

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY LẠNG DA CÁ TRA RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURE OF THE CATFISH SKIN PEELING MACHINE

Ngô Quang Trọng

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Nha Trang

Email: trongnq@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 17/01/2022; Ngày phản biện thông qua: 11/03/2022; Ngày duyệt đăng: 28/03/2022

TÓM TẮT

Bài viết này trình bày nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy lạng da cá tra với công suất 1200 lát cá/giờ. Nguyên lý hoạt động của cụm dao cắt đã được xác định và thiết kế để đảm bảo quá trình lạng da cá được thực hiện ổn định; băng tải cấp liệu vào cụm dao cắt đã được tính toán để hoạt động đồng bộ với cụm dao cắt và đảm bảo lát cá đi vào cụm dao cắt được dễ dàng; lực cắt đơn vị và công suất cắt của máy cũng đã được tính toán; lực cản F_c cần thiết để gia tăng lực kéo da cá cũng đã được xác định nhằm giúp quá trình lạng da có thể thực hiện được.

Từ khóa: máy lạng da cá, quá trình lạng da cá, cá phi lê.

ABSTRACT

This paper presented the research, design and manufacture of the catfish skin peeling machine with a capacity of 1200 fish slices/hour. The principle of operation of the cutting assembly of the catfish skin peeling machine has been defined and designed to provide a stable process of peeling the fish; the feed conveyor has been designed to synchronize with the cutter assembly and to help the fish slice easily enter the cutter assembly; the unit cutting force and cutting power of the catfish peeling machine were also calculated; the required resistance F_c to increase the traction on the skin of fish has also been determined, to make the peeling process of the fish possible.

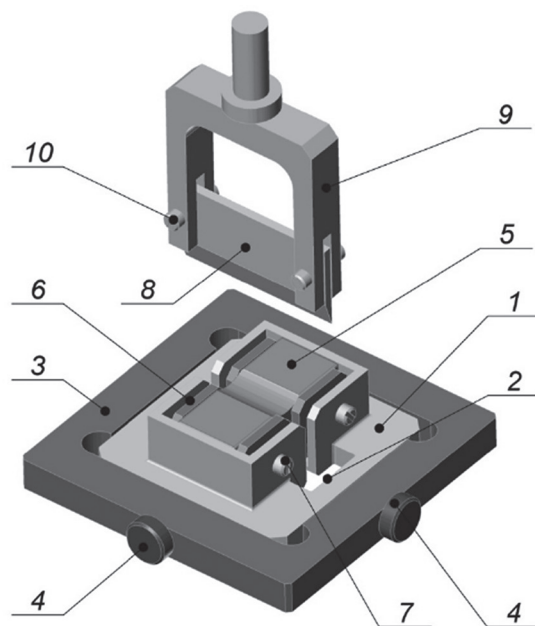
Key words: fish peeling machine, fish skinning process, fish fillet.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị lạng da cá là thành phần quan trọng trong dây chuyền chế biến cá phi lê [9]. Thiết bị lạng da cá thực hiện nhiệm vụ tách da cá ra khỏi thịt cá để thu được miếng cá phi lê (hình 1), phục vụ cho các công đoạn chế biến tiếp theo trong lĩnh vực thủy sản về các sản phẩm cá tinh chế và chế biến sẵn.



Hình 1. Thịt cá tra phi lê [9].



Hình 2. Mô hình cắt thịt cá trong công trình nghiên cứu [2].

Công đoạn tách da cá trong dây chuyền chế biến cá tra hiện nay tại một số nhà máy đã sử dụng các thiết bị lạng da cá, đã giúp giảm đáng kể thời gian tách da cá và giảm thời gian lưu chuyển cá trong dây chuyền, nên tác động nhiều đến năng suất, chất lượng và giá thành chế biến cá phi lê. Tuy nhiên, các thiết bị này chủ yếu được nhập khẩu. Hiện nay, một công ty trong nước cũng đã thực hiện chế tạo theo nguyên mẫu thiết bị lạng da cá từ nước ngoài, nhưng các công trình nghiên cứu trong nước về thiết bị lạng da cá chưa được thể hiện.

