

KHẢO SÁT THỰC NGHIỆM MÁY SÀNG PHÂN LOẠI VÀ LÀM SẠCH NGÔ NĂNG SUẤT SIÊU LỚN 40-50 TẤN/H

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE CORN CLEANER AND SCREENER WITH HIGH-CAPACITY 40 – 50 TON/H

PGS, TS. Nguyễn Đình Tùng

Viện Nghiên cứu Thiết kế Chế tạo Máy nông nghiệp

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nội dung khảo sát thực nghiệm máy sàng phân loại ngô năng suất siêu lớn dựa trên quá trình thực nghiệm tại cơ sở sản xuất và mô hình quy hoạch hóa thực nghiệm. Kết quả quy hoạch thực nghiệm đa yếu tố với 3 hàm mục tiêu là: Độ sạch sản phẩm lớn nhất, độ sót và độ vỡ sản phẩm nhỏ nhất, từ đó đã xác định được 5 thông số tối ưu đầu vào là năng suất $Q = 44,27$ tấn/h; độ ẩm là 28,5%; lưu lượng quạt 4724,44m³/h và số vòng quay là 7 vòng/phút; góc nghiêng là 80; kết quả này phù hợp với kết quả tính toán lý thuyết.

Từ khóa: Sàng trống phân loại ngô; Tối ưu hóa; Quy hoạch hóa thực nghiệm.

ABSTRACT

The paper present the content of experimental investigation of the corn cleaner and screener with high capacity based on the experiments at the production facilities and the experimental planning model. The multi-factor experimental plan which includes three objective function: the biggest cleaning products and the lowest remnant product and broken grains through a screen determines five input optimal parameters. They are the productivity $Q = 44.27$ ton/h; humidity is 28.5%; the air flow ratio fan 4724.44m³/h and the rotation speed is 7 rpm; angle of inclination is 80. These results are completely consistent with the theoretical calculation results.

Keywords: Drum/rotary screen for corn classification; optimization; experimental plan. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tại ở Việt Nam, ngô là loại cây trồng nông nghiệp có diện tích lớn thứ hai sau cây lúa. Theo thông tin của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Bộ), sản lượng ngô của Việt Nam trong những năm gần đây (năm 2015) đạt 5,28 triệu tấn, giảm 34.000 tấn so với dự báo, do diện tích gieo trồng hạn chế, năng suất thấp, do thời tiết bất lợi ở miền Bắc và giá ngô quốc tế thấp. Năm 2016, diện tích thu hoạch ước đạt 1,3 triệu héc-ta, giữ nguyên so với dự báo từ trước của Bộ. Đây là kết quả của chính sách chuyển đổi sang trồng ngô tại những vùng mà việc trồng lúa cho năng suất thấp. Tuy nhiên, do giá ngô trên thị trường quốc tế thấp, nên diện tích thu hoạch ngô trong năm 2017 của Việt Nam sẽ vẫn giữ nguyên ở mức khoảng 1,3 triệu héc-ta. Nhìn chung, sản lượng ngô tăng chủ yếu là nhờ năng suất trung bình cao hơn [1,2].

Ở Việt Nam hiện nay, vai trò của ngô vẫn được coi là nguồn nguyên liệu chính cho ngành Công nghiệp chế biến thức ăn chăn nuôi (chiếm khoảng 80% sản lượng ngô), một phần cho các ngành công nghiệp khác (thực phẩm/tiêu dùng, bia, dệt may và dược phẩm). Ngoài việc tiêu thụ trong nước, Việt Nam đã xuất khẩu một lượng ngô sang Trung Quốc thông qua đường biên mậu trong mùa vụ 2014, 2015, ước tính khoảng 500.000 tấn ngô. Sản lượng ngô Việt Nam xuất sang Trung Quốc thông qua đường biên mậu trong hai mùa vụ tiếp theo 2015, 2016 và 2016, 2017 sẽ vẫn giữ ở mức khoảng 500-600.000 tấn [1,2]. Tuy nhiên, khi xuất khẩu chất lượng sản phẩm buộc phải cạnh tranh trên thị trường quốc tế, sản phẩm khi xuất khẩu ngoài việc phải đảm bảo về độ khô còn cần đảm bảo về độ sạch, độ đồng đều hạt. Vì thế, ngô cần được làm sạch và phân loại trước khi đóng bao. Chính bởi vậy, việc nghiên

