

Nghiên cứu các phương pháp ủ nước thải sau bioga với rơm rạ làm phân bón nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường

Nguyễn Ngọc Huyền

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Luận văn Thạc sĩ ngành: Khoa học Môi trường; Mã số: 60 85 02

Người hướng dẫn: PGS.TS. Đồng Kim Loan

Năm bảo vệ: 2012

Abstract: Tổng quan về tình hình sử dụng phụ phẩm khí sinh học trong nước và trên thế giới; tình hình sử dụng rơm rạ trong nước và trên thế giới. Nghiên cứu ảnh hưởng của ngành nông nghiệp đến biến đổi khí hậu và môi trường và hiện trạng sản xuất và sử dụng phân bón ở Việt Nam. Thu thập thông tin khí hậu ở Bắc Giang. Nghiên cứu thành phần các nguyên liệu sản xuất phân hữu cơ. Nghiên cứu phương pháp ủ rơm rạ với nước thải sau bioga. Nghiên cứu hiệu lực của sản phẩm ủ. Thực hiện các thí nghiệm nhằm đánh giá hiệu lực của các sản phẩm ủ đối với cây lúa trên từng cơ cấu đặc trưng của vùng Bắc Giang.

Keywords: Ô nhiễm nước; Phương pháp ủ nước thải; Ô nhiễm môi trường; Rơm rạ; Phân bón; Bắc giang

Content

MỞ ĐẦU

Vài năm trở lại đây, nhiều nơi trong cả nước đã sử dụng cách đốt rơm rạ ngay tại đồng ruộng. Việc đốt rơm rạ gây lãng phí nguồn hữu cơ lớn cần trả lại cho đất. Rơm rạ đốt trực tiếp ngay trên đồng ruộng thực tế gây bất lợi cho đồng ruộng lớn hơn nhiều lần so với việc làm phân bón. Theo Butchayah Gadde và cộng sự (2009), các chất hữu cơ trong rơm rạ và trong đất biến thành các chất vô cơ do nhiệt độ cao. Đồng ruộng bị khô, chai cứng và một lượng lớn nước bị bốc hơi do nhiệt độ hun đốt trong quá trình cháy rơm rạ.

Sử dụng nước thải sau bioga bón cho cây trồng làm nguồn phân hữu cơ giảm sút nghiêm trọng. Giải pháp của người nông dân là bón tăng phân bón hóa học. Điều này làm ảnh hưởng đến phát triển nông nghiệp bền vững, hàm lượng hữu cơ trong đất sẽ ngày càng cạn kiệt, độ phì nhiêu của đất sẽ giảm xuống nhanh chóng cùng với sự giảm xuống về sức sản xuất của đất.

Từ những lí do trên chúng tôi thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu các phương pháp ủ nước thải sau bioga với rơm rạ làm phân bón nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường*”. Đề tài được thực hiện với các mục tiêu và nội dung nghiên cứu sau:

- ✓ Mục tiêu nghiên cứu:

- Xây dựng được phương pháp ủ rơm rạ với nước thải sau bioga làm phân bón cho cây lúa nhằm trả lại nguồn hữu cơ cho đất và giảm ô nhiễm môi trường cũng như giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính do đốt rơm rạ.
- Nâng cao hiệu quả kinh tế và môi trường của phân bón hữu cơ được sản xuất từ rơm rạ và nước thải bioga đối với cây lúa so với các loại phân bón hữu cơ và vô cơ khác.

✓ Nội dung nghiên cứu:

- Thu thập thông tin khí hậu vùng nghiên cứu.
- Nghiên cứu thành phần các nguyên liệu sản xuất phân hữu cơ .
- Nghiên cứu phương pháp ủ rơm rạ với nước thải sau bioga.
- Nghiên cứu hiệu lực của sản phẩm ủ

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Tình hình sử dụng phụ phẩm khí sinh học trong nước và trên thế giới

Trên thế giới cho đến nay phụ phẩm KSH đã có nhiều ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp. Một số nghiên cứu sử dụng phụ phẩm KSH trên thế giới:

✓ Tận dụng phụ phẩm khí sinh học làm phân bón cho cây trồng

Các kết quả nghiên cứu trên thế giới (Trung Quốc, Ấn Độ, Philipin, v.v) cho thấy: phụ phẩm KSH là loại phân hữu cơ khi sử dụng lâu dài cho đất sẽ có các tác dụng:

- Cải thiện khả năng canh tác của đất.

