

TỐI ƯU HÓA CÁC THÔNG SỐ LÀM VIỆC CỦA MÁY CẠO LÔNG HEO TRONG CÁC DÂY CHUYỀN GIẾT MỔ HEO

Bùi Văn Miên¹, Huỳnh Văn Nam²

¹ Trường Đại học Văn Hiến

² Trường Đại học Công nghệ Thực phẩm

¹MienBV@vhu.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/01/2017; Ngày duyệt đăng: 28/02/2017

TÓM TẮT

Nhằm xác định được các thông số tối ưu cần thiết để máy cạo lông làm việc đạt hiệu quả và chất lượng tốt, đặc biệt là giảm được công việc nặng nhọc trong điều kiện nhiệt độ sau khi trung, nhiệt độ thân heo còn khá cao, khó thực hiện và sao cho lượng lông còn sót sau khi cạo bằng máy là ít nhất. Với máy cạo lông heo đã được chế tạo dựa vào tính toán, thiết kế trên cơ sở các thông số kỹ thuật của máy nước ngoài. Từ các thí nghiệm sơ bộ xác định được các thông số đầu vào số vòng quay cánh cạo lông, góc nghiêng thanh đỡ phụ, thời gian cạo lông, với thông số đầu ra là phần trăm lông còn sót lại trên da heo và thí nghiệm được tiến hành tại Trung tâm giết mổ gia súc, phường Tân Tạo, quận Bình Tân, thành phố Hồ Chí Minh. Phương pháp nghiên cứu của đề tài là quy hoạch thực nghiệm. Thí nghiệm được bố trí dạng bậc II, Box – Behnken. Bài toán tối ưu được giải bằng phần mềm Matlab. Kết quả đã xác định được chỉ tiêu tối ưu của phần trăm lông còn sót nhỏ nhất $Q=3,85\%$ ứng với các giá trị của yếu tố đầu vào là vận tốc cánh cạo lông $v=3,7m/s$, góc nghiêng thanh đỡ ở phụ $\alpha=120^\circ$ và thời gian cạo lông $t=56,14$ giây.

Từ khóa: máy cạo lông heo, tối ưu.

ABSTRACT

Optimizing of operation parameters of pig's dehairing machine in modern pig slaughtering

The study aimed to determine necessary optimum parameters for effective and high-quality operation of pig's dehairing machine, especially to reduce the work load in the condition of post-scalding, where the pig's temperature is still high, causing difficulties in dehairing and to ensure the lowest amount of hair left after dehairing with the machine. The dehairing machine was built based on calculations and designs adapted from other countries' dehairing machine's specifications. The preliminary experiments resulted in input parameters including the number of scraping rollers' revolutions, tilt angle of auxiliary bar, dehairing time, with output parameter being the percentage of hair left on pig's skin. The study was conducted at Cattle slaughtering center, Tan Tao ward, Binh Tan district, Ho Chi Minh city. The method of study was quadratic experimental design and Box-Behnken. The optimization was solved by Matlab software. The results showed that the optimum lowest percentage of hair left was $Q = 3.85\%$, corresponding to the velocity of scraping rollers being $v = 3.7\%$, tilt angle of auxiliary bar being $\alpha = 120^\circ$ and dehairing time being $t = 56.14s$.

Keywords: Hercules dehairing machine, optimal.

1. Đặt vấn đề

An toàn vệ sinh thực phẩm vấn đề mà toàn xã hội đang rất quan tâm, trong đó vấn đề giết mổ an toàn vệ sinh đã có nhiều văn bản quy định

của Chính phủ cũng như của các tỉnh thành, tuy nhiên cho đến nay an toàn thực phẩm ở nhiều cơ sở, điểm giết mổ gia súc gia cầm vẫn chưa bảo đảm. Đã có nhiều dây chuyền giết mổ heo hiện

đại đưa vào sản xuất nhưng thực trạng giết mổ ở các dây chuyền giết mổ hiện đại chiếm không quá 30% còn lại vẫn là giết mổ ở các cơ sở nhỏ. Trước thực trạng trên, ngày 29/5/2015 Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã ban hành Chỉ thị số 4211/CT-BNN-TY về việc tăng cường công tác quản lý vệ sinh an toàn thực phẩm đối với cơ sở giết mổ gia súc, gia cầm và phương tiện vận chuyển sản phẩm động vật.

