



INITIATIVE ON
Asian Mega-Deltas



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

RiceEco

CƠ GIỚI HÓA VÀ QUẢN LÝ SAU THU HOẠCH HỖ TRỢ SẢN XUẤT LÚA GẠO BỀN VỮNG VÀ PHÁT THẢI THẤP



CƠ GIỚI HÓA VÀ QUẢN LÝ SAU THU HOẠCH HỖ TRỢ SẢN XUẤT LÚA GẠO BỀN VỮNG VÀ PHÁT THẢI THẤP

Nhóm tác giả:

Nguyen Van Hung¹, Nguyen Thanh Nghi², Nguyen Van Hieu³,
Tran Thi Cam Nhung¹, Carlito Balingbing¹, Joseph Sandro¹,
Martin Gummert¹, Virender Kumar¹

¹International Rice Research Institute

²Nong Lam University

³Tien Giang University

Mục lục

1. Tổng quan về thách thức và các giải pháp	1
2. Cơ giới hóa	5
2.1. San phẳng laser	5
2.2. Cơ giới hóa xuống giống	8
2.2.1. Cơ giới hóa khâu cấy	8
2.2.2. Cơ giới hóa gieo sạ trực tiếp	10
2.2.3. Tóm tắt ưu điểm của máy sạ và máy cấy so với sạ lan	13
3. Quản lý thu hoạch và sau thu hoạch	15
3.1. Thu hoạch	15
3.1.1. Thời điểm thu hoạch	15
3.1.2. Các phương thức thu hoạch	17
3.2. Sấy và bảo quản	18
3.2.1. Máy sấy “bong bóng” năng lượng mặt trời (SBD)	21
3.2.2. Máy sấy tĩnh vĩ ngang	22
3.2.3. Sấy khô 2 giai đoạn dùng cho quy mô công nghiệp	23
3.2.4. Bảo quản kín	24
3.3. EasyHarvest - công cụ cho quản lý cơ giới hoá và sau thu hoạch thông minh	25
4. Quản lý rơm rạ bền vững và kinh tế tuần hoàn từ rơm	27
4.1. Cơ giới hóa thu gom rơm rạ	27
4.2. Trồng nấm rơm từ rơm rạ	29
4.3. Làm thức ăn gia súc từ rơm rạ	30
4.4. Cơ giới hóa sản xuất phân bón từ rơm	30
5. Tài liệu tham khảo	33



1. Tổng quan về thách thức và các giải pháp

Sản xuất lúa gạo ở châu Á và châu Phi đang phải đối mặt với tình trạng thiếu lao động và các vấn đề biến đổi khí hậu như hạn hán và lũ lụt bất thường, khiến năng suất không ổn định và nguy cơ mất mùa cao. Ngoài ra, hiệu quả canh tác thấp, lượng khí thải carbon cao và tổn thất sau thu hoạch cao là những hạn chế lớn trong sản xuất lúa gạo. Hiệu quả canh tác thấp (chi phí năng lượng, chi phí lao động và mức sử dụng đầu vào nông học cao) chủ yếu là do tình trạng yếu kém trong các vấn đề dòn dền đổi thửa, hệ thống canh tác, và đồng ruộng không bằng phẳng. Những phương thức không hiệu quả này cùng với việc để nước ngập liên tục, đốt rơm trên đồng hoặc vùi rơm trên ruộng ngập nước gây ra lượng khí thải carbon cao. Hơn nữa, thu hoạch và quản lý sau thu hoạch không tối ưu cũng gây ra tổn thất sau thu hoạch cao (hơn 10%) và cũng làm tăng đáng kể lượng khí thải tính trên đơn vị sản phẩm thu được. Tài liệu này giới thiệu một số giải pháp cơ giới hóa và sau thu hoạch, đã được IRRI và các đối tác nghiên cứu và phát triển, để giải quyết những thách thức và vấn đề nêu trên.



- i) Cơ giới hóa: San phẳng đồng ruộng điều khiển bằng laser (LLL) và cơ giới hóa gieo cấy giúp tăng đáng kể hiệu quả sử dụng nông học (Hình 1). Việc áp dụng LLL kết hợp với gieo sạ chính xác và quản lý dinh dưỡng trong sản xuất lúa đã cải thiện thu nhập ròng của nông dân từ việc giảm được các chỉ số như lượng giống, nước tưới, vật tư nông học, rủi ro sâu bệnh và dịch hại, đổ ngã và tổn thất sau thu hoạch.



Hình 1. Cơ giới hóa tăng hiệu suất canh tác và giảm phát thải trong sản xuất lúa gạo.

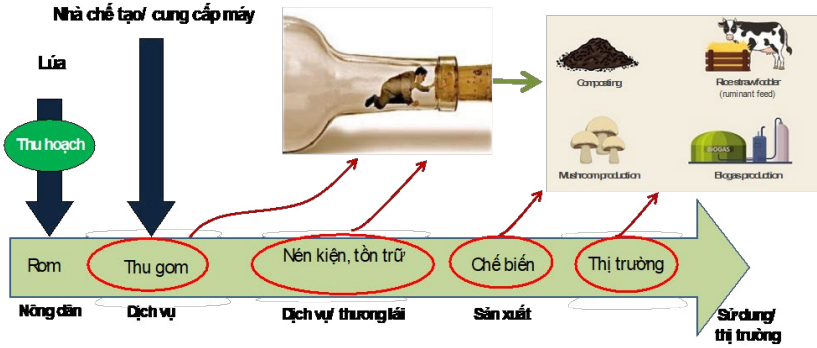
- ii) Quản lý sau thu hoạch: tối ưu hóa thời gian và công nghệ thu hoạch, vận chuyển lúa, sấy, bảo quản và quản lý xay xát giúp giảm đáng kể tổn thất sau thu hoạch và duy trì tối đa chất lượng hạt. Một số giải pháp tốt được sử dụng rộng rãi để xử lý và chế biến lúa gạo sau thu hoạch được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Các giải pháp sau thu hoạch hỗ trợ chuỗi giá trị lúa gạo bền vững và phát thải thấp

- iii) Kinh tế tuần hoàn dựa trên rơm rạ: giải pháp này chuyển đổi các sản phẩm phụ hoặc chất thải thành sản phẩm hoặc đầu vào trong vòng tuần hoàn sinh học giúp giảm chất thải ra môi trường và tạo nguồn vật tư dồi dào cho canh tác hữu cơ và đáp ứng sản xuất bền vững. Kinh tế tuần hoàn dựa trên rơm rạ bao gồm các quá trình hay công nghệ như cơ giới hoá cuốn rơm, quản lý vận chuyển thông minh, trồng nấm, thức ăn gia súc, phân bón sinh học, nhựa sinh học và nông nghiệp đô thị (Hình 3). Việc lấy rơm rạ khỏi đồng ruộng để sản xuất những sản phẩm nói trên sẽ đáp ứng được yêu cầu về quản lý rơm rạ bền vững trong tiêu chuẩn sản xuất lúa gạo bền vững (SRP) và giảm đáng kể lượng

khí thải carbon trong sản xuất lúa gạo trên đất thấp ngập nước. Bên cạnh đó, phân bón hữu cơ sản xuất từ rơm rạ sẽ là nguồn nguyên liệu đầu vào chính cho sản xuất nông nghiệp hữu cơ.



