RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241290**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432231**

(22) Data zgłoszenia: **16.12.2019**

(51) Int.Cl.
A23B 4/06 (2006.01)
A23B 4/12 (2006.01)
A23L 17/00 (2016.01)

(54) **Sposób obróbki termicznej zimnych marynat rybnych, zwłaszcza marynat śledziowych słabo dojrzewających**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
28.06.2021 BUP 13/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.08.2022 WUP 35/22

(73) Uprawniony z patentu:
ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE, Szczecin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MARIUSZ SZYMCZAK, Goleniów, PL
KATARZYNA FELISIAK, Szczecin, PL
BARBARA SZYMCZAK, Goleniów, PL
PATRYK KAMIŃSKI, Gryfice, PL
IZABELA DMYTRÓW, Szczecin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Monika Wielecka

PL 241290 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób obróbki termicznej zimnych marynat rybnych, zwłaszcza marynat śledziowych słabo dojrzewających, wykorzystujący proces zamrażania.

Polska jest jednym z największych producentów zimnych marynat ze śledzi na świecie. Produkujemy ich ok 100 tys. ton rocznie. Największy udział produkcji marynat przypada na okresy świąteczne, a sprostanie zwiększonemu popytowi na te produkty stanowi duże wyzwanie dla przetwórstwa rybnego. Produkcja marynat na kilka miesięcy przed świętami i zgromadzenie zapasów nie jest możliwe ze względu na ich ograniczoną trwałość. Proces właściwego marynowania mięsa ryby w kąpieli marynującej optymalnie trwa minimum 1–2 tygodnie. Z tego powodu przez ten czas zajęte są pojemniki do marynowania oraz miejsce w hali dojrzewania. Częstym rozwiązaniem stosowanym przez producentów jest skrócenie czasu marynowania do 2–4 dób. Tak wytworzony półprodukt marynat nie osiąga wymaganej dojrzałości przemysłowej mięsa, a walory sensoryczne gotowych produktów są znacznie gorsze w porównaniu z tymi dojrzewającymi 1–2 tygodnie. Wynika to z faktu zbyt krótkiego czasu, jaki jest potrzebny na działanie kwaśnych proteaz mięśniowych, zwanych katepsynami, które są odpowiedzialne za enzymatyczne dojrzewanie mięsa marynowanych ryb. Wyniki badań pokazują, że największe znaczenie w dojrzewaniu mięsa marynowanych śledzi mają katepsyny D, B i L (Szymczak M. 2017. Effect of technological factors on the activity and losses of cathepsins B, D and L during marinating of Atlantic and Baltic herrings, Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(5): 1488–1496). Ponadto podczas pierwszych 2–3 dób marynowania następuje intensywna dyfuzja wody z mięsa do otaczającej kąpieli, w wyniku czego podczas marynowania klasycznego masa ryby maleje o 15–-25%. Efektem jest silne odwodnienie tkanki i wzrost twardości filetów marynowanego śledzia. Wraz z wodą dyfuzji ulegają również katepsyny, co obniża aktywność tych proteaz w rybach i hamuje dojrzewanie mięsa (Szymczak M. 2017. Effect of technological factors on the activity and losses of cathepsins B, D and L during marinating of Atlantic and Baltic herrings, Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(5): 1488–1496).

Katepsyny występują w lizosomach wszystkich komórek organizmów żywych. Uwolnienie katepsyn z lizosomów i wzrost aktywności proteolitycznej w tkance ryb możliwe jest poprzez fizyczne uszkodzenie błon lizosomalnych (Szymczak M. 2016. Distribution of cathepsin D activity between lysosomes and a soluble fraction of marinating brine. Journal of Food Science, 81(8), E1966-E1970). Proces utrwalania żywności za pomocą mrożenia jest znany od dawna. Brakuje jednak informacji w literaturze o wpływie mrożenia i składowania zamrażalniczego marynowanych ryb, czyli tkanki mięśniowej zawierającej jednocześnie kwas octowy i sól kuchenną. Znane są badania dotyczące wpływu mrożenia na surową tkankę ryb. Pokazują one zarówno wpływ kryształów lodu na niszczenie komórek oraz wpływ ujemnej temperatury na denaturację białek (Alizadeh E., Chapleau N., de Lamballerie M., Le-Bail A. 2007. Effect of different freezing processes on the microstructure of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 8,493–499; Castrillón, A. M., Alvarez-Pontes, E., Arias, M. T. and Navarro, P. 1996. Influence of Frozen Storage and Defrosting on the Chemical and Nutritional Quality of Sardine (*Clupea pilchardus*). J. Sci. Food Agric., 70, 29–34). Ilość zamarzniętej wody występującej w mięsie ryb zależy od zastosowanej temperatury zamrażania (Tab. 1). W temperaturach stosowanych w przemyśle od -18 do -30°C pozostaje ok. 10% wody niezamrożonej, dzięki czemu ułatwione jest powiększanie kryształów lodu podczas rekrystalizacja. W tabeli 1 poniżej pokazano udział lodu w ogólnej zawartości wody w surowym mięsie dorsza w zależności od temperatury.