Trong các dây chuyền giết mổ heo dù lớn hay nhỏ thì cạo lông là một trong những khâu cần nhiều sức lao động, trong đó người công nhân phải làm việc trong môi trường khắc nghiệt: nóng, ẩm, nặng nhọc, tay phải cầm dao sắc nhọn rất nguy hiểm [10], [6]. Mặt khác, việc nhập các máy của nước ngoài như châu Âu là rất cao (khoảng vài chục ngàn Euro) [8] vì vậy việc chế tạo các máy cạo lông phù hợp cho các cơ sở quy mô nhỏ đã được lắp đặt tại hàng chục cơ sở, tuy nhiên các máy chỉ dựa vào một số thông số do nước ngoài chế tạo với quy mô lớn và còn nhiều bất cập như sót lông, rách da và ảnh hưởng chất lượng thịt... Xuất phát từ nhu cầu làm việc hiệu quả của máy và về chất lượng của quá trình cạo lông chúng tôi nghiên cứu "*Tối ưu hóa các thông số làm việc của máy cạo lông heo trong các dây chuyền giết mổ heo*". Nhằm xác định được các thông số tối ưu cần thiết để máy cạo lông làm việc

đạt hiệu quả và chất lượng tốt, đặc biệt là giảm được công việc nặng nhọc trong điều kiện nhiệt độ sau trung lông còn khá cao, khó thực hiện và sao cho lượng lông còn sót sau khi cạo bằng máy là ít nhất.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu:

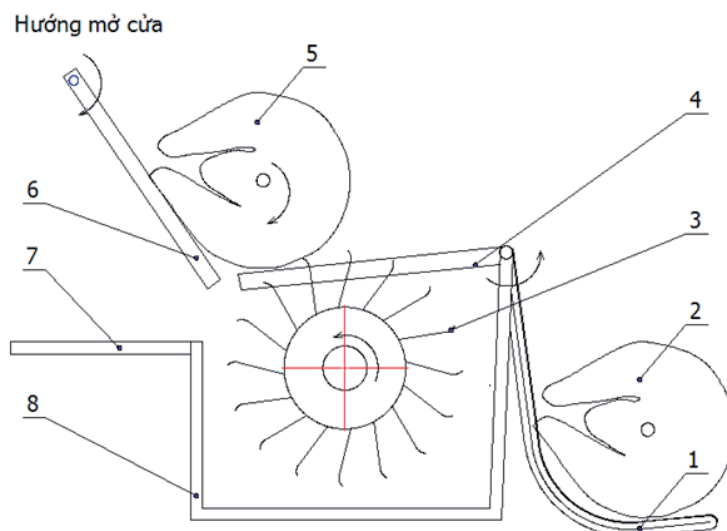
Đối tượng nghiên cứu là máy cạo lông kiểu 1 trục nằm ngang chế tạo theo yêu cầu của thí nghiệm Hình 1. Các máy cạo lông tương tự đã được nghiên cứu thiết kế chế tạo và được lắp đặt trong các dây chuyền giết mổ heo quy mô từ 20-50 con/giờ: ở TP.HCM, Tây Ninh, Đồng Tháp, Bà Rịa Vũng Tàu, Trà Vinh...

Các thí nghiệm được thực hiện chủ yếu trên heo tơ trọng lượng $95 \pm 2\text{kg/con}$ và được thí nghiệm tại trung tâm giết mổ gia súc, phường Tân Tạo, quận Bình Tân.

Các thông số kỹ thuật của máy cạo lông heo (Hình 1): Năng suất đạt đến 60 con/giờ; trọng lượng heo có thể cạo lông trên máy: $70 \div 140\text{kg/con}$; mỗi lần cạo một con (1 con/lần cạo); vận tốc dài cánh cạo $v=220\text{m/ph}$; số vòng quay trục chính $n=160\text{v/ph}$; góc nghiêng của thanh đỡ phụ so với mặt phẳng ngang: $\alpha=120^\circ$. Trên máy lắp động cơ điện xoay chiều 3 pha với $n=1450\text{v/ph}$; công suất 19,75kW; hộp giảm tốc gắn liền động cơ và tỷ số truyền 1/10. Máy có kích thước: dài x rộng x cao = 2000 x 1300 x 1400mm.



Hình 1: Máy cạo lông heo thí nghiệm



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý làm việc máy cạo lông heo một trục nằm ngang

- 1 - máng đưa heo vào; 2 - heo ở vị trí bắt đầu đưa vào máy; 3 - cánh cạo;
4 - các thanh dẫn hướng và đỡ heo trong quá trình cạo; 5 - heo ở vị trí đang cạo;
6 - cánh mở cửa; 7 - sàn thao tác; 8 - thân máy

Từ sơ đồ nguyên lý (Hình 2), heo sau khi trúng được máng (1) đưa vào máy, toàn bộ trọng lượng heo được tựa trên các thanh đỡ (4) và đầu cánh cạo (3), thanh đỡ (4) và thanh đỡ phụ tạo với nhau một góc α . Tại đây heo được cạo bởi các cánh cạo (3) trong khoảng thời gian nhất định thì cửa 6 mở ra, heo văng ra sàn thao tác (7), cửa (6) đóng lại và quá trình được tiếp tục. Ưu điểm của loại máy này là nhỏ gọn, dễ chế tạo, thuận lợi trong việc đưa heo vào và ra, kết cấu kiểu một trục nên giá thành thấp, phù hợp với các dây chuyền giết mổ vừa và nhỏ.

