

Andrzej Dowgiałło

Mechaniczna obróbka karpia



Andrzej Dowgiałło

**Mechaniczna obróbka
karpi**



Gdynia 2012

Recenzent:

dr hab. inż. Jerzt Balejko, prof.nadzw.

Projekt okładki i strony tytułowej:

Magda Nowicka

Korekta:

Elżbieta Stawska

©Copyright by Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia 2012

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przedrukowywanie

I rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji

Bez zgody wydawcy zabronione.

Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa

ul. Kołłątaja 1

81-332 Gdynia

[http:// www.mir.gdynia.pl](http://www.mir.gdynia.pl)

ISBN 978-83-61650-11-9

Spis treści	
1.	Wstęp 5
2.	Główne czynniki wpływające na stan mechanizacji obróbki karpi 7
3.	Operacje obróbki wstępnej karpi 9
4.	Obróbka ręczna karpi 10
5.	Obróbka mechaniczna karpi 20
5.1.	Odśluzowywanie, odłuszczenie i mycie 20
5.2.	Sortowanie 23
5.3.	Odgławianie 24
5.3.1.	Cięcie proste 25
5.3.2.	Cięcie V dwoma nożami tarczowymi 27
5.3.3.	Cięcie V nożem talerzowym 29
5.3.4.	Cięcie okołoskrzelowe po łuku 34
5.3.5.	Analiza wydajności odgławiania w warunkach laboratoryjnych 36
5.3.6.	Badania modelowe operacji odgławiania 37
5.3.7.	Odgławiarka z cięciem okołoskrzelowym po łuku 42
5.4.	Patroszenie 44
5.4.1.	Koncepcja urządzenia do patroszenia 45
5.4.2.	Stanowisko do patroszenia 46
5.5.	Płatowanie 49
5.5.1.	Analiza operacji podawania ryb do płatownic 49
5.5.2.	Konstrukcja urządzenia podającego 53
5.5.3.	Konstrukcyjne możliwości zwiększenia wydajności operacji płatowania 55
5.6.	Filetowanie 62
5.7.	Odeskórzenie 63
5.8.	Przecinanie ości 64
5.8.1.	Rozmieszczenie ości w karpach 64
5.8.2.	Przecinanie ości w tuszkach 67
5.8.3.	Przecinanie ości w płatach 69
5.8.4.	Przecinanie ości w filetach 71
5.8.5.	Scalanie filetów i płatów 74
5.9.	Dzwonkowanie 76
5.10.	Oddzielanie mięsa z kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpi 79
5.10.1.	Analiza właściwości surowców odpadowych po płatowaniu i filetowaniu karpi jako materiału do odzyskiwania mięsa 79
5.10.2.	Kryteria i wymagania jakościowe dla surowców odpadowych przeznaczonych do oddzielania mięsa 80
5.10.3.	Wydajność separacji mięsa w warunkach laboratoryjnych 81
5.10.4.	Ocena wydajności separacji mięsa z kręgosłupów karpi w warunkach laboratoryjnych 85
5.10.5.	Wydajność separacji mięsa w warunkach przemysłowych 86
5.10.6.	Zaprojektowanie warunków i zasad odzyskiwania jadalnego mięsa karpi z kręgosłupów surowych i po obróbce cieplnej 91
6.	Zakończenie 94
Literatura 95	

1. Wstęp

Według danych zaprezentowanych na konferencji FAO, towarzyszącej targom Fish 2004 w Bremie, hodowla słodkowodnych i morskich ryb jest jedyną drogą do zwiększenia ich podaży. Przewiduje się, że w 2015 roku popyt przewyższy podaż o 30 mln. ton, a w 2030 roku - o 92 mln. ton. Istotny wpływ na zwiększenie podaży ryb będzie miała hodowla ryb słodkowodnych, przede wszystkim karpiowatych. Ryby karpioate, których hodowla została zapoczątkowana co najmniej 2500 lat temu w Chinach, współcześnie dominują w hodowli w wielu krajach Europy i Azji. O popularności hodowli tych ryb decydują takie czynniki, jak:

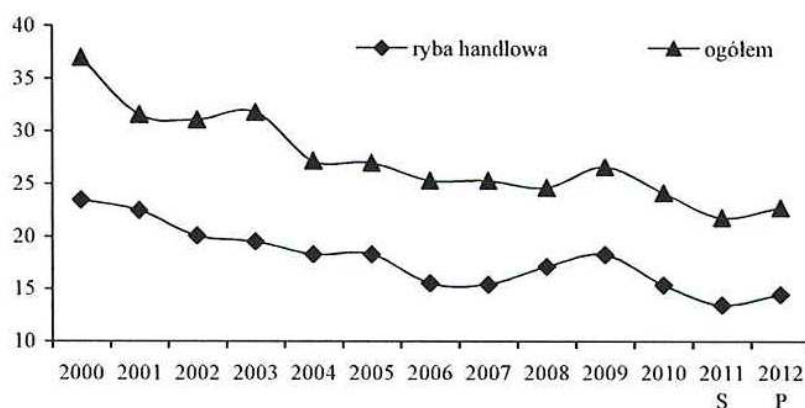
- bardzo szybki wzrost,
- zdolność rozwoju w dużym zagęszczeniu i wysoka produkcja na jednostkę powierzchni,
- stosunkowo niskie zapotrzebowanie na białko w diecie.

W 2010 roku wyprodukowano 24,2 mln. ton ryb karpioatych, co stanowiło 71,9% światowej produkcji ryb słodkowodnych (FAO 2012). Około 15% tej produkcji stanowiły karpioate należące do gatunku *Cyprinus carpio* (3,5 mln. ton), noszące handlową nazwę karp. W Polsce hodowane są trzy podstawowe odmiany tych ryb, różniące się rodzajem ułuszczenia: karp pełnołuski, lustrzeń i karp bezłuski (rys. 1.1).



Rys. 1.1. Współczesne rasy hodowlane karpia (od lewej): pełnołuski, lustrzeń, beżłuski (Michalik i Reiser 1990)

Od 2000 roku popyt na karpie wyraźnie i systematycznie maleje, pociągając za sobą spadek ich produkcji (rys. 1.2).



Rys.1. 2. Produkcja karpia w akwakulturze (tys. ton) (Seremak-Bulge 2012)

Żeby znacznie zwiększyć ich sprzedaż i spożycie, trzeba stworzyć warunki do stałej obecności na rynku różnorodnych półproduktów i finalnych produktów żywnościowych z karpia. Dzisiaj tradycyjna od wieków forma sprzedaży całych karpia jest nieakceptowana, gdyż w tej postaci są one surowcem bardzo uciążliwym i trudnym do wykorzystania w warunkach domowych. Na współczesnym rynku nieprzetworzony karp zdecydowanie przegrywa konkurencję z wysoko przetworzonymi i bardziej wygodnymi w użytkowaniu produktami rybnymi, takimi jak, np. świeże lub mrożone filety rybne. Chociaż wyniki badań przedstawione przez Lirskiego (2006) pokazują, iż karpie są uważane za ryby smaczne i zdrowe, to jednak do ich zakupu zniechęca przede wszystkim sprzedaż ryb w stanie nieprzetworzonym, brak umiejętności sprzątania ryb i ościste mięso (Cieśla 2008).

Stała obecność na rynku różnorodnych półproduktów i finalnych produktów żywnościowych z karpia, w formach akceptowanych sprzedaż i spożycie karpia i oszukiwanych przez współczesnych konsumentów, przyczyni się do zwiększenia sprzedaży i spożycia karpia, a tym samym do stabilizacji oraz rozwoju krajowej hodowli. W latach 2004 - 2007 znacznie wzrósł popyt na produkty nowej jakości, o czym świadczą wyniki badań Lirskiego (2007), który w jednej z przetwórni stwierdził aż dwudziestodwukrotny wzrost popytu na karpie przetworzone do postaci tuszek, płatów i filetów. Ponadto wytworzone produkty nie mogą zawierać w tkance mięsniowej ości, które stanowią zagrożenie dla zdrowia konsumenta.

Pomimo coraz większego zainteresowania przetwórców możliwością zmechanizowania poszczególnych operacji, spowodowanego stwierdzonym wzrostem popytu na karpie częściowo przetworzone oraz dążeniem do obniżenia kosztów przetwarzania dzięki zwiększeniu przepustowości obróbki, nadal pozostaje nierozwiązany problem braku niektórych rodzajów maszyn lub niespełnienie oczekiwanych wymogów przez już istniejące, wśród których są urządzenia o niskim poziomie uzyskiwanej wydajności technologicznej i przepustowości oraz wysokich kosztach zakupu. Tak więc pomimo postępu technicznego głównymi urządzeniami do obróbki karpia są nadal nóż i stół obróbczy (Knösche 1995, Váradi 1995).

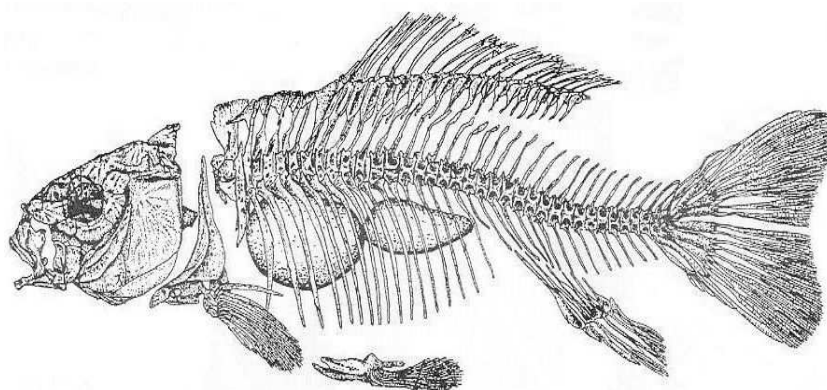
Nawet tak ogólna ocena obecnego przetwórstwa karpia wskazuje na kierunki działań, które mają realne podstawy powodzenia. Dlatego też w Morskim Instytucie Rybackim w Gdyni w ramach działalności statutowej, programów finansowanych przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz zleceń zewnętrznych podjęto prace nad zaprojektowaniem i wdrożeniem do przemysłowej praktyki rodzimych urządzeń usprawniających operacje wstępne obróbki karpia.

2. Główne czynniki wpływające na stan mechanizacji obróbki karpia

Istnieją przynajmniej dwa istotne czynniki, które wpłynęły na wciąż niezadowalający stan zmechanizowania obróbki ryb karpiowatych zarówno w kraju, jak i zagranicą w porównaniu z poziomem, jaki osiągnięto w tej dziedzinie w obróbce przemysłowych gatunków ryb morskich o zbliżonych kształtach budowy ciała i wielkości (na przykład karmazynów).

W pierwszej kolejności wymienić należy brak zainteresowania stworzeniem nowych bądź adaptowaniem istniejących konstrukcji maszyn do obróbki ryb morskich dla potrzeb obróbki ryb karpiowatych. Większe zakłady przetwórstwa rybnego, w których obróbka karpia nie występuje lub stanowi margines produkcji, nie są zainteresowane takimi działaniami. Wynika to z niskiej oceny rynkowej ryb tego gatunku w kraju oraz w krajach Europy Zachodniej, a przede wszystkim w USA, gdzie karpie ze względu na licznie występujące w nich ości uznano za gatunek niehandlowy, a nawet niejadalny w innej postaci niż farsze i powstałe z nich produkty. Do tego dodać należy nieciągłość dostaw rynkowych oraz tradycyjne kojarzenie karpia ze świętami Bożego Narodzenia. Z kolei producenci maszyn z własnej inicjatywy problemu nie podejmują, gdyż według ich rozpoznania nie istnieje dostatecznie duży rynek zbytu na takie maszyny. Niektóre jednooperacyjne i proste pod względem konstrukcyjnym maszyny do obróbki karpia były lub są produkowane w Niemczech, Polsce, Austrii i Rosji. Trudno jest jednak z dotychczas dostępnych maszyn skompletować linię produkcyjną o zadowalających parametrach produkcyjnych i ekonomicznych.

Drugim, równie ważnym czynnikiem, który utrudnia konstrukcję maszyn do obróbki wstępnej karpia i innych ryb karpiowatych, zakładającą proste rozwiązania i niskie ceny tych maszyn, jest ich budowa kostno-szkieletowa (rys. 2.1) i kształt ciała. W szczególności odnosić to należy do: szkieletu głowy i miejsca jej osadzenia na kręgosłupie, zakrzywionej linii kręgosłupa i jego stożkowatej kształtu (u większości ryb jest on w kształcie walca) oraz łukowych kości żebrowych o dużej sztywności, występowania w tkance mięśniowej w części nad i pod linią kręgosłupa licznych mocno związanych z tkanką mięsną ości, których usunięcie przez wyrwanie jest praktycznie niemożliwe.



Rys. 2.1. Szkielet karpia

Z kolei zewnętrzny kształt, charakteryzujący się dużym wygrzbieceniem i stosunkowo małą głową (rys. 1.1), którą należy odciąć tradycyjnie stosowanym w obróbce ręcznej cięciem po linii krzywej tuż za łukiem skrzelowym, utrudnia orientację położenia i prowadzenie podczas obróbki maszynowej. Nadmienić należy, że zarówno w odniesieniu do karpi, jak i innych gatunków ryb słodkowodnych, mimo istnienia wielu publikacji, brakuje informacji niezbędnych do projektowania maszyn do ich obróbki. Dla ich zdobycia podjęto w Morskim Instytucie Rybackim w Gdyni prace badawcze oraz, o czym już wspomniano, prace nad urządzeniami usprawniającymi operacje wstępnej obróbki karpi, przy czym założono, że ze względu na kryterium możliwie niskiej ceny powinny to być raczej narzędzia niż maszyny.

3. Operacje obróbki wstępnej karpia

Na wstępną obróbkę karpia składają się następujące operacje jednostkowe:

- mycie, odśluzowywanie i odłuszczenie (w przypadku obróbki karpia pełnołuskich i lustrzeni),
- sortowanie,
- odgławianie,
- patroszenie i doczyszczanie jamy brzusznej,
- płatowanie i ewentualne doczyszczanie płatów - obcinanie pasa barkowego, płatów brzusznych i płetw,
- filetowanie,
- odskórzanie,
- przecinanie ości w tuszkach, płatach i filetach,
- dzwonkowanie,
- odzyskiwanie mięsa od kostnych pozostałości po płatowaniu i filetowaniu.

Celem większości z nich jest oddzielenie części niejadalnych od jadalnych ryby, a ich kombinacje tworzą ciągi technologiczne wytwarzania takich podstawowych produktów handlowych (półproduktów) z karpia, jak ryby całe, ryby odgłowione i wypatroszone (tuszkę), płaty (filety z żebrami), filety ze skórą lub odskórzane oraz dzwonka i farsze.

Podczas obróbki karpia na skalę przemysłową mycie bywa łączone z odśluzowywaniem i odłuszczeniem. Operacje płatowania i filetowania mogą być operacjami niezależnymi bądź też operacja płatowania może poprzedzać operację filetowania, zaś odskórzanie, ze względu na brak zainteresowania sieci handlowych, jest poddawana tylko niewielka ilość produkowanych filetów.

Obecnie w większym lub mniejszym stopniu są zmechanizowane: mycie, odłuszczenie łączone z myciem i odśluzowywaniem lub jako operacja niezależna, odgławianie, patroszenie, doczyszczanie jamy brzusznej, płatowanie, przecinanie ości oraz separacja mięsa od kostnych pozostałości po płatowaniu i filetowaniu.

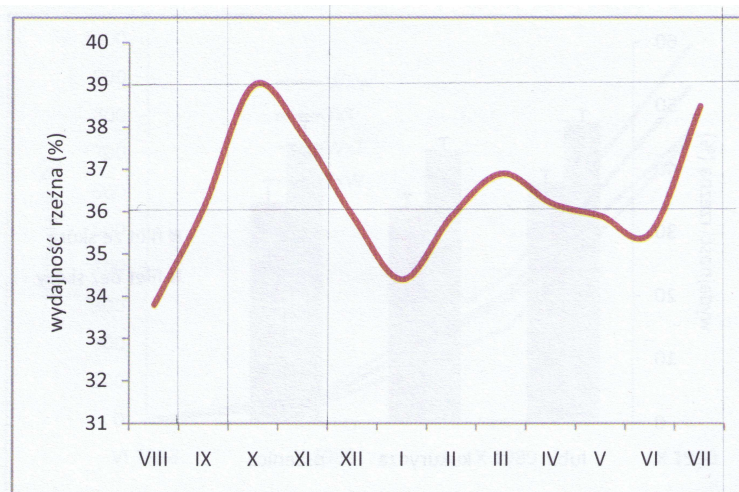
4. Obróbka ręczna karpia

Podczas obróbki ryb, w tym karpia, zasadniczego znaczenia nabiera wydajność poszczególnych operacji jednostkowych, które składają się na proces technologiczny obróbki. Wydajność, określana zwyczajowo w procentach, wyraża stosunek masy karpia po danej operacji do masy karpia całego. W przetwórstwie wstępnym wydajność bezpośrednio wpływa na koszty i opłacalność obróbki, a kilku procentowa różnica wydajności może decydować o wielkości zysku przetwórci.

Według danych literaturowych (Białowas 2006) wydajność podstawowych półproduktów uzyskiwanych w wyniku obróbki ręcznej karpia wnoszą:

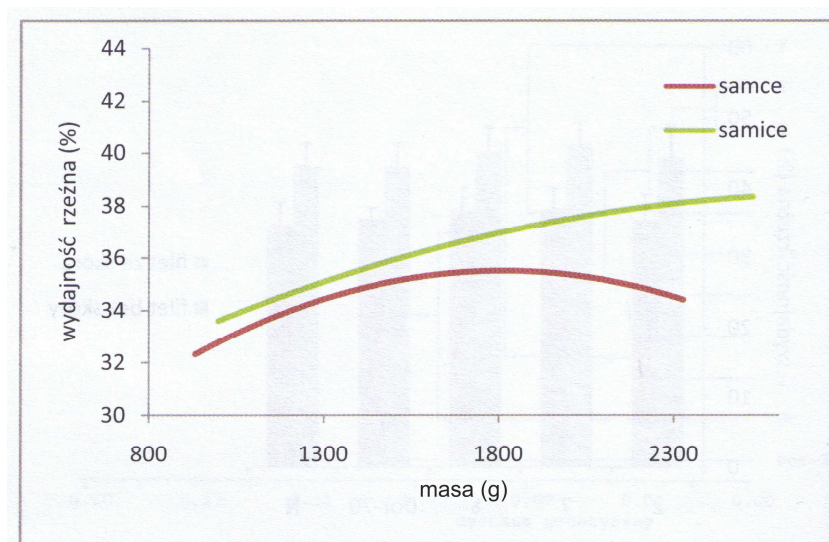
- karp patroszony z głową - 85%;
- karp patroszony bez głowy - 65%;
- filet ze skórą - 43%;
- filet bez skóry - 36%.

Przedstawione dane dotyczą kilku tysięcy trzyletnich karpia towarowych różnego pochodzenia, które obrabiano ręcznie w różnych latach (*ibidem*). Mimo bardzo dużej liczby przetworzonych karpia, dane te mają charakter orientacyjny, ponieważ na wydajność obróbki wpływa kilka czynników. Jednym z nich jest żywienie karpia. W Polsce tradycyjnie karpie są dokarmiane paszami roślinnymi: pszenicą, kukurydzą, łubinem. Określono wydajność obróbki karpia, które po dwuletnim okresie wspólnego chowu w jednym stawie rozdzielono do trzech stawów i w ostatnim roku zróżnicowano dokarmianie (łubinem, pszenicą lub kukurydzą). Stwierdzono, że wydajność obróbki karpia dokarmianych łubinem była o ponad 3% większa niż karpia dokarmianych pszenicą lub kukurydzą (Białowas 2006). Kolejnym czynnikiem wpływającym na wydajność może być czynnik genetyczny - rasa karpia i linia hodowlana (np. polska, węgierska, niemiecka, izraelska). Również termin połowu jest czynnikiem mającym niezwykle istotny wpływ na wydajność. Na rysunku 4.1 przedstawiono, jak zmieniała się wydajność filetów bez skóry w poszczególnych miesiącach roku (od sierpnia do lipca).



Rys. 4.1. Wydajność filetów bez skóry uzyskiwanych z karpia handlowych w poszczególnych miesiącach roku (Białowas 2007)

Wydajność obróbki karpi zależy również od ich jednostkowej masy i płci (Białowas 2007). Zależność tę ilustruje rysunek 4.2.



Rys. 4.2. Wydajność filetów bez skóry z karpi różniących się wyjściową masą i płcią (Białowas 2007)

Jak wspomniano, dane dotyczące wydajności obróbki karpi mają charakter orientacyjny, gdyż wpływają na nią nie tylko wymienione już czynniki, lecz również wprawa osoby dokonującej rozbioru ryb oraz sposób, w jaki jest on dokonywany. Sposób rozbioru, związany głównie z wyborem cięć płatujących i odgławiających, istotnie wpływa na wydajność. Dlatego, aby określić zakres zmienności wydajności poszczególnych operacji obróbki karpi, zebrano dane o wydajności obróbki również z innych źródeł (tab. 1).

Tabela 1. Wydajności ręcznej obróbki karpi do postaci podstawowych półproduktów handlowych

Półprodukt Źródło	Karp patroszony z/g [%]	Karp patroszony b/g [%]	Płat [%]	Filet z/s [%]	Filet b/s [%]
Białowas (2006)	85,0	65,0	-	43,0	36,0
Kocour i in. (2007)	-	67,2	-	41,1	32,1
Gospodarstwo Rybackie I	84,8	65,4	52,9 ^{*)}	-	-
Gospodarstwo Rybackie II	83,0	63,0	52,0 ^{*)}	-	-
Sieć Makro	86,9	58,5		45,0	-

^{*)} obróbka mechaniczna

Ze względu na duży rozrzut wartości wydajności poszczególnych operacji obróbczych wykonywanych przez różne podmioty, Diakun i inni (2010) określili w szczegółowo udokumentowanych badaniach średnie wartości wydajności ręcznej obróbki wstępnej. Ich znajomość jest nie tylko podstawowym warunkiem planowania optymalnego wykorzystywania karpi na cele konsumpcyjne, ale również punktem odniesienia do ilościowej oceny obróbki mechanicznej.

Obróbki karpi dokonano ręcznie w warunkach laboratoryjnych, określając po każdej operacji masę powstałych półproduktów i odpadów, a także ich procentowy udział w stosunku do masy całkowitej ryby.

Patroszenie pełnego karpia polegało na przecięciu jamy brzusznej ryby od otworu analnego w kierunku głowy, a następnie usunięciu wnętrzości przez obluzowanie palcami i wyciągnięcie ich na zewnątrz.

Odglawianie wypatroszonego karpia polegało na odcięciu głowy ryby cięciem okołoskrzelowym z pozostawieniem pasa barkowego i płetw przy tuszy, a jej odłuszczenie przeprowadzono ręcznie za pomocą skrobaka do ryb.

Płatowanie karpia polegało na rozcięciu tuszy tuż przy kręgosłupie, na całej jego długości i na całą głębokość mięśnia grzbietowego, cięciem prowadzonym przez grzbiet, z przecięciem skóry na grzbiecie. W wyniku tej operacji uzyskano zespół mięśni szkieletowych ryby ze skórą, pasem barkowym, płetwami (z wyjątkiem grzbietowej) odcięty wzdłuż kręgosłupa z jednej strony ryby. W dalszej obróbce od płatów odcinano pasy barkowe, płaty brzuszne i płetwy.

Filetowanie polegało na wycięciu żeber z płatów karpia.

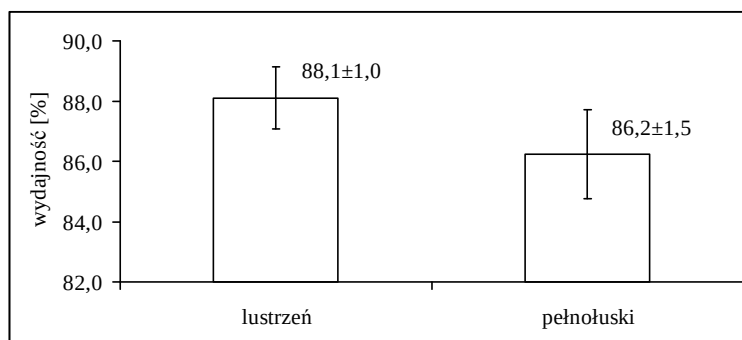
Ręczny rozbiór karpi, lustrzeni i pełnołuskich, obejmował wyłącznie standardowe operacje stosowane obecnie w krajowym przetwórstwie, a uzyskiwane w ich wyniku półprodukty są przedmiotem obrotu handlowego.

Wydajność poszczególnych operacji była odnoszona, o czym wspomniano, do masy początkowej karpi, a w przypadku płatowania i filetowania do pary płatów i filetów.

Patroszenie

W wyniku operacji patroszenia całych karpi o masie $1310 \div 2510$ g i długości $410 \div 530$ mm w przypadku lustrzeni oraz całych karpi pełnołuskich o masie $1330 \div 2240$ g i długości $445 \div 540$ mm uzyskano karpie lustrzenie patroszone z głową, o masie $1160 \div 2170$ g (wydajność patroszenia $86,4\% \div 88,9\%$), oraz karpie pełnołuskie z głową o masie $1130 \div 1980$ g (wydajność patroszenia $85,0\% \div 88,4\%$). Średnie wartości wydajności patroszenia obu grup karpi (lustrzeni i pełnołuskich) wraz z ich odchyleniami standardowymi pokazano na rysunku 4.3.

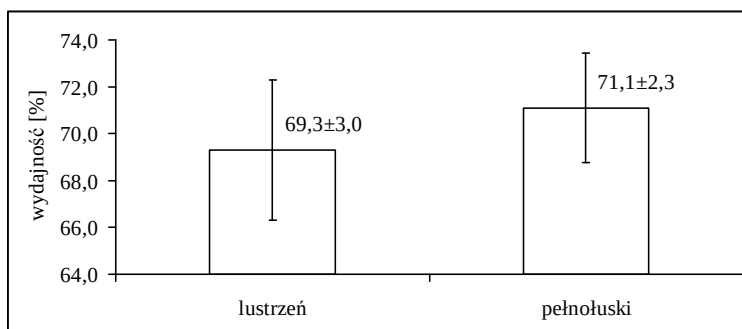
Ponieważ analiza statystyczna wykazała, że na 95% poziomie ufności obie średnie wartości wydajności nie różnią się statystycznie istotnie, dla całej badanej próby obliczono średnią wartość wydajności karpi patroszonych z głową, która wyniosła $87,3 \pm 1,5\%$.



Rys. 4.3. Średnie wartości wydajności ręcznego patroszenia karpi lustrzeni i pełnołuskich

Odglawianie i odłuszczenie

Karpie odglawiano cięciem okołoskrzelowym, pozostawiając pas barkowy i płetwy w otrzymanej tuszy, a następnie odłuszczano skrobakiem ręcznym. Długość tusz karpi lustrzeni wynosiła 285÷370 mm, a ich masa 930÷1760 g (wydajność odglawiania 64,4÷72,2%), natomiast długość tusz karpi pełnołuskich z pasem barkowym i płetwami wynosiła 300÷370 mm, a ich masa 900÷1620 g (wydajność odglawiania 64,4÷72,8%). Masa głowy karpi lustrzeni wynosiła 220÷400 g (16,0÷19,4% masy całej ryby), a masa głowy karpi pełnołuskich wynosiła 210÷360 g i stanowiła 14,2÷17,3% masy całej ryby. Średnie wartości wydajności odglawiania obu grup karpi (lustrzeni i pełnołuskich) wraz z ich odchyleniami standardowymi pokazano na rysunku 4.4. Statystyczna analiza wydajności odglawiania wykazała, że na 95% poziomie ufności obie średnie wydajności nie różnią się statystycznie istotnie, a obliczona dla połączonych obu grup średnia wartość wydajności odglawiania wynosiła 70,1±2,7%.