Tabela 1

Temperatura [°C]	Udział lodu [%]
0	0
-5	76,7
-10	84,3
-20	89,0
-30	90,3
-40	90,5

Sposób obróbki termicznej zimnych marynat rybnych, zwłaszcza marynat śledziowych słabo dojrzewających, według wynalazku, wykorzystujący proces zamrażania, charakteryzuje się tym, że marynowane filety, po oddzieleniu od kąpieli marynującej, poddaje się zamrożeniu przy powtarzających się zmianach temperatury zamrożonych marynat w zakresie 2–10 stopni, co 3–7 godzin, przez okres od 2 dób do 5 miesięcy, w temperaturze nie wyższej niż -18°C i nie niższej niż -30°C. Korzystnie zamrożeniu poddaje się filety zapakowane bez dostępu powietrza.

Zaletą sposobu według wynalazku jest to, że zmiany temperatury podczas zamrażalniczego składowania powodują poprawę dojrzałości mięsa zimnych marynat rybnych, przez ciągłe, częściowe zanikanie i powiększanie się kryształów lodu, które uszkadzają strukturę tkanki mięśniowej ryby oraz uszkadzają błony lizosomów, z których uwalniane są katepsyny. W efekcie twardość tkanki mięśniowej maleje i rośnie ocena sensoryczna dla atrybutów dojrzałości i pożądalności mięsa (spoistość, twardość i elastyczność). Jednocześnie nie następuje pogorszenie się innych wskaźników fizykochemicznych i mikrobiologicznych marynowanych ryb.

Efektem są zmiany udziału zamrożonej wody w mięsie składowanych marynowanych ryb, co prowadzi do powiększania się kryształów lodu, które sprzyjają dezintegracji struktury tkanki mięśniowej, obniżając jej twardość, oraz sprzyjają dezintegracji błon lizosomów, zwiększając aktywność endopeptydazy (katepsyny D) odpowiedzialnej za poprawę tekstury mięsa.

Sposób według wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wykres cyklu zmiany temperatury mierzonej w mięsie marynowanych śledzi podczas składowania zamrażalniczego, fig. od 2 do 8 – przedstawiają wykres analiz przeprowadzonych dla mięsa marynowanych śledzi próbek kontrolnych (K) i próbek właściwych (W), przy czym fig. 2 – aktywność katepsyny D, fig. 3 – aktywność katepsyny B, fig. 4 – aktywność katepsyny L, fig. 5 – zawartość azotu niebiałkowego, fig. 6 – zawartość frakcji peptydów, fig. 7 – zawartość frakcji aminokwasów (tyrozyny), fig. 8 – zawartość azotu lotnych zasad amonowych (LZA).

Filety ze skórą ze śledzia atlantyckiego i bałtyckiego osobno dojrzewały 7 dób w świeżej kąpieli o stężeniu NaCl i kwasu octowego odpowiednio 6% i 5%. Proces marynowania przeprowadzono w 7 ±1°C. Stosunek ryb do solanki wynosił 1,5 : 1 (m:m). Następnie filety wyciągnięto z kąpieli i pozostawiono do odcieknięcia na cedzaku na 10 min. Filety podzielono na 2 grupy prób kontrolnych K i właściwych W dla śledzia atlantyckiego i bałtyckiego. Filety układano pojedynczą warstwą w workach z tworzywa sztucznego (polipropylen) przeznaczonych do mrożenia i pakowano próżniowo stosując próżnię 16 mBar. Otrzymane próby poddano szybkiemu zamrożeniu do temperatury -19 ± 1°C i składowano w mroźni. Próby kontrolne K składowano w komorze o stałej temperaturze -19 ± 1°C, zaś próby właściwe (W) w komorze o zmiennej temperaturze. Ustawienia termostatu odpowiedzialnego za utrzymywanie temperatury w komorze z próbami (W) były następujące: temperatura maksymalna -19°C, temperatura minimalna -23°C, dokładność pomiaru temperatury przez termostat wynosił ±1°C. Dokładność zmian temperatury w mięsie sprawdzono umieszczając w nim rejestrator temperatury (na fig. 1 pokazano wycinek wykresu cyklu zmian temperatury mierzone w mięsie marynowanych śledzi podczas składowania zamrażalniczego). Próby składowano zamrażalniczo od 2 dób do 5 miesięcy. Jedna doba składowania odpowiadała 5 cyklom, zaś 1 miesiąc 144 cyklom zmian temperatury. Ryby rozmrażano w worku w wodzie o temp 8–10°C. Następnie filety i wyciek zamrażalniczy zebrane w worku ważono (z dokładnością ±0,1 g), a mięso poddano poniższym analizom:

- Oznaczenie zawartości wody, lipidów, soli, kwasu octowego, azotu ogólnego oraz wartość pH

Wartość pH mięsa zmielonego i zhomogenizowanego z wodą destylowaną w stosunku 1: 5 (m: v) mierzono za pomocą cyfrowego pH-metru. Zawartość wody i lipidów oraz całkowitą kwasowość wyrażoną jako % kwasu octowego, a także zawartość soli i azotu ogółem określono przy użyciu technik analitycznych według AOAC [AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edition, In K. Helrich (Ed.) AOAC, Arlington.]

- Analiza frakcji azotu niebiałkowego

Zawartość następujących związków określono w ekstraktach z mięsa przy końcowym stężeniu kwasu trichlorooctowego równym 5%:

- azot niebiałkowy za pomocą metody Kjeldahla [AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edition, In K. Helrich (Ed.) AOAC, Arlington, p. 1298];
- produkty hydrolizy białka: tyrozyna [PHB (A)] i peptydy [PHB (R)] zmodyfikowaną metodą Lowry'ego [Kołakowski E. 2005. Analysis of proteins, peptides, and amino acids in foods.

In S. Ötles (Ed.), Methods of analysis of food components and additives (pp. 59–96). Boca Raton: CRC Taylor & Francis];

– zawartość lotnych zasad amonowych (TVB-N) i trimetyloaminy (TMA-N) metodą mikrodyfuzji [Conway E.J. 1947. Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby, Lockwood and Son, Ltd. London].

- Liczba nadtlenkowa i anizydynowa lipidów

Liczbę nadtlenkową (PV) tłuszczów w mięsie oznaczono metodą tiocyjanianową [Mihaljević B, Katusin-Razem B, Razem D. 1996. The reevaluation of the ferric thiocyanate assay for lipid hydroperoxides with special considerations of the mechanistic aspects of the response. FreeRadicBiol Med. 21(1):53–63], opartą na utlenianiu soli żelazowej za pomocą wodoronadtlenków i reakcji soli żelaza z izotiocyjanianem potasu. Utworzone czerwone kompleksy żelazowe mierzono spektrofotometrycznie. Liczbę PV wyrażano jako meq O_2/kg lipidów. Liczbę anizydynową (AsV) i całkowitą wartość utlenienia lipidów (Totox) oznaczono zgodnie z metodą ISO-6885 [ISO 6885. 2008. Animal and vegetable fats and oils. Determination of anisidine value].

- Aktywność katepsyn

Zmielone mięso ryb wraz z wodą (1:5 m:v, 0,25 M sacharozy, 1 mM EDTA) homogenizowano dwukrotnie w odstępie 30 minut w temperaturze 4°C. Po odwirowaniu (9000 g przez 10 min. w 4°C) w supernatancie zmierzono aktywność katepsyny D oraz katepsyn B i L odpowiednio wobec Mca-GKPILFFRLK (Dnp)-r-NH2 i Z-FR-MCA (PeptaNova, Concord, Kalifornia, USA). Fluorescencję mierzono stosując mikrokuwetę za pomocą spektrofluorymetru (Hitachi, F-7000, Tokio, Japonia) o długościach wzbudzenia i emisji odpowiednio przy 328 i 393 dla katepsyny D i 322 i 460 nm dla peptydaz cysteinowych. Aktywność katepsyn wyrażono w jednostkach fluorescencji (Flu).

