



DOI:10.22144/ctujos.2025.214

# THIẾT KẾ MÔ HÌNH MÁY GIEO SẠ LÚA THEO CỤM BẰNG NGUYÊN LÝ HÚT CHÂN KHÔNG

Nguyễn Thành Tinh\*, Phạm Khải Nguyên và Từ Bửu Lộc  
 Khoa Kỹ Thuật Cơ Khí, Trường Bách Khoa, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ (Corresponding author): [thanhtinh@ctu.edu.vn](mailto:thanhtinh@ctu.edu.vn)

## Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 30/05/2025

Sửa bài (Revised): 01/07/2025

Duyệt đăng (Accepted): 22/10/2025

**Title:** Development of a rice direct spot seeding machine model based on the vacuum suction principle

**Author:** Nguyen Thanh Tinh\*, Pham Khai Nguyen and Tu Buu Loc

**Affiliation(s):** Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Can Tho University, Viet Nam

## TÓM TẮT

Bài báo được thực hiện nhằm trình bày các kết quả nghiên cứu về mô hình máy sạ cụm bằng nguyên lý hút chân không. Thí nghiệm được tiến hành với các đường kính ống hút khác nhau, trong khi áp suất chân không được giữ cố định ở mức 12 kPa. Kết quả cho thấy, với đường kính ống hút 1,3 mm, độ chính xác trong việc hút đúng 1 hạt lúa ướt đạt cao nhất 66,7%. Đối với lúa khô, độ chính xác cao nhất là 72% khi sử dụng ống hút có đường kính ống hút 1,0 mm. Việc đánh giá khả năng hút và nhả hạt thành công, đường kính ống tăng thì khả năng hút và nhả hạt tăng, khả năng hút và nhả được hạt của lúa khô cao hơn lúa ướt khi sử dụng cùng đường kính ống hút.

**Từ khoá:** Hút chân không, lúa khô, lúa ướt, máy sạ cụm

## ABSTRACT

This paper presents research results of a rice direct spot seeding machine model based on the vacuum suction principle. Experiments were conducted using suction tubes of different diameters while maintaining a constant vacuum pressure of 12 kPa. The results showed that with a suction tube diameter of 1.3 mm, the highest accuracy in picking up exactly one wet rice seed was 66.7%. For dry rice seeds, the highest accuracy reached 72% when using a suction tube with a diameter of 1.0 mm. In evaluating the success of seed pickup and release, it was observed that as the tube diameter increased, the ability to pick up and release seeds also improved. Furthermore, dry rice seeds demonstrated a higher success rate in pickup and release compared to wet rice seeds when using the same tube diameter.

**Keywords:** Dry rice, rice direct spot seeding, vacuum suction, wet rice

## 1. GIỚI THIỆU

Lúa nước là nguồn lương thực thiết yếu, cung cấp năng lượng, vitamin và khoáng chất cho con người. Tuy nhiên, việc nâng hiệu quả của qui trình canh tác lúa còn nhiều thách thức, đặc biệt trong khâu xuống giống. Hiện nay, phương pháp gieo sạ lan truyền thống vẫn được sử dụng phổ biến do đơn

giản và ít tốn kém ban đầu. Tuy nhiên, phương pháp này tiêu tốn lượng hạt giống lớn, mật độ gieo không đồng đều, làm tăng cạnh tranh dinh dưỡng giữa các cây và dẫn đến giảm năng suất, đồng thời làm tăng chi phí sản xuất. Kết quả ở một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng, việc gieo sạ với mật độ thấp (60 – 100 kg/ha) giúp cây lúa sinh trưởng tốt hơn, tăng khả năng

chống chịu sâu bệnh và cho năng suất cao hơn so với mật độ cao (120 - 140 kg/ha). Đặc biệt, mức gieo 80 kg/ha đã mang lại lợi nhuận tối ưu cho giống HP10 (Tran et al., 2017).

Để cải thiện hiệu quả gieo sạ, các thiết bị như máy cấy, máy sạ hàng và máy sạ cụm đang dần được ứng dụng rộng rãi. Các phương pháp này giúp nâng cao độ chính xác khi xuống giống, tăng sức sống cây con và nâng cao năng suất mùa vụ. Đồng thời, chúng góp phần giảm lượng giống, tiết kiệm phân bón, thuốc bảo vệ thực vật so với các phương pháp truyền thống như sạ lan bằng tay, phun hạt bằng máy hoặc gieo bằng máy bay không người lái (Nguyen et al., 2023).

Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm cải tiến thiết bị gieo sạ lúa để phù hợp với điều kiện canh tác trong nước, ứng dụng các nguyên lý cơ học và khí động học nhằm tối ưu lượng hạt giống gieo và giảm tổn thất. Dưới đây là một số nghiên cứu tiêu biểu đã được công bố.

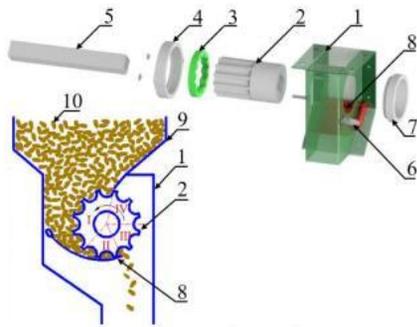
Dang et al. (2020) đã thiết kế và chế tạo một máy gieo hạt điều khiển bằng giọng nói thông qua smartphone như Hình 1. Máy hoạt động dựa trên nguyên lý hút chân không, giúp giữ và nhả hạt chính xác, đảm bảo phân phối hạt đồng đều. Kết quả thử nghiệm cho thấy máy đạt năng suất 690 g/h và giúp tiết kiệm 20 – 30% lượng hạt giống so với gieo thủ công. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng nguyên lý hút chân không trong thiết kế máy gieo hạt là hoàn toàn khả thi và hiệu quả.



**Hình 1. Máy gieo hạt điều khiển bằng giọng nói thông qua smartphone**

Bên cạnh đó, Truong et al. (2022) đã thiết kế và đánh giá bộ phận gieo lúa theo hàng kiểu trục rãnh như Hình 2. Bộ phận này cho phép điều chỉnh chính xác khối lượng lúa gieo, đảm bảo độ đồng đều giữa các hàng và giảm hiện tượng gãy mầm hạt giống. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ số biến thiên khối lượng gieo rất thấp, với chênh lệch giữa hai hàng gieo chỉ  $\leq 2\%$  đối với lúa hạt dài và  $\leq 1,5\%$  đối với lúa hạt tròn. Rãnh có đường kính 10 mm cho hiệu

quả tốt nhất, duy trì độ chính xác và giữ tỷ lệ tổn thương hạt dưới 1%.