2.2. Thiết bị đo và phương pháp đo

- Thiết bị đo số vòng quay: máy đo dùng laser PCE-DT 62; độ phân giải: 0,1 rpm (vòng/phút); khoảng đo: 2 ~ 99.999 r.p.m; cấp chính xác: ± 1 rpm.

Phương pháp đo số vòng quay động cơ [3] là dùng một nguồn phát tia Laser và trên động cơ gắn một tấm phản chiếu ánh sáng, dựa trên cơ sở ánh sáng phát ra và ánh sáng phản hồi lại máy sẽ phân tích và tính toán để đưa ra con số chính xác về số vòng quay.

- Đo diện tích lông sót thực tế trên heo sau cạo lông [8], [11]: Tổng diện tích da heo còn sót lông = Diện tích lông sót các nơi trên toàn thể da heo cộng lại.

- Đo thời gian: Đồng hồ bấm giây

2.3. Phương pháp nghiên cứu:

Xác định các yếu tố đầu vào, đầu ra:

Các yếu tố đầu vào: Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sau khi cạo: chế độ gây choáng, chế độ trung (nhiệt độ trung và thời gian trung), vận tốc cánh cạo, góc nghiêng của thanh đỡ phụ, thời gian cạo, khối lượng mỗi con heo, loại heo, số lượng cánh, bề rộng cánh...

Các thông số đầu ra: Các thông số nghiên cứu đầu ra đặc trưng cho các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của máy cạo lông và phản ánh mục đích nghiên cứu của đề tài. Các thông số này bao gồm: chất lượng sản phẩm, chi phí năng lượng riêng. Chất lượng sản phẩm được đặc trưng bằng mức độ sạch, heo không dập, gãy chân hoặc rách da, ở đây ta sẽ nghiên cứu phần trăm lông còn sót lại trên da heo và ở dạng mã hóa ký hiệu Y1, ở dạng thực ký hiệu là Q. Đây là thông số đặc trưng cho mục đích nghiên cứu, phản ánh chất lượng sản phẩm. Đại lượng này chịu ảnh hưởng của hàng loạt thông số đầu vào và nhiều. Chi phí năng lượng riêng là thông số phản ánh chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật. Tuy nhiên, khi tiến hành trong thực tế thì thay đổi chi phí năng lượng riêng không

đáng kể và các cơ sở giết mổ chỉ yêu cầu về độ sạch lông còn yếu tố chi phí năng lượng thì chưa quan tâm nên chúng tôi không đưa yếu tố này vào nghiên cứu.

Thí nghiệm đơn yếu tố thăm dò [7]

Trên cơ sở lựa chọn các yếu tố đầu vào là số vòng quay cánh cạo lông, góc nghiêng thanh đỡ phụ, thời gian cạo lông, chúng tôi tiến hành các thí nghiệm thăm dò để xác định các mức thí nghiệm của ba yếu tố đầu vào trong bài toán hộp đen, các mức này được xác định thông qua thực tế tại các cơ sở, nhà máy.

Kết quả thí nghiệm đơn yếu tố của phần trăm lông sót theo số vòng quay cánh cạo lông 120, 140, 160, 180 vg/ph đã chọn được số vòng quay 140 là hợp lý và chọn mức ở tâm là 140 vòng/phút, mức trên 160 vòng/phút, mức dưới là 120 vòng/phút cho nghiên cứu.

Kết quả thí nghiệm đơn yếu tố của phần trăm lông sót theo góc nghiêng thanh đỡ phụ với các góc nghiêng từ 90^0 đến 120^0 của thanh đỡ phụ và góc 110^0 là phù hợp nhất. Theo đó ta chọn mức ở tâm là 110^0 , mức trên 120^0 , mức dưới 100^0 . Với các mức thời gian từ 40-70 giây cho một con heo. Với mức thời gian 70 giây thì ta thấy rằng phần trăm lông còn sót giảm rất ít so với mức thời gian 60 giây. Tuy nhiên năng suất lại giảm theo đó ta chọn mức ở tâm là 50 giây, mức trên 60 giây, mức dưới 40 giây.

