

Dr hab. inż. Andrzej DOWGIAŁŁO  
Morski Instytut Rybacki w Gdyni  
Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ  
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## BADANIA MODELI URZĄDZEŃ DO ODDZIELANIA NEREK OD ODPADÓW KOSTNYCH PO FILETOWANIU RYB®

*W artykule przedstawiono wyniki badań skuteczności sposobów i modeli urządzeń do oddzielania nerek od kostnych odpadów po filetowaniu ryb. Stwierdzono, że największą skutecznością charakteryzuje się sposób pośredni ich usuwania (wraz z przyległą częścią kręgosłupa) i opracowano koncepcję urządzenia do jego realizacji.*

### WSTĘP

Przy produkcji filetów ponad 50% masy stanowią odpady, na które składają się głowy, wnętrzności oraz kręgosłupy wraz ze związanymi z nimi częściami układu kostnego i nerkami (rys. 1). Po filetowaniu pomiędzy wyrostkami kolczystymi brzuszными i grzbietowymi pozostaje tkanka mięśniowa (rys. 2), która wraz ze ścinkami filetów i pozostałościami tkanki mięśniowej przy pasach barkowych stanowi doskonały materiał do produkcji farszów. Odzyskanie mięsa z wymienionych odpadów po filetowaniu pozwala na zwiększenie udziału części konsumpcyjnych w całkowitej masie ryb o około 10%.

Farsz otrzymany z mięsa oddzielonego od kręgosłupów pokazanych na rysunku 1 jest czerwono zabarwiony pozostałościami krwi znajdującymi się w nerkach, w biegnących wzdłuż kręgosłupów naczyniach krwionośnych oraz tkanką rozdrobnionych nerek i osłaniających je czarnych błon otrzewnych. Obniża to determinowaną kolorem jego jakość, pociągając za sobą niski popyt na tego rodzaju produkt.

Znaczne zmniejszenie krwistych przebarwień w farszu uzyskuje się przez stosowanie operacji jego płukania w wodzie. Jednakże operacja płukania, poza niedogodnościami natury technicznej (stosowanie dodatkowych urządzeń w linii produkcyjnej, konieczność oczyszczania powstających ścieków), pociąga za sobą dochodzące nawet do 20-30% straty białka.

W polskich przedsiębiorstwach przetwórstwa rybnego w większości, posiadających podstawowe wyposażenie do produkcji farszu, jakimi są separatory mięsno-kostne, kręgosłupy po filetowaniu ręcznym i maszynowym nie są wykorzystywane w produkcji farszu. Dotychczas stanowią wciąż surowiec kierowany do produkcji pasz, bowiem nie rozwiązano w skali przemysłowej usunięcia z farszu krwistego zabarwienia powstałego z krwi, pochodzącej z części znajdującej się pod kręgosłupem nad jamą brzuszną i wzdłuż całego kręgosłupa.

Produkcja farszu nie płukanego z kręgosłupów, na które zapotrzebowanie w Polsce występuje, stanowi cel możliwy do osiągnięcia lecz ze względu na stan wiedzy trudny do zrealizowania. Produkcja jego dotychczas nie jest stosowana, bowiem w tym przypadku niezbędne by było trudne w realizacji i pracochłonne ręczne usuwanie krwi znajdującej się w surowcu kierowanym na farsz. Brak jest dotychczas w kraju jak i zagranicą, sprawdzonych w praktyce produkcyjnej, maszyn i zmechanizowanych narzędzi pracy służących do usuwania krwi i nerek w tuszkach i kręgosłupach po filetowaniu.

W MIR podjęto prace badawcze zmierzające do zbudowania i poddania próbom dwóch modeli maszyn do wycinania

części kręgosłupów pozbawionych źródeł zanieczyszczeń krwistych. Farsz wyprodukowany z mięsa w ten sposób odzyskanego nie wymagałby stosowania operacji płukania.