- Analiza mikrobiologiczna

Analizy mikrobiologiczne marynowanego mięsa rybnego obejmowały oznaczenie: ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych [ISO 4833-1/2013 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Part 1: Colony count at 20 and 30°C by the pour plate technique], liczby drożdży i pleśni [ISO 21527-2:2009 Food and feed microbiology – Horizontal method for the determination of yeast and mold counts – Part 2: Method for counting colonies in products with water activity less than or equal to 0.95] oraz mezofilnych bakterii kwasu mlekowego [ISO 15214:2002 Microbiology of food and feed – Horizontal method for determining the number of mesophilic lactic acid bacteria – Plate method at 30°C].

- Ocena sensoryczna

Mięso marynat było analizowane za pomocą profilowania sensorycznego wykonywanego przez wyszkolony zespół sensoryczny, przy użyciu pięciostopniowej skali z dokładnością 0,5 punktu [Szymczak M., Szymczak B., Koronkiewicz A., Felisiak K., Bednarek M. 2013. Effect of cover brine type on the quality of meat from herring marinades. Journal of Food Science, 78, 4, 619–625]. Trzy filety bez skóry z każdej próbki podano na tacach porcelanowych. Asesorzy używali wody i chleba do czyszczenia podniebienia pomiędzy testowanymi próbkami. Słownictwo zostało opracowane podczas wstępnych sesji szkoleniowych. Atrybutami sensorycznymi były tekstura, smak, zapach i wygląd. Suma ocen indywidualnych dała ogólny wynik, który reprezentował ogólną ocenę sensoryczną marynat.

- Twardość mięsa

Parametr twardości określono w teście TPA (profil tekstury) za pomocą analizatora tekstury TA-XT-plus 2/25® (STable Micro Systems, Godaiming, UK). Test obejmował dwukrotną penetrację cylindrycznego trzpienia P10, z odkształceniem próbki do 50% jego wysokości przy prędkości 5 mm · s^{-1}. Przebieg testu rejestrowano jako krzywe reprezentujące zmiany siły w czasie. Testy przeprowadzono oddzielnie dla każdego kawałka fileta (w 3 powtórzeniach każdy), tylko w centralnej części mięśnia grzbietowego.

Poniżej opisano wyniki przedstawiające wpływ zamrażalniczego składowania na podniesienie dojrzałości marynowanych ryb.

Wyniki pokazują, że mrożenie i składowanie zamrażalnicze marynat powoduje wyciek zamrażalniczy od 6 do 14%, tym większy im dłuższy jest czas składowania zarówno dla prób Kontrolnych, jak i Właściwych. W przypadku śledzia atlantyckiego wyciek był 3,5-krotnie mniejszy niż u śledzia bałtyckiego. Wyciek był związany ze stratą wody, czego efektem jest zaobserwowana malejąca zawartość wody w mięsie o 1–2,3%, szczególnie w przypadku śledzia bałtyckiego. Prawdopodobnie śledź atlantycki miał mniejsze straty masy, gdyż zawierał ok. 3-krotnie więcej tłuszczu (16–22,2%) w porównaniu

do śledzia bałtyckiego (6,1–7,7%), który chroni białka przed synerezą – skurczem białek, z powodu zamrażalniczej denaturacji. Stężenia soli i kwasu octowego w mięsie oraz wartości pH mięsa, które decydują o smaku i trwałości marynowanych śledzi, nie zmieniły się istotnie w próbach marynat kontrolnych K i właściwych W pod wpływem kontrolowanej rekrystalizacji.

Zastosowanie kontrolowanej rekrystalizacji podczas 5 miesięcznego składowania marynowanych filetów istotnie wpływało na aktywność katepsyn w mięsie – zmiany te można opisać krzywą zbliżoną do funkcji prostoliniowej. Aktywność katepsyny D w próbach kontrolnych po 5 miesiącach składowania wzrosła o 10% w śledziu bałtyckim i o 18% w atlantyckim. Stosując kontrolowaną rekrystalizację osiągnięto kilkukrotnie większy wzrost aktywności katepsyny D, odpowiednio o 26 i 71% (fig. 2). W przypadku proteaz cysteinowych po 5 miesiącach przechowywania zamrażalniczego aktywność katepsyn B oraz L zmalała, odpowiednio o 47% i 45% dla śledzia bałtyckiego i 62 i 24% dla atlantyckiego (fig. 3, 4). Zastosowanie kontrolowanej rekrystalizacji spowodowało pogłębienie strat aktywności katepsyny B o 20 punktów procentowych i o 10 punktów procentowych w przypadku katepsyny L. Wyniki wskazują na ciągłe uwalnianie się katepsyny D z lizosomów w wyniku uszkadzania ich błon przez kryształy lodu. Uszkodzenia błon lizosomów są największe w zakresie wysokich temperatur zamrażalniczych. Składowanie zamrażalnicze powoduje również denaturację białek proteaz cysteinowych i spadek ich aktywności. Wyniki potwierdzają, że katepsyna D jest wielokrotnie bardziej odporna na ujemne temperatury niż katepsyny B lub L. Masa cząsteczkowa katepsyn B i L jest mniejsza niż katepsyny D, przez co te pierwsze łatwiej ulegają stratom ze względu na dyfuzję z wyciekiem zamrażalniczym. Wzrost aktywności katepsyny D oraz częściowe obniżenie aktywności katepsyny B i L może wskazywać na możliwość ich aktywności wobec białek mięśniowych śledzia, zarówno w zamrożonych marynatach, jak i po rozmrożeniu, czyli w marynatach zapakowanych w jednostkowe opakowania. To z kolei oznacza poprawę tekstury oraz wzrost zawartości produktów hydrolizy białek w gotowych marynatach śledziowych.