- Tăng hoạt động của hệ VSV đất (nhất là VSV háo khí) thúc đẩy quá trình phân giải chất hữu cơ, tăng cường và duy trì độ phì nhiêu của đất.

- Cải thiện cấu trúc và tính chất lí học của đất: Cải thiện chế độ không khí trong đất làm đất tơi xốp hơn, giảm độ nén chặt, đất mềm, làm tăng khả năng giữ nước, thấm nước, đất dễ vỡ có lợi cho việc canh tác.

- Làm giảm sự xói mòn do gió và nước.

- Tăng năng suất cây trồng và giảm sâu bệnh.

Phụ phẩm KSH cũng đã được nghiên cứu làm phân bón ở nhiều nước như Trung Quốc, Ấn Độ và nhiều nước trong khu vực Nam Á. Tại Ấn Độ, người nông dân đã thử nghiệm bón kết hợp nước xả và phân hóa học có so sánh với bón phân chuồng kết hợp với phân hóa học cho đậu, mướp, đậu tương và ngô. Kết quả cho thấy, với cùng lượng phân hóa học như nhau, khi bón bằng nước xả, năng suất tăng 19% với đậu, 14% với mướp, 12% với đậu tương và 32% với ngô so với lô bón phân chuồng kết hợp phân hóa học.

✓ Sử dụng phụ phẩm KSH làm thức ăn cho lợn và cá

Vào những năm 1980, nhiều thí nghiệm đối chứng đã được thực hiện rộng rãi ở Trung Quốc và kết quả cho thấy lợn được cho ăn khẩu phần có chứa phụ phẩm KSH đều ăn và ngủ tốt hơn, tăng trọng nhanh hơn, lông da óng mượt hơn. Điều này thấy rất rõ ở lợn giai đoạn vỗ béo và ở những lợn được nuôi với thức ăn chất lượng thấp. Trại Phú Sơn (Trung Quốc) cho biết lợn thí nghiệm (thức ăn trộn nước xả KSH) đã tăng trọng hơn lợn đối chứng 100 - 132g/ngày và nuôi một đời lợn thịt có thể tiết kiệm được 25kg thức ăn tinh.

Từ năm 1970 đến nay nhiều công trình nghiên cứu, thực nghiệm tại Trung Quốc, Ấn Độ, Philipin... đều khẳng định tính hơn hẳn về lợi ích của phụ phẩm KSH (nước xả và bã cặn) so với phân tươi khi dùng làm phân bón cho ao cá. Viện nghiên cứu KSH tỉnh Giang Tô, Trung Quốc chỉ ra rằng, dùng phụ phẩm KSH làm thức ăn cho cá làm tăng so với dùng phân lợn tươi là 96,3kg/mẫu trên ao hồ (một mẫu của Trung Quốc bằng 660m), tăng so với đối chứng là 27,1%. Khi trộn phụ phẩm KSH với các loại lương thực (như cám, bột, thức ăn hỗn hợp...) làm thức ăn cho cá tiết kiệm được 30-40% lượng thức ăn này, cá lớn nhanh hơn, thời gian nuôi ít hơn. Tại trại Phú Sơn (Hàng Châu – Trung Quốc) sử dụng nước xả làm thức ăn cho cá từ năm 1988. Theo dõi và tính toán thấy năng suất mỗi mẫu tăng từ 266kg cá năm 1988 lên 437kg năm 1991, tiết kiệm được 27 nghìn kg thức ăn và lợi nhuận hàng năm đạt 18.300 tệ (tương đương 36 triệu đồng Việt Nam).