Hình 3. Chuỗi giá trị rơm rạ và kinh tế tuần hoàn xanh



2. Cơ giới hóa

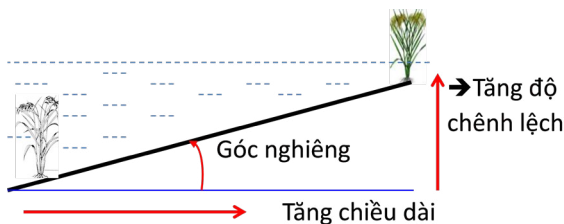
2.1. San phẳng laser

Đồng ruộng nhỏ, manh mún và mặt đồng không bằng phẳng dẫn đến hiệu quả sản xuất thấp như thất thoát giống, vật tư nông nghiệp đầu vào. Đó cũng là vấn đề cản trở quá trình cơ giới hóa và làm cho lúa đổ ngã và chín không đều dẫn đến thất thoát sau thu hoạch cao (Hình 4)



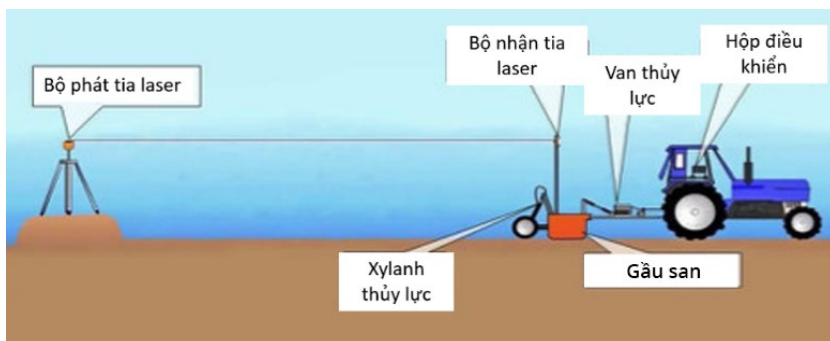
Hình 4. Đồng ruộng không bằng phẳng dẫn đến khó canh tác và lúa đổ ngã

Ruộng nghiêng thì không tăng kích thước được. Ví dụ, giả sử ruộng có độ dốc, thì nếu tăng kích thước lớn hơn làm cho độ chênh lệch cao hơn (Hình 5), dẫn đến hạn chế quản lý nước (đầu ngập đầu khô), trôi phân bón và thuốc trừ sâu về một bên.



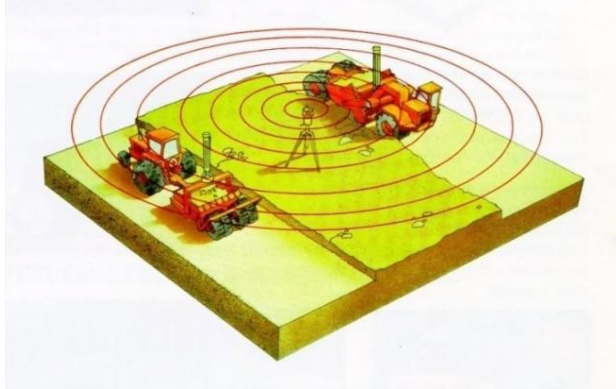
Hình 5. Sơ đồ độ dốc và kích thước ô

Kỹ thuật san phẳng mặt ruộng điều khiển bằng laser (LLL) được sử dụng để cải tạo đất chính xác trong canh tác lúa nhằm tối ưu hóa việc quản lý nước và cây trồng. LLL làm tăng năng suất và hiệu quả sử dụng đầu vào của nước, năng lượng và đầu vào nông học. Một hệ thống san phẳng laser (Hình 6), bao gồm một gầu san di chuyển đất được gắn vào một máy kéo 4 bánh. Một bộ phát laser được đặt cố định ở bên cạnh ruộng tạo ra một mặt phẳng laser nằm ngang phía trên ruộng (Hình 7). Một bộ thu laser gắn trên gầu san đo chiều cao của gầu san so với mặt phẳng tia laser và, thông qua một số điều khiển điện tử và thủy lực, điều chỉnh chiều cao của gầu san theo tín hiệu nhận được. Cơ chế này giữ cho gầu san luôn ở cùng một độ cao, dẫn đến việc đất được lấy đi từ các khu vực trên cao của cánh đồng và nhả xuống các khu vực thấp. So với phương pháp của nông dân hoặc thiết bị xới đất thông thường, LLL cho phép san phẳng mặt ruộng cực kỳ chính xác.



Hình 6. Các bộ phận trong hệ thống san phẳng laser.
Hình mô phỏng từ Kênh IRRI YouTube (2012)





Hình 7. LLL với bộ phát cố định tạo ra mặt phẳng laser truyền tín hiệu cho hai máy san đang hoạt động. Nguồn: RKB (2013)

Lợi ích của san phẳng laser

Công nghệ LLL có thể giảm độ không bằng phẳng của mặt ruộng xuống mức chênh lệch độ cao 1–2 cm, ngay cả trên cánh đồng lớn 3 ha; trong trường hợp này, độ dốc ruộng để thoát nước có thể để ở mức 0,02%. Ứng dụng công nghệ này có thể làm tăng hiệu quả sử dụng đất từ 3-6% khi dồn nhiều thửa ruộng nhỏ thành ruộng lớn; tiết kiệm nước tưới từ 20–40%; tăng hiệu quả sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu từ 10–13%; và năng suất lúa tăng 10–13%.

Thực tế ở các nước Đông Nam Á LLL được áp dụng với chu kỳ 5 năm để cải tạo đồng ruộng, thực hiện khi đất khô để đạt hiệu quả san phẳng cao hơn. Lợi ích của LLL bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như điều kiện đất đai, chất lượng thiết bị, vận hành công nghệ, v.v. LLL có thể giảm lượng khí thải carbon (cân bằng GHG cho tất cả đầu vào và đầu ra) ít nhất 10% trong sản xuất lúa gạo. Hơn nữa, ứng dụng LLL cho phép nông dân mở rộng quy mô cánh đồng bằng cách dồn nhiều thửa ruộng nhỏ thành ruộng lớn hơn và điều này cho phép tăng cơ giới hóa sản xuất lúa gạo, mang đến những lợi ích khác như quản lý dịch hại và cây trồng tốt hơn, giải quyết tình trạng thiếu lao động và tăng năng suất và hiệu quả sản xuất.



Mặt khác, có những thách thức trong việc thúc đẩy sử dụng công nghệ LLL như chi phí cao và thiếu dịch vụ sẵn có, thiếu các điều chỉnh áp dụng công nghệ cho phù hợp với quy mô đồng ruộng, v.v. Kỹ thuật LLL có thể hiệu quả hơn nếu được tích hợp với các công nghệ hỗ trợ khác như máy bay không người lái để khảo sát địa hình thực địa và lập lịch trình tối ưu hóa của các nhà cung cấp dịch vụ, chẳng hạn như sử dụng EasyHarvest (<https://easyharvest.irri.org>).

2.2. Cơ giới hóa xuống giống

Cần có các phương pháp cơ giới hoá phù hợp với quy mô và điều kiện cụ thể. Hiện nay, một số giải pháp đang phát triển như máy cấy và máy sạ hàng hoặc cụm, có thể giúp tăng độ chính xác xuống giống, sức sống của cây con, và năng suất. Thực hiện những phương pháp này cũng làm giảm lượng hạt giống, giảm sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu, sử dụng nước và lượng khí thải carbon so với các phương pháp sạ lan truyền thống bằng tay, máy phun và gieo hạt bằng máy bay không người lái.