Thực tế hoạt động của một số thiết bị lạng da cá cho thấy rằng, quá trình lát cá đi vào bộ phận tách da cá gặp nhiều khó khăn, các cơ cấu tiếp nhận lát cá, giữ mép da cá và tách da cá ra khỏi thịt cá rất khó thực hiện; sau một số lượt lạng da cá nhất định, mô và mỡ của cá đã ảnh hưởng đáng kể đến lực ma sát giữa da cá và cơ cấu lạng da cá, là lực mà giúp da cá bám dính để thực hiện quá trình cắt, nên khi này quá trình lạng da cá bắt đầu giảm hiệu quả; việc gia tăng năng suất quá trình lạng da cá chủ yếu thực hiện bằng cách gia tăng vận tốc cắt và gia tăng số lượng thiết bị lạng da cá trong dây chuyền, một số yếu tố khác để gia tăng năng suất cần được nghiên cứu thực hiện.

Trong nghiên cứu này đưa ra các phương án thiết kế các bộ phận chính của máy lạng da cá tra và một số kết quả thử nghiệm nhằm xác định các nguyên lý hoạt động phù hợp của các cụm cơ cấu trong thiết bị lạng da cá. Các tính toán một số thông số chính của máy, một số phương án thử nghiệm nhằm nâng cao chất lượng lạng da cá trong quá trình chế biến cá phi lê.

II. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là điều kiện cắt khi lạng da cá tra, kết cấu cụm dao cắt và các điều kiện tiếp liệu của máy lạng da cá.

2. Vật liệu nghiên cứu

Cá tra được cắt thành lát nhỏ, các lát cá được tách xương chỉ còn thịt và da cá để đưa vào máy lạng da cá. Các lát cá được bảo quản ở nhiệt độ 15°C khoảng 60 phút trước khi đưa vào thực nghiệm lạng da. Dao cắt ở dạng tấm

mỏng có chiều dày 0,7mm của Đức sản xuất, lưỡi cắt dạng thẳng. Các vật liệu phục vụ cho chế tạo máy lạng da cá được dùng trong lĩnh vực chế biến thủy sản.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết về cắt thái thịt cá để làm sáng tỏ cách thức lạng da cá tra;

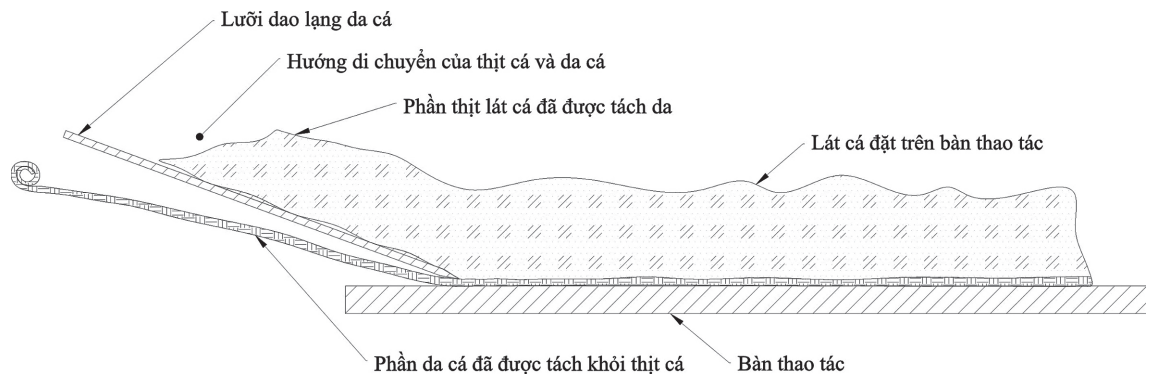
Thực nghiệm khảo nghiệm các điều kiện hoạt động của cụm dao cắt để xác định các kết quả thiết kế và các điều kiện cắt thái khi lạng da cá tra.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Xác định điều kiện lạng da cá và phương án thiết kế cụm dao cắt