cứu khảo sát máy sàng phân loại/làm sạch ngô năng suất siêu lớn quy mô công nghiệp là cần thiết và có ý nghĩa.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Khảo sát thực nghiệm quá trình phân loại, làm sạch ngô trên máy phân loại, làm sạch năng suất siêu lớn quy mô công nghiệp tại cơ sở sản xuất để đánh giá tính năng kỹ thuật và chất lượng của thiết bị.

- Bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm lựa chọn được các thông số tối ưu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo đã sử dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm kết hợp với phương pháp quy hoạch hóa thực nghiệm, nhằm đảm bảo kết quả nghiên cứu đạt độ tin cậy.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả thực nghiệm tại cơ sở sản xuất

Quá trình thực nghiệm khảo sát máy sàng phân loại, làm sạch ngô năng suất siêu lớn trong dây chuyền chế biến ngô thương phẩm quy mô công nghiệp với các thông số cơ bản của thiết bị như trên bảng 1. Từ kết quả thực nghiệm này làm cơ sở đánh giá các thông số kỹ thuật, đồng thời kiểm chứng tính khả thi và giá trị các thông số thiết kế, xem xét đến chất lượng của thiết bị. Kết quả quá trình phân loại, làm sạch ngô khi thực nghiệm tại cơ sở sản xuất được trình bày tóm lược như trên bảng 2.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của thiết bị khảo nghiệm:

TT	Các thông số thiết bị cơ bản	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Năng suất đầu vào của thiết bị	Q	tấn/h	45
2	Đường kính sàng (đường kính ngoài)	D	mm	1200
3	Chiều dài khoảng đầu làm việc của lưới sàng	L	mm	3200
4	Số vòng quay	n	vòng/phút	7
5	Góc nghiêng đặt sàng	α	độ	8
6	Lưu lượng quạt gió	Qq	m ³ /h	5000

Khảo sát thực nghiệm đối với thiết bị có các thông số cơ bản như Bảng 1, nhằm mục tiêu xác định và đánh giá quá trình phân loại, làm sạch đạt được chất lượng sản phẩm tốt nhất như: Độ sạch đạt giá trị lớn nhất, độ sót và độ vỡ sản phẩm đạt giá trị nhỏ nhất, kết quả được trình bày tóm lược như trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm đánh giá chất lượng sản phẩm:

TT	Xác định độ sạch			Xác định độ sót			Xác định độ vỡ		
	Khối lượng mẫu thử (kg)	Khối lượng tạp chất (kg)	Độ sạch sản phẩm (%)	Khối lượng mẫu thử (kg)	Khối lượng tạp chất (kg)	Độ sót sản phẩm (%)	Khối lượng mẫu thử (kg)	Khối lượng tạp chất (kg)	Độ vỡ sản phẩm (%)
1	100	1,75	98,25	100	0,12	0,12	100	0,05	0,05
2	100	1,81	98,19	100	0,13	0,13	100	0,02	0,02
3	100	1,62	98,38	100	0,08	0,08	100	0,01	0,01
4	100	1,38	98,62	100	0,16	0,16	100	0,03	0,03
5	100	1,45	98,55	100	0,09	0,09	100	0,09	0,09
6	100	1,56	98,44	100	0,06	0,06	100	0,10	0,1
7	100	1,71	98,29	100	0,07	0,07	100	0,11	0,11
TB	100	1,61	98,39	100	0,10	0,1	100	0,059	0,059

