

Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ
Dr inż. Krzysztof KUKIEŁKA
Mgr inż. Andrzej WIŚNIEWSKI
Mgr inż. Remigiusz CYBERNY
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

OKREŚLENIE PARAMETRÓW MASZYNOWEGO ODGŁAWIANIA I WYCINANIA KRĘGOSŁUPÓW RYB PRZEZ ICH POZYCJONOWANIE ORAZ BEZPOŚREDNI POMIAR DŁUGOŚCI GŁOWY®

W artykule przedstawiono badania nad nowym sposobem określania parametrów odgławiania i wycinania kręgosłupa w maszynach do obróbki ryb na podstawie dotychczas nie stosowanego wzrokowego pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru długości głowy przy użyciu promienia laserowego. Dzięki badaniom uzyskano zwiększenie dokładności ich wyznaczania w porównaniu z dotychczas stosowaną metodą pośredniego pomiaru na podstawie wysokości, grubości i długości całkowitej ryb. Dokładniejsze parametry umożliwiają zwiększenie wydajności technologicznej oraz uniwersalizację maszyn pod względem gatunków obrabianych ryb.

Słowa kluczowe: Ryby, obróbka maszynowa, pozycjonowanie, parametr obróbki.

ANALIZA PRZYCZYŃ NIEZADAWAJĄCEGO POZIOMU WYDAJNOŚCI MASZYNOWEGO ODGŁAWIANIA I WYCINANIA KRĘGOSŁUPÓW RYB

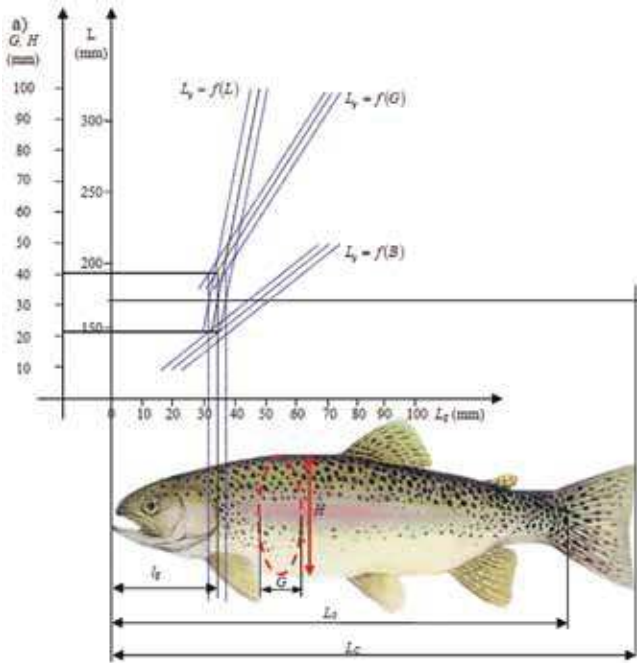
Efektywność ekonomiczna stosowania maszyn do obróbki ryb zależy od uzyskiwanej wydajności technologicznej, którą wyraża iloraz masy uzyskanego produktu do masy surowca zużytego na jego wyprodukowanie. Celem prowadzonych od wielu lat prac badawczych było zwiększenie tego wskaźnika, poprzez bezpośredni pomiar przynajmniej jednego parametru obróbki, najkorzystniejszej długości głowy. Uzyskiwane wydajności w maszynach do odgławiania i filetowania czy płatowania są wciąż niższe niż przy ręcznej obróbce o 3-5%. W stosowanych obecnie maszynach do odgławiania parametry obróbki określone są metodą pomiaru pośredniego, przy którym występują odchyłki, powodowane niedokładną regulacją położenia ryb w stosunku do płaszczyzny noży, nazywaną w mechanice pozycjonowaniem. Poziomą wydajność zależy również od rodzaju stosowanego cięcia odgławiającego. Różnice między odgłowieniem cięciem prostym płaskim (oszczędnym, rzadko stosowanym), a klinowym (wokół linii pokrywy skrzelowej) dochodzą do 5% [5]. Maszyny do obróbki, w tym do klinowego odgławiania, nie są stosowane w obróbce wielu gatunków ryb słodkowodnych i niektórych morskich, ze względu na trudności automatycznego pozycjonowania ryb w stosunku do narzędzi obróbki (noży). W istniejących maszynach parametry obróbki – długość głowy i średnica kręgosłupa, wyznaczające położenie ryb w stosunku do noży przy odgławianiu bądź rozstawu między nimi przy filetowaniu i płatowaniu, są wyznaczane metodą pośredniego pomiaru. Wartość poszukiwanego parametru uzyskiwana jest z zależności korelacyjnej na podstawie bezpośred-