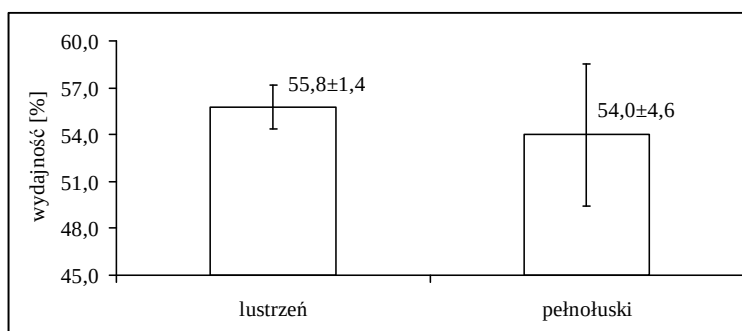
Rys. 4.4. Średnie wartości wydajności ręcznego odglawiania karpi lustrzeni i pełnołuskich

Natomiast udział masy głowy karpia w całkowitej masie jego ciała, niezależnie od rasy hodowlanej, wynosił średnio $17,0 \pm 2,7\%$.

Płatowanie

W wyniku płatowania tusz karpia z pasem barkowym i płetwami, każdą z nich rozdzielono na dwa płaty (lewy i prawy) z płetwami piersiowymi i brzuszными oraz kręgosłup wraz ze związanymi z nim płetwami (grzbietową, odbytową i ogonową).

Długość płatów karpia lustrzeni była zawarta w przedziale $275 \div 365$ mm, natomiast masa płatów uzyskiwanych z jednej tuszy - w przedziale $750 \div 1410$ g (wydajność $50,0 \div 56,8\%$). Długość płatów karpia pełnołuskich wynosiła $285 \div 360$ mm, a masa dwóch płatów - $630 \div 1260$ g (wydajność $47,4 \div 57,6\%$). Średnie wartości wydajności płatowania obu grup karpia (lustrzeni i pełnołuskich) wraz z odchyleniami standardowymi pokazano na rysunku 4.5.



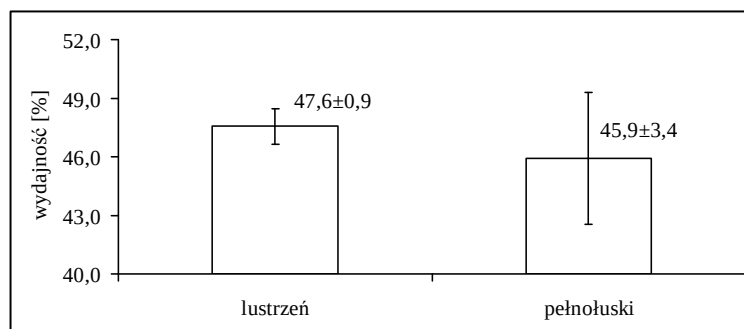
Rys. 4.5. Średnie wartości wydajności ręcznego płatowania karpia lustrzeni i pełnołuskich (płaty z pasem barkowym i płetwami)

Statystyczna analiza wydajności płatowania wykazała, że na 95% poziomie ufności obie średnie wydajności nie różnią się statystycznie istotnie, a obliczona dla połączonych obu grup średnia wartość wydajności obróbki do postaci płatów z pasem barkowym i płetwami była równa $55,0 \pm 3,1\%$.

Na tym etapie obróbki odpadami były kręgosłupy ze związanymi z nim płetwami. Udział ich masy w całkowitej masie ryby, niezależnie od rasy hodowlanej, wynosił średnio $11,9 \pm 1,1\%$.

Odcięcie od płatów pasa barkowego i płetw

Po odcięciu pasa barkowego i płetw masa płatów z karpia lustrzeni wynosiła $308 \div 620$ g (pojedynczy płat) i $627 \div 1220$ g (dwa płaty z tej samej tuszy, wydajność $46,5 \div 48,6\%$), a w przypadku karpia pełnołuskich - $271 \div 556$ g (pojedynczy płat) i $551 \div 1107$ g (dwa płaty z tej samej tuszy, wydajność $41,4 \div 49,4\%$). Średnie wartości wydajności płatowania obu grup karpia (lustrzeni i pełnołuskich) do postaci płatów bez pasa barkowego i płetw oraz ich odchylenia standardowe pokazano na rysunku 4.6.



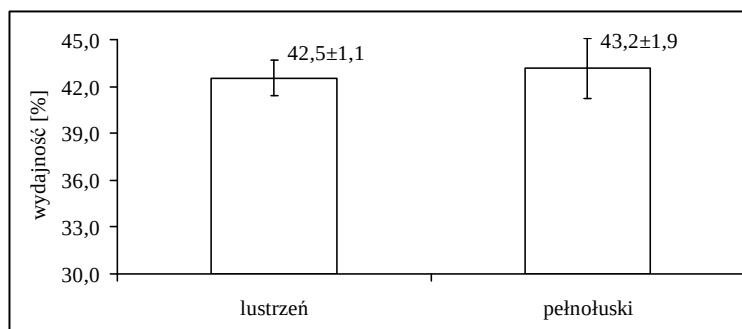
Rys. 4.6. Średnie wartości wydajności ręcznego płatowania karpia lustrzeni i pełnołuskich (płaty bez pasa barkowego i płetw)

Statystyczna analiza wydajności płatowania wykazała, że na 95% poziomie ufności obie średnie wydajności nie różnią się statystycznie istotnie, a obliczona dla połączonych obu grup średnia wartość wydajności obróbki do postaci płatów bez pasa barkowego i płetw była równa $46,8 \pm 2,3\%$.

Odpadami w przeprowadzonej operacji technologicznej były pas barkowy oraz ścinki płetw. Masa pasa barkowego z karpia lustrzeni wynosiła $58 \div 101$ g i stanowiła $4,0 \div 5,9\%$ masy całego ciała ryb, a masa ścinków płetw zawarta była w przedziale $38,0 \div 68,3$ g i stanowiła $2,7 \div 3,2\%$ masy całego ciała ryb. Natomiast masa pasa barkowego z karpia pełnołuskich wynosiła $60 \div 116$ g i stanowiła $3,0 \div 6,1\%$ masy całego ciała ryb, a masa ścinków płetw zawarta była w przedziale $48,0 \div 114,0$ g i stanowiła $3,1 \div 7,7\%$ masy całej ryby.

Filetowanie

Wysoko przetworzony finalny półprodukt - filet - otrzymywano wycinając żebra z płatów pozbawionych pasa barkowego i płetw. Wydajność tej operacji zależała w dużym stopniu od metody oraz staranności pracownika dokonującego rozbioru karpia podczas oddzielania żeber od przyległych do nich mięśni. Masa filetów z karpia lustrzeni wynosiła $278 \div 568$ g (pojedynczy filet) i $559 \div 1104$ g (dwa filety z tuszy), a masa filetów z karpia pełnołuskich wynosiła $247 \div 500$ g (pojedynczy filet) i $499 \div 997$ g (dwa filety z tuszy). Udział masy dwóch filetów uzyskanych z jednej tuszy karpia w stosunku do masy ryby całej w przypadku karpia lustrzeni wynosił $41,4\% \div 44,0\%$, a w przypadku karpia pełnołuskich - $37,5\% \div 44,5\%$. Średnie wartości wydajności filetowania (filety ze skórą) oraz ich odchylenia standardowej przedstawiono na rysunku 4.7.



Rys. 4.7. Średnie wartości wydajności ręcznego filetování karpi lustrzeni i pełnołuskich (filet ze skórą)

Statystyczna analiza wydajności filetování wykazała, że na 95% poziomie ufności obie średnie wydajności nie różnią się statystycznie istotnie, a obliczona dla połączonych obu grup średnia wartość wydajności obróbki do postaci filetów ze skórą była równa $42,8 \pm 1,5\%$.

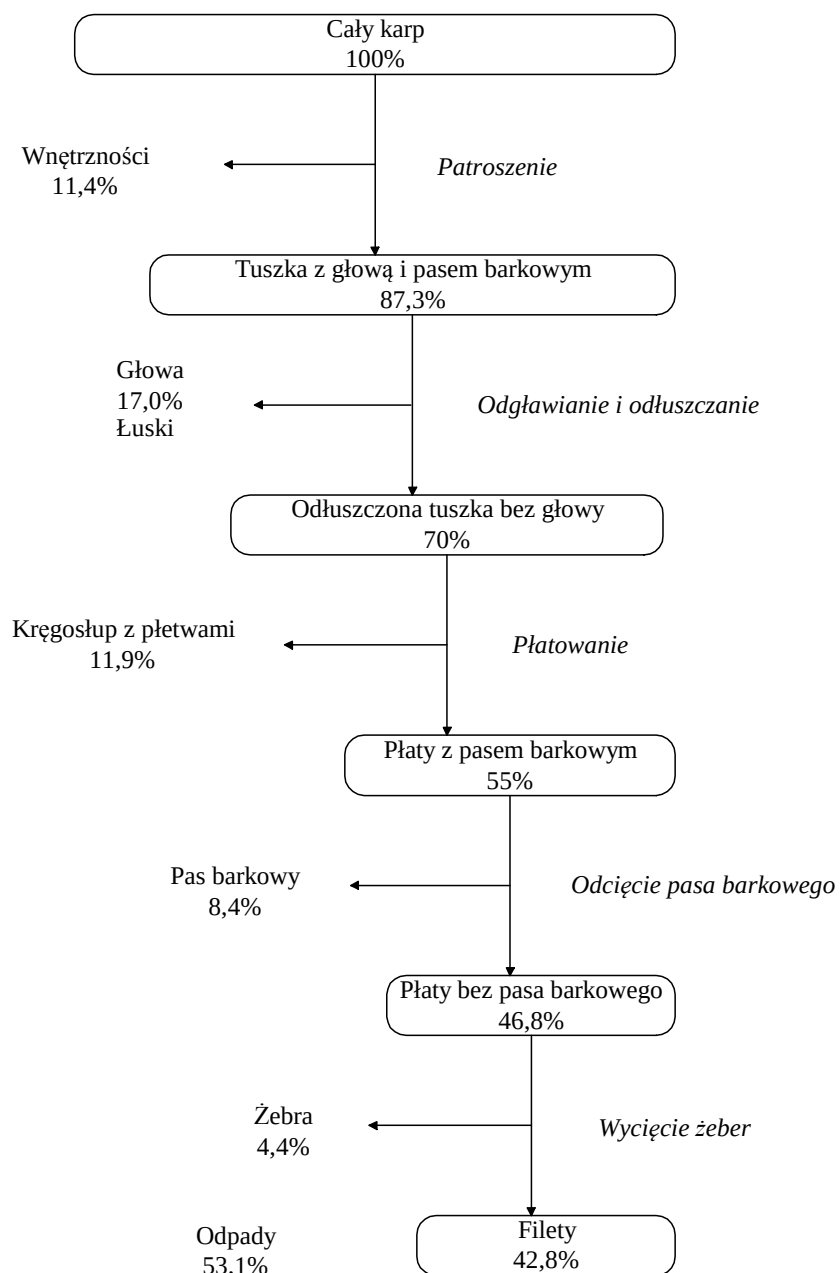
Masa odpadów (wyciętych żeber) w przypadku karpi lustrzeni wynosiła $47 \div 113$ g ($2,9 \div 4,9\%$ masy całej ryby), a w przypadku karpi pełnołuskich - $47 \div 110$ g ($3,5 \div 5,7\%$ masy całej ryby).

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów sporządzono przedstawiony na rysunku 4.8 diagram wydajności poszczególnych operacji jednostkowych w procesie ręcznej obróbki karpi do postaci nieodskórzonych filetów.

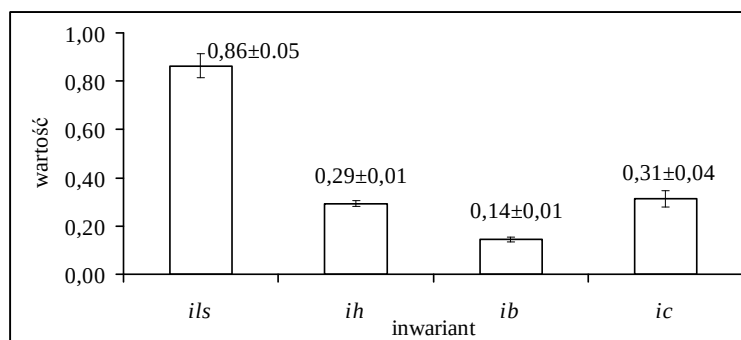
Poza pomiarami wydajności poszczególnych operacji jednostkowych obróbki wstępnej przeprowadzono również pomiary morfometryczne karpi lustrzeni i pełnołuskich, przydatne w przypadku konstruowania urządzeń do ich mechanicznej obróbki. Obejmowały one 5 cech mierzalnych: długość całkowitą l , długość standardową l_s - od początku pyska do nasady płetwy ogonowej, największą wysokość h i grubość b ciała oraz długość głowy c - od początku pyska do najdalszego punktu pokrywy skrzelowej. Uzyskane wyniki przekształcono w inwarianty geometryczne, których konstrukcje oparto na ilorazach mierzonych parametrów ciała ryb do ich długości całkowitej:

$$ils = \frac{l_s}{l}, ih = \frac{h}{l}, ib = \frac{b}{l}, ic = \frac{c}{l}. \text{ Wartości poszczególnych inwariantów i ich}$$

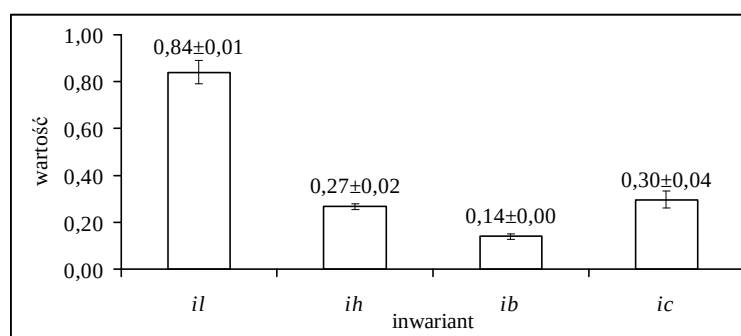
odchyłeń standardowych dla karpi lustrzeni i pełnołuskich pokazane są na rysunkach 4.9 i 4.10.



Rys. 4.8. Diagram wydajności półproduktów oraz ilości odpadów podczas ręcznej obróbki karpia do postaci filetów

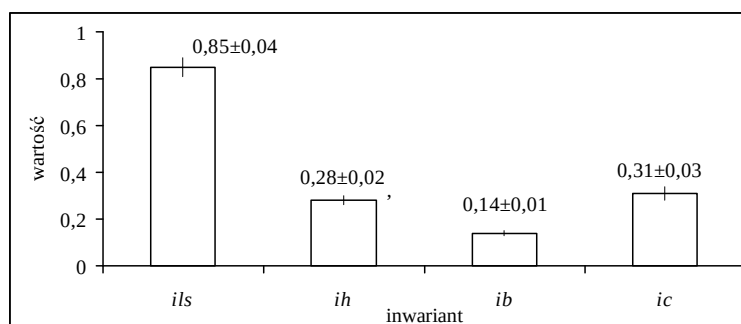


Rys. 4.9. Inwarianty charakteryzujące karpia lustrzenia



Rys. 4.10. Inwarianty charakteryzujące karpia pełnoluskiego

Porównanie parami średnich wartości poszczególnych inwariantów charakteryzujących lustrzenie i pełnoluskie wykazała, że na 95% poziomie ufności nie różnią się one statystycznie istotnie. Dlatego też po pogrupowaniu wyników pomiarów obliczono inwarianty wspólne dla obu ras, a wyniki pokazano na rysunku 4.11.



Rys. 4.11. Średnie wartości inwariantów charakteryzujących karpie lustrzenie i pełnoluskie

Ponieważ wartości poszczególnych inwariantów charakteryzują stosunkowo wysokie odchylenia standardowe, należy stwierdzić, że raczej nie należy ich wykorzystywać w sterowaniu obróbką mechaniczną, gdyż mogą spowodować albo błędy w obróbce, albo straty jej wydajności.

5. Obróbka mechaniczna karpia

5.1. Odśluzowywanie, odluszczenie i mycie

Odśluzowywanie i odluszczenie

Wydzielanie śluzu na powierzchni ryby to swoista reakcja obumierającego organizmu. Ciało niektórych gatunków ryb słodkowodnych jest pokryte grubą warstwą śluzu, który może stanowić 2÷5% masy ryby. Pozostawienie nawet niewielkiej ilości śluzu (co zdarza się przy ręcznym odśluzowywaniu) powoduje przyspieszenie psucia się ryby i powstawanie widocznych, nieprzyjemnych żółtawobrunatnych plam.

Ryby oprócz odśluzowywania, jeszcze przed ich dalszą obróbką, są poddawane, gdy zachodzi taka potrzeba, odluszczeniu, które wykonywane ręcznie stanowi jedną z najbardziej pracochłonnych operacji. Niektóre źródła podają, że ręczne odluszczenie większych ryb zajmuje blisko 40% czasu przeznaczonego na ich obróbkę do postaci tuszki.

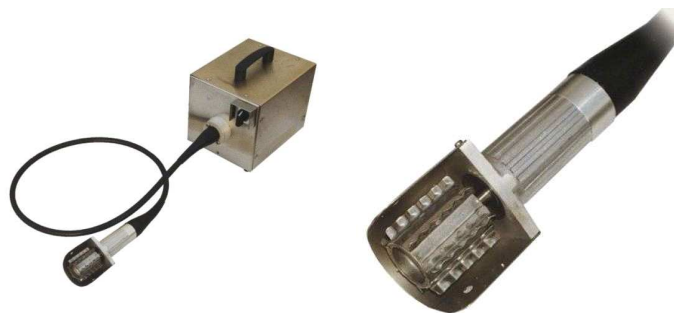
W przemysłowej praktyce obie operacje, odśluzowywanie i odluszczenie, są wykonywane na ogół w jednym urządzeniu.

W małych zakładach przetwórczych szerokie zastosowanie znalazły oferowane przez licznych producentów odluszcarki bębnowe pionowe (rys. 5.1), w których koliste dno jest obrotowe (pionowa oś obrotu), a ścianki w kształcie walca są nieruchome i mają wbudowane drzwi wyładunkowe.



Rys. 5.1. Odluszczarka bębnowa o pionowej osi obrotu

Maszyna pracuje cyklicznie. Łuska jest zrywana przez nacięcia na powierzchni bębna i obrotowego dna. W małych zakładach przetwórczych szerokie zastosowanie znalazły także zmechanizowane narzędzia do odłuszczenia, tak zwane skrobaki (rys. 5.2), które zrywają łuskę ze skóry ryby obrotowym frezem walcowym o średnicy 30÷40 mm, napędzanym wałkiem giętkim połączonym sprzęgłem przeciążeniowym z wałkiem silnika elektrycznego.



Rys. 5.2. Skrobak ręczny z elektrycznym napędem

Skrobaki są często wykorzystywane nie jako narzędzia samodzielne, lecz do doczyszczania ryb, z których usunięto już 80 ÷ 90% łuski w odłuszczarkach bębnowych o pracy ciągłej (rys. 5.3), wykorzystywanych w większych zakładach przetwórczych. Takie użycie skrobaków poważnie zmniejsza pracochłonność i zapewnia całkowite usunięcie łuski.



Rys. 5.3. Bębnowa odłuszczarko-odśluzowywarka o poziomej osi obrotu

Mycie

Mycie stanowi ważną operację w procesie obróbki ryb, której są poddawane zarówno ryby całe, wówczas często jest połączone z odśluzowywaniem i odłuszczeniem, jak i półprodukty z ryb - na przykład tuszki i dzwonka. W zakładach przetwórczych ryb słodkowodnych są powszechnie stosowane dwa typy urządzeń do mycia (myjek): bębnowe o osi pionowej, pracujące w ruchu przerywanym i charakteryzujące się stosunkowo małymi wymiarami, oraz większe, bębnowe o osi poziomej, pracujące w ruchu ciągłym (rys. 5.4). Konstrukcyjnie od odłuszcarko-odśluzowywarek głównie różni je wykonanie elementów obrotowych (ruchomych den i bębnow) z blachy pozbawionej zrywających łuskę nacięć.



Rys. 5.4. Myjka bębnowa o poziomej osi obrotu

W obu rodzajach myjek efektywność mycia wodą jest wspomagana przez mechaniczne tarcie powierzchni ryby o ścianki obrotowych bębnow.

5.2. Sortowanie

Obróbka wstępna obejmuje sortowanie wielkościowe ryb bezpośrednio po złowieniu lub w zakładzie przetwórczym. Urządzenia wykorzystywane do sortowania karpia, zarówno śniętych, jak i żywych, są produkowane w kraju i za granicą. Są one rzadko stosowane w małych zakładach przetwórczych, a głównie w dużych gospodarstwach hodowlanych do rozsortowywania ryb pomiędzy stawami. Wyposaża się je wówczas w koła ułatwiające transport sortownic pomiędzy stawami. Zastosowanie maszyn do sortowania zwiększa wielokrotnie wydajność pracy w porównaniu z wydajnością sortowania ręcznego, gdyż przepustowość sortownic mieści się w zakresie od 2 ton do 15 ton na godzinę.

Najczęściej stosowane są urządzenia typu rolkowo-szczelinowego, w których przepustowość sortowania zależy między innymi od ilości rolek sortujących, pomiędzy którymi jest tworzona rozszerzająca się w kierunku ruchu ryby szczelina sortownicza o szerokości regulowanej rozstawem rolek. Sortownicę tego typu, zaprojektowaną w MIR, pokazano na rysunku 5.5.



Rys. 5.5. Zaprojektowana w MIR sortownica rolkowo-szczelinowa

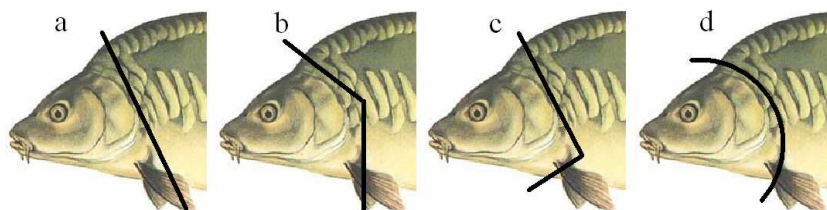
Dodać warto, że w ostatnich latach coraz częściej do sortowania ryb słodkowodnych, zarówno śniętych, jak i żywych, są oferowane sortownice ciągnowe, w których rolki zostały zastąpione przez taśmy przenośników tworzących w przekroju poprzecznym literę V.

5.3. Odgławianie

Masa głowy ma duży udział w masie ryby, w niektórych cięciach ogławiających dochodzi do 20% jej masy. W przemysłowej obróbce głowa bywa odcinana w pierwszej kolejności. Ręczne odgławianie karpi, które charakteryzują się grubym i twardym kręgosłupem w strefie przygłowej, jest operacją wymagającą znacznego wysiłku. W tym przypadku zmechanizowanie operacji odgławiania jest szczególnie uzasadnione, jednakże spotyka się je niezbyt często. Mimo istnienia wielu typów maszyn do odgławiania, stosowanych szeroko w obróbce ryb morskich, nadal karpiozłoty i inne ryby słodkowodne są najczęściej odgławiane ręcznie. Wprawdzie w MIR w ramach jednego z finansowanych przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) projektów operacyjnych zaprojektowano, wykonano i poddano próbom eksploatacyjnym odgławiarkę dla karpia, jednakże zastosowane w niej cięcie odgławiające jest rzadko stosowane.

Podstawą akceptowanego przez przetwórców zmechanizowania operacji odgławiania, niezależnie od stopnia jej technicznego zaawansowania (zmechanizowane narzędzie wspomagające odgławianie czy też maszyna do odgławiania), jest określenie uzyskiwanych wydajności obróbki, które są głównym kryterium wyboru rodzaju cięcia odgławiającego, i w efekcie narzucają kierunki rozwiązań konstrukcyjnych narzędzia lub maszyny. Optymalna ze względu na wydajność obróbki linia cięcia odgławiającego powinna przebiegać możliwie jak najbliżej krawędzi pokrywy skrzelowej, wyznaczającej granicę pomiędzy głową a tuszką, pozostawiając, w zależności od przyjętych założeń technologicznych, pas barkowy przy tuszce lub głowie (Dutkiewicz i Dowgiałło 1995).

Podstawowe rodzaje cięć odgławiających pokazano na rysunku 5.6, przy czym cięcie po okręgu nie jest stosowane w znanych odgławiarkach.



Rys. 5.6. Podstawowe cięcia odgławiające: a - proste, b - cięcie V jednym nożem talerzowym, c - cięcie V dwoma nożami tarczowymi lub nożem gilotynowym, d - okołoskrzelowe po łuku

Cięcie „a” (rys. 5.6) to cięcie proste, wykonywane jednym nożem tarczowym, cięcia „b” i „c” to cięcia V wykonywane jednym nożem talerzowym (cięcie „b”) lub dwoma nożami tarczowymi (cięcie „c”). Cięcie „d” to cięcie okołoskrzelowe po łuku, dotychczas, jak wspomniano, nie stosowane w odgławianiu maszynowym.

Przeprowadzono analizę opisanych cięć (Diakun i in. 2011 a), które ze względu na wymagania rynku konsumenta ograniczono do cięć z pozostawieniem pasa barkowego przy głowie. W analizie oprócz najważniejszego kryterium - wydajności, uwzględniono również możliwość i stopień komplikacji rozwiązań konstrukcyjnych zmechanizowania operacji odgławiania.

Średnią wydajność odgławiania określono na podstawie 12 pomiarów. W pomiarach odgławiano karpie o długościach od 330 mm do 535 mm. Każdy pomiar składał się z następujących czynności:

- zważenia całego karpia,
- ręcznego odgłowienia,
- zważenia odgłowionego karpia,

Wyniki pomiarów poddawano obróbce statystycznej, otrzymując wydajności wraz z ich odchyleniami standardowymi

5.3.1. Cięcie proste

Analizie poddano cięcie, którego linia przebiegała stycznie do pokrywy skrzelowej tuż za nasadą płetwy piersiowej i była nachylona do kręgosłupa pod kątem 79° (odchylenie linii od pionu o 11°). Taki jej przebieg zapewnia najwydajniejsze odgłowienie cięciem prostym. Odgłowiony cięciem prostym i wypatroszony karp jest pokazany na rysunku 5.7.