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm (tối ưu)

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm được tiến hành từ bậc I và phát triển lên bậc II nếu bậc I không phù hợp. Trong trường hợp cả hai phương án không phù hợp cần thiết kế lại thí nghiệm trên cơ sở định lại vùng và bổ sung yếu tố nghiên cứu.

Để tối ưu hóa công thức xác định phần trăm lông còn sót theo vận tốc cánh cạo lông, góc nghiêng thanh đỡ phụ, thời gian cạo lông. Chúng tôi bố trí thí nghiệm bằng cách sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology), Box- Behnken (BBD) với ba yếu tố khảo sát là: vận tốc cánh cạo lông, góc nghiêng thanh đỡ phụ, thời gian cạo lông (khoảng giá trị thích hợp của các yếu tố đã được xác định ở thí nghiệm thăm dò).

Mô hình Box-Behnken (BBD) là những cấu

trúc đối xứng trong đó mỗi thí nghiệm được tạo bởi ba yếu tố, mỗi yếu tố khảo sát được mã hóa trong hệ tọa độ không thứ nguyên có ba mức: Tọa độ của phương án bằng 0, các yếu tố mã hóa nhận hai giá trị -1 và +1 tương ứng với mức dưới và mức trên. Các giá trị được mã hóa với X_i là yếu tố được mã hóa ảnh hưởng đến bề mặt đáp ứng Y. Giá trị mã hóa của các biến độc lập cho thiết kế Box-Behnken được thể hiện trong Bảng 1 với:

X_1 : vận tốc cánh cạo lông (120-160 vg/ph).

X_2 : góc nghiêng thanh đỡ phụ (100-120 độ).

X_3 : thời gian cạo lông (40-60 giây).

Y: phần trăm lông còn sót

Ma trận thí nghiệm được lập theo phương án bậc II Box – Behnken và ngẫu nhiên hoá trật tự bằng chương trình Statgraphic vers 7.0. Tổng số thí nghiệm tối thiểu của phương pháp này được tính theo công thức: $N = 2^k + 2k + n_0 = 15$.

Phương trình hồi quy thực nghiệm mô tả sự phụ thuộc của chỉ tiêu theo dõi vào các yếu tố thí nghiệm là một đa thức bậc hai có dạng:

$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_{12}X_1X_2 + a_{13}X_1X_3 + a_{23}X_2X_3 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{33}X_3^2$ với:

a_0 : Hệ số hồi quy bậc 0

a_1, a_2, a_3 : Hệ số hồi quy bậc 1 mô tả ảnh hưởng của yếu tố X_i đối với Y

a_{11}, a_{22}, a_{33} : Hệ số hồi quy bậc 2 mô tả ảnh hưởng của yếu tố X_i^2 đối với Y

a_{12}, a_{23}, a_{13} : Hệ số hồi quy tương tác mô tả ảnh hưởng đồng thời hai yếu tố X_1 với X_2 , X_1 với X_3 , X_2 với X_3 đối với Y.

Phương pháp xử lý số liệu thực nghiệm:

+ **Xử lý thống kê:** Sử dụng phần mềm Statgraphics Version 7.0 để tiến hành phân tích phương sai, xử lý số liệu xây dựng mô hình thống kê theo các bước: (1) Xác định giá trị các hệ số hồi quy đầy đủ; (2) Phân tích phương sai để loại bỏ các hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$; (3) Xác định các giá trị hồi quy theo hàm toán mới sau khi đã loại bỏ các hệ số hồi quy không đủ độ tin cậy; (4) Phân tích phương sai trên hàm toán mới. Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy mới. Nếu không đảm bảo tin cậy, thì cải tiến mô hình; (5) Kiểm tra độ tương thích của mô hình theo mức ý nghĩa p. Mô hình phù hợp nếu $p > 0,05$. Sau khi xây dựng được mô hình hồi quy thực

nghiệm, tiếp tục dùng phần mềm Statgraphics Version 7.0 để vẽ đồ thị các hàm mục tiêu theo từng cặp thông số đầu vào làm cơ sở cho tìm cực trị trong miền thực nghiệm.

+ **Tính toán tối ưu hóa:** Từ phát biểu của bài toán tối ưu: hàm mục tiêu % lông còn sót $Q=f(\alpha, n, t)$ tiến đến min, trong đó: n - vận tốc cánh cạo lông (vg/ph); α - góc nghiêng thanh đỡ phụ (độ); t - thời gian cạo lông (giây). Sử dụng phần mềm

Matlab trong việc giải các bài toán tối ưu có hàm toán được lập bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm [4].

