



SỔ TAY HƯỚNG DẪN

**QUẢN LÝ RƠM RẠ THEO HƯỚNG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN
VÀ PHÁT THẢI THẤP Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG**





SỔ TAY HƯỚNG DẪN

QUẢN LÝ RƠM RẠ THEO HƯỚNG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN VÀ PHÁT THẢI THẤP Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Tác giả

Nguyễn Văn Hùng
Nguyễn Văn Vương
Trần Ngọc Thạch
Dương Nguyên Khang
Phạm Văn Thuyết
Trần Thị Cẩm Nhung
Nguyễn Văn Hiếu
Nguyễn Thanh Nghị
Phạm Thị Minh Hiếu
Trần Thị Mỹ Hạnh
Trần Thái Nghiêm
Lê Vĩnh Thúc
Ngô Đức Thể
Nguyễn Hữu Diễm Hà
Nguyễn Thị Hà An
Nguyễn Hồng Dương

Ban biên tập

Bùi Bá Bổng
Nguyễn Văn Bộ
Lê Thanh Tùng
Nguyễn Hồng Sơn
Phan Hiếu Hiền
Đinh Thị Kim Dung

Vui lòng trích dẫn: Cục Trồng trọt, 2023. Sổ tay hướng dẫn quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn.

Sản phẩm này là một trong các tài liệu của “Quy trình quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp ở Đồng Bằng Sông Cửu Long” do Cục Trồng Trọt thuộc Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn công nhận và ban hành.

Tài liệu được phát triển nhờ tài trợ từ các Dự án liên quan gồm:

- Thúc đẩy chuỗi giá trị sáng tạo rơm rạ do GIZ tài trợ, mã dự án: GA 1265551 – IRRI
- Kinh tế nông nghiệp tuần hoàn từ rơm rạ do Mekong-Korea Cooperation Fund (MKCF) tài trợ, mã số MKCF – 1033639959 IRRI
- One CGIAR Initiative on Asian Mega-Deltas

Tất cả các văn bản xuất hiện trong tài liệu này có thể được trích dẫn và tái bản với điều kiện ghi rõ nguồn. Không được sử dụng tài liệu này để bán lại hoặc cho các mục đích thương mại khác.

MIỄN TRỪ TRÁCH NHIỆM:

Tất cả các quan điểm trình bày tại đây là quan điểm của (các) tác giả và không nhất thiết phản ánh chính sách hoặc quan điểm của IRRI, các bên tài trợ hay đối tác.

Tất cả hình ảnh trong cuốn Sổ tay này đều thuộc về IRRI trừ khi có ghi chú khác và là tài sản duy nhất của nguồn và không được sử dụng cho bất kỳ mục đích nào mà không có sự cho phép bằng văn bản của nguồn.

LỜI TỰA

Mỗi năm, khoảng 47 triệu tấn rơm rạ được tạo ra từ sản xuất lúa ở Việt Nam, trong đó, chỉ khoảng 30% được thu gom và sử dụng với mục đích làm nấm rơm, thức ăn chăn nuôi, đệm lót vận chuyển trái cây, v.v., và phần còn lại chủ yếu là đốt trên đồng hoặc vùi vào ruộng. Đốt rơm không chỉ gây lãng phí tài nguyên, dinh dưỡng, mà còn gây ô nhiễm môi trường, giảm đa dạng sinh học, biến đổi thành phần cơ giới của đất. Vùi rơm vào ruộng ngập nước làm tăng phát thải khí nhà kính, gây ngộ độc hữu cơ cho lúa vụ sau. Các vấn đề trên có thể được giải quyết thông qua giải pháp nông nghiệp tuần hoàn dựa trên việc thu gom rơm ra khỏi ruộng và sử dụng hợp lý để tạo ra các sản phẩm như nấm rơm, thức ăn cho gia súc, phân bón sinh học, nhựa sinh học và sản phẩm phục vụ nông nghiệp đô thị...

Từ năm 2016 đến nay, Viện nghiên cứu Lúa gạo Quốc tế (IRRI) đã phối hợp với Cục Trồng trọt, các đối tác trong và ngoài nước phát triển các kỹ thuật, công nghệ sử dụng, chế biến rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn, giảm phát thải khí nhà kính như cơ giới hoá thu gom rơm, trồng nấm, làm thức ăn cho gia súc, phân bón sinh học, nhựa sinh học, v.v...

Tài liệu “Sổ tay hướng dẫn quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp ở Đồng Bằng Sông Cửu Long”, giới thiệu với người đọc về đặc điểm, hiện trạng xử lý, quy trình quản lý, sử dụng rơm rạ theo hướng tuần hoàn và giảm phát thải khí nhà kính trong sản xuất lúa gạo. Cuốn sổ tay này sẽ là cẩm nang cho các hộ nông dân, cán bộ khuyến nông, HTX và những người quan tâm đến sản xuất lúa gạo gắn với giảm phát thải khí nhà kính theo hướng tuần hoàn.

Cục Trồng trọt ghi nhận và đánh giá cao IRRI, các đối tác và chuyên gia đã phối hợp với Cục biên soạn cuốn “Sổ tay hướng dẫn quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp ở Đồng Bằng Sông Cửu Long” và xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc.

Nguyễn Như Cường

Cục Trưởng Cục Trồng Trọt

Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn



MỤC LỤC

1. Cơ sở, mục đích, phạm vi và đối tượng sử dụng	1
1.1. Cơ sở.....	1
1.2. Mục đích.....	2
1.3. Phạm vi và đối tượng sử dụng	2
2. Một số khái niệm cơ bản	3
3. Đặc điểm và hiện trạng sử dụng rơm rạ ở ĐBSCL.....	4
3.1. Đặc điểm rơm rạ.....	4
3.1.1. Lượng rơm rạ.....	4
3.1.2. Các đặc tính hoá lý chính của rơm rạ	5
3.2. Hiện trạng sử dụng rơm rạ ở vùng ĐBSCL	7
4. Tổng quan về công nghệ quản lý rơm rạ	8
5. Hướng dẫn kỹ thuật thu gom, xử lý, và sử dụng rơm rạ	12
5.1. Thu gom rơm	13
5.2. Xử lý gốc rạ trên đồng	16
5.3. Sử dụng rơm đã được thu gom	21
5.3.1. Phủ cho cây trồng	22
5.3.2. Trồng nấm	27
5.3.3. Thức ăn cho trâu, bò	36
5.3.4. Đệm lót sinh học.....	38
5.3.5. Sản xuất phân bón hữu cơ và giá thể	40
5.3.6. Sử dụng rơm làm sản phẩm thay thế nhựa và các sản phẩm phục vụ nông nghiệp đô thị	45
6. Đánh giá hiệu quả kinh tế và môi trường	49
6.1. Chi phí và lợi nhuận	49
6.2. Hiệu suất sử dụng chất dinh dưỡng	52
6.3. Phát thải (dấu chân) carbon.....	55
7. Tài liệu tham khảo về công nghệ và kỹ thuật liên quan.....	62
7.1. Tài liệu tham khảo.....	62
7.2. Một số Video về công nghệ và quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp	66
Lời cảm ơn.....	67

1. Cơ sở, mục đích, phạm vi và đối tượng sử dụng

1.1. Cơ sở

Việt Nam là một trong những nước được đánh giá là bị ảnh hưởng nhiều nhất của biến đổi khí hậu. Năm 2020, tổng phát thải khí nhà kính do sản xuất nông nghiệp là 90 triệu tấn CO₂ tương đương, trong đó: từ canh tác lúa nước chiếm 39,1%, chăn nuôi 24,8%, canh tác nông nghiệp ngoài lúa 33,6%, đốt phụ phẩm nông nghiệp 2,5% (Le Hoang Anh, 2021).

Hàng năm, Việt Nam sản xuất khoảng 43 triệu tấn lúa, cùng với lượng rơm rạ sinh ra khoảng 47 triệu tấn. Trong quá trình sản xuất lúa, đặc biệt ở Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL), việc trồng lúa 3 vụ một năm với thời gian quay vòng giữa các vụ ngắn, thu hoạch bằng máy gặt đập liên hợp rải rơm trên đồng, trong khi giá trị rơm trên đồng thấp, chi phí thu gom vận chuyển cao là các nguyên nhân chính dẫn đến đốt đồng hoặc vùi rơm vào ruộng ngập nước. Hiện tại, khoảng 70% lượng rơm rạ tạo ra bị đốt trên đồng và vùi vào đất, 30% còn lại được thu gom sử dụng cho phủ cây trồng, sản xuất nấm rơm, cho trâu, bò ăn và làm phân bón hữu cơ (Le Canh Dung et al., 2021). Đốt đồng gây mất dinh dưỡng trong rơm, giảm đa dạng sinh học và ô nhiễm môi trường trong khi vùi rơm vào ruộng ngập nước làm tăng phát thải CH₄ và khí nhà kính khác (Nguyen Van Hung et al., 2019).

Nhằm góp phần tích cực trong việc cải tiến quản lý rơm rạ để nâng cao chuỗi giá trị lúa gạo theo hướng tăng thu nhập, bền vững và gắn với tăng trưởng xanh, Cục Trồng Trọt đã phối hợp với Viện Nghiên Cứu Lúa Gạo Quốc tế (IRRI) và các chuyên gia trong nước nghiên cứu và xây dựng “Sổ tay hướng dẫn quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp ở Đồng Bằng Sông Cửu Long”.



1.2. Mục đích

Quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn nhằm tận dụng tối đa dinh dưỡng chứa trong rơm, tăng giá trị từ rơm, từ đó tránh đốt đồng và giảm vùi rơm vào ruộng ngập nước, qua đó giảm: thất thoát đa dạng sinh học, ô nhiễm môi trường, phát thải khí nhà kính, đồng thời tăng thu nhập cho người trồng lúa và các dịch vụ sản xuất thương mại liên quan. Các mục đích cụ thể như sau:

- Tối đa thu gom rơm ra khỏi đồng và sử dụng theo hướng tuần hoàn và giảm phát thải khí nhà kính.
- Nhân rộng các công nghệ mới khả thi về kỹ thuật, kinh tế và giảm phát thải khí nhà kính như cơ giới hoá thu gom rơm ướt và rơm khô, công nghệ tích hợp cơ giới hoá và sinh học để sản xuất phân bón hữu cơ từ rơm.

Sổ tay hướng dẫn quy trình kỹ thuật này không phải là một tiêu chuẩn bắt buộc thực hiện; mà là những gợi ý hay hướng dẫn để thực hiện, do vậy bao gồm một số giải thích, có số liệu và bình luận để thuyết phục người sử dụng. Tài liệu này được phát triển dựa trên thực trạng và định hướng phù hợp trong sản xuất lúa gạo theo chuỗi giá trị vùng ĐBSCL. Tuy nhiên một số công nghệ có thể áp dụng cho các vùng sinh thái khác trong cả nước và những quốc gia có điều kiện tương tự.

1.3. Phạm vi và đối tượng sử dụng

Sổ tay hướng dẫn này chủ yếu dành cho các đối tượng sau:

- Nông dân trồng lúa, sử dụng rơm, và sản xuất các sản phẩm liên quan đến rơm như trồng nấm rơm, làm thức ăn cho trâu, bò, sản xuất phân bón từ rơm, v.v.
- Dịch vụ và các công ty thu gom, thương mại rơm, và sản xuất thương mại các sản phẩm từ rơm
- Các nhà nghiên cứu và phát triển sản xuất xanh, phát thải thấp, và kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp.
- Cán bộ khuyến nông và người quản lý phát triển chính sách hỗ trợ quản lý rơm rạ bền vững.



2. Một số khái niệm cơ bản

Ở Việt Nam, một số tên gọi hay từ ngữ có thể khác biệt tùy theo vùng miền. Tuy nhiên để thống nhất và trong phạm vi tài liệu, chúng tôi sử dụng những khái niệm được sử dụng phổ biến trong thực tế và khoa học như sau:

- Rơm rạ là cách gọi chung cho cả phần rơm và rạ của cây lúa sau khi đã cắt và tách hạt.
- Rơm là phần thu hoạch được sau khi đập lúa hay tách hạt. Đối với máy đập lúa, rơm sau khi tách hạt được phóng ra thành đồng; còn đối với máy gặt đập liên hợp (GĐLH), rơm được rải ra trên đồng theo đường chạy của máy.
- Rạ là phần gốc cây lúa còn lại trên ruộng sau khi cắt rơm.
- Khí thải nhà kính (Greenhouse gas emissions): thường đơn vị là $\text{kgCO}_2\text{-eq}$ (tương đương), tính chuyển đổi theo hệ số ấm lên toàn cầu (GWP) từ methane (CH_4) và Oxyt Nitơ (N_2O) thải ra, trên đơn vị diện tích (ha) hay tấn sản phẩm.
- Tác động (dấu chân) carbon (carbon footprint), giống với đơn vị khí thải nhà kính nhưng tính cho vòng đời sản xuất, bao gồm cả phát thải từ sản xuất vật tư, năng lượng, máy móc, thiết bị, v.v. và tính cho đơn vị sản phẩm ($\text{kgCO}_2\text{-eq/ kg}$ sản phẩm)



3. Đặc điểm và hiện trạng sử dụng rơm rạ ở ĐBSCL

3.1. Đặc điểm rơm rạ

3.1.1. Lượng rơm rạ

Tổng sinh khối của rơm rạ phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như giống, điều kiện thổ nhưỡng, phương thức quản lý dinh dưỡng và thời tiết. Khi thu hoạch, rơm được chất thành đống hoặc rải ra trên đồng, tùy vào phương pháp thu hoạch là máy đập lúa (Hình 1a) hay máy gặt đập liên hợp tự hành (Hình 1b). Lượng rơm được lấy ra khỏi ruộng phụ thuộc chủ yếu vào giống lúa và chiều cao cắt (hay chiều cao của phần rạ để lại trên ruộng).