2.2.1. Cơ giới hóa khâu cấy

Cấy lúa có thể thực hiện bằng tay hoặc bằng máy. Cấy thủ công là một phương pháp truyền thống đòi hỏi khoảng 100–200 giờ lao động trên một ha. Việc chuyển từ cấy thủ công sang cơ giới hóa đã và đang diễn ra ở ĐBSCL, đặc biệt là cho sản xuất lúa giống do có ưu điểm là tăng năng suất, giảm rủi ro sâu bệnh, giảm thất thoát sau thu hoạch và tạo điều kiện thuận lợi hơn cho khâu khử lẫn. Cấy lúa bằng cơ giới sử dụng hai hoạt động riêng biệt là làm mạ và cấy (Hình 8).





Hình 8a. Làm mạ



Hình 8b. Cấy bằng máy

So với phương pháp sạ lan, cấy có những ưu điểm sau:

- Giảm lượng giống sử dụng (40–60%): chính xác và không rủi ro thất thoát giống
- Giảm nguy cơ bị chim và chuột ăn hạt gieo trên ruộng.
- Kiểm soát cỏ dại tốt hơn: Cây lúa mọc sớm hơn so với cỏ dại trên đồng nên cỏ dại sẽ ít gây hại hơn. Điều này được hỗ trợ thêm bằng cách san phẳng mặt ruộng. Khi ruộng được san bằng tốt, cỏ dại có thể dễ dàng được kiểm soát bằng cách cho nước ngập cỏ mà không ngập lúa.
- Rễ bám sâu hơn vào đất, do đó ít có khả năng bị lún trong suốt quá trình sinh trưởng của cây lúa và dẫn tới giảm được khoảng 5-10% tổn thất sau thu hoạch
- Loại bỏ cây yếu trong sản xuất giống dễ dàng hơn trong lúc cấy.



2.2.2. Cơ giới hóa gieo sạ trực tiếp

Gieo sạ trực tiếp (DSR) là một phương thức phổ biến ở các nước châu Á nhằm đối phó với các vấn đề thiếu lao động. Trong đó sạ lan được áp dụng rộng rãi. Tuy nhiên, các biện pháp sạ lan sử dụng lượng hạt giống cao, thường là hơn 150 kg/ha do sạ không đồng đều. Do đó, cơ giới hóa gieo sạ trực tiếp (mDSR) chính xác hơn đã được phát triển để giải quyết các vấn đề nói trên.

Có hai loại mDSR chính bao gồm sạ khô và ướt. Sạ khô (Dry-mDSR) gần đây đã được áp dụng ở một số quốc gia như Ấn Độ, Trung Quốc, v.v.. Để đáp ứng nhu cầu và phù hợp với sự phát triển, Dry-mDSR hiện cũng đã được giới thiệu và thử nghiệm ở một số quốc gia Đông Nam Á như Campuchia và Philippines. Một số máy Dry-mDSR điển hình được thể hiện trong Hình 12.



Hình 12a. Sạ khô bằng máy ở Ấn Độ (Nguồn: Bhullar et al., 2022)



Hình 12b. Một số máy sạ khô được thử nghiệm tại Cambodia
(Nguồn: Martin and Flor, 2022)



Hình 12c. Một số máy sạ khô được thử nghiệm tại Philippines (Nguồn: Bautista, 2022)



Trong khi đó, sạ ướt (wet-mDSR) vẫn đang trong giai đoạn điều chỉnh để thích ứng, đặc biệt là đối với nhu cầu cao về lúa nước ở ĐBSCL của Việt Nam và Campuchia. Những thách thức chính đối với phương pháp này là: (1) yêu cầu phải san phẳng ruộng và chuẩn bị đất; và (2) nguy cơ thất thoát hạt giống do mưa bất thường. Một số máy sạ ướt điển hình đã được thử nghiệm tại ĐBSCL của Việt Nam được thể hiện trong Hình 13.



Hình 13. Một số máy gieo hạt ruộng ướt điển hình được thử nghiệm tại ĐBSCL

2.2.3. Tóm tắt ưu điểm của máy sạ và máy cấy so với sạ lan

Sạ hàng hoặc cụm bằng máy



Ưu điểm (so với sạ lan)

- Giảm lượng giống xuống 2-3 lần
- Giảm 20-30% lượng phân bón sử dụng và giảm nguy cơ sâu bệnh
- Không ảnh hưởng đến năng suất
- Giảm tổn thất sau thu hoạch từ giảm rủi ro đổ ngã và tăng chất lượng và độ đồng đều hạt
- Sử dụng ít nước hơn cấy (đối với cây con)
- Chi phí sạ = 1/3-1/2 so với cấy máy
- Giảm phát thải khí nhà kính

Nhược điểm (so với cấy máy)

- Vẫn phải sử dụng thuốc trừ cỏ (trước khi sạ)

Cấy bằng máy



Ưu điểm (so với sạ lan)

- Giảm lượng giống xuống 2-3 lần so với sạ lan
- Giảm 20-30% lượng phân bón sử dụng và giảm nguy cơ sâu bệnh
- Không ảnh hưởng đến năng suất
- Giảm tổn thất sau thu hoạch từ giảm rủi ro đổ ngã và tăng chất lượng và độ đồng đều khi cấy
- Giảm nguy cơ hạt bị chim và chuột ăn trên đồng ruộng.
- Kiểm soát cỏ tốt hơn: có thể tưới nước để kiểm soát cỏ sau khi cấy nên không cần phun thuốc diệt cỏ.

Nhược điểm

- Chi phí cấy cao (khoảng 4-5 triệu/ha), gấp đôi so với sạ bằng máy
- Phải sử dụng nhiều nước hơn cho làm mạ

3. Quản lý thu hoạch và sau thu hoạch

Các quy trình sau sản xuất lúa gạo, bao gồm tất cả các hoạt động từ thu hoạch đến xay xát, có mức tổn thất ước tính từ 10-40%. Trong số các quy trình này, thu hoạch và khâu sấy là nguyên nhân chính gây ra tổn thất về vật lý và chất lượng. Những tồn tại trong quản lý thu hoạch như thu hoạch sớm hoặc muộn, phương pháp thu hoạch thủ công... gây tổn thất sau thu hoạch trên 5% (cả chất lượng và số lượng). Tổn thất do phơi nắng trung bình là 2-5%. Ngoài ra, tổn thất sau thu hoạch cũng đáng kể từ sấy trể do thời gian vận chuyển lúa ướt từ đồng về lâu. Đây là những thách thức lớn ở hầu hết các quốc gia Đông Nam Á như Campuchia, Thái Lan và Việt Nam. Thu hoạch muộn dẫn đến rơi rụng cao. Sự chậm trễ quá 24 giờ ở khâu làm khô lúa ướt dẫn đến tổn thất chất lượng đáng kể lên đến 1%/ngày do bạc màu, nấm mốc và gãy gạo. Tài liệu này giới thiệu một số công nghệ và thực hành tốt hiện đang được IRRI và một số đối tác phát triển.

3.1. Thu hoạch

Thu hoạch lúa bao gồm cắt lúa, làm sạch và vận chuyển. Mục tiêu của toàn bộ hệ thống thu hoạch là tối đa hóa năng suất hạt và giảm thiểu thiệt hại và giảm chất lượng của hạt. Việc thu hoạch có thể được thực hiện thủ công bằng liềm, hoặc bằng máy với việc sử dụng máy tuốt lúa hoặc máy gặt đập liên hợp. Bất kể dùng phương pháp nào thì cũng đều cần phải tuân thủ các hướng dẫn cơ bản để đảm bảo rằng chất lượng hạt được duy trì trong quá trình thu hoạch và tổn thất thu hoạch được giữ ở mức tối thiểu.