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Lập mô hình thống kê thực nghiệm bậc II

Dựa theo thực tế sản xuất và thí nghiệm thăm dò, miền thí nghiệm cho phương án bậc II Box – Behnken được thành lập như ở Bảng 1.

Bảng 1: Miền thực nghiệm theo phương án thực nghiệm bậc II Box – Behnken

Yếu tố Mức	n (vg/ph)	α (độ)	t (giây)
Mức trên +1	160	120	60
Mức cơ sở 0	140	110	50
Mức dưới -1	120	100	40
Khoảng biến thiên	20	10	10

Ma trận thí nghiệm được lập theo phương án số thí nghiệm được lập là 15, trong đó có ba thí nghiệm ở tâm. Kết quả ma trận thí nghiệm được lập và được trình bày như ở Bảng 2.

Bảng 2: Ma trận thí nghiệm và kết quả thực nghiệm ở dạng thực

STT	Thí nghiệm mã hóa	Giá trị thực tế			Chỉ tiêu theo dõi
		n	α	t	Q
1	-0-	120	110	40	8,0
2	++0	160	120	50	3,5
3	+ -0	160	100	50	5,7
4	0 -+	140	100	60	5,8
5	+0+	160	110	60	4,2
6	0++	140	120	60	4,5
7	-0+	120	110	60	6,8
8	0+-	140	120	40	6,9
9	--0	120	100	50	7,3
10	+0-	160	110	40	5,3
11	000	140	110	50	5,2
12	000	140	110	50	5,2
13	0--	140	100	40	8,3
14	-+0	120	120	50	7,0
15	000	140	110	50	4,9

n : số vòng quay của máy (vg/phút); α : góc nghiêng thanh đỡ phụ (độ);
 t : thời gian cạo lông (giây); Q : phẩm trăm lông sót (%).

3.2. Kết quả thực nghiệm theo phương án bậc II

Thực nghiệm theo ma trận thí nghiệm đã lập.

Dựa vào kết quả thực nghiệm tiến hành phân tích phương sai lần 1 với mô hình ở dạng đa thức bậc II đầy đủ cho kết quả như Hình 3.

ANOVA for Y - 3 factor study					
Effect (hệ số ảnh hưởng)	Sum of Squares (tổng bình phương)	DF (bậc tự do)	Mean Sq. (phương sai)	F-Ratio (F tính)	P-value (giá trị p)
A:X1	13.520000	1	13.520000	449.17	.0022
B:X2	3.315313	1	3.315313	110.14	.0090
C:X3	6.319012	1	6.319012	209.93	.0047
AB	.921600	1	.921600	30.62	.0311
AC	.002500	1	.002500	.08	.8030
BC	.005625	1	.005625	.19	.7118
AA	.201744	1	.201744	6.70	.1224
BB	1.081667	1	1.081667	35.94	.0267
CC	2.028744	1	2.028744	67.40	.0145
Lack-of-fit	.804625	3	.268208	8.91	.1026
Pure error	.060200	2	.030100		
Total (corr.)	27.9239733	14			
R-squared = 0.969029 (hệ số tương quan)			R-squared (adj. for d.f.) = 0.913282		

Hình 3: Kết quả phân tích ANOVA của phương án bậc II

Từ kết quả phân tích phương sai cho thấy các hệ số hồi quy b_{13} (hệ số của $X_1 \cdot X_3$), b_{23} (hệ số của $X_2 \cdot X_3$), b_{11} (hệ số của X_1^2) không đảm bảo độ tin cậy và bị loại bỏ vì sự ảnh hưởng chỉ mang tính ngẫu nhiên.

Sau khi loại bỏ các hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình và tiến hành phân tích phương sai lần hai ta có các hệ số hồi quy như Hình 4.

ANOVA for Y - 3 factor study					
Effect (hệ số ảnh hưởng)	Sum of Squares (tổng bình phương)	DF (bậc tự do)	Mean Sq. (phương sai)	F-Ratio (F tính)	P-value (giá trị p)
A:X1	13.520000	1	13.520000	449.17	.0022
B:X2	3.315313	1	3.315313	110.14	.0090
C:X3	6.319012	1	6.319012	209.93	.0047
AB	.921600	1	.921600	30.62	.0311
BB	1.017011	1	1.017011	33.79	.0283
CC	1.943011	1	1.943011	64.55	.0151
Lack-of-fit	1.014494	6	.169082	5.62	.1588
Pure error	.060200	2	.030100		
Total (corr.)	27.9239733	14			
R-squared = 0.961514			R-squared (adj. for d.f.) = 0.932649		

Hình 4: Kết quả phân tích ANOVA của phương án bậc II sau khi loại bỏ số liệu thô

Từ kết quả phân tích phương sai lần hai cho thấy tất cả các hệ số hồi quy đều đảm bảo độ tin

cậy ($p = 0,1588 > 0,05$) và hệ số hồi quy được thể hiện trên Hình 5.