Lượng rơm rạ thu được và chỉ số sinh khối thu hoạch của các giống ngắn ngày phổ biến được thể hiện như Hình 2b. Trong trường hợp sử dụng máy gặt đập liên hợp như ở các nước Đông Nam Á, lượng rơm có thể thu đạt khoảng 50-60% lượng lúa (ở cùng độ ẩm).



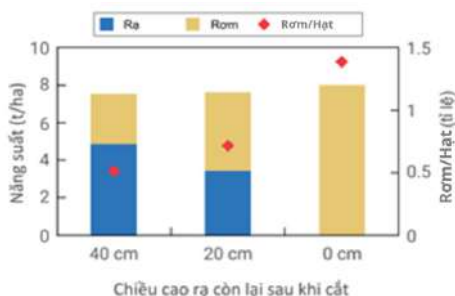
Hình 1a. Rơm thu thành đống từ máy đập lúa



Hình 1b. Rơm rải trên đồng từ máy GDLH



Hình 2a. Đo chiều cao gốc rạ trên đồng ở ĐBSCL



Hình 2b. Năng suất rơm rạ và tỷ lệ so với lúa thu hoạch (cho các giống ngắn ngày phổ biến)
(Nguồn: Nguyen-Van-Hung et al., 2020)

Tỷ lệ thu hoạch giữa rơm rạ và lúa là 1,1-1,2, hay năng suất cả rơm rạ thu được là 1,1-1,2 lần so với năng suất lúa, trung bình khoảng 7-8 tấn rơm/ha/vụ ở ĐBSCL (ẩm độ khoảng 28-30% tại thời điểm thu hoạch). Trong đó, thực trạng máy gặt đập liên hợp chỉ cắt khoảng 50-60% rơm còn chứa phần gốc rạ khoảng 40-50% trên đồng.

3.1.2. Các đặc tính hoá lý chính của rơm rạ

Rơm rạ có nhiệt trị cao (high heat value, HHV) nằm trong khoảng từ 12-15 MJ/kg tùy theo chất lượng rơm và giống lúa. Nhiệt trị của rơm rạ tương đương trấu và bằng 1/3 so với dầu hỏa (dầu lửa). Các đặc tính hoá lý khác của rơm cho mục đích sử dụng làm năng lượng, thức ăn cho trâu, bò, hay phân bón được thể hiện trong Bảng 1.



Bảng 1. Đặc tính hoá lý của rơm rạ

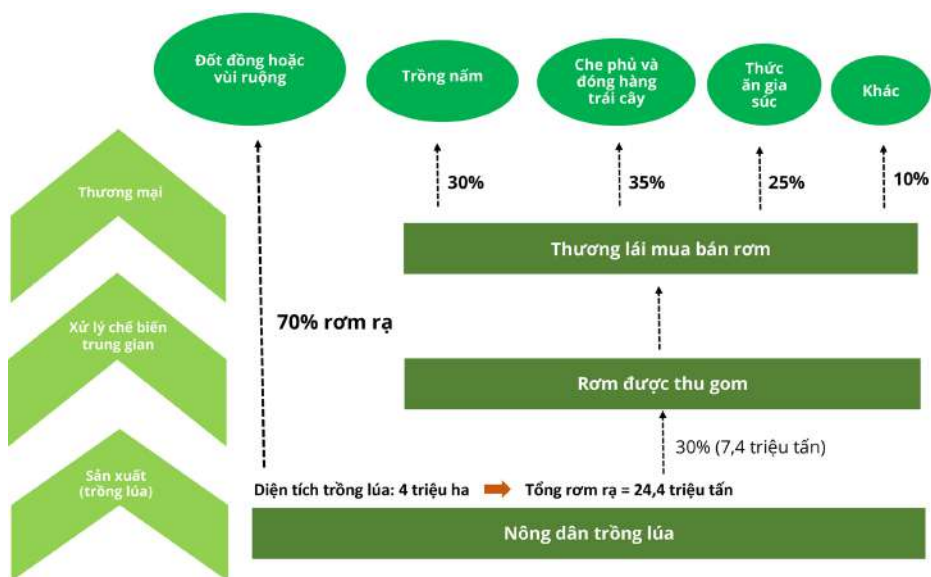
Thông số	Đơn vị tính	Thành phần	Giá trị (min – max)	
Nhiệt trị cao (HHV)	MJ/kg		14,08	15,09
Các thành phần chính (phân tích gần đúng)	% vật chất khô	Fix C	11,10	16,75
		Chất bay hơi	60,55	69,70
		Tro	13,26	22,70
Các thành phần nguyên tố và tro tinh (phân tích chính xác)	% vật chất khô	C	33,70	44,40
		H	3,91	7,40
		O	36,26	47,07
		N	0,71	1,71
		S	0,03	0,18
		Cl	0,32	0,58
		Tro	18,67	29,10
Thành phần hóa học của rơm rạ.	% vật chất khô	DM	90,6	96,3
		CP	4,2	
		Sợi thô	35,1	
		NDF	69,1	73,2
		ADF	41,9	44,9
		ADL	3,2	4,8
		EBSi	4,3	
		Tro	12,1	18,1
		Ca	0,29	1,58
		P	0,09	0,12
		Na	0,13	0,27
		K	1,8	3,4

Ghi chú: Fix C: Fixed C (C cố định); DM: dry matter (chất khô); CP: crude protein (Protein thô); NDF: neutral detergent fiber (chất xơ trung tính); ADF: acid detergent fiber (chất xơ có tính axit); ADL: acid detergent lignin (chất xơ lignin); EBSi: extractable biogenic silica (silica sinh học có thể chiết xuất được).

Nguồn: Tổng hợp từ Nguyen-Van-Hung et al. (2020)

3.2. Hiện trạng sử dụng rơm rạ ở vùng ĐBSCL

ĐBSCL sản xuất hàng năm 24 triệu tấn lúa và khi thu hoạch tạo ra khoảng 26 - 27 triệu tấn rơm rạ. Theo báo cáo của Le Canh Dung et al. (2021), 70% rơm rạ là đốt đồng và vùi vào đất; 30% còn lại là được thu gom sử dụng. Trong 7,8 - 8,1 triệu tấn (30% tổng lượng rơm rạ) được thu gom, rơm được sử dụng cho trồng nấm 30%, phủ gốc cây trồng và đệm lót vận chuyển trái cây 35%, cho bò ăn 25%, và các sử dụng khác khoảng 10% (Hình 3).

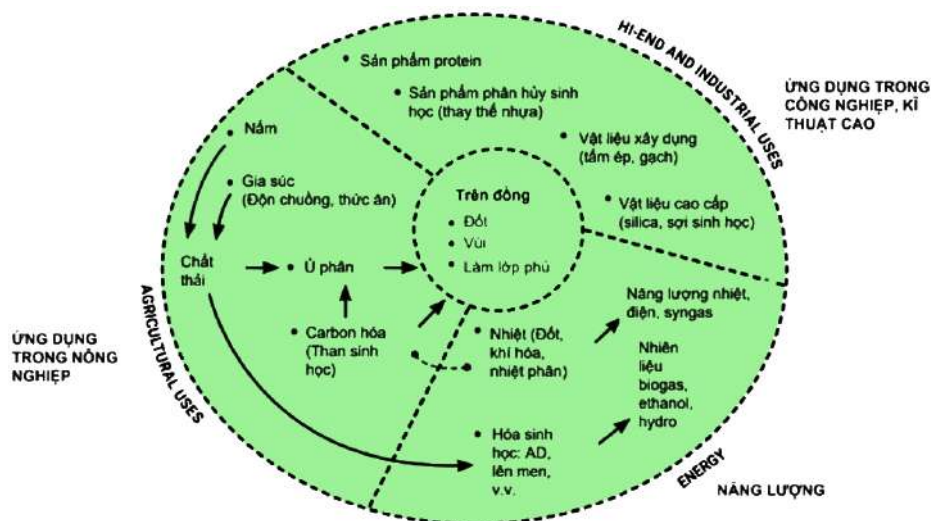


Hình 3. Chuỗi giá trị rơm ở ĐBSCL
(Tổng hợp và cập nhật từ Le Canh Dung et al., 2021)



4. Tổng quan về công nghệ quản lý rơm rạ

Phương pháp và công nghệ tối ưu nhất để quản lý rơm rạ phụ thuộc vào nhiều yếu tố và kết quả mong muốn, xét đến tính khả thi và lợi ích về kỹ thuật, kinh tế, môi trường và xã hội. Một số chỉ số chính để đánh giá như chi phí - lợi nhuận, khí thải nhà kính, độc hại môi trường, đa dạng sinh học, cân bằng dinh dưỡng, v.v.... Rơm có thể được xử lý trên đồng hay thu gom sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau trong nông nghiệp, năng lượng và cả vật liệu công nghiệp.



Hình 4. Các phương pháp xử lý rơm trên đồng và thu gom chế biến

Các phương pháp quản lý rơm trên và ngoài đồng ruộng được thể hiện ở Hình 4. Với xử lý trên đồng ruộng, rơm do máy gặt đập liên hợp rải trên đồng được xử lý bằng cách đốt, vùi hoặc sử dụng làm lớp phủ cây trồng. Với xử lý ngoài đồng ruộng, rơm có thể được xử lý và dùng để sản xuất nấm hoặc làm thức ăn cho gia súc, cải tạo đất hay làm phân bón, nguyên liệu cho năng lượng sinh học, sản xuất nhựa sinh học hoặc nguyên liệu cho các ứng dụng công nghiệp khác (sợi silica và sợi sinh học). Đặc điểm chính của các biện pháp xử lý được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Đặc điểm của các phương pháp quản lý và xử lý rơm

#	Phương pháp	Đặc điểm chính	Khuyến cáo/ yêu cầu
1	Đốt rơm rạ trên đồng	• Làm sạch ruộng nhanh, không tốn nhiều chi phí • Làm thất thoát 100% lượng N, 25% lượng P_2O_5, và 20% lượng K_2O có trong rơm. Một tấn rơm rạ chứa lần lượt khoảng 5-8, 1,6-2,7, và 14-20 kg N, P_2O_5 và K_2O. • Làm giảm đa dạng sinh học và gây ô nhiễm môi trường	Biện pháp này nên tránh hay cấm nếu có các giải pháp thay thế
2	Vùi rơm rạ	• Giữ lại được phần lớn chất dinh dưỡng có trong rơm nếu đủ thời gian phân huỷ hiếu khí (không bị phân huỷ yếm khí phát sinh khí methane) • Nếu vùi rơm rạ vào ruộng ngập nước, không đủ thời gian phân huỷ trong điều kiện hiếu khí, sẽ sinh ra khí CH_4 và làm tăng phát thải khí nhà kính.	Thời gian phân huỷ cho vùi rơm rạ thô ít nhất là 3 tuần
3	Thu gom rơm	• Giảm phát thải và có được nguyên liệu để sử dụng hoặc chế biến thành các sản phẩm có giá trị • Minh chứng khoa học là tuy sử dụng máy nhưng tính cân bằng vẫn giảm phát thải và tăng thu nhập cho nông dân	Sử dụng máy cuốn rơm cho cả rơm ướt và rơm khô (xem phần công nghệ bên dưới)
4	Trồng nấm rơm	• Năng suất: 5-10% lượng rơm (50-100 kg nấm cho mỗi tấn rơm khô). Tăng giá trị rơm và tạo ra thực phẩm tốt cho sức khoẻ • Dễ bị rủi ro thất thoát năng suất do khó kiểm soát môi trường và chất lượng rơm • Nấm rơm tươi chỉ bán được trong một ngày (không thể bảo quản) nên thị trường hạn chế	• Chọn rơm và thực hành quy trình công nghệ theo đúng hướng dẫn (bên dưới) • Bã nấm rơm tiếp tục được sử dụng làm phân bón thì có lợi cho môi trường