Quá trình khảo nghiệm đã tiến hành đo đạc, đánh giá tính phù hợp của các thông số kỹ thuật, kết quả lựa chọn hình dạng và kích thước lưới sàng. Mục đích của việc phân loại, làm sạch ngô ngay sau khi tẽ (trước khi đưa vào sấy) để loại bỏ đi các tạp chất như các mảnh cùi vỡ, bẹ ngô, đầu ngô, nhất là mảy ngô, ...nhằm giảm thiểu chi phí năng lượng sấy, thời gian sấy và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Kết quả đánh giá ngoài năng suất máy

còn phải đánh giá về chất lượng của máy sàng phân loại, làm sạch đạt được đối với các thông số chính như độ sạch 98,39%; độ sót 0,1%; độ vỡ hạt 0,059%. Như vậy, đạt yêu cầu chất lượng của một máy phân loại làm sạch. Riêng độ vỡ hạt nguyên nhân chính là do hạt đã bị vỡ ngay sau khi tẽ ngô (bởi vì ở đây là tẽ ngô tươi) không phải do máy phân loại làm sạch làm vỡ. Ngoài quá trình thực nghiệm, để đánh giá tính tối ưu đối với các thông số khi phân loại, làm

sạch sản phẩm, trong nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm qui hoạch hóa thực nghiệm tìm thông số tối ưu cho quá trình phân loại để rút ngắn thời gian thí nghiệm (khảo nghiệm). Kết quả được trình bày ở mục 3.2.

3.2. Kết quả quy hoạch hóa thực nghiệm

3.2.1. Phương pháp qui hoạch thực nghiệm [3-5]

Xác định hàm tối ưu của 5 yếu tố ảnh hưởng như: Năng suất, độ ẩm hạt ngô, lưu lượng quạt gió, số vòng quay của sàng và góc nghiêng đặt sàng bằng cách sử dụng quy hoạch trực giao đối xứng, mỗi yếu tố tiến hành tại 3 mức (-1, 0, +1) như trong bảng 3. Qui hoạch thực nghiệm đưa ra bằng ma trận thực nghiệm gồm 30 thí nghiệm với 3 hàm mục tiêu là độ sạch sản phẩm, độ vỡ và độ sót sản phẩm.

3.2.2. Xử lý số liệu [3]

Xử lý số liệu thực nghiệm bằng phần mềm thống kê Design-Expert 7.0 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) để phân tích các hệ số hồi qui, bề mặt đáp ứng và tối ưu hóa với thuật

toán hàm mong đợi.

3.2.3. Chọn miền khảo sát [3-5]

Khi nghiên cứu điều kiện làm việc của máy sàng cho thấy, quá trình này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: i- Cơ lý hóa tính của ngô hạt, ii- Năng suất của thiết bị, iii- Đường kính của thiết bị, iv- Chiều dài của thiết bị, v- Số vòng quay của thiết bị, vi- Góc nghiêng của sàng, vii- Lưu lượng của quạt gió... Trong đó 5 yếu tố: i- Năng suất của thiết bị, ii- Độ ẩm của hạt ngô, iii- Lưu lượng quạt gió, iv- Số vòng quay của sàng và v- Góc nghiêng đặt sàng có ảnh hưởng chính đến chất lượng sản phẩm (độ sạch, độ sót và độ vỡ sản phẩm). Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi chọn miền khảo sát của 5 yếu tố này để tiến hành tối ưu chất lượng sản phẩm làm yếu tố đầu vào như sau: Năng suất 35-45 tấn/h, độ ẩm hạt 28-30%, lưu lượng quạt 4500-5500 m³/h, số vòng quay của sàng 5-7 vòng/phút, góc nghiêng đặt sàng 6-80 với hàm mục tiêu (các thông số đầu ra) là độ sạch sản phẩm, độ vỡ và độ sót sản phẩm. Mối tương quan giữa giá trị mã hóa và giá trị thực được chỉ ra ở bảng 4 và phương trình (1).