1.2. Tình hình sử dụng rơm rạ trong nước và trên thế giới

Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về vấn đề sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp, đặc biệt là đối với rơm rạ. Một số nghiên cứu trên thế giới về sử dụng rơm:

✓ Vùi rơm rạ vào trong đất

Rơm rạ là nguồn cung cấp hữu cơ quan trọng cho đất, cung cấp lượng lưu huỳnh, lân, kali, silic, kẽm và các chất khác cho cây trồng. Cây trồng hấp thu được khoảng 40 – 45% lượng lưu huỳnh và lân trong rơm rạ khi vùi vào đất (Butchayah Gadde và cộng sự, 2009). Khi vùi rơm rạ vào đất với lượng 5 tấn/ha sẽ làm thay đổi hàm lượng cacbon trong đất, thay đổi từ 5,2 – 5,5 g/kg đất. Hàm lượng lân và kali dễ tiêu cũng có chiều hướng thay đổi tương ứng từ 33,45 – 38,79 kg/ha và 154,90 – 158,83kg/ha (Gangwar K.S và cộng sự, 2005). Dinh dưỡng trong rơm rạ trung bình chứa khoảng 0,6% N, 0,1% P, 0,1% S, 1,5% K, 5% Si và 40% C,...

Rơm rạ được vùi trong đất giúp tăng khả năng đẻ nhánh, chiều cao cây, và năng suất lúa. Tại Hoa Kỳ, luật cấm đốt rơm rạ trên ruộng lúa được ban hành. Việc quản lí rơm rạ được khuyến cáo cho nhiều mục đích sử dụng thay thế có ý nghĩa kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường. Một trong các giải pháp thay thế cho việc không đốt rơm rạ trên đồng ruộng ở Hoa Kỳ là vùi rơm rạ vào đất: Giúp duy trì nitơ và cacbon trong đất. Lượng nitơ thêm vào sẽ được giữ lại trong đất và vật chất hữu cơ trong đất trở thành nguồn dinh dưỡng quan trọng cho vụ lúa tiếp theo. Vì thế, vùi rơm rạ vào đất có thể trở thành lợi ích bền vững lâu dài về nguồn cung cấp nitơ.

✓ Sử dụng rơm rạ để sản xuất than sinh học

Sản xuất than sinh học từ rơm rạ đã được thực hiện nhiều nơi trên thế giới với các cây trồng nói chung và đối với rơm rạ nói riêng. Nghiên cứu của Glaser B, Haumaier L (2001) chỉ ra rằng các vật liệu được cacbon hóa từ việc đốt cháy không hoàn toàn các chất hữu cơ (ví dụ than sinh học hay cacbon đen hay cacbon hun) có tác dụng rất tốt trong việc duy trì lượng các chất dinh dưỡng dễ tiêu và chất hữu cơ trong một loại đất cỏ của vùng Amazon, Brazil.

Bón than sinh học vào đất làm tăng đáng kể tỉ lệ nảy mầm của hạt giống, sự sinh trưởng, phát triển và năng suất cây trồng. Tỉ lệ nảy mầm có thể tăng 30%, chiều cao cây tăng 24% và sinh khối cũng tăng 13% so với đối chứng (Chidumayo EN, 1994). Theo nghiên cứu của Mbagwu JSC và Piccolo A (1997), bón than sinh học có thể làm tăng pH và làm giảm lượng nhôm di động trong đất chua, tại các vùng nhiệt đới bị khoáng hóa mạnh, thâm canh cao. Bón than sinh học làm tăng pH đất đối với rất nhiều loại đất có thành phần cơ giới khác nhau, mức tăng có thể lên tới 1,2 đơn vị pH. Than sinh học không những cải thiện hàm lượng dinh dưỡng dễ tiêu mà còn tăng khả năng giữ chất dinh dưỡng trong đất. Các sản phẩm hữu cơ thoái hóa như tro than hoặc tro bay thì không có khả năng này. Điều này rất quan trọng với các loại đất

bị phong hóa hấp phụ ion kềm. Than sinh học không những làm thay đổi đặc tính hóa học đất mà còn ảnh hưởng tính chất lí học đất như khả năng giữ nước của đất, hạt kết, và giảm khả năng xói mòn đất.