#	Phương pháp	Đặc điểm chính	Khuyến cáo/yêu cầu
5	Làm thức ăn gia súc	- Nhu cầu sử dụng rơm làm thức ăn cho bò là rất lớn. Bò tiêu thụ một lượng rơm thức ăn hàng ngày tương đương 1,0-1,2 kg trên 100 kg khối lượng - Hạn chế của rơm là chứa silica và lignin làm cản trở tiêu hoá. Ngoài ra dinh dưỡng trong rơm cũng thấp. - Rơm cồng kềnh và chi phí vận chuyển cao - Đã có một số công nghệ xử lý tăng dinh dưỡng và khả năng tiêu hoá và hấp thụ thức ăn từ rơm cho bò và trâu	- Chọn rơm và thực hành quy trình công nghệ theo đúng hướng dẫn (bên dưới) - Phân bỏ được sử dụng cùng rơm hay bã nấm rơm để sản xuất phân bón từ rơm
6	Sản xuất phân bón từ rơm	- Một tấn rơm rạ chứa lần lượt khoảng 5-8, 1,6-2,7, và 14-20 kg N, P_2O_5 và K_2O. Sử dụng rơm làm phân bón sẽ tận dụng tối đa dinh dưỡng, giảm phát thải CH_4 trong ruộng, và tăng giá trị của rơm - Ứng dụng cơ giới hoá kết hợp sinh học đã minh chứng tối ưu quá trình và chất lượng phân bón sản xuất từ rơm.	Sử dụng cơ giới hoá theo quy trình trình bày bên dưới
7	Sản xuất biochar (than sinh học)	- Biochar có thể sử dụng để cải tạo đất là phương pháp sử dụng carbon và tránh phát thải CH_4. - Rơm chứa nhiều carbon có thể sử dụng để tạo biochar theo phương pháp đốt - kỵ khí. - Tuy nhiên, công nghệ này bị giới hạn bởi các vấn đề của rơm như chi phí thu gom vận chuyển cao, cồng kềnh, khó cấp liệu. Ngoài ra, quá trình carbon hoá nếu làm ở quy mô nhỏ, đơn giản trên đồng thì dễ gây ô nhiễm và hiệu suất rất thấp.	Công nghệ này hiện nay là không kinh tế do chi phí tạo biochar cao hơn giá trị của nó.

#	Phương pháp	Đặc điểm chính	Khuyến cáo/yêu cầu
8	Làm nhiên liệu đốt tạo năng lượng	- Về nguyên lý nhiệt trị rơm là gần bằng trấu (11-13 MJ/kg). - Rơm khô nếu có tại chỗ có thể dễ dàng đốt tạo nhiệt quy mô nhỏ gần đồng ruộng. - Rơm cồng kềnh, chi phí vận chuyển cao và cấp liệu khó. Ngoài ra khi đốt tro rơm dễ bị đóng bánh làm tắc nghẽn lò, mau hư mòn, v.v.	Giải pháp này hiện tại là không kinh tế và tăng ô nhiễm môi trường trong quá trình vận chuyển và đốt rơm
9	Phân hủy nhiệt-ky khí tạo gas (pyrolysis)	- Về nguyên lý, rơm chứa nhiều carbon có thể hoá gas trong điều kiện gia nhiệt và ky khí tạo các sản phẩm gas – năng lượng sinh học. - Tương tự như trên, rơm cồng kềnh, chi phí vận chuyển cao và cấp liệu khó. Silica và lignin có thể cản trở quá trình phân hủy	
10	Sử dụng rơm cho sản xuất khí sinh học (biogas)	- Về nguyên lý, rơm chứa nhiều carbon có thể hoá methane theo công nghệ khí sinh học (biogas). - Tuy nhiên, rơm cồng kềnh, chi phí vận chuyển cao và cấp liệu khó, bị nổi lên trên bề mặt nước. Ngoài ra silica và lignin có thể cản trở quá trình phân hủy	Công nghệ này hiện nay là không kinh tế do chi phí tạo biogas cao hơn giá trị của nó. Ngoài ra nếu làm ở quy mô nhỏ gần nơi sản xuất lúa thì dễ bị rò rỉ, gây ô nhiễm môi trường



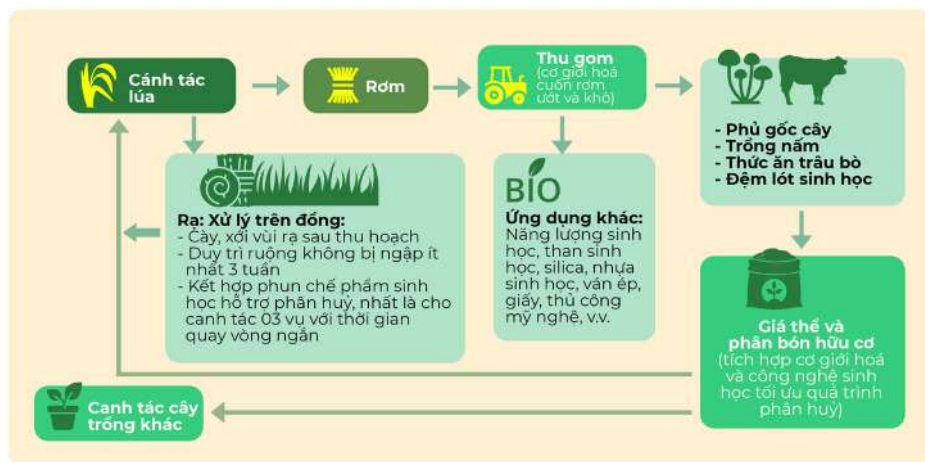
5. Hướng dẫn kỹ thuật thu gom, xử lý, và sử dụng rơm rạ

Dựa trên nhiều minh chứng khoa học và áp dụng thực tiễn được trình bày trong tài liệu tham khảo, quản lý rơm bền vững và giảm phát thải là thu gom rơm ra khỏi đồng sử dụng cho sản xuất hay chế biến các sản phẩm có giá trị cao hơn, đồng thời các chất thải trực tiếp hay gián tiếp từ sử dụng rơm nên được xử lý chế biến thành năng lượng, phân bón sinh học, v.v..và sử dụng trở lại cho trồng trọt theo nguyên lý kinh tế tuần hoàn.

Giải pháp quản lý rơm rạ theo nông nghiệp tuần hoàn (Hình 5) là giải pháp xử lý chuyển đổi các sản phẩm phụ hoặc chất thải thành chính phẩm hoặc là đầu vào trong vòng tuần hoàn giúp giảm chất thải ra môi trường và tạo nguồn phân bón sinh học cho trồng trọt. Việc lấy rơm 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. Giải pháp bao gồm các tiêu chí chính như sau:

- Không đốt rơm rạ để tránh mất dinh dưỡng, giảm ô nhiễm môi trường, duy trì đa dạng sinh học và đảm bảo tiêu chuẩn bền vững trong sản xuất lúa gạo
- Không vùi rơm rạ thô trong điều kiện ngập nước để giảm phát thải CH_4
- Thu rơm ra khỏi đồng và sử dụng để sản xuất các sản phẩm từ rơm như nấm rơm, thức ăn cho bò, phân bón sinh học, nhựa sinh học và sản phẩm cho nông nghiệp đô thị.
- Tối đa tuần hoàn nguyên liệu trong sản xuất, chỉ còn chính phẩm trong sản xuất nông nghiệp.





Hình 5. Giải pháp nông nghiệp tuần hoàn dựa trên rơm rạ

Tài liệu này chỉ giới thiệu công nghệ và trình bày tóm tắt các điểm chính quy trình kỹ thuật. Chi tiết kỹ thuật có thể được tham khảo ở các tài liệu tham khảo và videos đính kèm.

5.1. Thu gom rơm

Di chuyển rơm ra khỏi đồng là rất cần thiết để đảm bảo có nguồn nguyên liệu sử dụng cho các mục đích khác trong chuỗi nông nghiệp tuần hoàn. Với thực trạng áp dụng máy gặt đập liên hợp gần như 100% ở ĐBSCL, rơm được rải ra trên đồng khó thu gom thủ công, nên cơ giới hoá thu gom rơm là rất cần thiết. Phần này sẽ giới thiệu tóm tắt các công nghệ và phương pháp cơ giới hoá thu gom rơm trên ruộng khô và ruộng ướt. Máy cuốn rơm nhẹ hơn so với máy gặt đập liên hợp nên không gây phá hủy tầng đất canh tác đáng kể.



THU GOM RƠM

Cơ giới hóa cuốn rơm khô và ướt



Hoạt động được trên ruộng ướt



Không được



THÔNG SỐ KỸ THUẬT VÀ VẬN HÀNH

Máy cuốn rơm tự hành, công suất ≥ 70 HP



Hoạt động được ở ruộng khô và ướt

- Có thùng chứa: 50 cuộn
- Tự vận chuyển vào bờ



- Năng suất: 70- 150 cuộn/giờ
- Kích thước cuộn rơm nén chặt: $\varnothing 50 \times 70$ cm

Máy cuốn rơm gắn sau máy kéo, công suất máy kéo ≥ 25 HP



Chỉ hoạt động được ở ruộng khô

- KHÔNG có thùng chứa
- Cần có xe thu gom



- Rơm khô: 12- 18 kg/cuộn
- Rơm ướt: 20- 30 kg/cuộn

Chú ý:

- Có thể sử dụng máy đào và gom rơm lên bề mặt trước khi cuốn rơm, để rơm khô hơn (ruộng khô) và tăng hiệu quả cuốn rơm (cuốn được nhiều rơm hơn và giảm chi phí cuốn rơm).
- Trong điều kiện không thể cơ giới hoá hay không có máy cuốn rơm, nông dân có thể thu gom thủ công.



5.2. Xử lý rơm rạ trên đồng

Xử lý rơm rạ trên đồng ruộng chỉ nên thực hiện khi chi phí thu gom quá cao và không kinh tế. Mặt khác, cày vùi rơm trong điều kiện ngập nước (yếm khí) sẽ gây ra phát thải CH_4 và tăng khí thải nhà kính lên đến 30% so với thu rơm ra khỏi đồng. Giải pháp xử lý trên đồng là cày vùi rơm rạ trong ruộng không bị ngập nước ít nhất 3 tuần. Nếu thời gian quay vòng giữa các vụ ít hơn 3 tuần, nên sử dụng chế phẩm sinh học để tăng khả năng phân huỷ rơm rạ trong đất. Việc này dẫn đến tăng thêm chi phí trong quá trình xử lý. Tuy nhiên, rơm rạ được vùi vào đất nếu đủ thời gian phân huỷ sẽ làm tăng hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng cho đất, so với đốt trên đồng.



XỬ LÝ RẠ TRÊN ĐỒNG



**Nên tránh hay cấm
hoặc có biện pháp thay thế**



Thu hoạch lúa



Phát và đốt gốc rạ sau khi thu gom rơm rạ khỏi đồng

- Làm sạch ruộng nhanh và không tốn nhiều chi phí
- **Làm thất thoát 100% lượng N, 25% lượng P, và 20% lượng K có trong rơm**
- Một tấn rơm rạ chứa lần lượt khoảng 5-8, 1,6-2,7, và 14-20 kg N, P, và K



Rạ trên đồng

Vụ Đông - Xuân

- Cày hoặc xới vùi gốc rạ ngay sau thu hoạch (càng sớm càng tốt)
- Duy trì điều kiện không ngập nước ít nhất 3 tuần sau khi vùi

Vụ Hè - Thu và Thu - Đông

Xới ruộng ngay sau thu hoạch. Để hỗ trợ phân hủy rơm rạ nhanh và nhất là trường hợp canh tác 3 vụ, nên kết hợp phun chế phẩm sinh học như Trichoderma, v.v



Cày hoặc xới vùi gốc rạ ngay sau thu hoạch (càng sớm càng tốt)
Duy trì điều kiện không ngập nước ít nhất 3 tuần sau khi vùi.



**Máy xới và vùi rơm ruộng
khô với độ sâu 10 – 15 cm**



Xới đất và vùi rạ



Mặt đồng sau khi xới vùi rơm, duy trì điều kiện không ngập nước ít nhất 3 tuần sau khi vùi.

MỘT SỐ LỢI ÍCH MANG LẠI

Độ màu mỡ của đất có thể được duy trì và tăng cường.

Trong một số trường hợp, giúp duy trì cân bằng dinh dưỡng trong sản xuất lúa.

Giữ lại được phần lớn dinh dưỡng có trong rơm nếu đủ thời gian phân hủy hiếu khí (không bị phân hủy yếm khí thành methane).



Lưu ý: Nếu vùi rơm rạ vào ruộng ngập nước, không đủ thời gian phân hủy trong điều kiện hiếu khí, sẽ sinh ra methane và làm tăng mạnh phát thải khí nhà kính.



2

VỤ HÈ THU VÀ THU ĐÔNG

Xới ruộng ngay sau thu hoạch. Để hỗ trợ phân huỷ rơm rạ nhanh và nhất là trường hợp canh tác 3 vụ, nên kết hợp phun chế phẩm sinh học như *Trichoderma*, v.v.