### KONCEPCJE MODELI URZĄDZEŃ UMOŻLIWIAJĄCYCH BEZPOŚREDNIE ODDZIELANIE NEREK OD KRĘGOSŁUPÓW PO FILETOWANIU I WYNIKI PRÓB

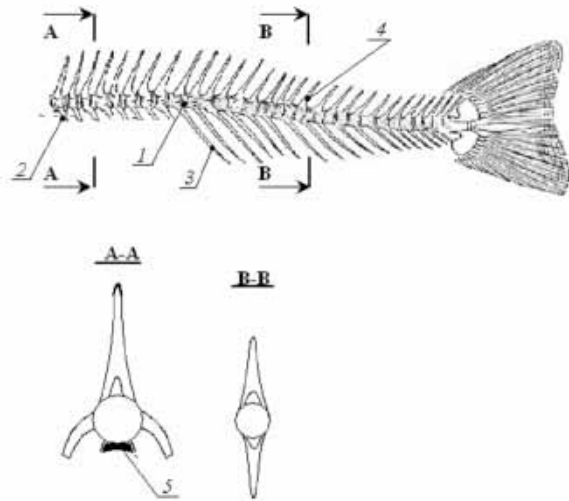
Dotychczas nie produkowano autonomicznych maszyn do wycinania mięsa wraz z kręgowymi wyrostkami od kręgosłupów po filetowaniu, chociaż postulaty wyrażające ich potrzebę zgłaszane są od lat. Nie doczekały się również rozwiązania konstrukcyjnego maszyny do usuwania krwi działające na innych zasadach.

Produkowane były urządzenia stanowiące przystawkę wmontowaną do fileciarki typu Baader 189, pozwalające na odcięcie od kręgosłupa górnych i dolnych skrawków mięsa wraz z wyrostkami kręgowymi [1].

Przystawka była dostosowana tylko do jednego typu fileciarki i skomplikowana kinematycznie ze względu na zastosowany w niej wychylny nóż odcinający wyrostki kolczyste brzuszne. Ponadto w czasach, gdy była oferowana nie przykładano tak wielkiego znaczenia do odzyskiwania mięsa z odpadów po filetowaniu. Została wycofana z programu produkcji firmy Baader Nordischer Maschinenbau.



Rys. 1. Odpady po filetowaniu w maszynie Baader 186.



**Rys. 2.** Odpad po filetowaniu i jego główne części składowe: 1 – kręgosłup, 2 – nieobcięte pozostałości żebra, 3 – wyrostki kolczyste brzuszne, 4 – wyrostki kolczyste grzbietowe, 5 – nerka.

Warunkiem odzyskania czystego mięsa z odpadów (kręgosłupów) po filetowaniu (rys. rys.1 i 2) jest oddzielenie tych części zanieczyszczających mięso, które nie mogą być usunięte podczas separacji mechanicznej. Głównie dotyczy to nerek, która zabarwia odzyskiwane mięso wypełniając ją krwią i swoją tkanką. Ponadto usunięcie nerek i złogów krwi tętniczej zabezpiecza farsz z ryb chudych przede wszystkim przed szybkim spadkiem rozpuszczalności białek i obniżeniem jego zdolności emulgacyjno-stabilizujących, a farsz z ryb tłustych przed szybką utratą trwałości w wyniku jęlczenia tłuszczu [2].

Przyjęto założenie badawcze, że nerkę z pozostałości po filetowaniu można próbować usunąć w sposób bezpośredni lub pośredni. Sposób bezpośredni polega na jej wypłukaniu silnym strumieniem wody lub usunięciu podciśnieniowym, analogicznym do podciśnieniowego usuwania wnętrza małych ryb podczas nobbingowania. Sposób pośredni polega na odcięciu od kręgosłupa po filetowaniu jego części wraz z przylegającą nerką.

Zaletą sposobu bezpośredniego jest to, że usunięcie nerek odbywa się bez strat możliwej do odzyskania tkanki mięsnej. Wadą natomiast pozostawanie części zarówno nerek jak i wypełniającej ją krwi przy odpadzie kierowanym do separacji. Wpływa to negatywnie na zabarwienie farszu, zwłaszcza nie płukanego. Z kolei sposób pośredni jest w 100% skuteczny – nerka w całości zostaje oddzielona (odcięta) wraz z fragmentem kręgosłupa. Odbywa się to jednak kosztem nieco niższej wydajności odzyskiwania tkanki mięsnej – jej część zostaje oddzielona wraz z fragmentem kręgosłupa.

W literaturze brak danych dotyczących obu sposobów usuwania nerek z odpadów po filetowaniu. Dlatego też dla ich uzyskania przeprowadzono badania na modelach urządzeń specjalnie do tych celów zaprojektowanych. Ich wyniki stworzą uzasadnione podstawy dla zaprojektowania urządzenia, które będzie mogło być zastosowane w przemysłowych liniach produkcji farszu pozbawionego krwi z odpadów po filetowaniu, bez konieczności stosowania końcowej operacji płukania.

