

SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH HÓA THỰC NGHIỆM KHẢO SÁT QUÁ TRÌNH LÀM SẠCH VÀ PHÂN LOẠI NGÔ TRÊN MÁY SÀNG PHÂN LOẠI NĂNG SUẤT SIÊU LỚN 40 TẤN/H

Nguyễn Đình Tùng¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu khảo sát quá trình làm sạch phân loại ngô thương phẩm trên thiết bị máy sàng phân loại quy mô công nghiệp, năng suất siêu lớn 40 tấn/h sử dụng bài toán quy hoạch hóa thực nghiệm để khảo sát về sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ, kỹ thuật đến khả năng làm sạch, phân loại của máy sàng. Kết quả nghiên cứu trên mô hình tối ưu 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 8°. Khi đó chất lượng sản phẩm sẽ là: độ sạch sản phẩm 97,05687%; độ vỡ 0,061155%; độ sót 0,120001%

Từ khóa: Quy hoạch thực nghiệm, phân loại làm sạch, ngô hạt

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở nước ta ngô là cây lương thực sau lúa, những năm trở lại đây sản xuất ngô đang được chú ý do ngô không những là lương thực mà còn sử dụng làm thức ăn gia súc trong khi cơ cấu nông nghiệp đã chuyển dịch theo hướng giảm dần tỷ trọng ngành trồng trọt và tăng tỷ trọng ngành chăn nuôi nên nhu cầu về ngô là khá lớn. Mặt khác ngô còn là mặt hàng xuất khẩu có giá trị, chúng ta cũng đã bước đầu xuất bán được giống ngô sản xuất trong nước. Trong tương lai, khi đã sản xuất đủ cho nhu cầu nội địa, chắc chắn ngô sẽ là mặt hàng xuất khẩu của nước ta giống như lúa gạo. Tuy nhiên tham gia vào thị trường thương mại thế giới đòi hỏi rất khắt khe về chất lượng. Do vậy phải có sự đầu tư đồng bộ từ sản xuất đến kiểm định chất lượng, bảo quản và vận chuyển. Cho nên mặt hàng ngô xuất khẩu phải đảm bảo về chất lượng ngoài độ khô còn cần đảm bảo về độ sạch, độ đồng đều hạt. Vì thế ngô cần được làm sạch và phân loại khi chế biến. Chính bởi vậy trong nghiên cứu này nhóm tác giả trình bày quá trình khảo nghiệm máy sàng phân loại/làm sạch ngô năng suất siêu lớn quy mô công nghiệp để đáp ứng nhu cầu hiện nay là cần thiết và có ý nghĩa (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2016, 2017).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- *Vật liệu nghiên cứu:* Vật liệu nghiên cứu ở đây là ngô hạt tươi sau khi tẽ còn lẫn nhiều tạp chất, mầm ngô, râu ngô, bẹ và lá ngô.

- *Phương pháp nghiên cứu:* trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phương pháp quy hoạch hóa thực nghiệm dựa trên phần mềm máy tính chuyên dụng để khảo sát xác định hàm tối ưu của 5 yếu tố ảnh hưởng như: i)- năng suất; ii)- độ ẩm hạt ngô; iii)- lưu lượng quạt gió; iv)- số vòng quay của máy sàng và; v)- góc nghiêng đặt máy sàng.

Xử lý số liệu thực nghiệm bằng phần mềm chuyên dụng để phân tích các hệ số hồi qui, bề mặt đáp ứng và tối ưu hóa với thuật toán hàm mong đợi.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

Bằng cách sử dụng quy hoạch trực giao đối xứng, mỗi yếu tố tiến hành tại 3 mức (-1, 0, +1) như trong bảng 1. Quy hoạch thực nghiệm đưa ra bảng 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.

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 6-8° với hàm mục tiêu (các thông số đầu ra) là độ sạch sản phẩm, độ vỡ

¹ Viện nghiên cứu Thiết kế chế tạo máy Nông nghiệp-Bộ Công Thương

và độ sót sản phẩm. Mỗi tương quan giữa giá trị mã hóa và giá trị thực được chỉ ra ở bảng 1 và phương trình (1) (Ng. Đình Tùng và cs, 2017; Phạm Văn Lang và cs, 1998; Ng. Minh Tuyên, 2005).

Bảng 1. 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	X_1	tấn/h	35	40	45
Độ ẩm hạt	X_2	%	28	29	30
Lưu lượng quạt	X_3	m^3/h	4500	5000	5500
Số vòng quay của sàng	X_4	vòng/phút	5	7	9
Góc nghiêng đặt sàng	X_5	độ	6	7	8

Thiết lập mô hình: 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 2 (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2017).

