4.2.2. Analiza chemiczna 28
4.2.3. Ocena przemian biochemicznych białek w serach podpuszczkowych dojrzewających 28
4.2.4. Elektroforeza na żelu poliakrylamidowym (SDS-PAGE) 29
4.3. METODY ANALIZY STATYSTYCZNEJ 30
4.3.1. Badanie istotności różnic w poziomach wskaźników chemicznych 30
4.3.2. Badanie tempa dojrzewania sera 31
5. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE 33
5.1. OCENA ORGANOLEPTYCZNA 33
5.2. PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY SERÓW 36
5.3. KSZTAŁTOWANIE SIĘ WSKAŹNIKÓW CHEMICZNYCH W SERACH PODPUSZCZKOWYCH DOJRZEWAJĄCYCH POSZCZEGÓLNYCH PRODUCENTÓW 37
5.3.1. Kwasowość miareczkowa 37
5.3.2. pH 40
5.3.3. Azot aminowy 43
5.3.4. Azot rozpuszczalny 46
5.3.5. Azot niebiałkowy 50
5.4. FRAKCJE KAZEINY 54
6. DYSKUSJA WYNIKÓW 59
6.1. KWASOWOŚĆ SERÓW PODPUSZCZKOWYCH DOJRZEWAJĄCYCH W CZASIE PRZECHOWYWANIA 59
6.2. ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH W SERACH PODPUSZCZKOWYCH DOJRZEWAJĄCYCH W CZASIE PRZECHOWYWANIA 61
6.3. PRZEMIANY KAZEINY W SERACH PODPUSZCZKOWYCH DOJRZEWAJĄCYCH W CZASIE PRZECHOWYWANIA 65
7. WNIOSKI 68
8. PIŚMIENNICTWO 69
TABELE 84
RYSUNKI 118
SPIS TABEL I RYSUNKÓW 125

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 2
2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA 4
3. CEL PRACY 26
4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ 27
4.1. Materiał 27
4.2. Metody badań 27
4.2.1. Ocena organoleptyczna 27
4.2.2. Analiza chemiczna 28
4.2.3. Ocena przemian biochemicznych białek w serach podpuszczkowych dojrzewających 28
4.2.4. Elektroforeza na żelu poliakrylamidowym (SDS-PAGE) 29
4.3. Metody analizy statystycznej 30
4.3.1. Badanie istotności różnic w poziomach wskaźników chemicznych 30
4.3.2. Badanie tempa dojrzewania sera 31
5. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE 33
5.1. Ocena organoleptyczna 33
5.2. Podstawowy skład chemiczny serów 36
5.3. Reakcja towarzysząca wskaźników chemicznych w serach podpuszczkowych dojrzewających
Proteoliza produktów 37
5.3.1. Kwasowość miareczkowa 37
5.3.2. pH 40
5.3.3. Azot amidowy 42
5.3.4. Azot rozpuszczalny 46
5.3.5. Azot niebiałkowy 50
5.4. Frakcje kazeiny 54
6. DYSKUSJA WYNIKÓW 59
6.1. Kwasowość serów podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania 59
6.2. Zawartość związków azotowych w serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie
przechowywania 61
6.3. Przemiany kazeiny w serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania
..... 65
7. WNIOSKI 83
8. PIŚMIENNICTWO 85
TABELE 94
RYSUNKI 118
SPIS TABEL I RYSUNKÓW 123

1. Wstęp

Produkcja sera jest jednym z najważniejszych kierunków światowego przetwórstwa mleka. W naszym kraju konsumpcja serów dojrzewających utrzymuje się na poziomie około 10 kg na osobę rocznie i jest znacznie niższa niż w krajach Europy Zachodniej (Rocznik Statystyczny GUS, 2001). Od kilku lat w Polsce obserwuje się jednak wzrost popytu na coraz to nowe gatunki sera oraz znaczny postęp w poprawie jakości serów dojrzewających, szczególnie typu holenderskiego jak edamski, gouda itp.

Pożądane cechy smakowo–zapachowe produktów spożywczych są wynikiem kompleksowych przemian enzymatycznych lub chemicznych białek, tłuszczów i węglowodanów wchodzących w skład żywności (Kołakowski i in., 1994). Sery bezpośrednio po wyrobie i soleniu nie mają jeszcze typowych cech organoleptycznych dojrzałego produktu. Charakterystyczny jest dla nich lekko kwaśny i słony smak oraz gumowata lub krucha struktura. Dopiero podczas dojrzewania sery nabierają specyficznego smaku, właściwej struktury i konsystencji. Dojrzewanie można określić jako zespół ukierunkowanych procesów biochemicznych i mikrobiologicznych przebiegających w kontrolowanych warunkach temperatury i wilgotności, doprowadzających do specyficznych przemian węglowodanów, białek, tłuszczów i soli mineralnych z wytworzeniem substancji kształtujących cechy organoleptyczne (Rymaszewski i Śmietana, 1997). Ser jest dojrzały wówczas, kiedy w ocenie organoleptycznej wykaże zanik posmaku kwasowości i goryczki, pojawi się typowy dla niego bukiet smakowo – zapachowy oraz oczkowanie i plastyczność miąższu (Bonczar i in., 2000). Dojrzewanie, jako jeden z głównych etapów wyrobu sera, jest procesem kosztownym ze względu na wysokie koszty przerobu surowca i przechowywania serów. Środki włożone w produkcję pozostają „zamrożone" i zwracają się po dość długim czasie. Między innymi także względy ekonomiczne sprawiły, że zaczęto prowadzić badania nad możliwościami przyspieszania dojrzewania serów, bez ujemnego wpływu na proces wyrobu i cechy jakościowe produktu. Można przypuszczać, że zmodyfikowane technologie wpłyną na zmiany składu chemicznego serów podpuszczkowych oraz szybkość procesów zachodzących podczas ich dojrzewania i przechowywania.

Czas dojrzewania zależy od tempa rozwoju komórek bakterii i działania enzymów. Każdy rodzaj sera wymaga odpowiedniego czasu dojrzewania i skracanie go bez zastosowania czynników przyspieszających ten proces jest przyczyną powstawania nietypowych cech gotowego produktu. Proces przyspieszania dojrzewania serów musi

odbywać się bez zmian smaku i zapachu oraz struktury i konsystencji charakterystycznych dla poszczególnych gatunków sera (Rymaszewski i in., 1995).

Wzrastające wymagania konsumentów oraz sytuacja rynkowa sprawiają, że producenci serów dążą do poszerzenia i uatrakcyjnienia asortymentu oferowanych wyrobów. Jednym ze sposobów wzbogacenia oferty rynkowej jest produkcja serów podpuszczkowych dojrzewających z dodatkiem różnego rodzaju przypraw i mieszanek przyprawowych.

2. Przegląd piśmiennictwa

Skrócenie czasu dojrzewania niektórych gatunków sera jest obecnie przedmiotem intensywnych badań ze względu na perspektywę niższych kosztów produkcji, mniejszą utratę masy i lepsze wykorzystanie powierzchni zajmowanej przez leżakujące sery. Technologiczne sposoby kontrolowania i przyspieszania procesu dojrzewania sera zostały po raz pierwszy sklasyfikowane w 1978 r. pod patronatem International Dairy Federation (Law, 1978). W miarę upływu czasu rozwinęły się one znacząco i zyskały gruntowne podstawy naukowe. Niektóre z nich są powszechnie znane i stosowane, inne zaś zostały zweryfikowane ze względu na małą użyteczność lub nadal oczekują na regulacje prawne oraz odpowiednie badania dotyczące preferencji nabywców oraz chłonności rynku. Współcześnie wśród metod przyspieszania dojrzewania sera wymienia się podwyższoną temperaturę dojrzewania, enzymy egzogenne, obróbkę wysokociśnieniową, zastosowanie osłabionych bakterii starterowych (chemicznie i fizycznie modyfikowane komórki bakterii), wykorzystanie bakterii nie wchodzących w skład zakwasu oraz genetycznie modyfikowanych kultur starterowych (Rymaszewski i in., 1995; Fox i Tobin, 1999). Większość z tych metod polega na zwiększeniu ilości dodawanych enzymów lub stworzeniu warunków, w których rodzime enzymy mleka będą mogły działać efektywniej.

Jednym ze sposobów redukcji czasu dojrzewania serów jest podwyższenie temperatury w dojrzewalni. Jednak zadowalające efekty uzyskuje się jedynie w przypadku mleka bardzo dobrej jakości nie dającego sposobności do rozwoju mikroflory patogennej (Rymaszewski i in., 1995). Typowe temperatury dojrzewania dla sera parmezan i ementalskiego to 22–24°C, dla serów pleśniowych i maziowych 12–20°C, dla serów typu angielskiego 6–8°C, a w niektórych przypadkach nawet 2°C (Fox i Tobin, 1999). W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wyprodukowano ser cheddar, który uzyskał pełną dojrzałość po 3–4 miesiącach leżakowania (50% redukcja czasu) w 16°C (Fedrick i Dulley, 1984). Podobnie Nuñez i in. (1986) zaobserwowali 95% wzrost ilości azotu rozpuszczalnego w serze Manchego dojrzewającym w 20°C w porównaniu do sera dojrzewającego w 5°C. Jednak zastosowanie podwyższonej temperatury w celu intensyfikacji dojrzewania sera cheddar ograniczone jest do tych serów, które wyprodukowano z zachowaniem bardzo dobrych warunków higienicznych (El Soda i Padian, 1991). Przeprowadzone badania naukowe donoszą również o innych gatunkach sera, których dojrzewanie może być przyspieszone w temp. 15°C oraz o próbach ustalenia optymalnej temperatury i wilgotności dających możliwość intensyfikacji zachodzących

przemian biochemicznych i mikrobiologicznych. Ustalono, iż wszystkie wskaźniki chemiczne świadczące o postępującym dojrzewaniu ulegały zwiększeniu wraz ze wzrostem temperatury dojrzewania w większym stopniu niż wraz ze wzrostem wilgotności względnej. Zależność szybkości dojrzewania od temperatury i czasu trwania procesu okazała się być istotna statystycznie, natomiast wpływ wilgotności względnej był nieistotny (Gomes i in., 1998).

Wiadomo, że temperatura leżakowania sera poniżej 10°C jest korzystna dla zachowania odpowiedniej czystości mikrobiologicznej i długiej przydatności do spożycia jednak ma to relatywnie niskie odzwierciedlenie w technologii. Praktyka przemysłowa zakłada, że dojrzewanie sera cheddar w temperaturze 12°C intensyfikuje jego aromat, poprawia konsystencję, nie powodując defektów w postaci nadmiernej kruchości lub miękkości, które to mogą powstawać w wyższych temperaturach oraz o 60-70% skraca czas jego dojrzewania (Law, 2001). Fachowa literatura nie wyjaśnia szczegółowo dlaczego pewne temperatury dają zadowalające efekty w postaci intensyfikacji procesu dojrzewania, a inne nie. Można jednak przypuszczać, że zgodnie z prawami biologii i biochemii mikroorganizmy oraz enzymy są bardziej aktywne w tych zakresach temperaturowych. Przykładowo bakterie nie wchodzące w skład zakwasu (NSLAB – z ang. non–starter lactic acid bacteria) rozwijają się szybciej gdy temperatura wzrasta powyżej 8°C (Grazier i in., 1993), ponieważ ich wzrost jest w wysokim stopniu uzależniony od temperatury i może być istotnie inhibitowany w temperaturze 1°C (Shakeel–Ur–Rehman i in., 1999). Znaczenie NSLAB w dojrzewaniu sera cheddar nie jest jednoznaczne, ale wiadomo, że wysoka ich liczba podczas najwcześniejszych etapów tego procesu jest niewskazana i zaleca się w tym czasie szybkie ochłodzenie sera do temperatury poniżej 10°C. W późniejszym okresie ser może być umieszczony w wyższej temperaturze w celu intensyfikacji pożądanych procesów biochemicznych (Fox i in., 1998).

Wpływ temperatury dojrzewania na chemiczne, reologiczne i sensoryczne cechy sera Manchego wyprodukowanego z surowego i pasteryzowanego mleka owczego był przedmiotem badań Gaya i in. (1990). Według tych autorów dojrzewanie tego gatunku sera, dla którego temperatura leżakowania wynosi 14°C, może być przyspieszone już przy podwyższeniu jej do 15°C. Wzrost temperatury dojrzewania przyczynia się, w tym przypadku, w większym stopniu do tworzenia się azotu rozpuszczalnego w kwasie fosfowolframowym niż azotu rozpuszczalnego w kwasie trichlorooctowym (TCA). Wyższa temperatura wywierała pozytywny wpływ na tworzenie się wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) oraz formowanie lepszej tekstury (częściowo poprzez utratę wody).

Jakość aromatu sera była lepsza w przypadku dłuższego przechowywania, a podwyższona temperatura wpływała pozytywnie na jego intensywność. Także prace Klantschitsch'a i in. (2000) potwierdziły, że wraz ze wzrostem temperatury dojrzewania osiągnięto wyraźne przyspieszenie dojrzewania sera Raclette. Podwyższona temperatura leżakowania doprowadziła do zwiększenia liczebności bakterii propionowych w serze wyprodukowanym z mleka surowego i niezależnej od obróbki mleka zwiększonej koncentracji wolnych krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, wzmożonej proteolizy, intensyfikacji aromatu, zmniejszenia zawartości wody i polepszenia jędrności sera. Z badań tych wynika, że podniesienie temperatury dojrzewania sera Raclette z 11 do 17°C byłoby obiecującą strategią przyspieszenia proteolizy. Według Law'a i in. (1979) temperatura dojrzewania była najważniejszym czynnikiem determinującym intensywność aromatu sera. Jednak zastosowanie zbyt drastycznych parametrów temperatury i czasu dojrzewania może wiązać się z tworzeniem niepożądanych związków zapachowych (Aston i in., 1983, Aston i in.,1985). Zakres stosowanych temperatur jest również ograniczony możliwością wypływania tłuszczu oraz wzmożoną synerezą w temperaturze powyżej 20°C (Fox i in., 1996 b). Można także przypuszczać, że podwyższona temperatura w niejednakowym stopniu przyspiesza reakcje biochemiczne i procesy mikrobiologiczne zachodzące w czasie dojrzewania serów a równocześnie umożliwia przetrwanie patogenów i rozwój bakterii powodujących ich psucie się.

Metoda przyspieszenia dojrzewania poprzez podniesienie temperatury w dojrzewalni zalecana jest głównie ze względu na to, że nie pociąga za sobą dodatkowych kosztów związanych z reorganizacją procesu produkcyjnego (Law i in., 1979) gdyż równoważone są one redukcją kosztów chłodzenia serów (Fox i Tobin, 1999). Zaletą dojrzewania w podwyższonej temperaturze jest to, że tempo zachodzących przemian może być regulowane w każdym momencie przez podniesienie lub obniżenie temperatury. Żadna inna technika intensyfikacji dojrzewania sera nie daje takich możliwości.

W nawiązaniu do obowiązujących trendów i międzynarodowych regulacji dotyczących aspektów higienicznych i zdrowotnych produkcji żywności ważnym stało się poznanie oddziaływania pasteryzacji mleka na proces dojrzewania serów (Grappin i Beuvier, 1997). Mc Sweeney i in. (1993) stwierdzili, że ser wyprodukowany z mleka surowego posiadał intensywniejszy aromat niż z mleka pasteryzowanego. Wynikało to z wyższego stężenia aminokwasów, wolnych kwasów tłuszczowych oraz lotnych substancji zapachowych. Zaobserwowano jednocześnie, że bakterie nie wchodzące w

skład zakwasu (NSLAB) odgrywają ważną rolę i są bardziej zróżnicowane w serze wyprodukowanym z mleka niepasteryzowanego.

Stanowisko naukowców odnośnie mechanizmu oddziaływania obróbki cieplnej (pasteryzacji) na jakość sera nie jest jednoznaczne. Lau i in. (1991) przypisywali różnice w proteolizie, obserwowane między serem z mleka surowego i pasteryzowanego, chemicznym przemianom składników mleka pod wpływem ogrzewania, a głównie indukowanym pod wpływem ciepła interakcjom białek serwatkowych i miceli kazeiny. Eliskases – Lechner i in. (1998) wykazali, że obróbka cieplna mleka serowarskiego prowadzi do przemiany plazminogenu w plazminę pociągając za sobą wzmożone rozszczepianie kazeiny-β. Natomiast Kristoffersen (1985) zwrócił uwagę na reakcje zachodzące między grupami siarkowymi białek mleka podczas ogrzewania, które według niego były przyczyną braku typowego zapachu sera dojrzewającego wyprodukowanego z mleka po obróbce termicznej. Zjawisko to mogło zmniejszać zdolność tych grup funkcyjnych do wiązania wodoru podczas procesu fermentacji co w efekcie daje uboższy aromat. W przeciwieństwie do Kristoffersen'a (1985) Mc Sweeney i in. (1993) podkreślają szczególną rolę naturalnej mikroflory eliminowanej przez pasteryzację mleka serowarskiego w kształtowaniu jakości gotowego produktu. Także Bouton i Grappin (1995) prześledzili rolę rodzimej mikroflory mleka w kształtowaniu fizyko–chemicznych i sensorycznych cech sera typu Comté poprzez porównanie wyprodukowanych z mleka surowego i pasteryzowanego serów modelowych. Używając rożnych termofilnych kultur starterowych zaobserwowali, że proteoliza przebiegała intensywniej w serze z mleka nie poddanego obróbce cieplnej wskazując na możliwe interakcje między mikroflorą mleka surowego i termofilnymi kulturami zakwasu. Niestety nie zostało to potwierdzone badaniami mikrobiologicznymi. Gaya i in. (1990) stwierdzili, że ser wyprodukowany z mleka pasteryzowanego charakteryzował się wyraźniejszą degradacją kazeiny-α_{s1} i -β oraz posiadał wyższą zawartość wolnych kwasów tłuszczowych. Według nich cieplna obróbka mleka przyczyniała się do polepszenia tekstury sera. Rolleman i Poll (1986) oraz Bastian i in. (1991, 1993) przypisywali odmienny przebieg proteolizy w serach wytworzonych z mleka pasteryzowanego i surowego tworzeniu się indukowanych pod wpływem ciepła tiolowo-dwusiarczkowych kompleksów pomiędzy plazminą i laktoglobuliną-β prowadzących do osłabienia aktywności plazminy w czasie dojrzewania sera. Wyniki badań dotyczące wpływu temperatury pasteryzacji na pierwotną proteolizę kazeiny są niezbyt liczne i często sprzeczne. Thomsen i Stapelfeldt (1990) wyprodukowali ser Danbo z mleka podgrzanego do temperatury 72, 87 i 95°C przez 15s. Stwierdzili oni, że wady konsystencji i smakowitości sera nasilały się wraz ze wzrastającą temperaturą

obróbki mleka serowarskiego i jednocześnie zmniejszało się tempo proteolizy. Podobnie, Lau i in. (1991) oceniając dojrzewanie sera cheddar wytworzonego z surowego i ogrzewanego surowca (63°C, 30 min.) stwierdzili, że proteoliza kazeiny-α_{s1} i -β była powolniejsza w serze z mleka podgrzanego a obróbka cieplna wpływała zarówno na przebieg proteolizy, kwasowość i skład chemiczny sera podczas dojrzewania. Według innych badaczy wysoka obróbka cieplna mleka inhibituje właściwości koagulujące enzymów pochodzących z podpuszczki, ale efekt ten można zminimalizować poprzez odpowiednią modyfikację parametrów procesu produkcji sera (Banks i in.,1987). Autorzy ci donoszą także o możliwości powstawania wiązań laktoglobuliny-β i innych białek serwatkowych z micelami kazeiny podczas obróbki cieplnej, które w wysokim pH utrudniają adsorpcję chymozyny przez kazeinę lub, alternatywnie, o różnicach w konformacji przestrzennej białek serwatkowych wiążących się z kazeiną w wyższym pH, które inhibitują produkcję poszczególnych peptydów podczas dojrzewania. Także dalsze prace Banks'a i in. (1995) dotyczące podobnych zagadnień potwierdzają, że stopień denaturacji białek serwatkowych zależy od kwasowości czynnej sera. Dodatkowo stwierdzili oni, iż regulacja pH poprzedzająca obróbkę cieplną mleka serowarskiego może mieć istotny wpływ na przemiany białek serwatkowych, a co za tym idzie na proces dojrzewania sera. Według tych autorów proteolityczny rozkład kazeiny-β był większy w serze z mleka ogrzewanego w 110°C w ciągu 60s niż w serze z mleka poddanego działaniu temperatury 63°C przez 30 min. (Calvo i in., 1992).

Parametry obróbki cieplnej mleka serowarskiego mają wpływ na enzymatyczny rozkład kazeiny, którego przebieg jest charakterystyczny dla poszczególnych gatunków sera. Benfeldt i in. (1997) podjęli próbę prześledzenia efektów ogrzewania mleka poprzedzającego wyrób sera na aktywność plazminy, plazminogenu oraz aktywatora plazminogenu. Stwierdzili, że rozkład kazeiny-α_{s1} i dwóch genetycznych wariantów kazeiny-β był wysoko zależny od temperatury ogrzewania mleka i aktywności plazminy podczas dojrzewania. Dodatkowo, hydroliza kazeiny–α_{s1} i para-κ-kazeiny była zależna, przynajmniej częściowo, od działania innych proteolitycznych systemów, na które może nie mieć wpływu obróbka cieplna. W szczególności rozkład kazeiny–α_{s1} i jednoczesne powstawanie kazeiny–α_{s1}–I miało miejsce niezależnie od obróbki cieplnej i prawdopodobnie spowodowane było działalnością enzymów podpuszczki. Zasugerowano także, że powolniejsza degradacja białka w serze z mleka poddanego drastycznej obróbce termicznej odzwierciedla inaktywację i denaturację plazminy, plazminogenu i aktywatorów plazminogenu obecnych w mleku serowarskim i że ta inaktywacja przypuszczalnie

pociąga za sobą termicznie wzbudzane reakcje między laktoglobuliną-β i komponentami systemu aktywacji plazminogenu w mleku. Jednakże, według nich, nie można wykluczyć, że obróbka cieplna wywiera pewien wpływ na inne rodzime enzymy proteolityczne mleka oraz enzymy bakteryjne pochodzące z NSLAB (np. katepsyna D). Równocześnie, zróżnicowany poziom hydrolizy kazeiny w serze wytworzonym z mleka ogrzewanego w 80°C przez 60s i w 90°C przez 15s sugerował pojawienie się przeszkody przestrzennej dla rozkładu kazeiny w postaci zdenaturowanych białek serwatkowych zatrzymanych w skrzepie sera. Jednakże wnioski wynikające z badań przeprowadzonych przez Benfeldt i in. (1997) oparte były na ocenie zachodzących procesów bez jakichkolwiek modyfikacji pH i koncentracji wapnia przed obróbką cieplną, które mogą w inny sposób wpływać na denaturację protein i inaktywację rodzimych enzymów mleka. Także dalsze badania Sørensen'a i Benfeldt z 2001r. wykazały wzrost ilości peptydów, uważany za rezultat działania plazminy na kazeinę, w serze wyprodukowanym z mleka ogrzewanego w niższej temperaturze. Było to zgodne z wcześniejszymi wynikami ich badań wskazującymi na znaczny spadek aktywności plazminy w serze z mleka ogrzewanego w wyższych temperaturach (80-90°C).

Wśród wielu nowoczesnych technologii stale wykorzystywanych i nadal testowanych w przemyśle spożywczym zwracają uwagę nietermiczne metody utrwalania i przetwarzania żywności (Knorr, 1993). Technologia wysokociśnieniowa (HP – z ang. High Pressure Technology) jest jedną z najbardziej obiecujących metod konserwacji żywności w temperaturze pokojowej (Kołakowski i in., 1998). Procedura ta oferuje możliwość rozwoju produkcji żywności o wysokiej odżywczej i sensorycznej jakości, polepszonej teksturze i wydłużonym okresie przydatności do spożycia (Kołakowski i in., 1994). Efekty jakie wywiera obróbka wysokociśnieniowa w zakresie 100 – 1000 MPa zależą od rodzaju żywności, ale jej działanie sprowadza się m.in. do denaturacji białek, inaktywacji mikroorganizmów oraz modyfikacji aktywności enzymów. Zwracając uwagę na fakt, iż obróbka taka modyfikuje procesy enzymatyczne zachodzące w żywności rozpoczęto próby jej zastosowania w procesie wytwarzania serów podpuszczkowych dojrzewających. Stwierdzono, że istnieje możliwość kontroli aktywności drobnoustrojów jak i reakcji enzymatycznych podczas dojrzewania sera poprzez wykorzystanie wysokiego ciśnienia.

Torres–Mora i in. (1996) skrócili czas dojrzewania sera cheddar z 6 miesięcy do zaledwie 3 dni stosując ciśnienie pomiędzy 50 i 250 MPa w temperaturze 25°C. Tego rodzaju obróbka prowadziła do wytworzenia ciągłej mikrostruktury i spadku liczebności

mikroorganizmów. Pozwoliła także na wydłużenie dopuszczalnego chłodniczego okresu przechowywania świeżego owczego sera (Cappellas i in., 1996). Co więcej solenie sera gouda w 300 MPa doprowadziło do rozerwania sieci para–kazeiny i pociągało za sobą uwolnienie kazeiny-β i peptydów w serum sera (Messens i in., 1998). Kontynuując Messens i in. (1999) stwierdzili że obróbka wysokociśnieniowa sera z mleka surowego może wpływać na kompleks plazmina/plazminogen w szerszym zakresie niż pasteryzacja mleka przerobowego. Niestety, pomimo obiecujących wstępnych rezultatów wykazano, że działania te nie prowadziły do intensyfikacji proteolizy. Dodatkowo wykorzystując elektroforezę na żelu poliakrylamidowym udowodniono, że proteoliza na poziomie wykrywalnym przez SDS–PAGE, która jest rezultatem aktywności chymozyny i plazminy (Folkertsma i in., 1996) pozostawała bez związku z zastosowaniem w procesie technologicznym zwiększonych ciśnień. Pozostaje to w zgodności z wynikami uzyskanymi przez Trujillo i in. (1997), które potwierdziły brak znaczącego wpływu ciśnienia o wartości 400 MPa działającego przez 10 minut na dojrzewanie „serów wolnych od starterów" wytworzonych z mleka pasteryzowanego. Podobne rezultaty dotyczące koagulacji enzymatycznej w środowisku wysokich ciśnień (130 MPa w ciągu 60 min) uzyskali Ohmiya i in. (1987) stwierdzając brak związku między wysokim ciśnieniem a resztkową aktywnością enzymów podpuszczki. Według tych samych autorów wyższa zawartość wody w serze ciśnieniowo solonym i wyższa temperatura tego procesu (25°C) może prowadzić do nasilenia hydrolizy. Na podstawie ilości nagromadzonych wolnych aminokwasów stwierdzono, że obróbka wysokociśnieniowa nie miała wpływu na aktywność enzymów bakterii starterowych. Działanie ciśnienia na poziomie 50 MPa w czasie 3 dni nie doprowadziło do wzrostu ilości aminokwasów w serze. Tymczasem, Yokoyama i in. (1992) analizując przemiany zachodzące w serze cheddar i gouda w środowisku wysokich ciśnień zaobserwowali podwojenie poziomu wolnych aminokwasów (FAA - z ang. free amino acids) jedynie w serze gouda. Mogło to być spowodowane różnicą w liczbie bakterii starterowych, wyższą temperaturą dojrzewania sera cheddar, różnicami w technologii wytwarzania serów oraz w składzie chemicznym serów gouda i cheddar. Należy przypuszczać, że autoliza bakterii starterowych wywołana ciśnieniem i spowodowane tym uwolnienie enzymów wewnątrzkomórkowych może być ważnym wskaźnikiem wpływającym na dojrzewanie sera. Jednakże takie działanie na bakterie starterowe nie zostało zaobserwowane w serze gouda. Zatem większa zawartość FAA w serze poddanym obróbce wysokociśnieniowej może nie być konsekwencją wzmożonej autolizy bakterii pochodzących z zakwasu, chyba, że bakterie starterowe w serze cheddar są bardziej podatne na uszkodzenia komórek w wyniku działania ciśnienia niż w serze

gouda. Przypuszcza się także, że wysokie ciśnienie może inaktywować enzymy wewnątrzkomórkowe lub prowadzić do utraty substratów dla tych enzymów. Podobne rezultaty uzyskali Kołakowski i in. (1998) testując ser gouda i camembert poddane działaniu wysokich ciśnień. Według nich w serze camembert tempo proteolizy zależało od zastosowanego ciśnienia, a najwyższy jej poziom zaobserwowano już przy 50 MPa. Również w tym przypadku dla sera gouda nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanej obróbki na przemiany białek w czasie dojrzewania sera. Różnice te tłumaczono odmiennym składem jak i ilością wprowadzanych z zakwasem mikroorganizmów oraz różną zawartością wody i kwasowością czynną serów. Wyniki badań Yokoyama'y i in. (1992), Crow'a i in. (1993) oraz Kołakowskiego i in. (1998) upoważniają do stwierdzenia, że środowisko sera odgrywa ważną rolę w lizie spowodowanej działaniem wysokich ciśnień.

Przyczyny niejednoznacznego wpływu obróbki wysokociśnieniowej na procesy prowadzące do uzyskania przez ser pełnej dojrzałości nie są jeszcze dokładnie poznane. Należy przypuszczać, że oprócz wcześniej przytoczonych wyjaśnień, mogą być one związane również z innymi parametrami procesu technologicznego czy też z interakcjami pomiędzy składnikami chemicznymi sera. Przedstawione wyniki badań pozwalają na stwierdzenie, że zmiany w mikrostrukturze sera poddanego obróbce ciśnieniowej, które mogą modyfikować podatność kazeiny na proteolizę, nie koniecznie prowadzić będą do nasilenia dojrzewania (Cappellas i in., 1997).

Dostosowując się do zaleceń dietetyków dotyczących ograniczenia spożycia tłuszczu prowadzi się intensywne badania nad redukcją zawartości tego składnika w serach podpuszczkowych dojrzewających bez ujemnego wpływu na ich cechy jakościowe. Prace te stały się także inspiracją dla tych naukowców, którzy poszukują skutecznych metod skrócenia czasu dojrzewania serów. Zaczęto analizować wpływ obniżonej zawartości frakcji tłuszczowej na tempo zachodzących przemian prowadzących do uzyskania przez ser cech dojrzałego produktu. Guinee i in. (2000) wykazali wzrost zawartości para – kazeiny i objętości matrycy kazeiny połączony z redukcją zawartości tłuszczu. Wraz ze zmniejszaniem zawartości tłuszczu wzrastała ilość azotu rozpuszczalnego. Podobne badania prowadzili Fenelon i in. (2000) donosząc, iż redukcja zawartości frakcji tłuszczowej powodowała istotny wzrost kwasowości czynnej, zawartości wody i białka w serze. Analiza elektroforetyczna wykazała zmniejszającą się zawartość kazeiny zarówno w serze tłustym jak i niskotłuszczowym oraz dowiodła, że obniżenie jej ilości nie zależało od zawartości tłuszczu. Jednakże dla danej koncentracji kazeiny, ka-

Akademia Rolnicza BIBLIOTEKA * GŁÓWNA *

zeina-α_{s1} była degradowana wolniej, a kazeina-β znacznie szybciej wraz ze zmniejszaniem się udziału frakcji tłuszczowej. Mniej intensywny rozkład kazeiny-α_{s1} był związany z obniżeniem się resztkowej aktywności chymozyny w serze. W większości przypadków redukcja zawartości tłuszczu powodowała istotny wzrost ilości kazeiny. Wpływ zawartości tłuszczu w serze na proteolizę prawdopodobnie spowodowany był współtowarzyszącymi zmianami w innych składnikach sera.

Według Banks'a i in. (1989) obniżenie zawartości tłuszczu w serze powodowało osłabienie początkowej proteolizy mierzonej poziomem azotu rozpuszczalnego w stosunku do zawartości azotu ogólnego. Obniżanie zawartości tej formy azotu w serach wraz ze zmniejszającą się zawartością tłuszczu może być po części spowodowane towarzyszącym temu zjawisku spadkiem aktywności chymozyny (Pearce i Gilles, 1979). Lawrence i Gilles (1980) wywnioskowali, że niewielki wzrost dostępności wody prowadził do relatywnie dużego nasilenia aktywności mikroorganizmów, enzymów oraz stopnia proteolizy. Fenelon i Guinee (2000) analizując procesy zachodzące podczas dojrzewania serów podpuszczkowych o różnej zawartości tłuszczu stwierdzili, że poziom azotu rozpuszczalnego wzrósł we wszystkich serach jednakże nie był on istotnie zależny od udziału tłuszczu. Również spadek zawartości kazeiny nie zależał od udziału frakcji tłuszczowej w serze. Analiza elektroforetyczna na żelu poliakrylamidowym przeprowadzona przez w/w autorów wykazała, że zawartość kazeiny-α_{s1} i kazein-β wzrastała w miarę obniżania zawartości tłuszczu. Tendencji takiej należało spodziewać się ze względu na istniejącą zależność pomiędzy poziomem tłuszczu i białka w serze. Podczas całego okresu dojrzewania równolegle z redukcją zawartości tłuszczu zachodzi spadek intensywności poszczególnych pasm frakcji kazeiny (Richardson i Pearse, 1981; Grufferty i Fox, 1988 a i b ; Mc Sweeney i Fox, 1997). Wzrost kwasowości czynnej towarzyszący obniżeniu zawartości tłuszczu może wpływać na stopień hydratacji kazeiny-β, od którego zależy jej podatność na działanie chymozyny i plazminy (Creamer i in, 1985). Ponadto nieznaczne obniżenie zawartości soli w miarę spadku zawartości tłuszczu może także przyczyniać się do intensywniejszego rozpadu kazeiny-β w serze spowodowanego wzmożoną aktywnością resztkowej chymozyny (Fox i Walley, 1971; Kelly i in., 1996). W przeciwieństwie do przemian kazeiny-β szybkość rozpadu kazeiny-α_{s1} zmniejszała się wraz z obniżeniem zawartości tłuszczu. Fenelon i in. (2000) kontynuując swoje badania stwierdzili, że spadek zawartości tłuszczu prowadził do wzrostu zawartości białka i wody w serze. W wyniku przeprowadzonych badań wykazali, że zmniejszenie zawartości tłuszczu miało niewielki wpływ na populację bakterii startero-

wych. Odwrotnie, szybkość wzrostu i liczebność bakterii kwasu mlekowego nie pochodzących z zakwasu zmniejszała się w miarę obniżania koncentracji tłuszczu i była istotnie niższa w serze niskotłuszczowym w porównaniu z serem pełnotłustym. Takie same wyniki otrzymali Laloy i in. (1996) stwierdzając, że 50% obniżenie poziomu tłuszczu w serze cheddar daje w efekcie niższą liczbę bakterii starterowych obecnych w skrzepie sera przed prasowaniem. Jednocześnie zasugerowali, że wyższa liczebność bakterii wchodzących w skład zakwasu w serze pełnotłustym może być spowodowana słabszą synerezą, w wyniku, której mniejsza część populacji bakterii usuwana jest wraz z serwatką. Dodatkowo wzrastająca zawartość tłuszczu w serze cheddar powodowała nasilenie początkowej proteolizy, jednakże nie zaobserwowano takich zależności w związku z wtórną proteolizą. Intensyfikacja proteolizy początkowej nie okazała się być istotna statystycznie (Fenelon i in., 2000). Przypadek ten sugeruje, że przyspieszenie początkowej proteolizy w serze niskotłuszczowym spowodowane jest jednoczesnym wzrostem zawartości białka. Ardö (1993) wykazał, że 40% redukcja zawartości tłuszczu w serze Herrgårds i Drabant miała tylko niewielki wpływ na proteolizę w 3 lub 14 tygodniu dojrzewania. Podobne spostrzeżenia poczynili Banks i in. (1989), którzy obniżając o 50% zawartość tłuszczu w serze cheddar zaobserwowali niższe poziomy azotu rozpuszczalnego w 2 i 4 miesiącu dojrzewania. Jak wynika z przytoczonego piśmiennictwa na obecnym etapie badań trudno jest jednoznacznie określić wpływ zawartości tłuszczu na procesy biochemiczne i mikrobiologiczne zachodzące w serze. Na przemiany białek w czasie dojrzewania mają ponadto wpływ inne rodzime składniki sera jak i dodane do niego w procesie technologicznym.

