

BADANIA WPŁYWU FLOTACJI NA ZAWARTOŚĆ PANCERZA W MIĘSIE KRYLA
ORAZ JEJ WPŁYW NA WYDAJNOŚĆ MIĘSA

Teofil Dąbrowski, Jan Knyszewski

Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn
Politechniki Gdańskiej

Możliwość odłowienia rocznie z wód Antarktydy 50-100 mln ton, a nawet jak podają niektóre źródła 400 mln ton kryla spowodowało zainteresowanie się tym zagadnieniem wielu państw jak Chile, Japonii, Norwegii, Polski, RFN, Tajwanu, Związku Radzieckiego [3, 5]. Wykorzystanie surowca krylowego do celów żywnościowych, paszowych, względnie przemysłowych uzależnione jest od wielu czynników jak metod połowu, zabezpieczenia, rachunku ekonomicznego oraz od skonstruowania optymalnych urządzeń odskorupiających pozwalających na oddzielenie czystego mięsa od części niejadalnych [4].

W Zakładzie Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego Politechniki Gdańskiej prowadzone od kilku lat prace badawcze dotyczące problemu uzysku czystego mięsa kryla doprowadziły do skonstruowania urządzenia odskorupiającego i flotującego.

W urządzeniu odskorupiającym wykonanym na typowym kadłubie wirówek przemysłowych zachodzi proces oderwania pancerza od mięśni kryla na skutek działania siły odśrodkowej z jednoczesnym uderzeniem o pręty korony.

W wyniku działania tych sił przedstawionych w pracy [1] wpływa mieszanina mięśni skorup oraz rozdrobnionych części ciała kryla do urządzenia flotacyjnego, gdzie następuje zasadniczy rozdział na poszczególne części anatomiczne.

Do badań flotacyjnych użyto kryla mrożonego składowanego w chłodni gdyńskiej w czasie od kilku do kilkunastu miesięcy. Badany kryl pochodził z I wyprawy krylowej, jak również z połowów statku m/t „Gemini”. W czasie badań okazało się, że wobec zróżnicowania pod względem fizykochemicznym surowca spowodowanego długim okresem składowania wyniki badań nie są jednolite i postanowiono

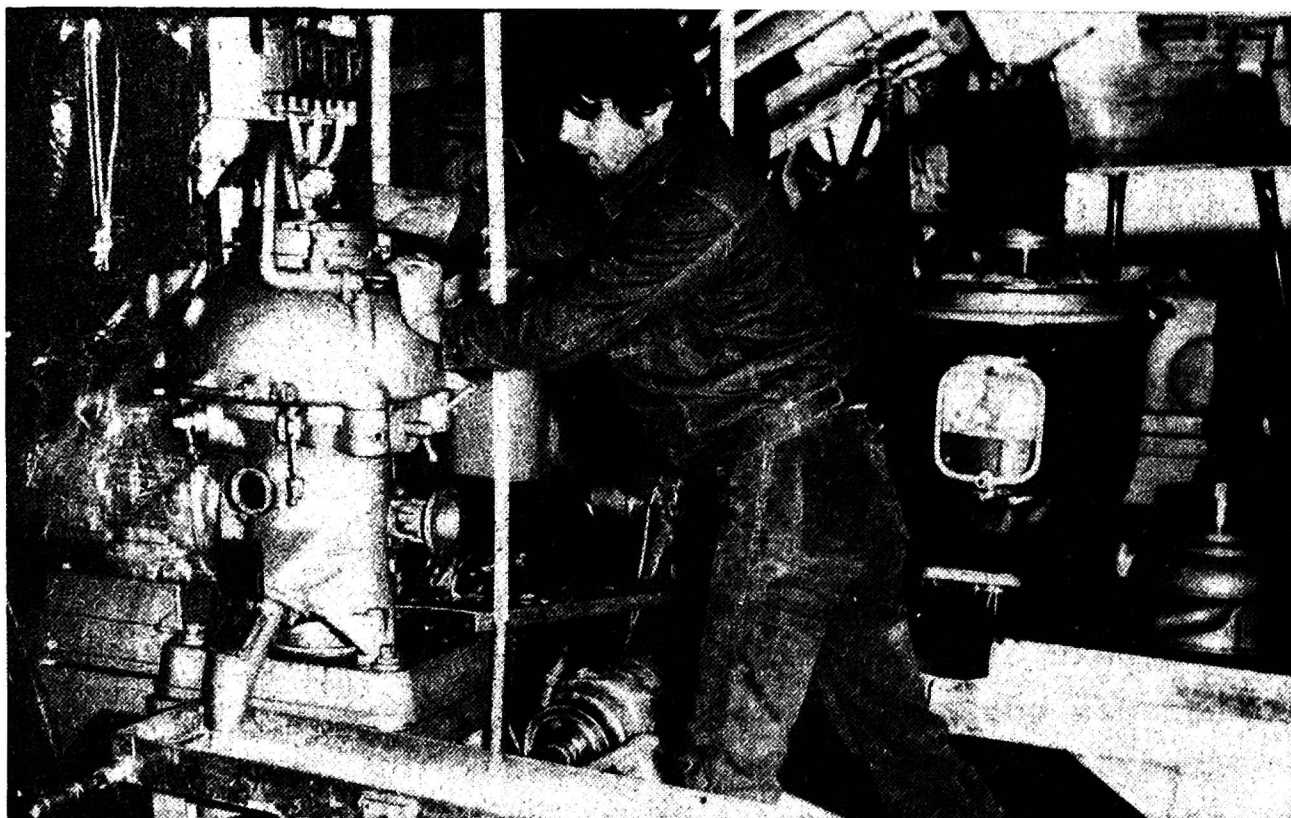
przeprowadzić badania odskorupiania i flotowania na surowcu świeżym bezpośrednio po jego złowieniu.