Regression coeffs. for Y - 3 factor study

```

-----
constant =    5,23385
A:X1       =   -1,3
B:X2       =  -0,64375
C:X3       =  -0,88875
AB         =   -0,48
BB         =   0,523269
CC         =   0,723269
-----

```

Hình 5: Hệ số hồi quy

Hàm phần trăm lông còn sót Y ở dạng mã hoá có dạng:

$$Y = 5,23385 - 1,3 \cdot X_1 - 0,64375 \cdot X_2 - 0,88875 \cdot X_3 - 0,48 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,523269 \cdot X_2^2 + 0,723269 \cdot X_3^2$$

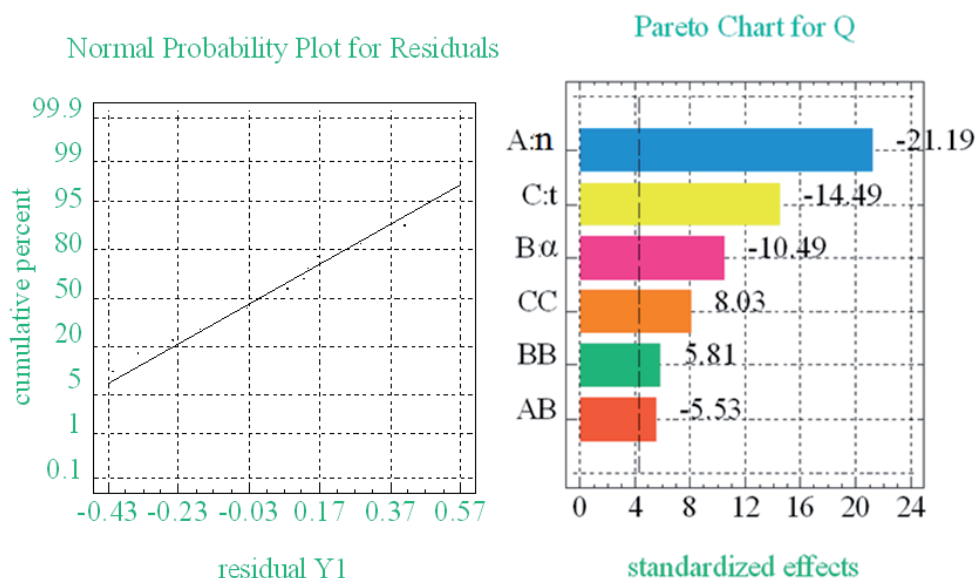
Hàm phần trăm lông còn sót Q ở dạng thực:

$$Q = 66,316 + 0,199 \cdot n - 0,8315 \cdot \alpha - 0,8121 \cdot t - 2,4E-3 \cdot v \cdot \alpha + 5,2326E-3 \cdot \alpha^2 + 7,2326E-3 \cdot t^2$$

Phân tích kết quả thực nghiệm

Dựa vào hàm Y ở dạng mã hoá ta có nhận xét như sau:

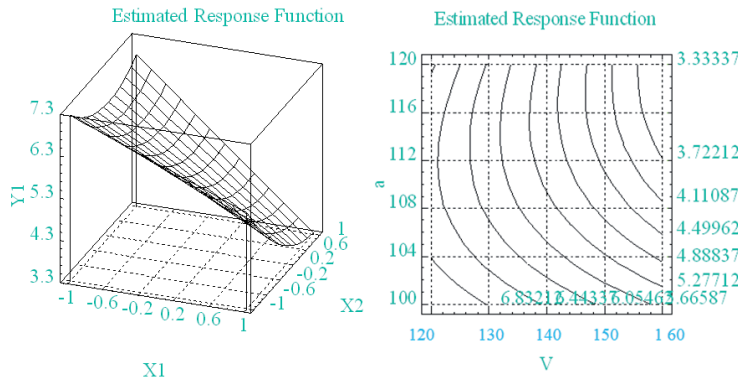
Với sự có mặt đầy đủ của các số hạng hồi quy bậc II, chứng tỏ các yếu tố nghiên cứu đều có tác động phi tuyến đến phần trăm lông còn sót. Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy ở cả dạng thực lẫn dạng mã hoá đến phần trăm lông còn sót được trình bày như Hình 6.