niego pomiaru innego, możliwego do zmierzenia parametru charakteryzującego wielkość każdej ryby [4]. Długość głowy od jej początku do punktu na końcu pokrywy skrzelowej (l_g), w istniejących maszynach jest określana na podstawie pomiaru długości całkowitej (L_c), grubości (G), wysokości (H) (rys. 1a). Różnice między rzeczywistymi długościami głowy, określonymi pomiarem bezpośrednim, a ich wartościami uzyskanymi metodą pomiarów pośrednich, nazywane odchyłkami, dla pstrąga mieszczą się w granicach przedstawionych na rys. 1b [1].

Istnienie odchyłek wynika z naturalnego zróżnicowania wielkościowego tych samych cech w ramach jednego gatunku i rasy. Prowadzone badania morfometryczne karpia (sazan europejski) wykazały, że długości głowy ryb jednokowej długości różnią się o ponad 2%. W przypadku hodowlanego pstrąga odchyłki długości głowy powodują, że wydajności maszynowego odgławiania mogą być w skrajnych przypadkach niższe od ręcznego nawet o 5%. [2]. Z przedstawionej analizy przyczyn niższej wydajności maszynowej niż ręcznej wynika, że dla zwiększenia wydajności maszynowej, niezbędne jest stosowanie bezpośredniego pomiaru długości głowy, pośredni pomiar średnicy kręgosłupa oraz oszczędne odgławianie cięciem klinowym.

Celem pracy było stworzenie prostego sposobu realizacji wymienionych zadań, który może znaleźć zastosowanie w maszynach do odgławiania i patroszenia oraz płatowania ryb różnych gatunków, projektowanych dla potrzeb mikro i małych przedsiębiorstw.

Po raz pierwszy zastosowano wzrokowe pozycjonowanie ryb według położenia linii, jaką tworzy wiązka światła laserowego bezpośrednio na cieple ryby. Ustala się położenie ryby odpowiednie dla realizacji klinowego odgławiania, zgodne z parametrem tej operacji. Metoda stanowi zarazem bazę bezpośredniego pomiaru długości głowy przy pomocy ruchomego czujnika fotonicznego, na którego podstawie w maszynach jedno i wielooperacyjnych mogą być określone metodą pośredniego pomiaru parametry



Rys.1 a) Odchyłki długości głowy (L_g) ryb określonych metodą pośredniego pomiaru od linii regresji zależności od bezpośredniego pomiaru grubości (G), wysokości (H) i długości całkowitej (L_c). b) Zakres odchyłek długości głowy (L_g) pstrąga od linii regresji zależności od pomiaru bezpośredniego długości całkowitej (L_c), powodujących zmniejszenie wydajności obróbki.

Fig.1 a) Deviations length of the head (L_g) of fish referred to by indirect measurement of the regression line based on direct measurement of thickness (G), height (H) and the total length (L_c). b) Deviations range from the length of the head (L_g) trout regression line according to the direct measurement of the total length (L_c), resulting in lowering of yield.