3.1.1. Thời điểm thu hoạch

Thời điểm thu hoạch rất quan trọng để giảm tổn thất cả về số lượng và chất lượng. Hạt bị thất thoát trên đồng ruộng có thể xảy ra lúa đổ ngã và do các loài gây hại như chim, động vật gặm nhấm và côn trùng. Thu hoạch sớm hay gọi là thu hoạch non sẽ dẫn đến tỷ lệ hạt lép hoặc non cao hơn, làm giảm năng suất tổng thể, tăng tỷ lệ gãy hạt trong quá trình xay xát và



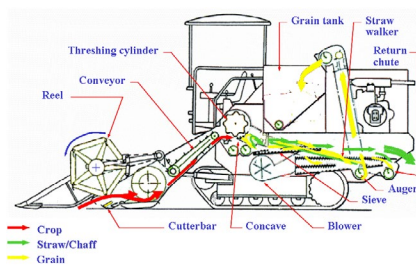
ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng hạt. Thu hoạch muộn sẽ làm tăng rơi rụng trên đồng ruộng và gãy gạo. Thời điểm thu hoạch cũng có thể ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm của hạt lúa trong sản xuất lúa giống. Một số phương pháp xác định thời điểm thu hoạch đúng như sau:

- Số hạt chín trên bông: Nên thu hoạch khi có 80–85% số hạt có màu vàng rơm.
- Độ ẩm hạt: Độ ẩm hạt tốt nhất khi thu hoạch là từ 22 – 24%. Nông dân thường xác định thời điểm thu hoạch bằng cách cắn hạt. Khi dùng răng cắn phải cảm nhận được các hạt chắc nhưng không giòn. Tuy nhiên, có thể xảy ra những sự khác biệt khá lớn trong ước tính độ ẩm khi sử dụng phương pháp này.
- Số ngày sau khi gieo: Thông thường, các giống ngắn ngày cho thu hoạch từ 100–120 ngày sau khi gieo, các giống trung bình từ 120–140 ngày và giống dài ngày 140–160 ngày sau khi gieo.
- Số ngày sau khi trổ đòng và trổ bông: Thời gian từ khi trổ đòng đến khi chín giống nhau đối với hầu hết các vụ lúa. Thời điểm thu hoạch tối ưu là 55–60 ngày sau khi bắt đầu trổ đòng hoặc 30 ngày sau khi trổ bông.
- Quản lý thu hoạch: Hạn chế tối đa việc sấy trể. Lúa nên được sấy trong vòng 24 giờ sau khi thu hoạch. Nếu để lâu, hạt sẽ bắt đầu nóng lên và đổi màu, tổn thất do mọt ăn và gãy gạo.



3.1.2. Các phương thức thu hoạch

Có hai phương thức thường được sử dụng để thu hoạch lúa ở Nam Á (SA) và Đông Nam Á (SEA): (1) cắt lúa thủ công và tuốt lúa bằng máy; và (2) máy gặt đập liên hợp. Phương thức thứ nhất gây thất thoát hạt cao hơn do việc thu hoạch và vận chuyển lúa bị chậm trễ giữa lúc cắt và tuốt lúa. Do đó, phương pháp thứ hai, thu hoạch bằng máy gặt đập liên hợp, đã nhanh chóng được áp dụng ở Châu Á để đáp ứng nhu cầu và giải quyết những hạn chế nói trên của phương pháp đầu tiên. Máy gặt đập liên hợp kết hợp việc cắt, tuốt lúa và làm sạch thành cơ chế hoạt động một lần (Hình 16). Hạt lúa được lưu trữ tạm thời trên máy liên hợp trước khi chuyển vào thùng chứa hoặc vào bao. Rơm được thải ra sau hoặc sang một bên của máy trộn thành luống. Một số máy liên hợp còn có cả máy băm rơm và thiết bị rải rơm đều. Việc sử dụng máy gặt đập liên hợp hợp lý có thể giúp giảm đáng kể tổn thất trong và sau thu hoạch do tránh thất thoát trong quá trình vận chuyển giữa các công đoạn cắt và tuốt lúa khác nhau cũng như do quá trình thu hoạch chậm.



Hình 16a. Sơ đồ của máy gặt đập liên hợp Crop Tiger với bộ đập dòng tiếp tuyến-trục (Nguồn: CLAAS)

Hình 16b. Một máy gặt đập liên hợp đang hoạt động tại Việt Nam



3.2. Sấy và bảo quản

Sấy là quá trình làm giảm độ ẩm của hạt. Sấy là khâu quan trọng nhất sau khi thu hoạch và việc sấy chậm hoặc sấy chưa khô hoàn toàn sẽ làm giảm chất lượng và khối lượng hạt. Sấy khô và bảo quản nên được coi là các hoạt động liên quan và trong một số trường hợp, có thể được kết hợp trong các nhà máy xay xát. Bảo quản hạt có độ ẩm cao sẽ làm giảm chất lượng.

Quá trình sấy nên bắt đầu càng sớm càng tốt sau khi thu hoạch vì ngay cả việc bảo quản hạt có độ ẩm cao trong thời gian ngắn cũng có thể làm giảm chất lượng hạt. Quá trình sấy lý tưởng nhất là trong vòng 12-24 giờ ngay sau khi thu hoạch. Bảng 2 cho thấy độ ẩm được khuyến nghị để bảo quản thóc và hạt giống cùng với các vấn đề khi độ ẩm vượt quá các giới hạn này.

Bảng 1. Hàm lượng ẩm cần thiết để bảo đảm an toàn trong các thời gian bảo quản khác nhau

Thời gian bảo quản	Độ ẩm cần thiết để bảo quản an toàn	Các vấn đề tiềm năng
Bảo quản từ vài tuần đến vài tháng	14% hoặc thấp hơn	Nấm mốc, đổi màu, mất khả năng hô hấp, côn trùng phá hoại
8 - 12 tháng	13% hoặc thấp hơn	Côn trùng phá hoại
Hơn một 1 năm	9 % hoặc thấp hơn	Hạt thóc/ giống bị hỏng (chết)



Các vấn đề có thể gặp phải khi hạt có độ ẩm cao

Hạt hút ẩm và độ ẩm cuối cùng phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí bao quanh nó. Điều này có nghĩa là khi hạt tiếp xúc với không khí có độ ẩm cao, độ ẩm sẽ tăng lên. Đây là một vấn đề lớn ở các vùng nhiệt đới trong mùa mưa khi độ ẩm tương đối có thể lên tới 95–100%. Các loại ngũ cốc và hạt được lưu trữ ở vùng khí hậu nhiệt đới phải đối mặt với các vấn đề sau:

Nhiệt: Khi hạt ướt được bảo quản trong bao tải hoặc với số lượng lớn, hạt sẽ nóng lên thông qua quá trình hô hấp tự nhiên. Nhiệt độ hạt từ 25 đến 40°C tạo điều kiện lý tưởng cho nấm mốc và côn trùng phát triển.

Nấm mốc: Sự phát triển của nấm mốc có thể truyền bệnh và tạo ra chất độc ngấm vào hạt. Mặc dù một số loại nấm mốc có khả năng xuất hiện trong hạt vào thời điểm thu hoạch, hệ thống sấy khô và bảo quản thích hợp sẽ ngăn chặn sự phát triển của các loại nấm mốc này.