Już w 1978 roku badania Noomen'a wykazały, że degradacja kazeiny-α_{s1} w serze Meshanger była stymulowana małą ilością soli kuchennej i opóźniana przez wyższą jej koncentrację niż 4%, podczas gdy proteoliza kazeiny-β była maksymalna przy całkowitym braku chlorku sodu i ulegała redukcji już przy niskich jego zawartościach. Iwańczak i in. (1994, 1995) na podstawie analizy zawartości związków azotowych w serze jeziorańskim i tylżyckim, solonych w mieszaninie NaCl i KCl (1:1), zaobserwowali, że przy niższej zawartości soli następował szybszy proces dojrzewania. Równocześnie stwierdzono, że sery o wyższym stopniu nasolenia, solone w mieszaninie chlorku sodu i potasu charakteryzowały się mniejszą intensywnością degradacji białek niż sery solone w solance zawierającej jedynie chlorek sodu. Naukowcy ci testując inne gatunki sera tj. salami, camping i camembert potwierdzili, iż w serach o niższym stopniu nasolenia proces dojrzewania zachodzi intensywniej. Jednocześnie stwierdzono, iż zwiększona zawartość potasu w serach dojrzewających nie wpływa w istotny sposób na proces ich

dojrzewania (Iwańczak i in., 1995). Wiśniewska i in. (1999) badając sery edamski, gouda, tylżycki i salami solone w solance w czasie zgodnym z instrukcja technologiczną oraz w czasie krótszym o 25, 50 ,75% stwierdzili, że dojrzewanie serów o obniżonej zawartości soli przebiegało intensywniej. Krótsze solenie pozwalało uzyskać sery o lepszych walorach smakowo – zapachowych niż w przypadku serów solonych przez okres zgodny z normami. Jednakże może on być zredukowany jedynie w przypadku serów, których proces warzenia przebiegał prawidłowo. Podobne badania prowadzone były przez Lindsay'a i in. (1982), Karahadian'a i Lindsay'a (1984), Fitzgerald'a i Buckley'a (1985) oraz Petik'a (1987). Naukowcy ci dowiedli, że obniżenie stężenia chlorku sodu może powodować gorzkawy posmak, zbyt miękki skrzep i anormalną fermentację. Wykazali ponadto zróżnicowany wpływ stężenia soli kuchennej na proteolizę w trakcie dojrzewania serów. Jak twierdzi Fox (1987a) stężenie soli oraz jej rozmieszczenie są bardzo ważnym czynnikiem wywierającym wpływ na proces dojrzewania sera. Nakazawa i in. (1992) porównali niskosodowy serek wiejski z serkiem wyprodukowanym według tradycyjnej technologii. Stwierdzili oni podobną liczebność bakterii oraz produkcję kwasu mlekowego w obu przypadkach. Istniały podobieństwa w proteolizie, w koncentracji i dystrybucji niskocząsteczkowych peptydów i aminokwasów. Szybkość hydrolizy białka w serze niskosodowym była zbliżona do tej w serze tradycyjnym co świadczy, że wpływ eliminacji sodu i dodatku potasu na jakość sera był nieistotny. Na podstawie ilości azotu rozpuszczalnego w 12% kwasie trichlorooctowym stwierdzono porównywalną proteolizę w obu rodzajach sera. Także Zorrilla i in. (1996) potwierdzili, że proteoliza była bardziej zależna od stężenia soli niż od jej rodzaju. Badając niskotłuszczowy ser Fybno stwierdzono, iż także w tym przypadku początkowa hydroliza kazeiny-α_{s1} przez enzymy podpuszczki (Visser i de Groot-Mostert, 1977) była zależna od ilości soli, a nie od jej rodzaju. W czasie dojrzewania sera ilość kazeiny - α_{s1} spadała, a wzrastała ilość produktów jej degradacji, zarówno KCl jak i NaCl wykazały działanie inhibitujące. Farkey i in. (1991) badali wpływ rozmieszczenia soli i wody w serze na przebieg proteolizy, jednakże nie udało im się wykazać różnic w tempie przemian białek w zależności od lokalizacji soli w solonym serze. Dokonali tego Lawrence i in. (1987), którzy udowodnili, że stosunek zawartości chlorku sodu i wody znacząco wpływa na szybkość proteolizy. Cervantes i in. (1983) oraz Ramkumar i in. (1997) stwierdzili, że sól kuchenna zmienia zdolność kazeiny do wiązania wody wewnątrz matrycy sera i w ten sposób kształtuje jego właściwości fizyczne. Kontynuując, Guo i Kindstedt (1995) oraz Guo (1996) wykazali, że solenie sera zwiększa wodochłonność matrycy poprzez wzrost hydratacji molekuł kazeiny, które wypełniają tą matrycę. Nadmienili także, że w tym samym czasie maleje

ilość rozpuszczalnych protein przykładowo kazeiny-β. Nawiązując do rezultatów badań poprzedników oraz rozszerzając zakres poszukiwań optymalnych rozwiązań porównano wtórną proteolizę w serze solonym przy użyciu ultradźwięków z proteolizą w serze solonym tradycyjnie (Sánchez i in., 2001). Nie wykryto jednak różnic w ilościach azotu rozpuszczalnego i niebiałkowego w zależności od sposobu solenia. Jednakże ser solony akustycznie posiadał wyższą koncentrację wolnych aminokwasów. Całkowita ich ilość wzrastała w miarę dojrzewania w obu rodzajach sera, ale w 60 dniu dojrzewania była o 16% wyższa w serze wyprodukowanym przy użyciu ultradźwięków. Być może jest to spowodowane zróżnicowaną zawartością wody i soli w obu wariantach sera. Stwierdzono bowiem, że solony akustycznie Mahon charakteryzował się wyższą zawartością soli, niższą zawartością wody oraz niższymi wartościami pH w porównaniu z serem solonym konwencjonalnie. Stwierdzono ponadto, że koncentracja soli kuchennej wpływała na tempo proteolizy głównie ze względu na jej wpływ na aktywność wody (Guinee i Fox, 1987). Inną metodą solenia serów w ostatnim dziesięcioleciu stało się nasalanie sera przy użyciu próżniowej impregnacji solanką. Guamis i in. (1997) zastosowali powyższą metodę w celu redukcji czasu trwania etapu produkcyjnego jakim jest solenie w serze typu Manchego. Porównując przemiany zachodzące w serze solonym tradycyjnie (solenie immersyjne w 19% solance) oraz w serze nasycanym solanką w próżni stwierdził, że wielkość wtórnej proteolizy w serach z zastosowaniem tych dwóch metod była zbliżona. Nie wykryto także różnic w przemianach poszczególnych frakcji kazeiny identyfikujących początkową proteolizę co pozwoliło na wyciągnięcie wniosku, że solenie sera przy wykorzystaniu próżni nie spowodowało istotnego przyspieszenia dojrzewania sera Manchego.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na proces dojrzewania serów podpuszczkowych jest dodatek wody do gęstwy serowej. Rockenbauer i in. (1995) przeprowadzili szczegółową analizę elektroforetyczną w celu skontrolowania wpływu tego czynnika na proces dojrzewania. Ser ementalski wyprodukowano z dodatkiem 0, 10 i 20% wody do gęstwy serowej. Ser bez dodatku wody wykazał wyższy rozpad kazeiny-α_{s1} niż ser z jej 20% dodatkiem. Nie zaobserwowano różnic w rozpadzie kazeiny-β i aktywności plazminy. Ponadto autorzy ci zaobserwowali, że sery dojrzewające w blokach odznaczały się większym tempem rozpadu kazeiny-β i wyższą aktywnością plazminy niż sery o kształcie bochenków, ale nie stwierdzili różnic w rozpadzie kazeiny-α_{s1} w zależności od kształtu sera.

Stwierdzono (Jaros i in., 1997), że dodatek wody do gęstwy serowej powoduje częściową redukcję aktywności proteolitycznej podczas dojrzewania sera ementalskiego. Zjawisko to wytłumaczone zostało rozcieńczeniem serwatki, które prowadzi do obniżenia ilości fermentowanej laktozy co w następstwie pociąga za sobą różnice w pH i zawartości kwasu mlekowego. pH sera wzrastało w miarę zwiększania dodatku wody. W związku z tym największy rozwój bakterii propionowych zależny od kwasowości czynnej obserwowano w serze ementalskim z największym dodatkiem wody. Oczywistym jest zatem fakt najintensywniejszego tworzenia oczek w serze z największym udziałem dodatkowej wody. Jak już wspomniano dodatek wody opóźniał rozpad kazeiny-α_{s1}, podczas gdy hydroliza kazeiny - β pozostawała niezależna od dodatku wody. Oprócz tego ser wyprodukowany z największym 20% dodatkiem wody wykazał także spowolnioną wtórną proteolizę określaną poprzez zmiany zawartości frakcji azotowych tj. azotu rozpuszczalnego w wodzie i 12% kwasie trichlorooctowym. Zmiany tych frakcji były istotne statystycznie.

Obecnie najpopularniejsza metoda stosowana w celu skrócenia czasu dojrzewania sera polega na dodaniu wolnych enzymów występujących w serze i biorących udział w dojrzewaniu jak i nie stwierdzonych w serze (El Soda, 1993). W związku z tym, że proteoliza jest głównym procesem zachodzącym podczas dojrzewania serów, rozważono możliwość zastosowania proteinaz przyspieszających przemiany białek prowadzące do uzyskania cech charakterystycznych dla w pełni dojrzałego produktu. Współczesne badania wskazują na możliwość użycia w tym celu rodzimej proteinazy mleka – plazminy (Fox, 1989; El Soda, 1993; Fox i Stepaniak, 1993). Farkye i Fox (1991) wykazali, że dodatek plazminy prowadził do 20% wzrostu poziomu azotu rozpuszczalnego w serach, jednakże ze względu na wysoki koszt stosowania tego enzymu autorzy ci zaproponowali użycie plazminogenu lub inhibitora plazminogenu jako substytutu plazminy. Stosunkowo tanimi i łatwo dostępnym enzymem odpowiednim dla przyspieszenia dojrzewania sera okazała się być trypsyna. Jednakże jak donoszą Madkor i Fox (1994) użycie jej jest ograniczone ze względu na większą aktywność proteolityczną w porównaniu z plazminą. Do innych najczęściej stosowanych proteinaz w celu przyspieszenia dojrzewania serów należą: corolasa, neutraza, maxataza, kwaśna proteinaza, vulacyna, których źródłem są głównie szczepy *Aspergillus* lub *Bacillus subtilis* (Rymaszewski i in., 1995). Izolowano enzymy z takich bakterii jak na przykład *Lactococcus, Brevibacterium, Lactobacillus, Pediococcus, Propionibacterium, Micrococcus i Pseudomonas* (Jarmul i in., 1995). Podjęto także badania nad zastosowaniem preparatu proteolitycznego *Penicillium roqueforti* uzyskując skrócenie okresu dojrzewania serów, przy czym szybkość

zachodzących przemian uzależniona była od zastosowanych dawek preparatu (Szołtysek, 1995). Ogólnie stwierdzić można, że zastosowanie enzymów mikrobiologicznych upraszcza i przyspiesza proces dojrzewania serów. Zastosowanie ich stwarza możliwość otrzymania produktów o bardziej zróżnicowanych i atrakcyjnych dla konsumenta cechach organoleptycznych. Kryje się jednak w tym i pewne niebezpieczeństwo, bowiem proteinazy, zwłaszcza grzybowe, intensywniej i mniej specyficznie degradują białka w serach, przez co proces dojrzewania jest bardzo szybki. Może to niejednokrotnie spowodować niewłaściwy przebieg proteolizy białek, a przez to także niewłaściwą jakość sera (Szołtysek, 1995). Wobec powyższego ostatnio zainicjowano stosowanie enzymów skapsułowanych co pozwoliło na pokonanie problemów związanych z zastosowaniem wolnych enzymów (El Soda, 1993).

Dość dużo uwagi poświęcono aktywności proteolitycznej enzymów podczas dojrzewania sera wskazując, że główną rolę w tym procesie odgrywają peptydazy i proteinazy pochodzące z podpuszczki i bakterii starterowych (Fox i Stepaniak, 1993). Proteinazy podpuszczkowe hydrolizują kazeinę dostarczając głównie wysokocząsteczkowych frakcji i niewiele aminokwasów (O'Keeffe i in., 1978). Frakcje te są następnie substratem dla działalności proteinaz starterowych, która prowadzi do powstania niskocząsteczkowych peptydów i aminokwasów. Enzymy zawarte w koagulancie odpowiedzialne są za początkową proteolizę białka większości rodzajów sera (Fox i Mc Sweeney, 1996). Dlatego też wielu badaczy zaczęło przypuszczać, że dojrzewanie sera można by przyspieszyć poprzez zwiększenie ilości podpuszczki lub zwiększenie jej aktywności (Fox i Tobin, 1999). Jednakże Creamer i in. (1987) dowiedli, że zwiększona zawartość podpuszczki w skrzepie sera nie powodowała istotnego przyspieszenia procesów prowadzących do uzyskania przez produkt pełnej dojrzałości. Podobne rezultaty opisywali Guinee i in. (1991) oraz Johnston i in. (1994).

Wpływ rodzaju podpuszczki jak i zakwasu na rozpad kazeiny podczas dojrzewania sera analizowano w badaniach Vincente'go i in. (2000). Autorzy ci oceniali przemiany zachodzące w serze Idiazabal wyprodukowanym z użyciem podpuszczki cielęcej i jagnięcej oraz z udziałem naturalnej mikroflory i zakwasu handlowego. Jak się spodziewano proces degradacji kazeiny okazał się pozostawać pod znacznym wpływem zarówno rodzaju podpuszczki jak i zakwasu. Podpuszczka jagnięca powodowała intensywniejszą hydrolizę białka prawdopodobnie dzięki większej w porównaniu z podpuszczką cielęcą zawartości chymozyny. W serach z dodatkiem zakwasu zaobserwowano wyższy stosunek azotu rozpuszczalnego do azotu ogólnego niezależnie od typu

BIBLIOTEKA GŁÓWNA -13-

użytego czynnika strącającego. W zgodzie z tym pozostają doniesienia Pappas'a i in. (1996) oraz Sousa'y i Malcaty (1997). Stosując techniki elektroforetyczne Vincente i in. (2000) wykazali, że ilość frakcji kazeiny-α_{s1}-I pojawiającej się w początkowej fazie dojrzewania i będącej wynikiem działalności chymozyny na kazeinę-α_{s1} zmieniała się w różny sposób zależnie od typu podpuszczki. Stale wzrastała przy podpuszczce cielęcej natomiast w serze z podpuszczką jagnięcą po początkowym wzroście do 90 dnia zaobserwowano znaczny jej spadek. Wyższa aktywność proteolityczna enzymów jagnięcych była prawdopodobnie przyczyną rozpadu kazeiny-α_{s1}-I do niskocząsteczkowych peptydów pod koniec okresu dojrzewania. Dodatek zakwasu nie wykazał jednoznacznego wpływu na zawartość tej frakcji w serze. Podobnie stały wzrost zawartości kazeiny-γ pozostawał bez związku z obecnością zakwasu. Wpływ zakwasu na ilość frakcji -β-I widoczny był jedynie w serze z podpuszczką cielęcą. Pozwoliło to na wyciągnięcie wniosku, że wpływ dodatku zakwasu uzależniony był od analizowanej frakcji kazeiny. Fernández – Salguero i Sanjuán (1999) wykazali, że hydroliza kazeiny okazała się być szybsza i bardziej rozległa w serze wyprodukowanym przy zastosowaniu podpuszczki roślinnej niż w serze z udziałem podpuszczki zwierzęcej. Przeprowadzone badania ujawniły intensywniejszy spadek zawartość kazeiny-α_{s1} i -β w serze z podpuszczką roślinną. Także stopień proteolizy określany na podstawie ilości azotu rozpuszczalnego kształtował się odmiennie w serach z użyciem różnych koagulantów. Już w 2 dniu dojrzewania ilość tej frakcji azotu w serach wyprodukowanych z udziałem cyprozyn pochodzenia roślinnego była dwukrotnie większa w porównaniu z serem z udziałem enzymów zwierzęcych. Natomiast w końcowym etapie leżakowania sery te zawierały około 31% azotu rozpuszczalnego więcej niż wyprodukowane z zastosowaniem podpuszczki zwierzęcej. Z drugiej zaś strony zmiany azotu niebiałkowego zachodziły podobnie w obu wariantach sera. Zjawisko to tłumaczono faktem, iż związki niebiałkowe powstają głównie w wyniku działalności enzymów mikrobiologicznych.

Na podstawie uzyskanych wyników potwierdzających znacznie wyższą aktywność proteolityczną enzymów (cyprozyn) kwiatów *Cyrana cardunculus* L. w porównaniu do chymozyny stwierdzono, że mogłyby być one wykorzystywane jako system proteinaz w przyspieszaniu dojrzewania niektórych rodzajów sera owczego (Law i Wigmore, 1982). Opcją godną rozważenia staje się zastosowanie także innych substytutów podpuszczki cielęcej, wśród nich wymienia się wołową, wieprzową i w mniejszym zakresie drobiową pepsynę oraz mikrobiologiczne proteazy z *Rhizomucor miehei*, *R. pusillus* i *Cryphonectria parasitica* (Fox i in., 2000; Sousa i in., 2001). Awad i in. (1998) porównu-

jąc zachowanie się chymozyny i wieprzowej pepsyny w stosunku do bawolej, krowiej i koziej kazeiny stwierdzili, iż oba enzymy atakują kazeinę-α_{s1} i kazeinę-β w identyczny sposób jak enzymy zawarte w podpuszczce cielęcej. W ostatniej dekadzie zaczęto wykorzystywać inżynierię genetyczną w produkcji koagulantów. Geny zaczerpnięte z chymozyny zaszczepiono mikroorganizmom takim jak przykładowo *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis*, *Aspergillus niger* var. *awamori* lub *Escherichia coli.* Doprowadziło to do wyprodukowania rekombinowanej chymozyny dostępnej na rynku w postaci preparatów Maxiren, Chymogen oraz Chymax.

Istotna kwestią użycia materiału enzymatycznego staje się stężenie w jakim należałoby go zastosować. Już w 1974r. Dulley i kolejno de Jong (1977), Visser (1977) oraz Visser i de Groot – Mostert (1977) opisali bezpośredni związek między ilością chymozyny dodanej do mleka serowarskiego i koncentracją aktywnej chymozyny w serze. Ponadto szybkość proteolizy i zmiany tekstury podczas dojrzewania serów były bezpośrednio zależne od koncentracji resztkowej chymozyny (de Jong, 1977; Visser i de Groot – Mostert, 1977). Ser cheddar wyprodukowany z obniżoną o połowę ilością podpuszczki wykazał niższy stopień proteolizy niż ten sam ser wyprodukowany w sposób tradycyjny (Ernstrom i in., 1958; Kindsted i in.,1995). Przeciwnie Mickett i Olson (1974) wyprodukowali z powodzeniem ser mozzarella używając do 75% mniej cielęcej podpuszczki niż zakładały normy produkcyjne. Kindstedt i in. (1995) studiując dojrzewanie sera mozzarella stwierdzili, że różnice w koncentracji czynnika strącającego miały istotny wpływ na zawartość azotu rozpuszczalnego. Wykazywali oni najmniejsze tempo wzrostu w serach z najmniejszą ilością koagulantu. Obniżenie zawartość czynnika koagulującego powodowało zmniejszenie się zawartości azotu rozpuszczalnego.

Prace nad chemicznie zakwaszanymi oraz wyprodukowanymi bez udziału zakwasu serami dowiodły, że bakterie starterowe odgrywają istotną rolę w kształtowaniu aromatu w serze. Skutkiem tego jasnym stało się wykorzystanie zdolności systemu enzymów bakterii starterowych do przyspieszania lub modyfikacji dojrzewania. Według Fox'a i Tobin'a (1999) stosuje się przynajmniej cztery takie rozwiązania: zwiększenie liczby żywych komórek, osłabienie komórek bakterii zakwasu, genetycznie modyfikowane szczepy oraz nie pochodzące z zakwasu bakterie kwasu mlekowego. Rozwiązanie wyszczególnione jako pierwsze opiera się na wzbogacaniu mleka w czynniki pobudzające rozwój i wzrost drobnoustrojów. W tym celu najczęściej stosowane są hydrolizaty białkowe, pierwiastki śladowe, aminokwasy i zautolizowane bakterie. Jednakże zwiększona zawartość stymulantów może prowadzić do przekwaszenia masy serowej.

Zatem naturalnym następstwem poprzedniej metody przyspieszania proteolizy stało się włączenie do procesu technologicznego komórek bakterii o obniżonej aktywności. Ingerencja w aktywność bakterii związana jest z ograniczeniem zdolności tych komórek do produkcji kwasu mlekowego bez istotnej redukcji aktywności endogennych proteinaz i peptydaz. Cel ten osiąga się mianowicie w wyniku szoku termicznego, suszenia rozpyłowego bakterii oraz dzięki inżynierii genetycznej. Metodę szoku termicznego w swoich badaniach stosowali Bartels i in. (1987), którzy zaobserwowali wyraźny wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego i aminokwasów w serze gouda, w którym bakterie fermentacji mlekowej zostały poddane działaniu ujemnych temperatur. Rymaszewski i in. (1995) stwierdzili, że niskie temperatury nie wykazały hamującego wpływu na system peptydaz bakterii ulegających lizie. Rezultaty te pozostają w zgodzie z uzyskanymi przez Khalid'a i in. (1991), którzy także porównywali aktywność peptydaz żywych komórek *Lb. helveticus* oraz poddanych zamrożeniu. Wyniki badań Bartels'a i in. (1987) dowiodły, że szok temperaturowy przy 70°C w ciągu 18s i 2% dodatek komórek *Lb. helveticus* był optymalny dla przyspieszenia dojrzewania sera gouda. Stadhouders i in. (1983) poczynili próby skrócenia czasu dojrzewania sera poprzez zwiększenie ilości bakterii fermentacji mlekowej i osłabienie ich zdolności wytwarzania kwasu poprzez użycie butanolu. Działania takie doprowadziły tylko do nieznacznego nasilenia proteolizy i zredukowania goryczki w porównaniu z kontrolnym serem. Natomiast badania Law'a i in. (1976) ujawniły, że dodatek komórek potraktowanych lizozymem do sera cheddar spowodował 3–krotny wzrostu zawartości aminokwasów.

Chociaż osłabione kultury starterowe są niezawodnym i skutecznym sposobem przyspieszenia procesów prowadzących do uzyskania przez produkt pełnej dojrzałości oraz pozwalają na uwydatnienie smaku większości twardych i półtwardych gatunków sera, istotną rolę w tworzeniu dodatkowych nut zapachowych odgrywają także bakterie nie pochodzące z zakwasu (NSLAB). Fakt ten doprowadziła do przemysłowej ich eksploatacji jako kultur towarzyszących mikroflorze zakwasu (Law, 2001). W trakcie gdy powszechnie używane kultury starterowe, takie jak gatunki mezofilne *Lactococcus, Leuconostoc,* termofilne szczepy *Lactobacillus* i *Streptococcus thermophilus,* w miarę postępującego dojrzewania stopniowo zanikają, to początkowo nieliczna populacja bakterii nie pochodzących z zakwasu ostatecznie staje się dominującą mikroflorą dojrzewającego sera (Peterson i Marshall, 1990; Martley i Crow, 1993). Jej proteolityczna aktywność prowadzi do powstania peptydów i aminokwasów o masie cząsteczkowej zbliżonej do tych tworzonych przez bakterie zakwasu (Muehlenkamp–Ulate i Warthesen, 1999). Dlatego też, jak twierdzą m.in. Madkor i in. (2000), mogą być one stosowane jako mi-

kroflora dodatkowa w celu przyspieszenia tempa dojrzewania sera. Prowadzone były badania taksonomiczne zmierzające do wyselekcjonowania najlepszych szczepów, jednakże kryteria ich selekcji nie są nadal ostatecznie sprecyzowane. Pewne próby w tym zakresie poczynili Cogan i in. (1997), którzy opisali drobiazgowe badania nad poszerzeniem dostępnej puli mikroorganizmów uczestniczących w dojrzewaniu sera wybierając swój materiał badawczy wśród gatunków *Lactococcus, Enterococcus, Streptococcus, Leuconostoc i Lactobacillus*. Wpływ bakterii nie pochodzących z zakwasu na jakość sera nadal nie jest dostatecznie poznany. Jednakże uważa się, że wywierają one niepożądany wpływ na powstawanie aromatu powodując jego defekty (Lane i Fox, 1996).

Bez wątpienia jakość sensoryczna żywności – jak wygląd, zapach, tekstura i smakowitość – pełnią w decyzjach konsumenta istotną, a nawet zasadniczą funkcję. Wśród wymienionych cech sensorycznych szczególną rolę odgrywają wyróżniki wizualne tj. forma i barwa, kształtujące pierwszą opinię konsumenta oraz cechy smakowo-zapachowe uzupełniające ostateczną ocenę towaru (Rutkowski i in.,1993).

Preferowanie przez konsumentów produktów o określonych, zdecydowanych cechach wizualnych i smakowitości, spowodowało w ostatnich latach znaczny wzrost zastosowania barwników i substancji smakowo-zapachowych w żywności. Istotny postęp w tej grupie dodatków doprowadził do stworzenia ograniczeń legislacyjnych w zakresie stosowania syntetyków, co spowodowało wprowadzanie w coraz szerszym zakresie produktów naturalnych pełniących te same funkcje co produkty syntetyczne. Mając na uwadze aspekt zdrowotny oraz wpływ jakości sensorycznej na zachowania konsumenckie producenci żywności coraz częściej stosują naturalne przyprawy ziołowe w celu wzmocnienia lub nadania produktom pożądanych cech sensorycznych.

Przyprawy jako dodatki smakowo-zapachowe stosowano już w Starożytności, kiedy to nie było jeszcze skutecznych metod utrwalania żywności. Wykorzystywano je nie tylko dla polepszania aromatu i przedłużenia trwałości, ale także do maskowania posmaków zepsucia, szczególnie potraw mięsnych.

O wartości przypraw decydują specyficzne związki chemiczne, będące najczęściej wtórnymi metabolitami roślin, zaliczane do tzw. substancji biologicznie czynnych. Najważniejszy wpływ na zapach i częściowo smak przypraw mają olejki eteryczne. Głównymi ich komponentami są monoterpenoidy, związki aromatyczne (alkohole, aldehydy, ketony, fenole i ich pochodne), alliloizotiocyjanian, allicyna oraz inne lotne związki siarki. Swój ostry, piekący lub gorzki smak przyprawy zawdzięczają obecności

związków nielotnych, które nie wchodzą w skład olejków eterycznych tj. alkaloidy, pochodne fenolowe, laktony, trójcykliczne dwuterpeny, związki izotiocyjanowe, lotne pochodne tioaminokwasowe (Kostrzewa, 1996).

Oprócz posiadania istotnych właściwości aromatyzujących przyprawy zawierające związki fenolowe są ważnym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy. Uszeregowanie przypraw pod kątem właściwości przeciwutleniających różni się w dostępnym piśmiennictwie w zależności od badanego substratu, stosowanych stężeń oraz warunków doświadczeń. Kołakowski i in. (1972) przyprawy stosowane do stabilizacji mrożonych farszów rybnych podzielili na:

- działające silnie przeciwutleniająco (czosnek i susz czosnkowy, pieprz ziołowy, jałowiec, pieprz czarny, kminek, tymianek, rozmaryn i goździki),
- o słabej aktywności przeciwutleniającej (papryka ziele angielskie, gałka muszkatołowa),
- o działaniu prooksydacyjnym (liść laurowy, majeranek i kolendra).

W ostatnim dziesięcioleciu w licznych ośrodkach naukowych zintensyfikowano badania dotyczące przeciwutleniającego działania przypraw oraz metod wyodrębniania z nich naturalnych antyoksydantów. Przykładowo Stodolnik (1994) podjęła się określenia zdolności nasion pigwowca i dzikiej róży do hamowania utleniania lipidów rozdrobnionej tkanki mięśniowej śledzi bałtyckich. W toku przeprowadzonych analiz stwierdziła, iż zastosowane surowce roślinne spowalniały procesy oksydacyjne w badanym materiale biologicznym. Również w kolejnych pracach przeanalizowano zastosowanie innych surowców m.in. kwiatów głogu, czarnego bzu oraz nasion gorczycy jako naturalnych antyoksydantów. W każdym przypadku stwierdzono ich zdolność do spowalniania procesów utleniania lipidów w mielonym mięsie śledzi bałtyckich w czasie chłodniczego przechowywania (Stodolnik i Samson, 1996; Stodolnik i Szczepanik, 1998). Zachęcający efekt przeciwutleniający i antymikrobowy otrzymano stosując ziele angielskie, paprykę, majeranek, pieprz czarny i biały, ekstrakt rozmarynu i mieszanki przypraw do suchych kiełbas wieprzowo-wołowych (Kostrzewa, 1996).

Składniki o działaniu antyoksydacyjnym występujące w przyprawach posiadają jednocześnie zdolności inaktywowania wielu szczepów bakterii, grzybów i niektórych pierwotniaków. Właściwości antybiotyczne wykazują zarówno lotne składniki olejkowe (pochodne fenolowe i organiczne związki siarki) jak i nielotne terpenoidy. Przyprawy ziołowe jako środki bakterio- i grzybobójcze od stuleci wykorzystywano w gospodarstwach domowych jednakże w przemyśle spożywczym ustępują miejsca konserwantom

chemicznym. Pomimo to, wielu producentów żywności czyni próby synergistycznego zastosowania przypraw i konserwantów syntetycznych użytych w mniejszych ilościach.

Naturalne przyprawy powodują nie tylko przedłużenie trwałości, poprawę smaku ale także uatrakcyjniają wygląd produktu. Część z nich tj. szafran, kurkuma i papryka znajdują zastosowanie jako naturalne barwniki. Rozdrobnione przyprawy mogą także wywoływać efekty barwne określane mianem „pstrokacizny", a odpowiednio grubo rozdrobnione stanowią barwny, dekoracyjny element powierzchni delikatesowych wyrobów mięsnych np. salami, pastrami. Wpływają na konsystencję i inne cechy użytkowe żywności. Wysuszone zioła wykazują zdolność wiązania wody i pęcznienia. Właściwość ta wykorzystywana jest w produkcji przetworów mięsnych i rybnych umożliwiając poprawę soczystości i spoistości farszów i wędlin.

Pożądany smak danego produktu często osiągnąć można nie przez dodanie pojedynczej przyprawy, lecz dopiero w wyniku zastosowania zestawu kilku ziół. Mieszanki przyprawowe nie mogą zawierać żadnych innych składników poza przyprawami pochodzenia roślinnego. Okazały się one szczególnie przydatne przy doprawianiu potraw pod względem smakowym. Stąd też w ostatnim czasie spotyka się je w handlu w postaci przeznaczonej do różnych celów i w stanie gotowym do użycia. Stało się także powszechnym wykorzystywanie ich w masowej produkcji żywności.

Producenci serów także bezustannie poszukują nowych metod urozmaicenia cech smakowo-zapachowych poszczególnych wariantów tego samego gatunku sera, w celu ich większego zróżnicowania, a także dążą do wyprodukowania nowych atrakcyjniejszych gatunków. Wielu z nich dążenia swe realizuje poprzez zastosowanie różnego rodzaju mieszanek przyprawowych. Poczynania te opierają na doniesieniach o obecności na światowych rynkach serów z dodatkiem przypraw. Podjęto także pierwsze kroki mające na celu określenie wpływu dodatku przypraw na proces proteolizy sera w czasie dojrzewania. Jako jeden z pierwszych badaniami serów zawierających różnego rodzaju przyprawy zajął się Yetişmeyen (1997). Przeanalizował on sery wyprodukowane z mleka różnych zwierząt z dodatkiem kopru włoskiego, pietruszki, mięty pieprzowej, czosnku i tymianku uzyskując zadowalające efekty w postaci przyspieszenia procesu dojrzewania. Efekt ten uzależniony był jednak od rodzaju użytego mleka jak i przyprawy. I tak największy wpływ stwierdzono w przypadku sera owczego z dodatkiem czosnku. Wykazano także intensywniejszą proteolizę mającą miejsce w serze wyprodukowanym z mleka surowego i z dodatkiem ziół w porównaniu z serem z mleka pasteryzowanego (Coşkun, 1998). Coşkun i Tunçtürk (2000) przebadali wpływ dodatku zioła *Allium* sp. na

biochemiczne przemiany w serze ziołowym Van produkowanym w Turcji. W swojej pracy porównując ser bez dodatku i z dodatkiem *Allium* sp. dowiedli, iż zawartość azotu rozpuszczalnego w wodzie wykazywała tendencję wzrostową w czasie całego okresu dojrzewania przy czym ser ziołowy posiadał wyższą jego zawartość niż ser kontrolny. Podobną zależność stwierdzono dla azotu rozpuszczalnego w kwasie trichlorooctowym i także w tym przypadku sery z dodatkiem zioła *Allium* sp. charakteryzowały się większą zawartością tej formy azotu. Na podstawie uzyskanych wyników Coşkun i Tunçtürk (2000) wyciągnęli także wniosek mówiący o wprost proporcjonalnej zależności między wielkością dodatku ziół a szybkością proteolizy. Zaobserwowane zjawiska starali się wytłumaczyć tym że mimo, iż dojrzewanie sera zależy głównie od zawartości podpuszczki, rodzimych enzymów mleka, enzymów bakterii starterowych, enzymów drożdży i pleśni jak i bakterii nie wchodzących w skład zakwasu (Fox, 1989), również zioła dodawane do serów mogą być źródłem związków i mikroorganizmów odgrywających ważną rolę w dojrzewaniu sera. Coşkun i Tunçtürk (2000) wśród nich wymienili bakterie Coli, bakterie kwasu mlekowego, pleśnie i drożdże. Ta naturalna mikroflora ziół, szczególnie drożdże i pleśnie, może przyczyniać się do degradacji białka w serze.

Zgłębiając problem wykorzystania ziół w procesie technologicznym wytwarzania serów podpuszczkowych dojrzewających starano się dokładnie określić efekt jaki wywierały one na aktywność termofilnych kultur mleczarskich. Bakirci (1999) w swoich badaniach zastosował *Allium* sp., *Thymus* sp., *Anhriscus* sp. oraz *Ferule* sp. Scharakteryzował on wzrost i produkcję kwasu mlekowego przez takie szczepy jak *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* i *Lactobacillus delbruecki* ssp. *bulgaricus* w środowisku wyżej wymienionych ziół. Swoje badania oparł na podstawach teoretycznych przedstawionych między innymi przez Coşkun'a (1998 a i b), który stwierdził, że skoro surowe mleko owcze jest uważane za najlepsze do produkcji serów ziołowych to rozwój patogenów mleka może stanowić poważny problem. Utrzymywał on, że sery takie powinno produkować się z mleka pasteryzowanego nawet jeśli stosowane dodatki ziołowe wykazują działanie inhibitujące w stosunku do szkodliwej mikroflory. Jednakże w związku z tym, że obróbka cieplna zabija patogeny oraz niektóre bakterie kwasu mlekowego koniecznym jest dodawanie pewnej ich liczby do skrzepu mleka doprowadzając do wykształcenia odpowiedniego aromatu sera. Praktykę taką powszechnie stosuje się przy produkcji znanych gatunków serów takich jak: Parmesan, Romano, Swiss, Provalone, Brick oraz Muenster, a testując je Bakirci (1999) dowiódł, że dodatek przypraw stymuluje produkcję kwasu mlekowego przez szczepy *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* i *Lac-*

tobacillus delbruecki ssp. *bulgaricus*. Badania jego potwierdził, iż użycie ziół może w sposób zadowalający ograniczać rozwój bakterii patogennych.

Literatura tematu dostarcza stosunkowo bogatych informacji na temat właściwości funkcjonalnych przypraw (Kostrzewa, 1996, 1999; Maniak i Targoński, 1996) pomimo to wiadomości na temat ich aktywności proteolitycznej są dość ograniczone. Jednymi z nielicznych badaczy zajmujących się tą problematyką byli Fik i in. (1977), którzy badali wykorzystanie przypraw przy produkcji farszów rybnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. Po autoproteolizie farszów zaobserwowali oni wyraźne nagromadzenie azotu aminowego i niebiałkowego, przy czym proteoliza farszów rybnych z dodatkiem przypraw naturalnych okazała się być intensywniejsza w porównaniu z rybnym farszem bez przypraw. Twierdzili oni, że wyższa aktywność enzymów proteolitycznych farszów z dodatkami przypraw spowodowana jest przypuszczalnie hamującym wpływem przypraw na procesy denaturacyjne białek biologicznie aktywnych podczas składowania chłodniczego. Może ona również wynikać z sumowania się aktywności enzymów endogennych mięśni ryb z aktywnością enzymów proteolitycznych dodanych przypraw. Dodatkowo uznali oni za znaczący fakt zanieczyszczenia przypraw bakteriami, które także mogą wywierać wpływ na autoproteolizę farszów. Nie można również wykluczyć w przyprawach obecności aktywatorów enzymów proteolitycznych.

Przy obecnym stanie wiedzy trudno jest przewidzieć jak duży wpływ na technologię wytwarzania serów ma zastosowanie mieszanek przyprawowych. Jak widać z przeprowadzonego przeglądu literatury nieliczne są dane dotyczące wpływu przypraw na przemiany białek w czasie dojrzewania serów podpuszczkowych. Określenie roli jaką dogrywają one w procesie dojrzewania serów i ich przechowywania może pozwolić na rozwinięcie technologii przyspieszania procesów prowadzących do uzyskania przez ser cech pełnej dojrzałości oraz poprawy ich smakowitości i jakości. Było to inspiracją do podjęcia badań związanych z określeniem wpływu dodatku mieszanek przyprawowych na przemiany białek po procesie dojrzewania i w czasie przechowywania wybranych gatunków serów podpuszczkowych dojrzewających.

3. Cel pracy

Prowadzone badania miały na celu określenie wpływu mieszanek przyprawowych na przemiany związków azotowych dojrzałych serów podpuszczkowych w okresie ich przydatności do spożycia (ustalonym przez producenta) przechowywanych w warunkach chłodniczych.

Założono, że mieszanki przyprawowe dodane do serów mogą:

- różnicować szybkość proteolizy frakcji kazeiny,
- przyspieszać degradację azotowych związków niebiałkowych,
- zwiększać zawartość niskocząsteczkowych związków azotowych.

4. Materiał i metody badań

4.1. Materiał

Materiałem badawczym były sery podpuszczkowe dojrzewające bez dodatku i z dodatkiem przypraw wyprodukowane przez 4 producentów krajowych. W przypadku producenta A były to sery: salami i śmietanowy, producenta B – salami, producenta C – ser Rarytas i producenta D – ser strzelecki. Każda partia serów bez dodatku przypraw i z przyprawami została wyprodukowana z tego samego surowca.