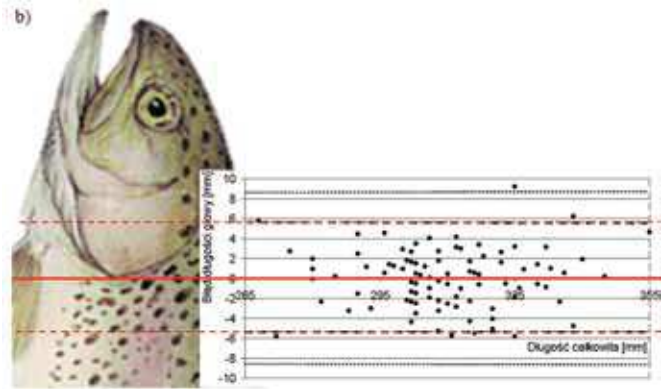
Źródło: Badania własne

odgławiania cięciem klinowym i płatowania (wielkości rozstawu między nożami według średnic kręgosłupa) z dokładnością wyższą niż uzyskiwana w dotychczas stosowanych rozwiązaniach.

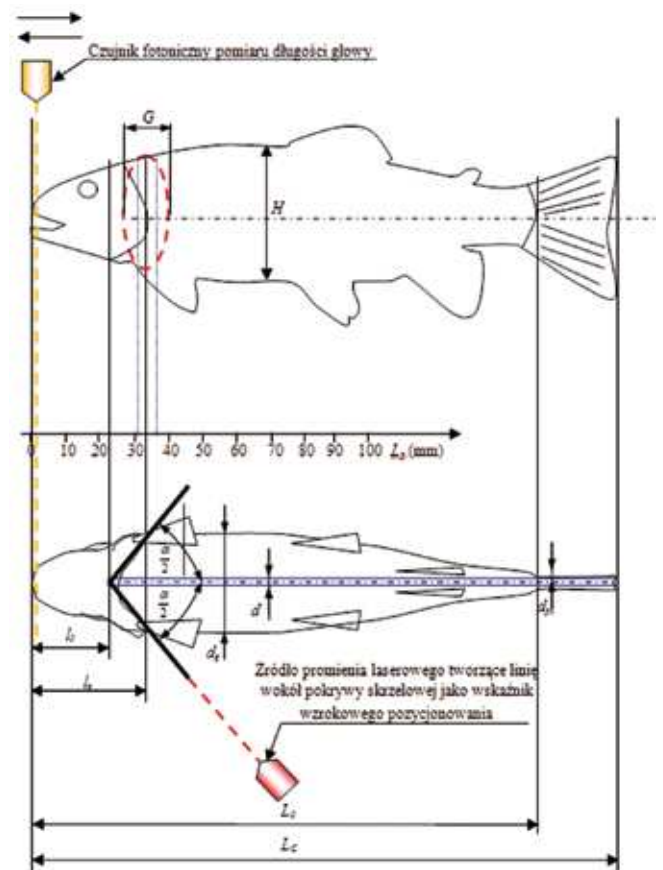
Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań i prezentacja opracowanego w ich efekcie modelu badawczego do klinowego odgławiania i wycinania kręgosłupów ryb różnych gatunków, w którym stosowane jest pozycjonowanie według linii świetlnej lasera i pomiar długości głowy ryby przy pomocy czujnika fotonicznego.

WZROKOWE POZYCJONOWANIE RYBY WEDŁUG KOŃCA POKRYWY SKRZELOWEJ

Pozycjonowanie na koniec pokrywy skrzelowej stało się możliwe dopiero po zastosowaniu laserowego wskaźnika, imitującego położenie płaszczyzny powierzchni noża, widocznej w postaci linii świetlnej bezpośrednio na cieple ryby (rys. 2 i 3), położonej na brzuchu w pozycji pionowej w płaszczyźnie jej symetrii wzdłużnej, w której leży linia kręgosłupa (rys. 2), (na koniec pokrywy skrzelowej).