Côn trùng: Sự phá hoại của côn trùng luôn là một vấn đề đối với ngũ cốc được bảo quản ngay cả khi hạt đã được sấy khô hoàn toàn. Tuy nhiên, độ ẩm thấp hơn và nhiệt độ thấp hơn sẽ giúp giảm các vấn đề về côn trùng. Ở nhiệt độ dưới 13°C, tất cả côn trùng sẽ không thể hoạt động được.

Đổi màu/chuyển vàng: Sự biến màu của hạt có liên quan chặt chẽ với sự tích tụ nhiệt trong hạt lúa sau khi thu hoạch. Hạt bị đổi màu làm giảm giá trị thị trường của gạo vì độ trắng và trong là đặc tính chất lượng quan trọng đối với người tiêu dùng.

Mất sức nảy mầm và sức sống: Hạt có độ ẩm cao hơn sẽ có tốc độ hô hấp nhanh hơn, làm giảm sức nảy mầm và sức sống của cây con. Sự gia tăng các loại nấm mốc và bệnh truyền qua hạt giống cũng làm giảm khả năng nảy mầm của hạt.



Mất độ tươi/phát sinh mùi: Gạo lưu kho trong thời gian dài ở độ ẩm và nhiệt độ cao sẽ phát sinh mùi khó chịu, làm giảm giá trị thị trường.

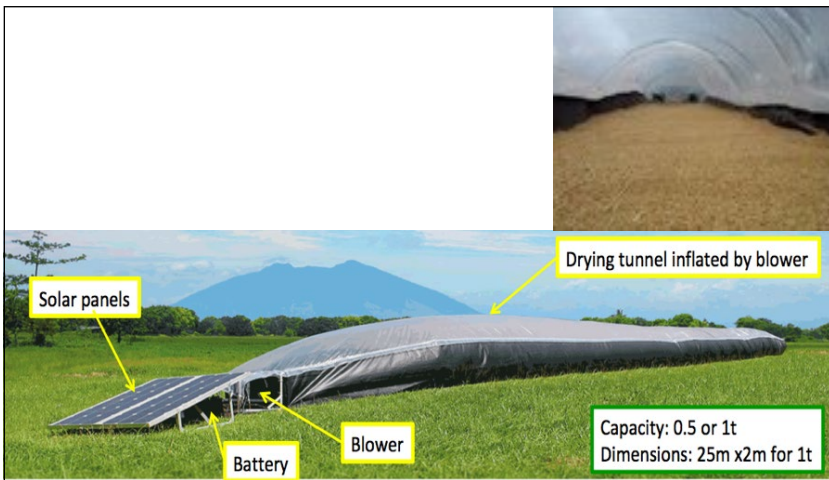
Giảm tỷ lệ gạo nguyên: Một nguyên nhân chính gây nứt hạt gạo là do hạt khô hút lại hoặc tái hấp thu ẩm. Điều này xảy ra khi hạt ướt được trộn lẫn với hạt khô và khi hạt khô tiếp xúc với không khí có độ ẩm tương đối cao. Các vết nứt trên hạt dẫn đến vỡ trong quá trình xay xát và làm giảm tỷ lệ thu hồi gạo nguyên.

Trong tài liệu này, chúng tôi giới thiệu một số công nghệ sấy và bảo quản điển hình cũng như các thực hành tốt đối với lúa do IRRI xúc tiến. Thông tin chi tiết được mô tả trong phần “Tài liệu tham khảo thêm”.

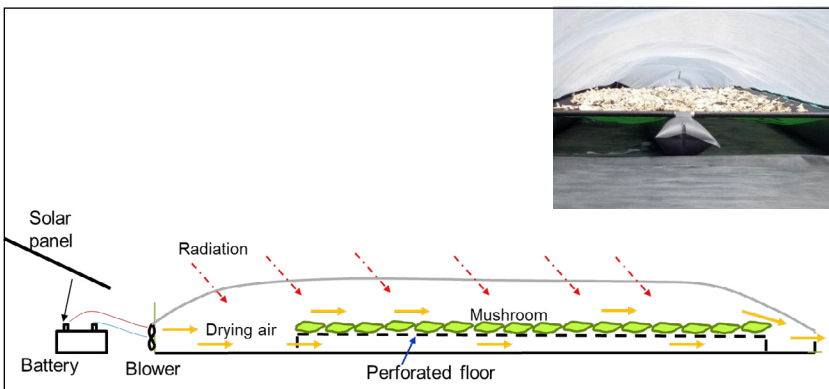


3.2.1. Máy sấy “bong bóng” năng lượng mặt trời (SBD)

Máy sấy bong bóng năng lượng mặt trời (Hình 17), chỉ sử dụng năng lượng mặt trời, được phát triển bởi IRRI, Đại học Hohenheim và GrainPro Inc.. Máy sấy này có công suất 1 tấn /mẻ với thời gian sấy khoảng 16 giờ đối với khí hậu ĐNA. SBD cũng được IRRI khai thác thêm để sấy khô nấm (Hình 18).



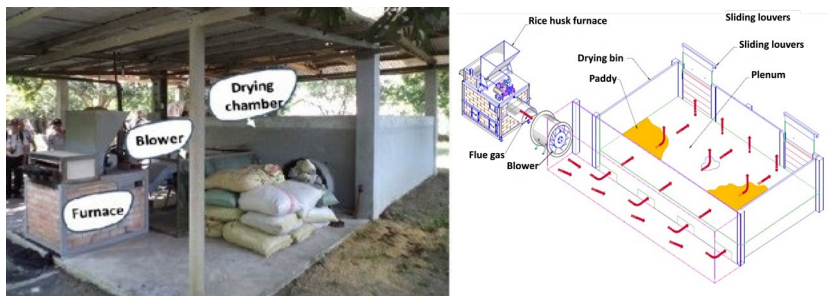
Hình 17. Máy sấy bong bóng năng lượng mặt trời để sấy lúa



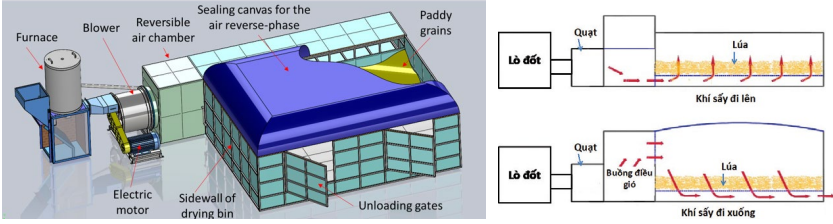
Hình 18. Máy sấy bong bóng năng lượng mặt trời để sấy nấm

3.2.2. Máy sấy tĩnh vĩ ngang

Công nghệ sấy vĩ ngang (FBD) để sấy khô lúa được sử dụng rộng rãi ở ĐNA vì những ưu điểm như chi phí sấy thấp và phù hợp cho cả quy mô nhỏ và quy mô công nghiệp. Chi phí sấy tính cả khấu hao máy móc, bảo dưỡng, nhân công, năng lượng vào khoảng 150,000 - 200,000 VNĐ/tấn thóc đã sấy khô. Một FBD bao gồm ba thành phần chính là quạt, lò đốt và buồng sấy (Hình 19a). Hạt được nạp vào một thùng hình chữ nhật trên sàn có đục lỗ. Lò đốt làm nóng không khí, được quạt hút và đẩy qua khối hạt cho đến khi nó thoát ra khỏi bề mặt khối hạt. Quá trình sấy tiếp tục cho đến khi khối hạt được sấy khô đến độ ẩm mong muốn, thường là 14%. FBD với không khí sấy di chuyển theo một hướng (thường hướng lên) được gọi là máy sấy phẳng thông thường (FBDC), trong khi đó FBD với không khí sấy di chuyển theo hai hướng, lên và xuống, được gọi là máy sấy vĩ ngang luồng không khí đảo chiều (FBDr) (Hình 19b). Vật liệu sấy được nạp vào thùng sấy với lớp dày 25–40 cm và 50–60 cm trên sàn lỗ tương ứng cho FBDC và FBDr. Nhiệt độ không khí sấy lần lượt nằm trong khoảng 42–45°C đối với hạt thông thường và 40–43°C đối với giống.