Rys. 5.7. Karp odgłowiony cięciem prostym

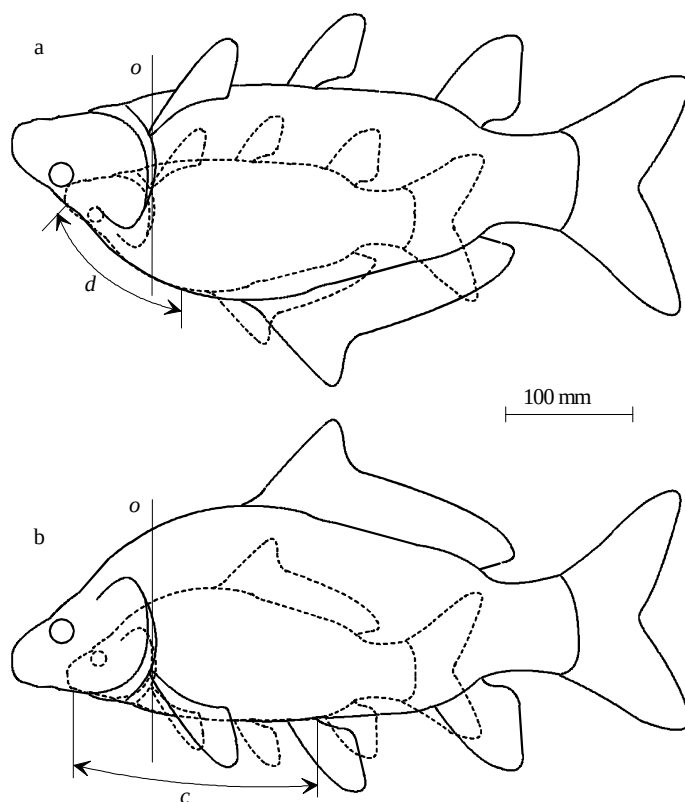
Po obróbce statystycznej wyników pomiarów otrzymano następujące wydajności:

- odgławianie ręczne:
 $\eta_o = 77,4 \pm 2,0\%$
- odgławianie mechaniczne:
 $\eta_o = 75,8 \pm 2,0\%$

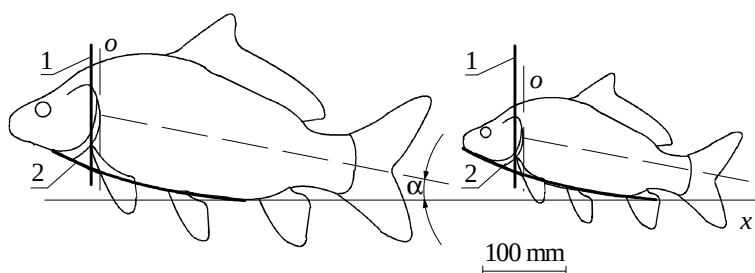
Sposób orientacji karpi podczas odgławiania cięciem prostym

W celu określenia możliwości jednoznacznej orientacji karpi podczas mechanicznego odgławiania cięciem prostym, przeprowadzono analizę zewnętrznej budowy karpi. Wykazała ona, że dla ich jednoznacznej orientacji można wykorzystać stałe elementy ciała. Sposób orientacji oparty na prawie takich samych fragmentach linii konturu grzbietu lub brzucha oraz położeniu nasady płetwy piersiowej na jednej linii *a* pokazano na rysunku 5.8.

Ponieważ karpie o długościach z badanego przedziału (od 350 mm do 535 mm długości całkowitej) mają takie same fragmenty linii konturu brzucha są o około połowę dłuższe niż takie same fragmenty linii konturu grzbietu ($c \approx 1,5d$), a więc stabilniejszy jest sposób orientacji wykorzystujący takie same fragmenty linii konturu brzucha (rys. 5.8 b).



Rys. 5.8. Jednoznaczna orientacja karpi oparta na konturze linii grzbietu (a) i brzucha (b) oraz położeniu nasady płetwy piersiowej: o - linia położenia nasady płetwy piersiowej, d i c - takie same fragmenty linii konturu



Rys. 5.9. Orientacja karpi w cięciu odgławiającym prostym: c - linia cięcia, 1 - element ustalający wzdłużny, 2 - element ustalający poprzeczny

Przedstawione na rysunku 5.9 rozwiązanie wskazuje, że odgławianie cięciem prostym nie wymaga dodatkowej korekcji położenia ryby podczas obróbki, a ustalanie położenia ryby względem noża odgławiającego, w przypadku zastosowania elementów ustalających - wzdłużnego i poprzecznego - jest proste i, co najważniejsze, jednoznaczne. Taki system ustalania położenia karpia zastosowano w odgławiarce pokazanej na rysunku 5.10, zaprojektowanej w Morskim Instytucie Rybackim w Gdyni w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego "Rybołówstwo i przetwórstwo ryb" 2004 - 2006, finansowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (Dowgiałło i Dutkiewicz 2007).



Rys. 5.10. Odgławiarca karpia konstrukcji MIR

5.3.2. Cięcie V dwoma nożami tarczowymi

Linie klasycznego cięcia V, rozpowszechnionego w przemysłowej obróbce ryb morskich i wykonywanego dwoma nożami tarczowymi lub jednym nożem gilotynowym, są wyznaczone przez pokazane na rysunku 5.6 c linie styczne do pokrywy skrzelowej, przebiegające w sposób zapewniający możliwie najoszczędniejsze odgłowienie. W pomiarach ustalono, że kąt pomiędzy obu liniami jest równy 122° .

Odgłowione nożem tarczowym, symulującym cięcie V wykonywane dwoma nożami, karpia pokazano na rysunku 5.11.

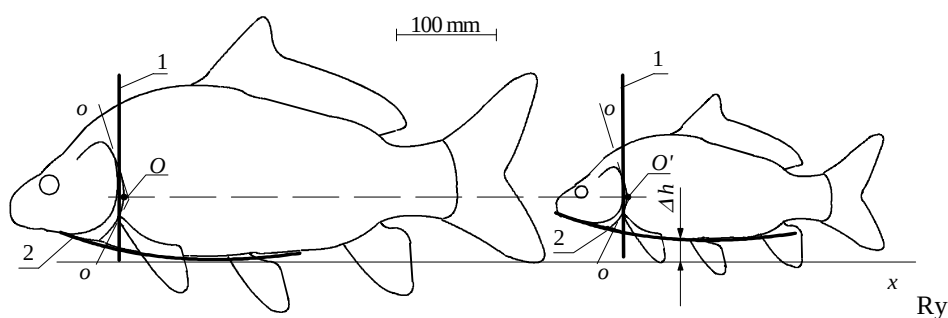


Rys. 5.11. Karp odgłowiony cięciem V

Średnia wydajność odgławiania była równa $\eta_o = 78,0 \pm 2,2 \%$.

Sposób orientacji karpi podczas odgławiania cięciem V dwoma nożami tarczowymi

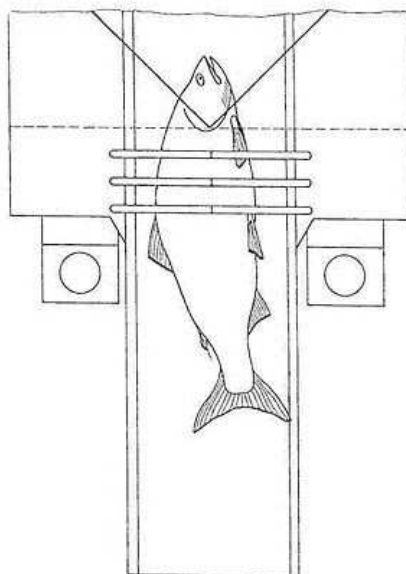
W przypadku odgławiania dwoma nożami tarczowymi ryby mniejsze niż największa odgławiana, wyznaczająca położenie zerowe, muszą być przesunięte o odcinek Δh tak, żeby odległości punktów O i O' od linii x były równe (rys. 5.12).



s. 5.12. Orientacja ryby w cięciu odgławiającym V wykonywanym dwoma nożami tarczowymi: o – linia cięcia, Δh – przesunięcie, 1 - element ustalający wzdłużny, 2 - element ustalający poprzeczny

W opisanych badaniach (karpie o długościach od 350 mm do 535 mm) wielkość maksymalnego przesunięcia byłaby równa 22 mm. Korekcja położenia ryby wymaga wówczas stosowania w odgławiarkach mechanizmu pomiarowo-kontrolnego podnoszącego ich koszt.

Dwa noże tarczowe wykonujące cięcie V zastąpić można jednym nożem w kształcie litery V, wykonującym ruch gilotynowy (rys. 5.13).



Rys. 5.13. Schemat cięcia V nożem wykonującym ruch gilotynowy (katalog AGK Kronawitter GmbH)

Podczas tak wykonywanego cięcia odgławiającego operator ustala położenie ryby oraz przemieszcza ją do i ze strefy odgławiania. Ryby układane są w niecce, przy czym oś wzdłużna ryby pokrywa się z osią wzdłużną niecki, a łuk pokrywy skrzelowej z krawędzią niecki. Dzięki takiej orientacji linie cięcia są zawsze styczne do łuku pokrywy skrzelowej.

5.3.3. Cięcie V nożem talerzowym

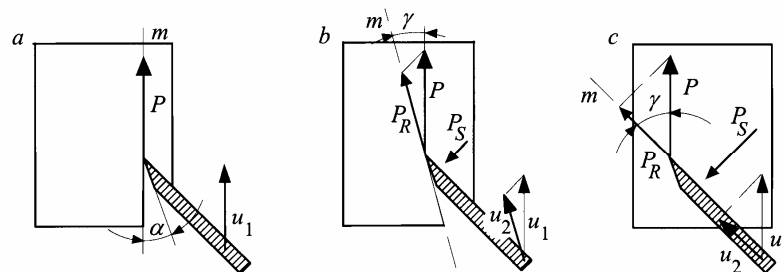
Teoretyczne podstawy cięcia V nożem talerzowym

Analiza rozwoju mechanizacji operacji obróbki ryb, podobnie jak i innych surowców spożywczych, wykazuje, że tworzenie sposobów działania nowych konstrukcji maszyn było najczęściej oparte na wykorzystaniu poznanych właściwości fizycznych obrabianych surowców. Nie inaczej jest w analizowanym przypadku. Możliwości stworzenia nowego, rodzaju cięcia V (rys. 5.6 b) oparte są na wykorzystaniu anizotropii sztywności i wytrzymałości na ściskanie ciała ryby i jej tkanek (Dowgiałło i Dutkiewicz 2007).

Anizotropia sztywności i wytrzymałości na ściskanie ciała ryby i jej tkanek wynika z jej budowy - część grzbietowa ryby, złożona z tkanki mięśniowej i kręgosłupa, jest znacznie sztywniejsza od osłoniętej elastycznymi żebrami części brzusznej. Jeszcze większa różnica sztywności występuje pomiędzy tkankami miękkimi (tkanka mięśniowa i organy wewnętrzne) a tkankami kostnymi, zwłaszcza kręgosłupem. Właśnie te różnice sztywności pozwoliły na zaprojektowanie nowego sposobu odgławiania cięciem V jednym nożem wykonującym ruch obrotowy.

Aby wyjaśnić sposób wykonania takiego cięcia poddano analizie próbkę ciętą w sposób pokazany na rysunku 5.14, gdzie kąt α oznacza kąt przyłożenia noża do ciętej

powierzchni. W analizie pominięto momenty skręcające, kompensowane elementami trzymającymi ciało w czasie obróbki.

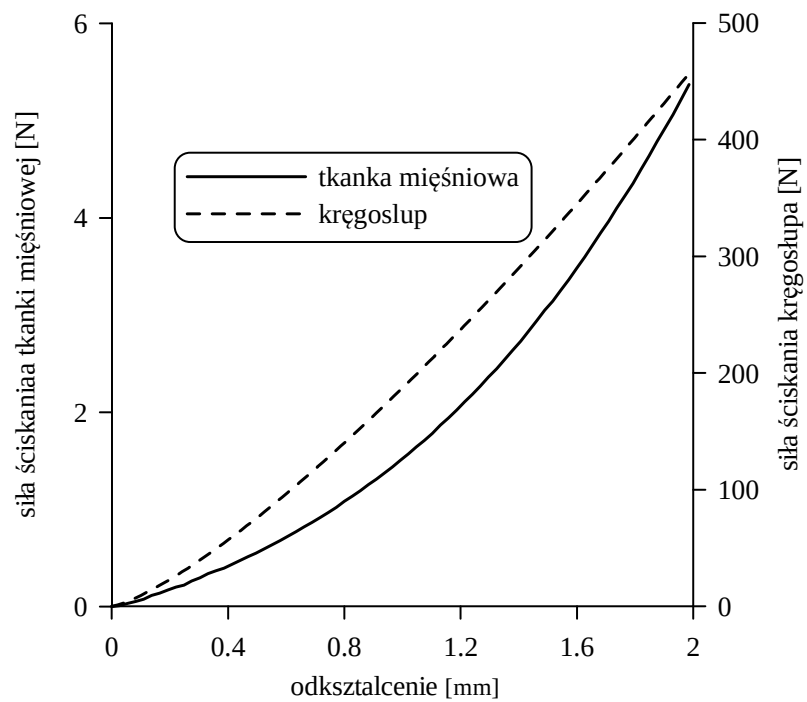


Rys. 5.14. Układ sił podczas cięcia ciała o różnej sztywności i wytrzymałości na ściskanie lub zginanie

Gdy materiał próbki jest bardzo miękki, a więc jej sztywność jest niewielka, będzie ona cięta wzdłuż linii działania siły (rys. 5.14 a). W przeciwnym wypadku (próbka z materiału o większej sztywności) siła P_S będzie przeciwstawiać się jej ściskaniu bądź zginaniu przez powierzchnię boczną noża. Składając siły P_S i P , otrzymuje się siłę wypadkową P_R ($\vec{P} + \vec{P}_S = \vec{P}_R$). Pod jej wpływem zmienia się kierunek linii cięcia. Teraz przebiega ono wzdłuż linii działania tej siły (linia m , rys. 5.14 b), odchylonej od linii działania P_R siły P o kąt γ .

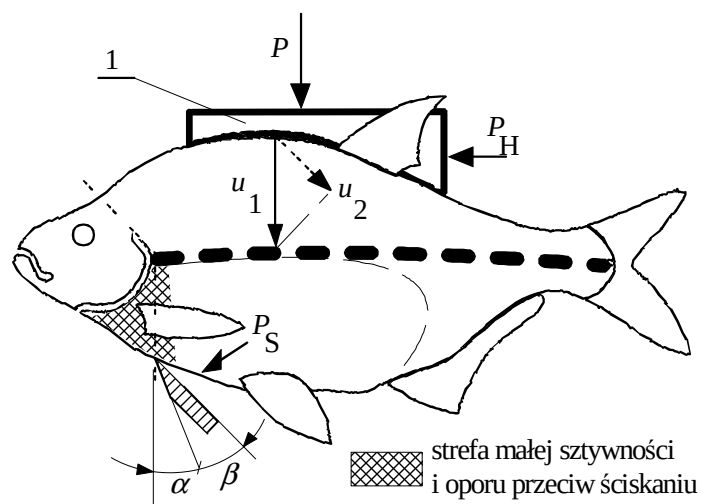
Wzrastająca sztywność powoduje wzrost kąta γ , postępujący za wzrostem siły P_S . Gdy sztywność i wytrzymałość na ściskanie lub zginanie będą tak duże, że siła P_S będzie równoważyła nacisk bocznej powierzchni noża na próbkę, linia cięcia m będzie styczna do tej powierzchni (rys. 5.14 c).

Przeprowadzona analiza wykazuje, że sztywność może wpływać na kierunek linii cięcia. Tak więc anizotropię sztywności ciał można wykorzystać do zmiany kierunku ich cięcia bez zmiany kąta przyłożenia noża i bez użycia zewnętrznej siły wymuszającej tę zmianę. W przypadku ryb umożliwiają to wspomniane różnice sztywności pomiędzy ich tkankami oraz pomiędzy różnymi częściami ciała, zobrazowane na rysunku 5.15.



Rys. 5.15. Siły ściskania tkanki mięśniowej i kręgosłupa ryby

Rozpatrzmy odgławia ryby nożem, którego kąt ostrza to kąt β , a kąt przyłożenia do powierzchni cięcia to kąt α (rys. 5.16).



Rys. 5.16. Sposób wykonania cięcia odgławiającego V jednym nożem

W pierwszej fazie odgławiania ryby poruszającej się pod wpływem siły P z prędkością u_1 , jest rozcinana część brzuszna aż do kręgosłupa. Ta część ciała ryby składa się z tkanek o małej sztywności. Dlatego też przeciwstawiająca się ścisnaniu siła P_s jest nieznaczna. Wystarczy przyłożyć niewielką siłę P_H do elementu trzymającego rybę, żeby zachować zgodność linii cięcia z kierunkiem działania siły P . Dzieje się tak do chwili, gdy nóż zaczyna ciąć kręgosłup o sztywności nieporównywalnie większej od sztywności tkanek miękkich. Wzrastająca gwałtownie siła P_s (rys. 5.15) powoduje, że jedynym możliwym kierunkiem cięcia jest kierunek styczny do powierzchni bocznej noża, odchylony od kierunku pierwotnego o kąt $\gamma = \alpha + \beta$ (rys. 5.16). I w tym właśnie kierunku z prędkością u_2 jest kontynuowane cięcie odgławiające.

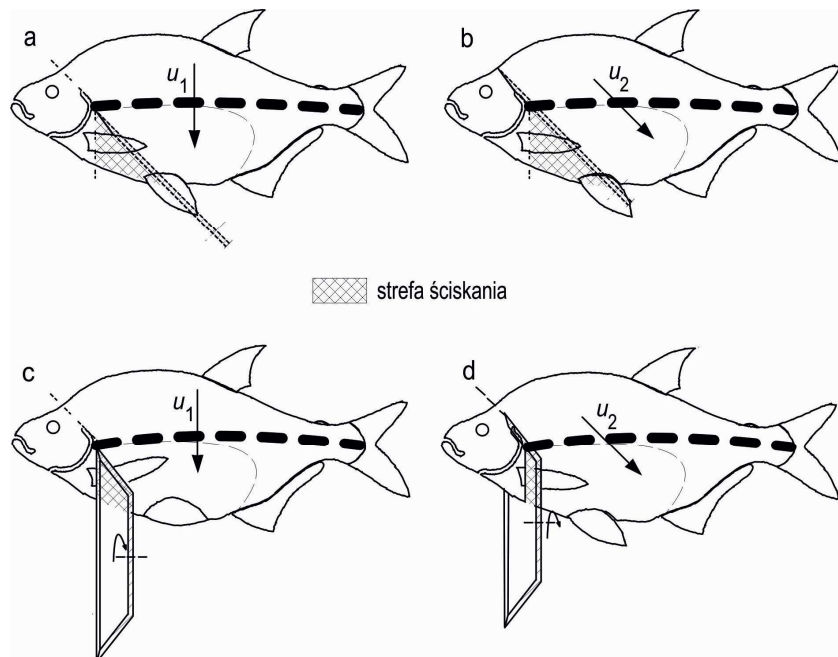
Żeby poprawnie wykonać przedstawione cięcie, ryba musi być tak zamocowana, aby w pierwszej jego fazie mogła przemieszczać się wyłącznie w kierunku działania siły P , a w fazie drugiej w kierunku stycznym do jego powierzchni. Poprawne wykonanie opisywanego cięcia jednym nożem wymaga spełnienia dwóch warunków:

- zminimalizowania oporów cięcia tak, aby możliwie w małym stopniu wpływały na położenie ryby w czasie obróbki,
- sztywność noża powinna uniemożliwiać jego deformację pod wpływem ścisnkanych stref ciała ryby.

Ich spełnienie ogranicza wykorzystanie:

- noża taśmowego, gdyż charakteryzuje się on małą sztywnością,
- noża wibracyjnego, gdyż ze względu na jego stosunkowo małe prędkości, opory cięcia tkanki kostnej są zbyt duże.

Najprostszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie noża tarczowego, gdyż taki nóż nie tylko spełnia postawione warunki, lecz również jest tani, prosty w eksploatacji oraz umożliwia przekazanie mu napędu w sposób najprostszy z możliwych. Jednakże jego zastosowanie wiąże się ze znacznym odkształcaniem (ściśnięciem) części brzusznej ryby, wykraczającym poza strefę jej niskiej sztywności (rys. 5.17 a, b). Powoduje to nie tylko wzrost obciążenia elementu przytrzymującego rybę podczas cięcia, lecz również może prowadzić do jej niedopuszczalnych ze względów technologicznych uszkodzeń. Ponadto utrzymanie elementów zespołu napędowego noża poza strefą cięcia wymusza stosowanie noża o dużej średnicy. Na przykład w przypadku karpia o długości 500 mm średnica noża nie może być mniejsza niż $D = 435$ mm.



Rys. 5.17. Odgławianie jednym nożem tarczowym (a, b) i jednym nożem talerzowym (c, d)



Rys. 5.18. Nóż talerzowy

Znacznie korzystniejszym rozwiązaniem jest zastosowanie noża talerzowego (rys. 5.18). Taki nóż nie tylko ogranicza wielkość strefy ściskania do strefy o niskiej

sztywności w pierwszej fazie odgławiania, lecz również umożliwia jej zmniejszanie w fazie drugiej (rys. 5.17 c, d). W przypadku odgławiania karpi o długości 500 mm strefa ściskania nożem talerzowym jest o 20% mniejsza niż w przypadku odgławiania nożem tarczowym. Wyeliminowane jest więc niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia odgławianej ryby. Ponadto nóż talerzowy pozwala na zmniejszenie jego średnicy o 40%. Wadą jest natomiast wyższy niż w przypadku noża tarczowego koszt jego wykonania.

Linie cięcia, V wykonywanego nożem talerzowym (rys. 5.6 b), są wyznaczone przez:

- linię prostopadłą do kręgosłupa, przebiegającą tuż za nasadą płetwy piersiowej,
- linię styczną do pokrywy skrzelowej, biegnącą od kręgosłupa ku grzbietowi ryby.

Na podstawie pomiarów ustalono, że kąt pomiędzy obu liniami jest równy 135° . Odgłowiony cięciem odwzorowującym cięcie nożem talerzowym i wypatroszony karp jest pokazany na rysunku 5.19.



Rys. 5.19. Karp odgłowiony cięciem odwzorowującym cięcie nożem talerzowym

Średnia wydajność odgławiania była równa $\eta_0 = 75,6 \pm 2,4\%$.

Sposób orientacji karpi podczas odgławiania nożem talerzowym

Cięcie V jednym nożem charakteryzuje bardzo istotna zaleta - prosty sposób ustalania położenia ryby podczas obróbki. Wystarczy w elemencie transportującym ułożyć rybę tak, aby początek linii cięcia wypadł tuż za nasadą płetwy piersiowej. Zmiana kierunku linii cięcia nastąpi z chwilą rozpoczęcia przecinania kręgosłupa ryby, a więc linia cięcia V oraz jej prawidłowy przebieg będą zachowane niezależnie od wielkości ryby. Zbędne są wszelkie mechanizmy korygujące położenie ryby w czasie obróbki. Oczywiście należy pamiętać, że zgodnie z założeniem poczynionym na początku przedstawionej analizy, oddziaływanie wszelkich momentów skręcających musi być kompensowane przez elementy transportujące rybę.

5.3.4. Cięcie okołoskrzelowe po łuku

Ponieważ brakuje profesjonalnych urządzeń do odgławiania cięciem po łuku, analizie poddano cięcie wykonywane piłą taśmową (rys. 5.20) w sposób praktykowany w niektórych zakładach przetwórczych. Linia cięcia nie przebiegała więc po łuku

okręgu, lecz odwzorowywała łuk pokrywy skrzelowej, a karpie względem noża taśmowego były obracane przez operatora obsługującego pilę. Taki rodzaj odgławiania zapewniał najwyższą jego wydajność, gdyż ewentualne straty wynikały jedynie z błędów operatora. Dla porównania przeprowadzono również pomiary odgławiania takim samym cięciem wykonywanym ręcznie. Odgłowiony cięciem odwzorowującym łuk pokrywy skrzelowej i wypatroszony karp jest pokazany na rysunku 5.21.



Rys. 5.20. Piła taśmowa



Rys. 5.21. Karp odgłowiony cięciem okołoskrzelowym po łuku

W wyniku obróbki statystycznej wyników pomiarów otrzymano następujące wydajności:

- odgławianie ręczne:
 $\eta_o = 78,1 \pm 2,0\%$,
- odgławianie piłą taśmową:
 $\eta_o = 78,1 \pm 2,2\%$.

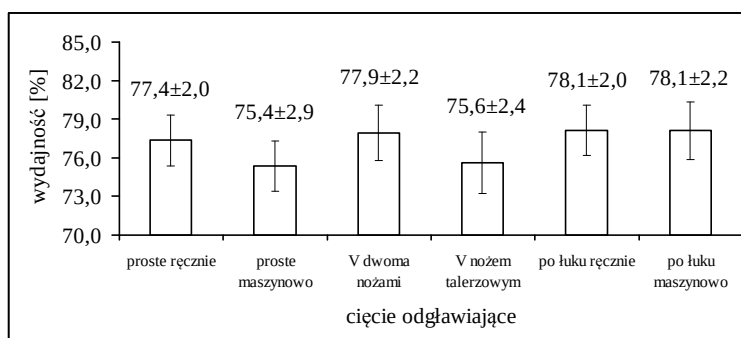
Porównanie wyników wykazuje, co jest oczywiste, że wyniki obu serii pomiarów nie różnią się między sobą statystycznie istotnie.

Sposób orientacji karpi podczas odgławiania cięciem po łuku

Wprawdzie obecnie na skalę przemysłową cięcie po łuku (okołoskrzelowe) nie zostało jeszcze zmechanizowane, ale jego analiza wykazuje, że nie wymaga ono skomplikowanego ustalania położenia ryby względem noża podczas odgławiania. Wystarczające jest ustalanie położenia ryby dokonywane przez operatora odgławiarki analogicznie, jak w przypadku cięcia V nożem gilotynowym.

5.3.5. Analiza wydajności odgławiania w warunkach laboratoryjnych

Wyniki przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych pomiarów wydajności odgławiania przedstawiono na wykresie kolumnowym (rys. 5.22).



Rys. 5.22. Wydajności odgławiania karpi pełnych

Unaoczniał on, że przeprowadzone w skali laboratoryjnej pomiary wykazały minimalne różnice wydajności pomiędzy odgławianiem cięciem V a odgławianiem cięciem po łuku pokrywy skrzelowej wykonywanym ręcznie lub maszynowo z ręcznym sterowaniem położeniem ryby. Dlatego też przed dokonaniem wyboru rodzaju cięcia odgławiającego należy oba cięcia poddać doświadczalnej weryfikacji w modelach rzeczywistych.

5.3.6. Badania modelowe operacji odgławiania

Badaniom poddano trzy modele rzeczywiste (Diakun i in. 2011).

Model do odgławiania cięciem V dwoma nożami, z przemieszczaniem noży względem ryby (model I)

Cechą charakterystyczną modelu I są przemieszczające się względem nieruchomej ryby obrotowe noże tarczowe, zamocowane na uchylnych ramionach (rys. 5.23).



Rys. 5.23. Model I urządzenia odgławiającego cięciem V dwoma nożami, z przemieszczaniem noży względem ryby

Model do odgławiania cięciem V dwoma nożami, z przemieszczaniem ryby względem noży (model II)

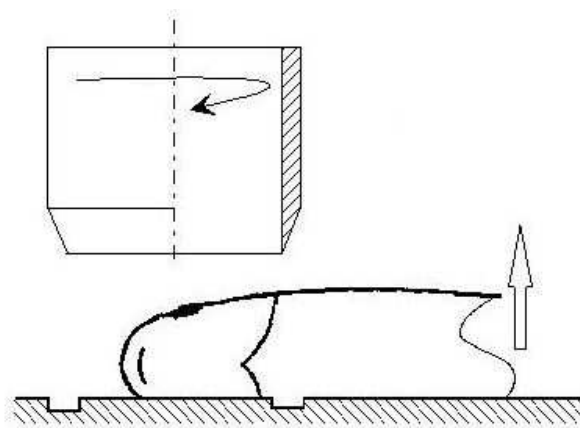
Cechami charakterystycznymi modelu II (rys. 5.24) są niezmienniejące położenia obrotowe noże tarczowe i przemieszczająca się względem nich ryba, załadowana do niecki umieszczonej pod nożami i w czasie obróbki wraz z niecką unoszona ku górze. Takie rozwiązanie wyklucza stosowanie niekorzystnego ze względów technologicznych dociskania ryby do niecki w trakcie jej przemieszczania.