1. Vỏ; 2. Trục gieo; 3. Vòng chắn; 4. Nắp chặn; 5. Trục dẫn động; 6. Lò xo; 7. Vòng đỡ; 8. Tấm bao

**Hình 2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của bộ phận gieo lúa trục rãnh**

Xing et al. (2018) đã thiết kế bộ phận ném và làm sạch hạt giống chủ động cho thiết bị đo hạt giống khí nén nhằm giải quyết tình trạng tắc nghẽn lỗ hút do hạt vỡ và tạp chất như Hình 3. Cơ chế làm sạch sử dụng lực đẩy từ các nam châm cùng cực kết hợp lò xo đàn hồi, hoạt động ổn định và đạt hiệu suất làm sạch 100% theo kiểm tra bằng hình ảnh tốc độ cao.

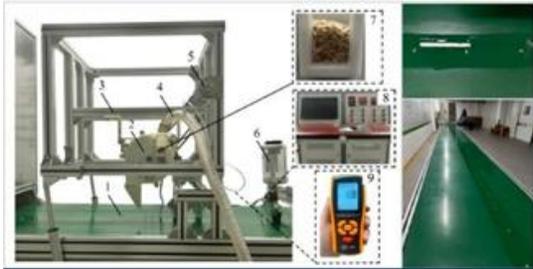


**Hình 3. Bộ phận ném và làm sạch hạt giống chủ động gắn trên thiết bị đo lường chính xác khí nén gieo hạt lúa**

Kết quả thử nghiệm với giống lúa siêu lai Y-2 You 900 cho thấy áp suất âm tối ưu là 0,8 kPa, chiều dài đầu dò tối ưu là 2 mm và thiết bị đạt tỷ lệ phân phối 1 – 3 hạt/đôi khoảng 95%. Tỷ lệ đạt chuẩn khoảng cách gieo trung bình đạt 96,04%. Kết quả cho thấy cơ chế này giúp duy trì hiệu suất ổn định, nâng cao độ chính xác và độ tin cậy cho thiết bị đo hạt giống khí nén, đồng thời cung cấp cơ sở thiết kế cho các thiết bị tương tự sau này.

Zha et al. (2024) đã phát triển thiết bị đo hạt giống khí nén kiểu buồng khí phân nhánh (Hình 4), nhằm kiểm soát chính xác số hạt gieo mỗi lỗ cho

hiều loại lúa khác nhau. Thiết bị sử dụng mô phỏng Ansys-Fluent kết hợp thí nghiệm thực tế để tối ưu cấu trúc buồng khí. Kết quả cho thấy áp suất chân không tối ưu là 857 Pa, với hệ số biến thiên chỉ 0,86%. Các thử nghiệm với các mục tiêu gieo từ 1 đến 8 hạt/lỗ đều đạt tỷ lệ đủ điều kiện trên 85% và tỷ lệ bỏ lỡ dưới 5%.



**Hình 4. Thiết bị đo hạt giống khí nén kiểu buồng khí phân nhánh**

He et al. (2017) đã trình bày thiết kế cấu trúc tổng thể và kết quả thực nghiệm của một loại máy gieo sạ lúa theo cụm sử dụng khí nén. Các tác giả đã tiến hành kiểm tra sự phân bố áp suất trong hệ thống đường ống dẫn khí và nhận thấy rằng hệ số biến thiên áp suất giữa các ống nhánh nhỏ hơn 5%, cho thấy áp suất được phân bố tương đối đồng đều trong hệ thống. Thí nghiệm được thực hiện với giống lúa siêu lai *Peizataifeng* nhằm xác định áp suất âm tối ưu cũng như đánh giá ảnh hưởng của tốc độ tiến của máy kéo (liên quan đến tốc độ quay của đĩa hút) đến độ chính xác trong gieo hạt. Kết quả cho thấy áp suất âm tối ưu là 2 kPa, với xác suất gieo từ 1 đến 3 hạt/cụm đạt từ 93,41% đến 97,50%, tùy theo tốc độ di chuyển của máy (cao, trung bình hoặc thấp). Tỷ lệ bỏ sót hạt thấp hơn 2%, cho thấy độ chính xác cao của hệ thống phân phối hạt.

Trong một nghiên cứu khác, Wang et al. (2018) đã phát triển và đánh giá một loại máy gieo sạ lúa lai theo cụm sử dụng nguyên lý khí nén, được trang bị bộ phận phối hạt hình trụ có khả năng gieo đồng thời mười hàng lúa. Các thí nghiệm trực giao được thực hiện nhằm tối ưu hóa hiệu suất làm việc của bộ phận gieo, với các yếu tố khảo sát bao gồm: đường kính lỗ hút, áp suất chân không và tốc độ quay của bộ phận phối hạt. Trên nền tảng thử nghiệm thị giác máy tính JPS-12, kết quả cho thấy tổ hợp thông số tối ưu bao gồm: áp suất chân không 2,0 kPa, đường kính lỗ 2,0 mm và tốc độ quay 30 vòng/phút. Với thông số này, xác suất gieo từ  $(2 \pm 1)$  hạt/cụm đạt 95,3%, trong khi tỷ lệ bỏ sót hạt chỉ ở mức 2,0%. Thử nghiệm thực địa tiếp tục xác nhận độ chính xác gieo đạt 91,6%, với tỷ lệ bỏ sót hạt 2,7%, chứng

minh hiệu quả thực tiễn của thiết bị trong điều kiện đồng ruộng.

Tuy nhiên, đa số các thiết bị gieo sạ hiện nay vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu kiểm soát chính xác số hạt gieo theo cụm, đặc biệt trong điều kiện giống lúa có kích thước không đồng đều hoặc độ ẩm thay đổi. Trong khi đó, máy cấy tuy cho hiệu quả gieo trồng cao, nhưng lại đòi hỏi chi phí đầu tư và vận hành lớn, đồng thời tốn nhiều thời gian chuẩn bị mạ, gây khó khăn cho việc triển khai trên diện rộng.