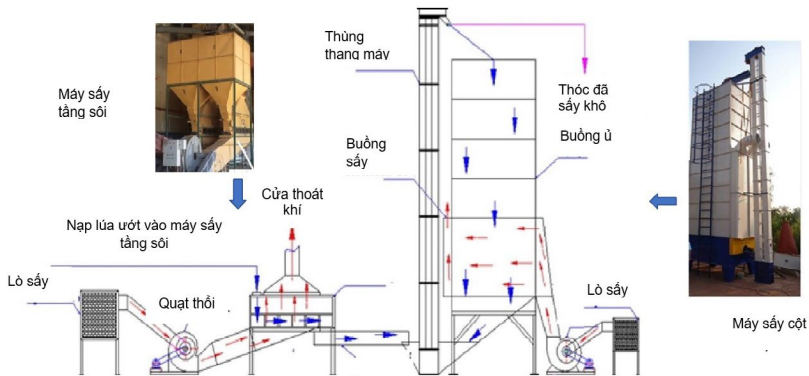
Hình 19a. Máy sấy vĩ ngang dùng để sấy lúa



Hình 19b. Máy sấy vì ngang luồng khí đảo chiều

3.2.3. Sấy khô 2 giai đoạn dùng cho quy mô công nghiệp

Hệ thống sấy hai giai đoạn, bao gồm máy sấy tầng sôi và máy sấy tháp tuần hoàn (Hình 20) phù hợp với quy mô công nghiệp do có ưu điểm là công suất cao, vận hành cơ giới hóa và tự động hóa. Lúa ướt được sấy khô bằng máy sấy tầng sôi ở giai đoạn 1, thường để giảm 2-4% độ ẩm hạt (MC), sau đó sấy đến khi MC đủ tiêu chuẩn bảo quản (thường là 14%) ở giai đoạn 2. Thông thường, hệ thống sấy hai giai đoạn với một tầng sôi và mười máy sấy tháp tuần hoàn có công suất 300 tấn/ngày làm việc (khoảng 8 giờ). Chi phí sấy khô của thiết bị này ở Đông Nam Á là khoảng 100,000-200,000 VNĐ cho mỗi tấn lúa khô.



Hình 20. Hệ thống sấy khô hai giai đoạn (sửa từ nguồn Nguyen-Van-Hung et al., 2018)

3.2.4. Bảo quản kín

Các hệ thống bảo quản kín hoặc dán kín là một phương tiện rất hiệu quả để kiểm soát độ ẩm của hạt và hoạt động của côn trùng đối với ngũ cốc được lưu trữ ở các vùng nhiệt đới. Trong bảo quản kín, độ ẩm của hạt được lưu trữ sẽ không thay đổi. Hô hấp của hạt và côn trùng làm giảm nồng độ oxy và tăng CO₂ sẽ tiêu diệt được côn trùng. Hệ thống bảo quản kín có thể tăng tỷ lệ gạo nguyên lên 10% và tăng gấp đôi khả năng sống của hạt, so với bảo quản thông thường trong kho.

Các thùng chứa kín có đủ hình dạng và kích cỡ (Hình 21). Những thùng này có nhiều loại từ một hộp nhựa nhỏ đến các đơn vị lưu trữ thương mại bằng nhựa kín phức tạp và tốn kém hơn với sức chứa 1t -1.000 tấn trên mỗi đơn vị. Túi Siêu Kín (Hermetic Super) có sức chứa 50 kg hiện cũng được bán sẵn và sử dụng rộng rãi.



Hình 21. Túi bảo quản kín (hermetic bag) của IRRI chứa 50kg (ảnh trái), Túi Cocoon™ sức chứa 5t (ảnh giữa), và Túi Cocoon 300t (ảnh phải).

3.3. EasyHarvest - công cụ cho quản lý cơ giới hoá và sau thu hoạch thông minh

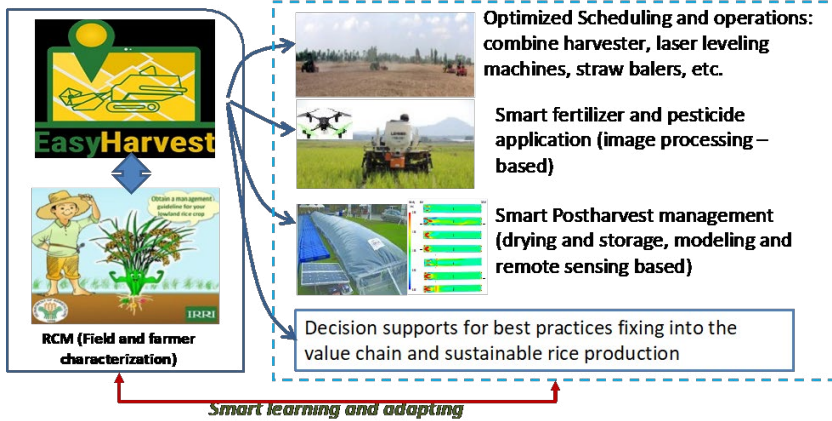
Việc sử dụng máy không phù hợp và hạn chế trong lập kế hoạch hoạt động thu hoạch giữa các nhà cung cấp dịch vụ có thể làm giảm hiệu quả cơ giới hóa. Một số tồn tại:

- Thiếu thông tin về máy và sự phối hợp giữa các nhà cung cấp dịch vụ và nông dân.
- Điều kiện đồng ruộng không phù hợp với máy dẫn đến hiệu quả khai thác tại ruộng thấp và tổn thất cao.
- Không dự báo trước được nhu cầu về dịch vụ, đồng thời quản lý yếu kém dẫn đến việc lập kế hoạch cho thương lái không tốt, tỷ lệ sử dụng máy thấp nên hiệu quả thấp.
- Sử dụng máy kém hiệu quả dẫn đến tăng phát thải khí nhà kính
- Tổn thất sau thu hoạch cũng dẫn đến lượng khí thải carbon, lên tới 30% tổng lượng khí thải của toàn bộ chuỗi giá trị lúa gạo

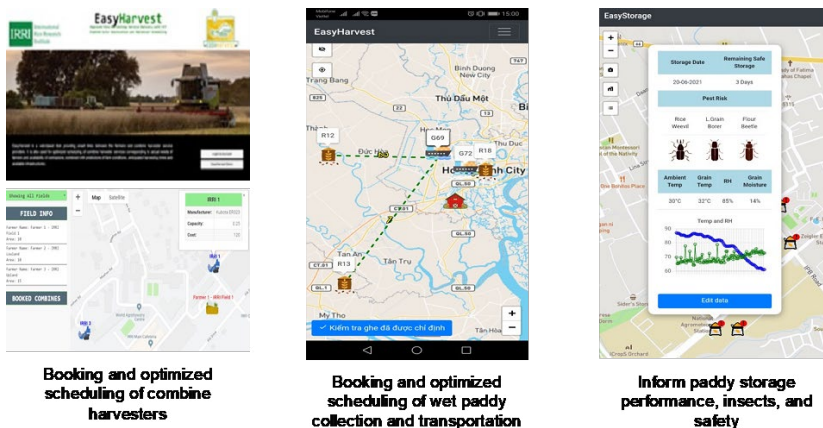
EasyHarvest, do IRRI phát triển, là một công cụ kỹ thuật số có sẵn dưới dạng ứng dụng di động Android cung cấp liên kết thông minh giữa nông dân và nhà cung cấp dịch vụ máy (Hình 22). Một số chức năng của EasyHarvest