Opisany wcześniej wyciek zamrażalniczy wody powoduje jednocześnie straty azotowych związków o małej masie cząsteczkowej – azot niebiałkowy. Mimo to stwierdzono wzrost zawartości produktów hydrolizy białka (PHB). Ogólna ilość związków składających się na azot niebiałkowy rosła o kilkanaście mg miesięcznie (fig. 5). Zastosowanie kontrolowanej rekrystalizacji zwiększyło 2,5–4 razy zawartość PHB podczas składowania. Zawartość frakcji peptydów wraz z czasem składowania nie zmieniała się istotnie w śledziu bałtyckim lub malała w atlantyckim. Zastosowanie kontrolowanej rekrystalizacji ograniczało spadek zawartości peptydów (fig. 6). Z kolei ilość frakcji wolnych aminokwasów rosła o kilkanaście mg miesięcznie w śledziu bałtyckim oraz kilkukrotnie wolniej w śledziu atlantyckim, najwięcej w marynatach składowanych w warunkach kontrolowanej rekrystalizacji (fig. 7). Wyniki potwierdzają, że składowanie zamrażalnicze marynowanego śledzia nie zatrzymuje aktywności katepsyn mięśniowych, zaś zastosowanie kontrolowanej rekrystalizacji zwiększa aktywność badanych proteaz.

Do 1 miesiąca składowania śledzia bałtyckiego i do 2 miesiąca składowania śledzia atlantyckiego wartość parametru twardości rosła, a następnie malała. Analiza TPA mięsa wykazała niższą wartość parametru twardości o 1–2 N dla mięsa marynat składowanych w warunkach kontrolowanej rekrystalizacji niż w próbach kontrolnych. Prawdopodobnie jest to rezultat cyklicznych zmian w udziale lodu w zamrożonym mięsie (dezintegracja struktury mięsa i białek) oraz rosnącej aktywności katepsyny D (hydroliza większych białek przez endopeptydazę). Analiza sensoryczna potwierdziła poprawę wartości wyróżników twardości i spoistości mięsa marynat składowanego zamrażalniczo z 4,0 do 4,3, zaś przy zastosowaniu kontrolowanej rekrystalizacji do 4,7 punktów. Ogólna akceptowalność sensoryczna marynat utrzymywała się na wysokim poziomie do 4 miesiąca składowania, zaś po 5 miesiącach uległa istotnemu obniżeniu zarówno dla prób kontrolnych K, jak i właściwych W. Powodem pogorszenia oceny była bardzo słabo wyczuwalna jełkość w smaku mięsa marynat. Badania utleniania lipidów nie potwierdzają istotnego pogorszenia jakości lipidów zarówno pod wpływem składowania zamrażalniczego, jak i w wyniku kontrolowanej rekrystalizacji. Ilość produktów pierwotnych utleniania lipidów (liczba nadtlenkowa) malała do 2 miesiąca składowania, po czym wzrosła po 3 miesiącach i ponownie malała. Zawartość tych związków wynosiła 0,7–8,3 dla śledzia bałtyckiego i 10–29 mEq O_2/kg lipidów dla śledzia atlantyckiego. W przypadku wtórnych produktów utleniania (liczba anizydynowa) ich ilość zmieniała się w podobnych przedziałach czasowych, a wartości dla obu śledzi wynosiły odpowiednio 1–5,4 oraz 3–8,8 jednostek. Wyniki wskazują, że mrożenie marynowanych śledzi nie wpływa na znaczące pogorszenie jakości lipidów, nawet stosując cykliczne zmiany temperatury podczas składowania.

