

# NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ TỐI ƯU CỦA MÁY TRỘN CỎ MỘT TRỤC VÍT CÔN ĐỨNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUI HOẠCH THỰC NGHIỆM

Lương Thị Minh Châu

*Khoa Cơ Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

*Email\*: chauhn78@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 08.03.2016

Ngày chấp nhận: 05.05.2016

## TÓM TẮT

Mục tiêu của bài báo là nghiên cứu các thông số tối ưu của máy trộn cỏ một trục vít côn đứng bằng phương pháp qui hoạch thực nghiệm. Với mục tiêu này, nội dung chủ yếu được đi sâu vào việc xác định các thông số kỹ thuật của máy trộn cỏ dùng để trộn thức ăn thô và thức ăn tinh nhằm sản xuất thức ăn chăn nuôi cho đại gia súc thường nhật hay để bảo quản dài ngày bằng phương pháp lên men kỵ khí. Xác định các thông số ảnh hưởng bằng lý thuyết và thực nghiệm đơn yếu tố đến các chỉ tiêu kinh tế và chỉ tiêu kỹ thuật. Bố trí thí nghiệm xác định mức ảnh hưởng của các yếu tố và xây dựng các phương trình hồi qui đối với hàm độ trộn đều và mức chi phí điện năng riêng trong quá trình trộn. Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số đến các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật bằng phương pháp qui hoạch thực nghiệm cực trị. Từ đó xác định chế độ làm việc tối ưu của máy trộn cỏ một trục vít côn đứng.

Từ khóa: Tối ưu hóa, máy trộn một trục vít côn.

## Research on Optimum Parameters of The Vertical Cone-Shaped Screw Mixer by The Experimental Planing Method

### ABSTRACT

The aim of the paper is to research the optimal parameters of a vertical cone-shaped screw mixer with grass in experiment planning method. With this objective, the main contents are going into determining the specifications of grass vertical cone-shaped screw mixer used to mix roughage and concentrate to produce animal feed for cattle daily or to long-time preservation of anaerobic fermentation methods. Determining the parameters influence by theory and an element experimental to economic indicators and technical indicators. Laboratory layout determines the influence of these factors and building the regression equations for mixing uniformity equation and specific energy consumption equation during mixing. Researching the effect of various parameters on economic - techniques indicators by experimental planning methodology extremes. Thereby, determining regime works the optimum of the grass vertical cone-shaped screw mixer.

Keywords: Optimum parameters, vertical-shaped screw mixer.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều quốc gia trên thế giới có ngành chăn nuôi gia súc phát triển mạnh cho thấy ngoài giống nuôi tốt, điều chính yếu là thức ăn thô, thô - tinh được sản xuất mang tính công nghiệp, có chất lượng cao, không phụ thuộc nhiều vào thời tiết khí hậu. Các công trình khoa học trong và ngoài nước đã chứng minh, vai trò của việc cung cấp thức ăn chăn nuôi có tính chất quyết

định đến số lượng và chất lượng sản phẩm. Đa số thức ăn chăn nuôi đòi hỏi phải chế biến nhất là đối với thức ăn tổng hợp trừ một phần nhỏ thức ăn có thể cho súc vật ăn tươi nguyên. Trong mùa khô đối với các tỉnh phía nam và mùa rét đối với các tỉnh phía bắc, nếu không có nguồn thức ăn thô dự trữ hay đồng cỏ tươi thì không cho phép chăn nuôi tập trung theo kiểu sản xuất hàng hóa được. Vì vậy, chế biến và bảo quản thức ăn thô dạng công nghiệp là mang

tính cấp bách và cần thiết trong giai đoạn hiện nay. Một trong công đoạn chế biến thức ăn thô cho đại gia súc, đặc biệt là nguồn thức ăn cho chăn nuôi bò sữa là trộn thức ăn thô hoặc thô tinh. Các máy trộn cỏ hiện nay chưa có công trình công bố các thông số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cụ thể nên chưa thể nói các máy này hoạt động tốt mà cần phải có công trình nghiên cứu xác định máy hoạt động cho năng suất cao, đảm bảo độ đồng đều khi trộn mà mức tiêu thụ năng lượng riêng nhỏ. Do đó, nghiên cứu một số thông số tối ưu của máy trộn cỏ một trục vít côn đứng đã được tính toán, thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm tại trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM là nhu cầu cần thiết và cấp bách hiện nay nhằm tăng năng suất và chất lượng sản phẩm.