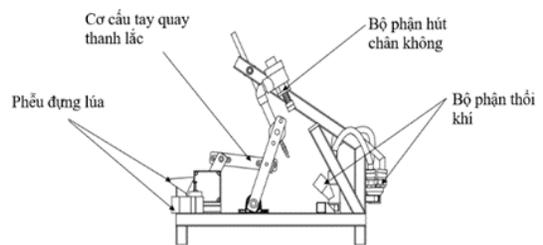
Nhằm khắc phục những hạn chế trên, “Thiết kế mô hình máy gieo sạ lúa theo cụm bằng nguyên lý hút chân không” đã được đề xuất trong nghiên cứu nhằm kiểm soát chính xác lượng lúa giống được gieo sạ, đảm bảo được mật độ gieo đồng đều, giúp cây lúa sinh trưởng tốt đồng thời giảm chi phí sản xuất.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đề xuất nguyên lý

Từ hiệu quả của nguyên lý hút chân không trong việc điều khiển lượng hạt, việc thiết kế mô hình máy gieo sạ cụm sử dụng nguyên lý này đã được đề xuất trong nghiên cứu, đồng thời tiến hành thí nghiệm để đánh giá và khắc phục các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác khi lấy hạt.

Mô hình máy sạ cụm được thiết kế bao gồm 4 bộ phận: phễu đựng lúa, cơ cấu tay quay thanh lắc gắn với hộp chứa kim hút (mỗi mũi kim cách nhau 80 mm), bộ phận hút chân không và bộ phận thổi khí như Hình 5.



**Hình 5. Nguyên lý máy sạ cụm bằng nguyên lý hút chân không**

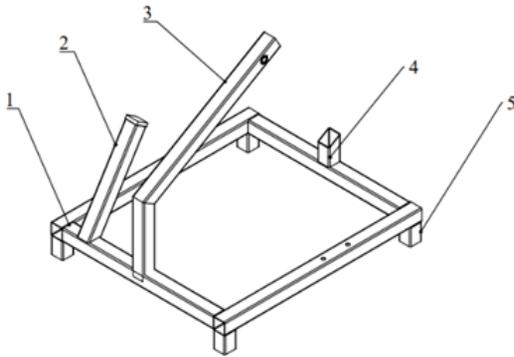
Trong quá trình hoạt động, lúa giống đựng ở phễu (ngiêng 30 độ) sẽ được hút bởi các kim hút gắn trên bộ phận hút chân không. Bộ phận này bao gồm một thanh thép hộp được cố định bởi trục gắn với tay quay, bề mặt thanh thép hộp được có trục liên kết với bu-lông vòng để định hướng xoay các mũi kim hút. Nhờ cơ cấu tay quay thanh lắc, các mũi kim sẽ được di chuyển đến bộ phận thổi khí, nơi có ba ống chữ Y được gắn cố định bởi một thanh

thép hộp liên kết vào khung mô hình. Tại thời điểm van xả nhanh của bộ phận hút chân không chạm đến cù, dòng khí nén sẽ được ngắt và các hạt lúa giống được nhà ra khỏi kim hút sẽ rơi vào các ống chữ Y và được bộ phận thổi khí ghim chắc xuống ruộng.

**2.2. Phương án thiết kế**

Theo nguyên lý vừa đề xuất, máy sạ theo cụm bằng nguyên lý hút chân không được thiết kế với 5 bộ phận chính bao gồm: khung mô hình, phễu đựng lúa, bộ phận tay quay thanh lắc, bộ phận hút chân không và bộ phận thổi khí. Các chi tiết được thiết kế với sự tối giản nhưng vẫn đảm bảo thực hiện đủ chức năng và phối hợp nhịp nhàng với nhau, đảm bảo sự tinh gọn, dễ dàng lắp ráp, bảo dưỡng và sửa chữa.

**2.2.1. Thiết kế khung mô hình**



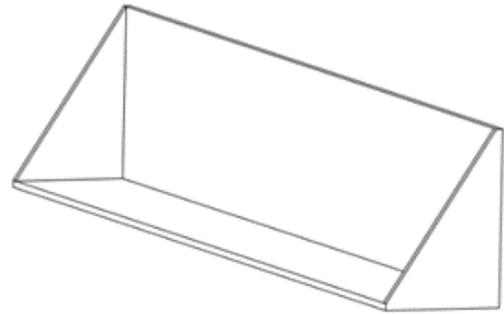
**Hình 6. Khung mô hình máy sạ cụm**

Ghi chú: (1) khung dưới, (2) thanh cù, (3) thanh chống chéo, (4) thanh đũa, (5) chân đế

Với yêu cầu độ cứng, bền, dễ tháo lắp và sửa chữa nên thép hộp vuông 25 mm dày 1,1 mm là lựa chọn tốt nhất đáp ứng tất cả các yêu cầu trên. Bên cạnh đó, thép hộp vuông có lớp kẽm phủ bên ngoài giúp chống gỉ sét hoặc có thể sơn màu đảm bảo tính thẩm mỹ cho mô hình như Hình 6.

**2.2.2. Thiết kế phễu đựng lúa**

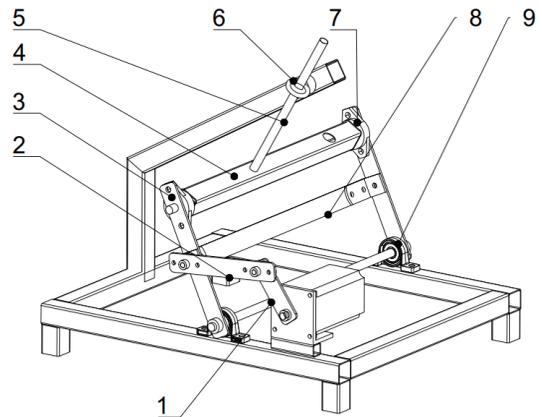
Phễu đựng lúa được thiết kế dưới dạng lăng trụ tam giác vuông với các kích thước 55 x 40 x 210 mm. Khi lắp vào khung mô hình, phễu được đặt nghiêng một góc 30° so với mặt phẳng ngang. Phía dưới phễu được gắn thêm một động cơ rung nhằm tạo dao động, giúp hạt lúa giống phân bố đều theo phương ngang và lấp đầy các khoảng trống tại vị trí các kim hút thực hiện việc lấy giống như Hình 7.