Bảng 3. Giá trị mã hóa và giá trị thực nghiệm của các yếu tố thực nghiệm

Biến số	Kí hiệu	Đơn vị	Ký hiệu giá trị mã hóa		
			-1	0	+1
Năng suất	X1	tấn/h	35	40	45
Độ ẩm hạt	X2	%	28	29	30
Lưu lượng quạt	X3	m ³ /h	4500	5000	5500
Số vòng quay của sàng	X4	vòng/phút	5	7	9
Góc nghiêng đặt sàng	X5	độ	6	7	8

3.2.4. Thiết lập mô hình [3,5]

Giá trị mã hóa, kết quả thiết kế với ma trận kế hoạch thực nghiệm trực giao bậc hai theo Box-Behnken được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ma trận và kết quả thực nghiệm với 5 yếu tố năng suất, độ ẩm, lưu lượng quạt, số vòng quay, góc nghiêng của sàng

Số TN	Biến thực					Biến mã					Độ sạch sản phẩm Y_1 (%)	Độ sót sản phẩm Y_2 (%)	Độ vỡ sản phẩm Y_3 (%)
	Năng suất (Tấn/h)	Độ ẩm hạt (%)	Lưu lượng quạt (m ³ /h)	Số vòng quay của sàng (vòng/phút)	Góc nghiêng đặt sàng (độ)	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	95,23	0,15	0,09
2	35	29	5000	7	8	-1	0	0	0	+1	95,36	0,17	0,08
3	35	29	5000	9	7	-1	0	0	+1	0	95,10	0,16	0,10
4	45	29	5000	9	7	+1	0	0	+1	0	97,00	0,17	0,07
5	40	29	5500	7	8	0	0	+1	0	+1	95,46	0,24	0,15
6	35	28	5000	7	7	-1	-1	0	0	0	97,65	0,16	0,05
7	40	29	4500	5	7	0	0	-1	-1	0	96,12	0,13	0,05
8	40	28	5000	9	7	0	-1	0	+1	0	95,00	0,20	0,12
9	40	28	5500	7	7	0	-1	+1	0	0	95,70	0,15	0,05
10	45	30	5000	7	7	+1	+1	0	0	0	96,12	0,13	0,05
11	45	29	5000	5	7	+1	0	0	-1	0	96,16	0,13	0,14
12	45	29	5000	7	6	+1	0	0	0	-1	97,12	0,16	0,07
13	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	95,60	0,19	0,17
14	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	97,20	0,25	0,05
15	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	94,90	0,20	0,05
16	40	28	5000	5	7	0	-1	0	-1	0	94,70	0,19	0,12
17	35	29	4500	7	7	-1	0	-1	0	0	95,72	0,15	0,05
18	40	29	4500	9	7	0	0	-1	+1	0	95,61	0,16	0,05
19	40	30	5000	9	7	0	+1	0	+1	0	95,80	0,16	0,13
20	35	29	5000	7	6	-1	0	0	0	-1	96,60	0,19	0,06
21	40	29	5000	5	8	0	0	0	-1	+1	95,70	0,15	0,05
22	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	94,94	0,20	0,06
23	40	29	4500	7	8	0	0	-1	0	+1	97,20	0,25	0,16
24	40	30	5000	7	6	0	+1	0	0	-1	95,28	0,16	0,07
25	35	30	5000	7	7	-1	+1	0	0	0	94,00	0,21	0,07



Bảng 4, gồm 25 thí nghiệm tương ứng là 25 giá trị khác nhau của 5 yếu tố đầu vào: Năng suất, độ ẩm hạt, lưu lượng quạt gió, số vòng quay, góc nghiêng của sàng và 3 thông số đầu ra: Độ sạch, độ vỡ và độ sót của sản phẩm tương ứng với các giá trị 5 yếu tố trên. Ảnh hưởng và sự tương tác giữa 5 yếu tố đầu vào đến các hàm mục tiêu (3 thông số đầu ra) được tiến hành xây dựng bởi hàm hồi quy bậc 2 cho các hàm mục tiêu như sau (phương trình 1):

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_i x_i + \sum \beta_{ii} x_i^2 + \sum \beta_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Trong đó: Y_i là hàm mục tiêu, β_0 là hệ số tự do, $\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ là các véc tơ tham số của mô hình được xác định qua thực nghiệm. Mô hình thống kê chỉ có ý nghĩa và được sử dụng khi thỏa mãn các tiêu chuẩn thống kê (Fisher).