W tym celu zamontowano na statku r/v „Prof. Bogucki” dwie linie badawcze w skład których wchodziły następujące urządzenia:

a) linia doświadczalna mała składająca się z małej wirówki i małego flotatora (rys. 1 i rys. 3) oraz

b) linię półprzemysłową dużą składającą się z parnika do obróbki termicznej kryła, dużej wirówki i dużego flotatora (rys. 2).

Schemat działania małej i dużej linii (rys. 3) był identyczny z tą jedynie różnicą, że wydajność pierwszej linii oscylowała w granicach $141,7 \pm 43,6$ kg/h ($3,93 \cdot 10^{-2}$ kg/s), dużej w granicach 1000 kg/h (0,278 kg/s).

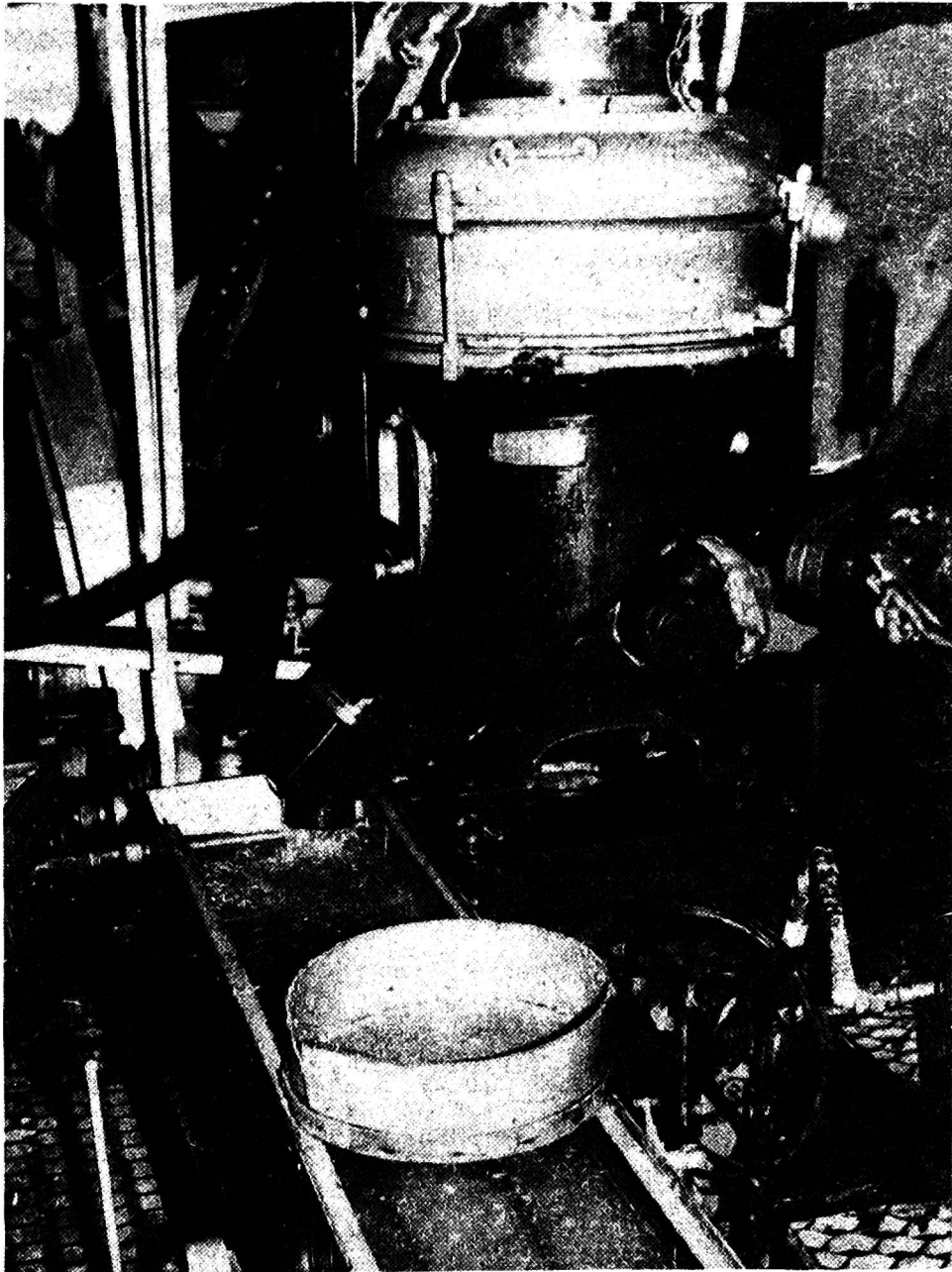


Rys. 1. Mała linia doświadczalna na statku „Prof. Bogucki” w czasie badań na łowiskach Antarktydy