**Hình 7. Phễu đựng lúa**

**2.2.3. Thiết kế bộ phận tay quay thanh lắc**

Nguyên lý hoạt động bộ phận tay quay thanh lắc: Tay quay (1) được truyền chuyển động từ động cơ quay đều, thông qua thanh truyền (2) làm thanh lắc (3) đổi hướng chuyển động lắc qua lắc lại theo một góc xác định do thanh trục (5) được liên kết với bu-lông vòng để dễ dàng điều khiển góc quay như Hình 8.

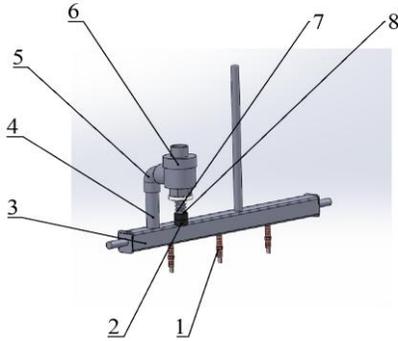


**Hình 8. Bộ phận tay quay thanh lắc**

Ghi chú: (1) tay quay, (2) thanh truyền, (3) thanh lắc, (4) thanh hút, (5) thanh trục định hướng, (6) bu-lông vòng, (7) gối đỡ vòng bi KFL000, (8) thanh thép chữ L, (9) gối đỡ vòng bi KP000.

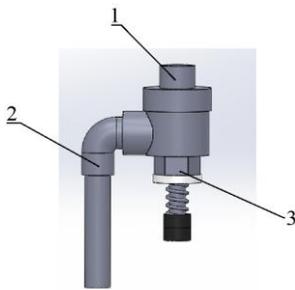
**2.2.4. Bộ phận hút chân không**

Nguyên lý hoạt động: Nguồn khí nén được cung cấp từ máy hút chân không được dẫn qua cụm van xả khí nhanh (Hình 10) đến thanh thép hộp chứa kim hút (Hình 9) để hút các hạt lúa giống. Khi cụm van xả khí nhanh chạm vào thanh cù, nguồn khí nén sẽ lập tức bị ngắt khiến các kim hút nhả các hạt lúa giống xuống bộ phận thổi khí để tiếp tục quá trình gieo sạ.



**Hình 9. Bộ phận hút chân không**

Ghi chú: (1) đuôi chuột khí nén, (2) vòng khóa trục 10 mm, (3) thanh hút, (4) khớp nối thẳng, (5) đầu nối chữ L, (6) van xả khí nhanh, (7) lò xo, (8) thanh trục 10 mm.

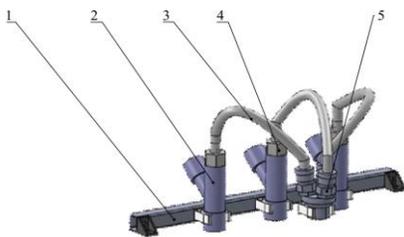


**Hình 10. Cụm van xả khí nhanh**

Ghi chú: (1) van nối với máy hút chân không, (2) van nối với thanh thép hộp chứa các ống kim hút, (3) van chứa phốt chắn khí.

### 2.2.5. Bộ phận thổi khí

Bộ phận thổi khí bao gồm một máy thổi khí, khớp nối nhanh khí nén chia 3 và ống chữ Y (Hình 11).



**Hình 11. Bộ phận thổi khí**

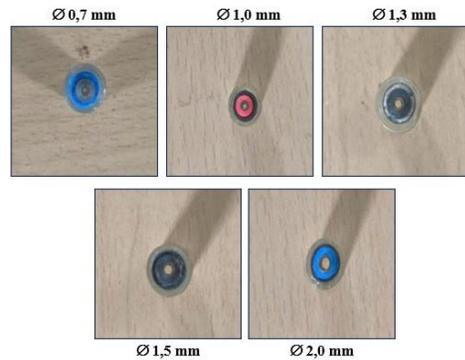
Ghi chú: (1) thanh đỡ, (2) ống chữ Y, (3) dây khí nén, (4) khớp nối nhanh khí nén, (5) khớp nối nhanh khí nén chia ba.

Nguyên lý hoạt động: Dòng khí nén từ máy thổi khí được truyền qua khớp nối nhanh khí nén chia 3, sau đó truyền đến ba ống chữ Y được cố định vào thanh thép hộp nhờ các kẹp đỡ. Luồng khí này sẽ thổi các hạt lúa giống ghim vào đất ruộng, giúp

chúng bám chắc hơn hạn chế tình trạng trôi hạt khi trời mưa hoặc điều kiện đất ruộng khô không đủ độ kết dính.

### 2.3. Phương pháp xác định các thông số thực nghiệm và điều kiện thực nghiệm

Trong phạm vi nghiên cứu, nhóm chỉ tập trung đánh giá khả năng hút chính xác 1 hạt mỗi lần hút. Thí nghiệm được thực hiện theo các điều kiện mô tả trong Bảng 1, trong đó thí nghiệm sử dụng giống lúa hạt dài ST24, áp suất chân không duy trì ở mức 12 kPa và tốc độ quay của động cơ là 10,5 vòng/phút. Các mũi hút có các đường kính lần lượt là 0,7 mm, 1 mm, 1,3 mm, 1,5 mm và 2 mm, như mô tả trong Hình 12, nhằm khảo sát ảnh hưởng của kích thước mũi hút đến khả năng hút chính xác một hạt mỗi lần hút.



**Hình 12. Các mũi kim hút được sử dụng trong thí nghiệm**

Áp suất chân không trong thí nghiệm được đo bằng thiết bị SMC ZSE30A-01-N tại hai thời điểm: trước khi vận hành hệ thống (đồng hồ hiển thị giá trị 0,7 kPa) và trong quá trình vận hành ổn định (đồng hồ hiển thị giá trị -11,3 kPa), như trong Hình 13. Chênh lệch giữa hai giá trị đo được là -12,0 kPa.

Hai loại mẫu lúa được sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: lúa khô (sau khi được làm sạch) và lúa ướt (sau khi được ngâm ủ theo quy trình mô phỏng điều kiện gieo sạ thực tế), được trình bày trong Hình 14.