Ryba leży w płaszczyźnie noży do odgławiania klinowym cięciem, tworzącej z płaszczyzną symetrii wzdłużnej ryby kąt 45°. Kiedy nie występuje potrzeba określenia jeszcze innych parametrów, określone zostaje położenie ryby według parametru odgławiania klinowym cięciem, wykonywanym przy pomocy dwóch noży tarczowych pod kątem 90°. Sposób ten może być stosowany dla wszystkich gatunków ryb o wrzecionowatym kształcie budowy. Podczas pozycjonowania wzrokowego według położenia końca pokrywy skrzelowej w stosunku do niżej położonego wskaźnika



Rys.2. Schemat pomiaru parametrów budowy ciała i szkieletu kostnego niezbędnych dla określenia maszynowej obróbki sposobem wzrokowego pozycjonowania położenia ryb.

Fig. 2. Schematic measurement of fish for determining of the parameters of wedge heading and cutting out the backbone.

Źródło: Opracowanie własne

w postaci linii na płaszczyźnie stołu stanowiska pomiarowego (na którym jest kładzona ryba), występuje powstawanie paralaksy, wynikającej z nieodpowiedniego ustawienia oczu względem linii wskaźnika położenia ryby. Dla określenia różnic przy pozycjonowaniu ryb na koniec pokrywy skrzelowej według wskaźnika na powierzchni stołu pomiarowego z ustalaniem położenia według linii lasera na ich ciele, została wykonana seria pomiarów. Wielkości różnic porównano z zakresem odchyłek tego samego parametru od linii regresji przy ich pośrednim pomiarze (rys. 1a i 1b). Do pomiaru stosowano linijkę z podziałką jednomilimetrową (rys. 2) z wyraźnie oznaczoną linią bazowania, według której pozycjonowany na koniec pokrywy skrzelowej był karp o grubości 60 mm i okoń o grubości 30 mm. Błędy spowodowane paralaksą, stanowiły różnice dwóch następujących po sobie pomiarów położenia końca pokrywy skrzelowej ryb (pozycjonowanych w przedstawiony sposób) z położeniem linii promienia lasera bezpośrednio na ich ciele, pokrywającej się z linią na stole. Przy pozycjonowaniu na linię, leżącą bezpośrednio na powierzchni bocznej ciała ryby, błędy paralaksy nie występują. Średnia powtórzeń kilkunastu pomiarów wynosiła odpowiednio 7 mm i 3 mm przy pozycjonowaniu pod kątem około 15° z obydwu stron patrzenia na linię bazowania. Pomiar wielkości błędu paralaksy wykazały, że dla podniesienia dokładności wzrokowego pozycjonowania ryby niezbędne jest stosowanie laserowego wskaźnika położenia. Obserwacje śladów cięcia, imitowanych promieniem linii lasera, wykazały ponadto, że pozycjonowaniem określony zostaje nie tylko parametr klinowego odgławiania, ale również inne rodzaje odgławiania: prostego płaskiego, skośnego, kształtowego i płaskiego około skrzelowego.

OKREŚLENIE PARAMETRÓW ODGŁAWIANIA KLINOWEGO I WYCINANIA KRĘGOSŁUPA NA BAZIE BEZPOŚREDNIEGO POMIARU DŁUGOŚCI GŁOWY RYBY POZYCJONOWANEJ