Normatywna zawartość azotu lotnych zasad amonowych (LZA) w produktach rybnych dostępnych w sprzedaży nie może przekroczyć 35 mg w 100 g. Podczas 5 miesięcznego przechowywania

zamrażalniczego wartość tego wskaźnika w mięsie marynat bez względu na sposób składowania wynosiła w zakresie 6–10 mg i wykazywała tendencję spadkową wraz z upływem czasu składowania (fig. 8). Również analiza mikrobiologiczna wykazała brak negatywnego wpływu zamrażalniczego składowania, w tym również w warunkach kontrolowanej rekrystalizacji, na poziom bakterii psychrofilnych (2,3–3,3 log(jtk/g)), mezofilnych (0–1,9 log(jtk/g)) oraz pleśni i drożdży (0–1 log(jtk/g)) w mięsie marynowanych śledzi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób obróbki termicznej zimnych marynat rybnych, zwłaszcza marynat śledziowych słabo dojrzewających, wykorzystujący proces zamrażania, **znamienny tym**, że marynowane filety po oddzieleniu od kąpieli marynującej poddaje się zamrożeniu przy powtarzających się zmianach temperatury zamrożonych marynat w zakresie 2–10 stopni, co 3–7 godzin, przez okres od 2 dób do 5 miesięcy, w temperaturze nie wyższej niż -18°C i nie niższej niż -30°C.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zamrożeniu poddaje się filety zapakowane bez dostępu powietrza.