Đối với mỗi đường kính ống hút và từng loại mẫu lúa, thí nghiệm được lặp lại ba lần độc lập, với mỗi lần bao gồm 50 chu kỳ hút hạt. Do thí nghiệm được tiến hành ở tốc độ quay cố định của động cơ là 10,5 vòng/phút, nên thời gian giữa hai lần hút liên tiếp của các mũi hút được giữ ổn định trong tất cả các lần thí nghiệm. Tuy nhiên, việc đo lường thời gian cần thiết để hút từng hạt không được thực hiện trực tiếp, mà tập trung đánh giá độ chính xác hút hạt trên mỗi chu kỳ hoạt động của hệ thống.

Kết quả được tính dựa trên giá trị trung bình của ba lần lặp lại thí nghiệm ở cùng điều kiện đối với từng mũi hút, nhằm đảm bảo tính đồng bộ và độ tin

cậy. Các kết quả này được trình bày chi tiết trong Bảng 2 (đối với mẫu lúa khô) và Bảng 3 (đối với mẫu lúa ướt).

**Bảng 1. Các điều kiện thí nghiệm**

Mẫu	Giống lúa	Áp suất chân không	Tốc độ quay của động cơ	Đường kính mũi hút (mm)
Lúa khô	ST24	12 kPa	10,5	0,7; 1; 1,3; 1,5
Lúa ướt			vòng/phút	1; 1,3; 1,5; 2



Áp suất trước khi đo

Áp suất khi đo

**Hình 13. Quá trình đo áp suất chân không**



Lúa khô

Lúa ướt

**Hình 14. Nguyên liệu dùng cho thí nghiệm**

### 3. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả

Mô hình thí nghiệm thực tế (Hình 15) được chế tạo, lắp ráp theo đúng bản vẽ thiết kế và nguyên lý hoạt động đã được đề xuất trước đó. Các thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm, do đó bộ phận thổi khí chưa được tích hợp, dẫn đến việc

chưa thể đánh giá hiệu quả làm việc của bộ phận này trong phạm vi nghiên cứu hiện tại.

Nội dung nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá khả năng hút chính xác một hạt cho mỗi chu kỳ hút, đồng thời phân tích khả năng hút hạt thành công và tỷ lệ nhả hạt chính xác của bộ phận hút chân không. Thí nghiệm được thực hiện theo các điều kiện được mô tả trong Bảng 1, trong đó mẫu lúa sử dụng là lúa ướt đã được xử lý bằng phương pháp ngâm và ủ trước khi tiến hành thử nghiệm.



**Hình 15. Mô hình thí nghiệm thực tế**

**Bảng 2. Kết quả trên lúa khô**

Đường kính ống hút	Mũi hút	Số hạt mà từng mũi hút trung bình (%)					Khả năng hút được hạt trung bình (%)	Tỷ lệ nhả lúa trung bình (%)
		0	1	2	3	≥4		
0,7 mm	Mũi 1	74,67	25,33	0	0	0	25,33	97,62
	Mũi 2	64	35,33	0,67	0	0	36	93,33
	Mũi 3	64	34	2	0	0	36	93,32
1,0 mm	Mũi 1	18	71,33	9,33	1,33	0	82	96,35
	Mũi 2	12,67	72	14	1,33	0	87,33	96,06
	Mũi 3	21,33	68,67	8,67	1,33	0	78,67	93,81
1,3 mm	Mũi 1	8,67	58	25,33	6,67	1,33	91,33	96,99
	Mũi 2	8	33,33	40	13,33	5,33	92	97,36
	Mũi 3	9,33	56,67	27,33	6,67	0	90,67	94,62
1,5 mm	Mũi 1	3,33	26,67	38,67	18,66	12,67	96,67	99,06
	Mũi 2	0	18	37,33	26	18,67	100	98,41
	Mũi 3	0,67	30,67	37,33	20	11,33	99,33	97,51

**Bảng 3. Kết quả trên lúa ứt**

Đường kính ống hút	Mũi hút	Số hạt mà từng mũi hút trung bình (%)					Khả năng hút được hạt trung bình (%)	Tỷ lệ nhả lúa trung bình (%)
		0	1	2	3	≥4		
1,0 mm	Mũi 1	90,67	9,33	0	0	0	9,33	68,89
	Mũi 2	77,33	22	0,67	0	0	22,67	86,71
	Mũi 3	54,67	42,67	2,66	0	0	45,33	80,96
1,3 mm	Mũi 1	24	66,67	9,33	0	0	76	92,01
	Mũi 2	27,33	60	12,67	0	0	72,67	92,05
	Mũi 3	22	65,33	12	0,67	0	78	89,05
1,5 mm	Mũi 1	9,33	55,33	26,67	8,67	0	90,67	99,07
	Mũi 2	20,67	56	20	2,67	0,66	79,33	92,24
	Mũi 3	10,67	51,33	33,33	2,67	2	89,33	95,11
2,0 mm	Mũi 1	6,67	34,67	32	17,33	9,33	93,33	99,71
	Mũi 2	0	17,33	36	24	22,67	100	98,45
	Mũi 3	0	28,67	45,33	16	10	100	98,41

Công thức tính:

Số hạt mà từng mũi hút trung bình (%)

$$\% H_X = \frac{S_h \cdot 100\%}{S_N} \quad (1)$$

Trong đó:

$\% H_X$ : tỷ lệ phần trăm số lần hút được X hạt,

X: là số lượng hạt được hút thành công trong một chu kỳ (0 hạt, 1 hạt, 2 hạt, 3 hạt, ≥4 hạt),

$S_h$ : tổng số lần hút được X hạt qua các lần lặp thí nghiệm,

$S_N$ : tổng số chu kỳ hút trong N lần thí nghiệm.

$$S_N = N \cdot T = 3 \cdot 50 = 150 \quad (2)$$

N: là số lần thí nghiệm (N = 3 lần),

T: số chu kỳ hút trong mỗi lần lặp (T = 50 chu kỳ/lần),

Khả năng hút được hạt trung bình (%).

$$KNHH_{TB} = \% H_1 + \% H_2 + \% H_3 + \% H_{\geq 4} \quad (3)$$

$KNHH_{TB}$ : khả năng hút được hạt trung bình (%) (tổng phần trăm các trường hợp hút được 1 hạt, 2 hạt, 3 hạt hoặc ≥ 4 hạt),

$\% H_1, \% H_2, \% H_3, \% H_{\geq 4}$ : tỷ lệ phần trăm số lần hút được 1, 2, 3, hoặc ≥ 4 hạt, tính theo công thức (1).