## MODELE URZĄDZEŃ DO BEZPOŚREDNIEGO USUWANIA NERKI

U większości ryb nerka zasłonięta jest pęcherzem pławnym (rys. 3), którego rozcięcie jest warunkiem swobodnego dostępu do nerek, umożliwiającego jej wypłukanie lub wysuszenie podciśnieniem. Dlatego też urządzenie do bezpośredniego usuwania nerek poza tym musi być wyposażone w moduł rozcinający ścianę pęcherza pławnego.



**Rys. 3.** Widok ściany pokrytej błoną otrzewną pęcherza pławnego, zasłaniającego nerkę.

Dla potrzeb badań zaprojektowano model takiego urządzenia, który jest modelem uniwersalnym – umożliwia badania zarówno usuwania nerek przez jej wypłukanie jak i wysuszenie podciśnieniowe jak również realizację odcięcia trzonu kręgosłupa na całej jego długości.

Model przystosowany do wypłukiwania nerek przedstawiono na rysunku 4.



**Rys. 4.** Model do bezpośredniego usuwania nerek metodą wypłukiwania.

Odpad (kręgosłup) po filetowaniu wkładany jest do szczeliny pomiędzy płytami fundamentowo-transportowymi wyrostkami kolczystymi grzbietowymi do dołu i po dosunięciu do modułu podająco-transportującego przeciągany jest przez jego tarcze do modułu nożowego, rozcinającego ścianę pęcherza pławnego. Elementy robocze obu modułów są zdwojone i odsunięte od siebie na regulowaną podkładkami określoną odległość  $b$ , tworząc w ten sposób szczelinę na przejściu wyrostków kolczystych brzusznych. Po rozcięciu ściany pęcherza powstałe dwa jego płaty rozchylane są na boki przez zamocowane na powierzchniach zewnętrznych bocznych noży nakładki (na rysunku 4. widoczne są otwory w nożach po zdemontowanych nakładkach). Odpad z rozchylonymi płatkami, przesuwany jest siłą tarcia modułu podająco-transportującego i noży o wyrostki kolczyste, w szczelinie pomiędzy płytami

fundamentowo-transportowymi przez strefę modułu wypłukującego.

Prędkość obrotowa tarcz modułu podająco-transportującego i noży oraz wydajność pompy modułu wypłukującego mogą być płynnie regulowane w zakresach:

- prędkość obrotowa noży  $0 \div 1380 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ ,
- prędkość obrotowa tarcz  $0 \div 600 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ ,
- wydatek wody wypłukującej  $0 \div 60 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ .

Przyjmując logicznie, że jasność płukanych powierzchni świadczy o dokładności wypłukania nerki i pozostałości krwi, można stwierdzić, że system wypłukiwania nie jest wystarczająco efektywny. Widoczne po wypłukiwaniu pozostałości krwi nadal będą, choć w mniejszym stopniu, zabarwiać odzyskiwaną w postaci farszu tkankę mięsną. Nawet wydłużenie czasu płukania do 5 sekund w niewielkim stopniu wpływało na zwiększenie skuteczności operacji wypłukiwania, a jedynie obniżało przepustowość modelu do 12 kręgosłupów na minutę. Jest to przepustowość kilkakrotnie mniejsza od przepustowości typowej fileciarki ryb białych (30 ÷ 40 ryb na minutę), z jaką projektowane urządzenie powinno współpracować. Dlatego też mało skuteczny system usuwania nerki i pozostałości krwi drogą ich wypłukiwania został odrzucony.

Model przystosowany do wysysania nerki przedstawiony jest na rysunku 5. Powstał on w wyniku zastąpienia w modelu do wypłukiwania nerki modułu wypłukującego modułem wysysającym, składającym się z pompy próżniowej, zbiornika buforowego i króćca ssącego.



**Rys. 5.** Model do bezpośredniego usuwania nerki metodą wysysania. Na pierwszym planie widoczne elementy modułu wysysającego: pompa próżniowa, zbiornik buforowy i króciec ssący.

Działanie modelu jest analogiczne, jak w przypadku modelu wypłukującego. W zastosowanym układzie ssącym możliwym jest otrzymywanie ciśnienia absolutnego 700 hPa, przy czym wartość ciśnienia można regulować płynnie.