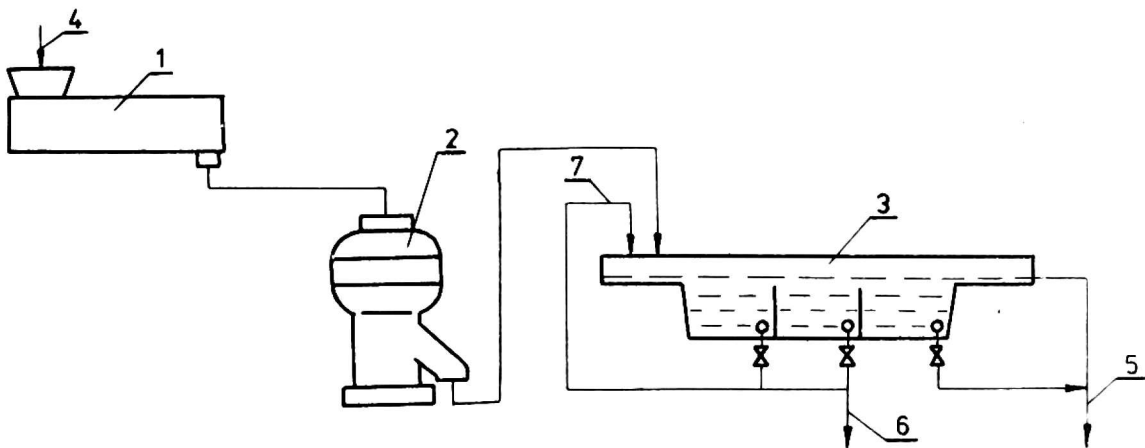
Należy nadmienić, że proces flotacji najczęściej stosuje się do rozdziału drobno zmielonych ciał stałych, przeważnie do wzbogacenia rud metali, paliw stałych oraz innych surowców mineralnych. Stosowanie flotacji do wzbogacania polega na doprowadzeniu jednego z produktów do takiego stanu, aby zawierał możliwie najwięcej składników bezużytecznych, które jako bezwartościowy produkt traktowany jest jako odpad.

Rozdział podczas flotacji jest wynikiem zwiększonej przyczepności pęcherzyków powietrza (gazu) do niektórych ciał stałych oraz

zwilżalności innych rodzajów ciał stałych. Umożliwia to wypłynięcie na powierzchnię ziarn o odmiennym składzie od tych, które opadają na dno flotatora.