Thông số cấu tạo máy như sau: Các thông số hình học bao gồm: đường kính của thùng trộn  $D = 1800$  mm, chiều cao thùng trộn  $L = 1200$  mm, đường kính vít trộn  $d = 700$  mm, bước vít  $S = 420$  mm, bề rộng cánh vít  $b = 250$  mm, góc nghiêng của phần hình côn  $\alpha = 65$  độ. Các thông số động học bao gồm: tốc độ quay của trục vít  $n = 284$  vòng/phút, thời gian trộn một mẻ  $t = 1,6$  phút

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nghiên cứu lý thuyết

Sử dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và kế thừa các thành tựu nghiên cứu trước nhằm rút ngắn thời gian và chi phí vật chất.

Sử dụng phương pháp mô hình hóa thống kê dùng để nghiên cứu mẫu máy khi những thông tin về máy còn chưa đầy đủ. Áp dụng mô hình thống kê của Phạm Văn Lang và Nguyễn Minh Tuyển tổng kết và biên soạn với cấu trúc của hệ nghiên cứu là một phần tử hộp đen, hàm toán học mô tả được triển khai từ dãy Taylor. Tính thích ứng của mô hình được kiểm tra theo tiêu chuẩn xác xuất thống kê.

Phương pháp giải thích toán học được sử dụng để giải quyết các bài toán giải tích trong quá trình nghiên cứu theo phương pháp mô hình hóa cũng như giải các bài toán tối ưu theo phương pháp giải tích.

### 2.2. Nghiên cứu thực nghiệm

- Phương pháp đo đạc thực nghiệm

Vật liệu gia công: đối tượng gia công là các loại cỏ, các loại phụ phẩm của trồng trọt và chế biến, các phụ phẩm từ nhà máy bia rượu và sản xuất nông sản.

Trang thiết bị, dụng cụ đo: Cân đồng hồ các loại, panme, thước kẹp, thước mét, dụng cụ đo công suất, hiệu điện thế, cường độ dòng điện của Đức, dụng cụ đo số vòng quay của Đức, đồng hồ đeo tay, đồng hồ bấm dây.

Phương pháp đo: Số liệu đo đạc trực tiếp gồm tốc độ quay của trục máy, thời gian thí nghiệm một mẻ, khối lượng vật liệu gia công, công suất điện tiêu thụ. Các số liệu còn lại đều được xác định bằng công thức tính toán sau khi đã đo đạc trực tiếp các số liệu thành phần.

- Phương pháp bố trí thí nghiệm thăm dò: các thí nghiệm thăm dò dạng đơn yếu tố, ngẫu nhiên hoàn toàn (Phan Hiếu Hiền 2001).

- Phương pháp qui hoạch thực nghiệm: đây là phương pháp nhằm tiến hành thí nghiệm một cách chủ động để có thể tối thiểu hóa số thí nghiệm cần thiết mà vẫn đảm bảo mức độ tin cậy để nhận được mô hình toán học phù hợp. Đây là phương pháp mà nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước đã ứng dụng, đạt nhiều kết quả như mong muốn.

- Phương pháp xác định độ trộn đều của hỗn hợp bằng cách lấy mẫu thí nghiệm đem đến trung tâm phân tích thí nghiệm kiểm tra

Trình tự thực hiện qui hoạch thực nghiệm theo các bước: Chọn thông số nghiên cứu, lập kế hoạch thực nghiệm (bậc nhất, bậc hai), tiến hành thực nghiệm tiếp nhận thông tin, xây dựng và kiểm tra qui hoạch thực nghiệm

### 2.3. Phương pháp tối ưu hóa - tối ưu hóa đa mục tiêu

Khi trộn đều các loại nguyên liệu đầu vào để tạo thành hỗn hợp đồng nhất thì khi đó mong muốn lớn nhất của chúng ta đó là phải làm như nào để hỗn hợp sau khi đem trộn có mức độ trộn hay còn gọi là độ trộn đều đạt mức tối đa. Để cho quá trình trộn đạt mức thấp nhất về chi phí

sản xuất thì chúng ta phải làm sao cho mức chi phí điện năng riêng của quá trình trộn đạt mức nhỏ nhất. Do đó, chúng ta thấy thực chất của bài toán tối ưu hóa chỉ là bài toán tối thiểu hóa và tối đa hóa mà thôi.