Podobnie jak w przypadku wypłukiwania, przeprowadzone próby wykazały, że system wysysania nerki i pozostałości krwi, nawet przy wydłużaniu czasu wysysania do 5 s (co powoduje znaczące zmniejszenie przepustowości obróbki), jest mało skuteczny.

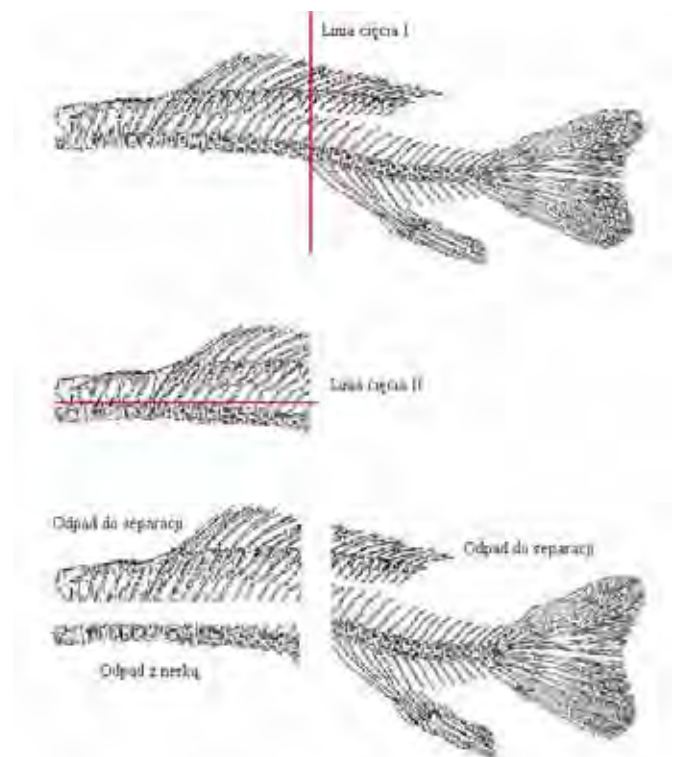
Podsumowując wyniki prób bezpośredniego usuwania nerki metodami wypłukiwania i wysysania należy stwierdzić, że charakteryzuje je niska efektywność oraz pozostawianie na powierzchni ściany pęcherza pławnego czarnej błony otrzewnej, będącej potencjalnym źródłem dodatkowego zanieczyszczenia farszu. Ponadto zmian wymaga sposób rozchylania

na boki rozciętej ściany pęcherza pławnego; zastosowane w modelu rozchylanie za pomocą nakładek na nożach było zawodne. Niekorzystne jest też pozostawianie przy kierowanym do separacji (produkcji farszu) oczyszczonym odpadzie fragmentów pęcherza pławnego; tworząca go tkanka łączna obniża jakość otrzymywanego farszu.

## KONCEPCJA MODELI URZĄDZEŃ UMOŻLIWIAJĄCYCH POŚREDNIE ODDZIELANIE NERKI Z KRĘGOSŁUPÓW PO FILETOWANIU I WYNIKI PRÓB

### Pośrednie usuwanie nerki

Jak już wspomniano znane jest urządzenie, w którym nerka usuwana jest pośrednio - jest wycinana z odpadu po filetowaniu wraz z całym kręgosłupem. Jednakże zastosowany w nim kształt linii cięcia komplikował nadmiernie jego konstrukcję. Dlatego też dążąc do jej maksymalnego uproszczenia linie cięcia zmodyfikowano do postaci pokazanej na rysunku 6. Cięcie takie wykonywane jest dwoma nożami tarczowymi w opracowanym dla tego celu modelu (rys. 7).



**Rys. 6.** Linie cięcia odpadu po filetowaniu (kręgosłupów) w zaprojektowanym modelu .

Przeprowadzone próby oddzielania od odpadów po filetowaniu części kręgosłupa wraz z nerką wykazały, że model działa zgodnie z przyjętymi założeniami, oddzielając „czyste” kierowane do separacji części odpadu od fragmentu kręgosłupa z nerką i pozostałościami pęcherza pławnego (rys. 8).



Rys. 7. Model urządzenia do odcinania odpadów po filetowaniu części kręgosłupa wraz z nerką.