3.2.5. Phân tích sự có ý nghĩa của mô hình với thực nghiệm [3]

Phân tích sự phù hợp của mô hình và sự có ý nghĩa của mô hình được đánh giá qua phân tích phần ANOVA (phân tích phương sai) (bảng 5, bảng 7 và bảng 9) và các chỉ số tương quan (bảng 6, bảng 8 và bảng 10). Sự có ý nghĩa của các hệ số hồi quy được kiểm định bởi chuẩn F, với các giá trị $p < 0,05$ cho biết các hệ số hồi quy có nghĩa. Như vậy, bảng 5 cho thấy giá trị “Model-F-value” đối với hàm đánh giá độ sạch là 3,663684 và mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 99,44% ($p < 0,0056$), bảng 7, cho thấy giá trị

“Model-F-value” đối với hàm đánh giá độ sót là 3,690264 và mô hình có độ tin cậy 99,61% ($p < 0,0039$), bảng 9, cho thấy giá trị “Model-F-value” đối với hàm đánh giá độ vỡ hạt là 4,258686 và mô hình có độ tin cậy 97,95% ($p < 0,0205$). Với tất cả các yếu tố đầu vào như năng suất, độ ẩm hạt, lưu lượng quạt gió, số vòng quay, góc nghiêng của sàng và từng cặp các yếu tố này đều có giá trị $p < 0,05$ cho biết từng yếu tố này cũng như tương tác từng cặp yếu tố đều có nghĩa (bảng 5, bảng 7, bảng 9). Điều này được minh họa rõ hơn khi quan sát bề mặt đáp ứng ở hình 1, hình 2, hình 3. Thêm vào đó chuẩn F cho “sự không tương thích – Lack of fit” của mô hình đánh giá độ sạch là 0,745142 ($p=0,7295$), mô hình đánh giá độ sót là 1,106365 ($p=0,5097$), mô hình đánh giá độ vỡ hạt là 0,586598 ($p=0,8429$), điều đó chứng tỏ mô hình hoàn toàn tương thích với thực nghiệm.

Kết quả thu được cho thấy, các yếu tố đầu vào đều có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm (3 thông số đầu ra). Các bảng trên chỉ ra kết quả phân tích sự phù hợp và có ý nghĩa của mô hình với thực nghiệm. Kết quả phân tích ANOVA cho thấy giá trị R^2 lần lượt tương ứng với 3 thông số đầu ra là (0,960468; 0,944686; 0,96533) (R-Squared) cũng như ở bảng 6, 8, 10 gần bằng 1, chứng tỏ giá trị thu được từ thực nghiệm gần với giá trị “dự đoán” của mô hình.

Bảng 5. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá độ sạch sản phẩm

Yếu tố	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	13,31487	6	2,219145	3,663684	0,0056	Tin cậy
X_1 -Năng suất	0,406406	1	0,406406	0,670954	0,4177	
X_2 -Độ ẩm	0,0016	1	0,0016	0,002642	0,9593	
X_3 -Lưu lượng quạt	0,486506	1	0,486506	0,803195	0,3756	
X_5 -Góc nghiêng	0,117306	1	0,117306	0,193666	0,6623	
X_1X_2	5,040025	1	5,040025	8,3208	0,0064	
X_3X_5	7,263025	1	7,263025	11,99085	0,0013	
Phần dư	23,62285	39	0,605714			
Sự không tương thích	19,72916	34	0,58027	0,745142	0,7295	Không tin cậy
Sai số thuần	3,893683	5	0,778737			
Tổng tương quan	36,93772	45				

Bảng 6. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm đối với hàm đánh giá độ sạch sản phẩm:

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,778276	R^2	0,960468
Giá trị trung bình	95,83413	R^2 hiệu chỉnh	0,892079
Hệ số biến thiên %	0,812108	R^2 dự đoán	0,862541
Tổng bình phương phần dư dự đoán (PRESS)	33,51945	Độ chính xác phù hợp (Adeq Precision)	100,02548