Xác định nguyên lý lạng da cá cho thiết bị nghiên cứu. Khi xem xét nguyên lý lạng da cá trong thao tác lạng da cá thủ công cho thấy, người công nhân, một tay nắm giữ phần da cá và tay còn lại thực hiện đưa lưỡi dao vào cắt tách thịt cá. Ở đây có sự kết hợp đồng thời giữa chuyển động tịnh tiến và chuyển động dịch chuyển qua lại của dao, còn da cá thì không chuyển động. Như vậy, chuyển động cắt thái cơ bản là sự tịnh tiến của lưỡi cắt hình nêm vào khối thịt cá, ngoài ra, còn kết hợp thêm chuyển động dịch chuyển qua lại của lưỡi cắt sẽ tạo ra sự trượt của lưỡi cắt trên vật liệu cắt mà như V. P. Goriatxkin [1] đã cho thấy sẽ giúp gia tăng đáng kể khả năng cắt thái đối với vật liệu mềm. Với nguyên lý này, cho thấy lát cá cần nằm cố định trên mặt phẳng của mặt bàn, còn lại là sự dịch chuyển của dao cắt như trong hình 3.

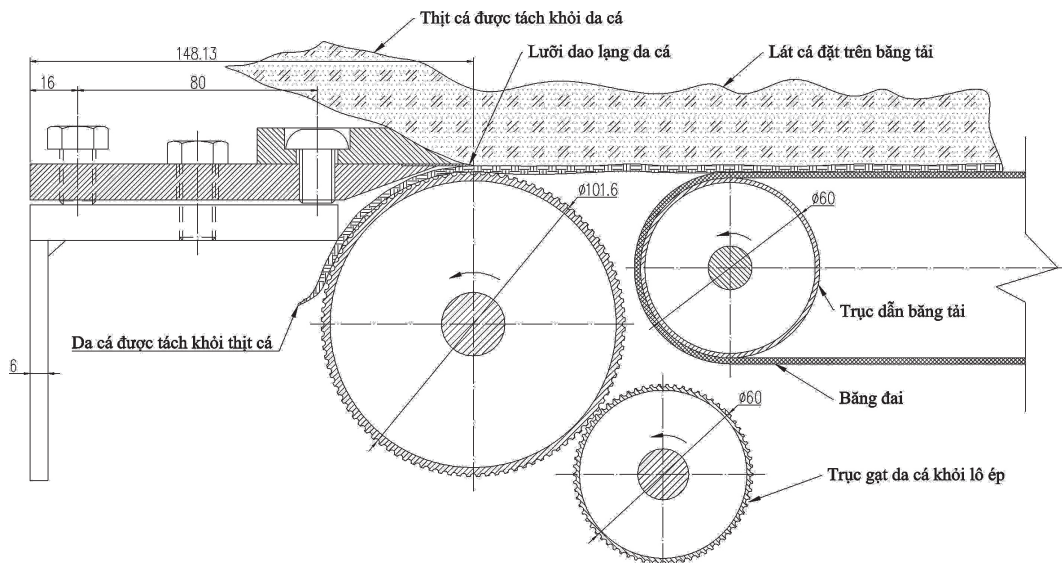
Trong máy lạng da cá được nghiên cứu của đề tài, chuyển động cắt thái được bố trí theo cách thức lát cá sẽ chuyển động, còn dao cắt được giữ cố định. Sự chuyển động của lát cá được thực hiện bằng cách sử dụng lô ép ép chặt da cá vào bề mặt dao cắt (hình 4). Do đó, khi trục ép quay thì sẽ kéo da cá đi xuống dưới nhờ lực ma sát F_{ms} giữa lô ép và dao cắt với da cá, còn lưỡi cắt được giữ cố định trên tấm gá dao sẽ thực hiện tách da cá ra khỏi thịt cá. Trong nguyên lý hoạt động này, khe hở giữa lô ép và lưỡi cắt (hình 6) phải điều chỉnh đủ nhỏ để có thể tạo lực ép đủ lớn lên tấm da cá để tạo ra lực ma sát F_{ms} lớn hơn lực cắt P_{max} thì khi đó quá