Bảng 2. 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
15	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	94,90	0,20	0,05
30	40	29	5000	7	7	0	0	0	0	0	95,00	0,12	0,12

Bảng 2 gồm 30 thí nghiệm với 5 yếu tố đầu vào: i- năng suất, ii- độ ẩm hạt, iii- lưu lượng quạt gió, vi- số vòng quay, v- góc nghiêng của sàng và 3 thông số đầu ra: i- độ sạch sản phẩm, ii- độ vỡ và iii- độ sót. 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) (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2017; Phạm Văn Lang và cs, 1998):

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

Trong đó: Y_i là hàm mục tiêu, β_0 là hệ số tự do, β_i , β_{ii} , β_{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).

Phân tích sự có ý nghĩa của mô hình với thực nghiệm: Phân tích sự phù hợp của mô hình và sự có ý nghĩa của mô hình được đánh giá qua phân tích phần ANOVA và các chỉ số tương quan (bảng 3 - bảng 5). 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 3 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 4 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 5 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 3 - bảng 5). Điều này được minh họa rõ hơn khi quan sát bề mặt đáp ứng trên các hình 1- 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). Bảng 3 - bảng 5 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 là (0,960468; 0,944686; 0,96533) (R-Squared) gần bằng 1, chứng tỏ giá trị thu được từ thực nghiệm gần với giá trị dự đoán của mô hình (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2017).

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

(CV (%) = 0,812108, R^2 (R-Squared) = 0,960468)

Bảng 4. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá độ sót sản phẩm

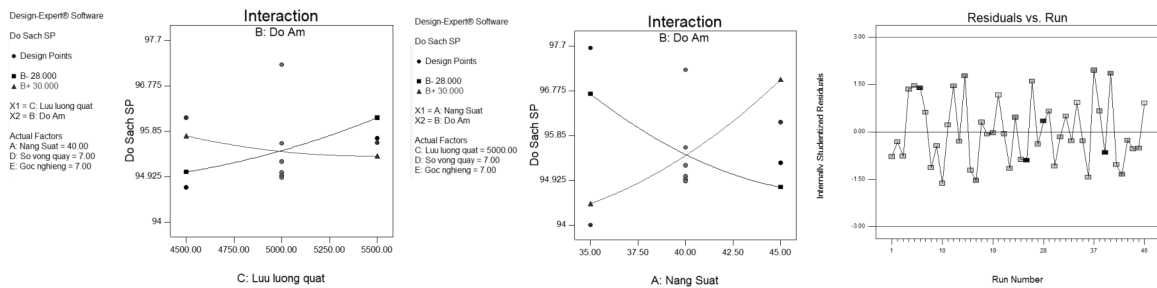
Yếu tố	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	0,057282	0,008183	3,690264	0,0039	Tin cậy
X_3 -Lưu lượng quạt	0,001225	0,001225	0,552421	0,4619	
X_4 -Số vòng quay	0,001056	0,001056	0,476322	0,4943	
X_5 -Góc nghiêng	0,016875	0,016875	7,609883	0,0089	
X_3X_5	0,0016	0,0016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

(CV (%) = 32,52494, R^2 (R-Squared) = 0,944686)

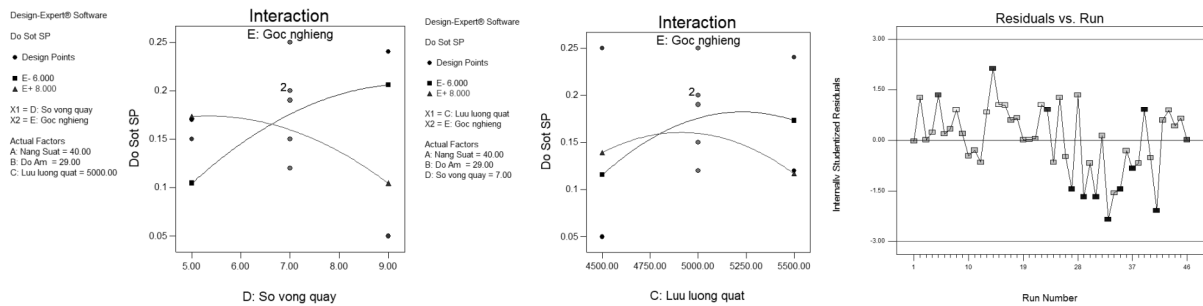
Bảng 5. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá độ vỡ sản phẩm

Yếu tố	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	0,012325	0,006163	4,258686	0,0205	Tin cậy
X ₁ -Năng suất	0,004225	0,004225	2,919748	0,0947	
X ₅ -Góc nghiêng	0,0081	0,0081	5,597624	0,0226	
Phần dư	0,062223	0,001447			
Sự không tương thích	0,050823	0,001337	0,586598	0,8429	Không tin cậy
Sai số thuần	0,0114	0,00228			
Tổng tương quan	0,074548				