Rysunki

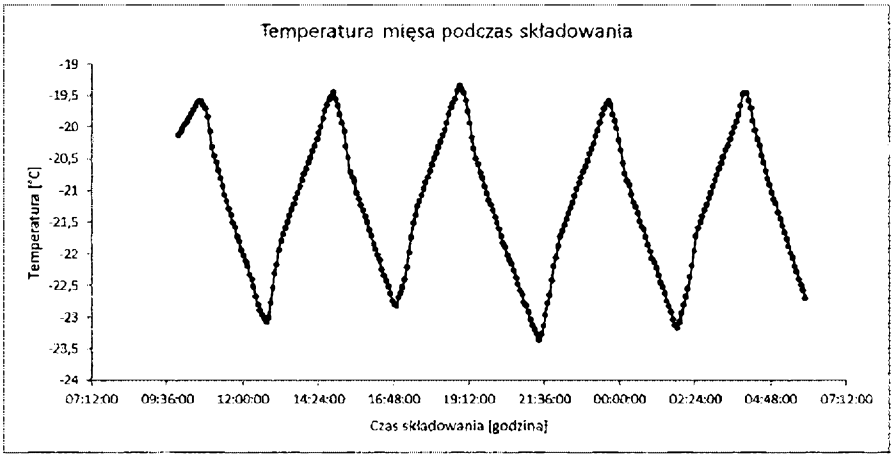

Fig.1

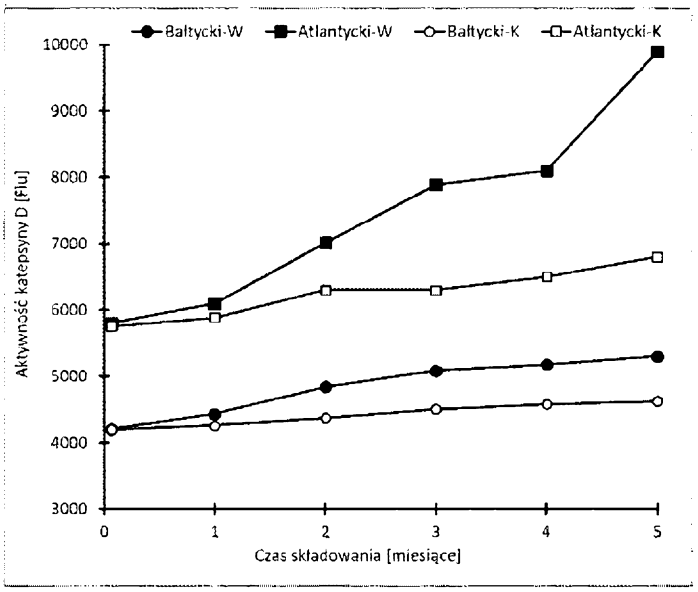

Fig.2

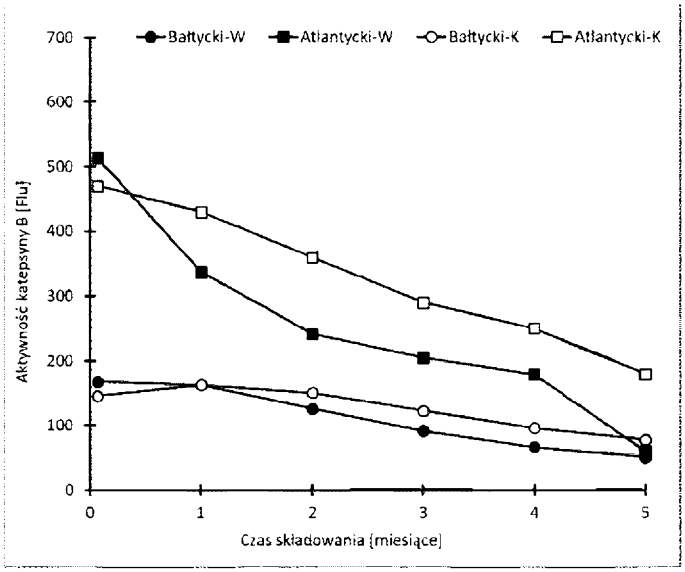
Bałtycki-W
Atlantycki-W
Bałtycki-K
Atlantycki-K
Aktywność katepsyny B [Flu]
700
600
500
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
5
Czas składowania [miesiące]

Fig.3

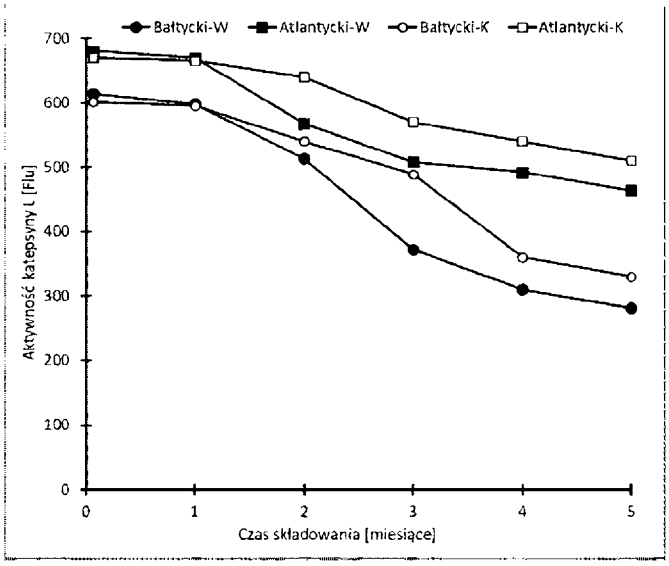
Bałtycki-W
Atlantycki-W
Bałtycki-K
Atlantycki-K
Aktywność katepsyny L [Flu]
700
600
500
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
5
Czas składowania [miesiące]

Fig.4

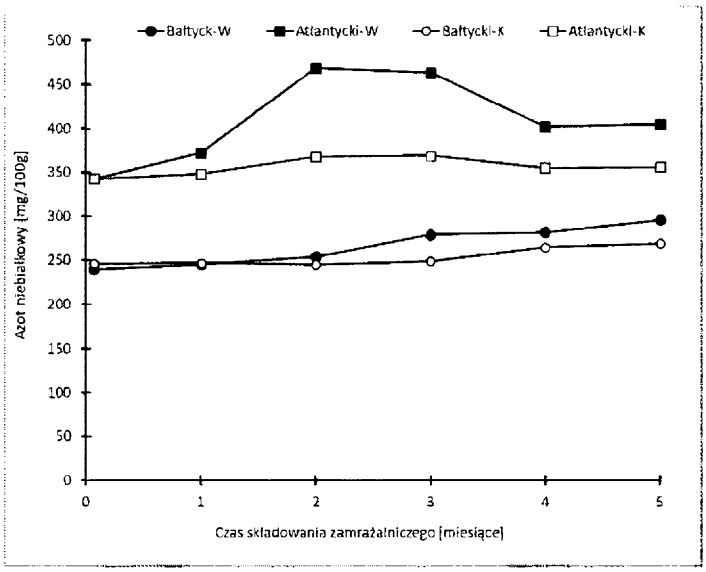
Bałtyck-W
Atlantycki-W
Bałtycki-K
Atlantycki-K
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Azot niebiałkowy [mg/100g]
0
1
2
3
4
5
Czas składowania zamrażalniczego [miesiące]