- Bài toán tối ưu hóa một mục tiêu được xây dựng để thỏa mãn chỉ một mục tiêu đặt ra thôi. Nhưng trong thực tế, không phải khi ta đạt được mục tiêu đã đề ra là đã đạt được điều mà chúng ta mong muốn. Vì có thể đối với mục tiêu cần đề ra đó đã hoàn hảo nhưng một số chỉ tiêu mà chưa được đặt ra lại mất quá nhiều chi phí. Do đó, nhu cầu cần thiết là phải lập được bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu.

- Tối ưu hóa đa mục tiêu là xây dựng bài toán có từ hai mục tiêu trở lên. Trong phạm vi có giới hạn, chúng tôi chỉ xây dựng bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu mà cụ thể là hai mục tiêu với hai hàm đặc trưng của quá trình. Đó là hàm về độ trộn đều của hỗn hợp và hàm về mức tiêu thụ điện năng riêng trong quá trình trộn ấy. Giải bài toán tối ưu hai mục tiêu này cho phép tiết kiệm thời gian để tìm được nghiệm tối ưu của hàm số đồng thời kết quả của bài toán tối ưu hóa hai mục tiêu chính xác và hợp lý hơn là giải bài toán từng mục tiêu riêng rẽ (Nguyễn Cảnh 1993 và Nguyễn Ngọc Kiểng 2000)

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Bài toán hộp đen

Các thông số đầu vào là hệ số nạp đầy (ở dạng mã hóa ký hiệu là  $x_1$ , ở dạng thực ký hiệu là a), thời gian trộn (ở dạng mã hóa ký hiệu là  $x_2$ , ở dạng thực ký hiệu là t), số vòng quay của

trục vít (ở dạng mã hóa ký hiệu là  $x_3$ , ở dạng thực ký hiệu là n)

Các thông số đầu ra là độ trộn đều (ở dạng mã hóa ký hiệu là  $y_1$ , ở dạng thực ký hiệu là k), chi phí năng lượng riêng để trộn (ở dạng mã hóa ký hiệu là  $y_2$ , ở dạng thực ký hiệu là Ar).

#### 3.2. Thực nghiệm đơn yếu tố

Lần lượt tiến hành thực nghiệm đơn yếu tố với từng thông số, các thông số còn lại được định ở giá trị cố định là mức cơ sở, mỗi mức biến thiên của thông số được lặp lại ba lần. Miền qui hoạch được giới hạn là:

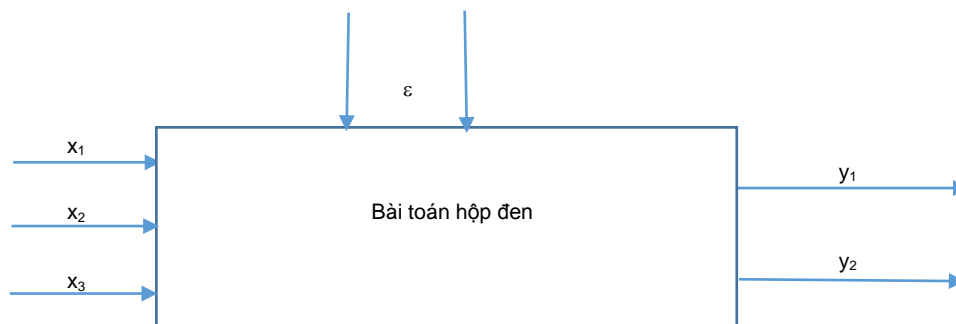
Hệ số nạp đầy:  $a = 0,4 \div 0,8$  (tức  $40 \div 80\%$ )

Thời gian trộn:  $t = 2 \div 18$  (phút)

Số vòng quay của trục vít:  $n = 100 \div 300$  (vòng/phút)

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số nạp đầy: kết quả khảo nghiệm và phân tích phương sai cho thấy hệ số nạp đầy thực sự ảnh hưởng đến độ trộn đều của hỗn hợp và mức tiêu thụ điện năng riêng. Kết quả này cũng cho phép xác định được khoảng làm việc tốt nhất để thực hiện cho thực nghiệm bậc 1 là a từ  $0,5 \div 0,7$ .