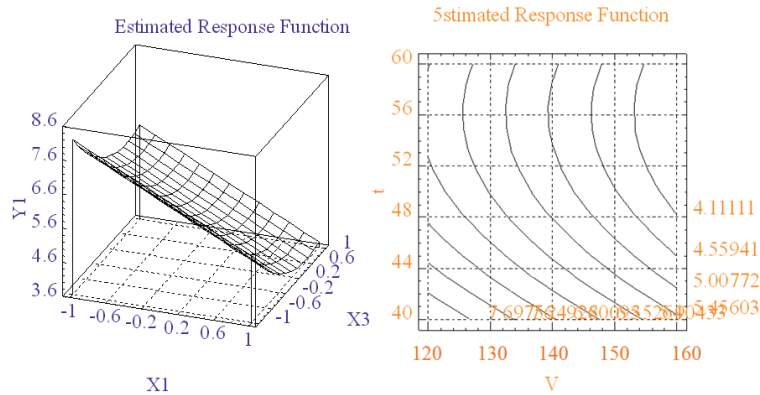
Hình 6: Ảnh hưởng của các hệ số hồi quy đến phần trăm lông còn sót

Hình 6 cho thấy ảnh hưởng của số vòng quay cánh cạo lông đến chất lượng sản phẩm là lớn nhất, tiếp theo là thời gian cạo và cuối cùng góc nghiêng của thanh đỡ phụ. Dựa vào Y ở dạng mã hoá và Q ở dạng thực ta có đồ thị biểu diễn theo

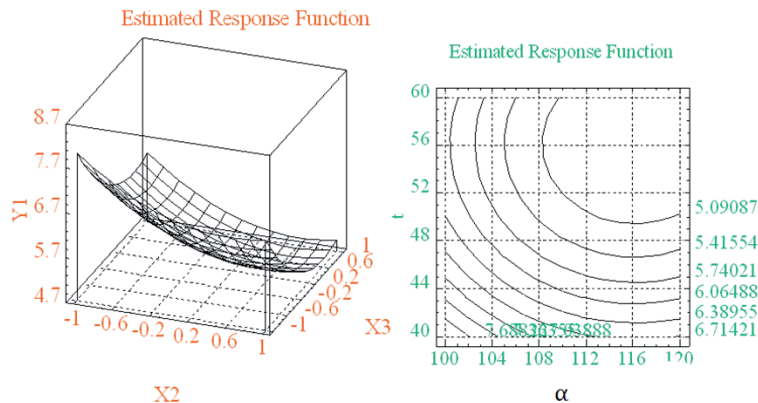
hai cặp yếu tố ảnh hưởng đến phần trăm lông còn sót, yếu tố còn lại được giữ ở mức cơ sở. Hình 6 có ba đồ thị ở dạng thực gồm: Q-n-α; Q-n-t; Q-α-t ngoài ra còn ba đồ thị dạng mã $Y_1-X_1-X_2$; $Y_1-X_1-X_3$; $Y_1-X_2-X_3$ đã được trình bày.



a) Quan hệ giữa Q, n, α



b) Quan hệ giữa Q, n, t



c) Quan hệ giữa Q, α , t

Hình 7 (7a, 7b, 7c): Đồ thị quan hệ giữa Q và n, α , t

Qua các đồ thị ở các Hình 7a, 7b, và 7c cho thấy số vòng quay cánh cạo lông từ 150÷160vòng/phút, góc nghiêng từ 110÷120 độ và thời gian cạo lông 50÷60 giây thì phần trăm lông sót trên da heo sau khi cạo lông là ít nhất.

3.3. Kết quả tính toán tối ưu

3.3.1. Thông số tối ưu và chỉ tiêu tối ưu

- Chỉ tiêu tối ưu về phần trăm lông còn sót được hiểu như sau: lượng lông còn sót lại trên da heo sau khi cạo lông là ít nhất trong quá trình thực nghiệm và sản xuất.

- Thông số tối ưu là các giá trị đảm bảo trị số chỉ tiêu tối ưu.

- Bài toán tối ưu được giải bằng phần mềm Matlab 2007a.

3.3.2. Phát biểu bài toán tối ưu

Hàm mục tiêu:

% lông còn sót $\longrightarrow$ min

$\Leftrightarrow Q = f(n, \alpha, t) \longrightarrow$ min

$$\Leftrightarrow Q = 66,316 + 0,199*n - 0,8315*\alpha - 0,8121*t - 2,4E-3*v*\alpha + 5,2326E-3*\alpha^2 + 7,2326E-3*t^2 \xrightarrow{\text{min}}$$

Trong đó :

n - vận tốc cánh cạo lông (vg/ph) ;

α - Góc nghiêng thanh đỡ phụ (độ) ;

t - thời gian cạo lông (giây).