Sery do badań pobrane zostały od producenta B i C jednokrotnie (I partia) natomiast od producenta A i D dwukrotnie (partia I i II). Okres między pobraniem kolejnej partii serów producenta A wynosił 18 tygodni natomiast serów producenta D - 9 tygodni. Sery wyprodukowano zgodnie z tradycyjną technologią, bezpośrednio po okresie dojrzewania zostały dostarczone do pracowni laboratoryjnej, gdzie były przechowywane w temp. 5°C ± 1°C przez okres przydatności do spożycia deklarowanej przez producenta. Sery doświadczalne w postaci 500g bloków, opakowane w folie termokurczliwą lub polietylenową, o wymiarach różniących się dla poszczególnych producentów, pobierane były do badań w regularnych trzytygodniowych odstępach czasowych. Po dokonaniu zespołowej oceny organoleptycznej usuwano z nich ok. 5 mm warstwę zewnętrzną a pozostałą część przeznaczano do badań chemicznych.

Surowcami pomocniczymi do produkcji serów były typowe przyprawy stosowane w technologii wyrobu serów dojrzewających. Producent A wykorzystał przyprawę meksykańską w przypadku sera salami i cayenne dla sera śmietanowego. Sery producenta C zawierały dodatek „Sermixu" (Z.P.Chr. VITPOL) w skład, którego wchodzą pietruszka, papryka czerwona i czosnek. Pozostali producenci zastosowali mieszankę przyprawową SHR dostarczoną przez firmę Rhodia BIOLACTA-TEXEL zawierającą cebulę, paprykę czerwoną, szczypior i seler.

4.2. Metody badań

4.2.1. Ocena organoleptyczna

Pobierane do analiz sery każdorazowo poddane zostały ocenie organoleptycznej na podstawie Polskich Norm oraz Norm Zakładowych (tab. 1). Zastosowana metoda opisowa uwzględniała następujące wyróżniki: kształt, wygląd skórki, teksturę, konsy-

stencję, barwę, oczkowanie a także smak i zapach serów. Zespół oceniający składał się z pracowników Zakładu Technologii Mleczarskiej Akademii Rolniczej w Szczecinie.

Tabela 1. Wykaz norm zastosowanych w ocenie organoleptycznej

Producent	Nazwa handlowa sera	Rodzaj normy i numer
A	salami bez przypraw	PN-68/A-86230
A	salami z przyprawami	PN-68/A-86230
A	śmietanowy bez przypraw	PN-68/A-86230
A	śmietanowy przyprawami	PN-68/A-86230
B	salami bez przypraw	PN-68/A-86230
B	salami z przyprawami	PN-68/A-86230
C	Rarytas bez przypraw	ZN-93/A-01
C	Rarytas z przyprawami	ZN-93/A-02
D	strzelecki bez przypraw	ZN-94/A-01
D	strzelecki z przyprawami	ZN-95/A-02

4.2.2. Analiza chemiczna

Z serów o masie 500g każdy usuwano 5 mm warstwę zewnętrzną a część konsumpcyjną ścierano na tarce o średnicy oczek 6 mm. Tak przygotowane próby przechowywano w szczelnie zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C ± 1°C (Gaweł, 1981). W badanych serach w początkowym i końcowym etapie przechowywania oznaczono:

- zawartość wody wg normy (PN – 73/A – 86232),
- zawartość tłuszczu metodą Gerbera (Zmarlicki, 1981),
- zawartość chlorków metodą Volharda wg normy (PN – 73/A – 86232),
- zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla (Zmarlicki, 1981).

4.2.3. Ocena przemian biochemicznych białek w serach podpuszczkowych dojrzewających

Przygotowanie wyciągu serowego:

12,5 g sera (odważonego z dokładnością do 0,01 g) roztarto w moździerzu dodając stopniowo 50 cm^3 wody destylowanej o temp. 40°C. Emulsję przeniesiono ilościowo do kolby miarowej o pojemności 250 ml, dodano 4 krople 40% formaliny, wymieszano. Po ochłodzeniu do temp. ok. 20°C zawartość kolby dopełniono do kreski i

wytrząsano przez 5 min. Wytrząsanie powtarzano w odstępach 10 minutowych przez 1 godzinę. Następnie próbę pozostawiono w 5°C ± 1°C przez okres 1,5h. Po upływie tego czasu usunięto zestalony w szyjce tłuszcz i pobrano znad osadu 100 cm^3 ekstraktu, który przesączono przez sączek z bibuły. W ten sposób uzyskano wyciąg serowy, którego odpowiednie ilości pobierano do kolejnych analiz. Oznaczono w nim zawartość poszczególnych form związków azotowych:

- azot rozpuszczalny metodą Kjeldahla (Zmarlicki, 1981),
- azot niebiałkowy wytrącany 15% kwasem trichlorooctowym (TCA) metodą Kjeldahla (Zmarlicki ,1981),
- azot aminowy w ekstrakcie kwasu trichlorooctowego metodą Pope'a i Stevens'a (Dziuba i Kostyra, 1992).

Otrzymane wyniki dla azotu rozpuszczalnego i niebiałkowego wyrażono w procentach substancji azotowych ogółem.

Każdorazowo w próbkach serów określono kwasowość miareczkową w °SH (Zmarlicki, 1981) oraz czynną przy użyciu pehametru (PN – 73/A – 86232). Wszystkie oznaczenia wykonano w 3 do 7 powtórzeniach w zależności od rodzaju oznaczenia.

4.2.4. Elektroforeza na żelu poliakrylamidowym (SDS-PAGE)

Próbki sera do rozdziału elektroforetycznego przygotowano zgodnie z procedurą Mayer'a i in. (1998). Rozdrobniony ser zamrażano do temp. –18°C, odwadniano przez liofilizowanie w temperaturze –30°C przy podciśnieniu 0,370 mbar w czasie 15h. Następnie odtłuszczano poprzez ekstrakcję eterem etylowym w aparacie Soxhleta w czasie 6h. Próbki pozbawione tłuszczu suszono w 30°C przez 16h. Uzyskany proszek rozpuszczono w buforze o pH 8,3 do uzyskania roztworu o stężeniu 1%.

Bufor elektrodowy o pH 8,3 sporządzono wg metody Shalabi'ego i Fox'a (1987) poprzez wymieszanie 18,2g TRIS – HCl (cz.d.a., POCh), 86,4g glicyny i 6g SDS w 6l wody destylowanej. Zasadę przygotowania żelu rozdzielającego jak i zagęszczającego powstałego poprzez zmieszanie w odpowiednich proporcjach mieszaniny akrylamid: bisakrylamid, TEMED, SDS (SIGMA-ALDRICH Polska) i odpowiednio buforów o pH 6,8 i 8,8 zaczerpnięto z publikacji autorstwa Andrews'a (1983). Stosowano żele o 4% i 12,5% stężeniu.

Wielkość próbki nanoszonej na żel wynosiła 4µl. Elektroforezę przeprowadzono przy stałym natężeniu prądu 30 mA w ciągu 90 min. w temperaturze pokojowej. Po zakończeniu procesu żele barwiono w 0,15% roztworze Coomasie Brilliant Blue R–250

(Sigma Aldrich) w mieszaninie woda destylowana/metanol/kwas octowy (60/40/10). Odbarwiano używając mieszaniny wody destylowanej, metanolu i kwasu octowego (70/30/7). Archiwizacji danych dokonano za pomocą aparatu Gel Doc 2000 a graficzną obróbkę uzyskanych żelów przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego *TDS Quantity One* (Bio Rad) oraz *Gimp 1.2*.

4.3. Metody analizy statystycznej

Celem analizy statystycznej było:

1. zweryfikowanie hipotezy, że dodawane do sera przyprawy powodowały różnice w zawartości określonych wskaźników chemicznych,
2. zweryfikowanie hipotezy, że dodatek przypraw powodował istotne zmiany w szybkości procesu dojrzewania sera.

Wszystkie testy statystyczne wykonane zostały na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Mimo, że poziom istotności przyjęty został w sposób arbitralny, taka jego wielkość jest powszechnie stosowana w tego rodzaju eksperymentach (Macedo i Malcata, 1997; Kebary i in., 1997).

4.3.1. Badanie istotności różnic w poziomach wskaźników chemicznych

Analiza uzyskanych wyników przebiegała w kilku etapach. Po pierwsze, przeanalizowano zgodność otrzymanych wartości charakteryzujących poszczególne próby z rozkładem normalnym. Dokonano tego za pomocą *Testu normalności Shapiro-Wilka* (Domański i Pruska, 2000). Wybór metody podyktowany był faktem małej liczebności prób, dla których test ten wykazuje największą efektywność wśród wszystkich testów normalności (Hozer i in., 1994 b).

Brak podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu dał możliwość zastosowania *testu t-Studenta* (Hozer i in., 1994 b) lub *Cochrana-Coxa* (Hozer i in., 1994 b) sprawdzających, czy wartości średnie obu próbek różnią się istotnie. Wybór odpowiedniego z nich uzależniony był od wyniku *testu F-Snedecora* na równość wariancji (Hozer i in., 1994). W przypadku równości wariancji zastosowano test t-Studenta, w przeciwnym razie — test Cochrana-Coxa.

W wyniku przeprowadzonych testów istotności dla dwóch średnich uzyskano odpowiedź na pytanie, czy średni poziom wybranego wskaźnika w serze z przyprawami różnił się istotnie od średniego poziomu tego wskaźnika w serze bez przypraw.

4.3.2. Badanie tempa dojrzewania sera

Zbyt krótki okres przechowywania serów niektórych producentów (I partia serów salami producenta A, sery śmietanowe producenta A, sery salami producenta B) spowodował, iż nie można było przeprowadzić dla wszystkich próbek jednakowej analizy dynamiki.

Tam, gdzie było to możliwe, za pomocą *klasycznej metody najmniejszych kwadratów* (*KMNK*) (Hozer i in., 1997) oszacowano parametry trendu liniowego:

$$y_t = \alpha_1 t + \alpha_0 + u_t . \qquad (1)$$

Następnie dokonano weryfikacji modelu trendu. Pierwszym jej etapem było zbadanie dopasowania modelu do danych empirycznych za pomocą *współczynnika determinacji liniowej* R^2. Współczynnik ten wskazuje w ilu procentach badany model jest dopasowany do danych empirycznych, czyli innymi słowy, w jakim stopniu zmiany zmiennej objaśnianej (y_t) tłumaczone były zmianami zmiennej czasowej (t).

Następnie obliczono *parametry struktury stochastycznej*, czyli *odchylenie standardowe składnika losowego* S_e oraz *współczynnik zmienności losowej* V_s. Wartość S_e mówi, o ile średnio odchylały się wartości empiryczne od wartości wynikających z funkcji trendu, natomiast współczynnik zmienności losowej mówi, ile procent wartości średniej zmiennej objaśnianej stanowi odchylenie standardowe składnika losowego.

Kolejnym, najważniejszym w tym przypadku etapem weryfikacji modelu, jest badanie statystycznej istotności parametrów strukturalnych (α_1, α_0). Warunkiem koniecznym, ażeby tendencja rozwojowa był istotna, jest statystyczna istotność współczynnika kierunkowego α_1.

W przypadku statystycznie istotnych trendów porównano ze sobą parametry kierunkowe dla odpowiednich serów bez przypraw i z przyprawami. Istotność różnic pomiędzy parametrami liczono za pomocą *testu t-Studenta*. Statystyczna istotność różnic pomiędzy dwoma współczynnikami oznacza różne tempo dojrzewania sera z przyprawami i bez przypraw.

Materiał badawczy stanowiły jednak także sery, które nie były przechowywane wystarczająco długo, ażeby można było wyznaczyć dla nich parametry trendów. W takim przypadku posłużono się jedną z metod *analizy zmian krótkookresowych*, wyliczono *średnie tempo zmian* ($\overline{T}$) (Hozer i in., 1994 a).

Wartość $\overline{T}$ mówi, o ile procent średnio z okresu na okres zmienia się poziom badanego wskaźnika. Jeżeli jego wartość jest ujemna, wówczas analizowany wskaźnik charakteryzuje się tendencją spadkową, a jeżeli jest ona dodatnia, wówczas tendencja jest wzrostowa.

5. Wyniki badań i ich omówienie

5.1. Ocena organoleptyczna

Kształt oraz wygląd warstw zewnętrznych wszystkich badanych serów dojrzewających był zgodny z normami, a przeprowadzona ocena pozwoliła na przyporządkowanie ich do pierwszej lub drugiej klasy jakościowej. Podczas oceny organoleptycznej nie zaobserwowano powierzchniowego wzrostu niepożądanej mikroflory. Zastosowane powłoki stanowiły dobrą ochronę przed niepożądanymi mikroorganizmami. W sporadycznych przypadkach, w końcowym etapie przechowywania, stwierdzono objawy przejrzewania. Wszyscy oceniający preferowali warianty serów bez dodatku mieszanek przyprawowych głównie ze względu na zbyt wyczuwalny smak i zapach przypraw, który tłumił pożądany bukiet smakowo-zapachowy charakterystyczny dla dojrzałego sera danego gatunku.

Ser śmietanowy

Sery producenta A posiadały cylindryczny kształt, przy czym sery śmietanowe opakowane były w folię termokurczliwą, salami zaś w powłokę polietylenową. W pierwszym dniu analiz zarówno ser śmietanowy jak i śmietanowy z przyprawami charakteryzowały się równomiernym oczkowaniem o licznych zróżnicowanych pod względem wielkości oczkach (tab. 19 i 20). Nierzadko dało się spostrzec obecność orzeszyny. Na początku analizowanego okresu nie stwierdzono różnicy w konsystencji między wariantami sera śmietanowego. W obu przypadkach zaobserwowano elastyczny, lekko twardy miąższ, który pozostał taki w całym okresie badawczym. Oceniając barwę sera nie zanotowano istotnych zmian w kolejnych przedziałach czasowych. Pozostawała ona dla sera śmietanowego jednolita, kremowożółta, natomiast dla śmietanowego z przyprawami intensywnie żółta z równomiernie rozmieszczonymi przyprawami. Smak serów różnił się znacząco. W świeżo dostarczonym serze z przyprawami kwaskowemu smakowi jeszcze nie w pełni dojrzałego sera towarzyszył specyficzny zharmonizowany ton zastosowanych przypraw. Także podczas kolejnych analiz obserwowano łagodny smak sera śmietanowego bez przypraw i pikantny sera z przyprawami.

Ser salami

Ser salami bez przypraw producenta A z I partii w początkowym etapie badań posiadał oczkowanie jednakowe w całej masie, o oczkach okrągłych lub owalnych różnej wielkości (tab. 17). Podobny wygląd oczek zaobserwowano także w serze salami z

przyprawami (tab. 18). W obu wariantach sera stwierdzono nieliczną orzeszynę. Żadnych zmian w zakresie tego wskaźnika nie odnotowano w dalszych etapach cyklu badawczego. Konsystencja sera była odmienna dla poszczególnych wariantów. Sery bez przypraw w czasie całego cyklu badawczego charakteryzowały się elastycznym, miękkawym miąższem zaś z przyprawami były mało elastyczne, kruche i twarde. Równocześnie zanotowano różnice w barwie, która dla sera z przyprawami była intensywniej żółta z widoczną „pstrokacizną" przypraw. W obu wariantach sera nie zaobserwowano żadnych przebarwień. W czasie całego cyklu badawczego ser salami bez przypraw wykazywał łagodny smak, który z lekko kwaśnego na początku badań po 3 tygodniach przekształcił się w typowy dla dojrzałego sera (tab. 17). Natomiast, ser z przyprawami był bardziej pikantny i słony, z wyraźnym udziałem papryki w nucie smakowej. Również zapach sera z przyprawami okazał się bardziej aromatyczny lecz często mniej pożądany. Łagodny serowy aromat sera salami bez przypraw zdecydowanie bardziej odpowiadał gustom oceniających niż zapach sera z przyprawami.

Wyniki oceny organoleptycznej II partii sera salami producenta A były zbliżone do uzyskanych dla I partii tego sera (tab. 21 i 22). Ser salami w pierwszym dniu badań charakteryzował się owalnymi lub okrągłymi oczkami wielkości ziaren ryżu, usytuowanymi raczej w centrum sera. Ser salami z przyprawami posiadał liczne i drobne oczka rozmieszczone równomiernie w całej masie sera. W miarę upływu czasu oczkowanie w obu rodzajach próbek uległo ujednoliceniu. Podobnie jak w I partii, miąższ sera bez dodatku przypraw okazał się elastyczno-plastyczny przy rozcieraniu, a sera salami z przyprawami twardy i kruchy. Barwę sera salami z przyprawami opisywano jako intensywnie żółtą z widocznymi kawałkami przypraw, podczas gdy sera bez przypraw jako lekko kremową. Także w tym przypadku smak sera salami początkowo łagodny i lekko kwaśny po upływie 3 tygodni stał się typowy dla sera dojrzałego. Taka jego charakterystyka powtarzała się w ciągu kolejnych etapów cyklu badawczego przez 12 tygodni przechowywania, natomiast po 15 tygodniach w obu wariantach sera salami pojawił się gorzki posmak lekko przejrzałego sera. Gorycz sera narastała aż do ostatniej oceny organoleptycznej po 18 tygodniach przechowywania. Zapach serów pozostawał w całym okresie typowy i łagodny. Smak salami z przyprawami jak i jego zapach okazał się bardziej zdecydowany. W smaku dominowały przyprawy, a także sól kuchenna.

W serze salami z przyprawami producenta B rozmieszczenie oczek w pierwszym dniu analiz było równomierne w całej masie sera (tab. 24). Natomiast oczka w serze bez przypraw skupione były bardziej w jego centrum i takie ich umiejscowienie

obserwowano także w toku kolejnych analiz (tab. 23). Odmiennie niż dla serów producenta A barwa serów bez przypraw była ciemniejsza niż z przyprawami. Dodatkowo ser z przyprawami posiadał jaśniejszy pierścień na obwodzie i ciemniejszy obszar w centrum. W miarę upływu czasu barwa sera z przyprawami stała się kremowa, jednolita w całej masie, z widocznymi cząstkami przypraw. Smak i zapach sera z mieszanką przyprawową był bardziej aromatyczny i dość pikantny, a także bardziej słony niż ser salami bez przypraw.

Ser Rarytas

Sery producenta C charakteryzowały się licznymi oczkami jednolicie rozmieszczonymi w całej masie sera. W tym przypadku oba warianty sera posiadały twardą i kruchą konsystencję. Ser Rarytas bez przypraw był jednolicie kremowy zaś Rarytas z przyprawami żółty z widocznymi jaśniejszymi obszarami i cząsteczkami przypraw. Smak i zapach obu wariantów sera różnił się zasadniczo. W serze bez przypraw słabo wyczuwalnemu lekko mlecznemu zapachowi towarzyszył równie łagodny smak. Po 15 tygodniach pojawił się gorzkawy posmak lekko przejrzałego sera (tab. 25). Rarytas z przyprawami w całym okresie badawczym wykazywał pikantny, słonawy smak z wyraźną nutą zastosowanych przypraw. Posmak goryczki zaobserwowano w nim po upływie 18 tygodni przechowywania (tab. 26).

Ser strzelecki

Początkowo oba sery strzeleckie pochodzące z I partii odznaczały się lekko kwaskowym posmakiem. Ser strzelecki bez przypraw w pierwszym dniu analiz charakteryzował się całkowitym brakiem oczek, miękką i elastyczną konsystencją o łatwo rozcieralnym miąższu. Wykazywał on jednolitą jasnożółtą barwę, która nie uległa zmianie w dalszych etapach cyklu badawczego (tab. 27). Ser strzelecki z przyprawami posiadał bardzo nieliczne oczka. Jego konsystencja była lekko twarda i bardziej krucha niż w serze bez przypraw, a barwa żółta z widocznymi drobinami przypraw (tab. 28). Zespół oceniający zapach sera strzeleckiego z przyprawami określał jako „pasztetowy" z intensywnym tonem zastosowanych przypraw.

Także II partia sera strzeleckiego bez przypraw charakteryzowała się całkowitym brakiem oczkowania. Początkowo typowemu mało intensywnemu zapachowi towarzyszył kwaskowaty smak. W miarę upływu czasu smak sera łagodniał a po upływie 3 tygodni stał się charakterystyczny dla dobrze dojrzałego sera. Jednolita jasnożółta barwa nie zmieniała się w czasie całego okresu badawczego. Podobnie zachowywała się z konsystencja, która w ciągu 15 tygodni była elastyczna, a przy rozcieraniu miękkopla-

styczna (tab. 29). Ser strzelecki z przyprawami posiadał nieliczne oczka, które początkowo nierównomiernie rozmieszczone stopniowo zyskały jednolity rozkład w całej masie sera. Ser ten charakteryzował się lekko twardym, kruchym miąższem. Posiadał intensywniejszą barwę niż ser bez przypraw, żółtą z widoczną „pstrokacizną" przypraw. Kwaskowaty lekko wyczuwalny smak systematycznie stawał się bardziej pikantny. Zapach sera, podobnie jak w I partii, określano jako „pasztetowy", a dopiero po upływie 6 tygodni smak stał się typowy dla dojrzałego sera (tab. 30).

5.2. Podstawowy skład chemiczny serów

Wszystkie sery doświadczalne ze względu na zawartość tłuszczu w suchej masie zalicza się do serów pełnotłustych, natomiast biorąc pod uwagę zawartość wody do serów twardych lub półtwardych (tab. 2). Poniższa tabela przedstawia jednocześnie zawartość białka oraz soli kuchennej w analizowanych serach.

Tabela 2. Zawartość tłuszczu, białka, soli kuchennej i wody w badanych serach podpuszczkowych

Producent	Nazwa handlowa sera	Zawartość tłuszczu w suchej masie (%)*	Zawartość soli kuchennej (%)*	Zawartość wody (%)*	Zawartość białka (%)*
A	salami bez przypraw (I partia)	60,00	3,79	39,72	20,96
A	salami z przyprawami (I partia)	60,00	4,65	42,70	18,94
A	salami bez przypraw (II partia)	50,00	1,65	47,73	23,65
A	salami z przyprawami (II partia)	65,00	1,77	35,48	18,41
A	śmietanowy bez przypraw	60,00	1,64	39,29	19,50
A	śmietanowy z przyprawami	60,00	2,64	44,46	18,51
B	salami bez przypraw	45,00	1,19	41,56	20,13
B	salami z przyprawami	45,00	1,50	44,52	22,19
C	Rarytas bez przypraw	50,00	2,56	38,25	19,82
C	Rarytas z przyprawami	50,00	3,72	35,45	20,66
D	strzelecki bez przypraw (I partia)	45,00	2,11	41,57	30,28
D	strzelecki z przyprawami (I partia)	45,00	3,25	37,81	20,98
D	strzelecki bez przypraw (II partia)	45,00	3,58	47,71	26,66
D	strzelecki z przyprawami (II partia)	45,00	3,64	43,95	24,95

* - wielkości podane w tabeli stanowią uśrednioną wartość wyników, nieznacznie różniących się od siebie, otrzymanych w pierwszym i ostatnim dniu cyklu badawczego.

Sery zawierające dodatek mieszanek przyprawowych charakteryzowały się większą zawartością soli kuchennej. Nie zaobserwowano związku pomiędzy obecnością przypraw a zawartością wody w serze. Zawartość białka we wszystkich analizowanych serach była typowa dla serów podpuszczkowych dojrzewających.

5.3. Kształtowanie się wskaźników chemicznych w serach podpuszczkowych dojrzewających poszczególnych producentów

5.3.1. Kwasowość miareczkowa

Przeprowadzone badania wykazały niejednoznaczny wpływ dodatku mieszanek przyprawowych na kształtowanie się kwasowości miareczkowej w serach doświadczalnych.

Ser salami

Wskaźnik ten w obu partiach serów salami producenta A wykazywał tendencję wzrostową prawie w całym okresie badawczym (rys. 5 i 6). W I partii ser bez dodatku przypraw, posiadający wyższą o 14,5% początkową kwasowość miareczkową w stosunku do tego samego sera lecz z dodatkiem przypraw, wykazał intensywniejszy jej wzrost w ciągu 3 końcowych tygodni dojrzewania (rys. 5). Kwasowość sera salami z przyprawami po 25% wzroście w czasie pierwszych 3 tygodni przechowywania wykazała niewielki spadek w końcowym okresie przechowywania. Analiza statystyczna obu partii serów salami producenta A wykazała brak istotnych różnic między średnimi wartościami kwasowości miareczkowej w obu wariantach próbek (tab. 7 i 8). Wskaźnik ten dla I partii sera w czasie całego okresu badawczego wzrastał średnio o 11,6% w przypadku sera salami bez przypraw oraz o 10,8% dla sera z przyprawami (tab. 10). Zmiany te dla II partii serów były statystycznie istotne. Średni wzrost kwasowości dla sera salami bez przypraw wyniósł średnio 4,11°SH, a dla sera salami 2,34°SH. Pomimo dość wyraźnej różnicy wartości współczynników kierunkowych nie stwierdzono istotnej różnicy w tempie zmian. W obu przypadkach modele były dobrze dopasowane do danych empirycznych (odpowiednio w 79,6% i 81,7%) oraz charakteryzowały się niską zmiennością losową (tab. 11).

Badając sery pochodzące od producenta B zanotowano stały wzrost kwasowości miareczkowej obu wariantów sera salami (rys. 8). Przy czym ser salami z przyprawami osiągał wyższe jej wartości w całym okresie badawczym. Różnice te kształtowały się na poziomie 4,3%, 8,5% oraz 14% odpowiednio po 0, 3 i 6 tygodniach analiz. Jed-

nakże przeprowadzone wnioskowanie statystyczne potwierdziło istotność różnic kwasowości miareczkowej tylko w ostatnim etapie badań (tab. 6). W przypadku sera bez przypraw średni poziom kwasowości miareczkowej wzrastał z okresu na okres przeciętnie o 20%, natomiast dla sera z przyprawami wzrost ten kształtował się na poziomie 26%.

Ser śmietanowy

Kwasowość miareczkowa obu wariantów sera śmietanowego producenta A wzrastała dość intensywnie w całym okresie przechowywania z tym, że przyjmowała ona wyższe wartości dla sera śmietanowego bez przypraw (rys. 7). Jedynie po 6 tygodniach przechowywania ser z przyprawami posiadał nieco wyższą kwasowość miareczkową (o około 3%). W pierwszym dniu analiz różnica tego wskaźnika wynosiła 5,5°SH co stanowi 15,3%. Po upływie 3 tygodni zmniejszyła się dwukrotnie do poziomu 7,7%. Także w tym przypadku nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w średnich poziomach kwasowości miareczkowej pomiędzy badanymi serami śmietanowymi (tab. 5). Zmiany tej kwasowości były intensywniejsze w przypadku sera śmietanowego, niż dla sera salami tego samego producenta. W serze śmietanowym bez przypraw średni poziom kwasowości miareczkowej wzrastał z okresu na okres przeciętnie o 18%, natomiast w przypadku sera z przyprawami wzrost ten wynosił 28,6% (tab. 12).

Ser Rarytas

Największe wahania w czasie przechowywania wykazała kwasowość miareczkowa serów Rarytas producenta C (rys. 9). Bezpośrednio po dostarczeniu ser z przyprawami posiadał kwasowość o ok. 7% większą niż ser bez przypraw. Kwasowość miareczkowa sera Rarytas po początkowym 30% wzroście w czasie pierwszych trzech tygodni przechowywania zmniejszyła się w następnym 6-cio tygodniowym okresie o 24%, po czym ponownie wzrosła o 67% w porównaniu do jej wielkości po 9 tygodniach. Jednakże w czasie ostatniego etapu przechowywania obniżyła się o blisko 19% osiągając finalny poziom o 33% wyższy od wielkości początkowej (rys. 9). Ser Rarytas z przyprawami producenta C odznaczał się kolejnymi spadkami i wzrostami kwasowości miareczkowej aż do 9 tygodnia przechowywania. W przedziale następnych 6 tygodni zaobserwowano stały jej wzrost, po którym nastąpił spadek lecz prawie 4-krotnie mniejszy (około 5%) niż w serze Rarytas bez przypraw w tym samym okresie. W rezultacie uzyskał on końcową kwasowość miareczkową wyższą o 36% od kwasowości początkowej. Różnice w średnich poziomach kwasowości miareczkowej w serach Rarytas producenta C w trzech przypadkach na siedem były istotne statystycznie (tab. 7). Trend

zmian kwasowości okazał się istotny statystycznie jedynie dla sera z przyprawami. Wartość współczynnika kierunkowego wskazuje na to, iż przeciętnie z okresu na okres średni poziom kwasowości miareczkowej rósł o 3,39°SH (dla sera bez przypraw wynosił on 2,12°SH lecz był nieistotny statystycznie). Model charakteryzował się dobrym dopasowaniem do danych empirycznych (ponad 72%) i dość niską zmiennością losową (tab. 14).

Ser strzelecki

Kwasowość miareczkowa I partii serów producenta D w całym okresie badawczym okazała się być wyższa dla sera strzeleckiego z przyprawami w porównaniu z serem strzeleckim bez przypraw (rys. 10). W pierwszych 6 tygodniach przechowywania zaobserwowano jej spadek w obu wariantach sera przy czym był on dwukrotnie mniejszy w serze strzeleckim z przyprawami niż w serze bez przypraw. W okresie od 6 do 12 tygodnia przechowywania zaobserwowano 15,5% przyrost kwasowości miareczkowej w serze strzeleckim z przyprawami. Natomiast w czasie ostatnich 3 tygodni badań zanotowano znaczne obniżenie kwasowości do wielkości wyższej od początkowej jedynie o 0,4%. Również w serze strzeleckim bez przypraw stwierdzono wzrost (13%) i następujący po nim spadek (6,5%) wartości tego wskaźnika chemicznego. Wzrost ten zaobserwowano w dwukrotnie krótszym (3 tygodnie) natomiast spadek w dwukrotnie dłuższym okresie (6 tygodni). Końcowa kwasowość sera strzeleckiego bez przypraw była o 1,25% niższa od kwasowości początkowej (rys. 10). Różnica kwasowości miareczkowej dla obu wariantów tego sera w czterech przypadkach na sześć była nieistotna statystycznie (tab. 8). Badając dynamikę zmian stwierdzono, że w obu rodzajach sera była ona nieistotna. Za każdym razem współczynniki kierunkowe trendu były nieistotne statystycznie. Znalazło to potwierdzenie w fakcie słabego dopasowania obu modeli do danych empirycznych (odpowiednio w 8 i 26% — tab. 15).

Odmiennie kształtowała się kwasowość miareczkowa w II partii serów strzeleckich producenta D. Ser z przyprawami posiadał wyższą kwasowość miareczkową na początku analiz a także po 9 i 12 tygodniach przechowywania (rys. 11). W innych przedziałach czasowych (po 3, 6, 15 tygodniach) wyższą kwasowość miareczkową osiągał ser strzelecki bez przypraw. Kwasowość miareczkowa sera strzeleckiego bez przypraw po początkowym blisko 14% wzroście stale zmniejszała się aż do 12 tygodnia przechowywania, w którym to uzyskała wartość o 7% wyższą od wartości wyjściowej. Odwrotną tendencję zanotowano dla sera strzeleckiego z przyprawami. W tym przypadku wzrost kwasowości miareczkowej w okresie od 3 do 9 tygodnia cyklu badawczego poprzedzo-

ny był 11% -owym spadkiem tego wskaźnika w pierwszych 3 tygodniach (rys. 11). Okres ostatnich 6 tygodni przechowywania charakteryzował się obniżeniem kwasowości miareczkowej do wartości niższej od początkowej o 8,6%. Różnice pomiędzy średnim poziomem kwasowości miareczkowej oraz trendy były nieistotne statystycznie (tab. 9). Współczynniki determinacji liniowej kształtowały się na poziomie 6,5 i 12,6%. Wartym odnotowania jest fakt, iż dla sera strzeleckiego z przyprawami współczynnik kierunkowy trendu posiadał wartość ujemną, co wskazuje na tendencję spadkową wskaźnika (tab. 16).

5.3.2. pH

W czasie przechowywania następowało obniżenie kwasowości czynnej (wzrost pH) w obu wariantach sera salami partii I i II producenta A oraz na ogół w serach Rarytas producenta C oraz serach salami producenta B. Odwrotne zjawisko odnotowano w przypadku I partii serów strzeleckich producenta D, natomiast II partia charakteryzowała się dużym zróżnicowaniem wartości pH. Brak jednoznacznego wzrostu lub spadku wartości pH stwierdzono także w serach śmietanowych producenta A (rys. 7).

Ser salami

Wartość pH I partii sera salami bez przypraw producenta A była niższa odpowiednio o 2,1, 3,1 i 1,6% od sera salami z przyprawami w kolejnych okresach przechowywania (rys. 5). Po pierwszych 3 tygodniach przechowywania pH sera bez przypraw wzrosło o blisko 7,5%. Dla sera z przyprawami wzrost ten był większy i wyniósł nieco ponad 8,5%. W kolejnych 3 tygodniach tempo wzrostu pH uległo spowolnieniu i wyniosło, odpowiednio dla sera bez przypraw 4,6%, a dla sera z przyprawami 3%. W całym okresie badawczym przeciętny wzrost wartości pH wyniósł średnio 6% dla sera bez przypraw i 5,7% dla sera z przyprawami (tab. 10).

Dynamika zmian kwasowości czynnej II partii serów salami producenta A była zbliżona dla obu wariantów doświadczalnych (rys. 6). Ser salami bez przypraw poza 9 tygodniem przechowywania charakteryzował się wyższymi wartościami pH niż ser salami z przyprawami, początkowo o 4,8% a w końcowym okresie przechowywania o 2,2%. W przypadku sera salami bez przypraw po sześciotygodniowym okresie badawczym zaobserwowano 4,3% wzrost pH, natomiast w następnym trzytygodniowym etapie prawie 10% jego spadek. W okresie między 9 a 15 tygodniem przechowywania stwierdzono ponad 13% wzrost a następnie niewielki spadek pH o 1,4% (rys. 6). Ser salami z przyprawami w ciągu pierwszych 6 tygodni wykazał blisko dwukrotnie większy wzrost

(8%), a następny analizowany okres (od 6 do 15 tygodnia) charakteryzował się spadkiem i kolejnym wzrostem wartości pH (odpowiednio 6,4 i 9%). Końcowy 3 tygodniowy etap badań sera salami z przyprawami zaznaczył się podobnym przebiegiem polegającym na półtoraprocentowym spadku wartości pH. W całym okresie badawczym jedynie w przypadku sera z przyprawami tendencja zmian była istotna (pH wzrastało z okresu na okres średnio o 0,086). Model wykazał średnie dopasowanie do danych empirycznych (58%) i charakteryzował się niewielką zmiennością losową (tab. 11).

Badając sery producenta B stwierdzono, że ser salami z przyprawami charakteryzował się wyższą wartością pH na początku i na końcu okresu badawczego (odpowiednio o 1,4% i 0,8%). Ser bez przypraw posiadał wyższe pH jedynie po 3 tygodniach przechowywania (rys. 7). Oba warianty doświadczalne charakteryzowały się podobną, tendencją wzrostową pH w całym okresie badawczym. W przypadku sera bez przypraw wzrost ten z okresu na okres wynosił średnio 3,25%, natomiast dla sera z przyprawami kształtował się na poziomie niecałych 3% (tab. 13).

Ser śmietanowy

Wartość pH serów śmietanowych producenta A nie wykazywała tendencji wzrostowej w całym okresie badawczym. Ser śmietanowy z przyprawami początkowo posiadał pH o 8,5% wyższe od sera bez przypraw (rys. 7). Przy czym w okresie następnych 3 tygodni zanotowano 6,3% spadek tego wskaźnika chemicznego w serze z przyprawami oraz około 4% wzrost w serze bez przypraw. W 3 tygodniu przechowywania ser śmietanowy z przyprawami wykazał pH niższe od sera śmietanowego o 2,4%. Jednakże w 6 tygodniu okresu badawczego ser bez przypraw ponownie osiągnął wyższą jego wartość. W okresie między 3 a 6 tygodniem analiz zaobserwowano 2,8% spadek pH sera śmietanowego bez przypraw oraz jego stabilizację w serze z przyprawami (rys. 7).

Zmiany kwasowości czynnej obu wariantów sera śmietanowego producenta A były niewielkie. Analiza statystyczna średniego tempa zmian wskazuje, że pH dla sera śmietanowego wzrastało z okresu na okres o 0,6%, natomiast dla sera z przyprawami występował spadek wskaźnika średnio o 3,2% (tab. 12).

Ser Rarytas

Wartość pH obu wariantów sera Rarytas pochodzących od producenta C, jak już wspomniano, wykazała tendencję wzrostową praktycznie w całym okresie badawczym (rys. 9). Jednakże w serze z dodatkiem przypraw charakteryzującym się niższą o około 7% początkową wartością pH stwierdzono mniejsze jego wahania w czasie prze-

chowywania. W serze tym wartość pH po 18 tygodniach przechowywania była o 17% większa od wartości początkowej. Natomiast w przypadku sera Rarytas bez przypraw o 10,9%. Opierając się na wynikach testów statystycznych stwierdzono, że oba warianty sera Rarytas producenta C odznaczały się istotną tendencją wzrostową wartości pH. W przypadku sera bez przypraw pH wzrastało z okresu na okres średnio o 0,078, natomiast dla sera z przyprawami przeciętny wzrost wynosił 0,108. Model dla sera bez przypraw charakteryzował się dobrym dopasowaniem do danych rzeczywistych, wynoszącym prawie 82%. Dla sera z Rarytas przyprawami dopasowanie było już dużo słabsze i wyniosło około 56,5%. Oba modele wykazały bardzo niewielką zmienność losową wynoszącą odpowiednio 1,5 oraz niecałe 4% wartości średniej pH w całym okresie (tab. 14). Współczynniki kierunkowe funkcji trendu dla obu wariantów sera nie różniły się istotnie pomiędzy sobą.