- Truy cập vị trí địa lý theo thời gian thực của máy và thiết bị (ví dụ: máy gặt đập liên hợp, san phẳng laser, máy cuốn rơm, vận chuyển lúa, v.v.) thông qua thiết bị GPS.
- Vận chuyển lúa ướt thông minh dựa trên kết nối thông tin theo thời gian thực giữa các cánh đồng, dịch vụ ghe và nhà máy chế biến;
- Bảo quản thông minh, thông báo thời gian bảo quản an toàn dựa trên các thông số môi trường và hạt theo thời gian thực.
- Truy cập vào cơ sở dữ liệu chứa các thông tin về điều kiện đồng ruộng của nông dân đã đăng ký, bao gồm các thông số liên quan đến vị trí và thu hoạch.





Hình 22. Các chức năng chính và tích hợp của EasyHarvest



Hình 23. Các mô-đun của EasyHarvest đang được thử nghiệm

4. Quản lý rơm rạ bền vững và kinh tế tuần hoàn từ rơm

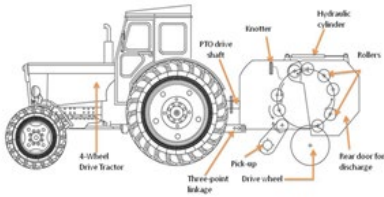
Quản lý rơm rạ hiện vẫn là một thách thức khi có tới khoảng 500 triệu tấn gạo được sản xuất trên toàn cầu và tạo ra một lượng rơm rạ tương đương mỗi năm. Thiếu lao động thu gom rơm, giá trị kinh tế của rơm rạ thấp và thiếu kiến thức kinh tế khả thi dẫn đến tập quán chủ yếu là đốt rơm rạ. Đốt rơm rạ trên đồng ruộng dẫn đến mất đa dạng sinh học, mất chất dinh dưỡng của đất và các vấn đề về sức khỏe con người.

Nền kinh tế tuần hoàn dựa trên rơm rạ (RiceEco) do IRRI và các đối tác phát triển là một giải pháp có thể giúp tránh ô nhiễm từ đốt rơm, tăng thu nhập từ lúa gạo và giảm lượng khí thải carbon. RiceEco bao gồm các công nghệ và hoạt động chính như máy cuốn rơm, vận chuyển thông minh, trồng nấm, thức ăn gia súc, phân bón sinh học, nhựa sinh học và nông nghiệp đô thị. Việc thu gom rơm rạ khỏi đồng ruộng để sản xuất nói trên sẽ giúp đáp ứng yêu cầu quản lý rơm rạ bền vững của tiêu chuẩn sản xuất lúa gạo bền vững (SRP) và giảm đáng kể lượng khí thải carbon trong sản xuất lúa gạo trên đất thấp. Bên cạnh đó, phân bón hữu cơ sản xuất từ rơm rạ sẽ là nguồn nguyên liệu đầu vào chính cho sản xuất nông nghiệp hữu cơ.

4.1. Cơ giới hóa thu gom rơm rạ

Máy cuốn rơm gồm hai loại: (1) máy cuốn rơm kiện tròn (Hình 24); và (2) máy cuốn rơm kiện vuông có thể nén rơm bên trong buồng liên tục và phân phối rơm đã được nén chặt trên ruộng mà không cần dừng hoạt động (Hình 25).

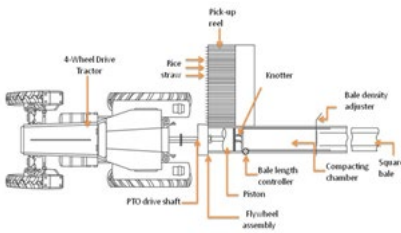




Hình 24a. Sơ đồ nguyên lý của một máy cuốn rơm tròn.



Hình 24b. Một máy cuốn rơm tròn đang hoạt động trên ruộng.



Hình 25a. Sơ đồ nguyên lý của máy cuốn rơm kiện vuông.



Hình 25b. Một máy cuốn rơm kiện vuông đang hoạt động trên ruộng.



Hình 26. Máy cuốn rơm tròn tự hành (trái) và Máy thu gom rơm rời (phải)



4.2. Trồng nấm rơm từ rơm rạ

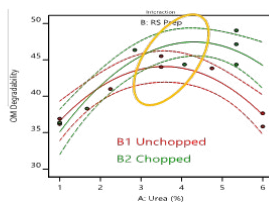
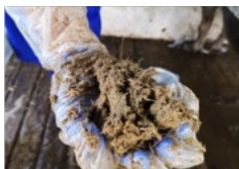
Loài nấm rơm *Volvariella volvacea* được sử dụng phổ biến do dễ mọc, thời gian sinh trưởng ngắn 14 ngày. Loài này phát triển trong thời tiết nhiệt đới ở nhiệt độ khoảng 30-35°C đối với giai đoạn phát triển sợi nấm và khoảng 28-30°C đối với giai đoạn tạo quả thể. Nguyên liệu đầu vào chính để trồng nấm rơm là rơm, meo giống, nhân công và nước. Việc thu hoạch nấm thường bắt đầu vào tuần thứ 3 sau khi cấy giống và kết thúc sau đó 1 tuần. Trồng nấm ngoài trời (Hình 27a) là một thực tế phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) của Việt Nam. Chi phí đầu tư thấp là một lợi thế của loại hình kinh doanh tạo thu nhập này. Nó đạt được năng suất 0,8 kg nấm trên 10 kg rơm khô và tạo ra lợi nhuận ròng 1 triệu/ tấn rơm. Trồng nấm trong nhà (Hình 27b) là một phương pháp ít phổ biến hơn do chi phí đầu tư cao hơn và sự kiểm soát chặt chẽ cần thiết đối với các điều kiện trồng nấm. Mặt khác, trồng nấm trong nhà cho năng suất cao hơn khoảng 2 kg trên 10 kg rơm khô.



Hình 27. Trồng nấm tại Việt Nam, a-ngoài trời, b-trong nhà

4.3. Làm thức ăn gia súc từ rơm rạ

Rơm rạ là một nguyên liệu kém chất lượng nếu dùng làm thức ăn chăn nuôi gia súc. Nó có tỷ lệ C:N thấp, NDF và ADF cao, ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Tuy nhiên, nó lại được coi là một thức ăn phụ gia tiềm năng để tăng hàm lượng năng lượng và protein. Giới hạn tiêu thụ rơm theo quy định của động vật nhai lại là 1,0 đến 1,5 kg/ngày trên 100 kg trọng lượng của con vật. Xử lý rơm bằng urê, chẳng hạn như một công nghệ được phát triển bởi sự hợp tác giữa Trung tâm Carabao Philippine và IRRI (Hình 28), là rơm ủ với 2-4% urê có thể cải thiện mức tiêu thụ và khả năng tiêu hóa của rơm làm thức ăn gia súc.