Rys. 2. Linia półprzemysłowa - duża na statku „Prof. Bogucki” w czasie badań na łowiskach Antarktydy



Rys. 3. Schemat stanowiska doświadczalnego: 1 - parnik, 2 - wirówka, 3 - flotator, 4 - doprowadzenie surowca, 5 - odlot odpadów, 6 - odprowadzenie czystego mięsa, 7 - doprowadzenie mięsa popierwszej i drugiej flotacji

W ostatnich latach zaczęto również stosować flotację do materiałów pochodzenia organicznego, a także do surowców spożywczych, jak groch, nasiona różnych roślin i traw, nasiona oleiste, skrobia, gluten, cukier, białko mleczne i tkanki zwierzęce [2].

Jednym z podstawowych problemów flotacji występujących podczas projektowania urządzeń flotacyjnych jest zależność uzysku i jakości (czystości) produktu od wskaźników kinetycznych flotacji. Określając ilość wyflotowanego materiału w czasie dt jako $r dt$, gdzie r - prędkość wyflotowywania pożądanego składnika w granicach na jednostkę czasu, co odpowiada ilości usuniętej z komory flotacyjnej, to jest $-VdC$, gdzie V - objętość komory flotacyjnej, C - stężenie składnika (flotowanego) w masie wyrażone w gramach na litr wody, otrzymamy

$$-VdC = r dt$$

wstawiając $r = \varrho CV$, gdzie ϱ - właściwa prędkość flotacji, po scałkowaniu

$$\ln \frac{C}{C_0} = -\varrho t$$

gdzie C_0 - stężenie początkowe.

Równanie to wskazuje, że zależność stężenia składnika flotowanego od czasu flotowania jest funkcją wykładniczą. Wstawiając

$$C = \frac{C_0}{2}$$

otrzymamy

$$\theta = \frac{\ln 2}{\varrho}$$

gdzie θ - jest czasem wymaganym do osiągnięcia połowy początkowego stężenia składnika.

Zgodnie z tym wykresem zależności stężenia składnika we flotatorze od czasu powinien być linią prostą przy użyciu skali logarytmicznej dla stężenia, a zwykłej dla czasu.

W praktyce rzadko prowadzi się jednostopniową flotację ze względu na nadmierne wydłużanie czasu flotowania. Zwykle proces flotacji przerywa się po pewnym określonym czasie i w celu dalszego oczyszczenia koncentratu stosuje się powtórzenie flotacji w drugim i trzecim, a nawet dalszych stopniach.

Należało się spodziewać, że zależność stężenia składnika flotowanego w koncentracie od kolejnych stopni flotacji powinna mieć również przebieg wykładniczy. Znalezienie tej zależności pozwala na wyznaczenie ilości stopni flotacji w całym procesie w zależności od założonej czystości koncentratu.

Wychodząc z tych ustaleń postanowiliśmy zastosować proces flotacji do oddzielania skorup od mięsa kryła. Technologia ta polega na utwierdzeniu galaretowanego mięśnia, znajdującego się w odwołku, przez gotowanie, następnie oderwanie pancerza wraz z innymi niejadalnymi częściami kryła w urządzeniu odskorupiającym.

W badaniach okazało się, że kawałki mięsa z kryła, jak również kawałki flotowanego pancerza są stosunkowo duże. Jest to czynnik, który uniemożliwia wykorzystanie obliczeń teoretycznych wyprowadzonych dla struktur drobnoziarnistych i jednorodnych występujących w czasie flotacji minerałów. Kawałki flotowanego pancerza kryłowego mogą mieć rozmiary do kilku centymetrów długości i około 1 cm szerokości. Innym czynnikiem zaburzającym proces jest niejednorodność surowca kryłowego, który zmienia się w zależności od stopnia rozwoju (wielkość) stopnia, okresu rozrodu, świeżości czasu składowania oraz wielu innych czynników.

Wobec zmienności cech fizykochemicznych kryła uniemożliwiających zastosowanie do obliczeń przyjętych wzorów na flotację, przeprowadzono pomiary zależności zawartości pancerza od ilości stopni flotacji i wydajności procesu w zależności od ilości stopni flotacji.

Krył po wyjęciu z sieci i przemyciu wodą morską o temp. $+ 1 \pm 2^{\circ}$ ($274-276^{\circ}\text{C}$) był poddawany obróbce cieplnej w specjalnie skonstruowanym parniku. Parnik o długości 3 m średnicy 0,2 m posiadał 24 dysz o średnicy 3 mm pozwalających na doprowadzenia pary bezpośrednio do wnętrza na przenośnik ślimakowy.