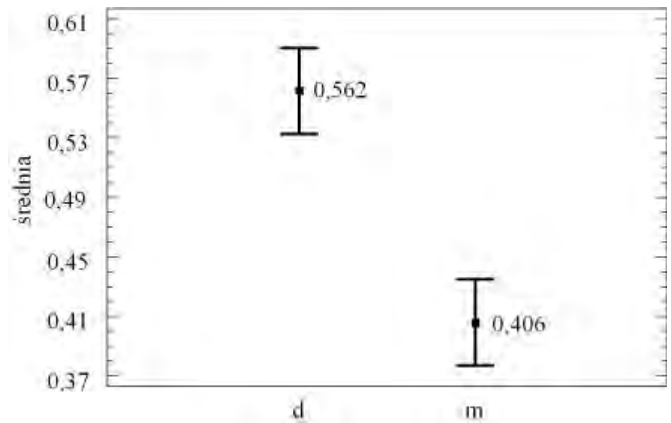
Rys. 8. Odpad po filetowaniu po obróbce w modelu kołowym.

### Wydajność oddzielania

W celu określenia wydajności kierowanych do separacji użytkowych części odpadu po filetowaniu, oddzielonych w modelu od części nieużytkowych (fragment kręgosłupa z nerką i pozostałościami pęcherza pławnego), przeprowadzono dwie serie prób. W pierwszej obróbce poddano odpady o masie o jednostkowej  $m_c \in [64,8 \text{ g}; 149,7 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 102,5 \pm 27,3 \text{ g}$ , dalej określane jako „duże”, a w drugiej –  $m_c \in [60,5 \text{ g}; 109,7 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 85,5 \pm 15,9 \text{ g}$ , dalej określane jako „małe”. Liczebności obu prób wynosiły po 15 kręgosłupów. Otrzymane średnie wartości wydajności z 95% przedziałem ufności pokazane są na rysunku 9.

Obrazuje on wyraźną różnicę i tendencję w wydajnościach pomiędzy obiema grupami wielkościowymi odpadów – im odpad większy tym większa jest masa jego części użytkowej.

Chociaż model poprawnie, zgodnie z przyjętą koncepcją, oddzielał części użytkowe od nieużytkowych, to jednak ich wizualna analiza wykazała, że zawierają elementy mogące zanieczyszczać farsz. Są nimi biegnące wzdłuż kręgosłupa i wypełnione pozostałością krwi naczynia krwionośne wzdłużne. Mając to na uwadze dokonano następnej modyfikacji linii cięć do postaci przedstawionej na rysunku 10, zapewniających odcięcie grzbietowych i brzusznych wyrostków kołczyстых,



Rys. 9. Średnie wydajności części użytkowych w odpadach po filetowaniu: d – odpady duże, m – odpady małe.

a pozostawiających nerkę, pozostałości pęcherza pławnego i naczynia krwionośne wzdłużne przy kręgosłupie.



Rys. 10. Zmodyfikowane linie cięcia odpadu po filetowaniu.

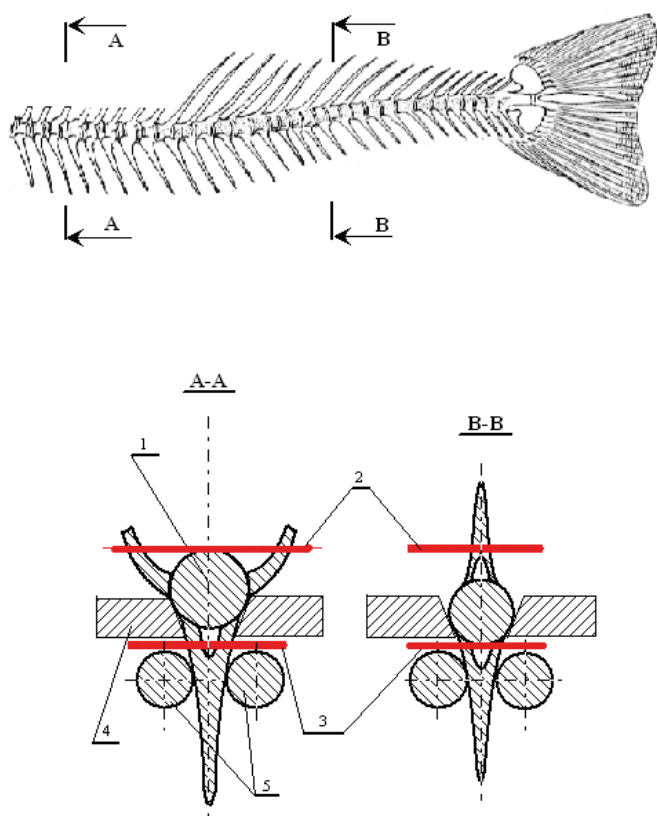
Dla tak zmodyfikowanych linii cięć przeprowadzono badania wydajności oddzielania jego części użytkowych. Do tego celu wykorzystano, nie dokonując żadnych przeróbek, model pokazany na rysunku 7. W modelu najpierw w sposób już opisany dokonano podziału odpadu na części użytkowe i nieużytkowe (rys. 8), a następnie, wykorzystując jedynie dolny nóż obcinający, w dwóch przejściach od użytkowej części ogonowej odcięto kręgosłup wraz z naczyniami krwionośnymi wzdłużnymi (linie cięcia przedstawia rysunek 11).