Điều kiện biên :

$$\begin{cases} 140 \leq n \leq 160 \\ 100 \leq \alpha \leq 120 \\ 40 \leq t \leq 60 \end{cases}$$

3.3.3. Giá trị tối ưu

Dựa vào phần mềm Matlab [4] ta giải và tìm được giá trị tối ưu $Q = 3,85\%$ tại $n = 160$ vòng/phút, với đường kính cánh cạo $D1 = 0,44$ m vận tốc dài $v = 3,7$ m/s, góc nghiêng thanh đỡ ở phụ $\alpha = 120$ độ và thời gian cạo lông $t = 56,4$ giây.

4. Kết luận

Trên cơ sở các máy đã thiết kế, chế tạo - máy cạo lông heo kiểu một trục nằm ngang có thanh đỡ phụ có thể điều chỉnh được. Đã xây dựng được mô hình thống kê thực nghiệm mô tả ảnh hưởng của số vòng quay cánh cạo lông,

góc nghiêng thanh đỡ phụ và thời gian cạo lông tới phần trăm lông còn sót, với phương trình hồi quy:

$$Q = 66,316 + 0,199*n - 0,8315*\alpha - 0,8121*t - 2,4E-3*v*\alpha + 5,2326E-3*\alpha^2 + 7,2326E-3*t^2$$

Qua đây, xác định được chỉ tiêu tối ưu là phần trăm lông còn sót nhỏ nhất $Q = 3,85\%$ ứng với các giá trị của yếu tố đầu vào là vận tốc cánh cạo lông $v = 3,7$ m/s (tại $n = 160$ vg/ph), góc nghiêng thanh đỡ ở phụ $\alpha = 120$ độ và thời gian cạo lông $t = 56,14$ giây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Cảnh, 2004. *Quy hoạch thực nghiệm*. NXB Đại học quốc gia TP.HCM.
- [2] Vũ Chí Cương, Đinh Văn Tuyền, Nguyễn Thị Kim Anh, Nguyễn Ngọc Huân, 2006. *Chế biến các phụ phẩm giết mổ*. NXB Tổng hợp TP.HCM.
- [3] Nguyễn Văn Hùng, 1999. *Giáo trình Thiết kế máy*. Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.
- [4] Nguyễn Văn Hùng, 2008. *Giáo trình phương pháp số và Matlab ứng dụng*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [5] Kôskin N.I., Sirkêvich M.G., 1987. *Sổ tay vật lý cơ sở*, Trần Liệu, Huy Hiền dịch, NXB Công nhân kỹ thuật Hà Nội.
- [6] Bùi Văn Miên và cộng sự, 2004. *Nghiên cứu các biện pháp sản xuất và chế biến thịt heo gà sạch cho thị trường thành phố Hồ Chí Minh*. Kết quả đề tài cấp thành phố, TP.HCM.

- [7] Bùi Văn Miên và cộng sự, 2006a. *Nghiên cứu mô hình dây chuyền giết mổ heo quy mô nhỏ*. Đề tài cấp Bộ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Hà Nội.
- [8] Bùi Văn Miên và cộng sự, 2006b. *Hoàn thiện công nghệ và thiết bị cho dây chuyền giết mổ heo quy mô nhỏ*. Báo cáo kết quả dự án sản xuất thử nghiệm cấp Bộ. B2006-12-01.
- [9] US PATENT 2.517.880: *Animal carcass dehairing machine*, Ittel H. A., 1950.
- [10] Nguyễn Thiện và Đoàn Xuân Trúc, 2006. *Tổ chức sản xuất, giết mổ chế biến và xuất khẩu thịt lợn ở Việt Nam*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [11] Đặng Thành Trung và Võ Thái Bình, 2006. *Nghiên cứu, thiết kế và khảo nghiệm hệ thống giết mổ heo*. Luận văn tốt nghiệp Đại học, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.
- [12] Jining Xinglong food machinery manufacturing Co., Ltd, Máy cạo lông heo. <http://hungleong.asia/San-pham/30904/68500/May-cau-long-heo.html>, ngày truy cập 25/02/2016.
- [13] Abattoir Equipment Supplies, Combined Scalding and Pig Dehairing Machines, <http://www.abattoirequipmentsupplies.com/pig-combined-scald-dehairer>, ngày truy cập 25/02/2016.
- [14] MPS - Meat processing systems Group, Hercules Dehairing machine. <http://www.mps-group.nl/en/mps-red-meat-slaughtering/pig-slaughter-lines/scalding-dehairing-and-washing/hercules-dehairing-machine/>, ngày truy cập 25/02/2016.