✓ Sản xuất điện từ rơm rạ và phế phẩm nông nghiệp

Ở Thái Lan và Indonesia cũng như nhiều nước sản xuất gạo trên thế giới, rơm rạ là mặt hàng phế phẩm sau khi thu hoạch giờ đây đã đưa lại một số tiền nhất định cho nông dân địa phương. Tại hai quốc gia này đã xây dựng nhà máy phát điện lấy năng lượng từ rơm rạ. Rơm rạ đốt lên sẽ sản sinh ra một lượng hơi nóng dùng để sản xuất điện. Tro rơm rạ sau khi đốt cũng được để bán cho các nhà máy xi măng, các nhà máy đó dùng tro này để làm chất trộn lẫn với xi măng không gây hại cho môi trường (hay còn gọi là sản phẩm thân thiện với môi trường) với giá rẻ hơn. Gọi là sản phẩm thân thiện với môi trường vì việc sản xuất xi măng ngày nay đang đóng góp 4% lượng phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính. Do đó việc sản xuất xi măng từ tro sau khi đốt rơm rạ giảm được một phần đáng kể của nguy cơ này (Butchaiah Gadde, Sébastien Bonnet và cộng sự, 2009).

✓ Đốt trực tiếp rơm rạ

Rơm rạ nếu để tự nhiên sẽ cần thời gian phân hủy rất lâu do tỉ lệ C/N rất cao. Nếu cày vùi rơm rạ trực tiếp vào đất, sẽ gây hiện tượng bất động dinh dưỡng trong đất, hoặc trong quá trình phân hủy sẽ gây ra hiện tượng ngộ độc hữu cơ cho cây lúa (Martin và cộng sự, 1978; Elliott, 1981). Do đó đại đa số nông dân thường có tập quán là đốt bỏ để chuẩn bị đất cho vụ mùa tiếp theo. Theo Ngô Thị Thanh Trúc và Dương Văn Ni (2004), đốt rơm rạ gây ra sự mất mát 91,3% C, mất gần như hoàn toàn N, lượng P mất đi khoảng 25%, K mất đi khoảng 20% và S mất từ 5 - 60%. Khi đốt rơm rạ sẽ giải phóng các khí gây ô nhiễm môi trường và gây hiệu ứng nhà kính, các loại khí chính sẽ thoát ra khi đốt rơm rạ gồm: CO, CO₂, NO, NO_x, SO₂. Khi đốt 1 tấn rơm rạ, khối lượng khí thoát ra gồm khoảng 1.067,6 kg CO₂ và 12,6 kg NO_x.

✓ Dùng rơm rạ vào mục đích khác

Rơm rạ được trộn chung với chất thải từ con người, động vật và các chất hữu cơ khác theo tỉ lệ nhất định, khí sinh học có thể thu được trong điều kiện kỵ khí. Rơm rạ còn làm thức ăn gia súc nơi mà thức ăn gia súc khan hiếm. Ở Trung Quốc, có tới trên 28% lượng rơm rạ được tận dụng làm thức ăn cho gia súc (Xianyang Zeng, 2007). Ngoài ra rơm rạ còn có thể được tận dụng để sản xuất giấy. Enter Al Wong (2000), đã nghiên cứu thành công một công nghệ để biến rơm rạ của nông dân thành giấy. Ông có 10 năm kinh nghiệm trong việc biến phế phẩm nông nghiệp như rạ lúa mì trở thành giấy chất lượng cao. Rơm rạ cũng có thể sử dụng vào các mục đích khác như tận dụng để lót ổ cho gia súc, gia cầm.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài bao gồm:

- Chất thải (gồm cả nước và cặn lắng) sau hầm bioga
- Rơm rạ sau thu hoạch mùa vụ

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

* Phương pháp phối trộn

- SP 1: Ủ thuận nước thải sau bioga với rơm rạ.
- SP 2: Ủ rơm rạ với các chủng VSV phân giải xenlulo.
- SP 3: Ủ rơm rạ với nước thải sau bioga có bổ sung VSV phân giải xenlulo.
- SP 4: Ủ rơm rạ với nước thải sau bioga có bổ sung các phụ gia khác.