Ser strzelecki

Całkowicie odmiennie kształtowały się wartości pH w przypadku I partii sera strzeleckiego bez przypraw i z przyprawami producenta D (rys. 10). Oba sery charakteryzowały się obniżaniem wartości pH prawie w całym analizowanym okresie, przy czym ser strzelecki bez przypraw wykazywał przeważnie wyższe jego wartości począwszy od 0,5% w pierwszym dniu analiz do 2,7% po upływie 12 tygodni przechowywania. Tempo spadku było zbliżone dla obu wariantów sera. Ser strzelecki osiągnął końcową wartość pH niższą od początkowej o 4,3% natomiast strzelecki z przyprawami o 5%. Wartość pH w obu wariantach sera strzeleckiego pochodzącego z I partii charakteryzowała się istotną tendencją spadkową. Dla sera bez przypraw spadek ten wynosił średnio z okresu na okres 0,055, a dla sera z przyprawami — 0,071. Różnica pomiędzy współczynnikami kierunkowymi dla obu serów była nieistotna statystycznie. Modele dobrze dopasowane do danych rzeczywistych (odpowiednio w 85,6 i 89%) posiadały znikomą zmienność losową, nie przekraczającą 1% (tab. 15).

W II partii serów producenta D stwierdzono wyraźne wahania wartości pH w obu rodzajach sera strzeleckiego w czasie przechowywania (rys. 11). Wartość pH wzrosła pomiędzy pierwszym i ostatnim dniem przechowywania w serze strzeleckim bez przypraw o 1%, a z przyprawami o 2,9%. Początkowo wyższą wartość pH wykazywał ser bez przypraw. Różnica ta wynosiła około 0,7%. Jednakże już po upływie 3 tygodni okresu badawczego proporcje uległy odwróceniu i ser ten osiągnął niższe pH o 0,7%. Po dalszych 3 tygodniach przechowywania nastąpiło 2% zwiększenie pH sera strzeleckiego a następne 6 tygodni spowodowało 4% spadek tego wskaźnika chemicz-

nego, po czym nastąpił 3,5% wzrost i kolejno niewielki bo 0,4 % spadek pH. Ser strzelecki z przyprawami charakteryzował się zbliżoną dynamiką zmian pH przy czym w ostatnim trzytygodniowym okresie przechowywania wykazał dalszy wzrost wartości pH. Tendencja zmian kwasowości czynnej obu wariantów sera strzeleckiego producenta D w trakcie drugiej serii badań okazała się nieistotna statystycznie — współczynniki kierunkowe były bliskie zeru. Znalazło to swoje odzwierciedlenie w bardzo słabym dopasowaniu modeli do danych rzeczywistych — dla sera bez przypraw wyniosło ono praktycznie 0%, a dla sera z przyprawami — nieco powyżej 19% (tab. 16).

5.3.3. Azot aminowy

Zawartości azotu aminowego w serach poszczególnych producentów wykazała niejednakowy wpływ mieszanek przyprawowych na kształtowanie się tego wskaźnika w obu wariantach serów doświadczalnych.

Ser salami

W I partii serów salami producenta A stwierdzono zmniejszanie się zawartości azotu aminowego w całym okresie badawczym zarówno w serze bez dodatku jak i z dodatkiem przypraw (rys. 12). Ser salami z przyprawami wykazujący początkowo niższą o 16% zawartość tej formy azotu mimo stopniowego spadku w kolejnych tygodniach wykazał wyższą jego zawartość początkowo o 7,0%, a następnie o 37,6% w porównaniu z serem bez przypraw. Różnice w średnich zawartościach azotu aminowego w obu rodzajach sera salami producenta A (I partia) w dwóch przypadkach na trzy były nieistotne statystycznie. Istotne różnice wystąpiły jedynie w pierwszym okresie (tab. 3). Oba warianty sera salami odznaczały się znaczną spadkową dynamiką zmian, a średnia zawartość tej formy azotu w serze bez przypraw z okresu na okres spadała średnio o prawie 40%. Dla sera z przyprawami spadek ten kształtował się na poziomie 23% (tab. 10).

Badania przeprowadzone na II partii serów salami producenta A, trwające trzykrotnie dłużej, wykazały praktycznie stały przyrost zawartości azotu aminowego w obu wariantach serów (rys. 13). Także w tym przypadku ser bez przypraw początkowo charakteryzował się o około 5% wyższą zawartością tej formy azotu. W czasie dalszego przechowywania serów doświadczalnych zaobserwowano większą zawartość azotu aminowego w serze salami z przyprawami. W 18 tygodniu przechowywania ser salami bez przypraw zyskał wyższą o ponad 50% zawartość azotu aminowego w stosunku do poziomu wyjściowego. Różnica ta w przypadku sera salami z przyprawami wynosiła

88%. Analizując różnice pomiędzy średnimi zawartościami azotu aminowego w II partii serów salami producenta A, można stwierdzić, że w pięciu przypadkach na siedem okazały się one nieistotne statystycznie. Ostatnie dwa okresy były jedynymi, dla których potwierdzono istotność różnic (tab. 4). Dynamika zmian zawartości azotu aminowego w obu wariantach sera okazała się istotna statystycznie. W przypadku sera bez przypraw zawartość tej formy azotu wzrastała z okresu na okres średnio o 5,74 mg%. Dla sera z przyprawami przeciętny wzrost kształtował się na poziomie 9 mg%. Przypadek ten jest jedynym dla którego zaobserwowano istotne różnice pomiędzy tempem zmian zawartości azotu aminowego w obu wariantach sera, a modele wykazały bardzo dobre dopasowanie do danych empirycznych. Dla sera bez przypraw dopasowanie to wynosiło 84%, a dla sera z przyprawami ponad 95%. Dodatkowo, w obu przypadkach występowała niska zmienność losowa modeli (tab. 11).

Ilość azotu aminowego w serach salami producenta B wzrastała w pierwszych 3 tygodniach przechowywania przy czym ser bez przypraw osiągnął wyższą jego zawartość po upływie tego czasu o 44% (rys. 15). Kolejne 3 tygodnie przyniosły obniżenie zawartości azotu aminowego w serze bez przypraw oraz wzrost w serze z przyprawami (odpowiednio o 42% i 37%). Zawartość azotu aminowego pod koniec okresu przechowywania w serze salami bez przypraw stanowiła około 66% wartości wyjściowej natomiast dla sera salami z przyprawami ilość azotu aminowego w całym okresie przechowywania zwiększyła się o 50% (rys. 15). Na początku i na końcu cyklu badawczego różnice pomiędzy średnimi poziomami azotu aminowego były istotne statystycznie (tab. 6). Analizując dynamikę zmian zawartości azotu aminowego w obu wariantach sera stwierdzić można, że zachodziła ona w przeciwnych kierunkach. W przypadku sera bez przypraw spadała średnio o 18,5%, natomiast w serze z przyprawami wzrastała z okresu na okres o 22% (tab. 13).

Ser śmietanowy

Zawartość azotu aminowego w serze śmietanowym i śmietanowym z przyprawami producenta A uległa znacznemu obniżeniu podczas pierwszych 3 tygodni przechowywania (rys. 14). Ser z przyprawami posiadał istotnie wyższą jego zawartość w początkowym i końcowym etapie badań, odpowiednio o 33,3% i 14,5%. Jedynie w połowie cyklu badawczego ser śmietanowy bez przypraw wykazał większą jego zawartość o 5,8%. Jednakże różnica ta była nieistotna statystycznie (tab. 5). Analizując dynamikę zmian zawartości azotu aminowego w obu wariantach sera śmietanowego producenta A można stwierdzić, że za każdym razem była ona ujemna. Oznacza to, iż w przypadku

sera bez przypraw średnia zawartość tej formy azotu spadała z okresu na okres przeciętnie o 20%, a dla sera z przyprawami prawie o 26% (tab. 12).

Ser Rarytas

Trudno jest jednoznacznie zinterpretować kształtowanie się zawartości azotu aminowego w serach Rarytas producenta C. Tempo tych zmian okazało się być dość zróżnicowane, jednakże większą jego zawartość obserwowano w serze z przyprawami w prawie całym analizowanym okresie. Różnica w zawartości azotu aminowego między dwoma wariantami sera w początkowym okresie wynosiła prawie 26% i utrzymywała się ona na takim poziomie przez 3 tygodnie przechowywania, natomiast po 6 tygodniach w przypadku sera bez przypraw zanotowano dalszy 30% wzrost jego ilości, a dla sera z przyprawami 40% spadek. Okres od 6 do 9 tygodnia przyniósł ustabilizowaną zawartość azotu aminowego w serze bez przypraw i ponad dwukrotny wzrost jego zawartości w serze z ich dodatkiem. Ilość azotu aminowego w serze Rarytas bez przypraw po 18 tygodniach przechowywania była mniejsza o 23% od wartości początkowej (rys. 16). Analiza statystyczna wykazała, iż w większości przypadków (w sześciu na siedem) różnice pomiędzy zawartościami azotu aminowego w obu rodzajach sera Rarytas producenta C były istotne. Duża zmienność wyników uzyskanych dla sera z przyprawami prawdopodobnie spowodowała brak istotności różnic w początkowym etapie badań (tab. 7). Analiza dynamiki zawartości azotu aminowego dla obu rodzajów sera Rarytas producenta C wykazała, iż jej zmiany były nieistotne w czasie. Modele charakteryzujące się słabym dopasowaniem do danych rzeczywistych (10% dla sera bez przypraw i 0,5% dla sera z przyprawami) wykazały bardzo dużą, bo około 30% zmiennością losową (tab. 14).

Ser strzelecki

Zawartość azotu aminowego w dwóch partiach sera strzeleckiego producenta D kształtowała się odmiennie. W I partii dał się zauważyć wzrost zawartości azotu aminowego w obu rodzajach sera w okresie od 3 do 9 tygodnia przechowywania (rys. 17). Praktycznie przez cały okres badawczy ser bez przypraw osiągał wyższe wartości azotu aminowego niż z przyprawami. Początkowa różnica w jego ilości między badanymi wariantami sera wynosiła około 0,84%, natomiast końcowa 12,5%. Po zmniejszeniu zawartości azotu aminowego o 16,7% w serze strzeleckim bez przypraw podczas pierwszych 3 tygodni przechowywania w następnym dwunastotygodniowym okresie stwierdzono jego prawie 90% wzrost. Azot aminowy w serze strzeleckim z przyprawami po początkowym spadku o 23% wzrastał przez następne 6 tygodni a jego wartość w prze-

dziale od 9 do 15 tygodnia ulegała tylko niewielkim wahaniom (rys. 17). Jednakże różnice w średniej zawartości azotu aminowego między wariantami sera okazały się nie istotne statystycznie (tab. 8). Natomiast dynamika zmian zawartości tego wskaźnika była istotna. W serze bez przypraw zawartość azotu aminowego z okresu na okres rosła średnio o 11,43 mg%. Dla sera z przyprawami wzrost ten kształtował się na poziomie 9,33 mg%. Modele dobrze dopasowane do danych empirycznych (odpowiednio w 86 i 71,5%) charakteryzowały się względnie niedużą zmiennością losową (tab. 15).

Zawartość azotu aminowego w II partii sera strzeleckiego z przyprawami producenta D była większa niż w serze strzeleckim bez przypraw. Jedynie w pierwszym dniu analiz zawartość tej formy azotu w serze z przyprawami była o 9,6% niższa od jego udział w serze strzeleckim bez przypraw (rys. 18). Dynamika zmian zawartości azotu aminowego obu wariantów sera w czasie trwania badań była prawie identyczna. W pierwszym trzytygodniowym okresie zaobserwowano wzrost ilości azotu aminowego zarówno w serze strzeleckim z przyprawami jak i bez przypraw, jednakże w serze z przyprawami był on większy. Następny okres od 3 do 6 tygodnia zaznaczył się około 53% spadkiem zawartości tej formy azotu w obu wariantach sera. Podczas kolejnych 3 tygodni nastąpił ponad trzykrotny wzrostu zawartości azotu aminowego w serach, a następnie do końca trwania badań (18 tygodni) zaobserwowano ponowne zmniejszenie się zawartości azotu aminowego (rys. 18). Po 15 tygodniach przechowywania zawartość azotu aminowego w serze strzeleckim bez przypraw była niższa od początkowej o 14%, zaś dla tego samego sera lecz z przyprawami o około 5%. Porównując ze sobą średnie zawartości azotu aminowego w obu wariantach sera strzeleckiego producenta D, zanotowane dla II partii sera, stwierdzono, że jedynie w dwóch przypadkach na sześć (w 3 i 12 tygodniu przechowywania) różnice były istotne statystycznie (tab. 9). W odróżnieniu od poprzedniej partii serów strzeleckich tego samego producenta, tendencja zmian była nieistotna statystycznie. Brak statystycznej istotności współczynników kierunkowych potwierdza bardzo słabe dopasowanie obu modeli i ich wysoka zmienność losowa (tab. 16).

5.3.4. Azot rozpuszczalny

W serach doświadczalnych wszystkich 4 producentów stwierdzono przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego w czasie całego okresu przechowywania. Dynamika tego przyrostu była zróżnicowana dla poszczególnych serów.

Ser salami

Ser salami z przyprawami dostarczony przez producenta A (I partia) wykazywał większą zawartość azotu rozpuszczalnego w ciągu całego 6-cio tygodniowego okresu badawczego niż ser bez przypraw (rys. 12). Różnica ta wynosiła 57% w pierwszym dniu analiz, 3,5% po 3 tygodniach i 40% po 6 tygodniach przechowywania. Zauważyć należy, że przez pierwsze 3 tygodnie przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego zachodził intensywniej w przypadku sera bez przypraw, natomiast w ciągu kolejnego trzytygodniowego okresu dla sera z przyprawami (rys. 12). Zawartość azotu rozpuszczalnego w obu wariantach badanego sera różniła się istotnie w każdym etapie cyklu badawczego (tab. 3). Śledząc dynamikę zmian zawartości tej formy azotu można stwierdzić, że w obu wariantach sera była ona rosnąca. W serze bez przypraw średnie tempo zmian wynosiło 31,1% , a w serze z przyprawami — 23,3% (tab. 10).

Również w II partii serów salami producenta A stwierdzono większą zawartość azotu rozpuszczalnego w serze salami z przyprawami (rys. 13), jednakże tempo przyrostu tej formy azotu było zbliżone dla obu wariantów sera a przyrost ten był raczej równomierny w ciągu całego okresu trwania badań (18 tygodni). Porównanie średnich poziomów zawartości azotu rozpuszczalnego w serach salami producenta A pochodzących z II partii dało taki sam wynik, jak miało to miejsce dla I partii serów - wszystkie różnice były istotne (tab. 4). Dynamika zmian zawartości tego wskaźnika w obu wariantach sera okazała się istotna statystycznie, jednak współczynniki kierunkowe obu funkcji trendu nie różniły się istotnie pomiędzy sobą. Średnio z okresu na okres zawartość azotu rozpuszczalnego w serze bez przypraw rosła o 2,4 punktów procentowych, a w serze z przyprawami o 2 punkty procentowe. Oba modele były bardzo dobrze dopasowane do danych rzeczywistych (dla sera bez przypraw współczynnik determinacji liniowej wyniósł 94%, a dla sera z przyprawami — 98%) i charakteryzowały niewielką zmienność losową (odpowiednio 10% i 3,8% — tab. 11).

Zawartość azotu rozpuszczalnego w serach salami producenta B była większa, podobnie jak w przypadku serów salami producenta A, w serach z przyprawami niż bez przypraw. W początkowym okresie przechowywania obserwowano intensywniejszy przyrost tej formy azotu w serze salami z przyprawami, natomiast w ostatnich 3 tygodniach trwania badań w serze bez przypraw (rys. 15). W obu rodzajach badanego sera różnice w zawartości azotu rozpuszczalnego w dwóch na trzy analizy były istotne statystycznie (tab. 6). Wyjątek stanowił ostatni okres badań, w którym różnica ta była statystycznie nieistotna. Zarówno w serze salami bez przypraw, jak i w salami z przyprawami

zawartość badanej formy azotu charakteryzowała się tendencją wzrostową. Dla sera bez przypraw średnio z okresu na okres wzrost ten wynosił przeciętnie 13%, a dla sera z przyprawami — 19% (tab. 13).

Ser śmietanowy

Także w przypadku serów śmietanowych producenta A zanotowano wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w całym analizowanym okresie (rys. 14). Dla sera śmietanowego z przyprawami przyrost zawartości tej formy azotu był bardziej intensywny w ciągu pierwszych 3 tygodni przechowywania, natomiast dla sera śmietanowego bez przypraw w okresie końcowym. Ser śmietanowy z przyprawami charakteryzował się większym udziałem tej formy azotu w całym okresie badawczym. Całkowity przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego dla sera bez przypraw wyniósł 55,7% a dla sera z przyprawami 48,9%. W serze bez przypraw rosła ona z okresu na okres średnio o niecałe 25%, a przypadku sera z przyprawami wzrost ten wynosił 22% (tab. 12). Zaobserwowane tendencje znalazły potwierdzenie w analizie statystycznej, gdzie w dwóch analizach na trzy różnice były istotne statystycznie (tab. 5).

Ser Rarytas

Sery Rarytas producenta C były jedynym przypadkiem, w którym zaobserwowano wyższą zawartość azotu rozpuszczalnego w serze bez przypraw prawie w całym okresie badawczym. Jedynie na początku i w 15 tygodniu okresu badawczego osiągnął on poziom niższy od tego w serze z przyprawami (rys. 16). Tempo przyrostu było zbliżone dla obu wariantów sera, jedynie w okresie między 9 a 12 tygodniem przyrost ten był wyraźniejszy dla sera Rarytas bez przypraw a między 12 a 15 tygodniem dla sera Rarytas z przyprawami. Analiza statystyczna wykazała, że na ogół (w pięciu przypadkach na siedem) różnice w średniej zawartości tej formy azotu nie były istotne statystycznie (tab. 7). Natomiast dynamika zmian zawartości azotu rozpuszczalnego dla obu wariantów sera była statystycznie istotna. Współczynniki kierunkowe funkcji trendu dla obu serów nie różniły się istotnie pomiędzy sobą. Model zbudowany dla sera bez przypraw opisywał rzeczywiste kształtowanie się średnich zawartości azotu rozpuszczalnego w ponad 95%, zaś dla sera z przyprawami wskaźnik ten wynosił prawie 89%. Dodatkowo, model pierwszy charakteryzował się relatywnie niewielką zmiennością losową (na poziomie prawie 12%). Dla modelu drugiego wielkość ta była już znaczna, bo wynosiła ponad 20% (tab. 14).

Ser strzelecki

W obu partiach sera strzeleckiego producenta D stwierdzono większą zawartość azotu rozpuszczalnego, prawie w całym analizowanym okresie, w serze strzeleckim z przyprawami w porównaniu z serem bez przypraw (rys. 17 i 18). W I partii serów zanotowano prawie stały przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego w serze strzeleckim z przyprawami. Po upływie pierwszych 3 tygodni jego zawartość wzrosła o 4,2%, a następne dwa trzytygodniowe okresy charakteryzowały się kolejnymi wzrostami odpowiednio o 28,5% i 2,5%. Ostatni etap przechowywania zaznaczył się 2,5%-owym obniżeniem zawartości tej formy azotu w serze strzeleckim z przyprawami (rys. 17). W okresie pomiędzy pierwszym i ostatnim dniem przechowywania przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego w tym serze wyniósł prawie 36%. W serze strzeleckim bez przypraw po początkowym ponad 4% wzroście zanotowano spadek ilości tej formy azotu w okresie między 3 a 6 tygodniem analiz. Następny trwający 6 tygodni etap przyniósł blisko 40%-owy wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego a etap końcowy jego spadek o 2,5% (rys. 17). Początkowa różnica w zawartości tej formy azotu między wariantami sera wynosiła 29,4% a końcowa 19%. W większości przypadków (w czterech okresach na sześć) różnice w średnich poziomach azotu rozpuszczalnego w serze strzeleckim i strzeleckim z przyprawami, pochodzących z I partii dostarczonej przez producenta D, były istotne statystycznie (tab. 15). Co ciekawe, różnice stały się istotne dopiero po 6 tygodniach przechowywania i pozostały takie do końca okresu badawczego. Badanie dynamiki zmian zawartości tej formy azotu w obu wariantach sera wykazało, że za każdym razem była ona wzrostowa i statystycznie istotna. Dla sera bez przypraw średnia zawartość azotu rozpuszczalnego z okresu na okres wzrastała przeciętnie o 0,92 punktów procentowych, a dla sera z przyprawami o 1,1. Jednakże, oba współczynniki nie różniły się istotnie pomiędzy sobą. Zbudowane modele były dobrze dopasowane do danych empirycznych (w 83%) i wykazywały niewielką zmienność losową (na poziomie nieco ponad 7% — tab. 15).

Także dla II partii sera strzeleckiego i strzeleckiego z przyprawami producenta D krzywe obrazujące zawartość azotu rozpuszczalnego w czasie przechowywania posiadały prawie identyczny przebieg (rys. 17). Równocześnie w serze strzeleckim z przyprawami stwierdzono większe ilości azotu rozpuszczalnego w całym okresie badawczym, w pierwszym dniu różnica ta wynosiła 23% zaś w ostatnim 6,8%. Wyjątek stanowił 6 tydzień, w którym ser bez przypraw zyskał wyższą o 5,8% zawartość tej formy azotu. Na uwagę zasługuje intensywny wzrost azotu rozpuszczalnego w ostatnim okre-

sie w obu rodzajach sera. Przyrost ten wynosił dla sera strzeleckiego bez przypraw 33,3% a dla strzeleckiego z przyprawami 41,4% (rys. 18). W trzech przypadkach na sześć stwierdzono statystyczną istotność zanotowanych różnic w zawartości azotu rozpuszczalnego (tab. 9). Tendencja zmian w obu wariantach sera strzeleckiego była istotna, jednak wartości współczynników kierunkowych nie różniły się istotnie pomiędzy sobą. Średnia zawartość tej formy azotu w serze bez przypraw z okresu na okres wzrastała przeciętnie o 1,5 zaś w serze z przyprawami o 1,4 punktów procentowych. Także zmienność losowa dla tej partii serów strzeleckich była prawie dwukrotnie większa niż dla poprzedniej (tab. 16).

5.3.5. Azot niebiałkowy

Zastosowane mieszanki przyprawowe nie wywierały jednoznacznego wpływ na zawartość azotu niebiałkowego w poszczególnych serach doświadczalnych.

Ser salami

W odniesieniu do serów salami producenta A, pochodzących z I partii, odnotowano zbliżone tempo zmian zawartości azotu niebiałkowego w czasie przechowywania w obu rodzajach sera, z tym, że jego ilość dla sera salami bez przypraw była większa niż z przyprawami. W pierwszym dniu analiz ser bez przypraw wykazał o 21,5% większą zawartość tej formy azotu. Po 3 tygodniach przechowywania stwierdzono dwukrotnie większy poziom azotu niebiałkowego w salami bez przypraw, a po upływie 6 tygodni różnica ta wynosiła 53% (rys. 12). Podczas pierwszych 3 tygodni przechowywania zaobserwowano 39%-owe zmniejszenie się ilości azotu niebiałkowego w serze salami bez przypraw i 59%-owe w serze salami z przyprawami. Następny trzytygodniowy okres związany był ze wzrostem zawartości azotu niebiałkowego odpowiednio o 161% i 207%. W I partii serów salami producenta A stwierdzono większy całkowity przyrost azotu niebiałkowego w serze bez przypraw (58%) niż z przyprawami (25,6%). Analiza statystyczna wykazała, iż różnice pomiędzy średnimi zawartościami azotu niebiałkowego w obu rodzajach sera salami producenta A pochodzących z I partii różniły się istotnie w czasie dwóch na trzy analizy (tab. 3). Porównując ze sobą dynamikę zmian zawartości tej formy azotu w serze z przyprawami z dynamiką w serze bez przypraw można stwierdzić, iż w obu przypadkach była ona wzrostowa z tym, że dla sera bez przypraw dwukrotnie większa (przeciętnie z okresu na okres średnia zawartość azotu niebiałkowego w serze bez przypraw wzrastała o 25,8%, natomiast w dla sera z przyprawami wzrost ten był na poziomie 12,2% — tab. 10).

W II partii serów salami producenta A, które były przechowywane trzykrotnie dłużej niż sery salami z I partii, stwierdzono większą zawartość azotu niebiałkowego w serze salami bez przypraw prawie w całym cyklu badawczym, z wyjątkiem pierwszego dnia analiz oraz okresu między 6 a 9 tygodniem przechowywania (rys. 13). Jego ilość była większa w serze salami z przyprawami w porównaniu do sera bez przypraw początkowo o 4,3% natomiast w ostatnim dniu analiz ser bez przypraw charakteryzował się większą jego zawartością o 40,5%. Ilość azotu niebiałkowego w serze bez przypraw wykazała intensywny przyrost w czasie pierwszych 3 tygodni przechowywania (wzrost ten wyniósł nieco ponad 100%), a w przypadku sera z przyprawami przyrost ten był czterokrotnie mniejszy. W następnym okresie (między 3 a 6 tygodniem) obserwowano obniżenie zawartości azotu niebiałkowego w serze bez przypraw i zwiększenie jego ilości w serze z przyprawami czego efektem była prawie jednakowa ilość tej formy azotu w obu wariantach sera po 6 tygodniach przechowywania. Okres między 6 a 9 tygodniem trwania badań charakteryzował się w miarę ustabilizowanym poziomem azotu niebiałkowego w obu wariantach sera. Dynamika dalszych zmian zawartości tej formy azotu kształtowała się podobnie dla obu wariantów sera z tym, że ser salami bez przypraw osiągał po 15 i 18 tygodniach wartości wyższe o 36,7% i 41% (rys. 13). Ogólnie stwierdzono prawie trzykrotnie większy przyrost azotu niebiałkowego w serze salami bez przypraw niż z przyprawami. Analiza statystyczna II partii serów salami producenta A w pięciu analizach na siedem wykazała brak istotnych różnic w średnich poziomach zawartości azotu niebiałkowego (tab. 4). Jedynie w przypadku sera salami bez przypraw dynamika zmian była istotna — średnio z okresu na okres przeciętna zawartość tej frakcji azotowej wzrastała o 0,07 punktów procentowych. W przypadku sera z przyprawami współczynnik kierunkowy nie różnił się istotnie od zera. Model zbudowany dla sera bez przypraw charakteryzował się średnim dopasowaniem do danych empirycznych (niecałe 50,5%) i posiadał wysoką zmienność losową — na poziomie 19%. Dla sera z przyprawami dopasowanie modelu wyniosło niecałe 19%, a zmienność losowa osiągnęła poziom prawie 22% (tab. 11).

Zmiany zawartości azotu niebiałkowego w serach salami producenta B były zróżnicowane w zależności od okresu cyklu badawczego (rys. 15). W pierwszym trzytygodniowym okresie ser salami z przyprawami wykazał dwukrotny wzrost zawartości tej formy azotu. Kolejny tak samo długi okres przyniósł blisko 10% spadek jego zawartości. W czasie całego cyklu badawczego ilość azotu niebiałkowego w serze salami z przyprawami zwiększyła się o 85,5%. Zmiany zawartości azotu niebiałkowego w pierwszym etapie w serze bez przypraw producenta B były niewielkie i kształtowały się na poziomie

3,4%. Natomiast w następnym trzytygodniowym okresie przechowywania stwierdzono jego ponad 65% przyrost. W całym analizowany okresie ilość azotu niebiałkowego zwiększyła się w serze salami bez przypraw o ponad 70%. Ogólnie rzecz biorąc, przeciętna zawartość azotu niebiałkowego z okresu na okres rosła w serze bez przypraw średnio o ponad 30% a w serze z przyprawami o ponad 36%. Różnice w zawartości tej formy azotu nie były istotne statystycznie (tab. 13).

Ser śmietanowy

Analizując zawartość azotu niebiałkowego w serach śmietanowych producenta A stwierdzono zbliżony do wykładniczego jego przyrost w obu wariantach serów. W tym przypadku ser śmietanowy z przyprawami osiągał wyższe wartości w całym analizowanym okresie odpowiednio o 28%, 22% i 28,9%, jednak różnice te w żadnym przypadku nie były istotne statystycznie (tab. 5). Zaobserwowano mniej intensywny przyrost tej formy azotu w pierwszej połowie i bardziej intensywny w drugiej połowie okresu przechowywania (rys. 14). W obu wariantach sera tendencja wzrostowa była bardzo intensywna i kształtowała się na poziomie około 74% (tab. 12).

Ser Rarytas

Zawartość azotu niebiałkowego w serach Rarytas producenta C była większa w serze z przyprawami w pierwszej połowie, natomiast w serze bez przypraw w drugiej połowie cyklu badawczego (rys. 16). Początkowa różnica w zawartości azotu niebiałkowego między badanymi serami wynosiła 65,2% po czym całkowicie zanikła po 3 tygodniach przechowywania. Okres między 3 a 6 tygodniem przyniósł intensywny przyrost tej formy azotu zarówno w serze Rarytas bez przypraw jak i w serze Rarytas z przyprawami, odpowiednio o 139% i 188,5%. Po okresie tak intensywnego wzrostu nastąpiło znaczne obniżenie jego ilości o 83,8% dla sera bez przypraw i o 84,2% dla sera z przyprawami, a po 9 tygodniach przechowywania w serze z przyprawami było go tylko o 17,8% więcej niż w serze bez przypraw. Ostatni 9 tygodniowy okres charakteryzował się kolejnymi wzrostami i spadkami zawartości azotu niebiałkowego (rys. 16). Ser z przyprawami wykazał całkowity 3,5–krotny przyrost ilości azotu niebiałkowego zaś bez przypraw pięciokrotny. W pięciu przypadkach na siedem średnia zawartość azotu niebiałkowego w serze Rarytas bez przypraw producenta C nie różniła się istotnie od średniej zawartości tej formy azotu w serze z przyprawami (tab. 7). Badając dynamikę zmian tej formy azotu w obu rodzajach sera można stwierdzić, iż w żadnym z nich nie była ona istotna statystycznie. Oba modele były bardzo słabo dopasowane do danych rzeczywi-

stych (odpowiednio 7 i 2,3%) i posiadały bardzo wysoką zmienność losową (odpowiednio 66,5 i 75% — tab. 14)

Ser strzelecki

Zawartość azotu niebiałkowego w I partii sera strzeleckiego bez przypraw po początkowym niewielkim spadku była stabilna do 6 tygodnia przechowywania. Stały wzrost ta frakcja azotu wykazała dopiero w okresie od 6 do 15 tygodnia przechowywania. Całkowity przyrost ilości azotu niebiałkowego w serze bez przypraw wyniósł 36,8%. W przypadku sera strzeleckiego z przyprawami zaobserwowano niewielkie wahania zawartości tej formy azotu w czasie pierwszych 6 tygodni. W okresie między 6 a 9 tygodniem przechowywania nastąpił jego 25% przyrost. Podczas kolejnych 6 tygodni obserwowano 10% spadek a następnie 10% przyrost azotu niebiałkowego. Oba warianty sera osiągnęły zbliżone ilości tej formy azotu na końcu i na początku okresu badawczego (rys. 17). Analiza statystyczna pozwoliła na stwierdzenie, że w pięciu na sześć analiz nie występują istotne różnice w średnich poziomach zawartości azotu niebiałkowego w serze strzeleckim bez przypraw pochodzącym z I partii serów producenta D w porównaniu z analogicznym serem z przyprawami (tab. 8). Dynamika zmian zawartości tego wskaźnika chemicznego w obu wariantach sera była statystycznie istotna. Przeciętna zawartość tej frakcji azotu w serze bez przypraw rosła z okresu na okres średnio o 0,072 punktów procentowych, natomiast w serze z przyprawami o 0,067 punktów procentowych. Współczynnik determinacji liniowej dla sera bez przypraw kształtował się na poziomie 83,5%, a dla sera z przyprawami 75%. Oba modele charakteryzowały się także niewielką zmiennością losową. Współczynniki kierunkowe dla obu wariantów sera nie różniły się istotnie pomiędzy sobą (tab. 15).

Zawartość azotu niebiałkowego w II partii serów strzeleckich producenta D była większa w serze strzeleckim bez przypraw w całym okresie badawczym, przy czym przebieg krzywych obrazujących to zjawisko miał podobny charakter dla obu wariantów sera (rys. 18). Początkowa różnica zawartości azotu niebiałkowego wynosząca 18,1% zwiększyła się w końcowym okresie do 30%. Zmiany zawartości azotu niebiałkowego w obu wariantach sera nie przebiegały równomiernie lecz charakteryzowały się następującymi po sobie okresami wzrostu, stabilizacji a nawet spadku jego zawartości. Etap stabilizacji zaobserwowano w obu wariantach sera między 6 a 9 tygodniem przechowywania. Po tym okresie w obu wariantach sera zaobserwowano wzrost a następnie w serze strzeleckim bez przypraw stabilizację a w strzeleckim z przyprawami 9,8% spa-

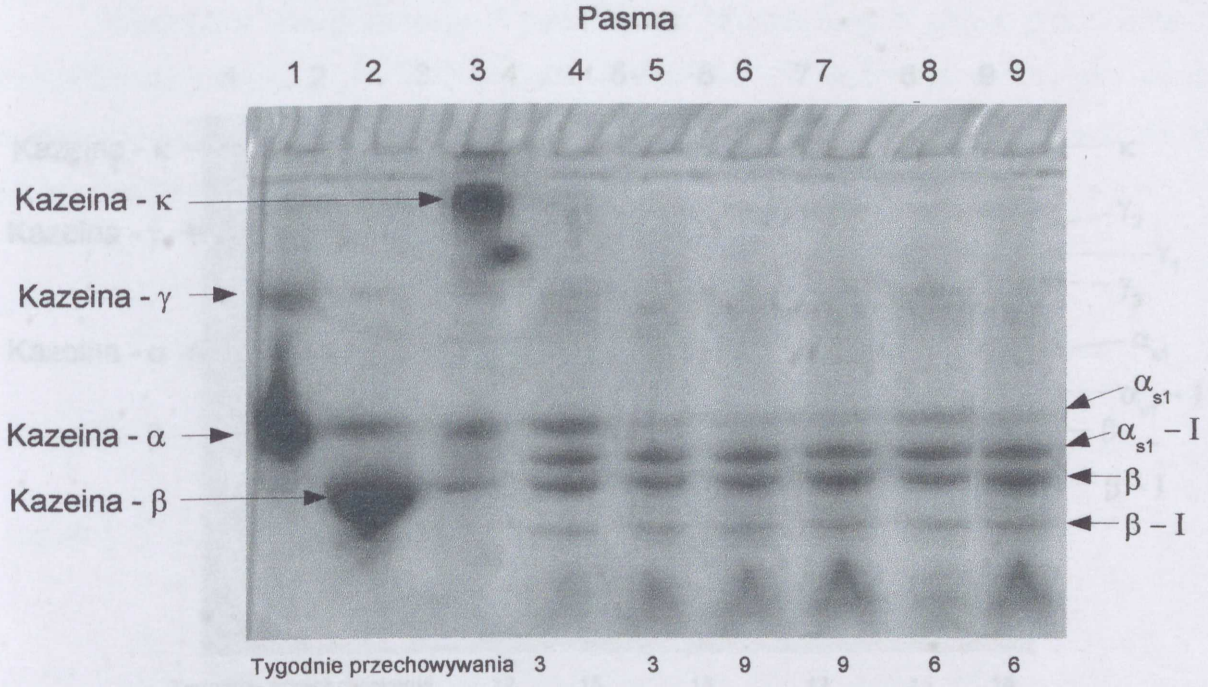
dek zawartości tej formy azotu. Stwierdzono większy całkowity przyrost ilości azotu niebiałkowego w serze bez przypraw o 39,6% a w z serze z przyprawami o 26,5%.

Wykazano także, że średnie zawartości azotu niebiałkowego różniły się istotnie dla obu wariantów sera w czterech na sześć analiz (tab. 9). Dynamika zmian zawartości azotu niebiałkowego obu przypadkach była wzrostowa i statystycznie istotna, jednak współczynniki kierunkowe dla poszczególnych wariantów sera nie różniły się istotnie między sobą. Przeciętna zawartość azotu niebiałkowego w serze bez przypraw rosła z okresu na okres średnio o 0,068 punktów procentowych, natomiast w serze z przyprawami o 0,04. Współczynnik determinacji liniowej dla sera bez przypraw wynosił 80%, a dla sera z przyprawami — 75%. Oba modele charakteryzowały się także niewielką zmiennością losową (tab. 16).