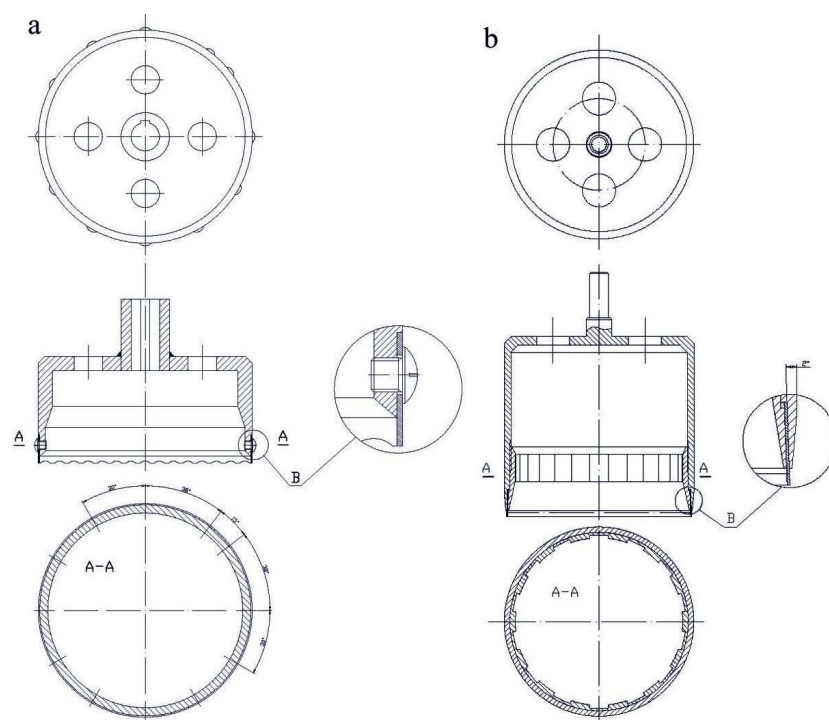
Rys. 5.24. Model II urządzenia odgławiającego cięciem V dwoma nożami, z przemieszczaniem ryby względem noży - załadunek ryby do niecki pod nożami

Model do odgławiania po łuku (model III)

Koncepcja modelu III oparta jest na działaniu wiertarki stołowej, przy czym zastępujący wiertło nóż cylindryczny (Kawka i Dutkiewicz 1986) wykonuje jedynie ruch obrotowy, a odgławiana ryba przesuwa się względem niego ruchem posuwistozwrotnym, w taki sam sposób jak w modelu II (rys. 5.24). Schemat tak wykonywanego odgławiania po łuku pokazany jest na rysunku 5.25. Dla potrzeb modelu opracowano dwie różniące się konstrukcyjnie koncepcje noża cylindrycznego, pokazane na rysunku 5.26.



Rys. 5.25. Schemat odgławiania cięciem okołoskrzelowym po łuku



Rys. 5.26. Koncepty noży odgławiających cięciem okołoskrzelowym po łuku

Po analizie funkcjonalności zdecydowano o wykonaniu noża według koncepcji jak na rysunku 5.26 b. Jest on pokazany na rysunku 5.27, a na rysunku 5.28 pokazano model III.



Rys. 5.27. Nóż cylindryczny do odgławiania cięciem okołoskrzelowym po łuku



Rys. 5.28. Model III urządzenia do odgławiania karpia cięciem okołoskrzelowym po łuku

W badaniach modelowych określano wydajności odgławiania z pozostawieniem pasa barkowego przy głowie. W każdej z prób odgłowiono 6 zważonych karpia o długości całkowitej 370 ± 450 mm, a następnie ponownie je ważono. Wydajność odgławiania wyznaczał stosunek masy karpia po odgłowieniu do masy karpia nieodgłowionego.

Odgławianie cięciem V

Próby wykazały, że niezależnie od tego, czy noże przemieszczają się względem ryby (model I), czy ryba względem noży (model II), odgłowienie jest poprawne technologicznie. Karpia odgłowionego w modelu I pokazano na rysunku 5.29.



Rys. 5.29. Karp odgłowiony w modelu z cięciem V

Odgławianie cięciem po łuku

Próby odgławiania w modelu III wykazały, że również jest ono poprawne technologicznie. Odgłowione karpie pokazano na rysunku 5.30.



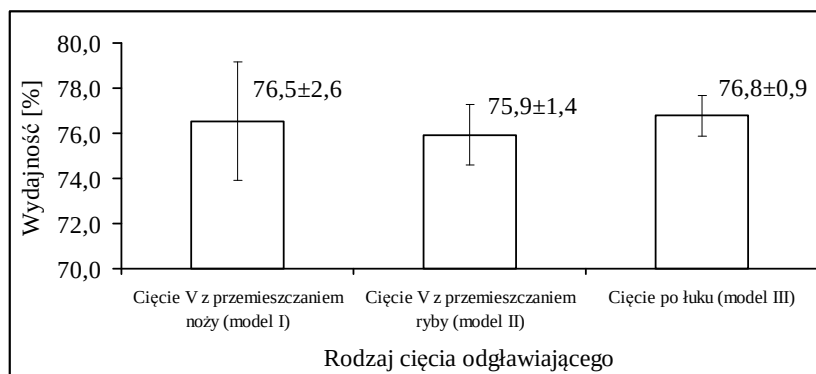
Rys. 5.30. Karpie odgłowione w modelu z cięciem po łuku

Przeprowadzono także próby, które wykazały, że urządzeniem odwzorowanym modelem III można odgławiać również inne karpowate, a linia cięcia jest wykonana oszczędnie i technologicznie poprawnie (rys. 5.31).



Rys. 5.31. Płoc odgłowiona cięciem po łuku w modelu III

Na podstawie wyników prób obliczono wartości wydajności i przedstawiono je, w postaci wykresu kolumnowego, na rysunku 5.32.



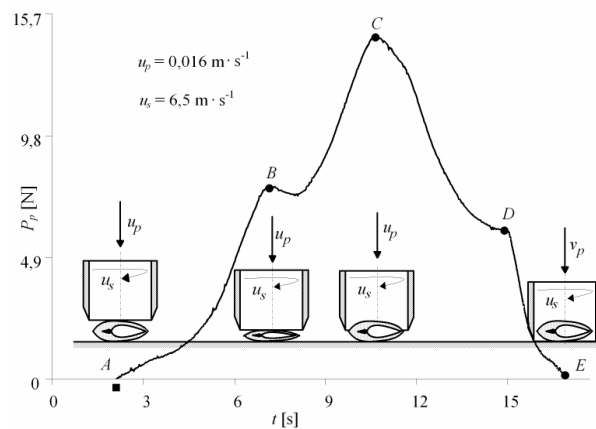
Rys. 5.32. Wydajność odławiania karpia w urządzeniach modelowych

Porównanie ich wartości średnich wykazało, że, podobnie jak w przypadku odławiania ręcznego, nie różnią się one statystycznie istotnie. Także ze względu na poprawność technologiczną obróbki, cięcia odławiające nie różniły się. Z tego względu kryteriami decydującymi o wyborze rodzaju cięcia odławiającego i sposobu jego wykonania były uwarunkowania techniczne - prostota konstrukcji odławiaczki, z którą są związane zarówno łatwość jej obsługi, jak i, co niezwykle ważne, cena.

5.3.7. Odławiaczka z cięciem okołoskrzelowym po łuku

Po analizie koncepcji modeli do cięcia V i okołoskrzelowego po łuku zdecydowano, że docelowo w nowo projektowanej odławiaczce do karpia zostanie zastosowane cięcie okołoskrzelowe po łuku. Dzięki zastosowaniu noża cylindrycznego jest ono łatwe do wykonania, a nóż, osadzony bezpośrednio na wałku silnika, dzięki budowie modułowej (oprawa i ostrze) nie wymaga ostrzenia, lecz jedynie wymiany niedrogiego ostrza - taśmy tnącej. Ponadto za przyjęciem takiego cięcia przemawiały preferencje przetwórców wyrażone w konsultacjach przeprowadzanych podczas Konferencji Hodowców Karpia.

Dla uproszczenia konstrukcji odławiaczki przyjęto założenie, że ryba względem noża napędzanego silnikiem elektrycznym przemieszczana będzie ręcznie przez operatora odławiaczki za pomocą układu dźwigniowego. Dla zaprojektowania tego układu należało, między innymi, określić siłę niezbędną do przemieszczania ryby podczas jej odławiania. W tym celu na stanowisku współpracującym z maszyną do badań wytrzymałościowych Instron wykonano odpowiednie pomiary. W ich wyniku stwierdzono, że nawet dla największych z odławianych karpia (o długości całkowitej od 500 mm do 550 mm) wynikająca z oporów cięcia maksymalna siła niezbędna do ich przemieszczania względem noża nie przekracza 25 N. Na rysunku 5.33 pokazano przykład wykresu obrazującego zmiany tej siły w funkcji przemieszczenia noża odławiającego.



Rys. 5.33. Wykres zmiany siły zarejestrowany podczas okołoskrzelowego cięcia odgławiającego: *B* - przecięcie skóry, *C* - przecięcie kręgosłupa w połowie jego przekroju poprzecznego, *D* - całkowite przecięcie kręgosłupa

Prototyp urządzenia do odgławiania cięciem okołoskrzelowym po łuku pokazano na rysunku 5.34.



Rys. 5.34. Prototyp urządzenia do odgławiania cięciem okołoskrzelowym po łuku

Podstawowe parametry odgławiarki są następujące:

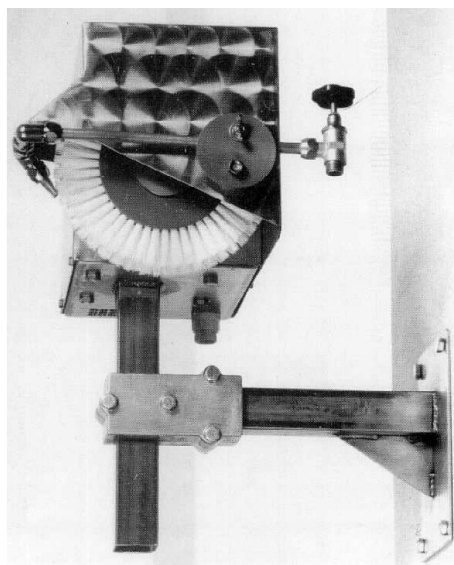
- gabaryty (LxBxH) - 750x505x800 mm,
- moc - 0,55 kW,
- przepustowość - 20 ryb · min⁻¹.

5.4. Patroszenie

Patroszenie jest najstarszą operacją obróbki ryb. Ma ono na celu usunięcie wnętrzości, szczególnie przewodu pokarmowego, najbardziej podatnych na niekorzystne zmiany powodujące obniżenie jakości surowca. Analizy pracochłonności obróbki wstępnej ryb wykazały, że patroszenie ze starannym oczyszczeniem jamy brzusznej trwa dłużej niż odgławianie łącznie z filetowaniem, zwłaszcza że w przypadku ryb słodkowodnych jest ono wciąż wykonywane ręcznie. I chociaż coraz częściej wspomagane jest zmechanizowanymi narzędziami, jednakże należy stwierdzić, że istnienie wielu dziesiątków patentów dotyczących sposobów i urządzeń do patroszenia wciąż nie przekłada się na stopień zmechanizowania tej formy obróbki.

W wyniku patroszenia uzyskiwany jest produkt handlowy - ryba patroszona lub jej postać przejściowa do produkcji tuszek, filetów, płatów, dzwonek i farszu. Patroszeniu mogą być poddawane ryby pełne lub uprzednio odgłowione. Warto zaznaczyć, że pojęcie dokładności patroszenia nie jest jednoznacznie zdefiniowane i wymaga uściślenia przez określenie końcowego produktu obróbki. Wymogi patroszenia w przypadku produkcji płatów lub filetów nie są tak wysokie jak w przypadku tuszek kierowanych do produkcji dzwonek i farszu lub obrotu handlowego, kiedy szczególna uwaga jest zwracana na dokładne usunięcie nerki, krwi i błony otrzewnej.

Próby zmechanizowania patroszenia ryb słodkowodnych, w tym karpiowatych, poprzez adaptowanie wielu eksploatowanych w przetwórstwie maszyn do patroszenia ryb morskich nie powiodły się, o czym już wspomniano, ze względu, na istotne różnice ich budowy. Stąd też powszechnie stosowane w przetwórstwie karpi patroszenie ręczne jest wspomagane obrotowymi szczotkami doczyszczającymi (rys. 5.33), które wraz ze wspomagającym natryskiem wodnym oczyszczają jamę brzuszną z nerki, błon otrzewnych i krwi.



Rys. 5.33. Szczotka do doczyszczania jamy brzusznej

Istnieje więc pilna potrzeba zmechanizowania w możliwie wysokim stopniu patroszenia karpia, które usprawni obróbkę. Jeśli nawet nie wchodzi w grę opracowanie i wdrożenie maszyny do patroszenia, w założeniu przeznaczonej dla karpia i innych karpiowatych o podobnym kształcie, to przynajmniej zmechanizować należy dotychczas wykonywane ręcznie operacje rozcinania brzucha ryby oraz wygarniania wnętrzności.

5.4.1. Koncepcja urządzenia do patroszenia

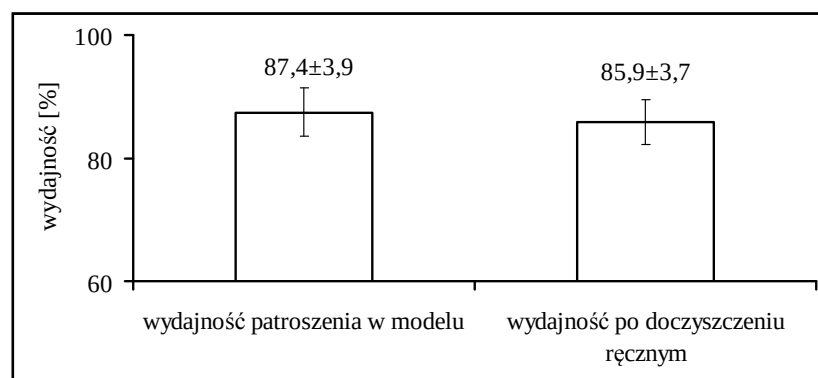
Ponieważ zaprojektowanie i wdrożenie do produkcji oraz przemysłowego przetwórstwa karpia maszyny do patroszenia nie jest uzasadnione zapotrzebowaniem na nią, a pozytywny efekt prac badawczo-wdrożeniowych wcale nie jest pewny, w Morskim Instytucie Rybackim we współpracy z Politechniką Koszalińską podjęto prace nad zaprojektowaniem narzędzia wspomagającego operację ręcznego patroszenia karpia. Ukierunkowano je, zgodnie z potrzebami, na zmechanizowanie otwierania jamy brzusznej i usuwania z niej wnętrzności.

Inspirując się pozytywnymi wynikami podciśnieniowego patroszenia łososi i pstrągów, opracowano koncepcję urządzenia opartą na następujących założeniach:

- w urządzeniu są patroszone karpie o masie około $0,8 \div 2$ kg bez konieczności dokonywania jakichkolwiek regulacji,
- ryby w urządzeniu, po ułożeniu ich w niasce załadowniczej w pozycji pływającej (grzbietem do góry i głową w kierunku ruchu do strefy działania noża rozcinającego jamę brzuszną), są transportowane ręcznie,
- przewidziano zastosowanie podciśnieniowego sposobu patroszenia, który umożliwia podłączenie układu patroszącego do podciśnieniowego systemu usuwania odpadów z przetwórnicy.

Ponieważ dokładność usunięcia wnętrzności zależy przede wszystkim od wartości podciśnienia wytwarzanego w układzie patroszącym, prace nad urządzeniem rozpoczęto od określenia jego skuteczności, wykorzystując do wysysania wnętrzności przemysłowy odkurzacz wytwarzający podciśnienie $p = 219,4$ hPa.

Wyniki pomiarów wydajności patroszenia przedstawiono w postaci wykresu kolumnowego (rys. 5.34). Obliczona na ich podstawie sprawność patroszenia, bez usuwania nerki, wynosiła $98,2 \pm 0,9\%$.

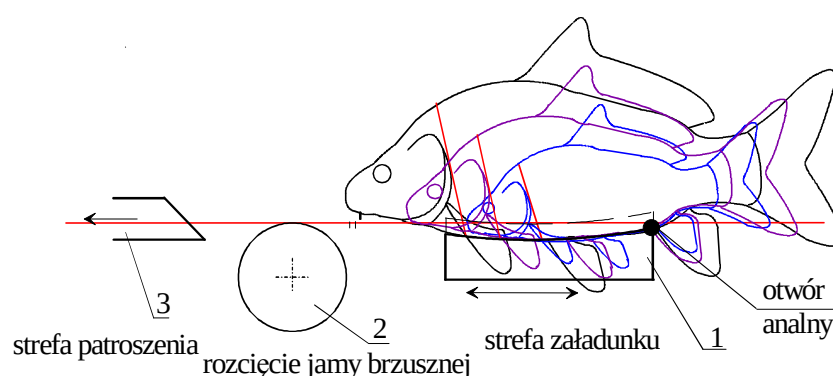


Rys. 5.34. Wyniki pomiarów wydajności operacji patroszenia karpia na stanowisku modelowym

Biorąc pod uwagę, że w polskich przetwórnictwach patroszenie jest operacją poprzedzającą płatowanie lub filetowanie karpia, uzyskaną w próbach skuteczność patroszenia można uznać za bardzo wysoką.

5.4.2. Stanowisko do patroszenia

Bazując na pozytywnych wynikach badań patroszenia podciśnieniowego, według koncepcji pokazanej na rysunku 5.35 zaprojektowano stanowisko do patroszenia karpia (rys. 5.36), w którym do orientacji karpia względem narzędzi obróbczych wykorzystano kształt fragmentu linii kilu, stały na odcinku od otworu analnego w kierunku głowy i niezależny od wielkości karpia (rys. 5.8 b).



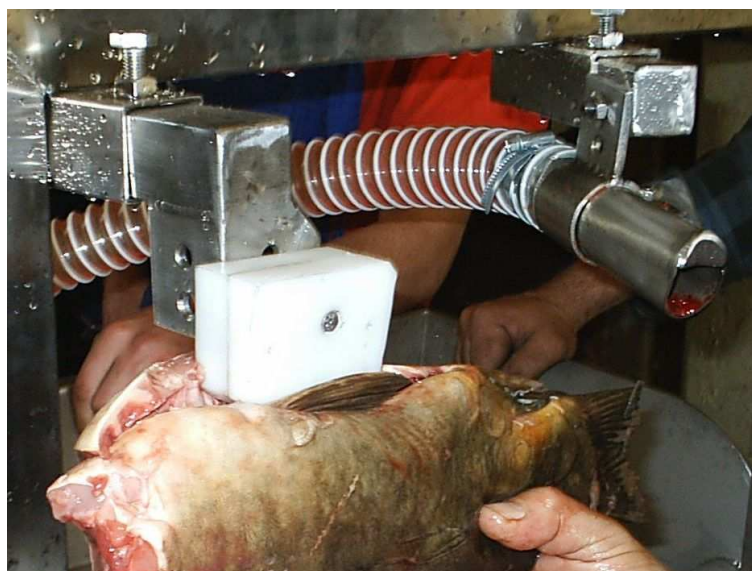
Rys. 5.35. Schemat koncepcji urządzenia do patroszenia karpia: 1 - niecka załadownicza, 2 - nóż tarczowy, 3 - króciec ssący

Działanie urządzenia jest następujące: odgłowione karpie, ułożone w mogącej wykonywać ruch posuwisto-zwrotny niecce 1, są przesuwane przez operatora przez strefę rozcinania jamy brzusznej nożem tarczowym 2, a następnie przez strefę patroszenia, w której przez króciec ssący 3, podłączony do pompy próżniowej AT63 B-3-FAZ wytwarzającej podciśnienie $p = 709,28 \text{ hPa}$, wysysana jest zawartość jamy brzusznej. Po wypatroszeniu karp jest usuwany z niecki, a sama niecka jest wycofywana przez operatora do położenia wyjściowego. Po wysysaniu wnętrza jamę brzuszną, jak w patroszeniu ręcznym, doczyszczają obrotową szczotką i wodnym natryskiem.

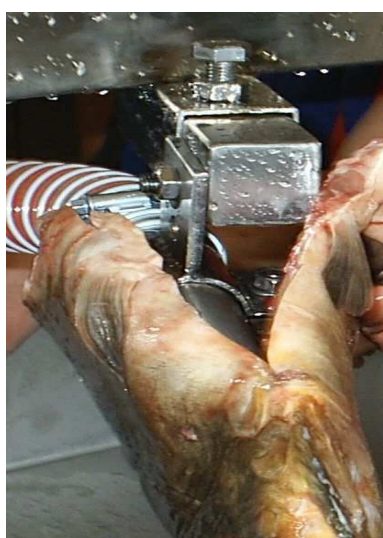


Rys. 5.36. Stanowisko do patroszenia

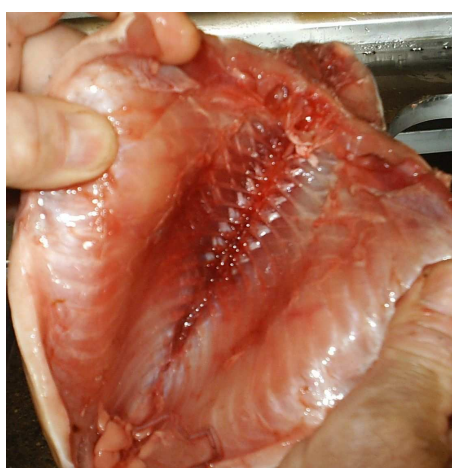
Ponieważ próby wykazały, że stabilny układ "ryba - króciec ssący" jest nieefektywny - pozostająca poza strefą zasysania część wnętrza nie jest usuwana - zaprojektowano nowe, wkomponowane w stół do obróbki ręcznej, stanowisko do patroszenia, w którym rozdzielono operacje otwierania jamy brzusznej i patroszenia. Na stanowisku tym operator najpierw nożem nieruchomym (rys. 5.37) lub obrotowym tarczowym rozciął jamę brzuszną ryby, a następnie manipulując wokół króćca ssącego ręcznie trzymaną rybą, usuwa z niej zawartość jamy brzusznej (rys. 5.38).



Rys. 5.37. Rozcinanie



Rys. 5.38. Wysysanie

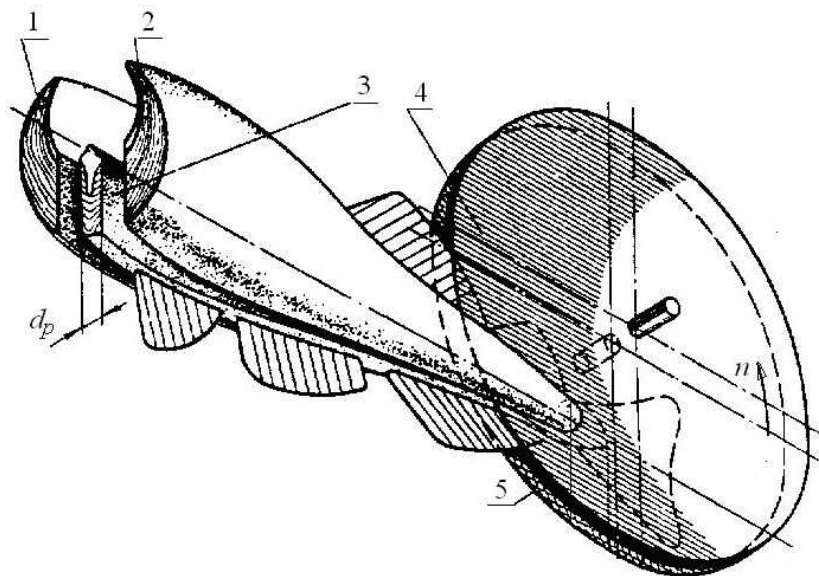


Rys. 5.39. Wypatroszony karp

Próby wykazały, że takie rozwiązanie stanowiska do patroszenia zapewniało wysoką skuteczność obróbki. Wypatroszony w ten sposób karp jest widoczny na rysunku 5.39. Oczywiście, podobnie jak w obróbce ręcznej, wymaga on doczyszczzenia na przykład szczotką pokazaną na rysunku 5.33.

5.5. Płatowanie

Operacja płatowania - wytwarzania filetów z nieusuniętymi żebrami - jest podstawową, obok odgławiania i patroszenia, operacją stosowaną podczas obróbki ryb słodkowodnych przetwarzanych w małych i średnich zakładach przetwórczych. Schemat operacji płatowania pokazano na rysunku 5.40.

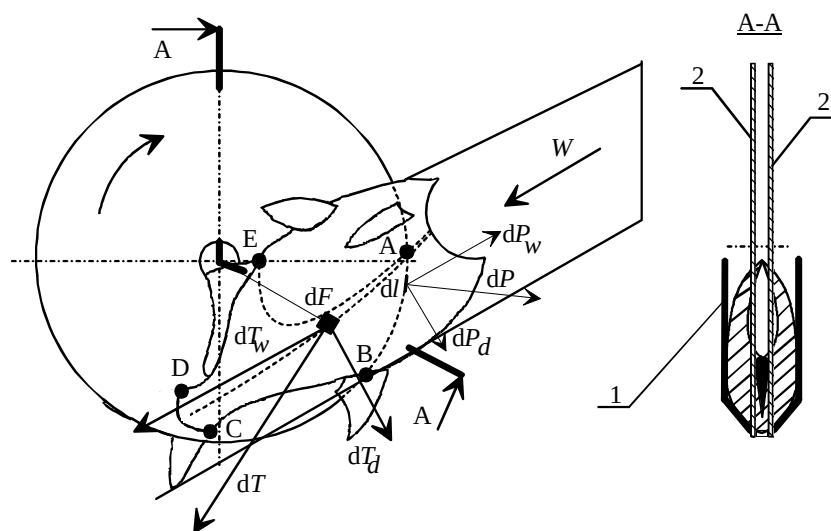


Rys. 5.40. Schemat operacji płatowania: 1, 2 - płaty, 3 - wycięty kręgosłup, 4, 5 - noże

Pierwsze opracowane i wdrożone również przez MIR płatownice nie były wyposażone w mechanizmy podawania surowca. Ich elementem roboczym były dwa równoległe noże tarczowe, które z tuszki (ryby odgłowionej i wypatroszonej), kładzionej na ześlizgu i ręcznie wprowadzanej przez operatora między noże, wycinały stanowiący odpad kręgosłup wraz z otaczającą go tkanką mięśniową. Produktem były dwa płaty - filety z żebrami. Ręczne wprowadzanie ryb pomiędzy noże stwarza zagrożenie dla obsługujących je operatorów. Ze względu na wymagania bezpieczeństwa dotyczące maszyn przetwórczych, jest to niedopuszczalne. Stąd w MIR, chcąc zwiększyć konkurencyjność polskich płatownic, podjęto prace nad wyposażeniem ich w moduł zasilający (podający rybę).

5.5.1. Analiza operacji podawania ryb do płatownic

W operacji płatowania, prowadzonej w płatownicach niewyposażonych w mechaniczne urządzenie podające i zasilanych według schematu pokazanego na rysunku 5.41, płetwa ogonowa odgłowionej i wypatroszonej ryby po ześlizgu 1 jest przez operatora płatownicy wprowadzana między parę noży 2.



Rys. 5.41. Układ sił działających na rybę podczas płatowania: 1 - ześlizg, 2 - para noży

Z chwili rozpoczęcia cięcia w momencie t działają na rybę następujące siły (rys. 5.41):

- siła W , z jaką operator płatownicy wprowadza rybę pomiędzy noże,
- siła oporu P cięcia ryby wzdłuż linii AB , będąca sumą oporów dP cięcia jednostkowych odcinków dl ,
- siła tarcia T pomiędzy rybą a powierzchniami bocznymi noży, będąca sumą jednostkowych sił dT w punktach dF tworzących powierzchnię ograniczoną punktami $ABCDE$,
- siła tarcia T_z pomiędzy rybą a ześlizgiem.