Bảng 7. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá độ sót sản phẩm

Yếu tố	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	0,057282	7	0,008183	3,690264	0,0039	Tin cậy
X_3 -Lưu lượng quạt	0,001225	1	0,001225	0,552421	0,4619	
X_4 -Số vòng quay	0,001056	1	0,001056	0,476322	0,4943	
X_5 -Góc nghiêng	0,016875	1	0,016875	7,609883	0,0089	
X_3X_5	0,0016	1	0,0016	0,72153	0,4010	
X_4X_5	0,007225	1	0,007225	3,258158	0,0790	
X_3^2	0,003701	1	0,003701	1,66906	0,2042	
$X_3^2X_5$	0,041419	1	0,041419	18,67804	0,0001	
Phần dư	0,084265	38	0,002218			
Sự không tương thích	0,074115	33	0,002246	1,106365	0,5097	Không tin cậy
Sai số thuần	0,01015	5	0,00203			
Tổng tương quan	0,141548	45				



Bảng 8. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm đối với hàm đánh giá độ sót sản phẩm

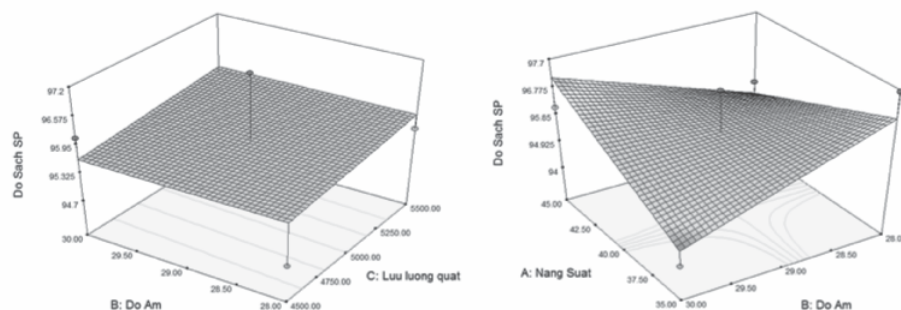
Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,04709	R^2	0,944686
Giá trị trung bình	0,144783	R^2 hiệu chỉnh	0,925023
Hệ số biến thiên %	32,52494	R^2 dự đoán	0,850455
Tổng bình phương phần dư dự đoán (PRESS)	0,134406	Độ chính xác phù hợp (Adeq Precision)	96,98419

Bảng 9. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá độ vỡ sản phẩm

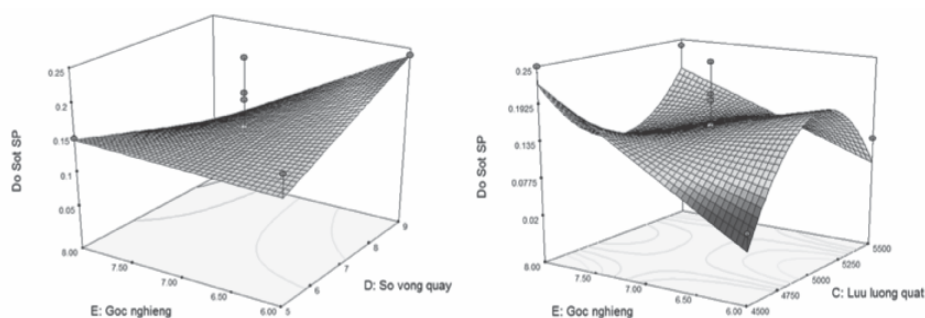
Yếu tố	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	0,012325	2	0,006163	4,258686	0,0205	Tin cậy
X1-Năng suất	0,004225	1	0,004225	2,919748	0,0947	
X5-Góc nghiêng	0,0081	1	0,0081	5,597624	0,0226	
Phần dư	0,062223	43	0,001447			
Sự không tương thích	0,050823	38	0,001337	0,586598	0,8429	Không tin cậy
Sai số thuần	0,0114	5	0,00228			
Tổng tương quan	0,074548	45				
Phần dư	23,62285	39	0,605714			
Sự không tương thích	19,72916	34	0,58027	0,745142	0,7295	Không tin cậy
Sai số thuần	3,893683	5	0,778737			
Tổng tương quan	36,93772	45				