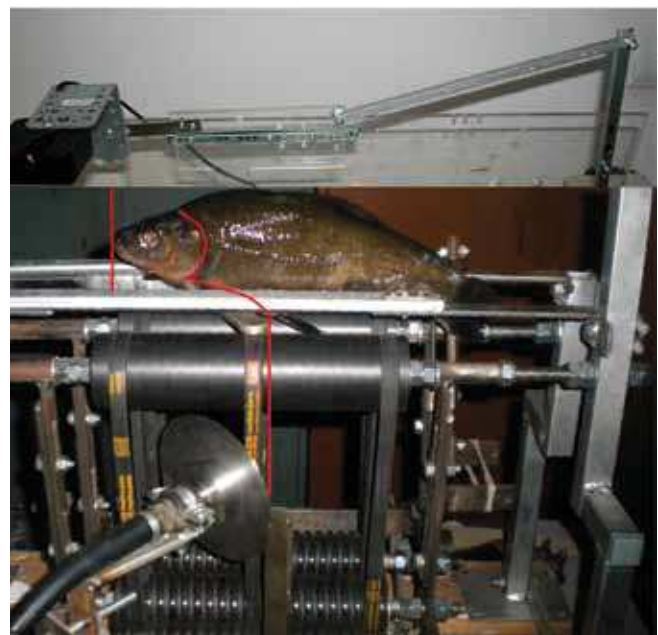
Określanie parametru odgławiania klinowego i wielkości średnicy kręgosłupów dla operacji filetowania lub płatowania ryb prowadzone było metodą analityczno-obliczeniową opartą na pomiarze pośrednim na podstawie bezpośredniego pomiaru długości głowy. Do badań modelowych dokładności regulacji położenia ryb według tych parametrów zbudowane zostało stanowisko badawcze przedstawione na rys. 3, stanowiące zarazem strukturę realizacji przedstawianego sposobu. Pomiar był wykonywany przy pomocy (widocznego na nim w górnej części) ruchomego detektora fonicznego, którego przesuw następuje po zakończeniu pozycjonowania położenia ryby. W zależności od kąta padania wiązki promienia lasera do płaszczyzny linii symetrii wzdłużnej ryby, na jej ciele widoczna jest linia krzywa lub prosta.

Dla określenia metodą pośredniego pomiaru parametru klinowego odgławiania (rys. 2), (jakim jest długość od początku głowy do końca kostnej struktury czołowej głowy $\{l_o\}$), na podstawie zależności korelacyjnej:

$$l_o = k \cdot g \quad (1)$$

gdzie k stanowi współczynnik funkcji, którego wartość wyznacza iloraz $k = \frac{l_o}{l_g}$, zwany niezmiennikiem (stałym) dla każdego gatunku ryb, zaś l_g , stanowi wartość pomiaru bezpośredniego długości głowy do końca pokrywy skrzelowej, przeprowadzono pomiary morfometryczne kilku gatunków ryb w zakresie wielkości obrabianych przy pomocy maszyn. Niezmiennik dla karpia, lina i okonia wynosi $k = 0,8$ (według założeń dla pozostałych gatunków, należących do rodziny karpowatych powinien być taki sam). Dla pstrąga, makreli i śledzi $k = 0,9$. Na podstawie tych niezmienników możliwe staje się programowanie mechatronicznego układu regulacji operacji klinowego odgławiania, według bezpośredniego pomiaru parametru l_o . Zbliżone wyniki uzyskano innym, łatwiejszym sposobem, polegającym na wykorzystaniu danych z pomiarów bezpośrednich długości głowy (l_g) i grubości głowy na końcu pokrywy skrzelowej (G). Przy klinowym odgławianiu nożami, ustawionymi pod kątem 90° do siebie, powstaje trójkąt równoramienny, którego podstawę stanowi grubość głowy (G). Parametr klinowego odgławiania (l_o) uzyskujemy w wyniku odjęcia od wartości pomiaru długości głowy (l_g), połowy podstawy trójkąta równej jego znanej wysokości - $0,5 G$.

Dla określenia metodą pomiaru pośredniego parametru płatowania (rys. 2), jakim jest wielkość średnicy kręgosłupa (d), na podstawie opisanych wyżej bezpośrednich pomiarów długości głowy (l_g) stosując taką samą korelacyjną



Rys. 3. Model badawczy klinowego odgławiania i wycinania kręgosłupów ryb różnych gatunków, w którym stosowane jest ich pozycjonowanie według linii świetlnej lasera (czerwona) i pomiar długości głowy przy pomocy czujnika fonicznego.

Fig. 3. Model research wedge heading and cutting out backbone fish of different species, which is used by positioning the laser light line (red) and the measurement of the length of the head with the photo sensor.