* Phương pháp theo dõi đánh giá chất lượng sản phẩm

- Theo dõi nhiệt độ của các sản phẩm ủ: thực hiện hàng ngày
- Đo độ ẩm các hố ủ
- Phân tích hàm lượng dinh dưỡng: Hữu cơ, đạm, lân, kali tổng số, Cu, Pb, Zn, VSV tổng số, VSV phân giải xenlulo trong nước thải sau bioga.
- Phân tích hàm lượng C, N, P, K tổng số trong rơm rạ.
- Phân tích các thành phần và chỉ tiêu dinh dưỡng gồm: Âm độ, hữu cơ, N, P_{ts} , P_{hh} , P_{dt} , $K_{2O_{ts}}$, $K_{2O_{hh}}$, pH_{H_2O} , pH_{KCl} , với từng sản phẩm theo thời gian ủ.

2.2.3. Phương pháp nghiên cứu ngoài đồng ruộng

* Triển khai thí nghiệm đồng ruộng để so sánh hiệu lực của các sản phẩm sau ủ với phân chuồng đối với cây lúa ở Bắc Giang.

Các thí nghiệm đồng ruộng bao gồm các công thức:

- + CT1: NPK (Công thức đối chứng).
- + CT2: NPK + Phân chuồng.
- + CT3: NPK + Sản phẩm 1 - Ủ thuận nước thải sau bioga với rơm rạ.
- + CT4: NPK + Sản phẩm 2 - Ủ rơm rạ với các chủng VSV phân giải xenlulo.
- + CT5: NPK + Sản phẩm 3 - Ủ rơm rạ với nước thải sau bioga có bổ sung VSV phân giải xenlulo.
- + CT6: NPK + Sản phẩm 4 - Ủ rơm rạ với nước thải sau bioga có bổ sung supe photphat.

* Phương pháp bố trí thí nghiệm

- Thí nghiệm bố trí trên đồng ruộng theo phương pháp ngẫu nhiên theo khối với 4 lần lặp lại. Diện tích ô thí nghiệm là 30m².

* Các chỉ tiêu theo dõi

- Theo dõi sinh trưởng, phát triển của cây trồng theo từng thời kỳ sinh trưởng của cây lúa với các chỉ tiêu: Khả năng đẻ nhánh, sinh khối.

- Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cây trồng: thu 10 khóm lúa, để tính yếu tố cấu thành năng suất; thu 5 m² để tính năng suất thí nghiệm.

- Các chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế của các công thức thí nghiệm.

- Các chỉ tiêu lí, hoá của đất vùng nghiên cứu bao gồm: hàm lượng hữu cơ, N, P₂O₅, K₂O tổng số, P₂O₅, K₂O dễ tiêu, Ca²⁺, Mg²⁺, CEC.

2.2.4. Phương pháp phân tích và xử lí số liệu

2.2.5. Các phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong phòng thí nghiệm

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng khí hậu vùng nghiên cứu

Đặc trưng khí hậu vùng đất Bắc Giang thời tiết biến động thất thường, tuy nhiên không có các thời tiết khắc nghiệt và đặc biệt như lốc, vòi rồng, mưa đá... Do vậy không ảnh hưởng nhiều đến năng suất lúa thí nghiệm.

3.2. Chỉ tiêu lí, hóa của đất vùng nghiên cứu

Kết quả phân tích đất trước thí nghiệm cho thấy, tỉ lệ chất hữu cơ trong đất là 1,519 % - mức nghèo; độ chua của đất pH_{KCl} là 5,49 $mg\ K_2O/100g$ đất - mức chua ít theo thang đánh giá của Hội Khoa học Đất Việt Nam. Hàm lượng K_2O_{dt} và K_2O_{ts} lần lượt là 5,06 $mg/100\ g$ đất và 0,077 % - mức nghèo theo, riêng hàm lượng P_2O_{5ts} và P_2O_{5dt} ở mức giàu theo thang đánh giá của viện Thổ Nhưỡng Nông Hóa. Thông số N_{ts} là 0,129 % - mức trung bình theo phương pháp phân tích của Kjeldahl và thang đánh giá của Viện Thổ Nhưỡng Nông Hóa.