Bảng 10. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm đối với hàm đánh giá độ vỡ sản phẩm

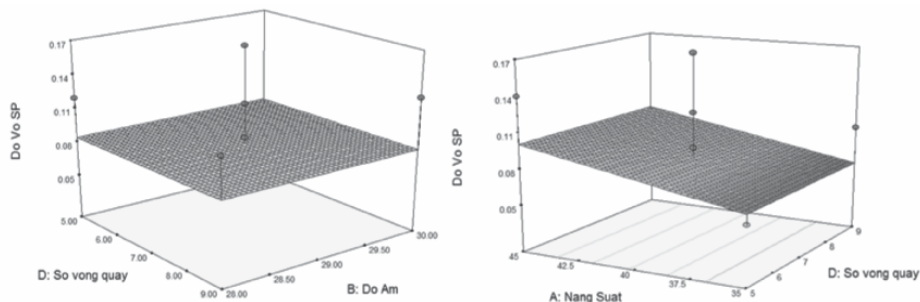
Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,03804	R^2	0,96533
Giá trị trung bình	0,084783	R^2 hiệu chỉnh	0,926508
Hệ số biến thiên %	44,86771	R^2 dự đoán	0,862371
Tổng bình phương phần dư dự đoán (PRESS)	0,069898	Độ chính xác phù hợp (Adeq Precision)	97,97773



Hình 1. Bề mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến độ sạch sản phẩm



Hình 2. Bề mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến độ sót sản phẩm



Hình 3. Bề mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến độ vỡ sản phẩm

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa ở trên, giá trị hàm mong đợi được phần mềm DX7 đưa ra được biểu diễn theo phương trình cụ thể sau:

$$Y_1 = 95,83 + 0,16X_1 - 0,01X_2 + 0,17X_3 - 0,086X_5 + 1,12X_1X_2 - 1,35X_3X_5 \quad (2)$$

$$Y_2 = 0,15 + 8,750E - 003X_3 + 8,125E - 003X_4 - 0,038X_5 - 0,02X_3X_5 - 0,042X_4X_5 - 0,019X_3^2 + 0,12X_3^2X_5 \quad (3)$$

$$Y_3 = 0,085 + 0,016X_1 + 0,022X_5 \quad (4)$$

Trong đó, Y_1 là độ sạch sản phẩm; Y_2 là độ sót sản phẩm; Y_3 là độ vỡ sản phẩm; X_1 là năng suất; X_2 là độ ẩm; X_3 là lưu lượng quạt; X_4 là số vòng quay; X_5 là góc nghiêng của sàng. 

Ngoài ra, 8 giải pháp tối ưu với hàm lượng 5 biến xác định là năng suất, độ ẩm hạt, lưu lượng quạt, số vòng quay, góc nghiêng của sàng từ sử dụng thuật toán hàm mong đợi bằng phương pháp đáp ứng bề mặt cũng được đưa ra, kết hợp với phương trình hàm mong đợi đã tìm ra, chất lượng sản phẩm tương ứng với 5 biến xác định được trình bày ở bảng 11.

Bảng 11. Các giải pháp tối ưu với hàm lượng 5 biến xác định và giá trị hàm mong đợi tối ưu:

STT	Năng suất (tấn/h)	Độ ẩm (%)	Lưu lượng quạt (m ³ /h)	Số vòng quay (vòng/phút)	Góc nghiêng (độ)	Độ sạch SP (%)	Độ vỡ SP (%)	Độ sót SP (%)
1	44,27	28,5	4724,44	7	8	97,05687	0,061155	0,120001
2	44,69	28,5	4724,44	9	8	96,02467	0,062534	0,150001
3	44,49	28,51	4724,44	9	7	96,04591	0,061888	0,150002
4	44,81	28,5	4724,45	6	8	97,0131	0,062928	0,15
5	44,75	28,5	4724,55	7	8	96,01826	0,072712	0,149971
6	43,64	28,5	4724,43	7	8	95,90737	0,059096	0,15
7	43,81	28,5	4723,18	5	7	96,09707	0,059674	0,150001
8	44,9	28,61	4724,45	6	6	96,13002	0,063192	0,14