Xới ruộng và vùi xả



Chế phẩm sinh học

Tỉ lệ phun chế phẩm sinh học khoảng 0,1% tổng lượng rơm vùi

Hoặc một số chế phẩm có chức năng tương đương được phép lưu hành và sử dụng

Nếu vùi rơm rạ vào ruộng ngập nước, không đủ thời gian phân huỷ trong điều kiện hiếu khí, sẽ sinh ra methane và làm tăng mạnh phát thải khí nhà kính.

Việc đốt rạ trên đồng hay vùi rơm rạ vào ruộng ngập nước ngoài việc gây mất dinh dưỡng trong rạ, mất đa dạng sinh học mà còn gây ô nhiễm môi trường do tăng phát thải CH₄ và khí thải nhà kính.



5.3. Sử dụng rơm đã được thu gom

Thu gom rơm ra khỏi đồng ruộng có thể giảm phát thải đến 30% so với cày vùi rơm trong ruộng ngập nước. Tuy nhiên, khác với trấu sản xuất ra tại nhà máy xay xát, rơm phải được thu gom trên đồng và thường ở ẩm độ cao trong các vụ mưa, nên tất cả các giải pháp kinh tế và công nghệ từ rơm đều phải xét đến tính chất, chất lượng, chi phí thu gom, tồn trữ và vận chuyển rơm.

Khuyến cáo chung: Ưu tiên sử dụng rơm từ ruộng canh tác theo thực hành nông nghiệp tốt để hạn chế ảnh hưởng của dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, kim loại nặng và các vi sinh vật có hại khác. Trong điều kiện sản xuất lúa chưa áp dụng thực hành nông nghiệp tốt, tối thiểu phải đạt yêu cầu sử dụng thuốc bảo vệ thực vật theo nguyên tắc 4 đúng (loại, liều lượng, thời điểm và phương pháp).

Rơm khô và chất lượng cao (không bị meo mốc và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật dưới ngưỡng quy định) nên được thu gom và chế biến làm thức ăn cho trâu, bò. Rơm khô và chưa bị phân huỷ hay mất dinh dưỡng nên được thu gom trồng nấm rơm. Bã nấm rơm, chất thải từ động vật và các chất thải hữu cơ khác nên được sử dụng làm phân bón hữu cơ.

Một số công nghệ xanh phát triển gần đây có tính khả thi về mặt kinh tế cho sản xuất nhựa sinh học như chậu ươm ươm giống hay chậu cây văn phòng, do nhu cầu cao về sử dụng sản phẩm xanh thân thiện môi trường.

Phần này giới thiệu một số giải pháp công nghệ và thực hành phổ biến và đã thử nghiệm hoặc áp dụng thành công ở ĐBSCL.



5.3.1. Phủ cho cây trồng

Rơm rạ sau thu hoạch được sử dụng để làm vật liệu che phủ cho cây trồng, đây là biện pháp không chỉ đơn giản, dễ thực hiện, mà còn ít tốn kém và tiết kiệm công lao động.

Sử dụng rơm che phủ bề mặt đất xung quanh gốc cây trồng mang lại nhiều lợi ích như:

- Ước chế cỏ nảy mầm bởi sự hạn chế ánh sáng và cạnh tranh không gian sống của cỏ dại, kiểm soát cỏ dại bề mặt, giảm thiểu sử dụng thuốc diệt cỏ.
- Giữ ẩm cho đất hạn chế sự bốc thoát hơi nước trong mùa khô và chống xói mòn, rửa trôi đất bề mặt, thoát nước tốt vào mùa mưa, điều chỉnh dao động nhiệt độ đất không gây tác động xấu đến cây trồng (hàng ngày và theo mùa).
- Duy trì độ tơi xốp của đất bởi che phủ đất khỏi sự tác động trực tiếp của ánh nắng mặt trời và giữ cho đất luôn ẩm, tránh tình trạng khô nứt nẻ và nén chặt.
- Khi phân hủy hoàn toàn, rơm sẽ cung cấp lại nguồn hữu cơ cho đất, đa dạng sinh thái hệ vi sinh vật vùng rễ.

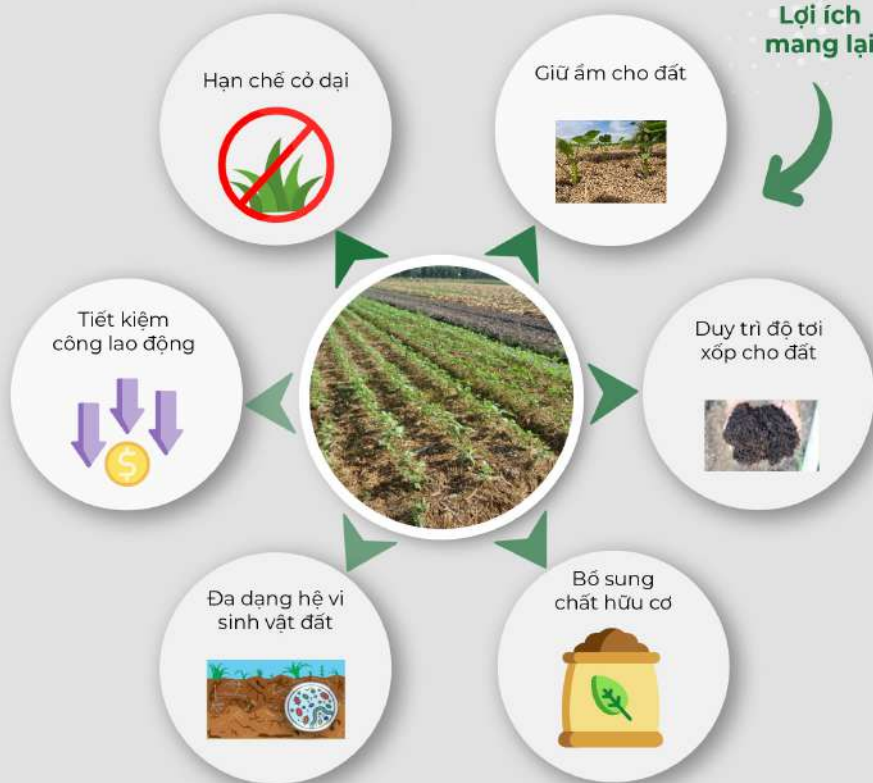


RƠM PHỦ

Gốc cây trồng



**Lợi ích
mang lại**



YÊU CẦU VỀ RƠM



Sử dụng rơm từ canh tác lúa đạt tiêu chuẩn sản xuất an toàn và thực hành nông nghiệp tốt.



Phủ rơm trên các loại cây trồng khác ký chủ của sinh vật gây hại trên lúa



Rơm khô hoặc ướt sau thu hoạch được sử dụng trực tiếp không cần qua xử lý

ĐẶC ĐIỂM SỬ DỤNG



PHỦ RƠM TRÊN RAU, MÀU

1 Làm đất và lên liếp



2



Phủ rơm sau khi xuống giống đối với các loại rau gieo hạt



Phủ rơm trước khi xuống giống đối với các loại trồng cây con



Phủ lớp rơm mỏng đối với các loại rau gieo hạt

3

Trải rơm đều trên mặt ruộng rau, màu và tươi ẩm



Phủ lớp rơm dày đối với các loại rau, màu trồng cây con

4

Sau cuối vụ cây vùi lớp rơm đã phân hủy cung cấp chất hữu cơ cho đất trồng





PHÙ RƠM TRÊN CÂY ĂN TRÁI



**Giai đoạn
kiến thiết:
Phù lớp rơm
dày che phủ
toàn bộ mô
cây**



**Giai đoạn cây
hình thành tán:
phù lớp rơm
dày xung
quanh tán cây
và cách xa gốc**



**Vào mùa mưa
xung quanh
gốc được làm
thông thoáng**



**Rơm phân hủy tại
chỗ cung cấp hữu
cơ lại cho vườn cây,
không cần cây vùi**

5.3.2. Trồng nấm

Rơm có thể được sử dụng để trồng nấm với nhu cầu thị trường ngày càng cao. Nên sử dụng rơm từ ruộng canh tác theo thực hành nông nghiệp tốt để hạn chế ảnh hưởng của dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, kim loại nặng và các vi sinh vật có hại khác. Sau khi thu hoạch nấm, bã rơm nên được tái sử dụng để làm giá thể hoặc phân bón hữu cơ.

Phần này giới thiệu hai phương pháp sử dụng rơm trồng nấm gồm trồng nấm ngoài trời và trồng nấm trong nhà (dựa trên tài liệu của Le Vinh Thuc et al. ,2020).



KỸ THUẬT TRỒNG

Nấm rơm ngoài trời



- Nén đất ruộng
- Nén đất liếp
- Dưới bóng râm



1.
Chuẩn bị
địa điểm
trồng

- Rơm đồng
- Rơm cuộn



2.
Chuẩn
bị rơm
sạch

- Chuẩn bị bể ngâm
- Nước vôi (5kg vôi 1 m³ nước)
- Ngâm rơm 5-10', để ráo



3.
Ngâm
rơm



6.
Đóng mô

Đóng mô sau 16-18
ngày, rải meo và cuộm
rơm đậy lại



5.
Chuẩn
bị meo
giống

Meo trâu đánh tơi trộn với
men, phân trùn quế và
phân Thân Nồng theo tỉ lệ



4.
Ủ đồng
và đảo
đồng ủ

- Kê đồng ủ bằng tre (cách đất 10cm)
- Đậy đồng ủ bằng bạt cao su
- Sau 7 & 17 ngày, đảo trộn và kiểm tra
ấm độ, đảm bảo **nhệt độ >70°C**



7.
Chăm sóc
tưới đôn
nấm

- Tưới mô 1 lần/ngày vào buổi chiều
- Che cao su bạt nếu có mưa
- 4-5 ngày, kiểm tra và đảo lớp áo mô
- Ngày thứ 7 & 8, tưới nước đôn nấm



Thu hoạch

- Cây meo – thu hoạch: 12 ngày
- Thu đợt 1 trong 4 ngày; tiếp tục
chăm sóc, thu đợt 2 trong 3 ngày;
2 đợt cách nhau 5 ngày



Rơm sau trồng nấm



1 Chuẩn bị địa điểm trồng

Nền đất trồng nấm rơm nên xử lý vôi (CaCO_3) với lượng 5 kg/100 m² (300 – 500 kg/ha).



Nền đất
rộng



Nền đất
liếp

2 Chuẩn bị rơm sạch



Rơm
cuộn



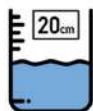
Rơm
đống



Phải sạch bệnh, không ảnh hưởng của thuốc BVTV

3 Ngâm rơm

5kg vôi cho 1 m³ nước



13

14

Ngâm rơm 5-10'



Để ráo



4

Ủ đồng và đảo đồng ủ



Kê vĩ tre (cách đặt 20cm) hoặc trên nền đất thông thoáng



Tạo độ thông thoáng



Đậy bằng bạt cao su



Sau 7 & 17 ngày, đảo trộn



Kiểm tra ẩm độ và bổ sung nước nếu cần, đảm bảo nhiệt độ >70°C



5

Chuẩn bị meo giống



Kích thích tơ nấm



Meo trâu, có tơ ăn trắng đều, có mùi dễ chịu

Phân trộn quế



Đánh tơi



6

Đóng mô

1. Sau khi ủ đồng 16-18 ngày, tiến hành đóng mô



2. Lấy rơm từ đồng ủ và tơi trên mặt đất khoảng 4kg, cuộn lại xếp thành dòng
3. Rãi meo (khoảng 160g/dòng) Dùng 1-2kg rơm cuộn đặt lại
4. Tưới nước ướt đẫm mô và phơi nắng (2-4 ngày)



7 Chăm sóc tưới đón nấm



Sau khi phơi nắng nên đẩy áo mô bên dưới bằng lưới cước trên là rơm, sau đó tưới ướt áo mô. Che bạt cao su nếu có mưa



Tưới nước cho mô nấm 1 lần/ngày vào buổi chiều khoảng 4 giờ

Sau 4 - 5 ngày, kiểm tra sự lan tơ và đào lớp áo mô. Ở ngày thứ 7-8, thấy tơ nấm lan đều mô tiến hành tưới đón nấm. Khoảng 2 ngày sau thì định ghim bắt đầu xuất hiện khoảng 4 giờ chiều



8 Thu hoạch



Từ khi cấy meo đến lúc thu hoạch khoảng 12 ngày. Trong 1 ngày thu làm 2 lần, buổi sáng (5-6 giờ) và buổi chiều (17-18 giờ).



Thu hoạch 2 đợt. Đợt 1 kéo dài khoảng 4 ngày, sau đó chăm sóc mô nấm giống như ban đầu khoảng 5 - 6 ngày thì nấm xuất hiện.