Hình 3. Mô tả nguyên lý lạng da cá thủ công.

trình lạng da mới thực hiện được. Như vậy, bề mặt lô ép phải đủ độ nhám để da cá có thể bám vào lô ép để tạo ra lực ma sát F_{ms} đủ lớn, còn bề mặt dao cắt thì cần nhẵn tối đa để da cá dễ dàng trượt đi trong quá trình lạng da cá.

Kết quả thiết kế cụm dao cắt lạng da cá.
 Hình 4 trình bày cụm dao cắt đã được thiết kế. Trong đó, lô ép kết hợp với dao cắt thực hiện ép chặt da cá và kéo tấm da cá di chuyển theo hướng sang trái. Khi đó, mặt dưới của lưỡi dao



Hình 4. Mô tả cơ cấu lạng da cá của máy thiết kế.

sẽ có chức năng là tấm kê để lô ép thực hiện ép chặt da cá và kéo tấm da cá đi theo cùng chuyển động quay tròn của lô ép (hình 6). Đồng thời, lưỡi cắt của dao sẽ thực hiện cắt đứt thịt cá và tách thịt cá ra khỏi da cá, thịt cá sẽ di chuyển lên phía trên dao cắt và đi ra cửa thu gom thịt cá (hình 8), còn da cá đi xuống dưới dao cắt và đi ra cửa thu gom da cá.

Phía dưới lô ép được bố trí trục gạt da cá, làm nhiệm vụ gạt da cá rơi ra khỏi lô ép, tránh cho da cá bám dính vào lô ép và có nguy cơ đưa da cá trở lại vào khu vực cắt của

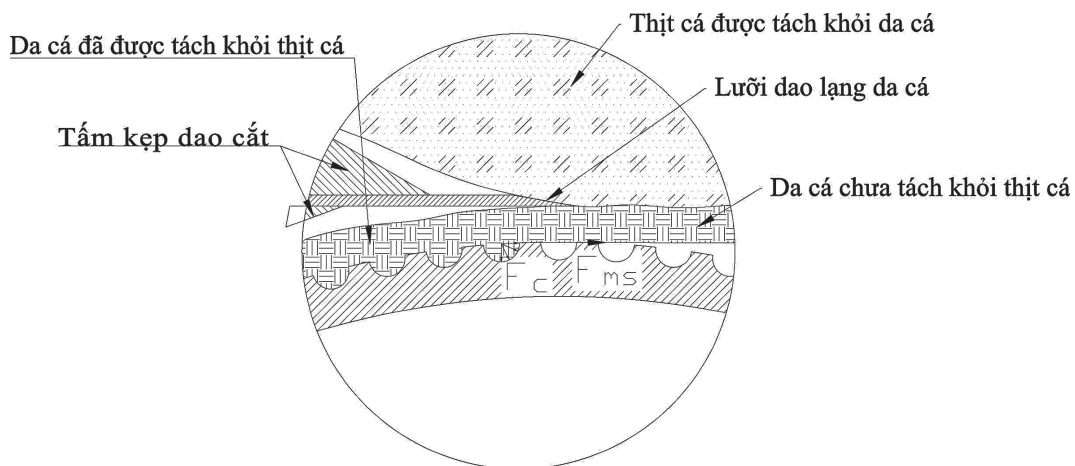
lưỡi cắt, điều này sẽ gây kết thúc quá trình lạng da và có thể gây kẹt cứng cụm dao cắt. Ở đây, phương án được đưa ra cho lô gạt là có kết cấu dạng trục và trên bề mặt có rãnh như trong hình 4. Bề mặt trục gạt và bề mặt lô ép cần có khe hở (hình 6) để tránh va chạm và khe hở cũng cần đủ nhỏ để có thể giữ và kéo được da cá.