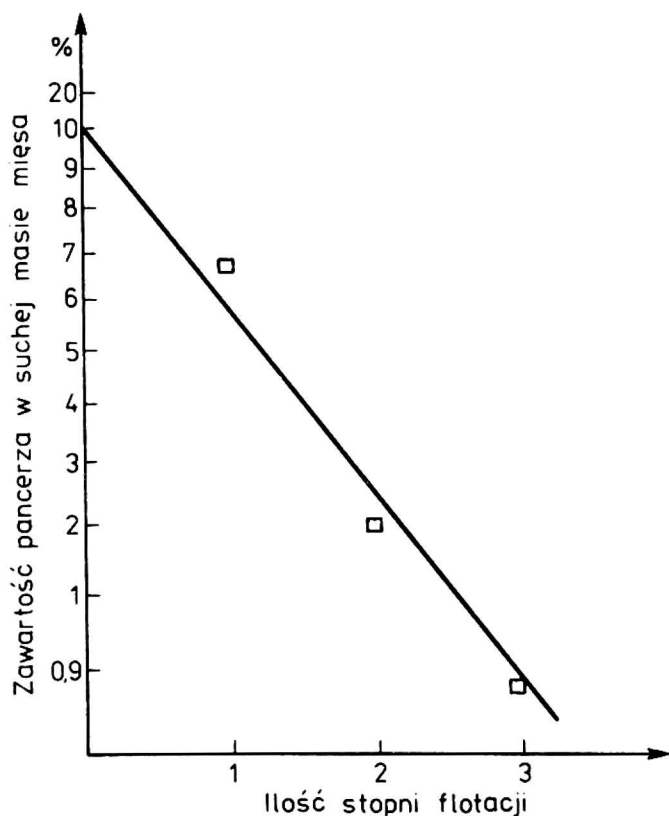
W czasie badań w parniku wyodrębniono trzy strefy a - strefa podgrzewania kryła, b - strefa intensywnej koagulacji oraz c - strefa dogrzewania kryła i wyrównania temperatury.

Pomierzony średni czas przepływu kryła przez parnik przy niepełnym zasilaniu parnika (współczynnik napełnienia $\psi = 0,4$) wynosił $2,73 \pm 0,44$ min. Czas ten wystarczał do osiągnięcia średniej końcowej temperatury kryła $86,5 \pm 3,4^{\circ}\text{C}$ ($359,7$ K). Średnia temperatura kryła przy wlocie do parnika wynosiła $3,5 \pm 1,35^{\circ}\text{C}$ ($276,5$ K) Przepustowość parnika dla $\psi = 0,4$ wynosi średnio 950 kg/h

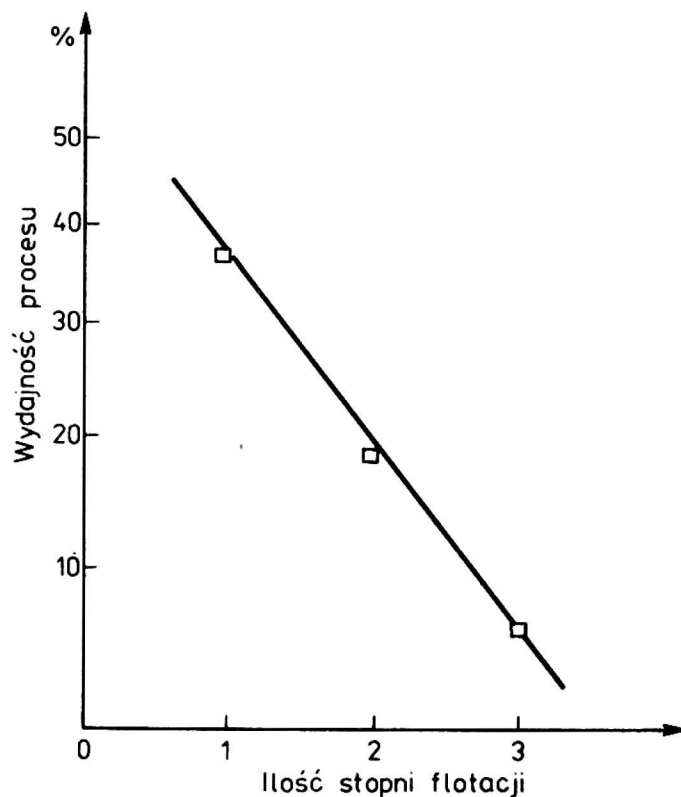
(0,264 kg/s). Krył po parowaniu w parniku z charakterystycznym różowym zabarwieniem miał przeważnie wyprostowany odwłok bez charakterystycznego podgięcia, jakie występuje podczas gotowania w wodzie.