Rơm sau trồng nấm



Giá thể hữu cơ rơm



KỸ THUẬT TRỒNG Nấm rơm trong nhà



- Nhà trồng che bạt cao su
- Kệ bằng tre hoặc sắt, cao 2-3 tầng

- Rơm đóng
- Rơm cuộn

- Chuẩn bị bể ngâm
- Nước vôi (bổ sung 1 kg super lân và $\frac{1}{2}$ kg KCl cho 1 m³)
- Ngâm rơm 5-10', để ráo



1.
Chuẩn bị nhà và kệ trồng



2.
Chuẩn bị rơm sạch



3.
Ngâm rơm



6.
Chặt rơm ủ lên kệ

Rải meo & ủ tơ trong 3 ngày, kiểm tra ẩm độ. Sau 3 ngày, bổ sung phân trùn quế (2kg/m²)



5.
Chuẩn bị meo giống

Meo trấu đánh tơi trộn với men, phân HVP/HQ và men kích thích tơ nấm theo tỉ lệ



4.
Ủ đồng và đảo đồng ủ

- Xếp đồng ủ lên kệ tre
- Đậy bằng bạt cao su, tưới nước ngày 1 lần
- Sau 7 & 10 ngày, đảo trộn và kiểm tra ẩm độ, đảm bảo nhiệt độ >70°C



7.
Chăm sóc tưới đốn nấm

- Sau 7 ngày, phun nhiều nước kích thích tơ, hình thành quả thể + chiếu sáng 12 tiếng giúp ra quả thể đồng loạt
- Có thể phun bổ sung 0,05% sodium acetate (1L/m²)



Thu hoạch

- Thu đợt 1 – trong 4 ngày
- Tiếp tục chăm sóc, thu đợt 2 – trong 3 ngày: cách đợt 1 khoảng 5 ngày



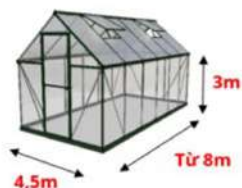
Rơm sau trồng nấm



1 Chuẩn bị nhà và kệ trồng

Nóc nhà có thể làm chóp hay nghiêng, sử dụng tole hay bạt cao su. Xung quanh có thể sử dụng bạt cao su che lại, bên trong có thể sử dụng lưới lan hay lưới cước phơi lúa

Được xây dựng trên nền đất thoát nước tốt hay trên nền xi măng, thông thoáng và nắng đầy đủ



Kệ trồng

Cao 2-4 tầng, cách nhau 0.5m

Phải đảm bảo được việc đi lại thuận tiện



2 Chuẩn bị rơm sạch

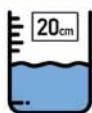


Phải sạch bệnh, không ảnh hưởng của thuốc BVTV



3 Ngâm rơm

5kg vôi+1kg super lân+ 1/2kg KCl cho 1 m³ nước



Ngâm rơm 5-10'



Để ráo



4

Ủ đồng và đảo đồng ủ



Kê vĩ tre (cách đặt 20cm) hoặc trên nền đất thông thoáng



Tạo độ thông thoáng



Đậy bằng bạt cao su



Sau 7 & 17 ngày, đảo trộn



Kiểm tra ẩm độ và bổ sung nước nếu cần, đảm bảo nhiệt độ $>70^{\circ}\text{C}$



5

Chuẩn bị meo giống



Kích thích tơ nấm



Meo trấu, có tơ ăn trắng đều, có mùi dễ chịu

Phân HVP/HQ



Đánh tơi



6

Chất rơm lên kệ ủ

1. Rơm được đánh tơi ra và đưa lên giàn trồng
2. Rải meo (khoảng $200\text{g}/\text{m}^2$) và ủ tơi trong 3 ngày
3. Kiểm tra ẩm độ và nhiệt độ thường xuyên
4. Sau 3 ngày, bổ sung thêm phân trùn quế ($2\text{kg}/\text{m}^2$)



7 Chăm sóc tưới đón nấm



Theo dõi nhiệt độ và ẩm độ nhà trồng

	Tơ nấm	Quả thể
	50-70%	80-100%
	15-40°C	25-30°C



- Giai đoạn này không cần ẩm nhiều, nếu nhiệt độ và độ ẩm thấp chỉ phun sương bên trong nhà trồng
- Sau 7 ngày thì tiến hành tưới phun nước nhiều, kết hợp chiếu sáng trong 12 giờ giúp ra quả thể đồng loạt
- Có thể phun bổ sung 0,05% sodium acetate (1L/m²) giúp nấm phát triển được tốt hơn

8 Thu hoạch



Từ khi cấy meo đến lúc thu hoạch khoảng 12 ngày. Trong 1 ngày thu làm 2 lần, buổi sáng (5-6 giờ) và buổi chiều (17-18 giờ).



Thu hoạch 2 đợt. Đợt 1 kéo dài khoảng 4 ngày, sau đó chăm sóc mô nấm giống như ban đầu khoảng 5 – 6 ngày thì nấm xuất hiện.

Rơm sau trồng nấm



5.3.3. Thức ăn cho trâu, bò

Sử dụng nguyên liệu thức ăn từ rơm, cỏ khô, thân bắp sau thu hoạch hay các phụ phẩm nông nghiệp khác... để làm thức ăn cho trâu, bò đã có từ lâu đời, giúp người chăn nuôi có nguồn thức ăn thô ổn định, khắc phục tình trạng thiếu thức ăn trong mùa khô hay ở vùng ngập úng. Ứng dụng kỹ thuật này vào sản xuất đã góp phần tái sử dụng tốt hơn nguồn thức ăn sẵn có tại chỗ để phát triển chăn nuôi trâu, bò bền vững theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và sinh thái.

Phần này giới thiệu phương pháp ủ rơm để tăng khả năng tiêu hoá và hấp thụ dinh dưỡng của rơm đã xử lý để làm thức ăn cho trâu, bò.





Ủ RƠM LÀM THỨC ĂN CHO TRÂU, BÒ

Rơm từ ruộng canh tác theo thực hành nông nghiệp tốt



Rơm cần được xử lý để làm mềm cọng rơm, tăng khả năng tiêu hoá và hoạt động của vi sinh vật bằng một trong các biện pháp sau



Rơm có thể được ủ trong bao nylon, thùng chứa hoặc hố phủ kín bạt



1 bao nylon ủ
16 - 20 kg rơm



Đóng bao kín (yếm khí)



Ủ trong hố có bạt phủ kín

Ủ sau 7 ngày cho bò ăn. Kiểm tra nếu bị nấm mốc thì không đạt chất lượng làm thức ăn cho bò



Sau 7 ngày
✓ Tốt



Lượng ăn vào: 2 - 7
kg rơm ủ/ngày/bò



5.3.4. Đệm lót sinh học

Ứng dụng công nghệ vi sinh vật làm đệm lót sinh học mới được áp dụng ở Việt Nam nhưng quy trình kỹ thuật thì tương đồng ở các nước là chế phẩm vi sinh vật sẽ thúc đẩy quá trình phân hủy các vật liệu có hàm lượng chất xơ cao. Vật liệu đệm lót gồm mùn cưa, trấu, cùi ngô, xơ dừa, ... đặc biệt là rơm có chất xơ cao, mềm, ít gây kích ứng. Thành phần, mật độ và hoạt lực của các chủng vi sinh vật khác biệt tùy từng nước, từng sản phẩm, đối tượng vật nuôi. Ở các nước đã và đang phát triển, ứng dụng vi sinh được phân lập, chọn tạo, tách chiết đưa vào chăn nuôi cũng như làm đệm lót sinh học là ứng dụng tiềm năng trong hoạt động chăn nuôi hữu cơ, chăn nuôi sinh thái và đảm bảo quyền động vật.

Phần này giới thiệu phương pháp sử dụng rơm làm đệm lót sinh học phổ biến ở Việt Nam.



ĐỆM LÓT SINH HỌC TỪ RƠM



Sau khi sử dụng đệm lót được làm phân bón hữu cơ



5.3.5. Sản xuất phân bón hữu cơ và giá thể

Ủ phân hữu cơ là quá trình chuyển đổi chất hữu cơ, như rơm rạ, các phụ phẩm nông nghiệp khác (tro trấu, tạp chất bụi từ xay xát gạo, chất thải chăn nuôi, thân hay lá cây, v.v...) thành phân hữu cơ hoại mục. Rơm chất lượng thấp hay rơm ướt và các phụ phẩm trong nông nghiệp đều có thể dùng để sản xuất phân bón hữu cơ.

Thu gom rơm để sản xuất phân hữu cơ không những tăng giá trị rơm rạ, mà còn giảm phát thải khí nhà kính trên 20% so với cày vùi rơm vào ruộng ngập nước. Hơn nữa, việc thu gom rơm, không đốt rơm, là một trong những tiêu chí quan trọng đáp ứng tiêu chuẩn sản xuất lúa bền vững và giảm phát thải, tăng giá trị từ sản xuất gạo.

Về công nghệ, IRRI và các đối tác đã phát triển công nghệ cơ giới hóa sản xuất phân hữu cơ và thử nghiệm thành công ở Việt Nam. Đây là công nghệ kết hợp giữa tác động vật lý (trộn bằng máy), sinh học (các chế độ ủ và vi khuẩn phân hủy) và hoá học (cân đối tỷ lệ hữu cơ và đạm) để tối ưu quá trình phân hủy rơm và tăng chất lượng phân hữu cơ.



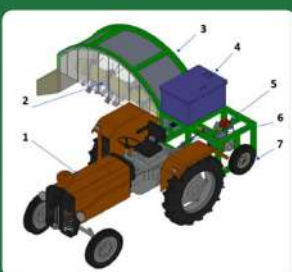
QUY TRÌNH SẢN XUẤT Phân hữu cơ từ rơm



Cơ giới hóa sản xuất phân hữu cơ kết hợp giữa tác động vật lý và sinh hóa để tối ưu quá trình phân hủy rơm hiệu quả và chất lượng phân hữu cơ. Công nghệ này đã được thực hiện kiểm chứng ở Việt Nam với những đặc điểm sau:

- Năng suất: 30 -50 tấn/giờ cho mỗi lần trộn, tùy theo máy nhỏ hay lớn
- Thời gian ủ đạt chất lượng phân như trên thị trường khoảng 45 ngày

Cơ giới hóa
sản xuất
phân hữu
cơ từ rơm



1 Chuẩn bị luống ủ

Tùy theo điều kiện thực tế, nguyên liệu sử dụng cho luống ủ có thể gồm:

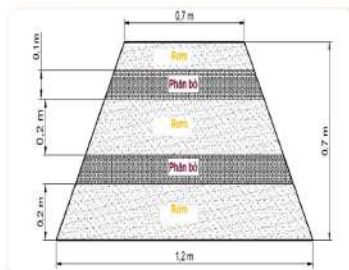
- Rơm và phân động vật, hoặc
- Rơm, đất và bổ sung đạm (như Urea).

Chuẩn bị luống ủ theo từng lớp (20 cm) xen kẽ giữa rơm và phân bò (hoặc đất) với bề rộng chân luống 1,2 m; chiều cao 0,7 m.

Đảm bảo thành phần trộn có tỷ lệ C/N tối ưu cho quá trình phân hủy là 25 - 30.



Tạo luống ủ rơm và phân bò



Kích thước mặt cắt luống ủ

Rơm	Phân bò khô	Đất (từ ruộng, hoặc canh tác NN)	Urea	Tỷ lệ thành phần
Rơm thô (thu hoạch/ cuộn), ẩm độ 14%	Ấm độ 30%	-	-	1:1
Bã rơm sau làm nãi, ẩm độ 50 - 60%	Ấm độ 60 %	-	-	1,2:1
Rơm thô (thu hoạch/ cuộn), ẩm độ 10%	-	Ấm độ 20%	Urea 46N	0,75: 1: 0,5%
Bã rơm sau làm nãi, ẩm độ 50 - 60%	-	Ấm độ 20%	Urea 46N	2:1:0.5%

2 Dùng máy đảo trộn luống ủ lần đầu

Trong quá trình dùng máy đảo trộn, vi sinh hoặc enzym được hòa với nước và được máy phun vào luống ủ trong khi đảo trộn. Những điểm lưu ý chính trong khi thực hiện quá trình này gồm:

- Vận tốc tiến của liên hợp máy: 1,5 m/phút, (1,2 - 1,8 m/phút, tùy kích thước dao động của luống ủ)
- Đảm bảo ẩm độ của nguyên liệu trong luống ủ 50-60% (cơ sở ướt).



3

Giai đoạn ủ tạo môi trường phân huỷ (nhiệt, ẩm và pH)

Sau đảo trộn lần đầu, dùng bạt nylon phủ lên luống ủ

- Nhiệt độ: 50-70°C. Luống ủ giữ đây bạt khi nhiệt độ thấp; mở bạt và dùng máy trộn khi nhiệt độ lớn hơn 70°C.
- Ẩm độ: 50-60% (cơ sở ướt). Thông số này được giữ ở mức quy định bằng cách thêm nước.
- pH: 6.5-7



Đậy bạt luống ủ trong quá trình giữ nhiệt



Nhiệt độ trong luống ủ

4

Giai đoạn thông thoáng và làm mát

Sau giai đoạn ủ tạo nhiệt, khi nhiệt độ tăng quá cao, và thường sau 10-15 ngày, dùng máy trộn để đảo lại nhằm tăng thông thoáng và oxy và làm đều chất lượng. Các yếu tố cần kiểm soát:

- Nhiệt độ: 30 - 50°C. Dùng bạt nylon đậy luống ủ khi nhiệt độ luống ủ thấp hoặc khi trời mưa; mở bạt khi đảo trộn hoặc khi nhiệt độ luống ủ > 50°C.
- Ẩm độ: 40-50% (tính theo cơ sở ướt).