Để đảm bảo sự đồng đều bề mặt tấm da cá khi lạng theo nguyên lý hoạt động đang xét thì tấm da cá cần được ép đều lên bề mặt lô ép. Thực tế cho thấy sai lệch về độ sóng của trục lô

ép không được vượt quá 0,1mm mới đảm bảo bề mặt lát cá được cắt đều và quá trình điều chỉnh khe hở giữa lô ép và trục gạt da cá được thuận lợi. Ngoài ra, nếu khe hở giữa trục gạt da cá và lô ép không được đảm bảo thì quá trình thu giữ da cá và kéo xuống của lô ép gặp khó khăn và lát cá sẽ bị trượt đi mà không thể thực hiện việc tách lạng da cá được.

Lực cản F_c kết hợp với lực ma sát F_{ms} để đảm bảo thực hiện quá trình lạng da cá. Với nguyên lý giữ và kéo tấm da cá như trên cho thấy rằng, da cá sẽ trượt trên bề mặt lưỡi dao và đồng thời sẽ bám dính lên bề mặt lô ép. Như vậy, bề mặt dao phải có độ nhám thích hợp để giảm ma sát trượt giữa da cá và bề mặt dao, còn bề mặt lô ép phải nhám đủ lớn để da cá được

kéo đi theo chuyển động của lô ép với lực kéo phải thắng được lực làm việc P_{lv} của dao cắt thực hiện lạng da cá. Theo phương án này, bề mặt lô ép sẽ được tạo hình dạng rãnh thẳng dọc theo trục lô ép. Thực tế áp dụng cho thấy, nếu bề mặt lô ép chỉ tạo độ nhám để gia tăng lực ma sát là không đủ để lô ép tạo lực kéo tách da cá trong quá trình lạng da cá. Với phương án tạo rãnh trên bề mặt lô ép thì lực kéo được tạo ra không chỉ bởi lực ma sát F_{ms} giữa da cá và lô ép, mà còn có lực cản F_c giữa da cá và các rãnh trên bề mặt lô ép, được mô tả như trong hình 5. Khi đó, sự kết hợp giữa lực ma sát F_{ms} với lực cản F_c mới đủ tạo ra lực kéo tác động lên tấm da để thắng được lực làm việc P_{lv} và quá trình lạng da cá mới thực hiện được.



Hình 5. Mô tả vùng tách da cá và các lực cản F_c với lực ma sát F_{ms} .

Phương án tiếp liệu bằng băng tải và bằng tay vào cụm dao cắt lạng da cá. Đối với phương án tiếp liệu cho thấy có thể thực hiện bằng tay và bằng băng tải cấp liệu. Khi thực hiện bằng tay thì người công nhân sẽ cầm lát cá đẩy vào khe hở giữa dao và lô ép (hình 6), khi đó lô ép sẽ giữ lấy mép da cá kéo đi và quá trình lạng da cá được thực hiện. Như vậy, khi thực hiện tiếp liệu bằng tay thì vận tốc lát cá gần như bằng 0 khi tiếp cận vào vùng cắt. Đối với trường hợp tiếp liệu bằng băng tải, người công nhân sẽ đặt lát cá nằm trên băng tải và băng tải chuyển động, đưa lát cá vào vùng cắt. Như vậy, vận tốc lát cá sẽ bằng với vận tốc chuyển động của băng tải.