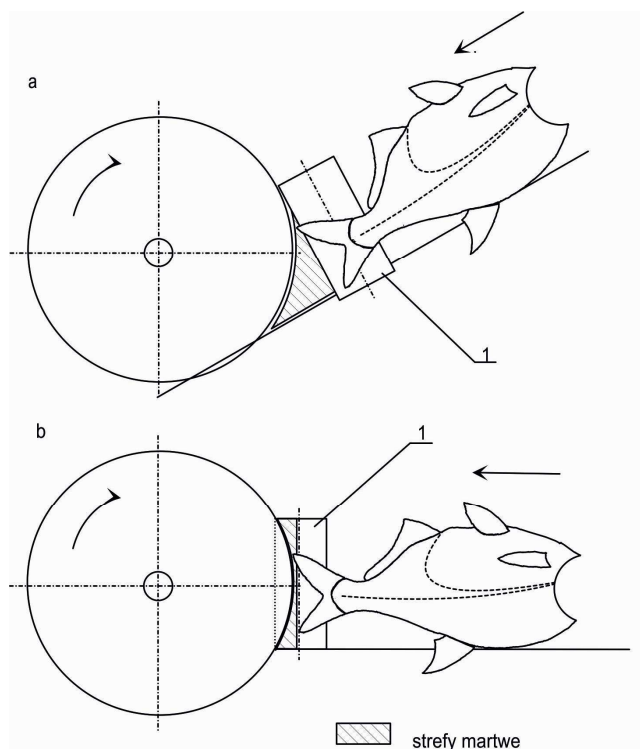
Od chwili, gdy równoległa do kierunku przemieszczania się ryby wartość składowej T_w siły tarcia T osiągnie wartość krytyczną, przekraczającą sumę równoległej do kierunku przemieszczania się ryby wartości składowej P_w oporów cięcia P i oporów tarcia ryby o powierzchnię ześlizgu 1, następuje samoczynne wciąganie ryby aż do przeciągnięcia jej poza noże 2. Wartość siły wciągającej T_w zależy od stopnia przemieszczenia ryby wzdłuż noży, ich średnicy i prędkości obrotowej oraz od wielkości płatowanej ryby.

Opisany sposób płatowania ryb, wykorzystujący zjawisko ich samoczynnego wciągania, możliwy jest tylko w przypadku usytuowania ześlizgu niemal stycznie do krawędzi noży. Gdy nie ma aktywnych elementów transportujących ryby podczas obróbki, tylko takie geometryczne ustawienie układu „noże - ześlizg zasilający” umożliwia wykorzystanie sił tarcia, po przekroczeniu ich wartości krytycznej, do samoczynnego transportu ryb. Wadą takiego układu, poza zagrożeniem dla operatorów płatownic, są:

- brak pewnego, mimo stosowania biernych mechanizmów centrujących, symetrycznego ustawienia płetwy ogonowej względem noży,
- nietrzymanie ryby w czasie obróbki, które uniemożliwia ciągłą kontrolę jej symetrycznego ułożenia względem noży,

- znaczna prędkość obróbki, wyznaczana prędkością przesuwu wzdłużnego, w praktyce równa, po przekroczeniu wartości krytycznej siły wciągającej T_w , prędkości obwodowej noży, utrudniająca korektę położenia ryb w czasie obróbki.

Ponieważ warunkiem prawidłowego przebiegu obróbki jest symetryczne ułożenie ryby względem noży, wymienione wady przyczyniają się do powstawania błędów. Dlatego należało wyposażyć płatownice w mechanizmy podające, zapewniające możliwie pełną kontrolę nad parametrami transportu ryb w czasie obróbki - symetryzacją i prędkością podawania. Analizując możliwości położenia mechanizmu podającego - od stycznego (rys. 5.42 a) poprzez położenia pośrednie aż do położenia promieniowego (rys. 5.42 b) względem noży - należy stwierdzić, że ze względu na warunki zasilania (minimalne strefy martwe oraz ograniczenie do minimum siły wciągającej T_w) najkorzystniejszym położeniem jest położenie promieniowe.



Rys. 5.42. Schematy usytuowania aktywnego mechanizmu zasilającego 1:
a - usytuowanie styczne, b - usytuowanie promieniowe

Spośród wielu znanych rozwiązań mechanizmów transportujących (Kawka i Dutkiewicz 1986) do zasilania płatownic można rozpatrywać koncepcje wykorzystujące zespoły:

- siodłowe,
- paskowe,

- rolkowe.

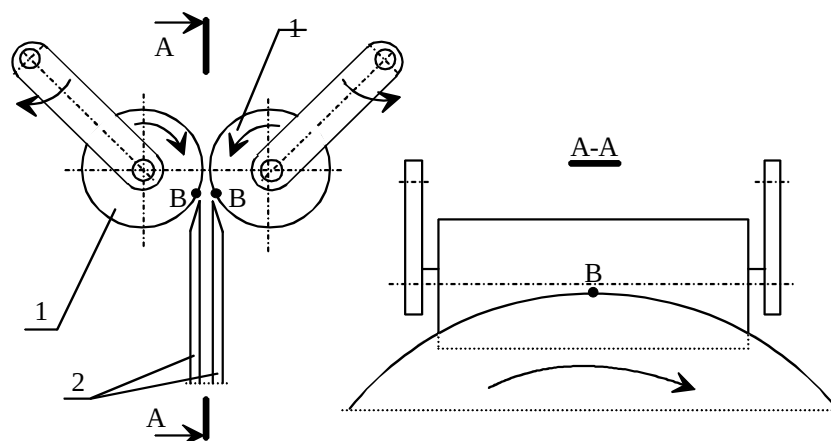
Do oceny ich przydatności przyjęto następujące kryteria:

- uniwersalności pojmowanej jako zdolność zasilania płatownic rybami różniącymi się nie tylko wielkością, lecz również kształtem przekroju poprzecznego,
- funkcjonalności pojmowanej jako bezpieczeństwo i łatwość obsługi oraz odporność na błędy operatora,
- prostoty budowy.

Opierając się na tych kryteriach oraz mając na uwadze znaczny wpływ sposobu zasilania maszyn obróbczych na ich prawidłową pracę oraz specyfikę operacji płatowania (wprowadzanie płetwy ogonowej ryby pomiędzy dwa blisko siebie usytuowane noże pracujące w równoległych płaszczyznach - rys. 5.40), przyjęto koncepcję urządzenia zasilającego wykorzystującego zespoły rolkowe.

Urządzenie takie cechuje prostota zarówno obsługi, jak i budowy, ponieważ nie wymaga ono od operatora dokładności w podawaniu ryb, niezbędnej w zespołach siodłowych (dokładne osadzanie ryb na uchwycie siodłowym) i paskowych (symetryczne wprowadzanie ryb pomiędzy paski); rola operatora sprowadza się wyłącznie do wprowadzenia płetwy ogonowej ryby pomiędzy rolki, które przejmują dalsze prowadzenie i centrowanie ryby i jest niewrażliwe na przykład na charakterystyczne dla mechanizmów ciągnowych odkształcenia materiałowe.

Wstępną koncepcję rolkowego urządzenia zasilającego pokazano na rysunku 5.43.



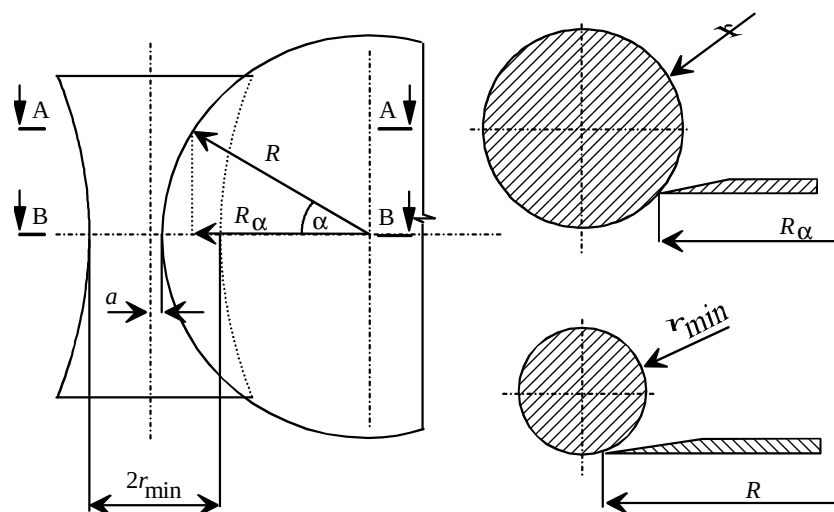
Rys. 5.43. Wstępna koncepcja rolkowego urządzenia do zasilania płatownic:
1 - wychylne obrotowe rolki, 2 - noże, B - umowne punkty styku noży z rolkami

Te wersję urządzenia wyposażonego w cylindryczne obrotowe rolki, charakteryzującą „punktowe” styki krawędzi tnących noży z rolkami. Poza punktami styku B, pomiędzy rolkami a krawędziami tnącymi noży powstają strefy martwe, powiększające się w kierunkach od środka do bocznych krawędzi rolek (rys. 5.42 b). W strefach tych nie ma żadnej kontroli nad wprowadzaniem ryb pomiędzy noże. Ponadto cylindryczne rolki mają minimalny kontakt z rybami, który ze względu na funkcje rolek (centrowanie położenia ryb oraz ich wprowadzanie pomiędzy noże)

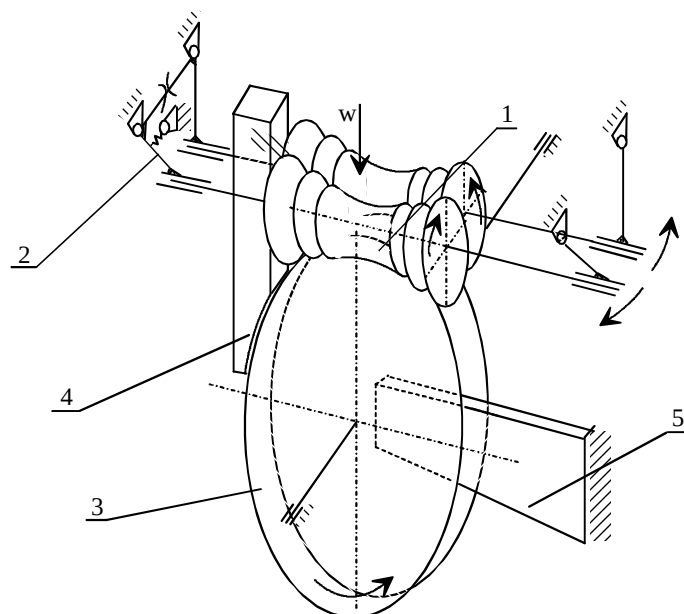
powinien być jak największy. Niezbędne było zatem zaprojektowanie rolek o kształcie eliminującym strefy martwe i jednocześnie możliwie długiej linii kontaktu rolek z rybą, poprawiającej warunki jej wprowadzania pomiędzy noże.

5.5.2. Konstrukcja urządzenia podającego

Analizując możliwości położenia względem siebie rolek i noży według schematu pokazanego na rysunku 5.44, określono kształt rolek wprowadzających i zaprojektowano urządzenie zasilające, którego schemat pokazano na rysunku 5.45 (Dowgiało i in. 2000).



Rys. 5.44. Schemat sposobu analitycznego wyznaczania kształtu rolek zasilających:
1 - nóż, 2 - rolka



Rys. 5.45. Schemat rolkowego urządzenia zasilającego: 1 - rolki, 2 - symetryzator, 3 - noże, 4 - płytki docinająca, 5 - płytki wygarniająca, W - kierunek podawania ryby

Na rysunku 5.46 pokazano wyposażoną w moduł zasilający nowo zaprojektowaną płatownicę, a na rysunku 5.47 płat i odpad uzyskane po obróbce w niej karpia.



Rys. 5.46. Płatownica z rolkowym modulem zasilającym



Rys. 5.47. Płat i kręgosłup po obróbce tuszy karpia w płatownicy

Próby w warunkach przemysłowych wykazały, że płatownica z mechanicznym zasilaniem spełnia wszystkie przyjęte założenia, wdrożono więc ją do produkcji. Płatownica ta charakteryzuje się następującymi parametrami:

- gabaryty (LxBxH) - 750x650x600 mm,
- moc - 1,5 kW,
- zużycie wody - $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$,
- przepustowość - do $15 \text{ ryb} \cdot \text{min}^{-1}$.

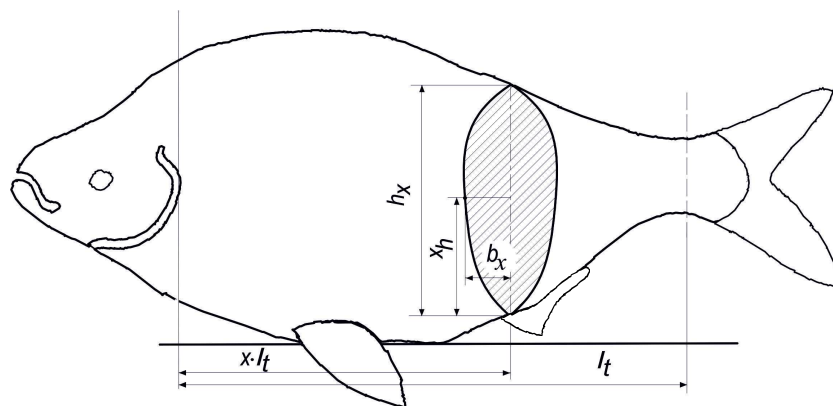
5.5.3. Konstrukcyjne możliwości zwiększenia wydajności operacji płatowania

Niezależnie od potwierdzonych próbami walorów wdrożonej do produkcji płatownicy, wykonane w niej cięcie płatające pozostawia przy oddzielanym kręgosłupie znaczne ilości czystego mięsa; ilość mięsa jest tym większa, im grubszy kręgosłup ma płatowana ryba. Przyczynia się to do obniżenia możliwej do uzyskania wydajności operacji obróbki, lecz w istniejących rozwiązaniach jest nie do uniknięcia. Wynika ono bowiem nie tylko ze zmniejszania się średnicy kręgosłupa wzdłuż długości ryby, lecz również z przyjętej koncepcji wykonywania cięcia płatającego dwoma równoległe ustawionymi nożami. Ponieważ oprócz niskich kosztów zakupu i eksploatacji oraz wysokiej jakości uzyskiwanego produktu, przede wszystkim wymaga się, by maszyny do obróbki uzyskiwały jak największą wydajność, płatownice, których konstrukcja oparta jest na dwóch równoległych nożach, znajdują ograniczone zastosowanie. Powstało natomiast zapotrzebowanie na płatownice, których wydajność byłaby zbliżona do uzyskiwanej podczas obróbki ręcznej. Prace nad ich zaprojektowaniem zostały

podjęte w MIR. W pierwszym etapie prac przeprowadzono analizę konstrukcyjnych możliwości ograniczenia do minimum strat obróbki (Dowgiało i Dutkiewicz 2002).

Dążąc do zminimalizowania strat wydajności płatowania, przeprowadzono analizę porównawczą wielkości stref strat, które powstają podczas cięcia płatującego wykonywanego dwoma i czterema nożami w różnych wariantach ich ustawienia (różne płaszczyzny cięć płatujących). Kryterium technologicznej oceny skuteczności operacji była wielkość powierzchni strefy strat. Ponieważ budowa stanowisk badawczych umożliwiających porównywanie wydajności płatowania przy różnych ustawieniach noży byłaby nie tylko pracochłonna, ale i przede wszystkim kosztowna, analizę modeli rzeczywistych zastąpiono analizą graficzną. Warunkiem jej przeprowadzenia była znajomość zmienności wzdłuż długości ryby jej przekroju poprzecznego oraz zmienności średnicy kręgosłupa.

Aby określić funkcję opisującą poprzeczny przekrój ryby, przeprowadzono, według schematu pokazanego na rysunku 5.48, pomiary parametru h_x (wysokość ryby w punkcie oddalonym od początku tuszki o długości l_t o odcinek $x \cdot l_t$) i parametru b_x (połowa grubości ryby w punkcie oddalonym od krawędzi brzucha o odcinek $x_h \cdot h_x$). W przypadku pomiarów parametru h_x odcinek l_t (długość tuszki) podzielono na 6 części ($\Delta x = 0.166 l_t$), a w przypadku parametru b_x odcinek h_x podzielono na 8 części ($\Delta x_h = 0.125 h_x$). Aby ocenić zmienność średnicy kręgosłupa, mierzono średnice pierwszego kręgu od strony głowy i kręgu ostatniego.

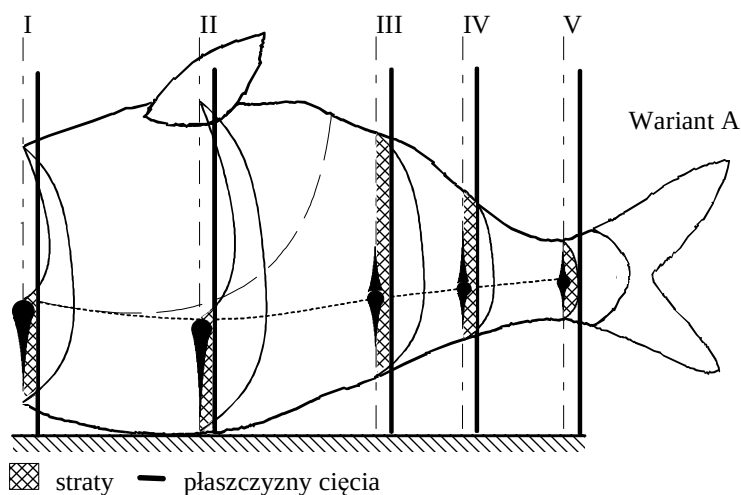


Rys. 5.48. Schemat pomiarów morfometrycznych przekroju poprzecznego ryby

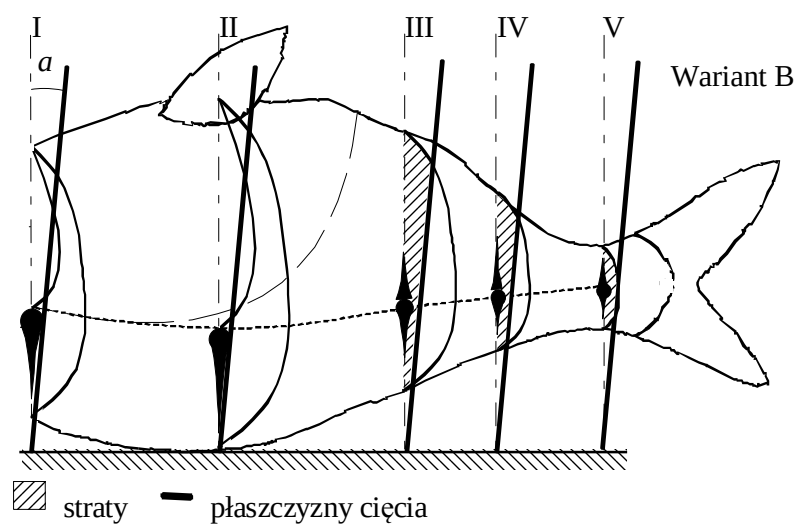
Wyniki pomiarów poddano obróbce statystycznej, otrzymując funkcje opisujące poszukiwane parametry ciała ryby. Pozwalają one określić wysokość karpia o dowolnej długości całkowitej z zakresu od 275 mm do 500 mm w dowolnym miejscu jego przekroju poprzecznego oraz jego grubość w poszczególnych punktach tego przekroju. Pozwalają również określić kąt zbieżności kręgosłupa. Uzyskane wyniki umożliwiły przeprowadzenie analizy strat wydajności płatowania prowadzonego w różnych warunkach.

W analizie wpływu różnych wariantów cięć płatujących, wyznaczanych liczbą i przestrzennym położeniem noży płatujących, na wielkość stref strat rozpatrzono następujące układy „tuszka – noże”:

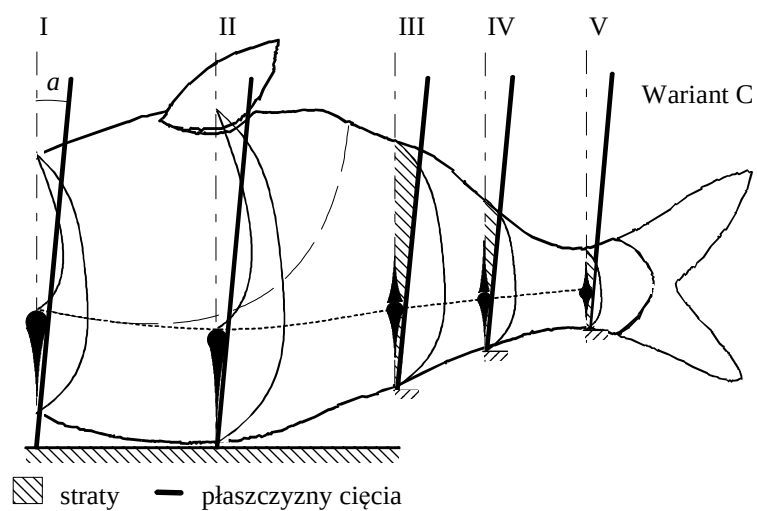
- 1) dwa noże ustawione równolegle, oś wzdłużna ryby równoległa do kierunku jej ruchu podczas obróbki (wariant A, rys. 5.49),
- 2) dwa noże ustawione w układzie „V”, oś wzdłużna ryby równoległa do kierunku jej ruchu podczas obróbki (wariant B, rys. 5.50),
- 3) dwa noże ustawione w układzie „V”, kąt nachylenia osi wzdłużnej ryby do kierunku ruchu zmienny podczas obróbki (wariant C, rys. 5.51),
- 4) cztery noże ustawione parami równolegle i w układzie „V”, podczas rozcinania jamy brzusznej oś wzdłużna ryby równoległa do kierunku jej ruchu podczas obróbki, podczas wycinania kręgosłupa kąt nachylenia osi wzdłużnej ryby do kierunku ruchu zmienny podczas obróbki (wariant D, rys. 5.52 i rys. 5.53).



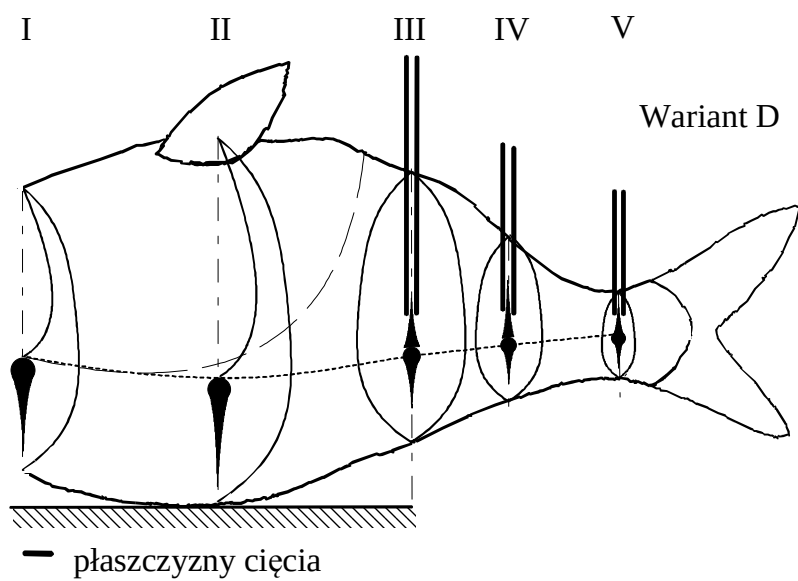
Rys. 5.49. Schemat cięcia płatującego dwoma nożami w układzie równoległym (na rysunku pokazano półprzekroje płaszczyzny cięcia)



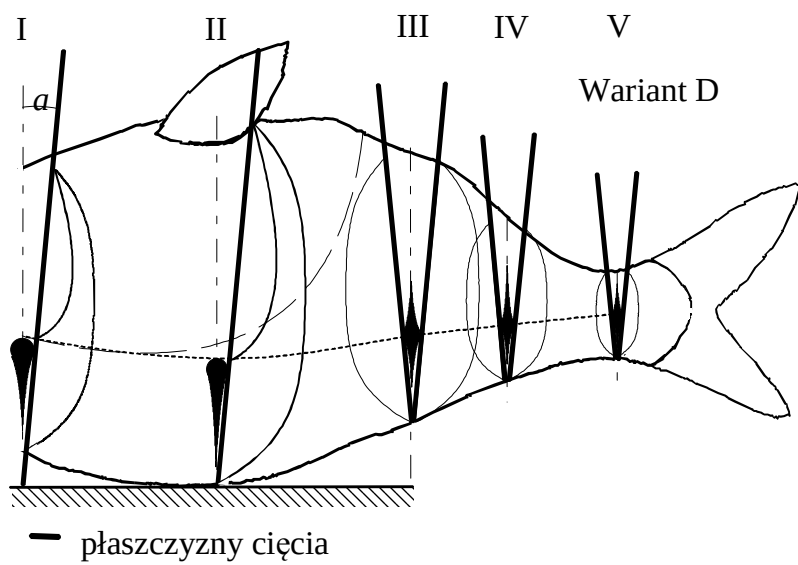
Rys. 5.50. Schemat cięcia płatującego dwoma nożami w układzie "V" (na rysunku pokazano półprzekroje płaszczyzny cięcia)



Rys. 5.51. Schemat cięcia płatującego dwoma nożami w układzie "V", gdy położenie ryby podczas obróbki jest zmienne (na rysunku pokazano półprzekroje płaszczyzny cięcia)



Rys. 5.52. Schemat cięcia płatującego, rozcinającego rybę za jamą brzuszną, wykonywanego dwoma równoległymi nożami

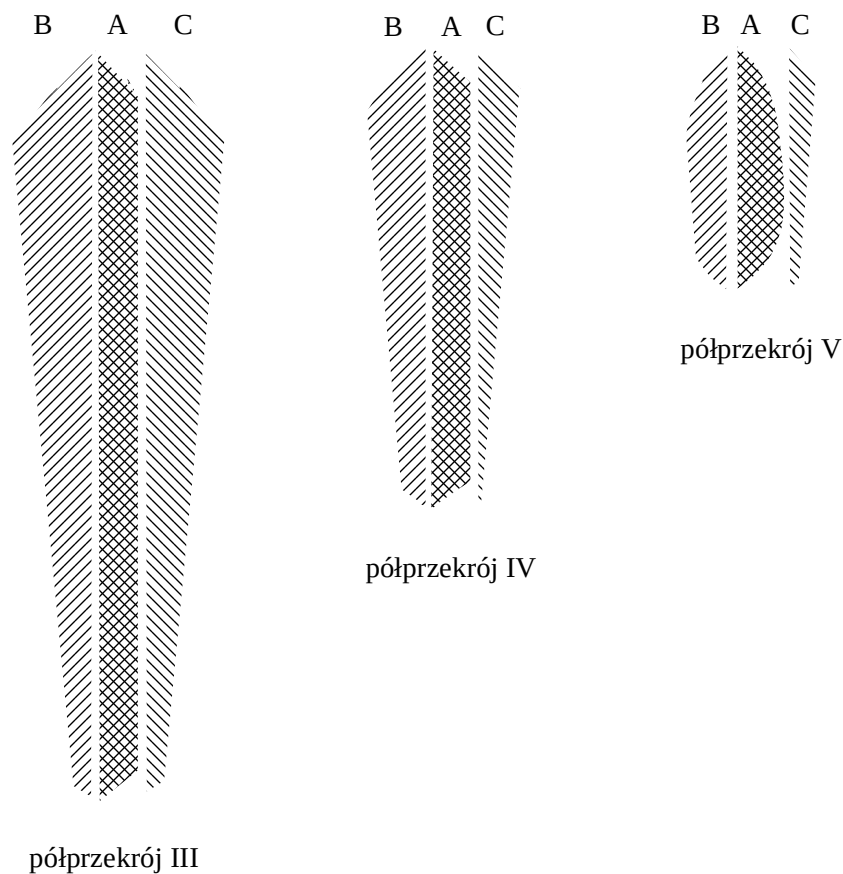


Rys. 5.53. Schemat cięcia płatującego, wycinającego kręgosłup, wykonywanego dwoma nożami w układzie "V", gdy położenie ryby podczas obróbki jest zmienne

Kąt rozwarcia noży płatujących, określony na podstawie morfometrycznych pomiarów ciała ryby i jej kręgosłupa, jest równy $2\alpha \approx 12^\circ$.