5.4. Frakcje kazeiny

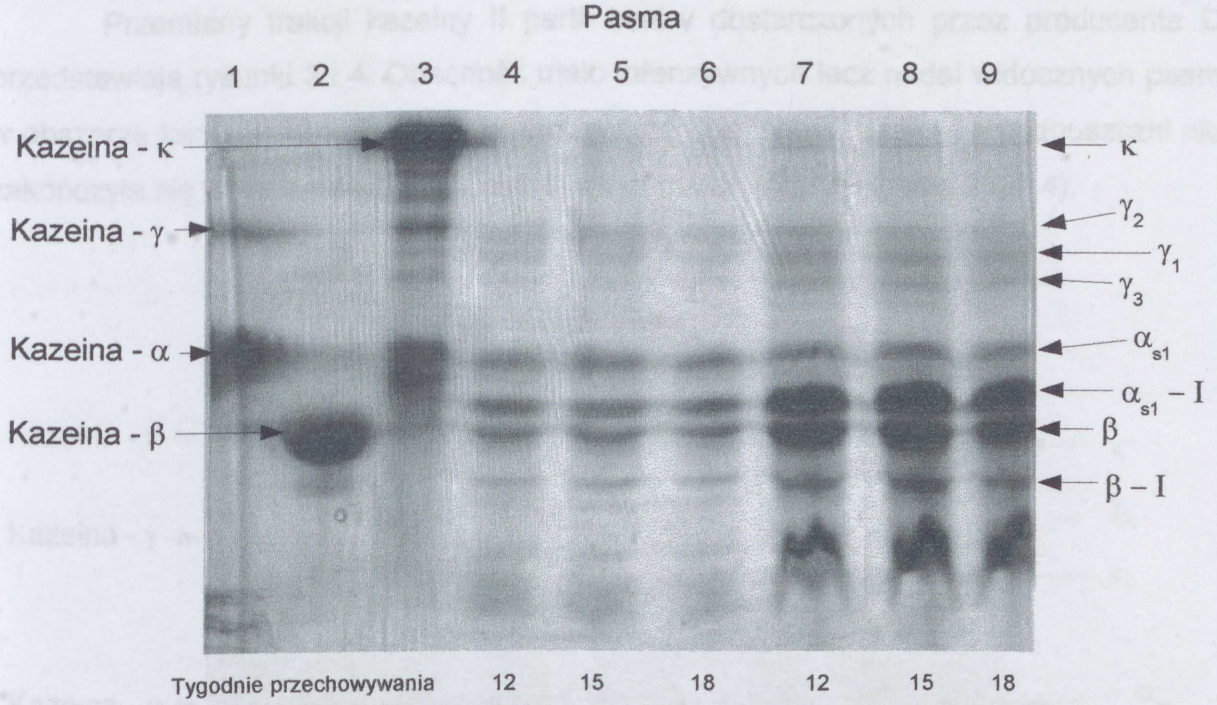
Analizę elektroforetyczną przeprowadzono w celu określenia wpływu mieszanek przyprawowych i czasu przechowywania na frakcje kazeiny w wybranych serach doświadczalnych. Trudności sprzętowe spowodowały, że nie możliwe było rozdzielenie frakcji kazeiny wszystkich analizowanych serów. W związku z powyższym przebadano jedynie sery salami wyprodukowane przez producenta A (II partia) oraz strzeleckie producenta D (II partia). Uzyskane elektroforegramy wykazały niejednoznaczny wpływ dodatku przypraw na przemiany frakcji kazeiny w analizowanych serach a otrzymane pasma pozwoliły na ich identyfikację.

Analizując elektroforegram przedstawiający zmiany w serach salami stwierdzono całkowity zanik frakcji kazeiny-κ już po 3 tygodniach przechowywania. Zjawisko to świadczyć może o jej wcześniejszym rozpadzie na kazeinę-para-κ i glikomakropeptyd (rys. 1).



Rys. 1. Rozdział elektroforetyczny II partii sera salami bez przypraw i salami z przyprawami producenta A w okresie od 3 do 9 tygodnia przechowywania. Pasma 1, 2, 3 odpowiadają poszczególnym wzorcom frakcji kazeiny; 4, 6, 8 odnoszą się do serów bez przypraw, 5, 7, 9 dotyczą serów z przyprawami.

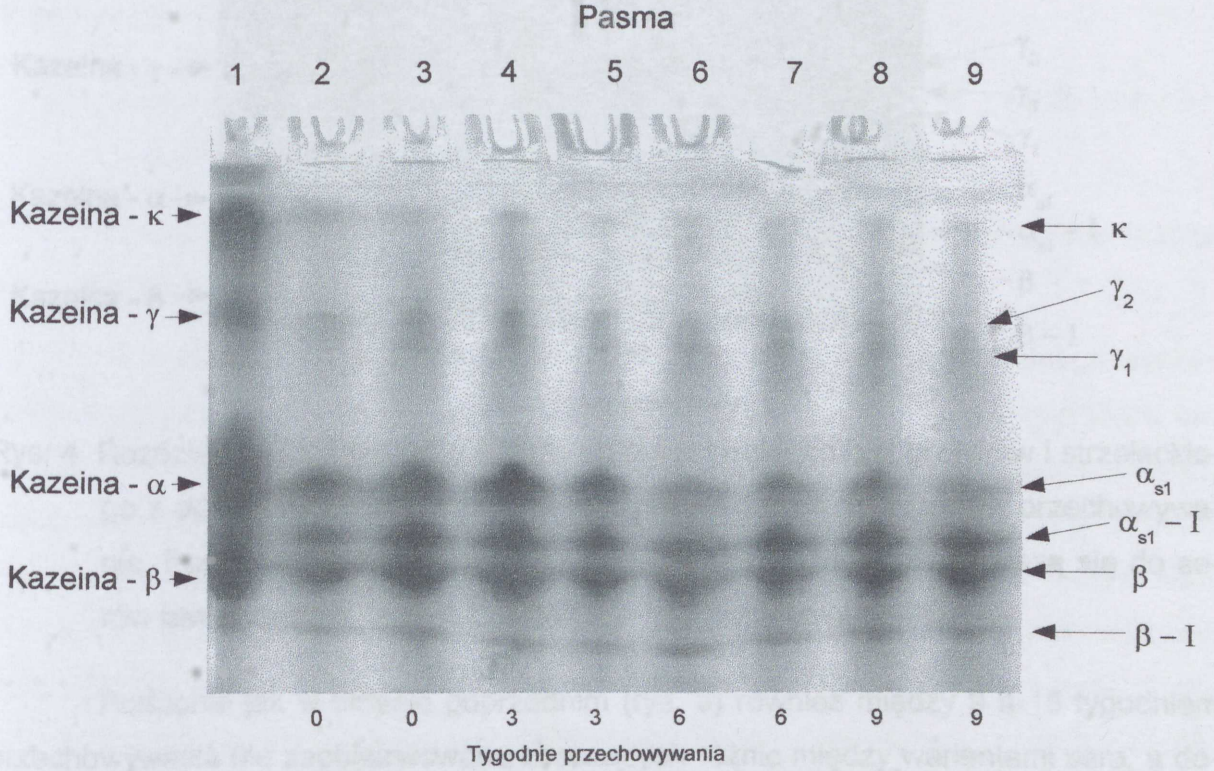
Najintensywniejsze pasmo kazeiny-α_{s1} zaobserwowano dla sera salami bez przypraw po 3 tygodniach cyklu badawczego. W miarę upływu czasu traciło ono na intensywności, co świadczy o sukcesywnie zachodzącym rozpadzie kazeiny-α_{s1} w czasie przechowywania. Ser salami z przyprawami charakteryzował się mniej intensywnymi pasmami w rejonie kazeiny- α_{s1}. W badanych serach kazeina-α_{s1}-I, powstała w wyniku degradacji kazeiny-α_{s1}, nie uległa przemianom w ciągu kolejnych 9 tygodni przechowywania (rys. 1). Rozpad kazeiny-β przebiegał podobnie w obu wariantach serów a pojawienie się frakcji –β-I zanotowano już po 3 tygodniach przechowywania. Frakcja ta powstaje w wyniku działania enzymów podpuszczki na kazeinę-β, nie stwierdzono jednak nagromadzenia się kazein-γ będących produktem degradacji także kazeiny-β lecz przez plazminę. Zmiany zachodzące w dalszych etapach okresu badawczego obrazuje rysunek 2.



Rys. 2. Rozdział elektroforetyczny II partii sera salami bez przypraw i salami z przyprawami producenta A w okresie od 12 do 18 tygodnia przechowywania. Pasma 1, 2, 3 odpowiadają poszczególnym wzorcom frakcji kazeiny; 4, 5, 6, odnoszą się do serów bez przypraw, 7, 8, 9 dotyczą serów z przyprawami.

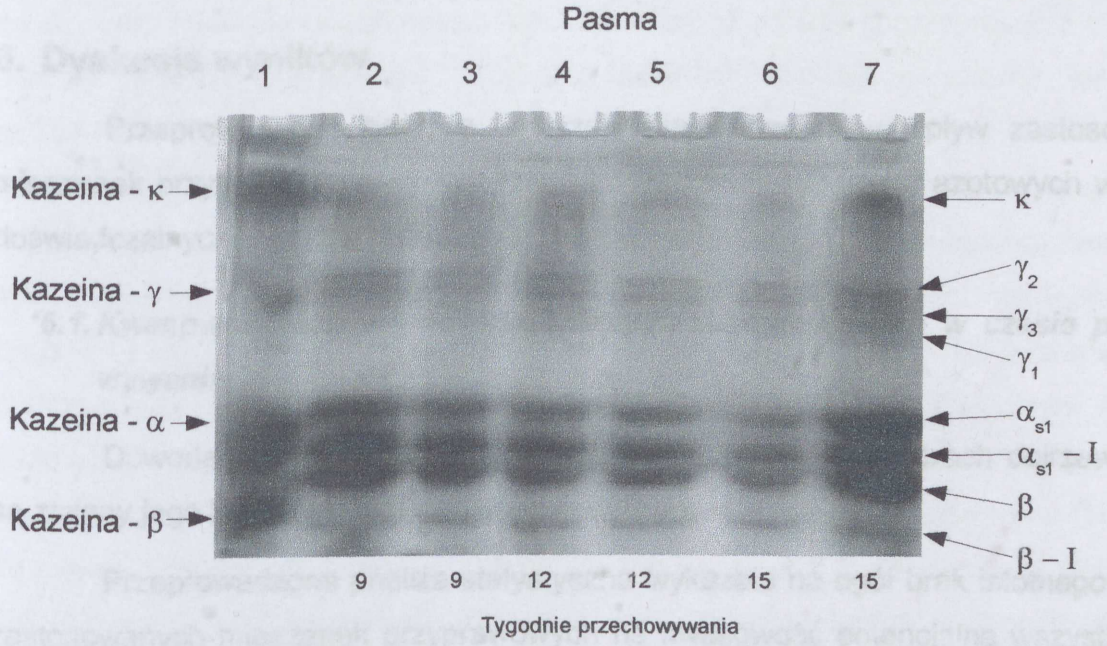
Podczas dalszego przechowywania badanych serów obserwowano migrację kazeiny-β jako korespondujących pasm kazeiny-β i kazeiny–β-I. Jednakże pasmo zidentyfikowane jako polipeptyd –β-I straciło nieco na intensywności (szczególnie w serze bez przypraw) prawdopodobnie w wyniku dalszej degradacji do kazeiny–β-II. Zarejestrowany obraz elektroforetyczny pozwolił także na stwierdzenie aktywności plazminy wobec kazeiny-β o czym świadczą bardziej intensywne pasma w obszarze kazein-γ. Intensywne dobrze oddzielone ślady barwne poszczególnych polipeptydów kazeiny-γ są rezultatem dalej posuniętej degradacji frakcji -β jak i -γ w porównaniu z tymi serami po 3, 6, 9 tygodniach przechowywania. Na podkreślenie zasługuję fakt dużego zróżnicowania śladów barwnych między wariantami serów czego nie zaobserwowano we wcześniejszym sześciotygodniowym okresie (rys. 2). Zjawisko to jest prawdopodobnie odzwierciedleniem intensywniej zachodzących przemian hydrolitycznych w serze z przyprawami. Ser ten posiadał mocniejsze pasma w rejonie prawie wszystkich analizowanych frakcji. Jedynie frakcja -α_{s1} kształtowała się na tym samym poziomie w obu wariantach sera. Nie zanotowano jednak zauważalnych zmian w intensywności pasm pomiędzy 12 a 18 tygodniem trwania badań.

Przemiany frakcji kazeiny II partii serów dostarczonych przez producenta D przedstawiają rysunki 3 i 4. Obecność mało intensywnych lecz nadal widocznych pasm w obszarze kazeiny-κ może świadczyć o tym, że działalność enzymów podpuszczki nie zakończyła się w początkowym okresie trwania badań (rys. 3, pasma 2, 3 i 4).



Rys. 3. Rozdział elektroforetyczny II partii sera strzeleckiego bez przypraw i strzeleckiego z przyprawami producenta D w okresie od 0 do 9 tygodnia przechowywania. Pasmo 1, odpowiada wzorcowi frakcji kazeiny; 2, 4, 6, 8 odnoszą się do serów bez przypraw, 3, 5, 7, 9 dotyczą serów z przyprawami.

W miarę upływu czasu przechowywania zaobserwowano stopniowy zanik tej frakcji. W analizowanych serach jako drugi pojawił się kompleks kazeiny -γ_1 i -γ_2 będący produktem rozpadu frakcji -β. Jednakże w całym okresie badawczym bardziej dynamiczną degradacją charakteryzowała się frakcja -α_{s1}. Tak jak w przypadku serów producenta A najintensywniejsze jej pasmo zaobserwowano po 3 tygodniach przechowywania. Frakcja -β i -β-I kształtowała się na niezmienionym poziomie aż do 9 tygodnia analiz. W tym samym okresie nie zaobserwowano widocznych różnic w obrazie elektroforetycznym między serem strzeleckim bez przypraw a strzeleckim z przyprawami. Następny sześciotygodniowy etap przechowywania spowodował pojawienie się nowego pasma w regionie kazeiny-γ zidentyfikowanego jako -γ_3 (rys. 4).



Rys. 4. Rozdział elektroforetyczny II partii sera strzeleckiego bez przypraw i strzeleckiego z przyprawami producenta D w okresie od 9 do 15 tygodnia przechowywania. Pasmo 1 odpowiada wzorcowi frakcji kazeiny; 2, 4, 6, odnoszą się do serów bez przypraw, 3, 5, 7, dotyczą serów z przyprawami.

Podobnie jak w okresie poprzednim (rys. 3) również między 9 a 15 tygodniem przechowywania nie zaobserwowano znaczących różnic między wariantami sera, a dopiero po 15 tygodniach przechowywania widoczne były wyraźniejsze pasma w serze z przyprawami szczególnie w rejonie frakcji -α_{s1} i -$\alpha_{s1\text{-}I}$ oraz -β. Obrazy elektroforetyczne uzyskane dla serów obu producentów ujawniły także obecność licznych trudnych do zidentyfikowania pasm.

Przeprowadzona analiza elektroforetyczna wykazała, że dodatek mieszanek przyprawowych nie wpływał w zasadniczy sposób na przemiany kazeiny w czasie przechowywania serów doświadczalnych. Uzyskane elektroforegramy pozwoliły jedynie na stwierdzenie niewielkich jakościowych różnic w zaobserwowanych pasmach oraz okresowo zwiększenie ich intensywności w serach z przyprawami w kolejnych etapach cyklu badawczego. Otrzymane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że analizowane sery przeszły raczej ograniczoną proteolizę na poziomie wykrywalnym przez elektroforezę na żelu poliakrylamidowym.

6. Dyskusja wyników

Przeprowadzone badania wykazały niejednoznaczny wpływ zastosowanych mieszanek przyprawowych na kwasowość oraz zawartość frakcji azotowych w serach doświadczalnych w czasie przechowywania.

6.1. Kwasowość serów podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania

Dowodem przemian enzymatycznych zachodzących w serach dojrzewających są zmiany jego kwasowości (Podhajna i in., 2002).

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała na ogół brak istotnego wpływu zastosowanych mieszanek przyprawowych na kwasowość potencjalną wszystkich badanych serów w czasie przechowywania. W większości przypadków zaobserwowano nieistotną tendencję wzrostową kwasowości miareczkowej. Stwierdzono również zmniejszanie się tempa wzrostu kwasowości w końcowym etapie przechowywania. Uzyskane rezultaty nie są zaskakujące, gdyż stały wzrost kwasowości miareczkowej został już wielokrotnie potwierdzony w pracach innych naukowców. Jednakże w dostępnej literaturze nie spotkano wyodrębnionych badań dotyczących przemian zachodzących w serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania. Autorzy często łączą proces dojrzewania z procesem przechowywania. Zwiększającą się kwasowość miareczkową stwierdzono między innymi dla sera cheddar (Lau i in., 1991) oraz edamskiego (Cichosz i in., 1995). Bakirci (1999) badając wpływ dodatku *Allium sp., Thymus sp., Anhriscus sp.* oraz *Ferule sp.* na wzrost i produkcję kwasu mlekowego przez *Lactobacillus delbruecki* ssp. *bulgaricus i Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* stwierdził, iż kwasowość serów wyrażona zawartością kwasu mlekowego wzrastała w czasie całego okresu dojrzewania. W odróżnieniu od rezultatów uzyskanych w niniejszych badaniach różnica między kwasowością serów z dodatkiem ziół a bez takiego dodatku okazała się istotna. Zgodnie z otrzymanymi przez Bakirci'ego (1999) wynikami wzrastająca koncentracja przypraw powodowała istotne różnice w produkcji kwasu mlekowego przez kultury mezofilne. Dodatek przypraw wpływał ponadto na zwiększenie aktywności hydrolitycznej *Lactobacillus plantarum* i *Pedicoccus cerevisiae* (Zaika i Kissinger, 1979). Yetişmeyen (1997) badał wpływ dodatku kopru, pietruszki, mięty pieprzowej, czosnku i tymianku do sera wyprodukowanego z mleka owczego, krowiego lub mieszaniny obu rodzajów mleka i wykazał, że zastosowanie przypraw

zwiększało produkcję kwasu mlekowego. Wynikało to z faktu, iż przyprawy i zioła zawierają pewne ilości węglowodanów, białek, składników mineralnych i witamin, które mogą służyć jako dodatkowe źródło węgla i azotu zwiększając dzięki temu aktywność flory bakteryjnej (Bakirci, 1999). Coşkun (1998 a) analizując zmiany zachodzące w serze dojrzewającym z dodatkiem *Allium sp.*, nie stwierdził jednoznacznego wzrostu kwasowości, zaobserwował natomiast kolejne spadki i wzrosty jej wartości. W dalszych pracach w tym zakresie donosił równocześnie o wzrastającej kwasowości miareczkowej w początkowym etapie dojrzewania oraz o jej spadku w okresie końcowym (Coşkun, 1998 b). Przypuszcza się że zioła mogą stymulować wzrost naturalnych bakterii kwasu mlekowego w surowym mleku i zwiększać ich zdolność do produkcji kwasu. Obniżenie końcowej kwasowości może być spowodowane asymilacją kwasu przez drożdże i pleśnie (Coşkun i Tunçtürk, 2000). Nakazawa i in. (1994) stwierdzili odwrotnie proporcjonalną zależność między wartościami kwasowości czynnej i potencjalnej sera camembert. Kwasowość miareczkowa stopniowo obniżała się podczas gdy wielkość pH wzrastała.

Wartość pH we wszystkich serach doświadczalnych z wyjątkiem serów śmietanowych producenta A (rys. 7) i I partii serów strzeleckich producenta D (rys. 10) wykazywała tendencję wzrostową. Jednakże w pewnych przypadkach była ona nieistotna statystycznie. Uzyskane przez autorkę rezultaty pozostają w zgodzie z wynikami prac innych naukowców. Stwierdzono (Prieto i in., 1999), że forma L kwasu mlekowego zanika prawie całkowicie w końcowym etapie dojrzewania, w którym to część z niej uległa racemizacji do formy D. Następnie ilość kwasu mlekowego-D redukowana jest do nieistotnego poziomu. Zjawisku temu towarzyszy istotny wzrost wartości pH. Takie same zmiany pH zaobserwowano w innych gatunkach sera (Alonso i in., 1987; Muir i in.,1992; Zarmpoutis i in., 1996). Według tych autorów spadek stężenia jonów wodorowych związany jest z wykorzystywaniem przez pleśnie i drożdże kwasu mlekowego oraz dekarboksylacją wolnych aminokwasów dostarczających duże ilości amin i amoniaku, które także przyczyniają się do neutralizacji środowiska sera. Prieto i in. (2000) kontynuując badania na serze Picón Bejes-Treviso potwierdzili fakt spadku pH w okresie koagulacji i formowania sera i stałego jego wzrostu w czasie dojrzewania. Także w tym przypadku autorzy tłumaczyli wzrost wartości pH wykorzystywaniem kwasu mlekowego przez drożdże i pleśnie oraz procesem proteolizy uwalniającym duże ilości związków alkalicznych przyczyniających się do obniżenia stężenia jonów wodorowych. Wzrost pH w czasie dojrzewania sera Quesucos de Liébana nie był tak oczywisty jak we wcześniej opisanych przypadkach. W wyniku działalności bakterii kwasu mlekowego we wczesnych

etapach procesu produkcyjnego zaobserwowano wysoką zawartość izomeru L kwasu mlekowego. Jednakże w miarę upływu czasu jego zawartość zmniejszała się znacznie wolniej niż w serze Picón Bejes-Treviso (Prieto i in., 2000). Niską degradację kwasu mlekowego wiązano z faktem, że ser ten w odróżnieniu od poprzednich dojrzewa głównie w wyniku działalności bakterii, a nie drożdży i pleśni, które, jak już wspomniano, wykorzystują kwas mlekowy. Spadek zawartości izomeru L w serze Quesucos de Liébana może być po części spowodowany jego przekształceniem w izomer D poprzez racemizację przez enzymy o pochodzeniu mikrobiologicznym. Racemizacja ta może usprawiedliwić lekki wzrost zawartości kwasu mlekowego-D obserwowany w czasie dojrzewania. Podobnie kształtowały się zawartości obu form kwasu mlekowego w serach cheddar, Colby, gouda i Cheshire (Thomas i Crow, 1983). Dodatkowo do minimalnego wzrostu pH przyczynić się może umiarkowana degradacja białka mająca miejsce w tym serze i w konsekwencji nieznaczne uwalnianie związków alkalicznych. Chociaż drożdże i pleśnie nie są dominującą mikroflorą w analizowanych przez autorkę pracy serach nie można wykluczyć faktu, że ich ilość może wzrastać w czasie przechowywania serów, a dodatkowe źródło najprawdopodobniej stanowią mieszanki przyprawowe, co w konsekwencji może powodować podwyższenie pH. Znaczny stopień skażenia mikrobiologicznego, głównie florą bakteryjną, handlowych suszów ziołowych potwierdziły badania Tuszyńskiego i Makarewicz (2000).

6.2. Zawartość związków azotowych w serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania

Azot rozpuszczalny zawierający niskocząsteczkowe białka (nie pochodzące z kazeiny), peptydy i aminokwasy jest powszechnie stosowany jako indeks dojrzewania. We wszystkich serach doświadczalnych (z przyprawami i bez przypraw) stwierdzono stały przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego, a dynamika tych zmian okazała się istotna statystycznie. Właśnie dla azotu rozpuszczalnego zauważono najwyraźniejszy wpływ zastosowanych mieszanek przyprawowych na jego zawartość. Na ogół większą jego ilość zawierały sery z dodatkiem przypraw, a występujące różnice w większości przypadków były istotne statystycznie. Przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego w trakcie procesów degradacyjnych białek jest powszechnie znany i wielokrotnie potwierdzony. Farkye i in. (1991) na podstawie pomiaru zawartości i dynamiki przyrostu różnych form związków azotowych w serze mozzarella stwierdzili występowanie proteolizy w przechowywanym w warunkach chłodniczych serze.

Uzyskane wyniki badań własnych pozostają w zgodzie z uzyskanymi przez Mayer'a i in. (1998), którzy badając ser Grana Padano oraz Parmezan pochodzący od różnych producentów potwierdzili stały przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego. Macedo i Malcata (1997) zajmowali się wtórną proteolizą portugalskiego sera Serra i jej przebiegiem w zależności od sezonu. Ser ten charakteryzuje się tym, że w procesie wytwórczym nie stosuje się tradycyjnego zakwasu, a ekstrakt z wysuszonych kwiatów ostu (*Cynara cardunculus,* L). Stwierdzili oni wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w całym okresie dojrzewania wskazując na wysoką aktywność proteolityczną *Cynara cardunculus,* L. Dodatkowo porównując średnią zawartość azotu rozpuszczalnego do tego w serze Manchago wyprodukowanym przy zastosowaniu podpuszczki zwierzęcej stwierdzili wyższe jego zawartości w serze Serra co potwierdza większą aktywność proteolityczną ekstraktu kwiatów ostu niż tradycyjnej podpuszczki. Stały przyrost azotu rozpuszczalnego stwierdzono także w serze Picón Bejes-Treviso co świadczy o rozległej proteolizie (Prieto i in., 2000). Także w serze Quesucos de Liébana autorzy zaobserwowali aż dwukrotny wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego już po 2 miesiącach dojrzewania. Podobne rezultaty opublikował Yetişmeyen (1997) stwierdzając wyższą zawartość tej formy azotu w serach z udziałem mieszanek przyprawowych. Dodatkowo zwrócił on uwagę na fakt iż wpływ przypraw uzależniony jest także od rodzaju mleka serowarskiego. W tym przypadku najwidoczniejsze różnice zaobserwowano w serze z mleka owczego. Istotny wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w serze Van zanotowali Coşkun i Tunçtürk (2000), którzy stwierdzili także, że ser z dodatkiem czosnku i tymianku posiadał większe zawartości tej formy azotu.

Dodatek przypraw zwiększył stopień proteolizy białek serów prawdopodobnie poprzez wprowadzenie dodatkowej liczby drożdży i pleśni w ten sposób przyspieszając dojrzewanie sera. Nie można także wykluczyć stymulującego wpływu przypraw na rodzime enzymy serów. Jak wiadomo wiele czynników bierze udział w dojrzewaniu sera jak podpuszczka, rodzime enzymy mleka, enzymy bakterii starterowych, enzymy drożdży i pleśni jak i enzymy bakterii nie pochodzących z zakwasu. W przypadku serów z dodatkiem przypraw mogą być one dodatkowym czynnikiem przyczyniającym się do dojrzewania. Naturalna mikroflora przypraw głównie drożdże i pleśnie mogą przyczyniać się do degradacji białek i peptydów (Akyüz i in., 1991). Desmazeud i Gripon (1977) wskazują na wysoką aktywność proteolityczną *Penicillium spp.* Dodatkowo różnice w zawartości wody i soli mogą mieć wpływ na tempo proteolizy (Coşkun, 1998 a i b). Podkreślić należy fakt zwiększania przez przyprawy wodochłonności masy serowej, a także

zdolność matrycy sera do zatrzymywania wody w czasie dojrzewania, co może wywierać wpływ na przebieg proteolizy.

Jak się spodziewano we wszystkich rodzajach sera zaobserwowano przyrost zawartości azotu niebiałkowego, którego ilość jest jedną z miar głębokości dojrzewania (Gomes i in., 1998). W większości przypadków dynamika tych zmian była istotna statystycznie. Przeprowadzone obliczenia potwierdziły jednak brak istotnych różnic w zawartości tej formy azotu między serami z przyprawami i bez przypraw. Stwierdzona tendencja wzrostowa zawartości azotu niebiałkowego pozostaje w zgodzie z wynikami badań innych autorów. Już w 1976r. Creamer porównując procesy zachodzące podczas dojrzewania w serach mozzarella, gouda i cheddar stwierdził stały przyrost zawartości tej formy azotu w miarę postępującej proteolizy. Zbliżone rezultaty opublikowali Di Matteo i in. (1982) oraz Sciancalepore i in. (1995) potwierdzając przyrost stężenia niskocząsteczkowych peptydów i aminokwasów w serze mozzarella w całym okresie badawczym, który również obejmował etap przechowywania. Podobne zjawiska stwierdzono w innych serach takich jak camembert (Nakazawa i in., 1994), La Serena (Fernández-Salguero i Sanjuán, 1999) oraz Danbo (Sørensen i Benfeldt, 2001). Znaczne wahania zawartości azotu niebiałkowego w serach doświadczalnych znalazły potwierdzenie w badaniach Licitra'y i in. (2000), którzy śledząc biochemiczne przemiany w serze Ragusano donosili także o jego znacznych wahaniach i okresach stabilizacji tej formy azotu w czasie przechowywania. Jednakże autorzy ci nie wyjaśniają tego zjawiska. Yetişmeyen (1997) w swoich pracach nad serem ziołowym z mleka różnych zwierząt we wszystkich przypadkach wykrył stały przyrost azotu niebiałkowego. Dodatkowo stwierdził on największą jego ilość w serze z mleka owczego, potwierdzając fakt, że na jego zawartość, podobnie jak w przypadku azotu rozpuszczalnego, ma wpływ rodzaj stosowanego mleka. Istotne różnice w zawartości azotu niebiałkowego stwierdzono także porównując sery Serra z dodatkiem lub bez dodatku ekstraktu z kwiatów *Cynara cardunculus*, L. (Macedo i Malcata, 1997). Coşkun i Tunçtürk (2000) porównywali zawartość tej frakcji azotu w serze Van z dodatkiem przypraw jak i bez takiego dodatku. Oba warianty sera Van różniły się istotnie, przy czym ser z 2% i 3% dodatkiem tymianku i czosnku posiadał znacząco większe ilości azotu niebiałkowego w porównaniu z serem z 0,5% i 1% dodatkiem przypraw. Brak istotnych różnic w zawartości azotu niebiałkowego w serach analizowanych przez autorkę pracy może być spowodowany zbyt małym dodatkiem mieszanki przyprawowej (średnio producenci stosowali 2,5 kg mieszanki przyprawowej na 6000 kg mleka serowarskiego).

W przeważającej liczbie serów doświadczalnych zaobserwowano tendencję spadkową ilości azotu aminowego. Fakt stopniowego obniżania się jego zawartości znajduje nikłe potwierdzenie w literaturze, ponieważ badania prowadzone przez innych autorów dotyczyły okresu dojrzewania, a nie przechowywania. Nakazawa i in. (1994) oceniali szybkość proteolizy sera camembert na podstawie zawartości różnych frakcji azotu powstających podczas dojrzewania. Wykazali oni stopniowy przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego, niebiałkowego i aminowego. Według Gomes'a i in. (1998) obie formy azotu, czyli azot niebiałkowy jak i aminowy, wzrastały w czasie siedemdziesięciodniowego okresu leżakowania z szybkością uzależnioną od warunków dojrzewania. Także Fernández-Salguero i in. (1989) dokonując oceny sera Carables potwierdzili przyrost azotu aminowego w czasie dojrzewania sera. O podobnej tendencji w serze Picón Bejes-Treviso informowali również Prieto i in. (1999, 2000). Stały przyrost zawartości tej formy azotu odnotowano również w serze parmezan (Mayer i in., 1998).

Zwiększanie się poziomu azotu aminowego opisywano także w serach wyprodukowanych z zastosowaniem różnego rodzaju przypraw. Zjawisko to potwierdził Coşkun i Tunçtürk (2000), którzy badając ser z dodatkiem dzikiego czosnku (*Allium sp.*) stwierdzili istotnie wyższą zawartość azotu aminowego w serze z przyprawą i jednocześnie zaobserwowali, że im większy dodatek przyprawy tym intensywniejsza proteoliza. Jednakże w badaniach swoich przetestowali oni jedynie dodatek przyprawy w ilości 0, 0,5, 1, 2 i 3%. W pracach Coşkun'a (1998 a i b) analizujących zmiany proteolityczne w serze z dodatkiem dzikiego czosnku i bez takiego dodatku, wyprodukowanym z mleka surowego i pasteryzowanego autor stwierdził stały przyrost zawartości azotu aminowego. Z tym, że ser wytworzony z mleka niepasteryzowanego i bez dodatku zakwasu wykazał istotnie wyższą jego zawartość.

Jednym z nielicznych przypadków, w którym nie stwierdzono istotnego wzrostu zawartości tej formy azotu był ser Quesucos de Liébana (Prieto i in., 2000). Obok wzrostu zawartości azotu rozpuszczalnego zaobserwowano w nim bardzo nikłe przyrosty azotu aminowego. Zawartości te były zbliżone jedynie do tych w serach Mimolette i Saint-Paulin (Marcos i in., 1981) oraz Léon (Prieto i in., 1994). Ponadto Macedo i Malcata (1997) stwierdzając istotne zmiany w zawartości tej frakcji w serze Serra odnotowali okres zmniejszania się zawartości azotu aminowego, po którym, jednakże, nastąpił wzrost. Początkowy spadek poziomu tej formy azotu tłumaczono specyficznymi i ściśle ukierunkowanymi wymaganiami bakterii kwasu mlekowego, które to zużywają aminokwasy w fazie wykładniczego wzrostu. Obserwując dojrzewanie sera Ahumado de Áliva

stwierdzono, że końcowa zawartość azotu aminowego w serze była znacznie niższa niż początkowa (Franco i in., 2001). Stopniowy spadek zawartości azotu aminowego w badanych serach z dodatkiem i bez dodatku mieszanek przyprawowych przypuszczalnie tłumaczyć można rozpoczętymi już w końcowym okresie dojrzewania przemianami aminokwasów w procesie dezaminacji i dekarboksylacji oraz interakcją z produktami przemian lipidów.

Przedstawione wyniki badań wskazują, że zastosowanie przypraw jako dodatku technologicznego zwiększa zakres proteolizy. Trudno jednak określić ich wpływ na jej głębokość. Zastosowanie mieszanek przyprawowych w procesie wytwórczym serów podpuszczkowych dojrzewających stwarza możliwość przyspieszenia procesu dojrzewania, jednakże najpierw należało by zbadać wpływ pojedynczych przypraw na przemiany jakim ulegają białka w czasie dojrzewania i przechowywania sera. Mimo, że przeprowadzona analiza organoleptyczna wskazała ser bez przypraw jako bardziej pożądany, to jednak po ewentualnym zmodyfikowaniu składu mieszanek przyprawowych zastosowanie ich stwarza potencjalne możliwości w zakresie zwiększenia asortymentu oferowanych serów.

6.3. Przemiany kazeiny w serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania

Uzyskane rezultaty analizy elektroforetycznej kazeiny i produktów jej degradacji dowiodły, że sery obu producentów w analizowanym okresie badawczym przeszły dość zróżnicowaną i w pewnym stopniu ograniczoną proteolizę. Brak danych literaturowych na temat dalszych przemian kazeiny w okresie przechowywania serów podpuszczkowych dojrzewających powodował pewne trudności w interpretacji uzyskanych wyników. Odnotowana w początkowym okresie przechowywania obecność frakcji kazeiny-α_{s1}-I świadczyć może o resztkowej aktywności chymozyny (Fox i Stepaniak, 1993). Niewielką hydrolizę frakcji -α_{s1} i -α_{s2} w czasie dojrzewania oraz ich obecność całkowicie dojrzałych serach stwierdziła Cichosz (1995). Brak frakcji kazeiny-κ już w początkowym okresie przechowywania dowodzi jej wcześniejszego rozpadu (w czasie dojrzewania) na kazeinę-para-κ i glikomakropeptyd. Zaobserwowana intensywniejsza proteoliza kazeiny-α_{s1} i wolniejsza kazeiny-β wskazuje na ważną rolę enzymów podpuszczki w dojrzewaniu serów (Mc Sweeney i in., 1993). Być może rola chymozyny w badanych serach nie ogranicza się wyłącznie do okresu dojrzewania a efekty jej aktywności można zauważyć także w czasie przechowywania. O większym stopniu degradacji kazeiny-α_{s1}

w porównaniu do frakcji -β w serze cheddar i innych gatunkach donosili także Mulvihill i Fox (1980) oraz Wilkinson i in. (1992). Jak wynika z danych literaturowych (Grappin i in., 1985; Rank i in., 1985) mimo, że kazeina-β może ulegać dwóm typom hydrolizy (pod wpływem enzymów podpuszczki i plazminy) nawet po 6 miesiącach dojrzewania, jako bardziej odporna na proteolizę, pozostaje w ok. 50% w stanie nie zmienionym. Stwierdzono także, że proteinazy bakteryjne mimo relatywnie niskiej aktywności są zdolne do częściowej degradacji kazeiny-α_{s1} i -β po kilku miesiącach dojrzewania (Crow i in., 1993). W związku z tym, że przyprawy posiadają pewne ilości mikroorganizmów spodziewano się, że być może przyspieszają one przemiany enzymatyczne kazeiny także w okresie chłodniczego składowania. Rezultaty przeprowadzonych badań własnych nie pozwalają jednak na jednoznaczne stwierdzenie tego faktu. Dodatkowym potwierdzeniem wątpliwego wpływu mikroorganizmów na przemiany kazeiny są wyniki prac Hynes'a i in. (2001) którzy dowiedli, że bakterie zakwasu w serze bez użycia koagulantu nie są zdolne do przeprowadzenia hydrolizy kazeiny-α_{s1}. Rezultaty te pozostają w zgodzie z pracami Fox'a i in. (1993). O małej aktywności mikroorganizmów w stosunku do kazeiny pisali także Oberg i in. (1986) oraz Law i in. (1993). Wielu autorów badało odporność kazeiny-β na hydrolizę w jednakże tylko w czasie dojrzewania (Fernández-Salguero i in., 1989; Núñez i in., 1991). Minimalną jej degradację zaobserwowano w serze Quesucos de Liébana, w którym to frakcja -α_{s1} okazała się być bardziej degradowana a spadkowi intensywności pasm jej odpowiadających towarzyszył wzrost w rejonie produktów jej degradacji (Prieto i in., 2000). W innej pracy Prieto i in. (2000) opisywali intensywną degradację kazeiny-α_{s1} do kazeiny-α_{s1}-I w serze Picón Bejes-Tresviso, która w dalszych etapach okresu badawczego staje się substratem dla działalności innych enzymów. Jednakże zaobserwowali oni także intensywną proteolizę kazeiny-β i nagromadzanie się kazein -γ_1, -γ_2, -γ_3. Intensywne powstawanie kazein-γ nie jest faktem oczywistym, wielu badaczy zanotowało słabe pasma elektroforetyczne w rejonie tych frakcji jak to miało miejsce w przypadku serów analizowanych przez autorkę pracy (rys. 1). Macedo i Malcata (1997) zjawisko to tłumaczyli małą aktywnością plazminy. Oceniona wzrokowo nie ulegająca zmianie, mimo przyrostu frakcji -γ_1, -γ_2, -γ_3, intensywność pasm odpowiadających frakcji -β zanotowana przez autorkę pracy (rys. 4) znalazła potwierdzenie w pracach Andrews'a (1983). Udowodnił on, że koncentracja kazeiny-β nie jest czynnikiem, który determinuje formowanie kazein-γ.