Bảng 2 đã thể hiện kết quả tổng quát thực nghiệm về khả năng hút hạt lúa và tỷ lệ nhả lúa khô của các mũi hút có các đường kính khác nhau (0,7 mm; 1,0 mm; 1,3 mm và 1,5 mm) với áp suất chân không của máy là 12 kPa.

Trước tiên, khi xét đến ảnh hưởng của đường kính ống hút, kết quả có thể cho thấy rằng khi đường

kính ống tăng dần từ 0,7 mm đến 1,5 mm thì khả năng hút được hạt lúa trung bình tăng rõ rệt. Cụ thể, với đường kính ống là 0,7 mm thì khả năng hút được hạt lúa của mỗi mũi chỉ đạt lần lượt là 25,33%; 36%; 36%, trong khi đó đối với mũi có đường kính ống là 1,5 thì khả năng hút tăng lên lần lượt là 96,67%; 100%; 99,33%. Điều này cho thấy rằng việc tăng đường kính ống hút làm cho diện tích tiếp xúc giữa đầu hút và hạt tăng lên, đồng thời lưu lượng khí hút qua ống cũng lớn hơn, từ đó tạo ra lực hút cao hơn tại đầu hút.

Xét về số lượng hạt hút được, đặc biệt là khả năng hút chính xác 1 hạt, các mũi có đường kính ống 1,0 mm là tối ưu nhất. Cụ thể, các mũi ở đường kính này cho ra tỷ lệ hút được 1 hạt cao nhất, dao động từ 68,67% đến 72%, trong khi tỷ lệ hút trên 2 hạt rất thấp. Ngược lại, với các mũi có đường kính ống hút là 0,7 mm khả năng hút được 1 hạt bị hạn chế khi tỷ lệ này chỉ đạt được 25,33% đến 34%, phần lớn các lần hút không hút được hạt hoặc chỉ đạt 1 hạt với tỷ lệ thấp.

Đối với các mũi có đường kính ống lớn hơn như 1,3 mm và 1,5 mm, khả năng hút được hạt trung bình tăng lên đáng kể lần lượt từ 90,67% đến 100%. Tuy nhiên, điều này cũng làm cho tỷ lệ hút nhiều hạt (2, 3 hoặc ≥ 4) tăng rõ rệt, đặc biệt là trường hợp các mũi có đường kính 1,5 mm với tỷ lệ hút hạt ≥ 2 chiếm trên 68,67% số lần hút.

Các mũi hút có đường kính 0,7 mm cho thấy tỷ lệ hút hạt thành công rất thấp, chủ yếu do miệng hút quá nhỏ, làm giảm diện tích tiếp xúc với hạt lúa. Đồng thời, đường kính kim hút nhỏ cũng làm hạn chế lưu lượng khí chân không, khiến lực hút tại đầu mũi không đủ mạnh để giữ được hạt. Bên cạnh đó, hình dạng thon dài và bề mặt nhám của hạt lúa khô

càng làm tăng độ khó trong việc tiếp xúc và giữ ổn định hạt khi sử dụng các ống hút kích thước nhỏ. Tất cả những yếu tố này khiến các mũi hút có đường kính 0,7 mm hoạt động kém hiệu quả, thể hiện rõ qua tỷ lệ không hút được hạt rất cao tại mũi số 1 với 74,67%.

Tỷ lệ nhả hạt lúa trong các trường hợp đều đạt mức cao, từ 93% trở lên nhưng kết quả này vẫn chưa đạt đến mức tuyệt đối. Dù cơ chế ngắt lực hút chân không đã được sử dụng và có kết hợp dao động cơ học để hỗ trợ nhả hạt nhưng vẫn có một số trường hợp hạt không được nhả ra hoàn toàn. Nguyên nhân là do hình dạng dài, nhọn và không đồng đều của hạt lúa dẫn đến trong quá trình hút đầu nhọn hạt lúa đâm vào miệng hút, điều này khiến chúng bị mắc lại hoặc không rơi thẳng xuống sau khi ngắt dòng khí chân không, làm giảm hiệu quả nhả hạt.

Bảng 3 cho thấy rằng ống hút có đường kính 1,3 mm đạt độ chính xác trung bình cao nhất khi hút chỉ 1 hạt, với kết quả ở ba mũi hút lần lượt là 66,67%, 60% và 65,33%. Tuy nhiên, nếu xét về khả năng hút được hạt nói chung (không phân biệt số lượng), thì ống hút 2,0 mm lại cho kết quả tốt nhất, với độ chính xác trung bình của mũi 1 là 93,33%, mũi 2 và mũi 3 đều đạt 100%.

Nhìn chung, khi đường kính ống hút tăng, thì độ chính xác trong việc hút đúng 1 hạt lại có xu hướng giảm, trong khi khả năng hút được hạt lại tăng. Điều này xảy ra vì khi đường kính ống hút lớn hơn, thì lực hút và diện tích tiếp xúc giữa ống hút và hạt lúa cũng tăng theo. Nhờ đó, ống hút có thể dễ dàng hút được nhiều hạt hơn (2, 3 hoặc thậm chí ≥ 4 hạt) so với các ống hút nhỏ. Đây là lý do dẫn đến mối quan hệ tỷ lệ nghịch giữa khả năng hút đúng 1 hạt và khả năng hút được hạt nói chung.

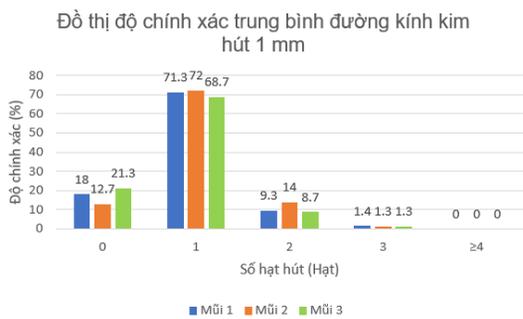
Khả năng hút hạt thành công trung bình của các ống hút có đường kính 2,0 mm cao nhất với độ chính

xác của mũi 1, mũi 2 và mũi 3 lần lượt là 99,33%, 100% và 100%. Trong khi đó, đối với đường kính ống hút 1,0 mm thì tỷ lệ này lại thấp nhất với độ chính xác của mũi 1, mũi 2 và mũi 3 lần lượt là 9,33%, 22,67% và 45,33%. Điều này xảy ra vì áp suất dòng khí chân không tỷ lệ thuận với đường kính ống hút, vì vậy khi đường kính ống hút tăng dần, góp phần tăng tỷ lệ hút hạt thành công và giữ hạt chắc chắn hơn. Bên cạnh đó, việc tăng đường kính ống hút còn góp phần tăng diện tích tiếp xúc giữa ống hút với hạt lúa, giúp tăng khả năng bao phủ của dòng khí chân không và giảm tình trạng kẹt hạt khi hút.