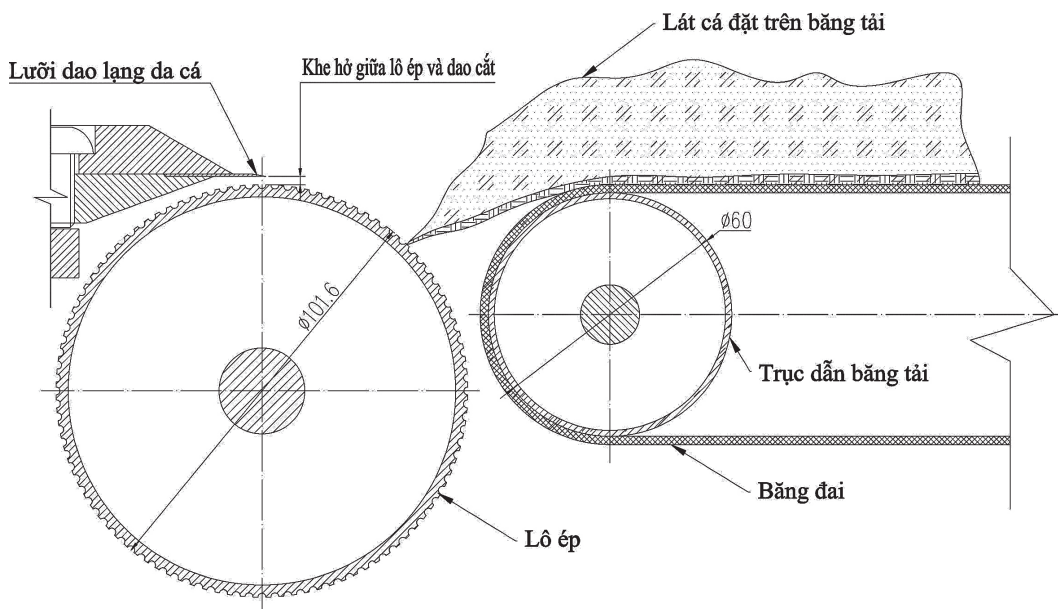
Thực tế khảo nghiệm cho thấy rằng, khi

lát cá chuyển động với vận tốc khác 0 tiến vào vùng cắt thì quá trình cắt rất khó thực hiện, nguyên nhân của trường hợp này là do da cá khó có thể đi vào khe hở giữa lô ép và dao cắt, nên lát cá sẽ bị trượt đi khỏi vùng cắt. Để quá trình cắt có thể dễ dàng thực hiện khi sử dụng tiếp liệu bằng băng tải thì cần phải có cơ cấu hỗ trợ để lô ép có thể giữ lấy da cá để kéo đi, và khi đó quá trình lạng da cá mới được diễn ra.

2. Tính toán lực cắt khi lạng da cá và công suất cắt

Để có thể tính toán công suất lạng da cá thì cần phải xác định được lực cắt cá và vận tốc di chuyển của lưỡi dao trong quá trình cắt.

Xác định lực cắt đơn vị khi cắt thái thịt cá.



Hình 6. Mô tả lát cá tiếp cận vào vùng cắt khi tiếp liệu bằng băng tải.