Uzyskane rezultaty dowiodły, iż dodatek mieszanek przyprawowych w zróżnicowany sposób wpływał na proteolizę w czasie przechowywania serów na poziomie możliwym do wykrycia przy użyciu elektroforezy na żelu poliakrylamidowym.

7. Wnioski

1. Sery podpuszczkowe dojrzewające z przyprawami charakteryzowały się intensywniejszą barwą, twardszą konsystencją oraz pikantnym i bardziej słonym smakiem niż sery bez przypraw.

2. Sery podpuszczkowe dojrzewające z przyprawami na ogół charakteryzowały się większą kwasowością czynną (niższym pH) niż sery tego samego gatunku bez dodatku mieszanek przyprawowych.

3. Mieszanki przyprawowe nie miały istotnego wpływu na kwasowość miareczkową badanych serów podpuszczkowych dojrzewających.

4. We wszystkich badanych serach obserwowano stały przyrost zawartości azotu rozpuszczalnego w czasie przechowywania i na ogół istotnie więcej tej formy azotu zawierały sery z przyprawami niż bez przypraw.

5. Mieszanki przyprawowe nie miały istotnego wpływu na zawartość azotu niebiałkowego we wszystkich badanych gatunkach serów.

6. Zastosowanie mieszanek przyprawowych nie wpływało jednoznacznie na zawartości azotu aminowego w badanych serach podpuszczkowych dojrzewających.

7. W serach podpuszczkowych dojrzewających w czasie przechowywania następował dalszy rozkład frakcji kazeinowych, a mieszanki przyprawowe na ogół nie miały wpływu na jego przebieg.

8. Piśmiennictwo

[1] Alonso L., Juárez M., Ramos M., Martin-Alvarez P.J. 1987. *Overall composition, nitrogen fractions and fat characteristics of Cabrales cheese during ripening.* Z. Lebensm. Unters. Forsche., 185: 481-486.

[2] Akyüz N., Coşkun H. 1991. *Manufacturing of Van herby cheese and the effects of herbs on the various properties of it.* II National Milk and Milk Products Symposium, Tekirdag, Turkey.

[3] Andrews T.A. 1983. *Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins.* J. Dairy Res., 50: 45-55.

[4] Ardö Y. 1993. *Characterizing ripening in low-fat, semi-hard-eyed cheese made with undefined masophilic DL-starter.* Int. Dairy J., 3: 343-357.

[5] Aston J.W., Fedrick J.A., Durward J.G., Dulley J.R. 1983. *The effect of elevated ripening temperatures on proteolysis and flavour development in Cheddar cheese. 1. Higher initial storage temperatures.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol. 18: 143-156.

[6] Aston J.W., Giles J.E., Durward I.G., Dulley J.R. 1985. *The effect of elevated ripening temperatures on proteolysis and flavour development in Cheddar cheese.* J. Dairy Res., 52: 565-572.

[7] Awad S., Lüthi Q.Q., Puhan Z. 1998. *Proteolytic activities of chymosin and porcine pepsin on buffalo, cow and goat whole and β-casein fractions.* J. Agric. Food Chem., 46: 4997-5007.

[8] Bakirci I. 1999. *The effects of some herbs on activities of thermophilic dairy cultures.* Nahrung 43, 5: 333-335.

[9] Banks J.M., Brechany E.Y., Christie W.W. 1989. *The production of low-fat Cheddar.* Int. J. Soc. Dairy Technol., 42: 6-9.

[10] Banks J.M., Law A.J.R., Leaver J., Horne D.S. 1995. *Maturation profiles of Cheddar-type cheese produced from high heat treatment milk to incorporate whey protein.* Chem. of Structure-Function Relationships in Cheese, 221-236.

[11] Banks J.M., Muir D.D., Brechany E.Y., Law A.J.R. 1992. *The production of low-fat hard ripened cheese.* III Symposium, National Dairy Products Research Centre, Fermoy Co. Cork, Ireland, 67-80.

[12] Banks J.M., Stewart G., Muir D.D., West J.G. 1987. *Increasing the yield of Cheddar cheese by the acidification of milk containing heat denatured whey protein.* Milchwiss., 42: 212-215.

[13] Bartels M., Johnson M., Olson N. 1987. *Accelerated ripening of Gouda cheese. A. Effect of heat shocked thermophilic lactobacilli and streptococci no proteolysis and flavour development.* Milchwiss., 42: 83-88.

[14] Bastian E.D., Hansen K.G., Brown R.J. 1991. *Activation of plasminogen with urokinase in ultrafiltrated milk for cheese manufacture.* J. Dairy Sci., 74: 3669-3676.

[15] Bastian E.D., Hansen K.G., Brown R.J. 1993. *Inhibition of plasmin by β-lactoglobulin using casein and a synthetic substrate.* J. Dairy Sci., 76: 3354-3361.

[16] Benfeldt C., Sørensen J., Ellegård K.H., Petersen T.E. 1997. *Heat treatment of cheese milk: Effect of plasmin activity and proteolysis during cheese ripening.*, Int. Dairy J., 7: 723-731.

[17] Bonczar G., Wszołek M., Zaród W. 2000. *Wpływ rodzaju zakwasu i czasu dojrzewania na stopień hydrolizy białka w półtwardych podpuszczkowych serach owczych.* Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 2 (23): 79-90.

[18] Bouton Y., Grappin R. 1995. *Comparison de la qualité de fromages à pâte pressée cuite fabriqué à partir de lait cruou microfiltré.* Lait, 75: 31-44.

[19] Calvo M.M, Leaver J., Law A.J.R., Banks J.M. 1992. *Changes in casein levels during the ripening of Cheddar type cheese made from overheated milk.* Milchwiss., 47: 516-518.

[20] Cappellas M., Mor-Mur M., Sendra E., Pla R., Guamis B. 1996. *Populations of aerobic mesophils and inoculated E. Coli during storage of fresh goat's milk cheese treated with high pressure.* J. Food Protection, 59, 6: 582-587.

[21] Cappellas M., Mor-Mur M.,Trujillo A.J., Sendra E., Guamis B. 1997. *Microstructure of high pressure treated cheese studied by confocal scanning light microscopy.* In: Hermans K. (ed.), *High pressure research in bioscience and biotechnology,* Leuven: Leuven University Press, 391-394.

[22] Carretero C., Trujillo A.J., Mor-Mur M., Pla R., Guamis B. 1994. *Electrophoretic study of casein breakdown during ripening of goat's milk cheese.* J. Agric. Food Chem., 42: 1546-1550.

[23] Cervantes M.A., Lund D.B., Olson N.F. 1983. *Effects of salt concentration and freezing on Mozzarella cheese texture.* J. Dairy Sci., 66: 204-213.

[24] Cichosz G. 1995. *Proteinazy i peptydazy mezofilnych paciorkowców mlekowych – wpływ na degradację kazeiny i parakazeiny.* Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Technologia Alimentarum, 28, Supl. B.

[25] Cichosz G., Rymaszewski J., Kujawski M. 1995. *Metabolizm laktozy podczas wyrobu sera edamskiego.* Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Technologia Alimentarum, 27: 61-69.

[26] Cogan T.M., Barbosa M., Beuvier E. Bianchi-Salvadori B., Cocconcelli P.S., Fernandez J., Gomez J., Gomez R., Kalantzopoulos G., Ledda A., Medina M., Rea M.C., Rodriguez E. 1997. *Characterisation of lactic acid bacteria in artisanal dairy products.* J. Dairy Res., 64: 409-421.

[27] Coşkun H. 1998a. *Microbiological and biochemical changes in herby cheese during ripening.* Nahrung 42, 5: 309-313.

[28] Coşkun H. 1998b. *Effects of some herbs used in making herby cheese on the activities of mesophilic cultures.* Gida Mühendisiiği Kongre ve Sergisi, 16-18 Eylüi, Gaziantep, 39-46.

[29] Coşkun H., Tunçtürk Y. 2000. *The effect of Allium sp. on the extension of lipolysis and proteolysis in Van herby cheese during ripening.* Nahrung, 44, 1: 52-55.

[30] Creamer L.K. 1976. *Beta-casein hydrolysis in Gouda and Cheddar cheese ripening.* J. Dairy Sci., 58: 287-292.

[31] Creamer L.K., Iyer M., Lelievre J. 1987. *Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 22: 205-214.

[32] Creamer L.K., Lawrence R.C., Gilles J. *1985. Effect of acidification of cheese milk on the resultant Cheddar cheese.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 20: 185-203.

[33] Creamer L.K., Richardson B.C. 1974. *Identification of the primary degradation product of α_1-casein in Cheddar cheese.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 9: 9-13.

[34] Crow V.L., Coolbear T., Holland R., Pritchard G.G., Martley F.G. 1993. *Starters as finishers: starter properties relevant to cheese ripening.* Int. Dairy J., 3: 423-460.

[35] Dajnowiec F., Reps A., Jarmul I. 1993. *Koagulacja białek mleka przez preparaty enzymatyczne otrzymane metodą inżynierii genetycznej.* XXIV Naukowa Sesja Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, Wrocław, 29-30 czerwca 1993, 252-257.

[36] De Jong L. 1977. *Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 2. Influence of the rennet concentration.* Neth. Milk Dairy J., 31: 309-314.

[37] Desmazeaud M.J., Gripon J.C. 1977. *General mechanism of protein breakdown during cheese ripening.* Milchwiss., 32 (12): 731-734.

[38] Di Matteo M., Chiovitti M.G., Addeo F. 1982. *Changes in Mozzarella cheese composition at different conditions of storage.* Sci. Tec. Latt. Cas., 33: 189-197.

[39] Domański C., Pruska K. 2000. *Nieklasyczne metody statystyczne.* PWE, Warszawa.

[40] Dulley J.R. 1974. *The contribution of rennet and starter enzymes to proteolysis in cheese.* Aust. J. Dairy Technol., 29: 65.

[41] Dziuba J., Kostyra H. 1992. *Biochemia żywności, ćwiczenia i metody.* ART, Olsztyn.

[42] Eliskases-Lechner F., Ginzinger W., Jaros D., Lavanchy P., Mayer H.K., Rohm H., Tschager E. 1998. *Raw milk significantly affects composition and quality of Bergäse.* In: Symposium on quality and microbiology of traditional and raw milk cheeses. Session 3: microbiology, biochemistry and sensory properties of raw milk cheeses. Dijon: INRA.

[43] El Soda M. 1993. *Accelerated maturation of cheese.* Int. Dairy J., 3: 531-544.

[44] El Soda M., Padian S. 1991. *Recent developments in accelerated cheese ripening.* J. Dairy Sci., 74: 2317-2335.

[45] Ernstrom C.A., Price M.V., Swanson A.M. 1958. *Effects of reducing rennet and adding calcium chloride on the manufacture and curing of Cheddar cheese.* J. Dairy Sci., 41: 55-61.

[46] Farkye N.Y., Fox P.F. 1991. *Preliminary study on the contribution of plasmin to proteolysis in Cheddar cheese: cheese containing plasmin inhibitor 6-aminohexanoic acid.* J. Agric. Food Chem., 39: 786-788.

[47] Farkye N.Y., Fox P.F. 1992. *Contribution of plasmin to Cheddar cheese ripening effect of added plasmin.* J. Dairy Res., 59: 209-216.

[48] Farkye N.Y., Fox P.F., Fitzgerald G.F., Daly C. 1990. *Proteolysis and flavour development in Cheddar cheese made exclusively with single strain proteinase-negative starters.* J. Dairy Sci., 73: 874-880.

[49] Farkye N.Y., Kiely L.J., Allshouse D.R., Kindstedt P.S. 1991. *Proteolysis in Mozzarella cheese during refrigerated storage.* J. Dairy Sci., 74: 1433-1438.

[50] Fedrick I.A., Dulley J.R. 1984. *The effect of elevated storage temperatures on the rheology of Cheddar cheese.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 19: 135-141.

[51] Fenelon M.A., Guinee T.P. 2000. *Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheese manufactured to different fat contents.* Int. Dairy J., 10: 151-158.

[52] Fernández-Salguero J., Marcos A., Alcalá M., Esteban M.A. 1989. *Proteolysis of Cabrales cheese and other European blue vein cheese varieties.* J. Dairy Res., 56: 141-145.

[53] Fernández-Salguero J., Sanjuán E. 1999. *Influence of vegetable and animal rennet on proteolysis during ripening in ewes' milk cheese.* Food Chem., 64: 177-183.

[54] Fik M., Kołakowski E., Strzelec I. 1977. *Wpływ przypraw naturalnych na intensywność autoproteolizy mrożonych farszów z makreli.* Przem. Spoż., 2: 68-69.

[55] Fitzgerald E., Buckley J. 1985. *Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese.* J. Dairy Sci., 46: 744.

[56] Folkertsma B., Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H. 1996. *Accelerated ripening of Cheddar cheese at elevated temperatures.* Int. Dairy J., 6: 1117-1134.

[57] Fox P.F.1987a. *Significance of salt in cheese ripening.* Dairy Industries International, 52: 14-19.

[58] Fox P.F.1989. *Proteolysis during cheese manufacture and ripening.* J. Dairy Sci., 72: 1379-1400.

[59] Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., Mc Sweeney P.L.H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science.* Gaithersburg Maryland: Aspen Publishers, Inc.

[60] Fox P.F., Law J., Mc Sweeney P.L.H., Wallace J. 1993. *Biochemistry of cheese ripening. w:* Fox P.F. (red.), *Cheese: chemistry, physics and microbiology.* vol. 1, 389–438.

[61] Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H. 1996. *Proteolysis in cheese during ripening.* Food Rev. Int., 12: 457-509.

[62] Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H., Lynch C.M. 1998. *Significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese.* Aust. J. Dairy Technol., 53: 83-89.

[63] Fox P.F., Stepaniak L. 1993. *Enzymes in cheese technology.* Int. Dairy J., 3: 509-530.

[64] Fox P.F., Tobin J. 1999. *Acceleration and modification of proteolysis.* Proceedings of the 36th Annual Marshall Cheese Symposium, Gateway to Success, Santa Clara, USA, September 9-10, 14-47.

[65] Fox P.F., Walley B.F. 1971. *Influence of sodium chloride on the proteolysis of casein by rennet and by pepsin.* J. Dairy Res., 38: 165-170.

[66] Fox P.F., Wallace J.M., Morgan S., Lynch C.M., Niland E.J., Tobin J. 1996 b. *Acceleration of cheese ripening.* Antonie van Leeuwenhoek, 70: 271-297.

[67] Franco I., Prieto B., Urdiales R., Fresno J.M., Carballo J. 2001. *Study of the biochemical changes during ripening of Ahumado de Áliva cheese: a Spanish traditional variety.* Food Chem., 74: 463-469.

[68] Gaya P., Medina M., Rodriguez-Marin M.A., Núñez M. 1990. *Accelerated ripening of ewe's milk Manchego cheese: The effect of elevated ripening temperatures.* J. Dairy Sci., 73: 26-32.

[69] Gaweł J. 1981. *Zasady pobierania próbek mleka i produktów mlecznych do badań.* w: Zmarlicki S. (red.), Ćwiczenia z analizy mleka i produktów mlecznych, SGGW, Warszawa, 8-9.

[70] Gomes A.M.P., Luz M., Silva P.C., Malcata F.X. 1998. *Caprine cheese with probiotic strains: the effects of ripening temperature and relative humidity on proteolysis and lipolysis.* Z. Lebensm. Unters. Forsche. A, 207: 386-394.

[71] Grappin R., Beuvier E. 1997. *Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese.* Int. Dairy J., 7: 751-761.

[72] Grappin R., Rank T.C., Olson N.F.1985. *Primary proteolysis of cheese proteins during ripening: a review.* J. Dairy Sci., 68: 531-540.

[73] Grazier C.L., Simpson R., Roncagliolo S., Bodyfelt F.W., Torres J.A. 1993. *Modelling of time-temperature effects on bacterial populations during cooling of Cheddar cheese blocks.* J. Food Process Engineering, 16: 173-180.

[74] Grufferty M.B., Fox P.F. 1988 a. *Heat stability of the plasmin system in milk and casein system.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 23: 143-152.

[75] Grufferty M.B., Fox P.F. 1988 b. *Milk alkaline proteinase.* J. Dairy Res., 55: 609-630.

[76] Guamis B., Trujillo A.J., Ferragut V., Chiralt A., Andres A., Fito P. 1997. *Ripening control of Manchego cheese salted by brine vacuum impregnation.* Int. Dairy J., 7: 185-192.

[77] Guinee T.P., Auty M.E.A., Fenelon M.A. 2000. *The effect of fat content on the rheology, microstructure and heat-induced functional characteristics of Cheddar cheese.* Int. Dairy J., 10: 277-288.

[78] Guinee T.P., Fox P.F. 1987. *Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects.* In: Fox P.F. (ed), Cheese: chemistry, physics and microbiology, vol. 1. Elsevier, Barking, UK, 251-297.

[79] Guinee T.P., Wilkinson M., Mulholland E., Fox P.F. 1991. *Influence of ripening temperature, added commercial enzyme preparations and attenuated mutant (lac⁻) Lactococcus lactis starter on the proteolysis and maturation of Cheddar cheese.* Irish J. Food Sci. Technol., 15: 27-51.

[80] Guo M.R.1996. *Comparison of age-related changes in the expressible serum obtained from brine-salted and unsalted Mozzarella cheese.* J. Dairy Sci., 79 (Suppl.1): 98 (abst.).

[81] Guo M.R., Kindstedt P.S. 1995. *Age-related changes in the water phase of Mozzarella cheese.* J. Dairy Sci., 78: 2099-2107.

[82] Hozer J. 1994 a. *Opis statystyczny.* w: Hozer J. (red), Statystyka. Część I. Uniwersytet Szczeciński, 1994.

[83] Hozer J. 1994 b. *Wnioskowanie statystyczne.* w: Hozer J. (red), Statystyka. Część II. Uniwersytet Szczeciński, 1994.

[84] Hozer J. 1997. *Ekonometryczne modele związków. Szacowanie parametrów i weryfikacja.* w: Hozer J. (red.), Ekonometria. Uniwersytet Szczeciński, 1997.

[85] Hynes E.A., Delacroix-Buchet A., Meinardi C., Zalazar C. 1999. *Relation between pH, degree of proteolysis and consistency in soft cheese.* Aust. J. Dairy Technol., 54: 24-27.

[86] Hynes E.R., Meinardi C.A., Sabbag N., Cattaneo T., Candioti M.C., Zalazar C.A. 2001. *Influence of milk-clotting enzyme concentration on the casein-α_{s1} hydrolysis during soft cheese ripening.* J. Dairy Sci., 84: 1335-1340.

[87] Hynes E.R., Ogier J.C., Delacroix-Buchet A. 2001. *Proteolysis during ripening of miniature washed-curd cheeses manufactured with different strains of starter bacteria and a Lactobacillus plantarum adjunct culture.* Int. Dairy J., 11: 587-597.

[88] Iwańczak M., Reps A., Jarmul I., Wiśniewska K., Kołakowski P. 1994. *Możliwość zwiększania zawartości potasu w serach dojrzewających.* Przegl. Mlecz., 4: 87-88.

[89] Iwańczak M., Reps A., Wiśniewska K., Jarmul I., Kołakowski P. 1995. *Possibility for increasing the potassium content in ripening cheeses.* Milchwiss., 50, 11: 619-622.

[90] Jarmul I., Reps A., Leman H. 1995. *Zastosowanie mikrobiologicznego preparatu przyspieszającego dojrzewanie sera w produkcji serwitu tylżyckiego.* Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Technologia Alimentorum, 28: 41-48.

[91] Jaros D., Ginzinger W., Tschager E., Mayer H.K., Rohm H. 1997. *Effect of water addition on composition and fracture properties of Emmental cheese.* Lait, 77: 467-477.

[92] Johnston K.A., Dunlop F.P., Coker C.J., Wards S.M. 1994. *Comparisons between the electrophoretic pattern and textural assessment of aged Cheddar cheese*

made using various levels of calf rennet or microbial coagulant (Rennilase 46L). Int. Dairy J., 4: 303-327.

[93] Karahadian C., Lindsay R.C. 1984. *Flavour and texture properties of reduced-sodium process American cheese.* J. Dairy Sci., 67: 1884-1892.

[94] Kebary K.M.K, Salem O.M., Hamed A.I., El-Sisi A.S. 1997. *Flavour enhancement of direct acidified Kareish* cheese using attenuated lactic acid bacteria. Food Res. Int., 30, 3/4: 265-272.

[95] Kelly M., Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H. 1996. *Effect of salt in moisture on proteolysis in Cheddar-type cheese.* Milchwiss., 37: 331-335.

[96] Khalid N., El Soda M., Marth E. 1991. *Peptide hydrolases of Lactobacillus helveticus and Lactobacillus delbrucki ssp. bulgaricus.* J. Dairy Sci., 74: 29-45.

[97] Kilcawley K.N., Wilkinson M.G., Fox P.F. 1998. *Enzyme-modified cheese.* Int. Dairy J., 8: 1-10.

[98] Kindstedt P.S., Yun J.J., Barbano D.M., Larose K.L. 1995. *Mozzarella cheese: Impact of coagulant concentration on chemical composition, proteolysis and functional properties.* J. Dairy Sci., 78: 2591-2597.

[99] Klantschitsch T., Bachmann H.P., Puhan Z. 2000. *Influence of milk treatment and ripening conditions on quality of Raclette cheese.* Lait, 80: 51-67.

[100] Knorr D. 1993. *Effect of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality.* Food Technol., 47: 156-161.

[101] Kołakowski E., Kołakowska A., Rakus S. 1972. *Stabilizing properties of natural spices on the fat of frozen minced herring flesh.* Refrigeration Science and Technology, BFRAAV 21-382: 65-72.

[102] Kołakowski P., Reps A., Babuchowski A. 1994. *Przydatność wysokich ciśnień w utrwalaniu i przetwarzaniu żywności.* Przem. Spoż., 48: 108-111.

[103] Kołakowski P., Reps A., Babuchowski A. 1998. *Characteristics of pressurized ripened cheese.* Polish Journal of Food and Nutrition Science, 3: 473-483.

[104] Kołakowski P., Reps A., Hajduczenia M. 1994. *Preparaty smakowo-zapachowe o cechach sensorycznych masła i serów.* Przegl. Mlecz., 12: 301-305.

[105] Kostrzewa E. 1996. *Właściwości funkcjonalne przypraw ziołowych stosowanych w przemyśle spożywczym.* Przem. Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 10: 27-29.

[106] Kostrzewa E. 1999. *Przyprawy ziołowe stosowane w przemyśle spożywczym.* Przem. Spoż., 3: 14-16.

[107] Kristoffersen T. 1985. *Biogenesis of cheese flavour.* J. Agric. Food Chem., 21: 573-575.

[108] Laloy E., Vuillemard J.C., el Soda M.A., Simard R.E. 1996. *Influence of the fat content of Cheddar cheese on retention and localization of starters.* Int. Dairy J., 6: 729-740.

[109] Lane C.N., Fox P.F. 1996. *Contribution of starter and adjunct Lactobacilli to Proteolysis in Cheddar cheese during ripening.* Int. Dairy J., 6: 715-728.

[110] Lau K.Y., Barbano D.M., Rasmussen R.R. 1991. *Influence of pasteurization of milk on protein breakdown in Cheddar cheese during aging.* J. Dairy Sci., 74: 727-740.

[111] Law B.A. 1978. *The accelerated ripening of cheese by the use of non-conventional starters and enzymes – a preliminary assessment.* Int. Dairy Fed. Bull., 108: 40-48.

[112] Law B.A. 2001. *Controlled and accelerated cheese ripening: the research base for new technologies.* Int. Dairy J., 11: 383-398.

[113] Law B.A., Castanon M., Sharpe M.E. 1976. *The effect of non-starter bacteria on the chemical composition and flavour of Cheddar cheese.* J. Dairy Res., 43: 117-125.

[114] Law B.A., Hosking Z.D., Chapman H.R.1979. *The effect of some manufacturing conditions on the development of flavour in Cheddar cheese.* J. Soc. Dairy Technol., 32: 87.

[115] Law B.A., Wigmore A. 1982. *Accelerated cheese ripening with food grade proteinases.* J. Dairy Res., 49: 301-311.

[116] Law J., Fitzgerald G.F., Uniacke-Lowe T., Daly C., Fox P.F. 1993. *The contribution of Lactococcal starter proteinases to proteolysis in Cheddar cheese.* J. Dairy Sci., 76: 2455-2467.

[117] Lawrence R.C., Creamer L.K., Gilles J. 1987. *Texture development during cheese ripening.* J. Dairy Sci., 70: 1748-1760.

[118] Lawrence R.C., Gilles J. 1980. *The assessment of potential quality of young Cheddar cheese.* N. Z.J. Dairy Sci. Technol., 15: 1-12.

[119] Licitra G., Campo P., Manenti M., Portelli G., Scuderi S., Carpino S, Barbano D.M. 2000. *Composition of Ragusano cheese during aging.* J. Dairy Sci., 83: 404-411.

[120] Lindsay R.C., Hargett S.M., Bush C.S. 1982. *Effect of sodium / potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentrations on quality of Cheddar cheese.* J. Dairy Sci., 65: 360.

[121] Macedo A.C., Malcata F.X. 1997. *Hydrolysis of α_s- and β-caseins during ripening of Serra cheese.* Food Chem., 58: 43-47.

[122] Macedo A.C., Malcata F.X. 1997. *Secondary proteolysis in Serra cheese during ripening and throughout the cheese-making season.* Z. Lebensm. Unters. Forsch. A, 204: 173-179.

[123] Madkor S.A., Fox P.F. 1994. *Ripening of Cheddar cheese containing added trypsin.* Egypt. J. Dairy Sci., 22: 93-106.

[124] Madkor S.A., Tong P.S., El Soda M. 2000. *Ripening of Cheddar cheese with attenuated adjunct cultures of lactobacilli.* J. Dairy Sci., 83: 1684-1691.

[125] Maniak B., Targoński Z. 1996. *Przeciwutleniacze naturalne występujące w żywności.* Przem. Fermantacyjny i Owocowo- Warzywny, 4: 7-15.

[126] Marcos A., Alcalá M., León F., Fernández-Salguero J., Esteban M.A. 1981. *Water activity and chemical composition of cheese.* J. Dairy Sci., 64: 622-626.

[127] Martley F.G., Crow V.L. 1993. *Interaction between starter microorganisms during cheese manufacturing and ripening.* Int. Dairy J., 3: 461-483.

[128] Mayer H.K., Rockenbauer Ch., Mlcak H. 1998. *Evaluation of proteolysis in Parmesan cheese using electrophoresis and HPLC.* Lait, 48: 425-438.

[129] Mc Sweeney P.L.H., Fox P.F. 1997. *Chemical methods for characterization of proteolysis in cheese during ripening.* Lait, 77: 41-76.

[130] Mc Sweeney P.L.H., Fox P.F., Lucey J.A., Jordan K.N., Cogan T.M. 1993. *Contribution of the indigenous microflora to the maturation of Cheddar cheese.* Int. Dairy J., 3: 613-634.

[131] Mendia C., Ibañez F.C., Torre P., Barcina Y. 2000. *Influence of the season on proteolysis and sensory characteristics of Idiazabal cheese.* J. Dairy Sci., 83: 1899-1904.

[132] Mercier J.C., Addeo F., Pélissier J.P.1976. *Primary structure of the caseino macropeptide from goat κ-casein.* Biochimie, 58: 1330-1310.

[133] Messens W., Dewettinck K., Van Camp J., Huyghebaert A. 1998. *High pressure brining of Gouda cheese and its effect on the cheese serum.* Zeitschrift für Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 31: 552-558.

[134] Messens W., Estepar-Garcia J., Dewettinck K., Huyghebaert A. 1999. *Proteolysis of high-pressure-treated Gouda cheese.* Int. Dairy J., 9: 775-782.

[135] Micketts R., Olson N.F. 1974. *Manufacture of Mozzarella cheese by direct acidification with reduced amounts of rennet and pepsin.* J. Dairy Sci., 57: 265-273.

[136] Muehlenkamp-Ulate M.R., Warthesen J.J. 1999. *Evaluation of several nonstarter lactobacilli for their influence on Cheddar cheese slurry.* J. Dairy Sci., 82: 1370-1378.

[137] Muir D.D., Banks J.M., Hunter E.A. 1992. *Sensory changes during maturation of fat-reduced Cheddar cheese: Effect of addition of enzymically active attenuated starter cultures.* Milchwiss., 47: 218-222.

[138] Mulvihill D.M., Fox P.F. 1980. *Proteolysis of α_{s1}- casein by chymosin in dilute NaCl solutions and Cheddar cheese.* Irish J. Food Sci. Technol., 4: 13-23.

[139] Nakazawa Y., Yamada M., Michishita J., Nakagawa S., Tsukasaki Y. 1994. *Biochemical changes of lower molecular weight peptides during ripening of Camembert cheese.* Indian J. Sci., 47, 3: 203-210.

[140] Nakazawa Y., Yamada M., Wada R. 1992. *Proteolysis in low-sodium cottage cheese produced from whole milk.* Lebensm. - Wiss. u Technol., 25: 187-191.

[141] Noomen A. 1978. *Activity of proteolytic enzymes in simulated soft cheese (Meshanger type). 2. Activity of calf rennet.* Neth. Milk Dairy J., 32: 26-49.

[142] Núñez M., Fernández del Pozo B.S., Rodriguez A., Gaya P. 1991. *Effect of vegetable and animal rennet on chemical, microbiological, rheological and sensory characteristics of La Serena cheese.* J. Dairy Res., 59: 511-519.

[143] Núñez M., Garcia-Aser C., Rodriguez-Martin M.A., Medina M., Gaya P. 1986. *The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and Manchego cheese.* Food Chem., 21: 115-123.

[144] Núñez M., Medina M., Gaya P., Guillén A.M., Rodriguez-Martin M.A. 1992. *Effect of recombinant chymosin on ewe's milk coagulation and Manchego cheese characteristics.* J. Dairy Res., 59: 81-87.

[145] Oberg C.J., Davis L.H., Richardson G.H., Ernstrom C.A. 1986. Manufacturing of Cheddar cheese using proteinase-negative mutants of Streptococcus cremoris. J. Dairy Sci., 69: 2975-2981.

[146] Ohmiya K., Kajion T., Shimizu S., Gekko K. 1987. *Dissociation and reassociation of enzyme-treated caseins under high pressure.* J. Dairy Res., 56: 435-440.

[147] O'Keeffe A.M., Fox P.F., Doly C. 1978. *Proteolysis in Cheddar cheese: role of coagulant and starter bacteria.* J. Dairy Res., 45: 465-477.

[148] Pappas C.P., Kondyli E., Vontsines L.P., Mallaton H. 1996. *Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, organoleptic and rheological properties of Feta cheese.* J. Soc. Dairy Technol., 49: 73-78.

[149] Pearce K.N., Gilles J. 1979. *Composition and grade of Cheddar cheese manufactured over three seasons.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 14: 63-71.

[150] Peterson S.D., Marshall R.T. 1990. *Nonstarter lactobacilli in Cheddar cheese: a review.* J. Dairy Sci., 73: 1395-1410.

[151] Petik S. 1987. *Reduced sodium cultured dairy products.* Cultured Dairy Products Journal, 22, 1: 12-14, 23.

[152] Podhajna E., Kujawski M., Cichosz G., Stańko B. 2002. *Zakres i głębokość proteolizy oraz cechy organoleptyczne serów typu holenderskiego podczas dojrzewania.* VIII Sesja Naukowa nt. Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa, 21 - 22. 02. 2002. Olsztyn, 447-457.

[153] Polska Norma 73/A – 86232. *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.*

[154] Polska Norma 73/A – 86230. *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.*

[155] Prieto B., Fresno J.M., Carballo J., Bernardo A., Sarmiento R. 1994. *Biochemical characteristics of León raw cow milk cheese, a Spanish craft variety.* Sciences des Aliments, 14: 203-215.

[156] Prieto B., Urdiales R., Franco I., Fresno J.M., Bernardo A., Carballo J. 2000. *Picón Bejes-Tresviso blue cheese: an overall biochemical survey throughout the ripening process.* Int. Dairy J., 10: 159-167.

[157] Prieto B., Urdiales R., Franco I., Fresno J.M., Carballo J. 2000. *Quesucos de Liébana cheese from cow's milk: biochemical changes during ripening.* Food Chem., 70: 227-233.

[158] Prieto B., Urdiales R., Franco I., Tornadijo M.E., Fresno J.M., Carballo J. 1999. *Biochemical changes in Picón Bejes-Tresviso cheese, a Spanish blue-veined variety, during ripening.* Food Chem., 67: 415-421.

[159] Ramkumar C., Creamer L.K., Johnston K.A., Bennett R.J. 1997. *Effect of pH and time on the quantity of readily available water within fresh cheese curd.* J. Dairy Res., 64: 123-134.

[160] Rank T.C., Grappin R., Olson N.F. 1985. *Secondary proteolysis of cheese during ripening.* A review. J. Dairy Sci., 68: 801-805.

[161] Richardson B.C., Pearse K.N. 1981. *The determination of plasmin in dairy products.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 16: 209-220.

[162] Rockenbauer C., Mayer H.K., Jaros D., Rohm H. 1995. *Electrophoretic methods to control variable conditions during the manufacture of Emmental cheese.* Current status and Future Trends in Analytical Food Chemistry. Proceedings of the Eight European Conference on Food Chemistry (EURO FOOD CHEM. VIII), Vienna, Austria, September 18-20, 1995, FECS Event No. 206,

[163] Rocznik Statystyczny GUS 2001, ZWS Warszawa 2001.

[164] Rollema H.S., Poll J.K. 1986. *The alkaline milk proteinase system: kinetics and mechanism of heat-inactivation.* Milchwiss., 41: 536-540.

[165] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K. *Dodatki funkcjonalne do żywności.* Agro & Food Technology, Katowice 1993.

[166] Rymaszewski J., Cichosz G., Kujawski M., Zdral J. 1995. *Możliwość przyspieszania dojrzewania sera.* Przegl. Mlecz., 2: 35-37.

[167] Rymaszewski J., Śmietana Z. 1997. *Sery dojrzewające i sery twarogowe.* In: Ziajka S. (ed.), Mleczarstwo - zagadnienia wybrane. t. I, 152-153.

[168] Sánchez E.S., Simal S., Femenia A., Llull P., Rosselló. 2001. *Proteolysis of Mahon cheese as affected by acoustic-assisted brining.* Eur. Food Res. Technol., 212: 147-152.

[169] Sciancalepore V., de Stefano G., Piacquadio P.1995. *A no brine method for Mozzarella cheese making. 1. Impact on chemical composition and proteolysis.* Milchwiss., 50,9: 496-498.

[170] Shakeel-Ur-Rehman, Mc Sweeney P.L.H., Fox P.F. 1999. *A study on the role of indigenous microflora in ripening of Cheddar cheese.* Milchwiss., 54: 388-392.

[171] Shalabi S.I., Fox P.F. 1987. *Electrophoretic analysis of cheese: comparison of methods.* Irish J. Food Sci. Technol., 11: 135-151.

[172] Sørensen J., Benfeldt C. 2001. *Comparison of ripening characteristics of Danbo cheeses from two dairies.* Int. Dairy J., 11: 355-362.

[173] Sousa M.J., Ardö Y., Mc Sweeney P.L.H. 2001. *Advances in the study of proteolysis during cheese ripening.* Int. Dairy J., 11: 327-345.

[174] Sousa M.J., Malcata F.X. 1997. *Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical and proteolytical characteristics of ovine cheese.* J. Agric. Food Chem., 45: 74-81.

[175] Stadhouders J., Hup G., Exterkate F.A., Visser S. 1983. *Bitter flavour in cheese. 1. Mechanism of the formation of the bitter flavour defect in cheese.* Neth. Milk Dairy J., 37: 134-157.

[176] Stodolnik L. 1994. *Zastosowanie naturalnych antyoksydantów do rozdrobnionej tkanki mięśniowej śledzi bałtyckich przechowywanych w warunkach chłodniczych.* Chłodnictwo, 29, 10: 21-25.

[177] Stodolnik L., Samson E. 1996. *Inhibition of lipid oxidation in the minced muscle tissue of the Baltic herring through usage of hawthorn and elder flowers in the conditions of frozen storage.* Acta Ichth. Piscat., 26, 2: 125-135

[178] Stodolnik L., Szczepanik G. 1998. *Inhibition of lipid oxidation of the frozen muscle tissue of herring using mustard.* Acta Ichth. Piscat., 28, 2: 82-90.

[179] Szołtysek K. 1995. *Zastosowanie preparatu enzymatycznego Penicillium roqueforti w produkcji serów podpuszczkowych dojrzewających.* Przegl. Mlecz., 8: 210-212.

[180] Thomas T.D., Crow V.L. 1983. *Mechanism of D(-)-lactic acid formation in Cheddar cheese.* N.Z.J. Dairy Sci. Technol., 18: 131-141.

[181] Thomsen D., Stapelfeldt H. 1990. *Yield and quality of Danbo 45+ cheese from milk heat-treated at temperatures between 72 and 95°C.* Report No. 44, Danish Government Research Institute for Dairy Industry, Hillerød, Denmark.

[182] Torres-Mora M.A., Soeldner A., Ting E.Y., Hawes A.C.O., Aleman G.D., Bakski G.S., Mc Manus W.R., Hansen C.L., Torres J.M.1996. *Early microstructure changes in Cheddar cheese and effects of high pressure curd processing.* Institute of Food Technologists Annual Meeting. New Orleans, USA, 9, 1082-1236.

[183] Trujillo A.J., Guamis B., Capellas M., Carretero C. 1997. *A procedure for the manufacture of starter-free and starter-free and rennet-free goat milk cheese making methods under controlled bacteriological conditions by means of high hydrostatic pressure.* w: Hermans K. (red.), High pressure research in bioscience and biotechnology, Leuven: Leuven University Press, 395-398.