Fig.5

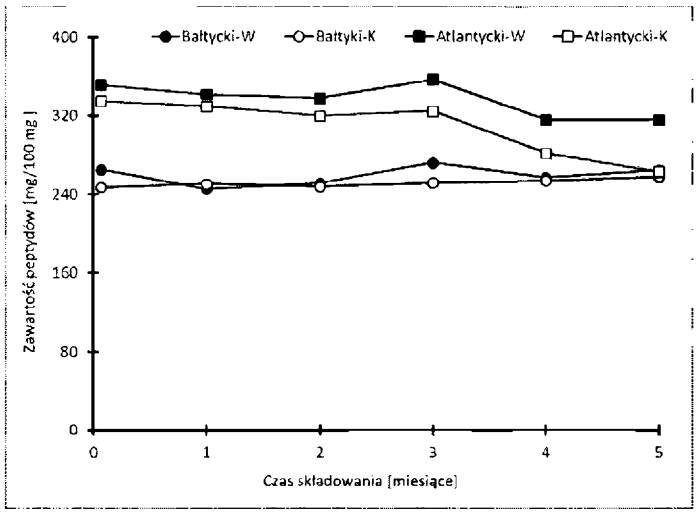
Bałtycki-W
Bałtyki-K
Atlantycki-W
Atlantycki-K
400
320
240
160
80
0
Zawartość peptydów [mg/100 mg]
0
1
2
3
4
5
Czas składowania [miesiące]

Fig.6

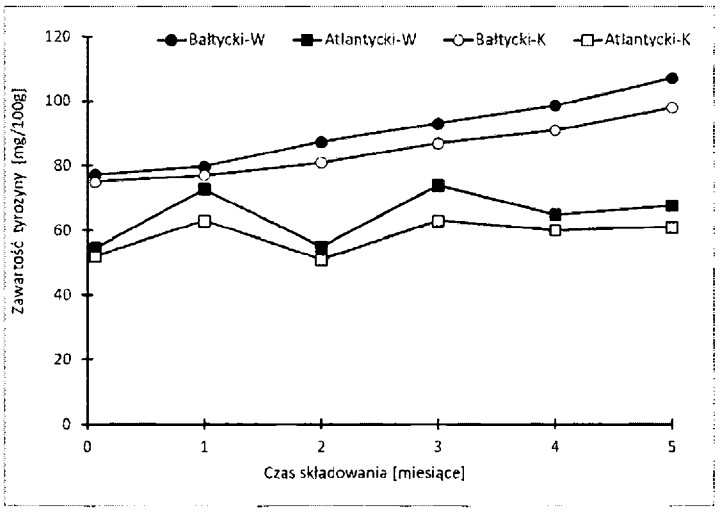
Bałtycki-W
Atlantycki-W
Bałtycki-K
Atlantycki-K
Zawartość tyrozyny [mg/100g]
120
100
80
60
40
20
0
0
1
2
3
4
5
Czas składowania [miesiące]

Fig.7

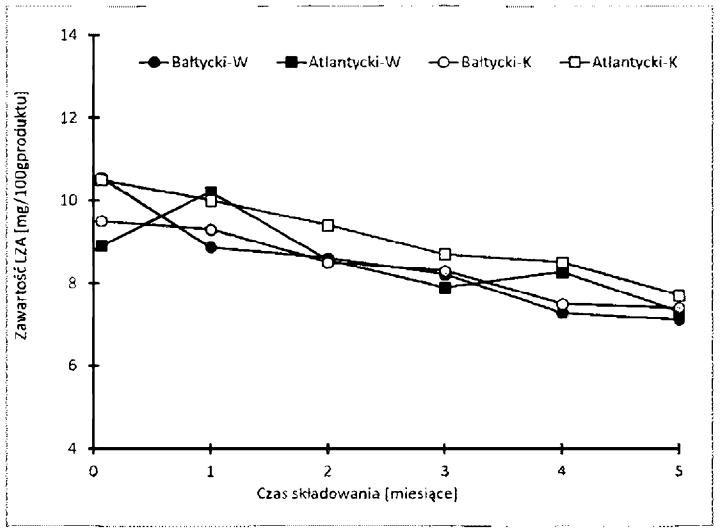
Bałtycki-W
Atlantycki-W
Bałtycki-K
Atlantycki-K
Zawartość LZA [mg/100gproduktu]
14
12
10
8
6
4
0
1
2
3
4
5
Czas składowania [miesiące]

Fig. 8.