Để giảm giá thành và tăng chất lượng, có thể phối trộn vào luống ủ các thành phần hữu cơ theo tỷ lệ khối lượng 40% phân rơm : 40% xơ dừa: 40% tro trấu (ở cùng ẩm độ).



Bổ sung xơ dừa và tro trấu vào luống ủ ở lần đảo trộn thứ 3



5

Giai đoạn thành phẩm phân hữu cơ

Tùy theo loại nguyên liệu ban đầu, khoảng 30 - 45 ngày sau đảo trộn lần đầu, thành phẩm là phân hữu cơ sẵn sàng cho sử dụng. Sản phẩm với ẩm độ 30 - 40%, có thể được phân loại qua sàng tạp chất lớn.



Phân hữu cơ trong giai đoạn làm mát



Sản phẩm phân hữu cơ



5.3.6. Sử dụng rơm làm sản phẩm thay thế nhựa và các sản phẩm phục vụ nông nghiệp đô thị

Rơm có thể được sử dụng để làm một số sản phẩm thay thế nhựa và vật liệu phân hủy sinh học. Hiện tại ở Việt Nam, IRRI và công ty Rynan Việt Nam đã phát triển công nghệ sản xuất chậu ươm và chậu trồng cây hay trồng hoa văn phòng thay thế các sản phẩm chậu nhựa hay vật liệu khác. Các sản phẩm này, đáp ứng nhu cầu thị trường xanh, giảm ô nhiễm môi trường, giúp tăng giá trị rơm và thu nhập cho nông dân và các dịch vụ sản xuất thương mại liên quan. Trong phần này, chúng tôi trình bày quy trình công nghệ làm chậu từ rơm đã được phát triển bởi IRRI và công ty Rynan.



SẢN PHẨM NHỰA SINH HỌC

và nông nghiệp phố từ rơm



Giá trị ứng dụng



Bầu ươm làm từ rơm:

- Vùi vào đất cùng cây giống khi trồng.
- Phân hủy hoàn toàn thành chất hữu cơ, duy trì độ tơi xốp cho đất



Sản phẩm chậu hoa làm từ rơm:

- Trồng các loại hoa, cây kiểng trang trí văn phòng
- Phân hủy sinh học và thân thiện với môi trường

QUI TRÌNH SẢN XUẤT CHẬU ƯƠM RƠM



1. Rơm cuộn phơi khô



2. Nghiền nhỏ cuộn rơm



3. Trãi một lớp mỏng rơm đã nghiền



8. Cắt bỏ vành chậu



9. Chậu ươm rơm thành phẩm



4. Phun keo kết dính các vật liệu



7. Đặt vật liệu vào khuôn ép



6. Cán dính các vật liệu thành mảng



5. Trãi 1 lớp xơ dừa mỏng

Lưu ý:

- Tỷ lệ vật liệu là 87% rơm và 13% xơ dừa
- Khuôn ép chậu cần gia nhiệt đến nhiệt độ ổn định trước khi đưa mảng vật liệu vào khuôn ép.



QUI TRÌNH SẢN XUẤT CHẬU RƠM VĂN PHÒNG



1. Rơm cuộn phơi khô



2. Nghiền nhỏ cuộn rơm



3. Sử dụng thảm xơ dừa mỏng tạo lớp nền vách chậu



8. Cắt gọn vành chậu



Chậu rơm thành phẩm



4. Phun keo kết dính giữa các lớp vật liệu



7. Đặt màng vật liệu vào khuôn ép



6. Cắt tỉa định hình khuôn chậu



5. Trải 2 lớp rơm mỏng ở 2 mặt để tạo độ dày thành chậu

Lưu ý:

- Đĩa chậu rơm được sản xuất với qui trình tương tự
- Khuôn ép chậu được gia nhiệt trước và cần cố định màng vật liệu khi đưa vào khuôn ép

6. Đánh giá hiệu quả kinh tế và môi trường

Phần này chỉ áp dụng cho cán bộ nghiên cứu hoặc chính sách tham khảo để đánh giá các chỉ số kết quả tác động của quản lý rơm rạ trong chuỗi giá trị sản xuất lúa như cân bằng chi phí và lợi nhuận, hiệu suất hay cân bằng sử dụng dinh dưỡng và tác động carbon.

6.1. Chi phí và lợi nhuận

Tổng quát, lợi nhuận được tính theo công thức (CT) 1:

Lợi nhuận = Tổng thu – Tổng chi (đồng/ha) (Ct1)

- Tổng thu: nếu dừng tại đồng ruộng phải kể đến bán lúa tươi và các thu nhập khác như bán rơm, bán lúa - vẹt, v.v. nếu có.
- Tổng chi: tất cả các khoản chi gồm thuê đất (hoặc khấu hao đất), các dịch vụ cơ giới hoá (hoặc khấu hao máy và thiết bị), lãi vay, lao động trên đồng và quản lý, nhiên liệu, giống, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật và phí sử dụng nước.

Ngoài ra, có thể tính dòng tiền, số năm thu hồi vốn, v.v. như ví dụ về hiệu quả kinh tế của đầu tư sản xuất phân bón từ rơm dưới đây.



HIỆU QUẢ KINH TẾ

Phân hữu cơ từ rơm



CHI PHÍ CỐ ĐỊNH

Máy đảo trộn

VND

~ 140tr

+

Máy kéo (28-30HP)

~ 305tr

+

Tập huấn kỹ thuật

~ 47tr

+

Lãi vay

~ 25tr/năm

+

Sử dụng đất

~ 7tr/năm



CHI PHÍ BIẾN ĐỔI

Khấu hao và bảo trì

VND / t

~ 70k

+

Nguyên vật liệu

~ 1,1tr

+

Nhân công

~ 60k

+

Nhiên liệu

~ 4.5k

Trong trường hợp sản xuất tối đa công suất với tuổi thọ máy là 7 năm



Với công suất tối đa: 670 tấn/năm



Tổng đầu tư trang thiết bị ban đầu: ~ 492tr



Tổng chi phí biến đổi: ~1tr2/tấn



Giá bán hiện tại: ~190k/tấn



Doanh thu = Giá bán x công suất/năm = 1.1 tỷ/năm

Bảng tính hiệu quả kinh doanh cho phân hữu cơ rơm

Tiêu chí	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4	Năm 5	Năm 6	Năm 7
Chi phí đầu tư ban đầu (VND)	493tr	0	0	0	0	0	0
Chi phí cố định (VND/năm)	31.7tr	31.7tr	31.7tr	31.7tr	31.7tr	31.7tr	31.7tr
Chi phí biến đổi (VND/tấn/năm)	1.2tr	1.2tr	1.2tr	1.2tr	1.2tr	1.2tr	1.2tr
Sản lượng (tấn/năm)	630	630	630	630	630	630	630
Doanh thu (năm)	1.184,4tr	1.184,4tr	1.184,4tr	1.184,4tr	1.184,4tr	1.184,4tr	1.184,4tr
Lợi nhuận (năm)	(120tr)	372tr	372tr	372tr	372tr	372tr	372tr
NPV: 1320tr > 0 IRR: 74%							

Trong điều kiện: công suất máy không đổi; lãi suất: 10%



Tỷ lệ thu hồi vốn đầu tư (ROI) = 130%

Chỉ số sinh lời (PI) = 3,68 > 1

Thời gian thu hồi vốn đầu tư:

1 năm 3 tháng



Mô hình kinh doanh
khả thi về mặt kinh tế



6.2. Hiệu suất sử dụng chất dinh dưỡng

Hiệu suất sử dụng các chất dinh dưỡng chủ yếu được dùng cho sản xuất lúa như N, P và K được tính theo kg lúa/ kg dinh dưỡng (Ct 2,3,4).

$$\text{Hiệu suất sử dụng N} = \frac{\text{Năng suất hạt (kg/ha)}}{\text{N áp dụng (kg N/ha)}} \quad (\text{kg lúa/ kg N}) \quad (\text{Ct2})$$

$$\text{Hiệu suất sử dụng P}_2\text{O}_5 = \frac{\text{Năng suất hạt (kg/ha)}}{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ áp dụng (kg P}_2\text{O}_5\text{/ha)}} \quad (\text{kg lúa/kg P}_2\text{O}_5) \quad (\text{Ct3})$$

$$\text{Hiệu suất sử dụng K}_2\text{O} = \frac{\text{Năng suất hạt (kg/ha)}}{\text{K}_2\text{O áp dụng (kg K}_2\text{O/ha)}} \quad (\text{kg lúa/ kg K}_2\text{O}) \quad (\text{Ct4})$$

Trong đó: N, P, K áp dụng = tổng lượng N, P₂O₅, K₂O trong các phân bón áp dụng và rơm rạ vùi vào đất.

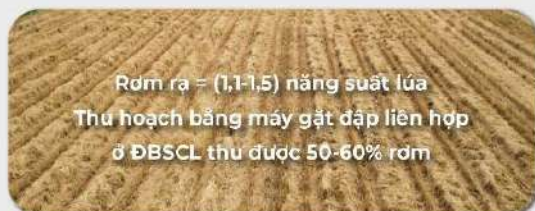
Ví dụ:

- Phân urea thì có 46%N, phân DAP 18-46-0 có 18% N và 46% P₂O₅
- Rơm rạ chứa 0,65% N, 0,2%P₂O₅, và 1,8%K₂O
- Đốt rơm mất 100%N, 25%P₂O₅, và 20%K₂O chứa trong rơm
- Tỷ lệ năng suất
 - + Cả rơm rạ/hạt= 1,1-1,2
 - + Rơm/hạt = 0,6



HIỆU SUẤT SỬ DỤNG DINH DƯỠNG

của các phương pháp quản lý rơm rạ



Rơm rạ chứa (% khối lượng khô): 0,65% N; 0,2% P; và 1,8% K



Đốt rơm rạ
(mất 100% N, 25% P, 20% K)



Vùi rơm rạ 100%



Lấy rơm rạ khỏi đồng

0,0; 1,7 và 15,5

6,5; 2,0 và 18,0

2,6; 0,8 và 7,2

Lượng N, P, K trong rơm rạ còn lại vùi vào đất (kg/tấn rơm rạ)



HIỆU SUẤT SỬ DỤNG ĐẠM (N) của các phương pháp quản lý rơm rạ

Hiệu suất sử dụng $N = \frac{\text{Rice } \text{kg/ha}}{\text{kg/ha áp dụng}} (\text{kg lúa/ kg N})$

Trong đó: N áp dụng = tổng lượng N trong các phân bón áp dụng và N tương đương có trong rơm rạ.

Ví dụ:
Tổng lượng N trong các phân bón áp dụng: 100 kg N/ha;
năng suất lúa tẻ: 6,8 tấn/ha; và lượng rơm rạ: 8,5 tấn/ha



Ô nhiễm môi trường...

$$\frac{(6800)}{(100+0+55,3)} = 60$$

N bị mất do đốt đồng

N bón bù lại bị mất do đốt/ lấy đi



Tăng CH₄

$$\frac{(6800)}{(100+55,3+0)} = 60$$

N còn lại trong rơm
rạ vùi vào đất (giả sử
hữu dụng 100%)

Không cần bù N



$$\frac{(6800)}{(100+22,1+33,2)} = 60$$

N còn lại trong rơm rạ vùi vào đất
(giả sử hữu dụng 100%)

N bón bù do lấy
rơm ra khỏi đồng

Hiệu suất sử dụng N của 3 phương pháp quản lý rơm rạ là như nhau.

Tuy nhiên, (1) đốt đồng gây ô nhiễm môi trường, mất rơm và không có nguồn sử dụng tuần hoàn; (2) vùi rơm vào ruộng ngập nước gây tăng phát thải CH₄ và khí thải nhà kính; (3) thu gom rơm khỏi ruộng sử dụng cho tủ cây trồng, sản xuất nấm rơm, cho bò ăn, và làm phân bón để tăng giá trị từ rơm.

6.3. Phát thải (dấu chân) carbon

Phát thải (dấu chân) carbon (CF) là lượng carbon dioxit tương đương (CO_2eq) thải ra bởi một cá nhân, đơn vị, quá trình sản xuất, sản phẩm hoặc hoạt động trong một giới hạn cụ thể. Đối với trồng trọt, CF ($\text{kg-CO}_2\text{eq/kg}$ sản phẩm) được tính toán theo quy trình Đánh giá vòng đời (LCA) với giới hạn bao gồm các hoạt động từ làm đất đến thu hoạch, gồm carbon từ đất, vật tư nông nghiệp, năng lượng tiêu thụ và xử lý phụ phẩm.