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian trộn: kết quả khảo nghiệm và phân tích cũng cho thấy sự phụ thuộc của thời gian trộn đến độ trộn đều là thực sự ảnh hưởng. Và ảnh hưởng của thời gian trộn đến mức tiêu thụ điện năng riêng là có ý nghĩa. Khoảng vùng cho thực nghiệm bậc 1 trong giới hạn t từ  $4 \div 16$  phút. Do khoảng thời gian này sẽ dịch không lớn so với thời gian trộn ở máy trộn trục vít nên khoảng thời gian giới hạn cho thí nghiệm bậc 1 được chọn từ  $5 \div 15$  phút.



- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của số vòng quay của trục vít: kết quả khảo nghiệm và phân tích cũng cho thấy sự phụ thuộc của số vòng quay đến độ trộn đều là thực sự ảnh hưởng. Và ảnh hưởng của số vòng quay đến mức tiêu thụ điện năng riêng là có ý nghĩa. Khoanh vùng cho thực nghiệm bậc 1 trong giới hạn từ 150 ÷ 250 vòng/phút

### 3.3. Thực nghiệm theo phương án bậc nhất

Thực nghiệm theo ma trận đã lập với khoảng biến thiên của hệ số nạp đầy là 0,1, thời gian trộn là 5 (phút), số vòng quay của trục vít là 50 (vòng/phút).

Hàm độ trộn đều:

$$\text{ở dạng mã hóa: } y_1 = 82,3 - 1,0213.x_1 + 1,8563.x_2 + 1,1538.x_3 + 0,9413.x_1.x_3$$

$$\text{ở dạng thực: } k = 102,69 - 0,4786.a + 0,3713.t - 0,0899.n + 1,8825E-3.a.n$$

Hàm mức tiêu thụ điện năng riêng để trộn:

$$\text{ở dạng mã hóa: } y_2 = 20,2321 - 2,19.x_1 + 5,7275.x_2 + 0,74.x_3 - 2,1975.x_1.x_2$$

$$\text{ở dạng thực: } Ar = - 7,4129 + 0,2205.a + 3,7825.t + 0,0148.n - 0,044.a.t$$

Tuy nhiên các kết quả xử lý số liệu lại cho thấy mô hình bậc nhất không đảm bảo nên phải cải tiến mô hình và mở rộng vùng nghiên cứu ra các điểm sao.

### 3.4. Thực nghiệm bậc II của Box và Hunter

Các hàm số mô tả quá trình nghiên cứu đối với hàm độ trộn đều như sau:

$$\text{ở dạng mã hóa: } y_1 = 81,4412 - 1,0125.x_1 + 1,9170.x_2 + 1,1529.x_3 + 0,9413.x_1.x_3 + 0,6476.x_1^2 + 0,8017.x_2^2$$

$$\text{ở dạng thực: } k = 1,378010 - 1,2548.a + 0,3834.t - 0,2182.n + 1,8825E-3.a.n + 6,4758E-3.a^2 + 3,2068E-4.n^2$$

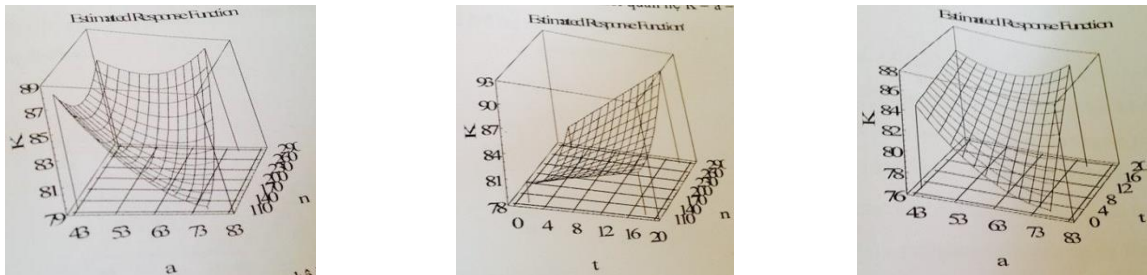
Các hàm số mô tả quá trình nghiên cứu đối với hàm mức tiêu thụ điện năng riêng như sau:

$$\text{ở dạng mã hóa: } y_2 = 18,5048 - 2,3146.x_1 + 5,7787.x_2 + 0,6764.x_3 - 2,1975.x_1.x_2 + 2,7581.x_1^2$$

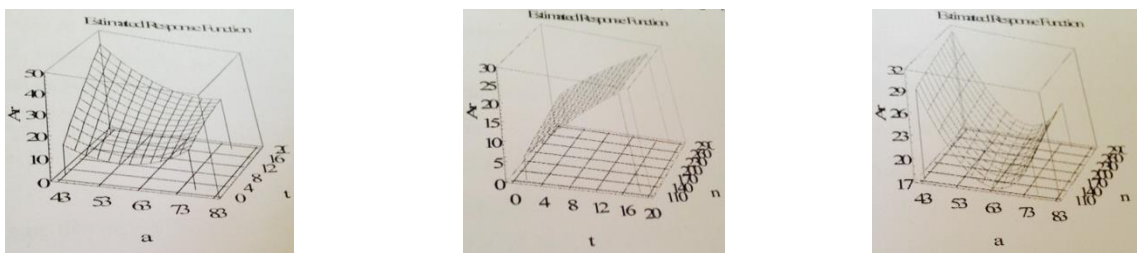
$$\text{ở dạng thực: } Ar = 91,0499 - 3,1017.a + 3,7927.t + 0,0135.n - 0,044.a.t + 0,0276.a^2$$

Các kết quả cho thấy cả hai hàm này có độ tương quan cao và tính thích ứng của mô hình phù hợp nên không nâng bậc thực nghiệm lên nữa.

Đồ thị các hàm được biểu diễn như sau:



Hình 1. Đồ thị hàm độ trộn đều



Hình 2. Đồ thị hàm chi phí năng lượng riêng

**3.5. Phát biểu bài toán tối ưu**

Bài toán 1:

Hàm mục tiêu:

$$y_1 = k = 81,4412 - 1,0125.x_1 + 1,9170.x_2 + 1,1529.x_3 + 0,9413.x_1.x_3 + 0,6476.x_1^2 + 0,8017.x_2^2$$

max

hàm điều kiện:

- $1,682 \leq x_1 \leq 1,682$
- $1,682 \leq x_2 \leq 1,682$
- $1,682 \leq x_3 \leq 1,682$

Bài toán 2:

Hàm mục tiêu:

$$y_2 = Ar = 18,5048 - 2,3146.x_1 + 5,7787.x_2 + 0,6764.x_3 - 2,1975.x_1.x_2 + 2,7581.x_1^2$$

min

hàm điều kiện:  $- 1,682 \leq x_1 \leq 1,682$

- $1,682 \leq x_2 \leq 1,682$
- $1,682 \leq x_3 \leq 1,682$

Bài toán 3:

Hàm mục tiêu:

$$y_1 = k = 81,4412 - 1,0125.x_1 + 1,9170.x_2 + 1,1529.x_3 + 0,9413.x_1.x_3 + 0,6476.x_1^2 + 0,8017.x_2^2$$

max

$$y_2 = Ar = 18,5048 - 2,3146.x_1 + 5,7787.x_2 + 0,6764.x_3 - 2,1975.x_1.x_2 + 2,7581.x_1^2$$

min

hàm điều kiện:

- $1,682 \leq x_1 \leq 1,682$
- $1,682 \leq x_2 \leq 1,682$
- $1,682 \leq x_3 \leq 1,682$