[184] Tuszyński T., Makarewicz M. 2000. *Wpływ ekstraktów ziołowych na wzrost wybranych szczepów drożdży Saccharomyces cerevisiae.* Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 1 (22): 37-44.

[185] Van Boekel M.A.J.S., Ribadeau-Dumas B., 1987. *Addendum to the evaluation of the Kjeldahl factor for conversion of the nitrogen content of milk and milk product to protein content.* Neth. Milk Dairy J., 41: 281-284.

[186] Vincente M.S., Ibáñez F., Barcina Y., Barron L.J.R. 2000. *Casein breakdown during ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type.* J. Sci. Food Agric., 81: 210-215.

[187] Visser F.M.W. 1977. *Contribution of enzymes from rennet, starter bacteria and milk to proteolysis and flavour development in Gouda cheese. 1. Description of cheese and aseptic cheesemaking methods.* Neth. Milk Dairy J., 31: 120.

[188] Visser F.M.W., de Groot-Mostert A.E.A. 1977. *Contribution of enzymes from rennet, starter bacteria and milk to proteolysis and flavour development in Gouda cheese. 4. Protein breakdown: a gel electrophoretical study.* Neth. Milk Dairy J., 31: 247-264.

[189] Watkinson P., Coker Ch., Crawford R., Dodds C., Johnston K., Mc Kenna A., White N. 2001. *Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis.* Int. Dairy J., 11: 455-464.

[190] Wilkinson M.G., Guinee T.P., O'Callaghan D.M., Fox P.F. 1992. *Effects of commercial enzymes on proteolysis and ripening in Cheddar cheese.* Lait, 72: 449-459.

[191] Wiśniewska K., Reps A., Jarmul I., Iwańczak M. 1999. *Ripening of rennet cheeses with different content of salt.* Natural Sci., 3: 95-108.

[192] Yetişmeyen A. 1997. *A study on the development the technology and the quality characteristics of cheese with herb.* Tr. J. of Agriculture and Forestry, 21: 237-245.

[193] Yokoyama H., Sawamura N., Motobayashi N. 1992. *Method for accelerating cheese ripening.* European Patent Application EP 0469857 A1.

[194] Zaika L.L., Kissinger J.C. 1979. *Effects of some species an acid production by starter cultures.* J. Food Protec., 47, 7: 572-576.

[195] Zarmpoutis I., Mc Sweeney P.L.H., Beechinor J., Fox P.F. 1996. *Proteolysis in Irish farmhouse blue cheese, Chetwynd.* Irish J. Agric. Food Res., 35: 25-36.

[196] Zmarlicki S. 1981. *Badanie serów.* w: Zmarlicki S. (red.), *Ćwiczenia z analizy mleka i produktów mlecznych.* SGGW, Warszawa, 130-131.

[197] Zorrilla S.E., Castelao E.L., De Piante D., Rubiolo A.C. 1996. *Proteolysis during ripening of low-fat Fybno cheese salted with a mixture of NaCl and KCl.* Aust. J. Dairy Technol., 51 (April): 6-7.

Tabele

Objaśnienia symboli zastosowanych w tabelach:

Dla tabel 3 — 9:

$\bar{x}$ — wartość średnia badanego wskaźnika,

$\hat{S}^2$ — wariancja próbki,

S^2 — wariancja,

n — liczebność próbki,

F — wartość statystyki testu na równość wariancji,

F_α — wartość krytyczna,

t/C — wartość odpowiedniej statystyki testującej (t w przypadku testu t-Studenta albo C w przypadku testu Cochrana-Coxa),

t_α/C_α — wartość krytyczna (t_α dla testu t-Studenta albo C_α dla testu Cochrana-Coxa),

\+ — w oparciu o odpowiedni test odrzucenie H_0 (na poziomie istotności α),

\− — w oparciu o odpowiedni test brak podstaw do odrzucenia H_0 (na poziomie istotności α).

Dla tabel 10 — 16:

$\hat{\alpha}_0$ — estymator wyrazu wolnego,

$\hat{\alpha}_1$ — estymator współczynnika kierunkowego,

$t_{\hat{\alpha}_0}$ — wartość statystyki t-Studenta dla wyrazu wolnego,

$t_{\hat{\alpha}_1}$ — wartość statystyki t-Studenta dla współczynnika kierunkowego,

R^2 — współczynnik korelacji wielorakiej,

S_e — odchylenie standardowe składnika losowego,

V_s — współczynnik zmienności losowej,

$t_{\hat{\alpha}_{11}-\hat{\alpha}_{12}}$ — wartość statystyki t-Studenta dla różnic pomiędzy współczynnikami kierunkowymi,

t_α — wartość krytyczna dla poziomu istotności α i $n_1 + n_2 - 4$ stopni swobody,

\+ — w oparciu o odpowiedni test odrzucenie H_0 (na poziomie istotności α),

\− — w oparciu o odpowiedni test brak podstaw do odrzucenia H_0 (na poziomie istotności α).

Tabela 3. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych I partii serów salami producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	45,500	39,750	109,775	92,000	0,2940	0,2417	9,465	14,916
$\hat{S}^2$	22,333	6,917	13,231	52,000	0,00255	0,00047	0,00919	0,00035
S^2	16,750	5,188	8,821	34,667	0,00170	0,00032	0,00612	0,00023
n	4	4	3	3	3	3	3	3
F	3,229		3,930		5,372		26,116	
F_α	9,277		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	2,126		3,812		1,649		96,667	
t_α/C_α	2,447		2,776		2,776		4,303	
Wniosek	–		+		–		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	47,200	49,700	49,933	53,467	0,1780	0,0987	14,735	15,154
$\hat{S}^2$	1,960	0,250	263,293	76,093	0,00024	0,00020	0,0207	0,0259
S^2	1,307	0,167	175,529	50,729	0,00016	0,00013	0,0138	0,0173
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	7,840		3,460		1,236		1,250	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	2,913		0,332		6,541		3,358	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,776		2,776	
Wniosek	+		–		+		+	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	56,667	48,833	39,667	54,600	0,4651	0,3044	16,261	22,676
$\hat{S}^2$	25,333	1,083	106,493	13,720	0,00046	0,00178	0,0501	0,6455
S^2	16,889	0,722	70,996	9,147	0,00031	0,00119	0,0334	0,4303
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	23,385		7,762		3,864		12,859	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	2,640		2,359		5,881		13,322	
t_α/C_α	4,303		2,776		2,776		2,776	
Wniosek	–		–		+		+	

Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych II partii serów salami producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	44,333	49,000	60,713	57,733	0,448	0,467	6,054	11,837
$\hat{S}^2$	4,333	7,000	10,199	40,373	0,00176	0,00101	0,0292	0,0108
S^2	2,889	4,667	6,799	26,916	0,00118	0,00067	0,0194	0,0072
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	1,615		3,959		1,748		2,704	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	2,401		0,726		0,636		50,116	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,776		2,776	
Wniosek	–		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	47,000	55,667	68,133	70,933	0,924	0,579	11,690	14,487
$\hat{S}^2$	19,000	2,333	206,453	49,653	0,07134	0,00046	0,0913	0,0454
S^2	12,667	1,556	137,636	33,102	0,04756	0,00030	0,0609	0,0303
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	8,143		4,158		156,000		2,011	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa		Test t-Studenta	
t/C	3,250		0,303		2,232		13,100	
t_α/C_α	2,776		2,776		4,303		2,776	
Wniosek	+		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	55,333	59,000	81,867	74,713	0,781	0,845	10,669	17,218
$\hat{S}^2$	17,333	7,000	23,453	10,199	0,00010	0,00085	0,0267	0,3516
S^2	11,556	4,667	15,636	6,799	0,00006	0,00057	0,0178	0,2344
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	2,476		2,300		8,756		13,172	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	1,287		2,136		3,585		18,444	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,776		2,776	
Wniosek	–		–		+		+	
	Tydzień przechowywania 9							
$\bar{x}$	65,667	58,667	72,667	80,267	0,849	0,863	14,799	19,420
$\hat{S}^2$	2,333	9,333	70,613	324,053	0,00085	0,00516	0,1139	0,0491
S^2	1,556	6,222	47,076	216,036	0,00057	0,00344	0,0759	0,0327
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	4,000		4,589		6,077		2,320	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	3,550		0,663		0,313		19,831	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,776		2,776	
Wniosek	+		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 12							
$\bar{x}$	55,333	57,500	89,647	95,633	0,709	0,563	15,241	19,909
$\hat{S}^2$	61,867	10,300	377,266	610,407	0,00869	0,01548	0,2054	0,4972
S^2	51,556	8,583	314,388	508,672	0,00579	0,01032	0,1541	0,3978
n	6	6	6	6	3	3	4	5
F	6,006		1,618		1,782		2,420	
F_α	5,050		5,050		19,000		6,591	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	0,625		0,467		1,630		11,407	
t_α/C_α	2,571		2,228		2,776		2,365	
Wniosek	–		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 15							
$\bar{x}$	64,000	61,667	96,740	110,635	0,949	0,694	18,946	21,998
$\hat{S}^2$	36,800	35,867	75,787	23,394	0,18162	0,08061	0,00011	0,12215
S^2	30,667	29,889	56,840	17,546	0,14530	0,06449	0,00009	0,10179
n	6	6	4	4	5	5	6	6
F	1,026		3,240		2,253		1157,812	
F_α	5,050		9,277		6,388		5,050	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	0,670		2,790		1,110		21,381	
t_α/C_α	2,228		2,447		2,306		2,571	
Wniosek	–		+		–		+	
	Tydzień przechowywania 18							
$\bar{x}$	71,333	67,333	92,673	108,580	1,078	0,767	22,024	24,774
$\hat{S}^2$	9,333	9,333	9,013	0,593	0,0019	0,0023	1,143	0,715
S^2	6,222	6,222	6,009	0,395	0,0014	0,0018	0,857	0,536
n	3	3	3	3	4	4	4	4
F	1,000		15,194		1,258		1,598	
F_α	19,000		19,000		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	1,604		8,889		9,596		4,035	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,447		2,447	
Wniosek	–		+		+		+	

Tabela 5. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów śmietanowych producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	41,500	36,000	84,000	112,000	0,175	0,224	11,270	12,652
$\hat{S}^2$	11,667	0,500	0,027	0,027	0,0019	0,0014	0,052	0,104
S^2	8,750	0,400	0,020	0,020	0,0014	0,0011	0,039	0,078
n	4	5	4	4	4	4	4	4
F	23,333		1,000		1,352		2,000	
F_α	6,591		9,277		9,277		9,277	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	3,167		242,487		1,690		7,001	
t_α/C_α	3,169		2,447		2,447		2,447	
Wniosek	–		+		–		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	56,675	52,625	51,335	48,540	0,259	0,316	13,435	17,503
$\hat{S}^2$	26,396	0,749	26,569	76,222	0,0016	0,0027	0,039	0,081
S^2	19,797	0,562	19,927	57,167	0,0012	0,0020	0,029	0,061
n	4	4	4	4	4	4	4	4
F	35,234		2,869		1,657		2,062	
F_α	9,277		9,277		9,277		9,277	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	1,555		0,551		1,748		23,484	
t_α/C_α	3,182		2,447		2,447		2,447	
Wniosek	–		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	57,800	59,500	53,650	61,400	0,526	0,678	17,548	18,834
$\hat{S}^2$	42,200	4,750	14,417	2,213	0,0022	0,0885	0,279	0,165
S^2	33,760	3,800	10,812	1,660	0,0017	0,0664	0,209	0,124
n	5	5	4	4	4	4	4	4
F	8,884		6,514		39,826		1,687	
F_α	6,388		9,277		9,277		9,277	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta	
t/C	0,555		3,801		1,010		3,862	
t_α/C_α	2,776		2,447		3,182		2,447	
Wniosek	–		+		–		+	

Tabela 6. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów salami producenta B

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	39,250	41,000	77,333	56,733	0,588	0,483	9,985	10,519
$\hat{s}^2$	0,917	19,000	49,333	1,213	0,0102	0,0019	0,058	0,010
S^2	0,688	12,667	32,889	0,809	0,0068	0,0013	0,039	0,007
n	4	3	3	3	3	3	3	3
F	20,727		40,659		5,372		5,634	
F_α	19,164		19,000		19		19,000	
Test	Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	0,683		5,019		1,649		3,530	
t_α/C_α	4,264		4,303		2,77645		2,776	
Wniosek	–		+		–		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	52,833	57,333	88,600	61,600	0,608	0,994	10,579	13,352
$\hat{s}^2$	1,083	9,333	4,120	154,840	0,1344	0,0077	0,353	0,0012
S^2	0,722	6,222	2,747	103,227	0,0896	0,0051	0,235	0,0008
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	8,615		37,583		17,521		299,476	
F_α	19,000		19,000		19		19,000	
Test	t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	2,415		3,709		1,774		8,071	
t_α/C_α	2,776		4,303		2,776		4,303	
Wniosek	–		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	56,667	64,833	51,333	84,467	1,005	0,896	12,761	14,897
$\hat{s}^2$	9,333	1,083	114,333	18,293	0,0062	0,0150	6,471	0,134
S^2	6,222	0,722	76,222	12,196	0,0042	0,0100	4,314	0,090
n	3	3	3	3	3	3	3	3
F	8,615		6,250		2,400		48,157	
F_α	19,000		19,000		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	4,383		4,983		1,293		1,440	
t_α/C_α	2,776		2,776		2,776		4,303	
Wniosek	+		+		–		–	

Tabela 7. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów Rarytas producenta C

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	35,125	37,625	44,500	56,000	0,161	0,266	4,248	4,663
$\hat{S}^2$	12,063	0,563	14,333	130,667	0,0004	0,0096	0,055	0,007
S^2	9,047	0,422	10,750	98,000	0,0003	0,0064	0,037	0,005
n	4	4	4	4	3	3	3	3
F	21,444		9,116		21,778		7,347	
F_α	9,277		9,277		19,000		19,000	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta	
t/C	1,407		1,910		1,815		2,877	
t_d/C_α	3,182		2,447		4,303		2,776	
Wniosek	–		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	45,250	32,625	64,000	77,500	0,608	0,608	6,309	6,123
$\hat{S}^2$	0,917	0,563	50,667	57,000	0,0002	0,0143	0,004	0,020
S^2	0,688	0,422	38,000	42,750	0,0001	0,0107	0,003	0,015
n	4	4	4	4	4	4	4	4
F	1,630		1,125		92,222		5,588	
F_α	9,277		9,277		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta	
t/C	20,761		2,602		0,003		2,440	
t_d/C_α	2,447		2,447		3,182		2,447	
Wniosek	+		+		–		–	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	41,250	40,375	83,100	46,600	1,454	1,754	6,438	6,371
$\hat{S}^2$	0,917	0,229	12,840	46,240	0,0043	0,0062	0,011	0,096
S^2	0,688	0,172	9,630	34,680	0,0032	0,0046	0,008	0,072
n	4	4	4	4	4	4	4	4
F	4,000		3,601		1,423		9,020	
F_α	9,277		9,277		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	1,635		9,497		5,871		0,413	
t_d/C_α	2,447		2,447		2,447		2,447	
Wniosek	–		+		+		–	
	Tydzień przechowywania 9							
$\bar{x}$	34,500	36,250	84,000	104,500	0,235	0,277	10,667	9,905
$\hat{S}^2$	1,667	4,250	0,027	75,667	0,0004	0,0008	0,477	0,274
S^2	1,250	3,188	0,020	56,750	0,0003	0,0006	0,358	0,206
n	4	4	4	4	4	4	4	4
F	2,550		2837,500		1,889		1,741	
F_α	9,277		9,277		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	1,439		4,713		2,353		1,757	
t_d/C_α	2,447		3,182		2,447		2,447	
Wniosek	–		+		–		–	
	Tydzień przechowywania 12							
$\bar{x}$	42,000	50,200	51,080	63,960	0,763	0,653	15,005	10,270
$\hat{S}^2$	10,000	2,200	49,592	9,148	0,0023	0,0291	0,0088	0,00003
S^2	8,000	1,760	39,674	7,318	0,0017	0,0218	0,0066	0,00002
n	5	5	5	5	4	4	4	4
F	4,545		5,421		12,705		290,928	
F_α	6,388		6,388		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa	
t/C	5,250		3,758		1,246		100,827	
t_d/C_α	2,306		2,306		3,182		3,182	
Wniosek	+		+		–		+	
	Tydzień przechowywania 15							
$\bar{x}$	57,500	57,500	56,950	64,950	0,725	0,635	15,219	18,524
$\hat{S}^2$	6,333	6,333	1,743	3,397	0,0031	0,0001	0,251	7,681
S^2	4,750	4,750	1,307	2,547	0,0024	0,0001	0,188	5,761
n	4	4	4	4	4	4	4	4
F	1,000		1,948		22,929		30,650	
F_α	9,277		9,277		9,277		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa	
t/C	0,000		7,057		3,168		2,347	
t_d/C_α	2,447		2,447		3,182		3,182	
Wniosek	–		+		–		–	
	Tydzień przechowywania 18							
$\bar{x}$	46,750	51,125	34,150	64,050	0,799	0,947	19,362	18,918
$\hat{S}^2$	3,583	1,063	4,677	60,597	0,0031	0,0012	0,520	1,077
S^2	2,688	0,797	3,508	45,447	0,0021	0,0008	0,347	0,718
n	4	4	4	4	3	3	3	3
F	3,373		12,957		2,544		2,070	
F_α	9,277		9,277		19,000		19,000	
Test	t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	4,060		7,402		3,877		0,607	
t_d/C_α	2,447		3,182		2,776		2,776	
Wniosek	+		+		+		–	

Tabela 8. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych I partii serów strzeleckich producenta D

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	68,143	71,286	81,320	80,640	0,826	0,756	9,187	11,858
$\hat{S}^2$	6,810	24,238	560,072	40,768	0,0008	0,0014	7,643	0,486
S^2	5,837	20,776	448,058	32,614	0,0005	0,0009	5,732	0,364
n	7	7	5	5	3	3	4	4
F	3,559		13,738		1,750		15,737	
F_α	4,284		6,388		19,000		9,277	
Test	t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	1,492		0,062		2,611		1,874	
t_d/C_α	2,179		2,776		2,776		3,182	
Wniosek	–		–		–		–	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	66,000	69,143	67,700	62,400	0,802	0,833	11,051	12,425
$\hat{S}^2$	13,333	126,476	2,493	33,360	0,0012	0,0003	1,186	3,736
S^2	11,429	108,408	1,870	25,020	0,0009	0,0002	1,037	3,269
n	7	7	4	4	4	4	8	8
F	9,486		13,380		3,750		3,151	
F_α	4,284		9,277		9,277		3,787	
Test	Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	0,703		1,770		1,599		1,752	
t_d/C_α	2,447		3,182		2,447		2,145	
Wniosek	–		–		–		–	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	63,571	69,000	88,235	85,435	0,799	0,807	9,839	12,623
$\hat{S}^2$	21,286	13,667	13,202	22,872	0,0254	0,0067	2,109	1,393
S^2	18,245	11,714	9,902	17,154	0,0170	0,0045	1,807	1,194
n	7	7	4	4	3	3	7	7
F	1,557		1,732		3,778		1,514	
F_α	4,284		9,277		19,000		4,284	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	2,429		0,932		0,084		3,935	
t_d/C_α	2,179		2,447		2,776		2,179	
Wniosek	+		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 9							
$\bar{x}$	72,000	75,857	101,150	111,300	1,011	1,085	11,890	16,184
$\hat{S}^2$	8,000	18,143	24,010	58,147	0,000062	0,0014	7,915	1,244
S^2	6,857	15,551	18,007	43,610	0,000047	0,0010	6,784	1,066
n	7	7	4	4	4	4	7	7
F	2,268		2,422		22,011		6,361	
F_α	4,284		9,277		9,277		4,284	
Test	t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa	
t/C	1,996		2,240		3,934		3,754	
t_d/C_α	2,179		2,447		3,182		2,447	
Wniosek	–		–		+		+	
	Tydzień przechowywania 12							
$\bar{x}$	69,833	79,667	121,100	109,200	1,069	0,972	13,698	16,573
$\hat{S}^2$	23,367	25,067	508,947	129,360	0,0020	0,0131	2,468	0,627
S^2	19,472	20,889	381,710	97,020	0,0014	0,0088	2,057	0,470
n	6	6	4	4	3	3	6	4
F	1,073		3,934		6,488		3,937	
F_α	5,050		9,277		19,000		9,013	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	3,461		0,942		1,355		3,341	
t_d/C_α	2,228		2,447		2,776		2,306	
Wniosek	+		–		–		+	
	Tydzień przechowywania 15							
$\bar{x}$	67,286	71,571	126,700	112,700	1,131	1,089	13,604	16,231
$\hat{S}^2$	19,905	34,619	472,360	629,160	0,0028	0,0014	1,032	0,188
S^2	17,061	29,673	354,270	471,870	0,0021	0,0010	0,860	0,157
n	7	7	4	4	4	4	6	6
F	1,739		1,332		2,060		5,482	
F_α	4,284		9,277		9,277		5,050	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	1,536		0,844		1,304		5,826	
t_d/C_α	2,179		2,447		2,447		2,571	
Wniosek	–		–		–		+	

Tabela 9. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych II partii serów strzeleckich producenta D

	Kwasowość miareczkowa		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami
	Tydzień przechowywania 0							
$\bar{x}$	63,500	73,500	108,500	98,000	0,672	0,571	8,694	10,682
$\hat{S}^2$	6,333	97,000	179,667	98,000	0,0008	0,0002	0,258	0,019
S^2	4,750	72,750	134,750	78,400	0,0005	0,0001	0,193	0,014
n	4	4	4	5	3	3	4	4
F	15,316		1,833		3,607		13,372	
F_α	9,277		6,591		19,000		9,277	
Test	Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	1,967		1,357		5,510		7,557	
t_α/C_α	3,182		2,365		2,776		3,182	
Wniosek	–		–		+		+	
	Tydzień przechowywania 3							
$\bar{x}$	72,200	65,600	112,000	128,800	0,584	0,585	10,103	10,702
$\hat{S}^2$	47,200	36,800	98,000	137,200	0,0017	0,0006	1,489	0,018
S^2	37,760	29,440	78,400	109,760	0,0014	0,0005	1,117	0,014
n	5	5	5	5	5	5	4	4
F	1,283		1,400		2,760		81,564	
F_α	6,388		6,388		6,388		9,277	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	1,610		2,449		0,046		0,976	
t_α/C_α	2,306		2,306		2,306		3,182	
Wniosek	–		+		–		–	
	Tydzień przechowywania 6							
$\bar{x}$	70,200	69,600	50,400	62,133	0,738	0,690	12,662	11,985
$\hat{S}^2$	6,200	12,800	617,792	645,931	0,0008	0,0004	7,647	0,199
S^2	4,960	10,240	514,827	538,276	0,0006	0,0003	6,118	0,159
n	5	5	6	6	3	3	5	5
F	2,065		1,046		2,080		34,416	
F_α	6,388		5,050		19,000		6,388	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	0,308		0,808		2,369		0,541	
t_α/C_α	2,306		2,228		2,776		2,776	
Wniosek	–		–		–		–	
	Tydzień przechowywania 9							
$\bar{x}$	68,200	70,800	176,800	186,480	0,740	0,693	11,222	12,248
$\hat{S}^2$	7,200	21,200	133,520	76,832	0,0002	0,0011	0,575	0,060
S^2	5,760	16,960	106,816	61,466	0,0001	0,0008	0,460	0,048
n	5	5	5	5	4	4	5	5
F	2,944		1,738		5,458		9,580	
F_α	6,388		6,388		9,277		6,388	
Test	t-Studenta		t-Studenta		t-Studenta		Cochrana-Coxa	
t/C	1,091		1,492		2,643		2,881	
t_α/C_α	2,306		2,306		2,447		2,776	
Wniosek	–		–		+		+	
	Tydzień przechowywania 12							
$\bar{x}$	68,000	69,600	97,533	110,133	0,932	0,798	13,210	13,348
$\hat{S}^2$	8,000	12,800	64,027	5,227	0,0007	0,0003	0,093	0,060
S^2	6,400	10,240	53,356	4,356	0,0006	0,0002	0,075	0,048
n	5	5	6	6	5	5	5	5
F	1,600		12,250		2,533		1,556	
F_α	6,388		5,050		6,388		6,388	
Test	t-Studenta		Cochrana-Coxa		t-Studenta		t-Studenta	
t/C	0,784		3,709		9,324		0,787	
t_α/C_α	2,306		2,571		2,306		2,306	
Wniosek	–		+		+		–	
	Tydzień przechowywania 15							
$\bar{x}$	69,200	67,200	93,380	92,890	0,938	0,720	17,593	18,798
$\hat{S}^2$	37,200	5,200	142,171	23,236	0,0001	0,0026	0,179	0,452
S^2	29,760	4,160	118,475	19,363	0,0001	0,0021	0,134	0,339
n	5	5	6	6	3	5	4	4
F	7,154		6,119		26,068		2,521	
F_α	6,388		5,050		6,944		9,277	
Test	Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa		Cochrana-Coxa		t-Studenta	
t/C	0,687		0,093		9,273		3,033	
t_α/C_α	2,776		2,571		2,868		2,447	
Wniosek	–		–		+		+	

Tabela 10. Wyniki analizy dynamiki I partii serów salami producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
$\bar{T}$	11,6%	10,8%	6,0%	5,7%	-39,9%	-23,0%	25,8%	12,2%	31,1%	23,3%

Tabela 11. Wyniki analizy dynamiki II partii serów salami producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
$\hat{\alpha}_0$	41,143	49,048	5,529	5,276	57,380	49,591	0,553	0,562	4,633	10,446
$\hat{\alpha}_1$	**4,107**	**2,339**	0,056	**0,086**	**5,737**	**8,995**	**0,067**	0,030	**2,393**	**2,019**
$t_{\hat{\alpha}_0}$	9,898	22,150	27,525	36,156	11,447	12,279	4,184	4,441	3,873	17,602
$t_{\hat{\alpha}_1}$	4,419	4,724	1,236	2,621	5,118	9,960	2,255	1,070	8,945	15,212
R^2	79,61%	81,70%	23,41%	57,88%	83,97%	95,20%	50,42%	18,64%	94,12%	97,89%
S_e	4,918	2,620	0,238	0,173	5,931	4,779	0,156	0,150	1,415	0,702
V_s	8,54%	4,49%	4,13%	3,07%	7,38%	5,58%	19,03%	21,98%	9,96%	3,79%
$t_{\hat{\alpha}_{11}-\hat{\alpha}_{12}}$	1,679				2,264				1,252	
t_α	2,228				2,228				2,228	
Wniosek	–				+				–	

Tabela 12. Wyniki analizy dynamiki serów śmietanowych producenta A

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami	śmietanowy bez przypraw	śmietanowy z przyprawami
$\bar{T}$	18,02%	28,56%	0,59%	-3,19%	-20,08%	-25,96%	73,36%	74,18%	24,78%	22,01%

Tabela 13. Wyniki analizy dynamiki serów salami producenta B

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami	salami bez przypraw	salami z przyprawami
$\bar{T}$	20,16%	25,75%	3,25%	2,95%	-18,5%	22,02%	30,74%	36,18%	13,05%	19,01%

Tabela 14. Wyniki analizy dynamiki serów Rarytas producenta C

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami	Rarytas bez przypraw	Rarytas z przyprawami
$\hat{\alpha}_0$	34,768	29,696	5,380	5,213	70,707	65,879	0,470	0,592	0,789	0,472
$\hat{\alpha}_1$	2,121	**3,391**	**0,078**	**0,108**	-2,756	0,586	0,052	0,035	**2,562**	**2,552**
$t_{\hat{\alpha}_0}$	5,899	7,061	72,974	27,546	4,281	3,844	1,231	1,274	0,715	0,259
$t_{\hat{\alpha}_1}$	1,609	3,606	4,718	2,547	0,746	0,153	0,610	0,342	10,386	6,257
R^2	34,11%	72,23%	81,66%	56,46%	10,02%	0,47%	6,92%	2,28%	95,57%	88,68%
S_e	6,974	4,976	0,087	0,224	19,543	20,277	0,451	0,550	1,305	2,159
V_s	16,13%	11,50%	1,53%	3,97%	32,74%	29,72%	66,54%	74,92%	11,83%	20,21%
$t_{\hat{\alpha}_{11}-\hat{\alpha}_{12}}$			0,660						0,019	
t_α			2,228						2,228	
Wniosek			–						–	

Tabela 15. Wyniki analizy dynamiki I partii serów strzeleckich producenta D

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami
$\hat{\alpha}_0$	66,241	68,768	5,828	5,834	57,699	60,956	0,686	0,688	8,338	10,529
$\hat{\alpha}_1$	0,447	1,139	**-0,055**	**-0,071**	**11,429**	**9,330**	**0,072**	**0,067**	**0,916**	**1,082**
$t_{\hat{\alpha}_0}$	22,563	18,267	132,442	119,626	6,423	5,320	10,949	9,138	10,326	10,975
$t_{\hat{\alpha}_1}$	0,593	1,178	-4,880	-5,681	4,955	3,171	4,505	3,477	4,419	4,393
R^2	8,08%	25,76%	85,62%	88,97%	85,99%	71,54%	83,54%	75,14%	83,00%	82,83%
S_e	3,154	4,044	0,047	0,052	9,650	12,309	0,067	0,081	0,867	1,031
V_s	4,65%	5,56%	0,84%	0,94%	9,88%	13,15%	7,16%	8,77%	7,51%	7,19%
$t_{\hat{\alpha}_{11}-\hat{\alpha}_{12}}$			0,949		0,561		0,208		0,515	
t_α			2,306		2,306		2,306		2,306	
Wniosek			–		–		–		–	

Tabela 16. Wyniki analizy dynamiki II partii serów strzeleckich producenta D

	Kwasowość miareczkowa		Kwasowość czynna		Azot aminowy		Azot niebiałkowy TCA		Azot rozpuszczalny	
	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami	strzelecki bez przypraw	strzelecki z przyprawami
$\hat{\alpha}_0$	67,160	71,213	5,539	5,511	105,696	108,793	0,530	0,537	7,010	8,083
$\hat{\alpha}_1$	0,397	-0,523	0,001	0,020	0,211	1,223	**0,068**	**0,040**	**1,496**	**1,394**
$t_{\hat{\alpha}_0}$	22,918	26,494	64,816	67,922	2,481	2,485	8,104	12,027	5,088	5,016
$t_{\hat{\alpha}_1}$	0,528	-0,758	0,052	0,981	0,019	0,109	4,037	3,473	4,230	3,369
R^2	6,04%	12,55%	0,07%	19,38%	0,02%	0,29%	80,01%	75,09%	81,73%	73,94%
S_e	3,228	2,887	0,092	0,087	45,758	47,031	0,070	0,048	1,480	1,731
V_s	4,70%	4,16%	1,66%	1,56%	43,86%	41,59%	9,25%	7,10%	12,08%	13,36%
$t_{\hat{\alpha}_{11}-\hat{\alpha}_{12}}$							1,379		0,189	
t_α							2,306		2,306	
Wniosek							–		–	

Tabela 17. Ocena organoleptyczna I partii sera salami bez przypraw producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami bez przypraw I partia producent A	0	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone	kremowożółta	elastyczna, jednolita w całej masie, lekko miękka	łagodny, aromatyczny, serowy, prawidłowy	łagodny, lekko kwaśny
	3	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone	kremowożółta	elastyczna, jednolita w całej masie, lekko miękka	łagodny, aromatyczny, serowy, prawidłowy	łagodny typowy dla dojrzałego sera
	6	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone	kremowożółta	elastyczna, jednolita w całej masie, lekko miękka	łagodny, aromatyczny, serowy, prawidłowy	łagodny typowy dla dojrzałego sera

Tabela 18. Ocena organoleptyczna I partii sera salami z przyprawami producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami z przyprawami I partia producent A	0	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone	intensywnie żółta, widoczne drobiny przypraw	mało elastyczna, krucha, twarda	aromatyczny, pikantny, dobrze wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, słony, wyczuwalny smak przypraw, szczególnie papryki
	3	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone,	intensywnie żółta, widoczne drobiny przypraw	mało elastyczna, krucha, twarda	aromatyczny, pikantny, dobrze wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, słony, wyczuwalny smak przypraw, szczególnie papryki
	6	kształt walców, gładkie powierzchnie, powłoka polietylenowa, bez defektów	oczka okrągłe lub owalne wielkość ziaren ryżu, równomiernie rozmieszczone	intensywnie żółta, widoczne drobiny przypraw	mało elastyczna, krucha, twarda	aromatyczny, pikantny, dobrze wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, słony, wyczuwalny smak przypraw, szczególnie papryki

Tabela 19. Ocena organoleptyczna sera śmietanowego bez przypraw producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
śmietanowy bez przypraw producent A	0	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, zróżnicowane pod względem wielkości oczka równomiernie rozmieszczone na przekroju sera, sporadyczna orzeszyna	jednolita, kremowożółta	miąższ elastyczny, lekko twardy	łagodny, prawidłowy, serowy	łagodny, typowy, prawidłowy
	3	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, zróżnicowane pod względem wielkości oczka równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	jednolita, kremowożółta	miąższ elastyczny, lekko twardy	łagodny, prawidłowy, serowy	łagodny, typowy, prawidłowy
	6	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, zróżnicowane pod względem wielkości oczka równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	jednolita, kremowożółta	miąższ elastyczny, lekko twardy	łagodny, prawidłowy, serowy	łagodny, typowy, prawidłowy

Tabela 20. Ocena organoleptyczna sera śmietanowego z przyprawami producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
śmietanowy z przyprawami producent A	0	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	oczka zróżnicowane pod względem wielkości, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	miąższ elastyczny, lekko twardy	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	lekko kwaśny, specyficzny, dobrze wyczuwalny smak przypraw
	3	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	oczka zróżnicowane pod względem wielkości, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	miąższ elastyczny, lekko twardy	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, mocno wyczuwalny smak przypraw
	6	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	oczka zróżnicowane pod względem wielkości, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	miąższ elastyczny, lekko twardy	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, mocno wyczuwalny smak przypraw

Tabela 21. Ocena organoleptyczna II partii sera salami bez przypraw producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami bez przypraw II partia producent A	0	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, wielkości ziaren ryżu, umiejscowione w przewadze w centrum sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, mało aromatyczny, lekko kwaśny	łagodny, lekko kwaśny
	3	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera, nieliczne szczelinki	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	łagodny, typowy dla dojrzałego sera
	6	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	łagodny, typowy dla dojrzałego sera

salami bez przypraw II partia producent A	9	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	łagodny, typowy dla dojrzałego sera
	12	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	łagodny, typowy dla dojrzałego sera
	15	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	gorzki posmak lekko przejrzałego sera
	18	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	owalne lub okrągłe oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	lekko kremowa	miąższ elastyczno-plastyczny	łagodny, serowy, prawidłowy	mocno wyczuwalna gorycz przejrzewającego sera

Tabela 22. Ocena organoleptyczna II partii sera salami z przyprawami producenta A

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami z przyprawami II partia producent A	0	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	lekko aromatyczny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, wyczuwalny smak przypraw, pikantny
	3	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, wyczuwalny smak przypraw, pikantny
	6	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, wyczuwalny smak przypraw, pikantny

salami z przyprawami II partia producent A	9	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, wyczuwalny smak przypraw, pikantny
	12	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, wyczuwalny smak przypraw, pikantny
	15	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	słony, pikantny, posmak goryczki
	18	kształt walca, powłoka z folii polietylenowej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	intensywnie żółta, widoczne równomiernie rozmieszczone przyprawy	twarda, krucha	aromatyczny, specyficzny, wyczuwalny zapach przypraw	pikantny, słony, mocno wyczuwalna gorycz przejrzewającego sera

Tabela 23. Ocena organoleptyczna sera salami bez przypraw producenta B

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami bez przypraw producent B	0	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, skupione w centrum sera	intensywnie żółta	twarda, mało elastyczna, lekko krucha	słabo wyczuwalny, łagodny, przyjemny	lekko kwaśny, serowy
	3	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, skupione w centrum sera	intensywnie żółta	twarda, mało elastyczna, lekko krucha	słabo wyczuwalny, łagodny, przyjemny	smak dojrzałego sera
	6	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, skupione w centrum sera	intensywnie żółta	twarda, mało elastyczna, lekko krucha	słabo wyczuwalny, łagodny, przyjemny	smak dojrzałego sera

Tabela 24. Ocena organoleptyczna sera salami z przyprawami producenta B

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
salami z przyprawami producent B	0	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, równomiernie rozmieszczone w całej masie sera	kremowożółta z widocznymi na przekroju równomiernie rozmieszczonymi cząstkami przypraw, jaśniejszy pierścień na obwodzie, ciemniejszy obszar w centrum	miąższ miękki, plastyczny, łatwy w rozcieraniu	lekko aromatyczny, specyficzny,	pikantny, słony, dobrze wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw
	3	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, równomiernie rozmieszczone w całej masie sera	kremowa, jednolita z widocznymi na przekroju równomiernie rozmieszczonymi cząstkami przypraw	miąższ miękki, plastyczny, łatwy w rozcieraniu	aromatyczny, mocno wyczuwalny zapach przypraw, specyficzny	pikantny, słony, dobrze wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw
	6	kształt cylindryczny, powłoka z folii termokurczliwej, gładkie powierzchnie, bez defektów	liczne nieregularne oczka, równomiernie rozmieszczone w całej masie sera	kremowa, jednolita z widocznymi na przekroju równomiernie rozmieszczonymi cząstkami przypraw	miąższ miękki, plastyczny, łatwy w rozcieraniu	aromatyczny, mocno wyczuwalny zapach przypraw, specyficzny	pikantny, słony, dobrze wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw

Tabela 25. Ocena organoleptyczna sera Rarytas bez przypraw producenta C

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
Rarytas bez przypraw producent C	0	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	łagodny, mleczny
	3	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	łagodny, mleczny
	6	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	łagodny, mleczny