Źródło: Konstrukcja własna

zależność, obliczono wartość ilorazu $k = \frac{d}{l_g}$ niezmiennika w ramach tego samego gatunku. Wynosi on dla pstrąga $k = 0,048$, a dla makreli $k = 0,064$. Ryby tych gatunków mają kręgosłup o kształcie walca. Dla karpia, podobnie jak okonia, lina i płoci, których kręgosłupy mają kształt wydłużonego stożka ściętego, wyróżniane są dwa parametry, średnica przy głowie (d_g) i przy płetwie ogonowej (d_p) i wynoszą odpowiednio $k_g = 0,0116$ i $k_g = 0,0558$. Na podstawie tych niezmienników, znając wartości bezpośrednio mierzonych długości głów programowany jest mechatroniczny układ regulacji wielkości rozstawu noży według wielkości średnic kręgosłupa w operacji filetowania i płatowania. Parametry klinowego odgławiania (l_0) i wycinania kręgosłupa (d , d_g , d_p), obliczone na bazie bezpośredniego pomiaru długości głowy, wyznaczane jak dotychczas metodą pośredniego pomiaru, mają mniejsze odchyłki od rzeczywistej wartości określanego parametru obróbki niż na podstawie wysokości, grubości i długości całkowitej, co potwierdzają także porównania współczynników korelacji równań regresji, na których podstawie były one określane.

PODSUMOWANIE

Dopóki nie zostaną zastosowane czujniki, określające miejsce zakończenia pokrywy skrzelowej głowy (docelowe i najbardziej oczekiwane rozwiązanie problemu), eliminujące wzrokowe pozycjonowanie podczas ręcznego załadunku ryb do maszyny, przedstawiony sposób umożliwia, określanie parametrów obróbki z dokładnością wyższą niż w dotychczas stosowanych rozwiązaniach oraz oszczędne odgławianie cięciem klinowym. W Katedrze Procesów i Urządzeń Przetwórstwa Spożywczego Politechniki Koszalińskiej prowadzone są badania możliwości wykorzystania do tego różnych rodzajów czujników fonicznych. Opublikowane zostały wyniki badań nad przystosowaniem triangulacyjnego skanera laserowego do bezpośrednich pomiarów parametrów ryb [3]. Bezdotykowe czujniki, umożliwią nadanie maszynom do obróbki ryb cech ograniczonej, sztucznej inteligencji. Proponowane rozwiązanie, oprócz podniesienia wydajności obróbki, umożliwi projektowanie maszyn uniwersalnych pod względem obrabianych gatunków i ras, co ma ogromne znaczenie szczególnie dla mechanizacji obróbki ryb słodkowodnych (w krajowych wodach występuje 67 gatunków).

LITERATURA

- [1] **DUTKIEWICZ D., BIL T. 2009.** *Analiza pomiaru parametrów sterowania maszynowa obróbką ryb dla projektowania rozwiązań mechatronicznych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 49-52.
- [2] **DUTKIEWICZ D., BIL T., DOWGIAŁŁO A. 2011.** *Wydajność technologiczna maszynowego odgławiania ryb w zależności od sposobu pomiaru parametrów sterowania i rodzaju cięcia.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 563; 67-74.
- [3] **FATYCHOW J. A., AGEJEV O. B. 2008.** *Mechatronika w ryborazdzielocznom oborudowanii.* Kaliningrad, Izdatielstwo FGOU BPO „KGTU”.
- [4] **KAWKA T., DUTKIEWICZ D. 1986.** *Maszyny do obróbki ryb i kalmarów. Zarys konstrukcji.* Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.
- [5] **MAJEWSKI J. 2005.** *Parametry i wydajności cięć odgławiających dla projektowania maszyn do obróbki ryb karpiowatych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 60-63.

DETERMINATION OF PARAMETERS OF MACHINE HEADING AND CUTTING OUT BACKBONE OF THE FISH BY THEIR POSITIONING AND DIRECT MEASUREMENT OF THE LENGTH OF THE HEAD

SUMMARY

The paper presents a study of the new method for determination the parameters of heading and cutting backbone infish processing machines based on previously unused positioning and direct measurementof the head length. Increasing the accuracy of parameters affect increase in the yield and allows the universalisation of machines in the terms of processed fish of different species.