Hay hàm mục tiêu:

$$y_2 = Ar = 18,5048 - 2,3146.x_1 + 5,7787.x_2 + 0,6764.x_3 - 2,1975.x_1.x_2 + 2,7581.x_1^2$$

min

$$y_1 = k = 81,4412 - 1,0125.x_1 + 1,9170.x_2 + 1,1529.x_3 + 0,9413.x_1.x_3 + 0,6476.x_1^2 + 0,8017.x_2^2 \geq k_0$$

( $k_0$  là giá trị do yêu cầu kỹ thuật qui định)

Giải các bài toán này ta được:

- Kết quả tối ưu hóa một mục tiêu (xem bảng):
- Kết quả tối ưu hóa đa mục tiêu (xem bảng):

Các thông số tối ưu	Giá trị	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
		Hệ số nạp đầy	Thời gian trộn	Số vòng quay của trục vít
<b>Bài toán 1:</b>				
k <sub>max</sub> = 91,1726%	Mã	-1,68	+1,68	-1,68
Ar = 44,9507 kWh/t	Thực	0,432	18,4 ph	116 v/ph
<b>Bài toán 2:</b>				
Ar <sub>min</sub> = 7,4887 kWh/t	Mã	-0,2496	-1,68	-1,68
K = 79,2362%	Thực	0,596	1,6 ph	116 v/ph

Các thông số tối ưu	Giá trị	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
		Hệ số nạp đầy	Thời gian trộn	Số vòng quay của trục vít
$\alpha = 0,7$				
k <sub>max</sub> = 84,7317%	Mã	-1,68	-1,68	-1,68
Ar = 13,1311 kWh/t	Thực	0,432	1,6 ph	116 v/ph
$\alpha = 0,8$				
K = 82,4348%	Mã	0,0251	-1,68	1,68
Ar <sub>min</sub> = 9,9695 kWh/t	Thực	0,6025	1,6 ph	284 v/ph
$\alpha = 0,9$				
K = 82,3387%	Mã	-0,1801	-1,68	1,68
Ar <sub>min</sub> = 9,7747 kWh/t	Thực	0,5820	1,6 ph	284 v/ph

Ghi chú: Hệ số  $\alpha$  là trọng số trong phương pháp trọng số.

#### 4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp qui hoạch thực nghiệm cực trị đã xác định được độ trộn đều của hỗn hợp thức ăn chăn nuôi và mức tiêu thụ điện riêng là hàm bậc hai phụ thuộc vào hệ số nạp đầy, thời gian trộn và tốc độ quay của trục vít. Phương trình toán học dạng thực được biểu diễn như sau:

$$k = 137,8010 - 1,2548.a + 0,3834.t - 0,2182.n + 1,8825E-3.a.n + 6,4758E-3.a^2 + 3,2068E-4.n^2$$

$$Ar = 91,0499 - 3,1017.a + 3,7927.t + 0,0135.n - 0,0440.a.t + 0,0276.a^2$$

Mối tương quan được mô tả là chặt. Đồ thị biểu diễn từng cặp yếu tố nghiên cứu là mặt bậc hai dạng parabolit eliptic, parabol hypepolic, parabol có các đoạn thẳng song song tựa trên nó và dạng mặt phẳng.

Kết quả tính toán tối ưu cho thấy:

Độ trộn đều cao nhất khi  $\alpha = 0,9$  là  $y_{1max} = k_{max} = 82,34\%$ , độ trộn đều này đạt được khi hệ số nạp đầy  $a = 0,582$ , thời gian trộn  $t = 1,6$  phút, số vòng qua trục vít  $n = 284$  vòng/phút.

Mức chi phí điện năng riêng thấp nhất trong quá trình trộn hỗn hợp khi  $\alpha = 0,9$  là  $y_{2min} = Ar_{min} = 9,7747$  kWh/t. Mức chi phí này đạt được khi hệ số nạp đầy  $a = 0,582$ , thời gian trộn  $t = 1,6$  phút, số vòng qua trục vít  $n = 284$  vòng/phút.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Cảnh (1993). Qui hoạch thực nghiệm, Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh.
- Phan Hiếu Hiền (2001). Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu thực nghiệm, Nhà xuất bản Nông nghiệp thành phố Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Ngọc Kiêng (2000). Các phương pháp tối ưu hóa, Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.