Hình 28. Tối ưu hóa tiền xử lý rơm rạ làm thức ăn cho động vật nhai lại (Nguồn: Dự án IRRI Rice-StrawPH, 2020)

4.4. Cơ giới hóa sản xuất phân bón từ rơm

Ủ phân hữu cơ là một quá trình chuyển đổi khối lượng hữu cơ, chẳng hạn như rơm rạ, các phụ phẩm nông nghiệp khác, chất tiêu hóa, chất thải động vật, v.v., thành một sản phẩm dễ phân hủy hơn. Sản phẩm phân hữu cơ có thể được sử dụng làm chất cải tạo đất hoặc phân bón. Ngoài việc tạo ra giá trị từ rơm rạ, việc thu rơm rạ khỏi đồng để sản xuất phân hữu cơ còn giảm đáng kể lượng phát thải khí nhà kính khi so sánh với việc vùi rơm rạ thô trên đồng. Hơn nữa, tránh đốt rơm rạ cũng là một trong những tiêu chí để đủ điều kiện theo Tiêu chuẩn nền tảng lúa gạo bền vững toàn cầu, giúp tăng thu nhập từ lúa gạo và bảo vệ môi trường.

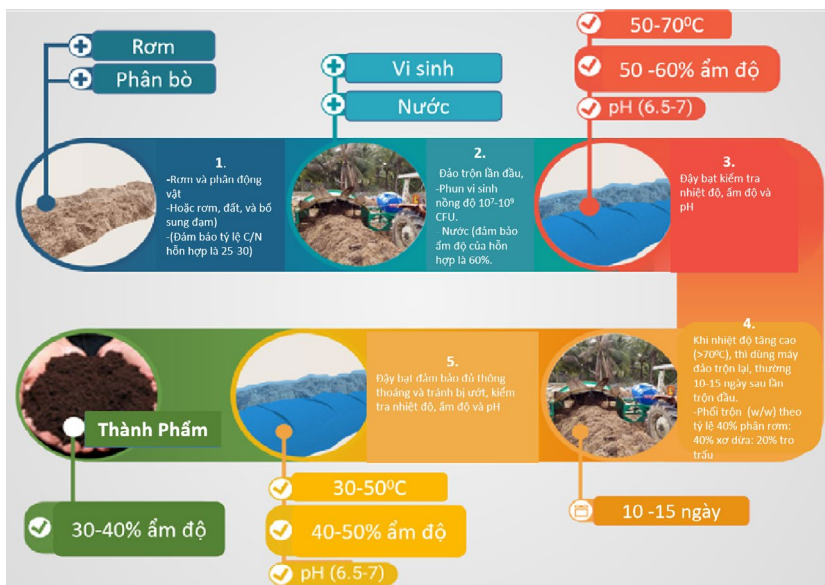


Cơ giới hóa quá trình ủ rơm (Hình 29), được phát triển trong một dự án do IRRI chủ trì, là một sáng kiến kết hợp các quá trình vật lý và sinh hóa để tối ưu hóa hiệu quả phân hủy rơm rạ và chất lượng phân bón hữu cơ. Công nghệ này đã được kiểm chứng tại Việt Nam.

Công nghệ này cho phép tối ưu hóa và kích thích hiệu quả phản ứng của các thông số bị ảnh hưởng như tỷ lệ C/N, nhiệt độ, độ ẩm, pH, hoạt tính sinh học, điều kiện yếm khí và hiếu khí. Quá trình ủ rơm rạ sử dụng công nghệ này mất khoảng 45 ngày, bằng khoảng một nửa thời gian so với các phương pháp truyền thống như ủ thủ công và trộn bằng máy ủi.



Hình 29. Cơ giới hóa quá trình làm phân ủ từ rơm.



Hình 30. Các bước làm phân ủ rơm bằng cơ giới



5. Tài liệu tham khảo

- Bautista E.G. (2022). DSR current status, progress and learnings from Philippines [PowerPoint slides]. Philippine Rice Research Institute. DSRC Annual Meeting 2022.
- Bhullar, M. S., Dhillon, B.S., Yadav, D.B. (2022). Direct Seeded Rice: Progress and lessons learned from NW India [PowerPoint slides]. Punjab Agricultural University. DSRC Annual Meeting 2022.
- Gummert, M., Quilty, J., Nguyen-Van-Hung, & Vial, L. (2018). Engineering and management of rice harvesting. In Science and Engineering of Rice; Zhongli, P. & Ragap, K., Ed. DEStech Publications,; pp. 67-105.
- Gummert, M., Nguyen, V.H., Cabardo, C., Quilloy, R., Aung, Y.L., Thant, A.M., Kyaw, M.A., Labios, R., Htwe, N.M., Singleton, G.R. (2020). Assessment of post-harvest losses and carbon footprint in intensive lowland rice production in Myanmar. Scientific Reports 10, 19797. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76639-5>.
- Gummert M., Hung N.V., Pauline C., Douwaith B. (editors), 2019. Sustainable rice straw management, Springer Nature. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-32373-8.pdf>.
- IRRI. (2012, September 11). EasyHarvest: Smart Management of Machinery for Rice Postharvest and Mechanization [Flyer]. https://dev-static.irri.org/public/images/Holly%20folder/eh_flyer.pdf
- Kumar Virender. (2022). Direct-seeded rice consortium (DSRC). Annual Research Report. unpublished.
- Martin R. & Flor R.J. (2022). DSR: Status and progress of mechanized DSR in Cambodia [PowerPoint slides]. DSRC Annual Meeting 2022.
- Nguyen-Van-Hung, Nguyen-Van-Hieu, Nguyen-Thanh-Nghi, Sander, B., 2021. Mechanized composting to convert crop residues into organic fertilizer. In: Agroecological transformation for sustainable food systems. Les dossiers d' agropolis international.



No. 26-2021. pp 38. <https://www.agropolis.org/pdf/publications/agroecology-thematic-file-agropolis-international.pdf>.

Nguyen-Van-Hung, Tran-Van-Tuan, Pyseth Meas, Caesar Joventino M. Tado, Gummert, M. (2018). Best practices for paddy drying: case studies in Vietnam, Cambodia, Philippines, and Myanmar. *Plant Production Science Journal*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1343943X.2018.1543547>

Nguyen-Van-Hung, Sander B.O., Quilty J., Balingbing C., Castalone A.G., Romasanta R., Alberto M.C., Sandro J.M., Jamieson C., Gummert M.(2019). An assessment of irrigated rice production energy efficiency and environmental footprint with in-field and off-field rice straw management practices. *Scientific Reports* (2019) 9:16887. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53072-x>.

Nguyen-Van-Hung, Fuertes, L.A., Balingbing, C., Roxas, A., Tala, M., Gummert, M., 2020. Development and Performance Investigation of an Inflatable Solar Drying Technology for Oyster Mushroom. *Energies* 2020, 13, 4122; <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/16/4122>.

Nguyen-Van-Hung, Balingbing, C., Joseph, S. Khandai, S., Chea, H., Songmethakrit, T., Meas, P., Hitzler, G., Zwick, W., Viriyangkura, L., Bautista, E., Gummert, M., 2022. Precision land leveling for sustainable rice production: Case studies in Cambodia, Thailand, Philippines, Vietnam, and India. *Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09900-8>.

Nguyen-Van-Hung, Stuart, A., Nguyen-Thi-My-Phung, Pham-Thi-Minh-Hieu, Nguyen-Ngoc-Phuong-Thanh, Pame, A., Sander, B.O., Gummert, M., Singleton, G.R., 2022. An assessment of irrigated rice cultivation with different crop establishment practices in Vietnam. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04362-w>.





www.irri.org