W operacjach płatowania według wariantów A, B i C są wykonywane dwa symetryczne cięcia płatujące, a w operacji według wariantu D - cztery cięcia, również parami symetryczne. Pierwsze cięcia, wykonywane dwoma równoległymi ustawionymi nożami, rozcinają tuszkę na odcinku „otwór analny – płetwa ogonowa”, na głębokość do kręgosłupa (rys. 5.52). Drugie cięcia, wykonywane dwoma nożami w układzie „V” po rozchyleniu nadciętych płatów o kąt nie mniejszy niż 2α , wycinają z tuszki kręgosłup (rys. 5.53).

Dla przeanalizowania wielkości stref strat, które powstają podczas płatowania według wariantów A, B i C, na rysunku 5.53 w skali 1:1 przedstawiono powierzchnie tych stref w półprzekrojach III, IV i V, powstałe podczas płatowania karpia o długości 350 mm. Pominięto półprzekroje I i II, gdyż straty w nich powstają tylko podczas płatowania według wariantu A.



Rys. 5.54. Powierzchnie stref strat w półprzekrojach III, IV i V, powstające podczas płatowania według wariantów A, B i C ryby o długości $l = 350$ mm

Porównując powierzchnie stref strat należy stwierdzić, że spośród rozpatrywanych dwunożowych wariantów cięcia (A, B i C), największymi stratami charakteryzuje się wariant A - płatowanie równolegle ustawionymi nożami, a najmniejszymi wariant C - płatowanie nożami ustawionymi w układzie „V” ze zmieniającym się podczas obróbki kątem nachylenia osi wzdłużnej ryby do kierunku ruchu. Zaznaczyć należy, że różnice w wielkościach strat poszczególnych wariantów rosną w miarę przesuwania się analizowanych półprzekrojów w kierunku ogona ryby.

Jednakże, niezależnie od wielkości strat wydajności w wariantach dwunożowych, należy stwierdzić, że najkorzystniejszy ze względu na powstające straty wydajności jest czteronożowy wariant płatowania (wariant D, rys. 5.52 i 5.53). Zastosowany w nim układ płaszczyzn cięcia oraz sprzyjający oszczędnemu wycinaniu kręgosłupa sposób prowadzenia ryby (kręgosłup w miarę zmniejszania się średnicy przesuwa się w kierunku zmniejszającej się odległości między nożami) w praktyce całkowicie minimalizują straty wydajności obróbki.

Analiza wykazała, że możliwe jest przeprowadzenie operacji maszynowego płatowania bez strat wydajności technologicznej. Jednakże wymaga to odejścia od dotychczasowej, opartej na dwunożowym zespole tnącym konstrukcji płatownic na rzecz konstrukcji wykorzystującej co najmniej czteronożowy zespół tnący, w której:

- tuszki w czasie obróbki ułożone będą skośnie względem kierunku ich ruchu,
- para równoległych noży rozcinających tuszkę na odcinku „otwór analny - płetwa ogonowa” będzie mocowana uchylnie,
- tuszki w czasie obróbki będą stabilnie prowadzone.

Spełnienie dwóch pierwszych z wymienionych warunków, jakim powinna odpowiadać konstrukcja takiej płatownicy, jest proste i nie wymaga dodatkowych analiz. Natomiast zapewnienie stabilnego prowadzenia tuszki w czasie obróbki, ze względu na jej ułożenie oraz skomplikowany przestrzennie kształt, jest zadaniem trudnym, wymagającym przeprowadzenia dodatkowych badań na modelu rzeczywistym.

Należy też rozpatrzyć koncepcję zastąpienia dotychczas stosowanych w płatownicach noży tarczowych elastycznymi nożami taśmowymi, dopasowującymi się do kształtu przekroju poprzecznego kręgosłupa i wyrostków ościstych.

5.6. Filetowanie

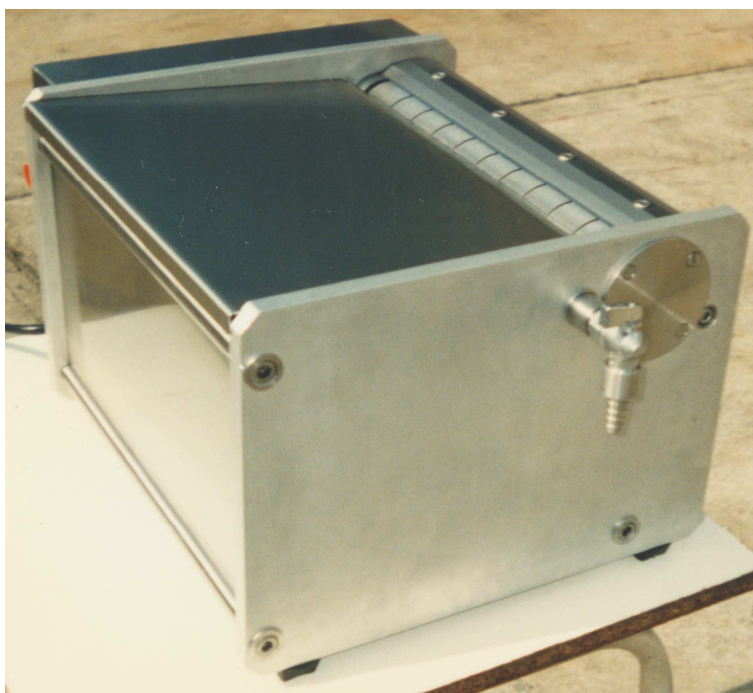
Filetowanie karpia i innych ryb karpiowatych zarówno w Polsce, jak i za granicą jest wykonywane ręcznie ze względu na brak specjalnych maszyn przeznaczonych do tego celu. Wprawdzie część producentów maszyn do obróbki ryb oferuje fileciarki do karpia, ale pod tą nazwą kryją się takie płatownice, jak przedstawiona w rozdziale 5.5 lub będące jej konstrukcyjnymi mutacjami.

5.7. Odkórzanie

Odkórzanie filetów z ryb słodkowodnych, w tym z karpi, od niedawna jest coraz częściej stosowane w zakładach przetwórczych.

Maszyny do odkórzania ryb słodkowodnych nie różnią się od przeznaczonych dla ryb morskich i są produkowane przez licznych producentów. Ułatwiają one i przyspieszają, w porównaniu z pracą ręczną, operację odkórzania. Umożliwiają odkórzanie od 20 do ponad 40 filetów na minutę, zależnie od ich wielkości i typu maszyny - wyższe przepustowości wymagają przenośnika podającego filety, który jest stosowany w odkórzarkach stacjonarnych.

W MIR zaprojektowano odkórzarkę (rys. 5.55) o gabarytach 320x500x370 mm (LxBxH) i mocy 0,55 kW.



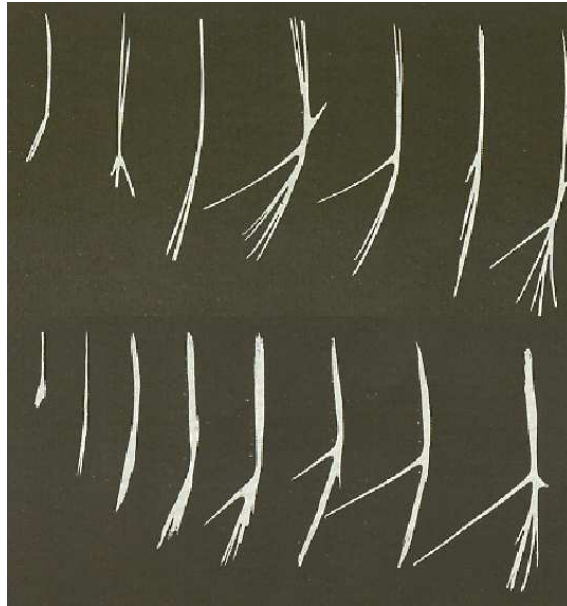
Rys. 5.55. Stołowa odkórzarka filetów ryb słodkowodnych

Jest wyposażona, podobnie jak większość obecnie produkowanych odkórzarek, w nieruchomy nóż o regulowanej odległości od wałka wciągającego skórę. Umożliwia to dostosowanie szczeliny pomiędzy wałkiem a nożem do grubości skóry, a także, w razie potrzeby, ścinanie wraz z nią warstwy tkanki podskórnej.

5.8. Przecinalanie ości

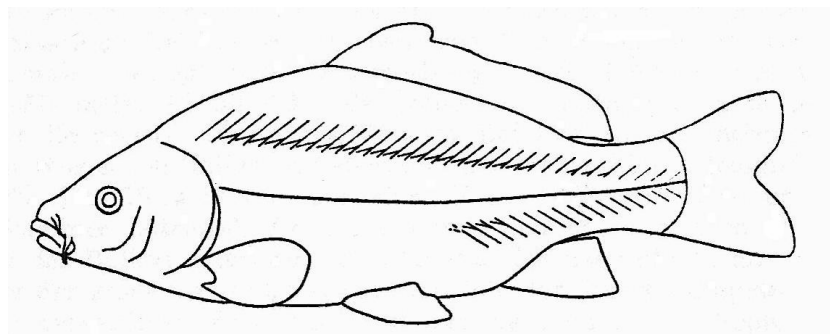
5.8.1. Rozmieszczenie ości w karpach

Ości to cienkie skostnienia ścięgien występujące w szeregach w przegrodach międzymięśniowych ryb kostnoszkieletowych (Długosz i Demska-Zakęś 1997). Przyjmują kształt pojedynczych szpilek lub rozdwajają się na kształt litery Y o rozszczepionych ramionach (rys. 5.56).



Rys 5.56. Kształty ości karpia (Dutkiewicz i Dowgiałło 2004)

Liczba ości w karpie wynosi od 99 do 104 (Lieder 1966), a ich rozmieszczenie ilustruje rysunek 5.57.



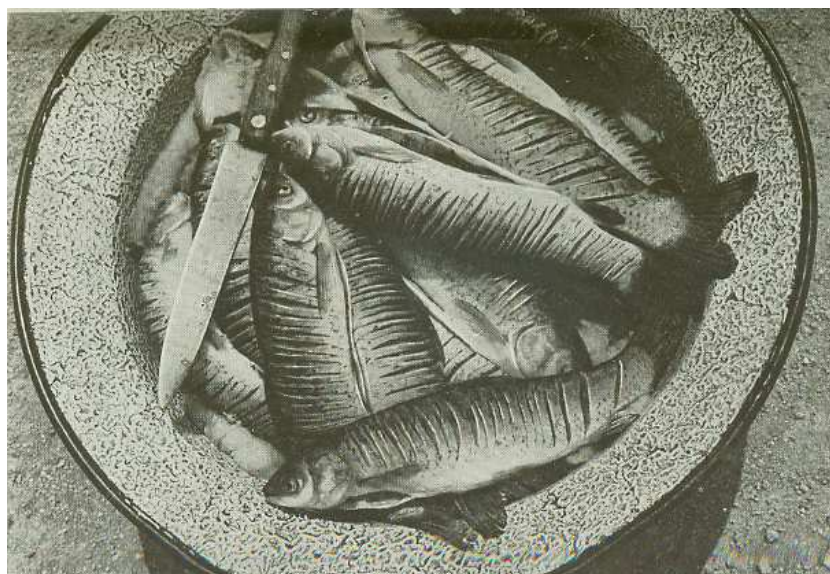
Rys. 5.57. Rozmieszczenie ości w karpie (Lieder 1966)

W przekroju poprzecznym końcowe części ości znajdują się kilka milimetrów pod powierzchnią skóry i biegną skośnie w głąb mięśni w kierunku kręgosłupa. Pomiary wykazały, że w górnym rzędzie długość ości wynosi od 18 mm do 44 mm, a w dolnym - od 8 mm do 29 mm (Dutkiewicz i Dowgiałło 2004).

Ościistość mięsa karpia jest drugim, po sprzedaży ryb żywych, powodem odstrasżającym potencjalnych klientów od ich zakupu (Cieśla 2008). Aby ją wyeliminować, należy do procesów ich przetwarzania wprowadzić dodatkową operację usuwającą, a na pewno zmniejszającą zagrożenie zadławieniem ościami. Wytworzone w ten sposób zostaną produkty o nowej, bezpiecznej dla zdrowia jakości.

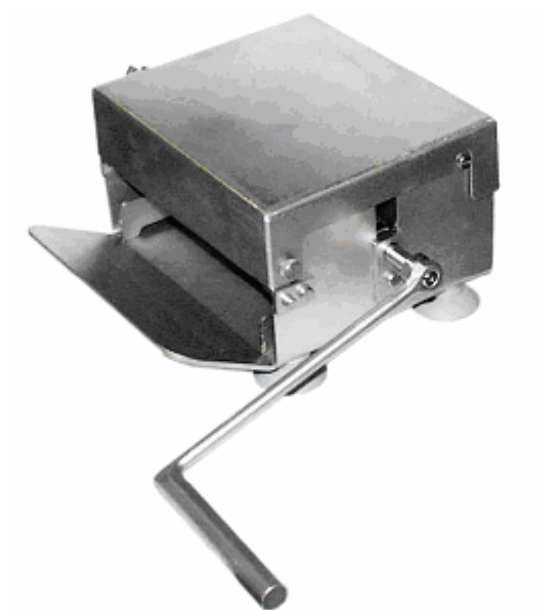
Usunięcie ości z tuszek czy dzwonek, przez wyrywanie jest niemożliwe, gdyż ości znajdują się pod skórą. Również nie jest możliwe wyrywanie ości z filetów czy płatów - badania wykazały, że wymaga ono siły większej od ich wytrzymałości na zrywanie, wynoszącej $2,90 \pm 1,33$ N (Dutkiewicz i Dowgiałło 2004). Dotyczy to nie tylko karpia, lecz również innych karpiowatych.

W tej sytuacji jedynym realnym rozwiązaniem jest przecinanie ości na krótkie, niewyczuwalne w ustach odcinki. Rozwiązanie to jest znane od lat, choć ze względu na ograniczoną dostępność lub brak odpowiednich maszyn nie jest powszechnie praktykowane na skalę przemysłową, lecz jedynie w gospodarstwach domowych (rys. 5.58).

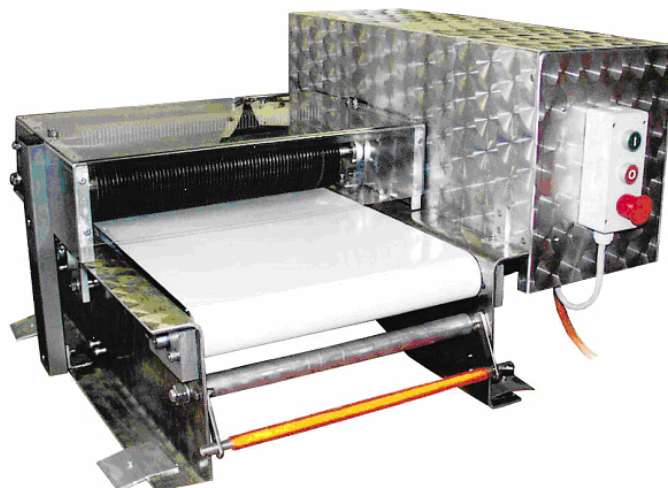


Rys. 5.58. Karpie z ręcznie ponacinanymi ościami (Antalfi i Tölg 1975)

Do niedawna zmechanizowane było jedynie przecinanie ości w filetach z ryb karpiowatych w ręcznych lub mechanicznych urządzeniach, których przykłady pokazano na rysunkach 5.59 i 5.60.



Rys. 5.59. Urządzenie z ręcznym napędem do przecinania ości w filetach (AGK Kronawitter GmbH)



Rys. 5.60. Mechaniczne urządzenie do przecinania ości w filetach (AGK Kronawitter GmbH)

Jednakże urządzenia tego typu nie nadają się do przecinania ości w dostępnych na polskim rynku płatach ze względu na pozostawiane w nich żebera. Także ręczne przecinanie ości jest zbyt pracochłonne, by mogło być stosowane w obróbce przemysłowej. Zakładając, że ości powinny być przecięte na odcinki nie dłuższe niż 3 mm, w jednokilogramowym karpiu należy wykonać około 120 nacięć na każdym jego boku. Dlatego też jednym z warunków intensyfikacji przetwórstwa karpia było opracowanie sposobu i skonstruowanie maszyn do przecinania ości w tuszkach i płatach oraz skonstruowanie polskich wersji niedrogich urządzeń do przecinania ości w filetach. Maszyny takie w latach 2005 - 2009 zostały opracowane w MIR, a przy ich konstruowaniu przyjęto następujące założenia wstępne:

- maszyny powinny przecinać ości na odcinki nie dłuższe niż 3 mm,
- maszyny do przecinania ości w tuszkach powinny jednocześnie przecinać ości znajdujące się w tkance mięśniowej po obu stronach ciała ryby, nie naruszając kręgosłupa i żeber,
- maszyny do przecinania ości w płatach nie powinny przecinać żeber i skóry, a powinny uwzględniać występowanie płatów parami (płaty lewe i prawe),
- maszyny powinny zapewniać łatwy i bezpieczny dla operatora załadunek ryb z przepustowością $20\pm 35 \text{ ryb} \cdot \text{min}^{-1}$, w zależności od wielkości ryby i wprawy operatora,
- powinny zapewniać automatyczny wyładunek ryby z maszyny.

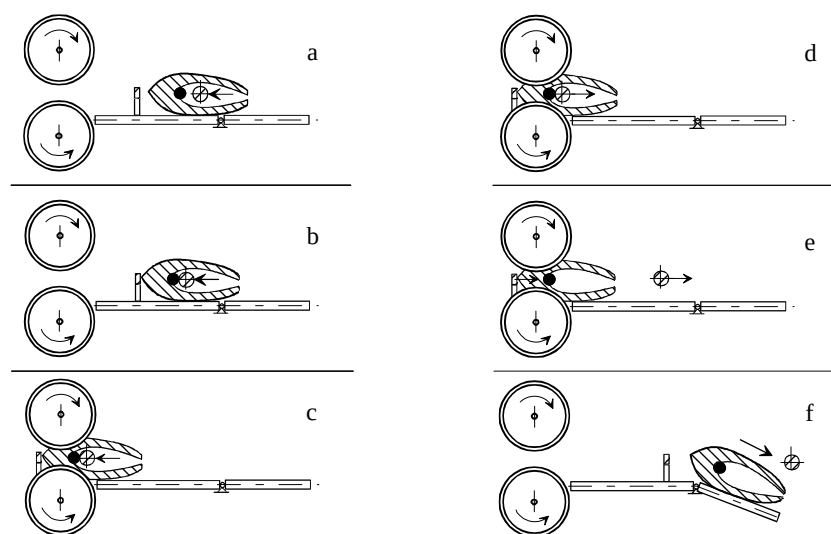
Ponadto ze względu na techniczne uwarunkowania małych zakładów przetwórczych, projektując omawiane maszyny należało, w celu uproszczenia obsługi i obniżenia ceny, dążyć do stosowania możliwie prostych rozwiązań konstrukcyjnych.

5.8.2. Przecinanie ości w tuszkach

Przy opracowywaniu koncepcji urządzenia przyjęto dwa dodatkowe założenia:

- przecięcie ości z obu stron tuszki powinno być wykonywane w czasie jednego przejścia przez urządzenie,
- ze względów bezpieczeństwa noże nie powinny wykonywać żadnych innych ruchów poza obrotowym.

Opierając się na przyjętych założeniach, zgodnie z koncepcją urządzenia pokazaną na rysunku 5.61 wykonano jego prototyp (rys. 5.62).



Rys. 5.61. Koncepcja urządzenia do przecinania ości w tuskach



Rys. 5.62. Prototyp urządzenia do przecinania ości w tuskach



Rys. 5.63. Tuszki z poprzącinanymi ościami

Po pozytywnych wynikach prób w warunkach przemysłowych - ponacinane tuszki pokazane są na rysunku 5.63 - prototyp został wdrożony do produkcji. Jego główne parametry techniczne są następujące:

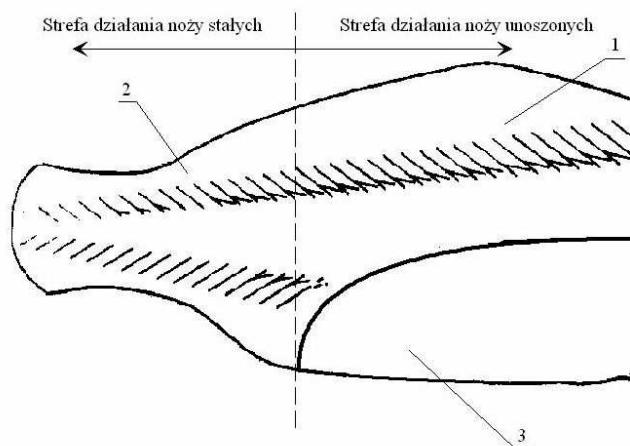
- gabaryty (LxBxH) - 850x800x430 mm,
- zapotrzebowanie mocy - 0,55 kW,
- przepustowość - do 20 ryb·min⁻¹.

5.8.3. Przecinanie ości w płatach

Znane urządzenia do przecinania ości w filetach nie nadają się do przecinania ości w płatach. Ponieważ w płatach, w odróżnieniu od filetów, są pozostawiane żebra. Urządzenia do przecinania ości w filetach nacinają je na całej powierzchni, a więc pozostawione w płatach żebra zostałyby pocięte na równie krótkie, jak i ości odcinki. Uniemożliwiłoby to, a w każdym bądź razie znacznie utrudniło ich oddzielenie od płata w trakcie konsumpcji, powodując zbędny dyskomfort. Ponadto stosowane do przecinania ości cienkie noże przecinając grube i twarde żebra nie tylko tępiłyby się szybko, lecz również ulegały wyszczerbieniu.

Dlatego też przyjęto, że w urządzeniu, którego koncepcja jest podobna do przecinania ości w filetach - ułożony na taśmie przenośnika płat (rys. 5.64) przesuwa się pod trzema zestawami obrotowych noży. Pierwszy zestaw noży, umieszczonych centralnie nad przenośnikiem transportującym, przecina ości w grzbietowej części przesuwanego się pod nimi płata i, sterowany krzywką, unosi się nad jego częścią brzuszną (z żebrami). Pozostałe dwa zestawy noży, symetrycznie umieszczone po bokach zestawu pierwszego, co wynika z występowania płatów lewych i prawych, przecinają ości w ogonowej części płata. W tej części płata ości występują po obu

stronach jej osi symetrii, a nie ma w niej żeber i dlatego jest ona nacinana na całej powierzchni.



Rys. 5.64. Rozmieszczenie osi w płacie: 1 - część grzbietowa, 2 - część ogonowa, 3 - część brzuszna

W opracowanej koncepcji urządzenia założono, że w czasie obróbki płyt przytrzymywany będzie wahliwym chwytakiem za część brzuszną, a jego część ogonowa nie będzie przytrzymywana, lecz dociskana do taśmy przenośnika. Zbudowany prototyp (rys. 5.65) poddano próbom przemysłowym i po dokonaniu niewielkich poprawek wdrożono go do produkcji.



Rys. 5.65. Prototyp urządzenia do przecinania osi w płytach

Parametry techniczne urządzenia są następujące:

- gabaryty (LxBxH) - 1300x900x1100 mm,
- zapotrzebowanie mocy:
 - 0,75 kW - napęd noży,
 - 0,37 kW - napęd przenośnika zasilającego,
- przepustowość - do 25 płatów · min⁻¹.

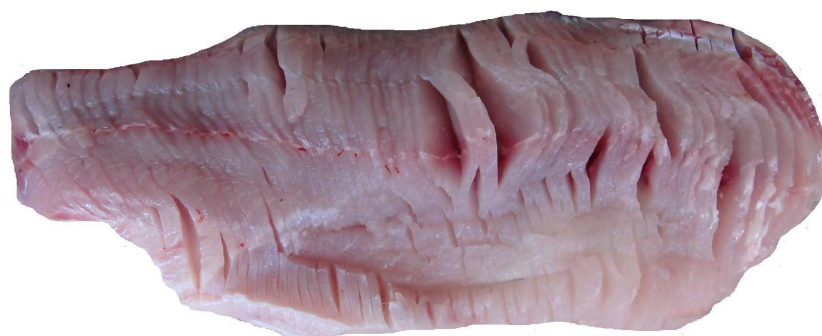
5.8.4. Przecinanie ości w filetach

Przecinarka przenośnikowa

Zaprojektowaną w MIR wersję przenośnikowego urządzenia do przycinania ości w filetach z ryb karpiowatych pokazano na rysunku 5.66. W odróżnieniu od przecinarki ości w płatach, filet nacinany jest na całej szerokości bez przecięcia skóry (rys. 5.67). Przecinarka jest polską wersją znanych tego typu urządzeń oferowanych przez zagranicznych producentów.



Rys. 5.66. Przenośnikowa przecinarka ości w filetach karpi i ryb karpiowatych



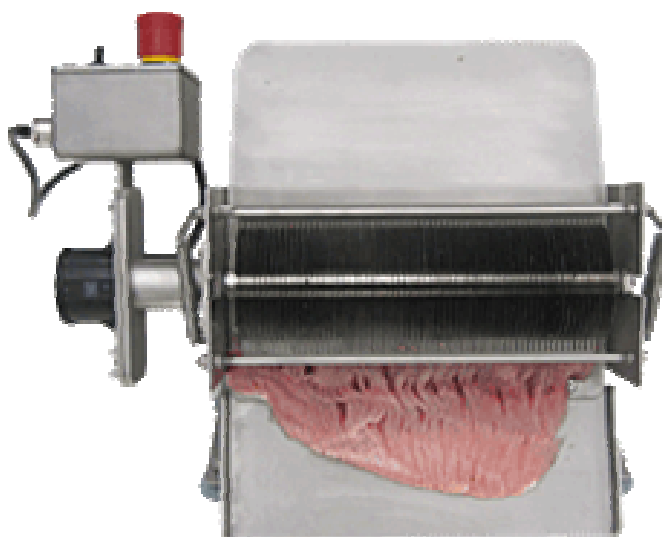
Rys. 5.67. Filet ponacinany w przecinarnie przenośnikowej

Parametry techniczne przecinarki są następujące:

- gabaryty (LxBxH) - 735x640x540 mm,
- zapotrzebowanie mocy - 0,37 kW,
- przepustowość - do 40 filetów $\cdot$ min⁻¹.

Przecinarka bębnowa

Zagraniczni producenci oferują oprócz przenośnikowych przecinarek ości ich mniejsze gabarytowo wersje, również z elektrycznym napędem noży, znajdujące zastosowanie w mniejszych przetwórnictwach, na przykład przecinarkę produkowaną przez firmę Klein (rys. 5.68).



Rys. 5.68. Stołowa przecinarka ości Klein III

Analiza jej użyteczności wykazała, że charakteryzują ją dwie podstawowe niedogodności:

- zmniejszona w stosunku do urządzenia przenośnikowego przepustowość, spowodowana zastosowaniem zasilania grawitacyjnego w miejsce wymuszanego taśmą przenośnika,
- próba ręcznego przesuwania filetów, w przypadku ich zatrzymania się na ześlizgu, stwarza zagrożenie dla operatora.

Dlatego też w MIR opracowano koncepcję urządzenia z mechanicznym podawaniem filetów przez obrotowy bęben, na którym, w strefie bezpiecznie oddalonej od modułu przecinającego ości, układane są filety przeznaczone do nacinania. Podczas opracowywania urządzenia założono, że średnica, rozstaw i prędkość obrotowa noży będą takie same, jak w przecinارce przenośnikowej, a prędkość liniowa obrotowego bębna będzie równa prędkości liniowej jej przenośnika. Dzięki temu zarówno skuteczność działania, jak i przepustowość nowo projektowanego urządzenia i przecinarki przenośnikowej nie powinny się różnić.