Phát thải các-bon từ sản xuất lúa gạo

Phát thải các-bon (CF) là lượng CO₂ tương đương (CO₂eq) thải ra trong một giới hạn cụ thể. Đối với trồng trọt, CF (kgCO₂eq/kg sản phẩm) được tính toán theo quy trình Đánh giá vòng đời (LCA), bao gồm phát thải từ các hoạt động từ làm đất đến thu hoạch, gồm CO₂eq từ đất, vật tư nông nghiệp, năng lượng tiêu thụ và xử lý phụ phẩm.

Các-bon phát thải từ quá trình sản xuất lúa gạo bao gồm



Đất	Vật tư nông nghiệp	Cơ giới hóa	Phụ phẩm
Cách quản lý nước trước và giữa vụ, rơm vùi (nếu có), phân đạm	Lúa giống, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật	Máy dùng cho các khâu trong sản xuất	Rơm
CH ₄ và N ₂ O	Sản xuất và vận chuyển vật tư đến ruộng	Đốt nhiên liệu để vận hành và vận chuyển máy đến ruộng	CH ₄ , N ₂ O thải ra và dinh dưỡng thất thoát khi đốt rơm

Phát thải từ đất



EF_{CH₄}

=



X



X



X



X



EF_{default}: Hệ số phát thải CH₄ mặc định cho từng vùng trồng lúa

SF_{pre}: Hệ số tỉ lệ của quản lý đất trước mùa vụ

SF_{water}: Hệ số tỉ lệ tương ứng với số lần rút nước giữa vụ, không bao gồm lần rút nước trước khi thu hoạch

SF_{om}: Hệ số tỉ lệ của quản lý rơm

Time_{grow}: Số ngày từ khi xuống giống đến khi thu hoạch



EF_{N₂O}

=



Q_N: Lượng phân N bón (kg/ha)

SF_N: Hệ số tỷ lệ của phân N $\div 100$



CF_{soil}

=



EF_{CH₄}



EF_{N₂O}



Sản lượng (kg)

Phát thải từ vật tư nông nghiệp

$$\begin{aligned}
 & \text{CF}_{\text{input,production}} = \begin{aligned} & \text{Icon of a factory} \\ & Q_{\text{seed}} * \text{EF}_{\text{seed}} \text{ (} Q_{\text{seed}}: \text{Lượng giống (kg/ha)} \\ & \text{EF}_{\text{seed}}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất giống)} \\ & + \\ & \text{Icon of Nitrogen (N)} \\ & Q_N * \text{EF}_N \text{ (} Q_N: \text{Lượng phân N (kg/ha)} \\ & \text{EF}_N: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất phân N)} \\ & + \\ & \text{Icon of Phosphorus (P)} \\ & Q_{P_2O_5} * \text{EF}_{P_2O_5} \text{ (} Q_{P_2O_5}: \text{Lượng phân } P_2O_5 \text{ (kg/ha)} \\ & \text{EF}_{P_2O_5}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất phân } P_2O_5 \text{)} \\ & + \\ & \text{Icon of Potassium (K)} \\ & Q_{K_2O} * \text{EF}_{K_2O} \text{ (} Q_{K_2O}: \text{Lượng phân } K_2O \text{ (kg/ha)} \\ & \text{EF}_{K_2O}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất phân } K_2O \text{)} \\ & + \\ & \text{Icon of a bottle of herbicide} \\ & Q_{\text{herbicide}} * \text{EF}_{\text{herbicide}} \text{ (} Q_{\text{herbicide}}: \text{Lượng thuốc trừ cỏ (kg/ha)} \\ & \text{EF}_{\text{herbicide}}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất thuốc trừ cỏ)} \\ & + \\ & \text{Icon of a sprayer} \\ & Q_{\text{pesticide}} * \text{EF}_{\text{pesticide}} \text{ (} Q_{\text{pesticide}}: \text{Lượng thuốc trừ sâu (kg/ha)} \\ & \text{EF}_{\text{pesticide}}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất thuốc trừ sâu)} \end{aligned}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{CF}_{\text{input,transportation}} = \begin{aligned} & \text{Icon of a truck} \\ & Q_{\text{seed}} * \text{EF}_{\text{seed,transportation}} * \text{Distance}_{\text{seed}} \\ & \text{(} Q_{\text{seed}}: \text{Lượng giống (kg/ha)}; \\ & \text{EF}_{\text{seed,transportation}}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất giống;} \\ & \text{Distance}_{\text{seed}}: \text{Khoảng cách vận chuyển hạt giống (m)} \\ & + \\ & \text{Icon of Fertilizer (NPK)} \\ & Q_{\text{fertilizer}} * \text{EF}_{\text{fertilizer,transportation}} * \text{Distance}_{\text{fertilizer}} \\ & \text{(} Q_{\text{fertilizer}}: \text{Tổng lượng phân NPK (kg/ha)}; \\ & \text{EF}_{\text{fertilizer,transportation}}: \text{Hệ số phát thải của quá trình sản xuất phân bón;} \\ & \text{Distance}_{\text{fertilizer}}: \text{Khoảng cách vận chuyển phân bón (m)} \end{aligned}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{CF}_{\text{inputs}} = \frac{\text{Icon of a bag of input} \quad \text{CF}_{\text{input,production}} \quad \text{Icon of a factory} \quad + \quad \text{Icon of a truck} \quad \text{CF}_{\text{input,transportation}}}{\text{Icon of a wheat stalk} \quad \text{Sản lượng (kg)}}
 \end{aligned}$$



Phát thải từ cơ giới hóa

$$CF_{\text{machine.transport}} = \frac{Q_{\text{machine}} \times EF_{\text{machine.transportation}} \times \text{Distance}_{\text{transport}}}{\text{Area}_{\text{field}}}$$

 Q_{machine} : Khối lượng của máy (kg)
 $\times$
 $EF_{\text{machine.transportation}}$: Phát thải trong quá trình vận chuyển máy, Phụ thuộc vào loại phương tiện vận chuyển ($\text{kgCO}_2\text{eq/kg/m}$)
 $\times$
 $\text{Distance}_{\text{transport}}$: Quãng đường vận chuyển (m)
 $\div$
 $\text{Area}_{\text{field}}$: Tổng diện tích được máy xử lý trong một lần vận chuyển (ha)

$$CF_{\text{mechanization}} = \frac{Q_{\text{fuel}} \times EN_{\text{fuel}} \times SF_{\text{machine}} \times EF_{\text{energy}} \times CF_{\text{machine.transport}}}{\text{Sản lượng (kg)}}$$

 $CF_{\text{mechanization}}$
 $+$
 $CF_{\text{machine.transport}}$
 $\div$  Sản lượng (kg)

Q_{fuel} : Lượng nhiên liệu tiêu thụ (kg/ha)
 EN_{fuel} : Giá trị năng lượng của nhiên liệu (MJ/kg)
 SF_{machine} : Hệ số tỉ lệ của quá trình sản xuất máy
 EF_{energy} : Hệ số phát thải trên một đơn vị năng lượng

Phát thải từ phụ phẩm

$$\text{Phát thải} = \sum \left(\begin{aligned} &Eq_{\text{CH}_4} \times EF_{\text{strawCH}_4} \\ &Eq_{\text{CH}_4}: \text{Hệ số chuyển đổi sang CO}_{2\text{eq}} \text{ của CH}_4 \\ &EF_{\text{strawCH}_4}: \text{Hệ số phát thải CH}_4 \text{ khi đốt rơm} \\ &Eq_{\text{N}_2\text{O}} \times EF_{\text{strawN}_2\text{O}} \\ &Eq_{\text{N}_2\text{O}}: \text{Hệ số chuyển đổi sang CO}_{2\text{eq}} \text{ của N}_2\text{O} \\ &EF_{\text{N}_2\text{O}}: \text{Hệ số phát thải N}_2\text{O} \text{ khi đốt rơm} \\ &N_{\text{lost}} \times EF_N \\ &N_{\text{lost}}: \text{Lượng N mất đi khi đốt rơm} \\ &EF_N: \text{Hệ số phát thải của N} \\ &P_{\text{lost}} \times EF_P \\ &P_{\text{lost}}: \text{Lượng P mất đi khi đốt rơm} \\ &EF_P: \text{Hệ số phát thải của P} \\ &K_{\text{lost}} \times EF_K \\ &K_{\text{lost}}: \text{Lượng K mất đi khi đốt rơm} \\ &EF_K: \text{Hệ số phát thải của K} \end{aligned} \right)$$

$$CF_{\text{residue}} = \frac{\text{Index}_{\text{straw}} \times \text{Index}_{\text{straw}}}{100}$$

 CF_{residue}
 $\times$
 $\text{Index}_{\text{straw}}$
 $\div$
 100

$\text{Index}_{\text{straw}}$: Tỉ lệ giữa rơm và thóc khi thu hoạch

Bảng tham khảo Hệ số chuyển đổi, Hệ số phát thải

Hệ số sử dụng trong tính toán phát thải từ đất

Hệ số chuyển đổi CF (theo SRP, 2020⁸ and IPCC, 2019⁹)

Hệ số	Giá trị
E_{q,CH_4} – Hệ số tương đương chuyển đổi sang CO ₂ eq của CH ₄	28
E_{q,N_2O} – Hệ số tương đương chuyển đổi sang CO ₂ eq của N ₂ O	265
$EF_{default}$ của CH ₄ (kgCH ₄ /ha/ngày)	
Châu Phi	1.19
Đông Á	1.32
Đông Nam Á	1.22
Nam Á	0.85
Bắc Mỹ	0.65
Nam Mỹ	1.27
SF_{pre} của quản lý đất trước mùa vụ	
Trước mùa vụ không ngập < 180 ngày	1.00
Trước mùa vụ không ngập > 180 ngày	0.89
Trước mùa vụ có ngập > 30 ngày	2.41
Trước mùa vụ không ngập > 365 ngày	0.59

Hệ số	Giá trị
SF_{water} của quản lý nước	
Dùng nước tưới – Ngập thường xuyên	1.00
Dùng nước tưới – Rút nước một lần	0.71
Dùng nước tưới – Rút nước nhiều lần	0.55
Dùng nước trời – Đủ nước (ruộng trũng)	0.54
Dùng nước trời – Dễ bị hạn (ruộng rẫy)	0.16

Hệ số chuyển đổi CF (theo SRP, 2020⁸ and IPCC, 2019⁹)

Hệ số	Giá trị
SF_{om} của chất hữu cơ: $(1 + \sum Q_{om} \cdot C_{om})^{10 \cdot 20}$	
Q_{om} – lượng chất hữu cơ, tính ở khối lượng khô đối với rơm và khối lượng tươi với các loại chất hữu cơ khác	
C_{om} – Hệ số tỉ lệ riêng của từng loại chất hữu cơ	
Rơm vùi ngắn ngày (< 30 ngày) trước khi canh tác	1.00
Rơm vùi dài ngày (> 30 ngày) trước khi canh tác	0.19
Compost	0.17
Phân chuồng	0.21
Phân xanh	0.45
SF_N	
• SF_N cho trường hợp luôn ngập nước	0.3
• SF_N cho trường hợp có rút nước giữa vụ (một hoặc nhiều lần)	0.5



Hệ số sử dụng trong tính toán phát thải từ vật tư nông nghiệp

Bảng 3. Hệ số chuyển đổi CF cho quá trình sản xuất và vận chuyển vật tư nông nghiệp

Hệ số	Đơn vị	Giá trị
Lúa giống	kgCO ₂ eq/kg	1.12
N	kgCO ₂ eq/kg	5.68
P ₂ O ₅	kgCO ₂ eq/kg	1.09
K ₂ O	kgCO ₂ eq/kg	0.52
Thuốc diệt cỏ	kgCO ₂ eq/kg	23.3
Thuốc trừ sâu	kgCO ₂ eq/kg	10.4
EF _{transportation} – Hệ số của quá trình vận chuyển vật tư nông nghiệp	kgCO ₂ eq/kg/m	
• Bằng máy kéo, xe moóc		0.4
• Bằng xe tải (< 30 tấn/lượt)		0.257
• Bằng thuyền (vận chuyển đường thủy)		0.0225

Hệ số sử dụng trong tính toán phát thải từ cơ giới

Bảng 4. Hệ số phát thải của các hoạt động cơ giới

Hệ số	Giá trị
EN _{fuel} – Giá trị năng lượng của lượng nhiên liệu sử dụng (MJ/kg nhiên liệu)	
• Dầu diesel	45.5
• Xăng	45.8
SF _{machine} – Hệ số tỉ lệ của quá trình sản xuất máy; máy càng hiệu quả (ví dụ các loại máy hiện đại), hệ số càng thấp ^{12,13}	0.2-0.3
EF _{energy} – Hệ số phát thải trên một đơn vị năng lượng (kgCO ₂ eq/MJ) ¹⁰	0.08
EF _{machine.transportation} – Hệ số phát thải của quá trình vận chuyển máy bằng máy kéo và xe moóc (kgCO ₂ eq/kg/m)	0.4