Rarytas bez przypraw producent C	9	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	łagodny, mleczny
	12	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	łagodny, mleczny
	15	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	goryczka lekko przejrzewającego sera
	18	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	kremowa	twarda, krucha	słabo wyczuwalny, mleczny, łagodny	goryczka lekko przejrzewającego sera

Tabela 26. Ocena organoleptyczna sera Rarytas z przyprawami producenta C

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
Rarytas z przyprawami producent C	0	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy
	3	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy
	6	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy

Rarytas z przyprawami producent C	9	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy
	12	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy
	15	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	pikantny, słony, specyficzny, mocno wyczuwalne przyprawy
	18	kształt cylindryczny, powierzchnie gładkie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	liczne, drobne oczka, równomiernie rozmieszczone na przekroju sera	żółta, nieliczne jaśniejsze obszary oraz widoczne cząstki przypraw	twarda, krucha	mało aromatyczny, mleczny	ostry, gorzki, smak przejrzałego sera

Tabela 27. Ocena organoleptyczna I partii sera strzeleckiego bez przypraw producenta D

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
strzelecki bez przypraw I partia producent D	0	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	mało intensywny, lekko kwaśny	lekko kwaśny, serowy
	3	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	łagodny, mało intensywny	smak dobrze dojrzałego sera
	6	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	łagodny, mało intensywny	smak dobrze dojrzałego sera

strzelecki bez przypraw I partia producent D	9	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	łagodny, mało intensywny	smak dobrze dojrzałego sera
	12	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	łagodny, mało intensywny	smak dobrze dojrzałego sera
	15	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, jasnożółta	miękka i elastyczna, miąższ łatwy w rozcieraniu	łagodny, mało intensywny	smak dobrze dojrzałego sera

Tabela 28. Ocena organoleptyczna I partii sera strzeleckiego z przyprawami producenta D

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
strzelecki z przyprawami I partia producent D	0	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony
	3	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony
	6	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony

strzelecki z przyprawami I partia producent D	9	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony
	12	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony
	15	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka równomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	aromatyczny, wyczuwalna nuta zastosowanych przypraw	specyficzny, „pasztetowy", pikantny, słony

Tabela 29. Ocena organoleptyczna II partii sera strzeleckiego bez przypraw producenta D

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
strzelecki bez przypraw II partia producent D	0	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	mało intensywny, typowy	lekko kwaśny, posmak pasteryzacji
	3	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	typowy, serowy	typowy dla dojrzałego sera
	6	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	typowy, serowy	typowy dla dojrzałego sera

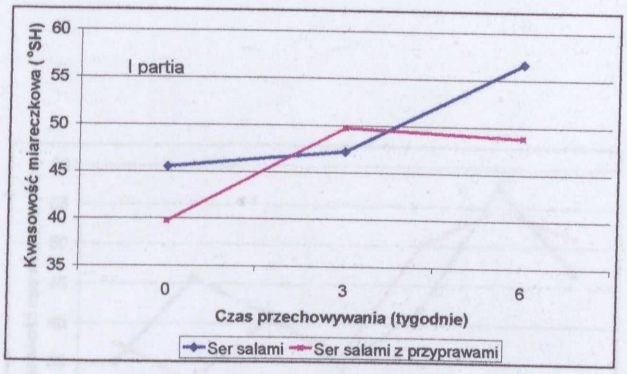
strzelecki bez przypraw II partia producent D	9	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	typowy, serowy	typowy dla dojrzałego sera
	12	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	typowy, serowy	typowy dla dojrzałego sera
	15	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	brak	jednolita, kremowa	elastyczna, przy rozcieraniu miękkoplastyczna	typowy, serowy	typowy dla dojrzałego sera

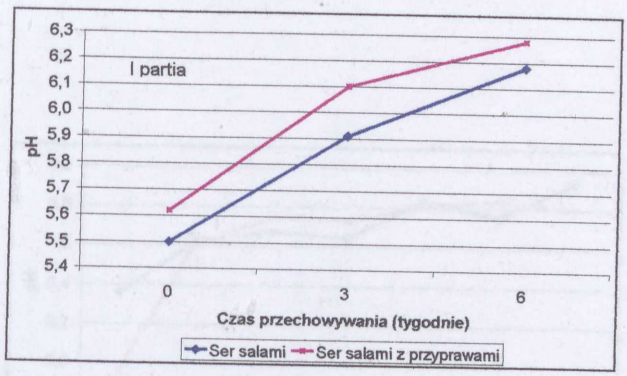
Tabela 30. Ocena organoleptyczna II partii sera strzeleckiego z przyprawami producenta D

Producent	Tygodnie przechowywania	Wygląd zewnętrzny	Struktura			Posmak	
			Oczkowanie	Barwa	Konsystencja	Zapach	Smak
strzelecki z przyprawami II partia producent D	0	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	pikantny, lekko kwaśny, słony, „pasztetowy"
	3	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	typowy dla dojrzałego sera, pikantny, słony
	6	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	typowy dla dojrzałego sera, pikantny, słony

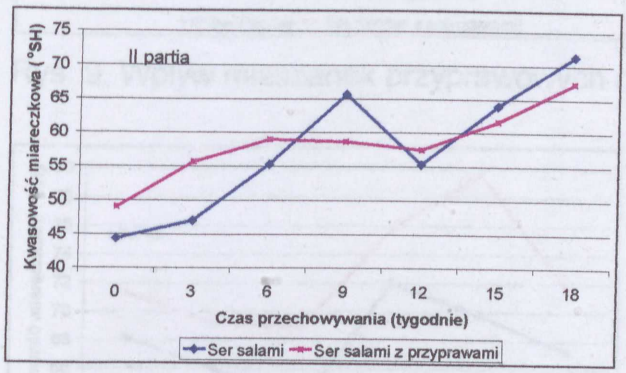
strzelecki z przyprawami II partia producent D	9	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	typowy dla dojrzałego sera, pikantny, słony
	12	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	typowy dla dojrzałego sera, pikantny, słony
	15	kształt prostokątnych bloków, gładkie powierzchnie, powłoka z folii termokurczliwej, bez defektów	nieliczne oczka, nierównomiernie rozmieszczone	żółta, widoczne na przekroju cząsteczki przypraw	lekko twarda, krucha	specyficzny, „pasztetowy"	typowy dla dojrzałego sera, pikantny, słony

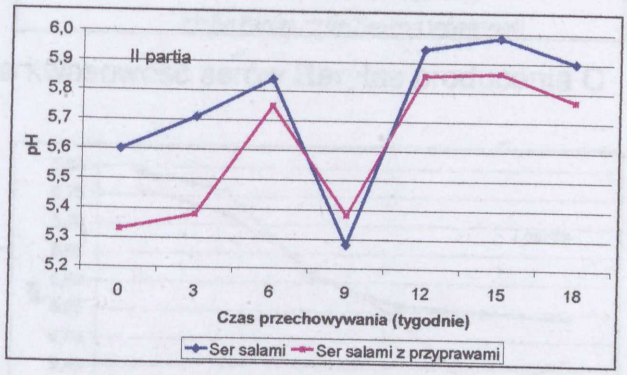
Rysunki



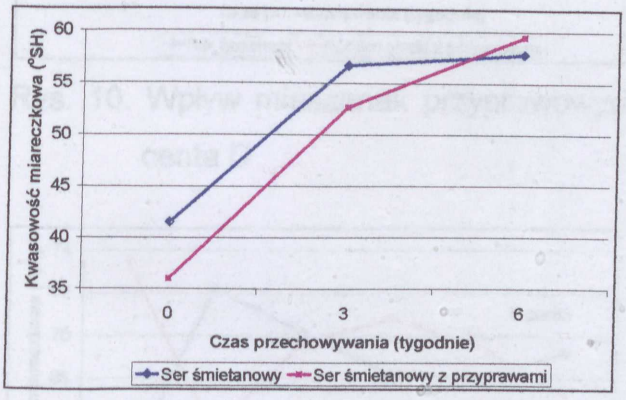


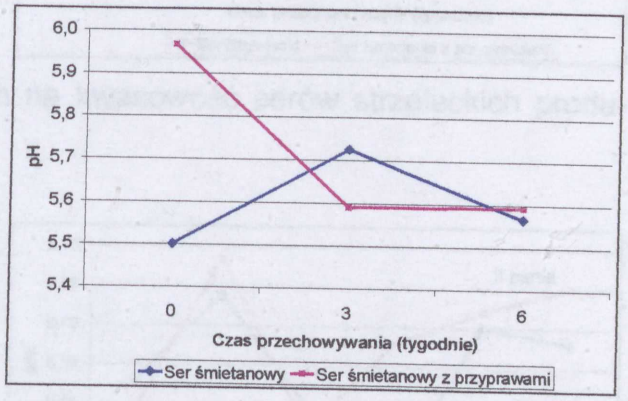
Rys. 5. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta A



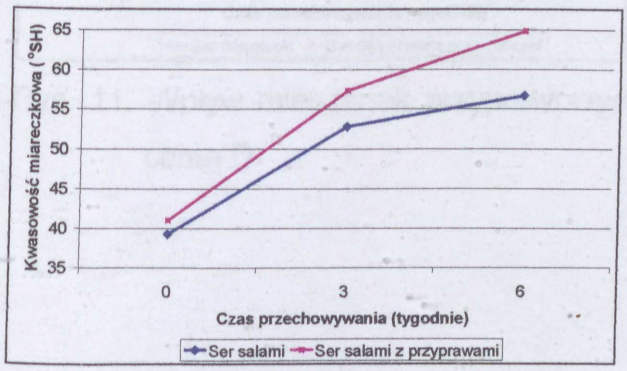


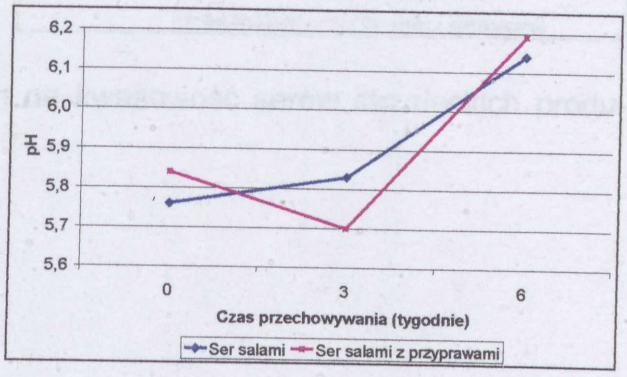
Rys. 6. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta A



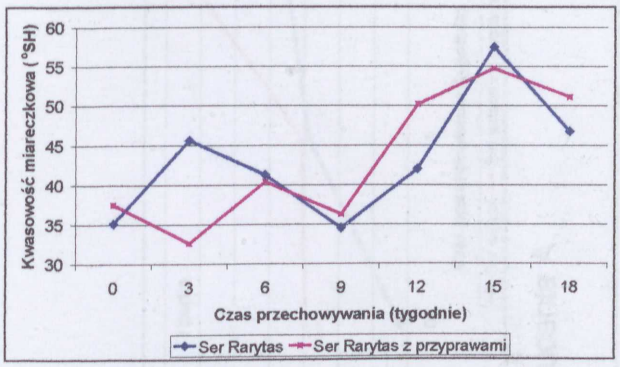


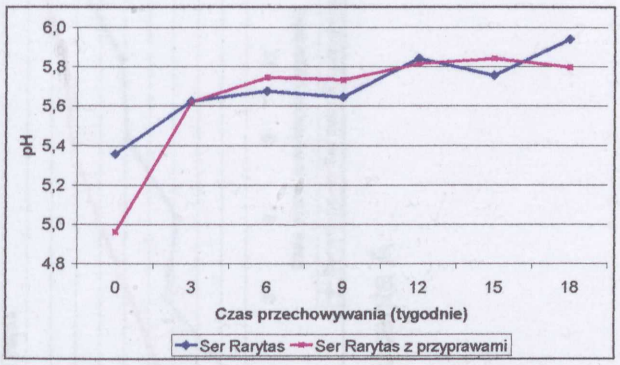
Rys. 7. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów śmietanowych producenta A



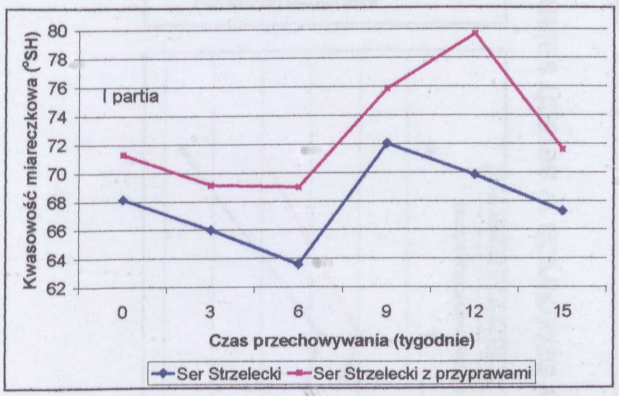


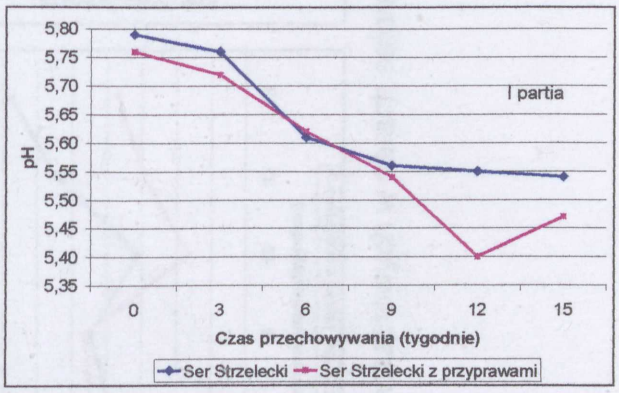
Rys. 8. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta B



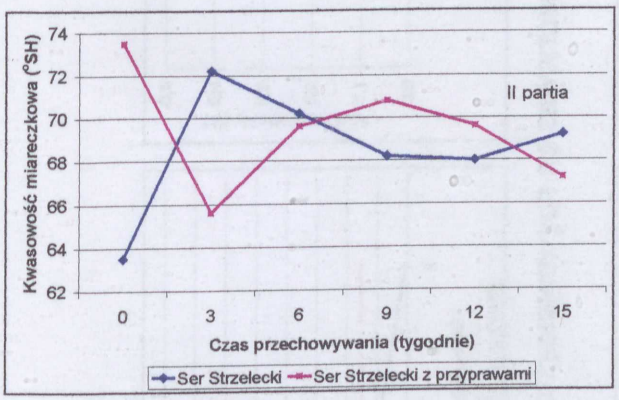


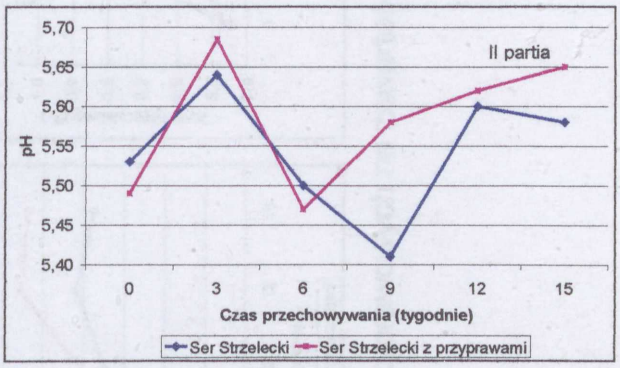
Rys. 9. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów Rarytas producenta C



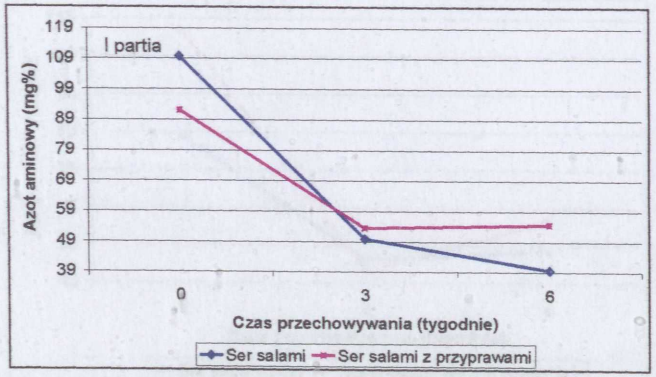


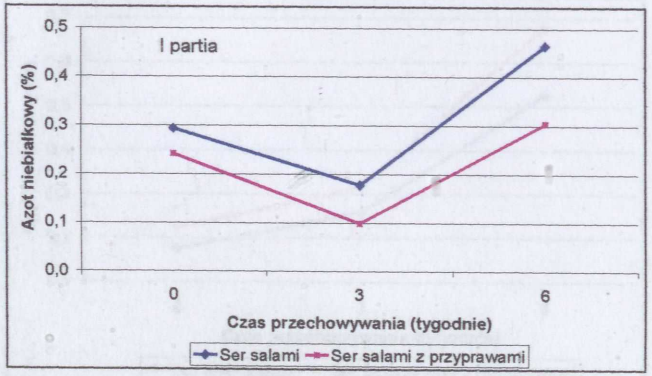
Rys. 10. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów strzeleckich producenta D

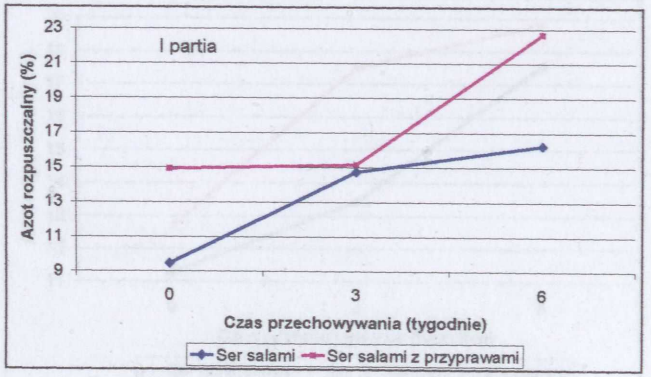




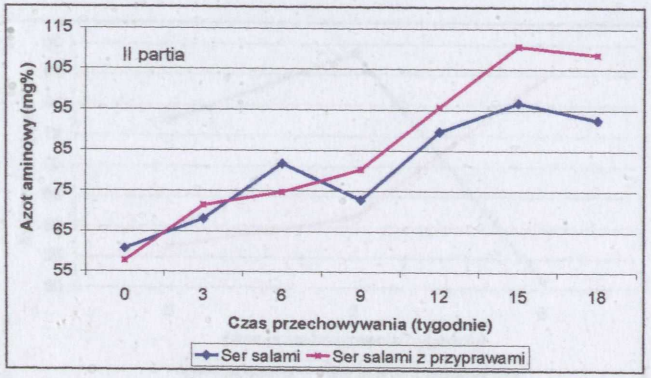
Rys. 11. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów strzeleckich producenta D

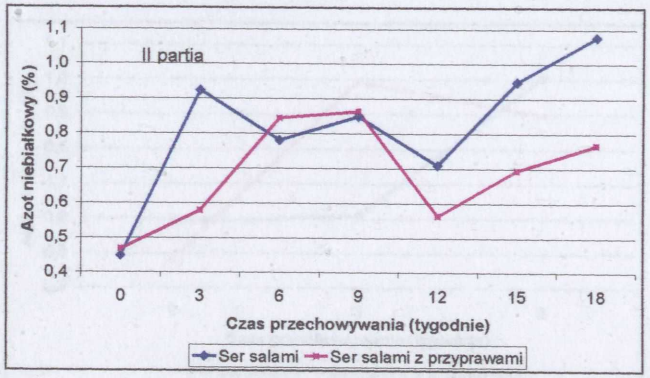


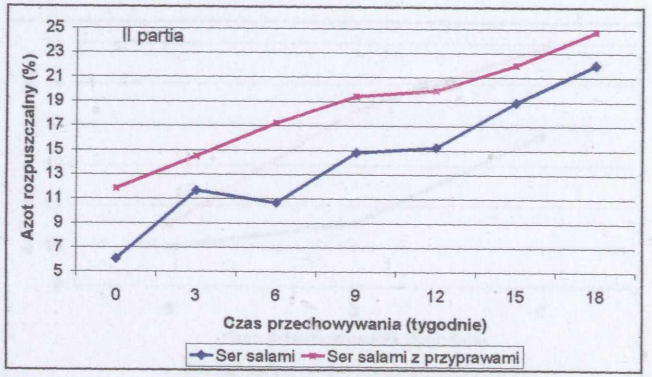




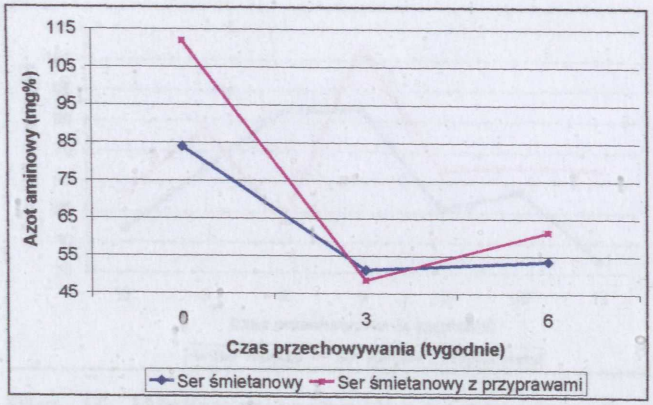
Rys. 12. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta A

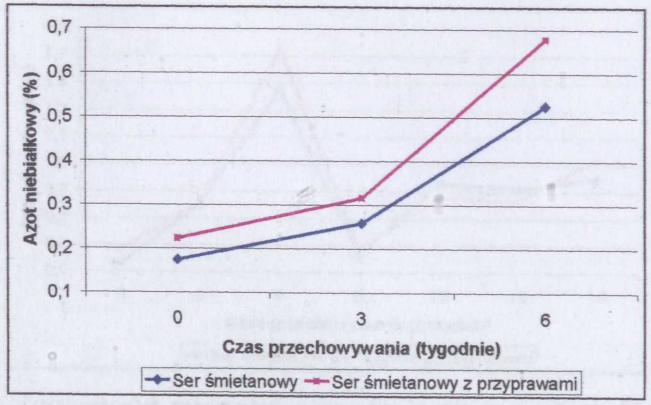


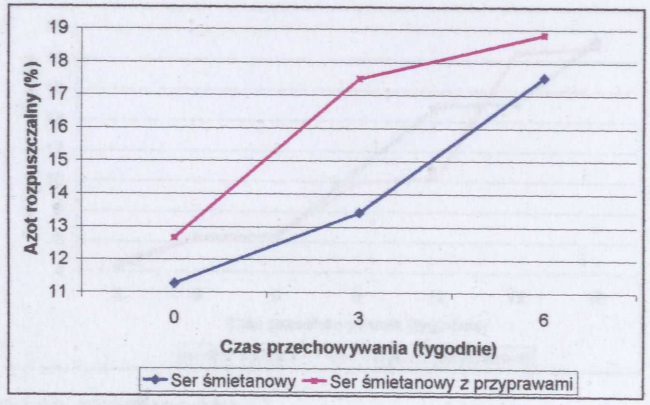




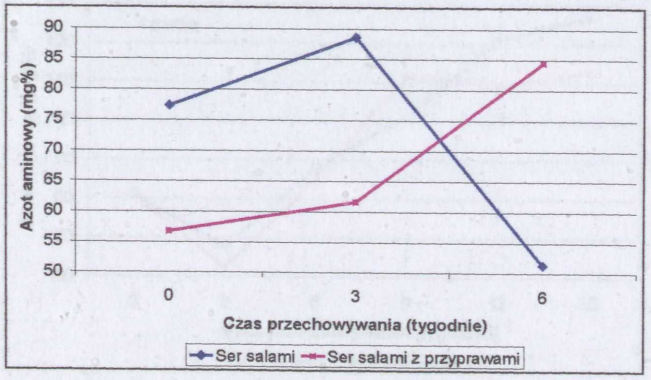
Rys. 13. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta A

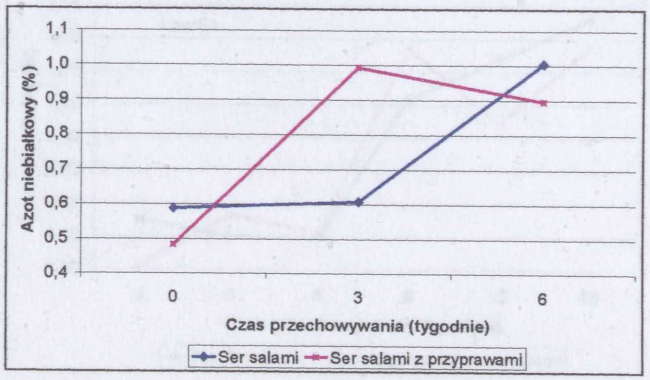


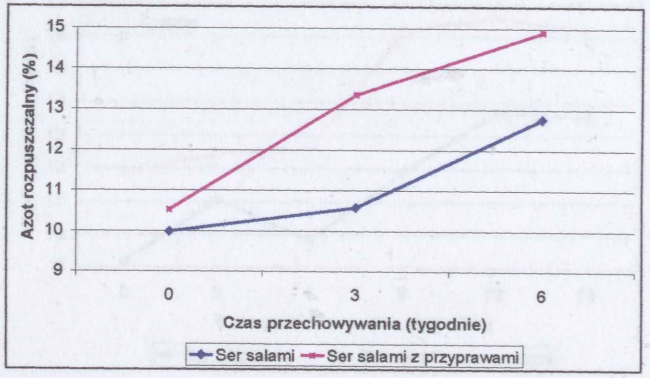




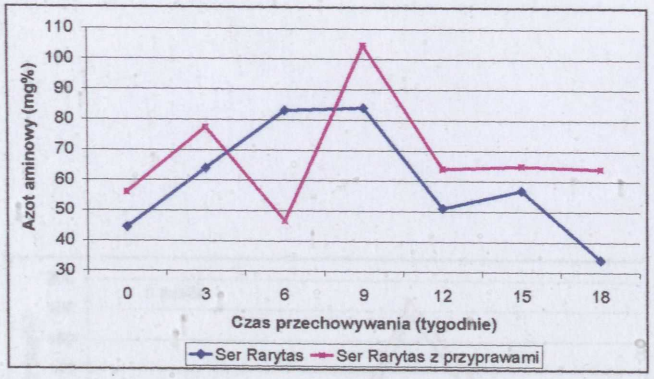
Rys. 14. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach śmietanowych producenta A

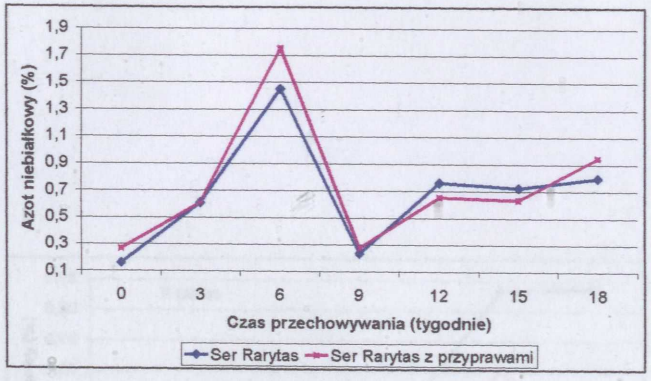


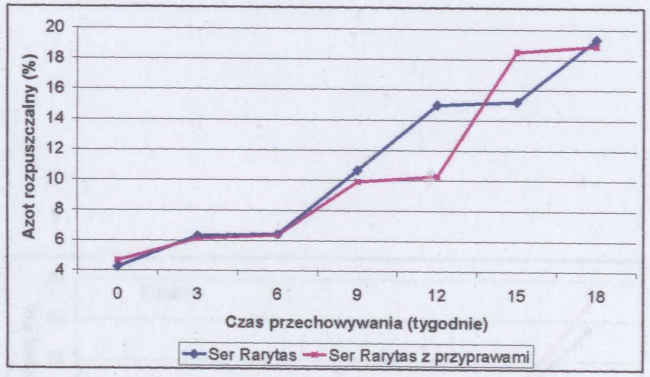




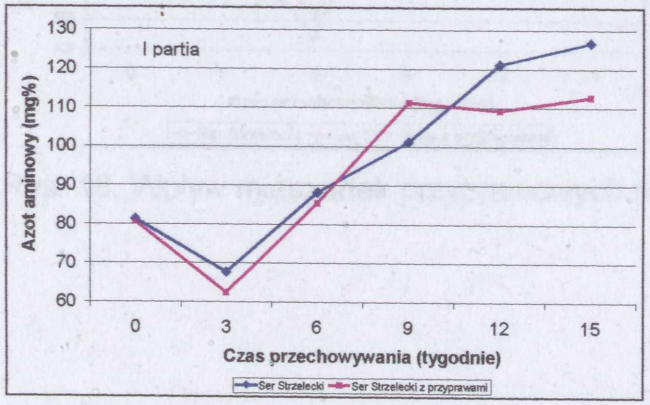
Rys. 15. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta B

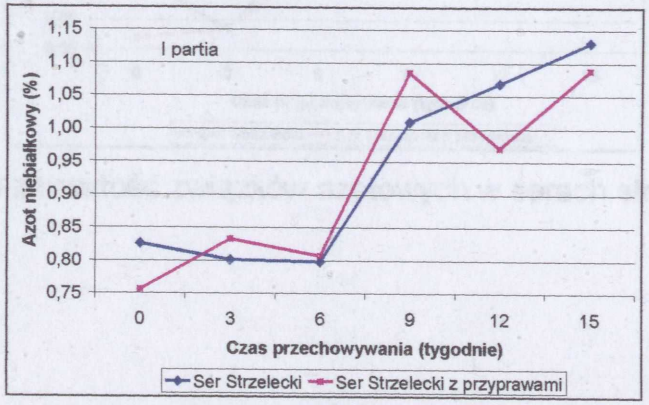


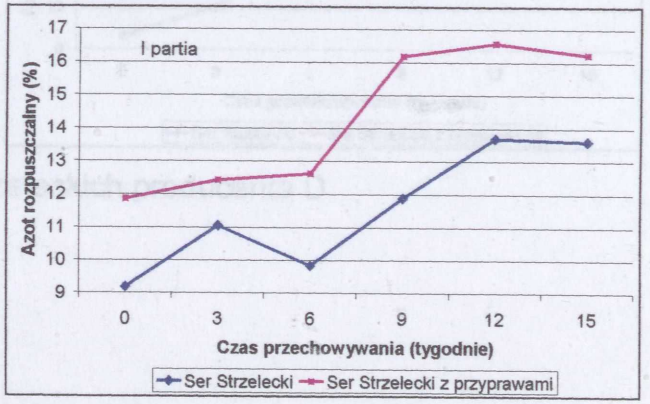




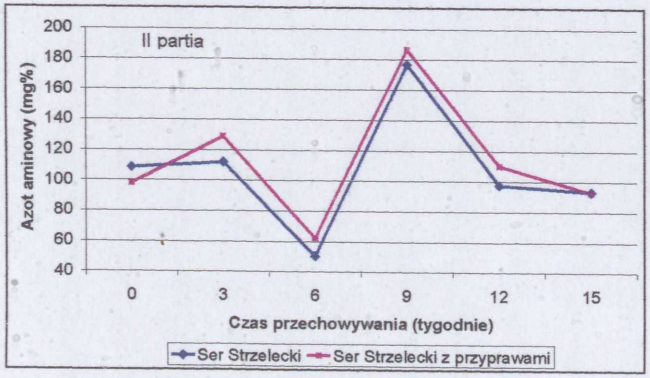
Rys. 16. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach Rarytas producenta C

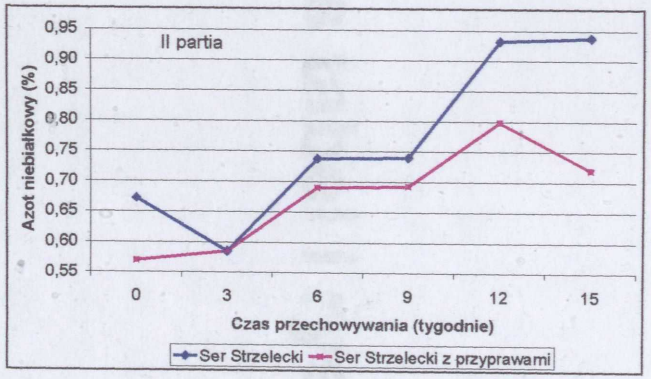


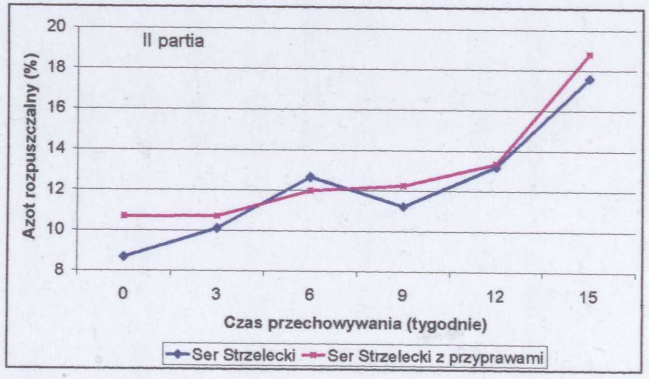




Rys. 17. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach strzeleckich producenta D







Rys. 18. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach strzeleckich producenta D

Spis tabel i rysunków

Spis tabel:

Tabela 1. Wykaz norm zastosowanych w ocenie organoleptycznej 28
Tabela 2. Zawartość tłuszczu, białka, soli kuchennej i wody w badanych serach podpuszczkowych 36
Tabela 3. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych I partii serów salami producenta A 86
Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych II partii serów salami producenta A 87
Tabela 5. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów śmietanowych producenta A 88
Tabela 6. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów salami producenta B 89
Tabela 7. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych serów Rarytas producenta C 90
Tabela 8. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych I partii serów strzeleckich producenta D 91
Tabela 9. Wyniki analizy statystycznej poziomu zawartości wskaźników chemicznych II partii serów strzeleckich producenta D 92
Tabela 10. Wyniki analizy dynamiki I partii serów salami producenta A 93
Tabela 11. Wyniki analizy dynamiki II partii serów salami producenta A 93
Tabela 12. Wyniki analizy dynamiki serów śmietanowych producenta A 93
Tabela 13. Wyniki analizy dynamiki serów salami producenta B 93
Tabela 14. Wyniki analizy dynamiki serów Rarytas producenta C 94
Tabela 15. Wyniki analizy dynamiki I partii serów strzeleckich producenta D 94
Tabela 16. Wyniki analizy dynamiki II partii serów strzeleckich producenta D 95
Tabela 17. Ocena organoleptyczna I partii sera salami bez przypraw producenta A 96
Tabela 18. Ocena organoleptyczna I partii sera salami z przyprawami producenta A .. 97
Tabela 19. Ocena organoleptyczna sera śmietanowego bez przypraw producenta A .. 98
Tabela 20. Ocena organoleptyczna sera śmietanowego z przyprawami producenta A 99
Tabela 21. Ocena organoleptyczna II partii sera salami bez przypraw producenta A. 100
Tabela 22. Ocena organoleptyczna II partii sera salami z przyprawami producenta A 102
Tabela 23. Ocena organoleptyczna sera salami bez przypraw producenta B 104
Tabela 24. Ocena organoleptyczna sera salami z przyprawami producenta B 105
Tabela 25. Ocena organoleptyczna sera Rarytas bez przypraw producenta C 106

Tabela 26. Ocena organoleptyczna sera Rarytas z przyprawami producenta C..... 108
Tabela 27. Ocena organoleptyczna I partii sera strzeleckiego bez przypraw producenta D 110
Tabela 28. Ocena organoleptyczna I partii sera strzeleckiego z przyprawami producenta D 112
Tabela 29. Ocena organoleptyczna II partii sera strzeleckiego bez przypraw producenta D 114
Tabela 30. Ocena organoleptyczna II partii sera strzeleckiego z przyprawami producenta D 116

Spis rysunków:

Rys. 1. Rozdział elektroforetyczny II partii sera salami bez przypraw i salami z przyprawami producenta A w okresie od 3 do 9 tygodnia przechowywania. 55
Rys. 2. Rozdział elektroforetyczny II partii sera salami bez przypraw i salami z przyprawami producenta A w okresie od 12 do 18 tygodnia przechowywania. 56
Rys. 3. Rozdział elektroforetyczny II partii sera strzeleckiego bez przypraw i strzeleckiego z przyprawami producenta D w okresie od 0 do 9 tygodnia przechowywania. 57
Rys. 4. Rozdział elektroforetyczny II partii sera strzeleckiego bez przypraw i strzeleckiego z przyprawami producenta D w okresie od 9 do 15 tygodnia przechowywania. 58
Rys. 5. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta A.... 119
Rys. 6. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta A.... 119
Rys. 7. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów śmietanowych producenta A 119
Rys. 8. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów salami producenta B.... 119
Rys. 9. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów Rarytas producenta C . 120
Rys. 10. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów strzeleckich producenta D 120
Rys. 11. Wpływ mieszanek przyprawowych na kwasowość serów strzeleckich producenta D 120
Rys. 12. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta A..... 121
Rys. 13. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta A..... 121
Rys. 14. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach śmietanowych producenta A 122
Rys. 15. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach salami producenta B..... 122
Rys. 16. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach Rarytas producenta C..... 123
Rys. 17. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach strzeleckich producenta D 123
Rys. 18. Wpływ mieszanek przyprawowych na zawartość związków azotowych w serach strzeleckich producenta D 124

Akademia Rolnicza w Szczecinie BIBLIOTEKA GŁÓWNA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA -13- Technologiczny w Szczecinie

Biblioteka Główna
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie
CZ.57494+Autoreferat
001-057494-00-0