Bazując na przyjętych założeniach, skonstruowano i wykonano prototyp urządzenia, a po jego próbach w warunkach przemysłowych i wprowadzeniu drobnych zmian konstrukcji - wersję przemysłową (rys. 5.69).



Rys. 5.69. Stołowa przecinarka ości w filetach

Parametry przecinarki są następujące:

- gabaryty (LxBxH) - 600x400x450 mm,
- zapotrzebowanie mocy - 0,25 kW,
- przepustowość - do 40 filetów·min⁻¹.

5.8.5. Scalanie filetów i płatów

Zagrożenia niesione przez ości można więc skutecznie eliminować, przecinając je za pomocą przedstawionych urządzeń na krótkie, niewyczuwalne odcinki. Podnoszoną przez część konsumentów jedyną i to wyłącznie estetyczną niedogodnością tej metody jest wygląd fileta i płata po obróbce - nie stanowią one jednolitego, zwartego produktu, lecz są głęboko ponacinane (rys. 5.67). Problem ten rozwiązuje opracowany w MIR we współpracy z Politechniką Koszalińską sposób rekonstrukcji całych filetów lub płatów „bez ości”, przywracającej im pierwotny wygląd. Polega on na enzymatycznym scaleniu (rys. 5.68) ponacinanej tkanki i chłodniczym lub zamrażalniczym przechowywaniu tak scalonych filetów i płatów indywidualnie zapakowanych próżniowo w opakowania z folii wielowarstwowej.

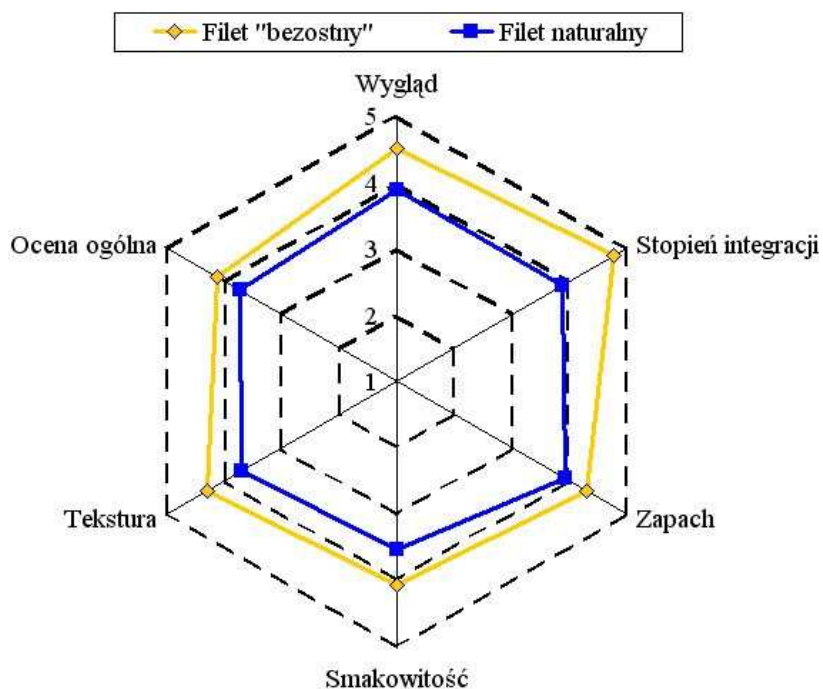


Rys. 5.68. Urządzenie do enzymatycznej obróbki filetów i płatów

Dzięki tej metodzie otrzymuje się jednolite, zwarte filety i płaty, w których pocięte na krótkie kawałki ości nie są wyczuwalne organoleptycznie (rys. 5.69).



Rys.5.69. Zrekonstruowany filet z poprzecinanymi ościami



Rys. 5.70. Jakość sensoryczna smażonych "bezostnych" i naturalnych filetów z karpia przechowywanych chłodniczo przez 1 rok w temp. -20°C

Przechowywane w warunkach zamrażalniczych zrekonstruowane produkty handlowe mają trwałość powyżej 12 miesięcy, a ich jakość w porównaniu z naturalnymi jest wyższa ze względu na bardziej soczystą i delikatną teksturę mięsa oraz mniejsze ubytki masy wskutek wycieku termicznego po obróbce cieplnej (parowaniu lub smażeniu) (rys. 5.70).

5.9. Dzwonkowanie

Dzwonkowanie to forma obróbki polegająca na pocięciu w poprzek odgłowionej i wypatroszonej ryby. W handlu są spotykane dzwonka z karpi w postaci półproduktu przeznaczonego do dalszej obróbki (smażenia, gotowania, grilowania) lub dzwonka wędzone (rys. 5.70).



Rys. 5.70 Wędzone dzwonka karpia

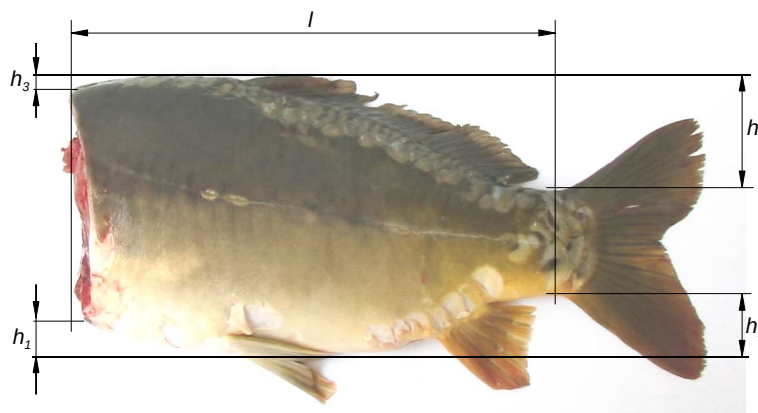
Ponieważ na polskim rynku brakuje urządzeń przeznaczonych do cięcia tuszek karpi i innych ryb słodkowodnych na dzwonka - dzwonkownic, w MIR opracowano i skonstruowano takie urządzenie.

Punktem wyjściowym opracowania prostego, a przez to i niedrogiego urządzenia, które mogłoby być stosowane w niewielkich przetwórnictwach karpi, w polskich warunkach pracujących okresowo, była analiza użyteczności spotykanych na rynku dzwonkownic przenośnikowych. W dzwonkownicach takich tuszki układają się w nieckach przenośnika przemieszczającego je do strefy, w której zestaw osadzonych na wspólnym wałku noży przecina je na dzwonka o szerokości odpowiadającej rozstawowi noży. Z badań modelowych wynika, że otrzymane w takim urządzeniu dzwonka są zniekształcone (rys. 5.71).



Rys. 5.71. Zniekształcone dzwonka karpia otrzymane podczas badań modelowych

Przyczyną zniekształceń jest niestabilne położenie tuszki w czasie przecinania. Duże różnice pomiędzy maksymalną i minimalną wysokością ciała karpia (rys. 5.72) powodują, że w czasie cięcia, wskutek nierównomiernego wciągania tuszki przez noże, powstaje obracający ją w osi głównej moment, co powoduje zniekształcenia dzwonek.



Rys. 5.72. Różnice pomiędzy maksymalną i minimalną wysokością ciała karpia o długości całkowitej $L = 350$ mm: $h_1 = 26$ mm, $h_2 = 44$ mm, $h_3 = 11$ mm, $h_4 = 82$ mm

Dla wyeliminowania stwierdzonej niedogodności opracowano koncepcję dzwonekownicy, w której zamiast cięcia ryby od strony brzusznej ku grzbietowi lub odwrotnie, zastosowano cięcie ryby wzdłuż jej płaszczyzny bocznej. Pozwoliło to na całkowite wyeliminowanie wciągania ryby przez noże, a więc wyeliminowanie zniekształcenia dzwonek. Ponadto, mając na względzie zarówno koszt, jak i wielkość urządzenia, zastosowano, ręczny załadunek i wyładunek ryb. Wykonana według tej koncepcji dzwonekownica stołowa jest pokazana na rysunku 5.73.



Rys. 5.73. Prototyp dzwonkownicy stołowej

Przeprowadzone w warunkach przemysłowych próby wykazały, że otrzymane dzwonka (rys. 5.74) nie miały zniekształceń charakterystycznych dla dzwonek z dzwonkownic przenośnikowych.



Rys. 5.74. Dzwonka wytworzone w dzwonkownicy stołowej

Podstawowe parametry dzwonkownicy:

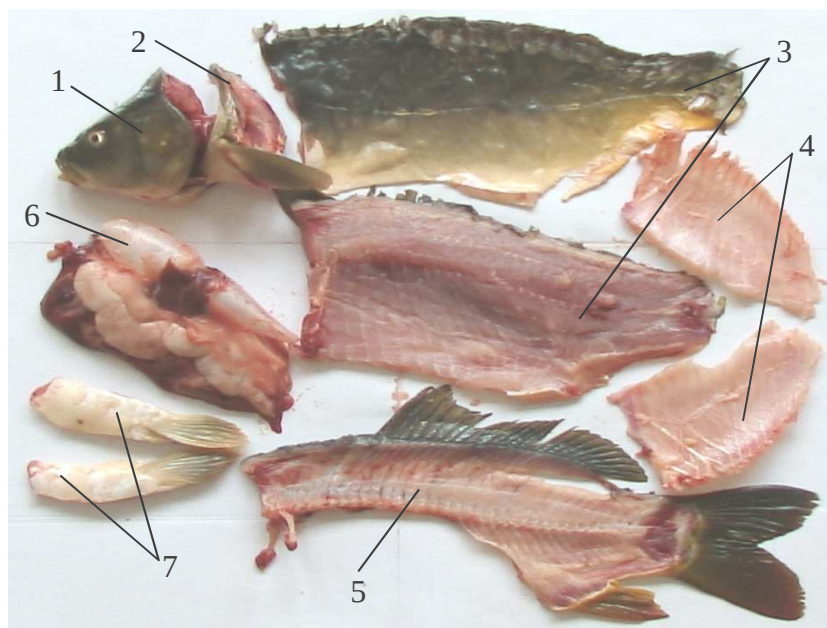
- gabaryty (LxBxH) - 560x680x510 mm,
- moc - 0,55 kW
- przepustowość - 25 ryb·min⁻¹.

5.10. Oddzielanie mięsa z kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpi¹⁾

Mięso odzyskiwane z kostnych odpadów po filetowaniu i płatowaniu jest produktem zaliczanym do grupy MOM (mięso oddzielane (odkostniane) mechanicznie). Jego produkcja może zwiększyć korzyści ekonomiczne procesu przetwarzania ryb. W procesie oddzielania normalna struktura tkanki mięśniowej zostaje w przeważającym stopniu utracona lub zmieniona w taki sposób, że nie jest ona porównywalna ze strukturą zwykłego mięsa. Wskazane jest jak najmniejsze rozdrobnienie mięsa w procesie separacji, tak by można je zaliczyć do kategorii grubo rozdrobnionego. Równocześnie jednak jest wymagane dokładne jego oczyszczenie z pozostałych ości i kawałków skóry (Kołakowski i in. 2006). Oddzielone mięso może stanowić ważny surowiec stosowany w produkcji formowanych produktów rybnych, jak na przykład burgery rybne lub frykadele, a jego wytwarzanie może być w istotnym stopniu opłacalne i uzasadnione technologicznie.

5.10.1. Analiza właściwości surowców odpadowych po płatowaniu i filetowaniu karpi jako materiału do odzyskiwania mięsa

W wyniku rozbioru karpi uzyskuje się pełnowartościowe pod względem odżywczym półprodukty (tusze patroszone, płaty lub filety) oraz odpady: kręgosłupy, głowy, pasy barkowe i ścinki brzuszne oraz wnętrzności (rys. 5.75).



Rys. 5.75. Podstawowe części uzyskiwane w wyniku ręcznego rozbioru karpi:
1 - głowa, 2 - pas brakowy, 3 - filety, 4 - żebra, 5 - kręgosłup, 6 - wnętrzności, 7 - ścinki brzuszne

¹⁾ Opracowano na podstawie Diakun i in. 2011 b

Średnie udziały części odpadowych uzyskanych podczas ręcznego rozbioru karpi przedstawiono na rysunku 4.8.

Przy kręgosłupie, żebrach, pasie barkowym i głowie pozostaje mięso, którego nie oddzielono podczas obróbki wstępnej. Warunkiem racjonalnego gospodarczego wykorzystania karpi jest jego odzyskanie, gdyż jest ono zbyt cennym surowcem, aby wraz z pozostałymi odpadami kierować je do produkcji pasz.

Największa ilość mięsa pozostaje przy kręgosłupie z żebrami (po filetowaniu) lub bez żeber (po płatowaniu). Pewna ilość mięsa pozostaje także przy głowie, zwłaszcza gdy głowa jest oddzielana wraz z pasem barkowym. Jednakże z uwagi na zwartą budowę głowy oraz utrudniony dostęp do tkanki mięsnej, mechaniczne odzyskiwanie mięsa jest możliwe po rozgotowaniu i rozluźnieniu połączeń tkanki łącznej z częściami kostnymi. Z tego też względu analiz odzyskiwania mięsa z kostnych odpadów po filetowaniu lub płatowaniu dotyczyła jedynie kręgosłupów z żebrami i bez żeber.

5.10.2. Kryteria i wymagania jakościowe dla surowców odpadowych przeznaczonych do oddzielania mięsa

Do oddzielania mięsa jadalnego można kierować kręgosłupy świeże oraz przechowywane w stanie zamrożonym przez stosunkowo krótki czas w temperaturze poniżej -18°C . Wstępne rozpoznanie możliwości zamrażalniczego przechowywania surowców odpadowych z karpi wykazało, że z technologiczno-technicznego punktu widzenia nie ma przeciwwskazań do mrożenia oraz przechowywania surowców odpadowych w stanie zamrożonym. Kręgosłupy karpi można zamrażać w postaci bloków, na przykład w kontaktowych pionowych szafach zamrażalniczych. Bloki, w celu uniknięcia wysusзки, powinny być glazurowane oraz opakowane w gazoszczelną folię wielowarstwową. Na podstawie wstępnych badań i ocen można przyjąć, że tak zabezpieczone kręgosłupy karpi, przechowywane w temperaturze poniżej -18°C , przez 6 miesięcy zachowują przydatność do wykorzystania. Należy jednak zaznaczyć, że jakość odzyskanego mięsa z kręgosłupów jest tym wyższa, im krótszy jest czas ich zamrażalniczego przechowywania.

Oceniając przydatność technologiczną surowców do oddzielania z nich mięsa, należy uwzględnić następujące kryteria:

- stosunek zawartości białek miofibrylarnych do białek sarkoplazmatycznych,
- podatność białek mięśniowych na zmiany denaturacyjne,
- obecność hemoproteidów występujących we krwi oraz nerce,
- aktywność enzymów tkankowych.

Rozdrobnione mięso ryb o wysokiej proporcji zawartości białek miofibrylarnych (mięśniowych) do białek sarkoplazmatycznych (np. w makreli proporcja ta wynosi 73%), w odróżnieniu od rozdrobnionego mięsa o niskiej proporcji tych białek (np. w karasiu wynosi ona 33,9%), tworzy farsze o dobrej elastyczności i sprężystości po obróbce termicznej. W przypadku rozdrobnionego mięsa karpi wartość tej proporcji wynosi 42,9%. Można więc zakładać, że po obróbce cieplnej mięso to będzie tworzyć farsze o stosunkowo dobrej sprężystości i elastyczności.

Istotny negatywny wpływ na jakość oraz przydatność technologiczną oddzielonego mięsa karpi mogą mieć zanieczyszczenia w postaci skrzepów krwi, nerek i skóry (rys. 5.76), których obecność w rozdrobnionym mięsie może zmienić jego skład chemiczny oraz niekorzystnie wpłynąć na cechy sensoryczne mięsa.



Rys. 5.76. Kręgosłup z pozostałością jamy brzusznej

Z tego względu stosowane metody obróbki wstępnej karpi (odgławianie, filetowanie, płukanie surowców odpadowych w bieżącej wodzie oraz separacja jadalnego mięsa) powinny gwarantować całkowite usunięcie pozostałości zawartości jamy brzusznej, zwłaszcza nerki, błon otrzewnych i skrzepów krwi.

5.10.3. Wydajność separacji mięsa w warunkach laboratoryjnych

Charakterystyka surowca

Dla określenia wydajności odzyskiwania mięsa wykorzystano kręgosłupy z ręcznego filetowania (kręgosłupy z żebrami, płetwą grzbietową, odbytową i ogonową - rys. 5.77) oraz mechanicznego płatowania (kręgosłupy bez żeber, z płetwą ogonową, grzbietową i odbytową - rys. 5.78) świeżych karpi w zakładzie przetwórczym. Kręgosłupy, po wymyciu, były gromadzone w porcjach 6÷10 kg i sukcesywnie zamrażane w workach polietylenowych, a następnie pakowane do pudeł kartonowych i przechowywane w temperaturze poniżej -18°C. Orientacyjny czas przechowywania kręgosłupów przed ich zamrożeniem wynosił 8÷10 godzin. Zamrożone kręgosłupy były przechowywane w komorze zamrażalniczej w temperaturze -20°C do czasu wykonania prób technologicznych.



Rys. 5.77. Kręgosłup po filetowaniu karpia, bez pasa brzusznego



Rys. 5.78. Kręgosłupy po płatowaniu karpia w warunkach przemysłowych

Stan świeżości, wygląd zewnętrzny oraz zapach zarówno kręgosłupów po filetowaniu, jak i płatowaniu nie budziły zastrzeżeń. Fragmenty tkanki mięsnej przylegającej do kręgosłupów były dobrej jakości; wygląd, zapach, barwa i tekstura mięsa były charakterystyczne i typowe dla surowego, rozmrożonego mięsa karpia. Ogólnie jakość sensoryczną rozmrożonych kręgosłupów oceniono na poziomie dość dobrym.

W celu dokonania wyboru efektywnej metody separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpia w warunkach przemysłowych, zbadano laboratoryjnie dwie metody ręcznego odzyskiwania mięsa:

- dwustopniową, polegającą na częściowym odzyskiwaniu surowego mięsa z kręgosłupów, a następnie ich doczyszczaniu z mięsa, po uprzednim gotowaniu przez 15 minut w wodzie o temperaturze 100°C, w proporcji masy kręgosłupów do masy wody jak 1:1,
- jednostopniową, polegającą na ręcznym odzyskiwaniu mięsa z kręgosłupów karpia uprzednio przez 15 minut gotowanych w wodzie o temperaturze 100°C proporcji masy kręgosłupów do masy wody jak 1:1.

Parametry gotowania kręgosłupów zostały ustalone na podstawie wstępnych prób technologicznych, które przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych.

Wydajność dwustopniowej metody separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia

Całkowity bilans masowy mięsa odzyskiwanego z kręgosłupów po filetowaniu karpia ilustrują dane w tabeli 5.2.

Tab. 5.2. Dwustopniowa separacja mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia

Lp.	Rodzaj surowca	Wydajność [%]
1	Mięso odzyskane metodą łyżeczkowania	19,3
2	Mięso odzyskane z gotowanych kręgosłupów	33,5
3	Mięso odzyskane, razem	52,9
4	Odpady, razem	36,0
5	Ubytki technologiczne	11,1

W warunkach laboratoryjnych odzyskano łącznie w stosunku do wyjściowej masy surowych kręgosłupów po filetowaniu karpia 19,3% surowego mięsa o zawartości suchej masy 19,3% i 33,5% mięsa gotowanego o zawartości suchej masy 29,6%, co odpowiada 51,4% mięsa surowego. Tak więc w przeliczeniu na mięso surowe masa odzyskanego mięsa stanowiła 70,7% masy kręgosłupów. Ponieważ stwierdzona podczas ręcznej obróbki karpia do postaci filetów średnia masa kręgosłupa z nieoddzielonym mięsem wynosiła 11,9% masy całej ryby (rys. 4.9), łatwo obliczyć, że masa odzyskanego mięsa stanowiła 8,4% jej masy. Jednocześnie stwierdzono, że odzyskiwanie mięsa z żeber metodą łyżeczkowania jest bardzo utrudnione i mało efektywne.

Podstawowy skład chemiczny surowego i gotowanego mięsa odzyskanego z kręgosłupów po filetowaniu karpia różnił się znacznie. Największe różnice stwierdzono w odniesieniu do zawartości tłuszczu (w mięsie surowym - 2,5%, a w mięsie gotowanym - 12,4%). Różnice te wynikały między innymi z odmiennego składu chemicznego mięsa przylegającego do poszczególnych części kręgosłupów, a także częściowego odwodnienia surowego mięsa wskutek gotowania, denaturacji białek mięśniowych oraz związanym z tym wzrostem zawartości suchej masy.

Ocena jakości sensorycznej wykazała, że zarówno mięso surowe, jak i gotowane były dobrej jakości i charakterystyczne dla danego gatunku ryb. Dobra jakość odzyskanego mięsa świadczyła o odpowiedniej świeżości kręgosłupów, a także ich szybkim zamrożeniu, bezpośrednio po obróbce wstępnej karpia.

Wydajność dwustopniowej metody separacji mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpia

Całkowity bilans masowy mięsa odzyskanego tą metodą z kręgosłupów po płatowaniu karpia ilustrują dane w tabeli 5.3.

Tab. 5.3. Dwustopniowa separacja mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpia

Lp.	Rodzaj surowca	Wydajność [%]
1	Mięso odzyskane metodą łyżeczkowania	21,8
2	Mięso odzyskane z gotowanych kręgosłupów	20,7
3	Mięso odzyskane, razem	42,5
4	Odpady, razem	43,7
5	Ubytki technologiczne	13,9

Z kręgosłupów karpia po płatowaniu w warunkach laboratoryjnych odzyskano w stosunku do wyjściowej masy surowych kręgosłupów 21,8% mięsa surowego o zawartości suchej masy 22,6% i 20,7% mięsa gotowanego o zawartości suchej masy 29,9%. W przeliczeniu na odzyskane mięso surowe jego masa stanowiła 50,0% masy kręgosłupów. W przeliczeniu na masę całego karpia masa odzyskanego mięsa stanowiła 6% jego masy całkowitej.

Również i w tym przypadku podstawowy skład chemiczny mięsa surowego i gotowanego był różny. Największe różnice stwierdzono w odniesieniu do zawartości białka (w mięsie surowym - 14,9%, a w mięsie gotowanym - 17,4%) oraz tłuszczu (w mięsie surowym - 7,1%, a w mięsie gotowanym - 11,8%). Różnice te wynikały głównie z częściowego odwodnienia surowego mięsa podczas gotowania, denaturacji białek mięsniowych oraz wzrostu, wskutek gotowania, zawartości suchej masy w mięsie.

Ocena jakości sensorycznej wykazała, że zarówno surowe mięso, jak i mięso gotowane były dobrej jakości.

Wydajność jednostopniowej metody separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia

Bilans masowy mięsa odzyskanego tą metodą z kręgosłupów po płatowaniu karpia przedstawiono w tabeli 5.4.

Tab. 5.4. Jednostopniowa separacja mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia

Lp.	Rodzaj surowca	Wydajność [%]
1	Mięso odzyskane z gotowanych kręgosłupów	51,4
2	Odpady razem	32,8
3	Ubytki technologiczne	15,8

Wydajność jednostopniowej separacji mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpia

Bilans masowy mięsa odzyskanego tą metodą z kręgosłupów po płatowaniu karpia ilustrują dane w tabeli 5.5.

Tab. 5.5. Jednostopniowa separacji mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpi

Lp.	Rodzaj surowca	Wydajność [%]
1	Mięso odzyskane z gotowanych kręgosłupów	37,5
2	Odpady razem	25,2
3	Ubytki technologiczne	17,3

Z danych przedstawionych w tabelach 5.4 i 5.5 wynika, że z kręgosłupów po filetowaniu karpi odzyskiwano 51,4% gotowanego mięsa, czyli znacznie więcej niż w przypadku z kręgosłupów po płatowaniu karpi (37,5%). Ubytki technologiczne podczas odzyskiwania mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpi były nieco większe od ubytków technologicznych podczas odzyskiwania mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpi i wynosiły 17,3%.

5.10.4. Ocena wydajności separacji mięsa z kręgosłupów karpi w warunkach laboratoryjnych

W tabeli 5.6 zamieszczono dane dotyczące wydajności jedno- i dwustopniowego odzyskiwania w warunkach laboratoryjnych mięsa z kręgosłupów po filetowaniu i po płatowaniu karpi, przy czym dla ułatwienia porównywania, odniesiono je również do suchych mas.

Tab. 5.6. Wydajność ręcznej separacji mięsa z kręgosłupów

Surowiec	Wydajność metody [%]				
	dwustopniowa			jednostopniowa	
	mięso surowe	mięso gotowane	odzyskana sucha masa	mięso gotowane	odzyskana sucha masa
Kręgosłupy po filetowaniu	19,3	33,5	13,6	51,4	15,2
Kręgosłupy po płatowaniu	21,8	20,7	11,1	37,5	11,1

Z zestawienia wynika, że, niezależnie od metody, z kręgosłupów po filetowaniu karpi odzyskiwano więcej mięsa niż z kręgosłupów po płatowaniu. Na taki, zdawałoby się niespodziewany w świetle analizy operacji płatowania wynik, złożyły się dwie przyczyny:

- przy kręgosłupach po filetowaniu pozostawiono żebra, pomiędzy którymi znajdowały się, jak się okazuje, znaczne ilości mięsa (rys. 5.77),
- kręgosłupy po płatowaniu pochodziły z obróbki karpi w oszczędnie tnącej płatownicy wyposażonej w noże taśmowe, dopasowujące się częściowo do poprzecznego przekroju kręgosłupa, a nie z przedstawionej w rozdziale 5 płatownicy wyposażonej w dwa noże tarczowe, która pozostawia znaczne ilości mięsa przy kręgosłupie.

Konkludując można dodać, że na różnice pomiędzy wydajnościami separacji wpływała głównie ilość mięsa pozostawiana wraz z żebrami przy kręgosłupie (filetowanie) lub filecie (płatowanie).

Jednakże wiedząc, że wydajność płatowania w płatownicy taśmowej wynosi 52%, a w dwunożowej - 55%, można stwierdzić, że z kręgosłupów po płatowaniu w tej ostatniej można odzyskać o 3% mięsa więcej, którego łączna masa stanowić będzie 8,9% masy całego karpia.

Ilość odpadów kostnych po separacji mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpia obu metodami wynosiła $22,7 \div 24,4\%$ i była większa od ilości odpadów kostnych po separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia, które stanowiły $16,7 \div 17,6\%$. Ilość odpadów miękkich (płetwy, skóry, błony) po separacji mięsa z kręgosłupów po płatowaniu karpia wynosiła $20,8 \div 20,9\%$ i była większa w porównaniu z ilością odpadów miękkich po separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu karpia, która stanowiła $15,2 \div 19,4\%$.

Największe ubytki technologiczne stwierdzono podczas jednostopniowej separacji mięsa zarówno z kręgosłupów po filetowaniu, jak i płatowaniu karpia. Wynosiły one $15,8 \div 17,3\%$, podczas gdy dwustopniowa metoda powodowała mniejsze ubytki naturalne, które stanowiły $11,1 \div 13,9\%$. Przyczyny tego zjawiska można upatrywać w rozpuszczalności białek podczas gotowania. Metoda jednostopniowa dopuszczała gotowanie większych mas mięsa, a więc także ubytki z powodu rozpuszczalności białek były większe.

Próby laboratoryjne wykazały, że uzyskiwane wydajności w pełni uzasadniają separację mięsa z kręgosłupów karpia. Ze względu na wydajność oraz jakość do separacji najbardziej nadają się kręgosłupy z karpia świeżych, schłodzone lub przechowywane w stanie zamrożonym przez stosunkowo krótki czas. Kręgosłupy karpia powinny być pozbawione pozostałości krwi, nerki i błon otrzewnych.