Ugotowany krył był przenoszony do urządzenia odskorupiającego. Wytworzoną mieszaninę poddawano trzykrotnej flotacji w środowisku wody morskiej.

Po pierwszym stopniu flotacji otrzymany półprodukt zawierał $6,5 \pm 2,97\%$ pancerza w odniesieniu do suchej masy. Krył świeży zawiera średnio około 11% pancerza w s. m. Po drugim stopniu flotacji zawartość pancerza spadła do $1,97 \pm 0,74\%$. Trzeci stopień flotacji obniżył zawartość pancerza w produkcie do $0,88 \pm 0,43\%$. Sumaryczny czas przebywania mięsa kryla w wodzie morskiej podczas procesu flotacji wynosił 2928 s (48,8 min) pierwsza flotacja 1174s, druga 1250 s, trzecia flotacja 504 s (przebywanie odskorupionego mięsa w wodzie morskiej spowodowało zwiększenie chlorków do $1,39 \pm 0,14\%$).



Rys. 4. Zależność zawartości pancerza w suchej masie mięsa od ilości stopni flotacji



Rys. 5. Zależność wydajności procesu odskorupiania od ilości stopni flotacji

Wyniki doświadczeń przedstawione na rysunku 4 wskazują, że przebieg zależności jest wykładniczy zgodnie z przewidywaniami. Należy podkreślić, że również zależność wydajności procesu od ilo-

ści stopni flotacji ma też przebieg wykładniczy (rys. 5). Jest to cenna wskazówka ostrzegająca przed stosowaniem nadmiernych ilości stopni flotacji, gdyż już przy trzech stopniach wydajność waha się w granicach 10%. W przypadku nieosiągnięcia wymaganej czystości w trzech pierwszych flotacjach należy prawdopodobnie szukać dodatkowych czynników poprawiających stopień oczyszczenia mięsa.

WNIOSKI Z BADAŃ

1. Stwierdzono, że zawartość pancerza w mięsie w zależności od ilości stopni flotacji ma przebieg wykładniczy (rys. 2).
2. Stwierdzono, że wydajność procesu w zależności od ilości stopni flotacji ma przebieg wykładniczy (rys. 3).
3. Korzystając z wykresów 2 i 3 można wyznaczyć maksymalną ilość stopni flotacji, która wynosi w danym przypadku cztery. Dalsze zwiększenie ilości stopni flotacji nie powoduje wyraźnych spadków zawartości pancerza w mięsie.
4. Metoda flotacji zastosowana do oddzielania pancerza od mięsa kryła jest szczególnie korzystna w pierwszych dwóch stopniach. Dlatego można je polecać również przy innych metodach oczyszczania mięsa z kryła jako dodatkowy zabieg poprawiający jakość produktu.
5. Uzyskane wyniki badań wskazują na konieczność prowadzenia dalszych intensywnych badań w dziedzinie zwiększania wydajności przy zachowaniu czystości finalnego produktu.

LITERATURA

1. Dąbrowski T., Knyszewski J., Omieczynski W., Szostej J.: Badania nad mechanizacją odskorupiania kryła. Roczn. Nauk rol. PWN, (praca w druku).
2. Gaudin A. N., Flotacja. Śląsk, Katowice 1963.
3. Grantham G.J.: The utilization of krill. Raport GLO/SO/73/3. UNDO/FAO South. Ocean Fish. Survey Progr. Rome 1977.
4. Karnicki Z.: Studia i Materiały nr 1. seria S, str. 7-24, Morski Instytut Rybacki, Gdynia 1979.
5. Roy E. Martin: Food Technology nr 1 tom 33, 1979.

Теофилъ Домбровски, Ян Кнышевски

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ФЛОТАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ СКОРЛУПЫ
В МЯСЕ КРИЛЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МЯСА

Р е з ю м е

В статье рассматриваются результаты теоретическо-экспериментальных исследований процесса флотации массы размельченного криля.

Teofil Dąbrowski, Jan Knyszewski

INVESTIGATIONS ON THE FLOTATION EFFECT ON THE CRUST
CONTENT IN THE CRILL MEAT AND ITS EFFECT ON THE MEAT PRODUCTIVITY

S u m m a r y

Results of the investigations of theoretico-experimental character on the process of flotation of the comminuted crill are presented in the paper.