Bảng kết quả tối ưu cho thấy, với 5 cặp giá trị biến năng suất, độ ẩm, lưu lượng quạt, số vòng quay, góc nghiêng của sàng khác nhau, các giá trị hàm mong đợi thu được là khác nhau. Giá trị tối ưu do phần mềm chọn tại điểm có số thứ tự là 1 cho chất lượng sản phẩm mong đợi tối ưu hơn cả. Tiến hành kiểm tra tính đúng đắn của mô hình tối ưu, tiến hành thí nghiệm kiểm chứng tại điểm tối ưu mô hình đưa ra ở bảng 11, từ đó chọn cặp biến cho kết quả hàm mong đợi như sau: Năng suất 44,27tấn/h; độ ẩm 28,5%; lưu lượng quạt 4724,44m³/h; số vòng quay 7 vòng/phút; góc nghiêng 80; khi đó chất lượng sản phẩm sẽ là: Độ sạch sản phẩm 97,05687%; độ vỡ 0,061155%; độ sót 0,120001%.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng phương pháp toán học qui hoạch hóa thực nghiệm bằng đáp ứng bề mặt đã xác định được các giá trị tối ưu đối với các thông số kỹ thuật như: Năng suất của thiết bị, độ ẩm, lưu lượng quạt, số vòng quay, góc nghiêng lần lượt tương ứng là 44,27tấn/h; 28,5%; 4724,44m³/h; 7 vòng/phút; 80. Với các thông số tối ưu này, khi đó đánh giá về chất lượng sản phẩm đạt được như độ sạch, độ vỡ, độ sót lần lượt sẽ là: 97,05687%; 0,061155% và 0,120001%. So sánh với kết quả thực nghiệm cho thấy sự chênh lệch về giá trị là không nhiều, do đó chế độ làm việc của thiết bị trong thực nghiệm có độ tin cậy cao. Qua đây cho thấy, sử dụng phương pháp qui hoạch hóa thực nghiệm bằng đáp ứng bề mặt phù hợp cho nghiên cứu tối ưu đánh giá chất lượng của máy sàng phân loại, làm sạch. ♦

Ngày nhận bài: 08/11/2017

Ngày phản biện: 19/11/2017

Tài liệu tham khảo:

- [1]. <http://old.vietrade.gov.vn/nong-sn-khac/5720-tinh-hinh-san-xuat-mat-hang-ngo-cua-viet-nam-nam-2016-va-du-bao-nam-2017.html>
- [2]. Nguyễn Đình Tùng (2016); *Hoàn thiện quy trình công nghệ và thiết bị trong dây chuyền chế biến ngô giống năng suất $Q = 100 \div 120$ tấn/mẻ*. Báo cáo tổng kết dự án sản xuất thử nghiệm, Viện Nghiên cứu Thiết kế Chế tạo Máy nông nghiệp.
- [3]. Design-Expert version 7.1 (2007), Software for design of experiments, Stat-Ease, Inc, Minneapolis, USA.
- [4]. Nguyễn Minh Tuyền (2005); *Quy hoạch thực nghiệm*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang (1998); *Cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng trong kỹ thuật nông nghiệp*, NXB. Nông nghiệp, Hà Nội.
- [6]. Stiess, M. (2013). *Mechanische Verfahrenstechnik - Partikeltechnologie* 1, 3 Auflage, Springer Verlag.
- [7]. BOHNET, M. (2004): *Mechanische Verfahrenstechnik*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2004.
- [8]. Glaub, J. C., Jones, D. B., Tleimat, J. U. and Savage, G. M., (1981): Trommel Screen Research and Development for Applications in Resource Recovery, Final Report under U.S. DOE Contract No. DE-AC63-79CS20490.