Ocena jakości sensorycznej odzyskanego mięsa wykazała, że jego jakość jest zróżnicowana i zależy głównie od stanu świeżości i czystości z kręgosłupów.

5.10.5. Wydajność separacji mięsa w warunkach przemysłowych

Mięso z kostnych części, głównie kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpia, można separować ręcznie lub mechanicznie.

Separacja ręczna, tak zwane łyżeczowanie, polega na zeszkrobywaniu odpowiednim skrobakiem fragmentów mięsa przylegających do kostnych części ryb. Metoda ta jest pracochłonna i często nieefektywna, gdyż stosunkowo duża część mięsa przylegającego do kręgosłupów ryb nie zostaje odzyskana, co potwierdzają wyniki prób prowadzonych w warunkach laboratoryjnych. Tak więc ręczna separacja mięsa w warunkach przemysłowych powinna być ograniczona do minimum i stosowana tylko w przypadku niewielkich ilości surowców odpadowych.

Na skalę przemysłową efektywne oddzielanie tkanki mięśniowej (wraz z częściowym jej rozdrobnieniem) od twardych niejadalnych części jest przeprowadzane w separatorach, najkorzystniej bębnowych, gdyż:

- powodują stosunkowo niewielkie zniszczenia struktury tkanki mięśniowej,
- dokładnie oddzielają mięso od pozostałych niejadalnych odpadów, zwłaszcza części kostnych,
- charakteryzują je wysoka przepustowość i wydajność,
- utrzymują stałą temperaturę podczas separacji mięsa,
- są łatwe do mycia i konserwacji.

Schemat budowy i działania takiego separatora pokazano na rysunku 5.79.



Rys. 5.79. Budowa i schemat działania separatora bębnowego

Duża ilość drobnych kości i ości w tkance mięśniowej karpia oraz innych ryb karpiowatych nie ułatwia jej odzyskiwania. Z tego względu mechaniczna separacja mięsa z kostnych pozostałości po obróbce wstępnej karpia, głównie kręgosłupów, wymaga doboru odpowiednich parametrów, optymalnych dla tych ryb.

W separatorach bębnowych średnice otworów w bębnie wynoszą od 1÷8 mm. Ze względu na wspomniane drobne kości i ości mechaniczna separacja mięsa powinna być prowadzona w separatorze wyposażonym w bęben o oczkach nie większych niż 4÷5 mm.

Istotny wpływ na wydajność separacji, jakość odzyskiwanego mięsa, jego strukturę (stopień rozdrobnienia), a także ewentualną obecność części niejadalnych (ości, resztek skóry, części płetw) ma siła docisku surowca do bębna. Zbyt słaby docisk skutkuje niską wydajnością separacji, natomiast zbyt silny powoduje przedostawanie się zanieczyszczeń do odzyskanego mięsa.

Tak więc dobór optymalnej średnicy oczek w bębnie separatora oraz siły docisku surowca do bębna wymagał przeprowadzenia stosownych badań. Na podstawie ich wyników ustalono, że podczas separacji mięsa z kręgosłupów po płątowaniu i filetowaniu ryb karpiowatych otrzymuje się stosując oczka ϕ 5 mm oraz docisk równy 3,5 MPa.

Separatory bębnowe z taśmą dociskającą są urządzeniami przeznaczonymi do dużych zakładów przetwórstwa ryb ze względu na ich gabaryty, dużą przepustowość, oraz wysokie koszty zakupu. Ponadto demontaż w celu mycia, czyszczenia i konserwacji może być w niektórych typach separatorów utrudniony. Dlatego od pewnego czasu są prowadzone badania i eksperymenty nad opracowaniem urządzeń bardziej przydatnych dla mniejszych przetwórni i hodowli rybnych. Na przykład w prototypowym separatorze (Booman i in. 2010) taśmę dociskową zastąpiono wahliwymi sztywnymi elementami dociskającymi surowiec do bębna. Wyniki testów

takiego rozwiązania wykazały wzrost wydajności procesu separacji mięsa z odgłowionych i wypatroszonych karpi o 5% (podczas jednorazowej separacji) oraz o 13% (podczas dwukrotnej separacji) w porównaniu z separatorem bębnowym z taśmą dociskającą. W obu urządzeniach w bębnach zastosowano otwory o tej samej średnicy ($\phi 5$ mm). Należy podkreślić, że mięso odzyskane z separatora z elementami dociskającymi po jednorazowej separacji zawierało dwukrotnie mniej pozostałości kostnych niż mięso odseparowywane dwukrotnie w separatorze bębnowym z taśmą dociskającą. Wyniki badań zaprezentowane przez Booman i in. [2010] wskazują zatem na nowy, perspektywiczny kierunek konstrukcji separatorów do separacji mięsa z pozostałości kostnych.

Odzyskiwanie mięsa separatorem bębnowym Baader 603

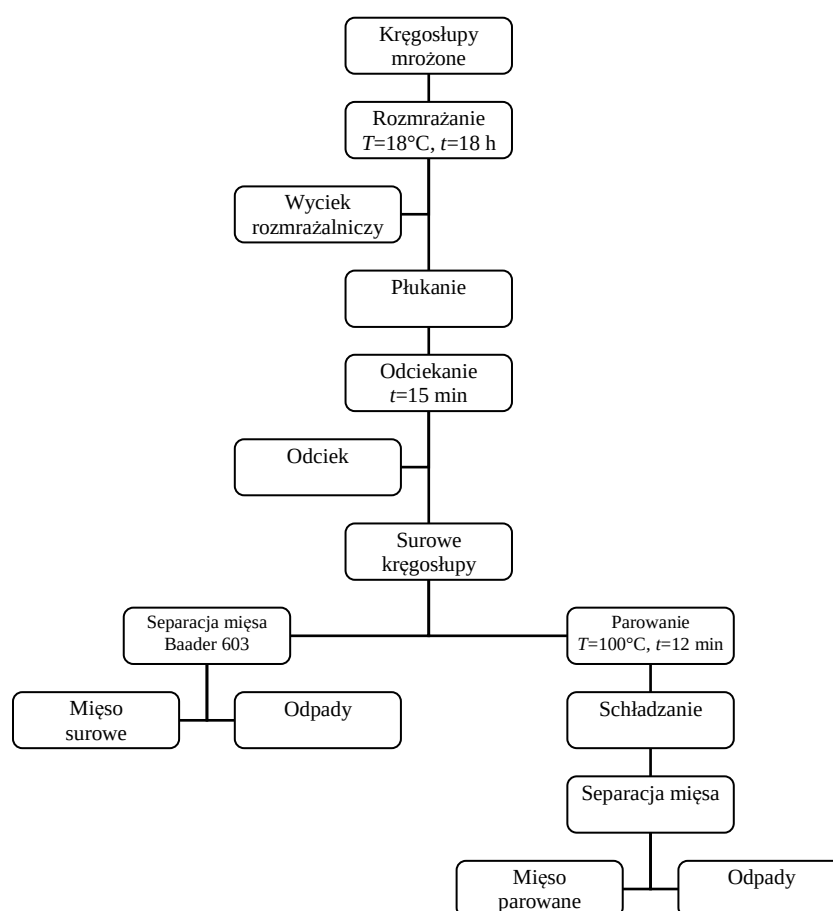
Mięso z kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpi odzyskiwano w separatorze bębnowym Baader 603 (rys. 5.80), wyposażonym w regulowany hydraulicznie docisk taśmy do bębna. Zgodnie z wynikami wstępnych doświadczeń zastosowano bęben o oczku 5 mm i docisk surowca do bębna równy był 3,5 MPa. Do prób przemysłowych wykorzystano taki sam surowiec jak w próbach laboratoryjnych. Istotną zmianą było zastąpienie stosowanego w warunkach laboratoryjnych gotowania parowaniem. Do parowania kręgosłupów karpi wykorzystano parownik tunelowy o działaniu ciągłym. Na podstawie wstępnych prób ustalono, że parowanie kręgosłupów karpi odbywać się będzie w temperaturze $T = 100^{\circ}\text{C}$, w czasie $t = 12$ min.



Rys. 5.80. Separator bębnowy Baader 603

Próby, prowadzone według schematu pokazanego na rysunku 5.81, obejmowały:

- separację mięsa z surowych kręgosłupów po filetowaniu karpi,
- separację mięsa z parowanych kręgosłupów po filetowaniu karpi,
- separację mięsa z parowanych kręgosłupów po płatowaniu karpi.



Rys. 5.81. Schemat technologiczny procesu mechanicznej separacji mięsa z kręgosłupów karpi

Uzyskane w próbach wyniki wydajności separacji przedstawiono w tabeli 5.7.

Tab. 5.7. Wydajność mechanicznej separacji mięsa z kręgosłupów

Surowiec	Wydajność separacji [%]			
	mięso surowe	odzyskana sucha masa	mięso gotowane	odzyskana sucha masa
Kręgosłupy po filetowaniu	49,6	11,2	68,7	20,5
Kręgosłupy po płatowaniu	-	-	58,3	17,4

Z zestawienia wynika, że największe ilości mięsa odzyskano z kręgosłupów karpia poddanych wstępnemu parowaniu, przy czym większą ilość (68,7 %) otrzymano z kręgosłupów po filetowaniu karpia, a znacznie mniejszą (58,3 %) z kręgosłupów po płatowaniu karpia.

W trzech próbach technologicznych zdecydowanie najmniejszą ilość mięsa odzyskano z surowych kręgosłupów - wyniosła ona 49,6%. Tym nie mniej była ona znacznie większa w porównaniu z ręczną separacją, której wydajność wynosiła 19,3%. Dopiero zastosowanie w warunkach laboratoryjnych drugiego etapu odzyskiwania mięsa, po uprzednim ugotowaniu kręgosłupów, umożliwiło uzyskanie łącznej wydajności 51,4% (w przeliczeniu na mięso surowe), a więc porównywalnej z wydajnością separacji mechanicznej.

Wydajność separacji mechanicznej kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu, poddanych obróbce cieplnej (gotowanie, parowanie) była znacznie większa niż separacji ręcznej - odpowiednio 68,7% i 51,4% w przypadku kręgosłupów po filetowaniu oraz 58,3% i 37,5% w przypadku kręgosłupów po płatowaniu.

Podsumowując, należy stwierdzić, że zastosowanie mechanicznej separacji mięsa z kręgosłupów po filetowaniu lub płatowaniu karpia istotnie wpłynęło na wzrost wydajności odzyskiwania mięsa.

Oddzielanie mięsa separatorem Paoli Super 19

Oprócz prób odzyskiwania mięsa w separatorze bębnowym przeprowadzono również próby jego separacji w separatorze typu Paoli 19 (rys. 5.82), w którym podlegający separacji surowiec jest przeciskany przez sito szczelinowe. Separacja mięsa od kości w separatorach typu Paoli wymaga jego wstępnego rozdrobnienia, na przykład w wilku.

W próbach surowcem były świeże kręgosłupy po filetowaniu, przygotowane w taki sam sposób jak w przypadku oddzielania w separatorze Baader 603 i przed operacją separacji rozdrobnione w wilko-mieszarce.



Rys. 5.82. Widok ogólny separatora firmy Paoli

Uzyskana wydajność separacji wyniosła 47,5% (10,7% suchej masy). Odseparowane mięso charakteryzowało się jednolitą, półpłynną konsystencją. Jego barwa była

szarobieżowa, zapach i smak były charakterystyczne dla surowego mięsa karpi. Nie stwierdzono w nim obecności części kostnych lub ości. Z technologicznego punktu widzenia półpłynna konsystencja bez charakterystycznych dla tkanki mięsnej takich cech reologicznych, jak: twardość, kruchość, zwięzłość czy soczystość, była wadą jakościową odzyskanego mięsa.

Mięso karpi odzyskane za pomocą obu typów separatorów różniło się istotnie cechami reologicznymi, gdyż w wyniku wstępnego rozdrabniania kręgosłupów przed ich obróbką w separatorze Paoli otrzymywano mięso w postaci jednolitej, półpłynnej masy, bez cech charakterystycznych dla tkanki mięsnej, podczas gdy mięso odzyskane w separatorze Baader 603 było w postaci różnej wielkości kawałków o określonej teksturze (twardości, soczystości, zwięzłości) i charakteryzowało się stosunkowo niewielkim zniszczeniem pierwotnej struktury tkanki mięśniowej. Z tego względu jakość odseparowanego mięsa została oceniona na poziomie dostatecznym, a więc niższej niż mięso odseparowane w separatorze bębnowym.

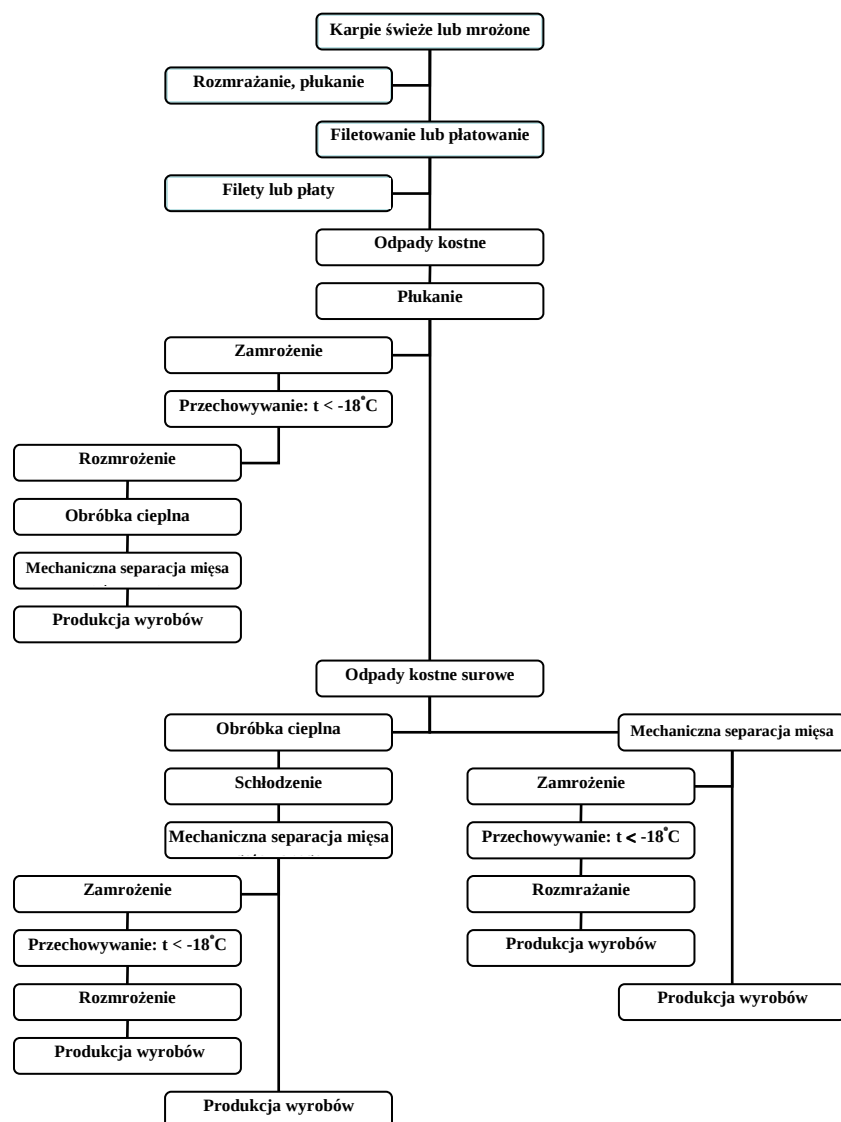
Podsumowując wyniki przeprowadzonych prób, można stwierdzić, że stosowanie mechanicznych metod separacji mięsa z kostnych części karpi po płątowaniu i filetowaniu jest technicznie wykonalne oraz technologiczne uzasadnione, zaś postać i jakość odseparowanego mięsa w dużym stopniu zależą od typu zastosowanego urządzenia.

10.5.6. Zaprojektowanie warunków i zasad odzyskiwania jadalnego mięsa karpi z kręgosłupów surowych i po obróbce cieplnej

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań zaprojektowano innowacyjną w warunkach krajowego przetwórstwa technologię odzyskiwania na skalę przemysłową mięsa z kręgosłupów po filetowaniu lub płątowaniu karpi (rys. 5.83).

Najkorzystniejszym wariantem technologiczno-technicznym jest odzyskiwanie jadalnego mięsa ze świeżych, surowych kostnych pozostałości karpi, bezpośrednio w zakładzie przetwórczym, w którym prowadzono ich obróbkę wstępną. Odzyskane mięso jadalne może być wówczas półproduktem wykorzystywanym na miejscu do produkcji przetworów rybnych lub przetransponowane, w stanie schłodzonym lub zamrożonym, do innych zakładów przetwórczych i tam przetworzone na produkty żywnościowe.

W celu zapewnienia wysokiej jakości odzyskiwanego mięsa jadalnego oraz wytwarzanych z niego gotowych wyrobów, niezbędne jest zapewnienie ciągłości łańcucha chłodniczego podczas przechowywania i transportu surowców odpadowych karpi oraz uzyskiwanych z nich półproduktów.



Rys. 5.83. Schemat technologiczny odzyskiwania w warunkach przemysłowych jadalnego mięsa z odpadów kostnych po filetowaniu lub płatowaniu karpia

Biorąc pod uwagę możliwe warianty technologiczno-techniczne i organizacyjne, proces odzyskiwania mięsa w warunkach przemysłowych obejmuje następujące podstawowe operacje technologiczne:

Obróbkę wstępną karpia świeżych lub mrożonych:

- rozmrażanie (metoda na powietrzu; w tunelu, z wymuszonym obiegiem powietrza; przeponowo, w bieżącej wodzie),

- płukanie (w bieżącej wodzie, mechaniczne),
- filetowanie lub płatowanie (mechaniczne lub ręczne).

Utrwalenie chłodnicze lub zamrażalnicze kostnych pozostałości:

- chłodzenie w temperaturze $0 \div 2^{\circ}\text{C}$,
- zamrożenie poniżej temperatury -18°C .

Wstępne przygotowanie kostnych pozostałości (kręgosłupów):

- kręgosłupy całe,
- części kręgosłupów,
- kręgosłupy rozdrobnione, zmielone.

Wstępną obróbkę cieplną kostnych pozostałości:

- gotowanie w temperaturze $80 \div 100^{\circ}\text{C}$,
- parowanie w temperaturze $100 \div 110^{\circ}\text{C}$.

Separację mięsa jadalnego z kostnych pozostałości (kręgosłupów):

- mechaniczna separacja mięsa.
- ręczna separacja (niezalecana).

Utrwalenie chłodnicze lub zamrażalnicze odzyskanego mięsa:

- chłodzenie w temperaturze $0 \div 2^{\circ}\text{C}$,
- zamrożenie w temperaturze nie wyższej, niż -18°C .

W zależności od warunków technologiczno-technicznych i organizacyjnych w zakładzie produkcyjnym, jego potencjału produkcyjnego, specjalizacji w zakresie przetwórstwa właściwego oraz stosowanych maszyn i urządzeń, istnieje możliwość wyboru optymalnej dla danego zakładu metody odzyskiwania jadalnego mięsa z odpadów surowcowych po obróbce karpi.

Uzyskiwanie wysokiej wydajności części jadalnych z przetwarzanych karpi może przynieść konkretne korzyści ekonomiczne zakładom przetwórstwa rybnego, gdyż odzyskiwanie mięsa z kostnych odpadów po filetowaniu karpi powinno zwiększyć udział części konsumpcyjnych w odniesieniu do całkowitej masy ryb bez mała o 10%.

Zakończenie

Hodowla karpia w Polsce ma wielowiekową, datującą się od średniowiecza tradycję. Wielkość produkcji karpia hodowlanych oraz naukowy i technologiczny poziom stawowej hodowli karpia w Polsce są najwyższe w Europie. Obecny potencjał produkcyjny karpia w polskich gospodarstwach stawowej hodowli ryb sięga 30 000 ton rocznie i jest wykorzystywany zaledwie w około 50%. Jednakże począwszy od 2000 roku wystąpiły wyraźne tendencje spadkowe w popycie rynku na karpie, a wielkość produkcji karpia w Polsce, która w latach 1991-1992 kształtowała się na poziomie 25 000 ton rocznie, w 2007 roku spadła do poziomu 13 500 ton. Dalsze utrzymywanie się tej tendencji doprowadzi do stopniowej degradacji i ostatecznie do upadku stawowej hodowli karpia w Polsce, ze wszystkimi tego negatywnymi i nieodwracalnymi skutkami ekonomicznymi, społecznymi oraz środowiskowo-przyrodniczymi. Narastające zagrożenia postępującą degradacją stawowej hodowli karpia w Polsce wymagają podjęcia przemysłowego i skutecznego przeciwdziałania.

Analiza problemu wykazała, że główną przyczyną spadku będącego stymulatorem hodowli popytu na karpie jest tradycyjne oferowanie ich na rynku sezonowo, w większości w postaci ryb całych. Dlatego też, aby nie tylko zahamować spadkowe tendencje popytu na karpie, ale i zainicjować w przyszłości jego wzrost, należy stworzyć warunki do stałej obecności na rynku różnorodnych półproduktów i finalnych produktów żywnościowych z karpia, oferowanych w formach akceptowanych i poszukiwanych przez współczesnych konsumentów. Niezbędne stało się opracowanie kompleksowej technologii przetwarzania całych karpia na nowatorskie, rynkowe półprodukty spożywcze, takie jak: indywidualnie pakowane, konsumenckie porcje tusz, płatów, „bezostnych” filetów oraz na finalne, gotowe do bezpośredniego spożycia przetwory rybne, takie jak: formowane steki, pulpety, konserwy rybne i sterylizowane zupy rybno-warzywne, wyroby garmazeryjne, itp. Prace takie, zatytułowane "Kompleksowy system przetwarzania karpia na nowoczesne produkty spożywcze i paszowe", zostały podjęte wspólnie przez Politechnikę Koszalińską i Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy w ramach Programu Operacyjnego "Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007-2013", finansowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Ich integralną częścią było opracowanie szeregu przedstawionych w niniejszej książce urządzeń, maszyn lub narzędzi, nie tylko ułatwiających, lecz również zwiększających przepustowość obróbki wstępnej karpia do postaci półproduktów handlowych.

Literatura

1. Antalfi A, T. Tölg. 1975. Ryby roślinożerne. PWRiL Warszawa
2. Białowas H. 2006. Ubój i wstępne przetwarzanie karpi. Przegląd Rybacki, 4: 14–24.
3. Białowas H. 2007. Analiza czynników wpływających na parametry jakościowe i technologiczne mięsa karpia. Materiały ze szkolenia organizowanego przez Związek Producentów Ryb, Sieraków Wlkp. 11-13.09.2007 r., s. 116–134.
4. Booman A., Márquez A., Parin M. A., Zugarramurdi A. 2010. Design and testing of a fish bone separator machine. Journal of Food Engineering 100, 474-479.
5. Cieśla M. 2008. Charakterystyka spożycia ryb w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem karpia; w: Prac. zbior. pod red. T. Hesse, M. Lampart-Kałużniackiej. 2008. Karp w wodach Polski. Pochodzenie-hodowla-konsumpcja. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
6. Diakun J., A. Dowgiałło, M. Jakubowski, K. Dolik. 2010. Porównawcza charakterystyka i ocena wartości użytkowej i odżywczej karpia oraz półproduktów z karpia jako surowców żywnościowych i produktów rynkowych z punktu widzenia konsumentów Sprawozdanie z zadania 1, etap I projektu Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa nr 00002-61724-OR1600005/10, str. 78
7. Diakun J., A. Dowgiałło, M. Jakubowski, R. Cyberty. 2011 a. Mechanizacja obróbki wstępnej karpia - opracowanie koncepcji urządzeń do odgławiania karpia cięciem okołoskrzelowym. Sprawozdanie z zadania 1, etap II projektu Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa nr 00002-61724-OR1600005/10, str. 28
8. Diakun J., A. Dowgiałło, M. Jakubowski, M. Kubiak. 2011 b. Analiza właściwości surowców odpadowych po płatowaniu i filetowaniu karpia jako materiału do odzyskiwania mięsa. Sprawozdanie z zadania 2, etap II projektu Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa nr 00002-61724-OR1600005/10, str. 28
9. Długosz M, K. Demska-Zakęś. 1997. Atlas anatomiczny ryb śródlądowych. I. Karp (*CYPRINUS CARPIO* L.). Wyd. II poprawione. Wyd. ART. Olsztyn
10. Dowgiałło A, D. Dutkiewicz, M. Kosmowski. 2000. Konstrukcja uniwersalnego urządzenia zasilającego płatownice. Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej. Mechanika Nr 256, z. 61, 105-112
11. Dowgiałło A., D. Dutkiewicz. 2002. Konstrukcyjne możliwości zwiększenia technologicznej wydajności operacji płatowania. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1, 17-20
12. Dowgiałło A., D. Dutkiewicz. 2007. Possibilities of utilizing the differences of fish tissue stiffness in the mechanization of cyprinid deheading. Journal of Food Engineering 83, 111-115
13. Dowgiałło A., D. Dutkiewicz. 2007. Zmechanizowanie obróbki ryb karpiowatych do postaci tuszek i płatów z poprzecinanymi ościami. Sprawozdanie z projektu ARiMR nr 0001-61535-OR1100003/04, str. 41
14. Dutkiewicz D., A. Dowgiałło. 1995. Wykorzystanie właściwości morfometrycznych ryb słodkowodnych w projektowaniu odgławiarek. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z.424, Inżynieria Rolnicza - Osiągnięcia i Perspektywy. Komitet Techniki Rolniczej PAN
15. Dutkiewicz D., A. Dowgiałło. 2004. Maszyna do przecinania ości w tuszkach ryb karpiowatych. Inżynieria Rolnicza 5(60), str. 85-91
16. FAO Fisheries Department, The state of world fisheries and aquaculture. 2012. Rome

17. Kawka T., D. Dutkiewicz 1986. Maszyny do obróbki ryb i kalmarów. Zarys konstrukcji. Wydawnictwo Morskie. Gdańsk
18. Knorr G. 1977. Cyprinus Carpio. [In:] Atlas zur Anatomie und Morphologie der Nutzfische. Verlag Paul Parey. Berlin
19. Knösche R. 1995. Equipment: Chairperson's Summary. Aquaculture 129: 467
20. Kołakowski E, L. Stodolnik, Z. Domiszewski. 2006. Technologia mrożonych przetworów rybnych. Poradnik. Wyd. Nauk o Żywności i Rybactwa Akademii Rolniczej w Szczecinie. Szczecin
21. Lieder U. 1966. Untersuchungsergebnisse über die Gratenzahlen bei 17 Süßwasser-Fischarten. Zeitschrift für Fischerei, Band X N. F., Heft 4/5: 329-350
22. Lirski A. 2007. Prezentacja na Szkoleniu Producentów Ryb. Słok k/Bełchatowa
23. Michálik J., Reiser F. 1990. Nasze ryby. PWRiL, Warszawa
24. Seremak-Bulge J. 2012. Rybactwo śródlądowe; w: Rynek Ryb. Stan i perspektywy. Analizy rynkowe. Nr 17. Wyd. Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IERiGŻ-PIB),Warszawie, kwiecień 20120
25. Váradi L. 1995. Equipment for the production and processing of carp. Aquaculture 129: 442-456

„Monografia... ma charakter nie tylko poznawczy ale i użytkowy. Może stanowić źródło wiedzy o metodach mechanicznej obróbki wstępnej karpia bez względu na rodzaj ułuszczenia. Godnym podkreślenia jest postawienie problemu nie tylko w aspekcie konstrukcyjnym ale i wydajności. Wyniki wieloletnich badań Autora nad zmechanizowaniem obróbki ryb karpiowatych na tle dość ubogiej literatury przedmiotu oraz duża wartość merytoryczna monografii jest wystarczającą rekomendacją dla jej opublikowania.”

Fragment recenzji dr. hab. inż. Jerzego Balejko, prof. nadzw.

ISBN 978-83-61650-11-9