Vì điều kiện thực nghiệm lực cắt cá tra chưa thể thực hiện nên trong bài báo này sử dụng lực cắt từ các công trình nghiên cứu khác đối với cá ngừ để tiến hành tính toán lực cắt cho máy thiết kế. Trong công trình nghiên cứu [2] đã cho thấy thực nghiệm cắt cá ngừ để xác định lực cắt và xây dựng mô hình tính toán lực cắt cá. Thực nghiệm được diễn ra với lưỡi dao phẳng một lưỡi cắt có chiều dày 1, 2, 3, 4 và 5mm, bán kính cong lưỡi cắt 28-30µm, dao có kích thước 80×40(mm), góc mài một mặt 20°. Miếng cá ngừ được giữ lạnh ở nhiệt độ 20°C, được cắt thành khối với kích thước dài 70mm, rộng và cao 30mm để đưa vào hệ thống cắt như trong hình 1. Do đó, điều kiện cắt của công trình nghiên cứu [2] giống với điều kiện lạng da cá khi lưỡi cắt dạng tấm phẳng tịnh tiến vào khối thịt cá để cắt thái, nên có thể lấy kết quả thực nghiệm về lực cắt của công trình nghiên cứu này để đi tính toán công suất cắt cho máy lạng da cá được nghiên cứu. Kết quả thực nghiệm [2] đã cho thấy giá trị lực cắt trung bình $P_{tb} = 22,41(N)$, còn giá trị lực cắt lớn nhất đạt $P_{max} = 24(N)$. Như vậy, kết quả lực cắt cá ngừ trên một đơn vị chiều dài 1mm trong công trình nghiên cứu [2] có được:

$$P_{dv} = \frac{P_{max}}{l_{lưỡi\ cắt}} = \frac{24}{30} = 0,8(N/mm)$$

Tính toán công suất làm việc của máy lạng

da cá. Tại kết quả khảo nghiệm [4] đã cho thấy vận tốc lạng da $V=15,9m/ph$ đảm bảo được chất lượng cắt thái khi lạng da cá, và vận tốc này cũng phù hợp với điều kiện chế tạo máy để đảm bảo chỉ tiêu về độ ồn, độ rung động trong quá trình làm việc của máy. Như vậy, với chiều dài làm việc của dao là $l_{dao} = 400mm$ cũng bằng với chiều rộng làm việc của bàn máy trong máy lạng da cá thì lực làm việc tại lưỡi cắt của dao lạng da cá sẽ là:

$$P_{lv} = P_{dv} \cdot l_{dao} = 0,8 \times 400 = 320(N)$$

Công suất làm việc tại vị trí lưỡi cắt của dao lạng da cá được xác định theo công thức [5]:

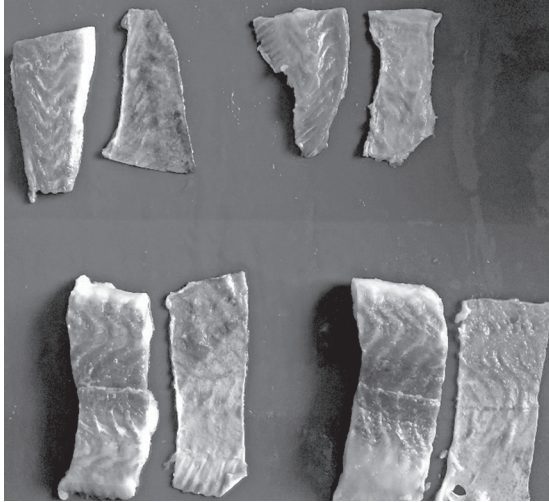
$$N_{lv} = \frac{V \cdot P_{lv}}{1000} = \frac{15,9 \times 320}{60 \times 1000} = 0,0848(kW)$$

Công suất yêu cầu của động cơ được xác định:

$$N_{ycdc} = \frac{N_{lv}}{\eta} = \frac{0,0848}{0,5} = 0,17(kW)$$

3. Kết quả khảo sát hoạt động của máy

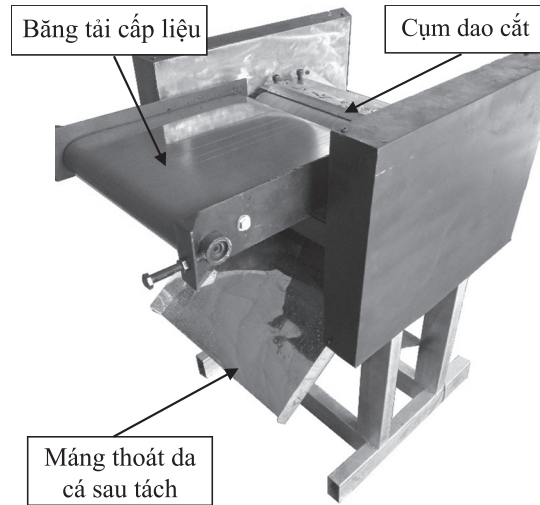
Kết quả máy lạng da cá đã được chế tạo hoàn chỉnh như trong hình 8, và hình 7 là các lát cá đã được tách da bởi máy lạng da cá. Kết quả khảo nghiệm trong nghiên cứu [4] đã cho thấy sự gia tăng chất lượng cắt thái ở vận tốc cao 15,9m/phút so với vận tốc cắt $V=9,5m/phút$. Tuy nhiên, ở vận tốc này có gặp khó khăn khi lát cá có xu hướng trượt đi khỏi vùng cắt.



Hình 7. Lát cá sau khi được tách da.

Năng suất của máy đáp ứng được yêu cầu thiết kế khi cùng lúc đặt 2 lát cá trên băng tải cấp liệu và cần bố trí thêm cơ cấu đỡ hỗ trợ lát cá đi vào vùng cắt.

Máy có hệ thống máng riêng để thoát da cá sau khi lạng da và thu hồi lát cá phi lê sau khi tách da. Băng tải cấp liệu cũng có thể điều chỉnh nâng hạ và tịnh tiến so với cụm dao cắt để có thể điều chỉnh hướng di chuyển của lát cá vào vùng cắt được thuận tiện. Khe hở giữa lô ép và dao cắt có thể điều chỉnh thông qua các vít điều chỉnh và đã hoạt động dễ dàng, đảm bảo điều chỉnh phù hợp cho chiều dày da cá khác nhau.



Hình 8. Máy lạng da cá được chế tạo.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xác định được phương án bố trí cụm dao cắt và phương án tiếp liệu phù hợp, hiện tượng tự kết thúc quá trình cắt cũng đã được khảo sát [4], sự cần thiết của lực cản F_c trong quá trình lạng da cũng đã được xác định, từ đó, đã thiết kế và chế tạo máy lạng da cá đáp ứng được một số yêu cầu đã đặt ra. Các kết quả nghiên cứu trên là cơ sở để có thể nghiên cứu sâu hơn về quá trình lạng da cá và các giải pháp để nâng cao năng suất và chất lượng quá trình lạng da cá cho các điều kiện hoạt động khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Như Nam, Trần Thị Thanh, 2000. *Máy gia công cơ học nông sản - thực phẩm*. Nhà xuất bản Giáo dục, TP. HCM.
2. Oleg V. Ageev a, Andrzej Dowgiałło e, Monika Sterczyńska, 2021. *Experimental characterization and theoretical modeling of fracture and friction resistance forces during tuna cutting*. Journal of Food Engineering, Vol.307, 110648, P.1-10.
3. McCarthy C.T., 2007. *On the sharpness of straight edge blades in cutting soft solids: Part I – indentation experiments*. Engineering Fracture Mechanics 74 (2007) 2205–2224.
4. Ngô Quang Trọng, 2021. *Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc cắt và các điều kiện cắt lên quá trình lạng da cá tra*. Hội thảo khoa học về cơ khí, vật liệu và công nghệ Nano lần thứ nhất, Trường Đại học Nha Trang, tr7-12.
5. Hồ Lê Viên, 2003. *Các máy gia công vật liệu rắn & dẻo tập 1*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
6. <http://www.machineto.com/gb-400-automatic-industrial-stainless-steel-fish-skin-peeling-peeler-machine-fish-skinner-machine-nice-10034172>
7. <https://dongduongvina.com.vn/vi/san-pham/may-lang-da-v-438>
8. <https://unifood.tech/products/skinning/skinning-machine-v1578.aspx>
9. <https://www.mekongfish.vn/san-pham-1-2/>