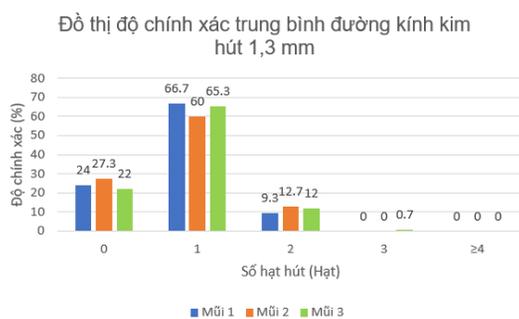
Tỷ lệ nhả hạt thành công trung bình cao nhất đạt được đối với lúa ướt ở các ống hút có đường kính 2,0 mm, với độ chính xác của mũi 1, mũi 2 và mũi 3 lần lượt là 99,71%, 98,45% và 98,41%. Ngược lại, các ống hút có đường kính 1,0 mm lại cho tỷ lệ nhả hạt thấp nhất, với độ chính xác tương ứng là 93,6%, 93,98% và 93,55%. Nguyên nhân của sự chênh lệch này là do mức độ tập trung áp suất hút tại tâm của đầu ống 1,0 mm cao hơn so với ống 2,0 mm. Diện tích mặt cắt nhỏ khiến áp lực hút tập trung vào vùng rất hẹp, làm hạt bị hút chặt vào đầu ống. Khi ngắt chân không, lực giữ vẫn còn đủ mạnh khiến hạt khó rơi ra. Bên cạnh đó, phần đầu của hạt lúa có kích thước gần bằng 1 mm, nên khi dùng ống hút đường kính nhỏ, đầu ống có xu hướng ghim chặt vào đầu hạt, càng làm cho quá trình nhả hạt trở nên khó khăn hơn.

**3.2. Thảo luận**

Hình 16 là kết quả độ chính xác hút hạt, tỷ lệ hút đúng một hạt lúa khô cao nhất đạt được khi sử dụng ống hút có đường kính 1,0 mm, với độ chính xác tại các mũi 1, 2 và 3 lần lượt là 71,33%; 72,00% và 68,67%. Trong khi đó, đối với lúa ướt, ống hút đường kính 1,3 mm cho kết quả tốt nhất, với độ chính xác tương ứng là 66,67%; 60,00% và 65,33%.

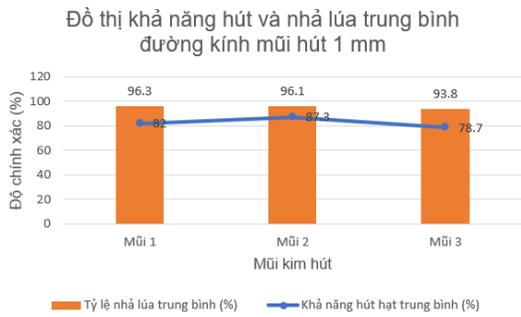


**Hình 16a. Kết quả trên lúa khô**

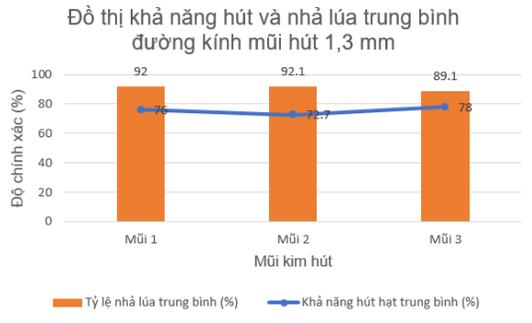


**Hình 16b. Kết quả trên lúa ướt**

**Hình 16. Kết quả về độ chính xác trên đường kính ống hút tốt nhất trên lúa khô và lúa ướt**



**Hình 17a. Kết quả trên lúa khô**



**Hình 17b. Kết quả trên lúa ướt**

**Hình 17. Kết quả khả năng hút được và tỷ lệ nhả lúa trên đường kính ống hút tốt nhất trên lúa khô và lúa ướt**

Sự khác biệt này được lý giải bởi đặc tính vật lý giữa lúa khô và lúa ướt. Lúa ướt đã được ngâm và ủ để nảy mầm, khiến hạt hút no nước và tăng khối lượng. Do đó, việc hút một hạt lúa ướt đòi hỏi lực hút lớn hơn. Ống hút đường kính 1,3 mm tạo ra lực hút tổng lớn hơn so với ống 1,0 mm, góp phần nâng cao hiệu quả hút hạt lúa ướt.

Mặc dù đã lựa chọn đường kính ống hút tối ưu cho từng loại hạt, tỷ lệ hút đúng một hạt ở lúa khô vẫn cao hơn so với lúa ướt. Nguyên nhân là do lúa ướt sau khi ủ bắt đầu nảy mầm (mầm dài khoảng 3–4 mm), điều này làm tăng khả năng dính chùm giữa các hạt. Hiện tượng này không chỉ ảnh hưởng đến độ chính xác khi hút một hạt, mà còn gây cản trở trong quá trình nhả hạt.

Cụ thể, khả năng nhả hạt thành công của lúa ướt khi dùng ống hút 1,0 mm đạt độ chính xác tại mũi 1, 2 và 3 lần lượt là 68,89%; 86,71% và 80,96%, thấp hơn so với lúa khô (96,35%; 96,06% và 93,81%) (Hình 17).

Về khả năng hút hạt, lúa khô với ống hút 1,0 mm cho kết quả tại mũi 1, 2 và 3 là 82,00%; 83,73% và 78,67%; trong khi lúa ướt chỉ đạt 9,33%; 22,67% và 45,33%. Nguyên nhân là do lúa khô có kích thước nhỏ gọn, không chiếm quá nhiều không gian trong lòng ống, trong khi lúa ướt kèm mầm có thể lấp đầy hoặc làm tắc miệng ống, cản trở lực hút hiệu quả.