Hệ số sử dụng trong tính toán phát thải từ phụ phẩm

Bảng 5. Hệ số phát thải của quá trình đốt rơm

Hệ số	Đơn vị	Giá trị	Ghi chú
EF _{straw,CH₄} – Hệ số phát thải của CH ₄ khi đốt rơm ¹⁴ .	gCH ₄ /kg rơm (khô)	4.51	
EF _{straw,N₂O} – Hệ số phát thải của N ₂ O khi đốt rơm ¹⁴ .	gN ₂ O/kg rơm (khô)	0.069	
N _{loss} – Lượng N thất thoát (100%) khi đốt rơm ¹⁵	g N/kg rơm	N _{straw}	N _{straw} = P _{straw} và K _{straw} là lượng N, P, and K có trong rơm. Nếu không có giá trị đo chính xác, có thể sử dụng các giá trị sau: mỗi kg rơm khô chứa 5-8 g N, 1.6-2.7 g P, và 14-20 g K
P _{lost} – Lượng P thất thoát (25%) khi đốt rơm ¹⁵	g P/kg rơm	0.25*P _{straw}	
K _{lost} – Lượng K thất thoát (20%) khi đốt rơm ¹⁵	g K/kg rơm	0.2*K _{straw}	
Index _{soil} – Tỉ lệ giữa rơm và thóc khi thu hoạch (phụ thuộc giống lúa) ¹⁶		1-1.5*	
• Điều kiện trồng tốt (Năng suất > 7 tấn/ha)		1	*Nếu không có giá trị đo cụ thể, có thể sử dụng chỉ số thu hoạch rơm
• Điều kiện trồng trung bình (Năng suất 5-7 tấn/ha)		1.25	
• Điều kiện trồng xấu (Năng suất < 5 tấn/ha)		1.5	

Ví dụ tính phát thải từ các phương pháp quản lý nước và rơm khác nhau

Đất

- Khu vực canh tác: ĐBSCL
- Trước vụ ngập < 30 ngày
- tưới ướt khô xen kẽ (AWD)/ Ngập liên tục
- Thời gian từ khi xuống giống đến khi thu hoạch: 105 ngày

Vật tư nông nghiệp

- Giống: 120 kg/ha
- Phân N: 100 kg/ha
- Phân P2O5: 60 kg/ha
- Phân K2O: 50 kg/ha
- Khoảng cách vận chuyển vật tư nông nghiệp: 10km

Cơ giới hóa (trong làm đất, xuống giống, thu hoạch)

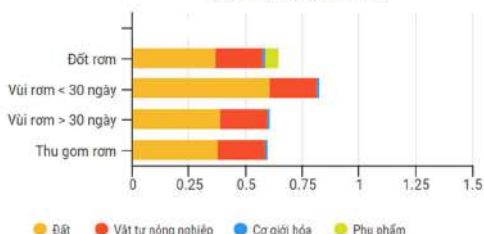
- Tổng diesel tiêu thụ: 6.5 L/ha
- Tổng xăng tiêu thụ: 0.6 L/ha
- Máy gặt đập liên hợp: 3000 kg
- Khoảng cách vận chuyển máy gặt đập liên hợp: 1 km
- Diện tích thu hoạch: 30 ha

Phụ phẩm

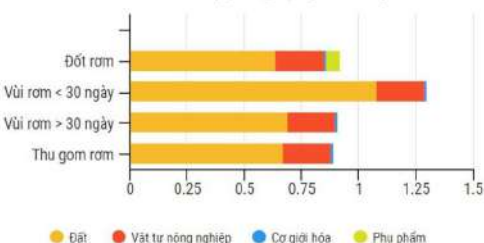
- Khối lượng rơm khô: 2.4 t/ha
- Năng suất lúa tươi (ẩm độ 30%): 6.8 t/ha
- Xử lý rơm
 - Đốt rơm: 70% đốt (tính vào CF Phụ phẩm), 20% vùi (< 30 ngày; tính vào CF Đất)
 - Vùi rơm: 90% rơm vùi (< 30 ngày và > 30 ngày; tính vào CF Đất)
 - Thu gom rơm: 60% thu gom, 30% vùi (< 30 ngày; tính vào CF Đất)

Phát thải sinh ra khi bù lại phần dinh dưỡng bị thất thoát khi đốt và thu gom rơm được tính vào CF Vật tư nông nghiệp. Phát thải sinh ra trong vận hành máy thu gom rơm được tính vào CF Cơ giới hóa. Do một phần của rơm (10%) đã được tính vào phần phát thải mặc định của gốc rễ nên lượng rơm tối đa có thể được xử lý là 90%.

Phát thải các-bon áp dụng AWD (kg CO₂eq/kg lúa tươi)



Phát thải các-bon áp dụng ngập liên tục (kg CO₂eq/kg lúa tươi)



7. Tài liệu tham khảo về công nghệ và kỹ thuật liên quan

7.1. Tài liệu tham khảo

- Allen, J., Romasanta, R.R., Pascual, K.S., Trinh, M.V., Thach, T.V., Nguyen-Van-Hung, Sander, B.O., Chivenge, P., 2020. Rice straw management effects on greenhouse gas emissions and mitigation options. In Gummert M., Hung N., Pauline C., Douwaith B. (editors), 2020. Sustainable rice straw management, Springer Nature. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-32373-8.pdf>.
- Aquino, D., Barrio, A.D., Trach, N.X., Hai, N.T., Khang, D.N., Toan, N.T., Nguyen-Van-Hung, 2019. Rice straw-based fodder for ruminants. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Chivenge, P., Rubianes, F., Chin, D.V., Thach, T.V., Khan, V.T., Romasanta, R.R., Nguyen-Van-Hung, Trinh, M.V., 2019. Rice Straw Incorporation Influences Nutrient Cycling and Soil Organic Matter. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Demont, M., Truc, N.T.T., Nguyen-Van-Hung, Giang, D.P., Hinh, N.T., Ninh, H.T., Custodio, C., Quilloy, R., Gummert, M., 2020. Rice straw value chain and a case study for rice straw mushroom value chain in Vietnam. In Gummert M., Hung N., Pauline C., Douwaith B. (editors), 2020. Sustainable rice straw management, Springer Nature. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-32373-8.pdf>.
- 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>.
- Gummert, M., Quilty, J., Nguyen-Van-Hung, Vial, L., 2018. Engineering and Management of Rice Harvesting. In Advances in Science & Engineering of Rice, Edited by: Zhongli Pan and Ragab Khir, 978-1-60595-191-1, June 2018, 690 pages, 6×9, HC book, Destech Publication.



- Le Canh Dung et al., 2021. Rice value chain in MRD. <https://drive.google.com/file/d/1PghVKHUzUVXPRefQfIO18qgWV4Adq7p3/view?usp=sharing>.
- Le-Hoang-Anh, 2021. Ứng phó với BĐKH ngành NN&PTNT: Cập nhật Cam kết Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) lĩnh vực Nông nghiệp và phát triển nông thôn. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj9zYT0LLz_AhWitlYBHfQqDUw4ChAWegQIDRAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ccacoalition.org%2Fen%2Ffile%2F8037%2Fdownload%3Ftoken%3Dx-K3yh0Kj&usg=AOvVaw0fMdSKkIGqt57Ui-JVo5kc.
- Le-Vinh-Thuc, Corales, R.G., Sajor, J.T., Ngo-Thi-Thanh-Truc, Phan-Hieu-Hien, Ramos, R.E., Bautista, E., Tado, C.J.M., Ompad, V., Dang-Thanh-Son, Nguyen-Van-Hung, 2019. Rice-Straw Mushroom Production. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Maguyon-Detras, M.C., Migo, M.V., Nguyen-Van-Hung, Gummert, M., 2019. Thermochemical Conversion of Rice Straw. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Ngo-Thi-Thanh-Truc, Ho-Van-Khanh, Tran-Si-Nam, Duong-Van-Chin, Nguyen-Van-Cong, Nguyen-Van-Hung, 2018. Quantification of direct and indirect greenhouse gas emissions from rice field cultivation with different rice straw management practices – A study in the Autumn-Winter season in An Giang Province, Vietnam. J. Viet. Environ. 10(1). <https://oa.slub-dresden.de/ejournals/jve/article/view/2925>.
- Nguyen-Thanh-Nghi, Romasanta, R.R., Nguyen-Van-Hieu, Le-Quang-Vinh, Nguyen-Xuan-Du, Nguyen-Vo-Chau-Ngan, Chivenge, P., Nguyen-Van-Hung, 2019. Rice Straw-Based Composting. In Gummert M., Hung N., 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>.



- Nguyen-Van-Hung., Balingbing, C., Quilty J., Sander B., Demont M., Gummert M., 2017. Processing rice straw and rice husk as co-products. In: Achieving sustainable cultivation of rice. Volume 2: Cultivation, pest, and disease management. Burleigh Dodds Science Publishing. Series No. AS04, pp. 121-148.
- Nguyen-Van-Hung, Maguyon-Detras, M.C., Migo, M.V., Quilloy, R., Balingbing, C., Chivenge, P., Gummert, M., 2020. Rice Straw Overview: Availability, Properties, and Management Practices. In Gummert M., Hung N., Pauline C., Douwaith B. (editors), 2020. Sustainable rice straw management book, Springer Nature. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-32373-8.pdf>.
- Nguyen-Van-Hung, Migo, M.V., Quilloy, R., Chivenge, P., Gummert, M., 2019. Life Cycle Assessment Applied in Rice Production and Residue Management. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Nguyen-Van-Hung, Nguyen-Duc-Canh, Tran-Van-Tuan, Hau-Duc-Hoa, Nguyen-Thanh-Nghi, Gummert M., 2016. Energy Efficiency, Greenhouse Gas Emissions, and Cost of Rice Straw Collection in the Mekong River Delta of Vietnam. Field crops research, 198:16-22. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.08.024>
- 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, 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-Vo-Chau-Ngan, Chan, F., Nam, T.S., Thao, H.V., Maguyon-Detras, M.C., Hung, D.V., Cuong, D.M., Nguyen-Van-Hung, 2019. Co-digestion of Rice Straw for Biogas Production. In Gummert M., Hung N., 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>.
- Organo, N.D., Granad, M., Pineda, G.; Sandro, J., Nguyen-Van-Hung; and Gummert, M., 2022. Assessing the potential of a Trichoderma-based compost activator to hasten the decomposition of incorporated rice straw. Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03828-1>.
- Romasanta, R.R., Sander, B.O., Gaihre, Y.K., Alberto, M.C., Gummert, M., Quilty, J., Nguyen-Van-Hung, Castalone, A.G., Balingbing, C., Sandro, J., Correa, T., Wassmann, R., 2017. How does rice straw burning compare with other straw management practices in terms of on-field CH₄ and N₂O emissions? A comparative field experiment. Agriculture, Ecosystems and Environment, 239: 143–153.
- Wassmann, R., Van-Hung, N., Yen, B.T., Gummert, M., Nelson, K., Gheewala, S., Sander, B.O., 2022. Carbon footprint calculator customized for rice products: concept and characterization of rice value chains in Southeast Asia. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su14010315>.



7.2. Một số Video về công nghệ và quản lý rơm rạ theo hướng nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp

- Cơ giới hoá và quản lý rơm rạ bền vững.
<https://www.youtube.com/watch?v=3YOUdjn2Y-c>
- Máy cuốn rơm: <https://youtu.be/NDIzF8J-YXw>
- Giới thiệu kinh tế nông nghiệp tuần hoàn từ rơm.
<https://www.youtube.com/watch?v=tWEm8QveOLl>
- Nhu cầu và xu thế nông nghiệp tuần hoàn từ rơm.
<https://www.youtube.com/watch?v=1ZDpi6MacmQ>



Lời cảm ơn

Sổ tay hướng dẫn này được phát triển dựa trên kiến thức và kinh nghiệm của nhóm Cơ giới hoá và Sau thu hoạch thuộc Viện Nghiên cứu lúa Gạo Quốc tế, các chuyên gia từ Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn; các Viện nghiên cứu, Trường Đại học liên quan ở Việt Nam; các Sở Nông nghiệp và PTNT vùng ĐBSCL.

Chúng tôi xin chân thành cảm sự hỗ trợ kinh phí từ các tổ chức thông qua các dự án liên quan gồm:

- Sáng kiến One-CGIAR: Bảo vệ Hệ thống Lương thực tại các vùng Đồng bằng lớn của Châu Á để đảm bảo sinh kế và thích ứng với khí hậu (Asian Mega-Deltas)
- GIZ thông qua dự án Thúc đẩy cải tiến các sáng kiến quản lý rơm bền vững ở Việt Nam;
- Mekong-Korea Cooperation Funding thông qua dự án kinh tế tuần hoàn từ rơm.







RiceEco

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



INITIATIVE ON
Asian Mega-Deltas

SỔ TAY HƯỚNG DẪN
QUẢN LÝ RƠM RẠ THEO HƯỚNG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN
VÀ PHÁT THẢI THẤP Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

2023