Rys. 11. Linie cięć dokonywanych na oddzielonej uprzednio części odpadu.

Na podstawie wyników pomiarów mas wykorzystanych w tej części eksperymentu odpadów po filetowaniu (odpady o masie o jednostkowej  $m_c \in [62,1 \text{ g}; 141,2 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 99,8 \pm 24,7 \text{ g}$ ) i mas oddzielonych od nich w opisany sposób części użytkowych, dla próby o liczebności 15 kręgosłupów określono wydajność operacji. Otrzymana średnia wartość wydajności była równa 0,402, a jej 95% przedział ufności wynosił  $\pm 0,027$ .

Ponieważ wykorzystane odpady zaliczyć można do „dużych”, można stwierdzić, że modyfikacja linii cięć spowodowała obniżenie wydajności obróbki średnio o 16%; taki udział masowy w odpadzie miały dodatkowo wycięte części kręgosłupa wraz z naczyniami krwionośnymi wzdłużnymi. Tak więc w przypadku zastosowanych linii cięć do separacji kierowany jest surowiec pozbawiony składników mogących zanieczyszczać farsz, stanowiący około 60% masy odpadów po filetowaniu (kręgosłupów stanowiących 17% masy ryby pełnej). Tak więc można stwierdzić, że został osiągnięty oczekiwany cel prób, wycięcie z odpadu (z kręgosłupa) po filetowaniu części mięsa z ościami pozbawionego źródeł zmieniających kolor farszu, kosztem zmniejszenia uzyskiwanej masy farszu nie wymagającego konieczności stosowania jego płukania.



**Rys. 12.** Koncepcja urządzenia do oddzielania nerki od odpadu po filetowaniu: 1 - odpad, 2 - linia cięcia brzusznych wyrostków kolczystych, 3 - linia cięcia grzbietowych wyrostków kolczystych, 4 - płyta orientująco-prowadząca, 5 - elementy transportujące.

## POSUMOWANIE – KONCEPCJA URZĄDZENIA DOCELOWEGO

Ponieważ oddzielone opisywanymi wyżej cięciami części użytkowe odpadów pozbawione są składników mogących zanieczyszczać farsz, przyjęto, że w urządzeniu docelowym zastosowane zostaną cięcia przedstawione na rysunku 10. Koncepcje urządzenia wykonującego takie cięcia przedstawia rysunek 12.

Ponieważ do obróbki w urządzeniu trafią będą odpady z różnych zakresów wielkościowych ryb, odległość noży odcinających wyrostki kolczyste brzuszne i grzbietowe od płyty orientująco-prowadzącej będzie regulowana na podstawie pomiaru wielkości każdego kręgosłupa.

Obecnie urządzenie oparte na przedstawionej koncepcji jest wykonywane w ramach realizowanego przez Morski Instytut Rybacki tematu finansowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

## LITERATURA

- [1] Kołakowski E.: Technologia farszów rybnych, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa, 1986.
- [2] Kawka T., Dutkiewicz D.: Maszyny do obróbki ryb i kalmarów, Zarys Konstrukcji, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk, 1986.

## LABORATORY TESTS OF MODEL DEVICES TO REMOVE KIDNEY FROM FISH SPIN AFTER FILLETING

### SUMMARY

*The paper describes results of laboratory tests of removing kidney from fish spin after filleting. The conceptual design study of kidney removing machine, based on findings, was developed.*