## 4. KẾT LUẬN

### 4.1. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nguyên lý hút chân không đã được ứng dụng vào trong mô hình máy gieo sạ lúa theo cụm nhằm xác định khả năng hút và nhả chính xác một hạt giống trên giống lúa ST24 trong hai điều kiện mẫu lúa khô và lúa ướt. Các thông số thí nghiệm bao gồm áp suất chân không là 12 kPa, tốc độ quay của động cơ là 10,5 vòng/phút và sáu

đường kính ống hút lần lượt là 0,7 mm; 1,0 mm; 1,3 mm; 1,5 mm và 2,0 mm. Kết quả cho thấy, đối với lúa khô, đường kính ống hút 1,0 mm cho hiệu quả cao nhất với tỷ lệ hút chính xác một hạt lần lượt 3 mũi đạt 71,33%; 72% và 68,67%. Trong khi đó, đối với lúa ướt, đường kính 1,3 mm đạt hiệu suất tốt nhất, lần lượt là 66,67%; 60% và 65,33%. Khi so sánh trên cùng một đường kính ống hút, lúa khô luôn cho tỷ lệ hút và nhả hạt cao hơn lúa ướt, cho thấy độ ẩm hạt có ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất của hệ thống hút chân không.

So với nghiên cứu của Dang et al, 2022 đã thiết kế hệ thống gieo hạt điều khiển bằng giọng nói cho các loại hạt như cải ngọt và rau đay, mô hình hút chân không trong nghiên cứu này đạt hiệu suất thấp hơn. Nguyên nhân chủ yếu xuất phát từ sự khác biệt về hình dạng và kích thước hạt: hạt lúa có hình dạng thuôn dài, khối lượng lớn hơn và bề mặt không đều, trong khi hạt cải và rau đay thường nhỏ, tròn đều và nhẹ hơn. Điều này khiến việc tạo độ kín và lực hút ổn định đối với hạt lúa trở nên khó khăn hơn, từ đó ảnh hưởng đến hiệu suất hút và nhả hạt chính xác trong quá trình gieo sạ.

### 4.2. Cải tiến mô hình

Để tiếp tục hoàn thiện mô hình, nhóm nghiên cứu đề xuất một số hướng cải tiến như:

Việc thử nghiệm hút lúa với các đường kính, giống lúa khác cần được thực hiện để thu thập và tổng hợp thêm nhiều số liệu, qua đó có thể nâng cao độ tin cậy của mô hình.

Việc thử nghiệm với nhiều tốc độ quay khác nhau của động cơ cần được tiến hành để chọn ra tốc độ tối ưu nhằm nâng cao độ chính xác của mô hình.

Việc hút hạt lúa ở điều kiện áp suất khác cần được thử nghiệm nhằm đánh giá và lựa chọn áp suất tối ưu cho việc hút lúa một cách chính xác.

Cơ cấu chổi quét tại ống chữ Y cần được thiết kế thêm nhằm khắc phục tình trạng các hạt lúa không được nhả sẽ được di chuyển về phễu đựng lúa ảnh hưởng đến độ chính xác của mô hình.

Góc nghiêng của phễu đựng cần được thay đổi lúa nhằm đánh giá và chọn ra góc độ tối ưu, góp phần nâng cao khả năng lấy hạt của bộ phận ống hút chân không.

Van xả khí nhanh hoạt động cơ cần được thay thế bằng van xả khí điện từ nhằm nâng cao độ chính xác của mô hình sạ lúa.

Cơ cấu sàng rung cần được sử dụng thay cho động cơ rung tại bộ phận phễu đựng lúa giúp hạt lúa phân bố đều theo phương ngang và lấp đầy các khoảng trống tại vị trí các kim hút thực hiện việc lấy giống.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Tran, D. T. H., Tran, H. Đ., Nguyen, T. Đ., & Le, S. T. H. (2017). Effects of seeding density on the growth, development, and yield of two white-backed planthopper-resistant rice varieties, HP10 and DDT, in Thua Thien Hue. *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, 126(3C), 78-87 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v126i3C.3876>
- Nguyen, H. V., Nguyen, N. T., Nguyen, H. V., Tran, N. C. T., Balingbing, C., Sandro, J., Gummert, M., & Kumar, V. (2023). *Mechanization and post-harvest management: Supporting sustainable and low-emission rice production*. International Rice Research Institute (IRRI), GIZ, CGIAR, CORIGAP.
- Dang, P. M., Nguyen, D. B. T., Dang, H. T., Tran, T. M., Huynh, M. C., & Nguyen, S. N. (2020). Design and manufacture of a voice-controlled seeding machine through smartphone. *Journal of Technical Education Science*, 15(3), 76-83 (in Vietnamese). <https://www.jte.edu.vn/index.php/jte/article/view/295>
- Truong, M. V., Ngo, H. T., Duong, H. M., & Duong, N. N. (2022). Design and Evaluation of a Grooved-Shaft Rice Seeding Mechanism for Row Seeding Machines. *The University of Danang – Journal of Science and Technology*, 20(4), 80 – 86 (in Vietnamese). <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/7691>
- Xing, H., Wang, Z., Luo, X., Zang, Y., Yang, W., Zhang, M., & Ma, Y. (2018). Design of an active seed throwing and cleaning unit for pneumatic rice seed metering device. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2), 62-69. <https://dx.doi.org/10.25165/j.ijabe.20181102.3844>
- Zha, X., Chen, L., Chen, D., He, Y., & Yang, R. (2024). Design and Testing of a Branched Air-Chamber Type Pneumatic Seed Metering Device for Rice. *Agriculture; Basel*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture14111934>
- He, X., Zaiman, W., Xiwen, L., Xiaoman, C., Chunbo, L., & Ying, Z. (2017). General structure design and field experiment of pneumatic rice direct-seeder. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(6), 31-42. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20171006.3142>
- Wang, B., Luo, X., Wang, Z., Zheng, L., Zhang, M., Dai, Y., & Xing, H. (2018). Design and field evaluation of hill-drop pneumatic central cylinder direct-seeding machine for hybrid rice. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(6), 33-40. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181106.4175>