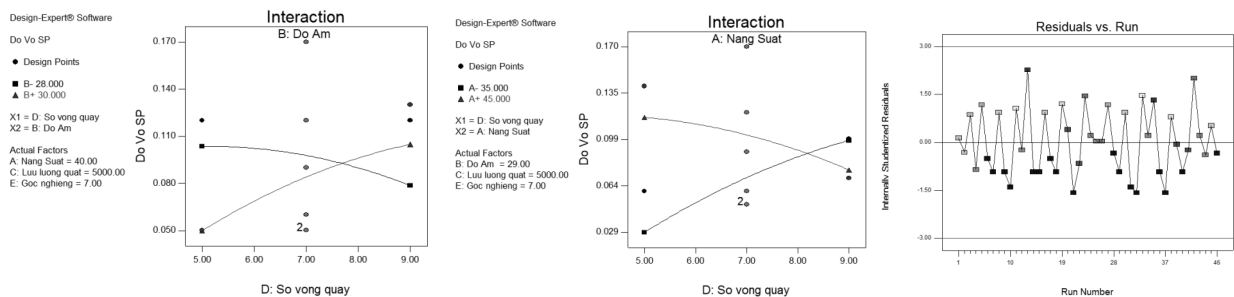
$(CV (\%) = 44,86771, R^2 (R-Squared) = 0,96533)$



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 (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2017):

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

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

$$Y_3 = 0,085 + 0,016X_1 + 0,022X_5$$

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, 12 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 6.

Bảng 6. 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	44,64	28,5	4724,24	7	7	96,02445	0,072231	0,13
7	44,01	28,5	4724,61	7	6	96,0776	0,060304	0,15
8	43,64	28,5	4724,43	7	8	95,90737	0,059096	0,15
9	45	28,55	4724,45	7	8	96,05792	0,063532	0,13
10	43,81	28,5	4723,18	5	7	96,09707	0,059674	0,150001
11	45	28,51	4722,8	7	8	96,01053	0,063532	0,150652
12	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 tự 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 6 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% (Nguyễn Đình Tùng và cs, 2017).

4. KẾT LUẬN

Sử dụng phương pháp toán học qui hoạch hóa thực nghiệm bằng đáp ứng bề mặt đã xác định được hàm tối ưu cho chất lượng sản phẩm (độ sạch, độ vỡ, độ sót sản phẩm) với 5 yếu tố năng suất, độ ẩm, lưu lượng quạt, số vòng quay, góc nghiêng của sàng. Cả 5 yếu tố này cũng như sự tương tác giữa các yếu tố này đều có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, điều này chứng tỏ 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 sàng quay qua 3 yếu tố đầu ra (độ sạch, độ sót và độ vỡ sản phẩm). 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 sàng quay trong thực nghiệm có độ tin cậy cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Đình Tùng, Nguyễn Tuấn Anh và cs (2017), *Nghiên cứu, tính toán, thiết kế, chế tạo hệ thống máy sàng làm sạch ngô năng suất siêu lớn 35-40 tấn/h*. Báo cáo Đề tài Khoa học công nghệ cấp Bộ.
- Nguyễn Đình Tùng, Lê Minh Lư (2017), “*Kết quả tính toán thiết kế máy sàng phân loại ngô quy mô công nghiệp, năng suất 45-50 tấn/h*”. Tạp chí Công nghiệp nông thôn, Hội cơ khí nông nghiệp Việt Nam, năm 2017.
- Nguyễn Đình Tùng, Đỗ Thị Thanh Xuân và cs (2016), *Hoàn thiện quy trình công nghệ và thiết bị trong dây chuyền chế biến ngô giống năng suất $Q = 100 \div 120$ tấn/m²*. Báo cáo tổng kết dự án sản xuất thử nghiệm - Viện nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp.
- Nguyễn Minh Tuyên (2005), *Quy hoạch thực nghiệm*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
- 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.

Abatract:

USING THE EXPERIMENTAL PLANNING METHOD FOR SURVEYING THE CLEANING AND CATEGORIZING THE MAIZE BASED ON A CLASSIFICATION OF SUPER LARGE CAPACITY MORE THAN 40 TONS/H

This paper presents the research results on the cleaning process of classifying commercial maize on equipment for screening and sorting industrial scale, super-large productivity of 40 tons/h, using the problem of experimental planning to survey on the influence of technological and technical parameters on the ability to clean and classify sieves. Research results on the optimal model give the expected function results as follows: productivity of 44.27 tons/h; moisture content 28.5%; fan flow rate 4724.44m³/h; 7 revolutions per minute; tilt angle 8°. At that time, product quality will be product cleanliness 97.05687%; 0.061155% breakage; omission 0.120001%

Keywords: Experimental planning, cleaning classification, grain corn

Ngày nhận bài: 21/5/2019

Ngày chấp nhận đăng: 12/7/2019