Bảng 3.1. Kết quả phân tích đất vùng nghiên cứu

Thông số	Kết quả	Đánh giá	Đơn vị
pH_{KCl}	5,49	Chua ít (*)	$mg\ K_2O/100g$ đất
OC	1,519	Nghèo (*)	%
N_{ts}	0,129	Trung bình (**)	%
P_2O_{5ts}	0,17	Giàu (**)	%
K_2O_{ts}	0,077	Nghèo (**)	%
P_2O_{5dt}	11,57	Giàu (**)	$mg/100\ g$ đất
K_2O_{dt}	5,06	Nghèo (**)	$mg/100\ g$ đất
CEC	6,2	Thấp (***)	$ldl/100\ g$ đất
Ca^{2+}	1,6	-	$ldl/100\ g$ đất
Mg^{2+}	1,4	-	$ldl/100\ g$ đất

Ghi chú: (*) Hội Khoa học Đất Việt Nam

(**) Viện Thổ nhưỡng Nông hoá, 2005

(***) Đỗ Ánh, 2000

Không phân tích đất sau thí nghiệm vì theo nhiều kết quả nghiên cứu của Viện Thổ nhưỡng Nông hoá sau 1 năm thí nghiệm tính chất đất hầu như không thay đổi đáng kể.

3.3. Kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

3.3.1. Thời gian, nhiệt độ và độ ẩm của sản phẩm ủ

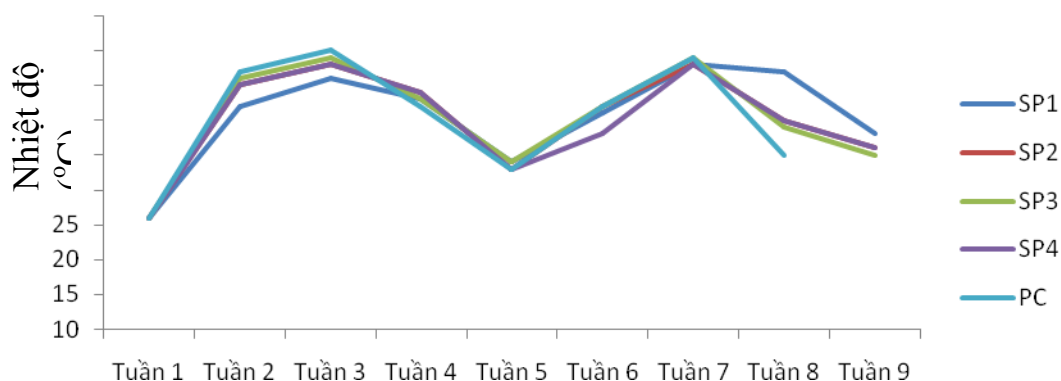
- Thời gian ủ của các sản phẩm 2, sản phẩm 3 và sản phẩm 4 bằng nhau là 60 ngày. Phân chuồng có thời gian ủ ít nhất là 56 ngày. Thời gian ủ cao nhất là sản phẩm 1 với 65 ngày.

Bảng 3.2. Thời gian ủ của các sản phẩm và phân chuồng trong phòng thí nghiệm

Công thức ủ	SP1	SP2	SP3	SP4	PC
Thời gian (ngày)	65	60	60	60	56

- Nhiệt độ của các sản phẩm ủ

Qua hình 3.1 chúng tôi thấy, nhiệt độ của các sản phẩm ủ có xu hướng tương tự nhau.



Hình 3.1. Theo dõi nhiệt độ của các sản phẩm ủ

Điều này có thể giải thích là do hoạt động của vi sinh vật phân giải xenlulo. Khi hoạt động phân giải xenlulo của vi sinh vật diễn ra mạnh, đó là thời điểm nhiệt độ tăng cao. Khi nhiệt độ giảm là do hoạt động vi sinh vật yếu đi, nên phải đảo đống ủ để đống ủ được hoại mục hơn, kết hợp với bổ sung nước đảm bảo độ ẩm ở mức 65%. Khi nhiệt độ tăng lần 2 và rồi giảm dần đến ổn định, khi đó sản phẩm ủ đã hoại mục và được tiến hành bón cho cây lúa.

- Độ ẩm theo dõi thường xuyên và được duy trì ở mức 65%.

3.3.2. Kết quả phân tích nước thải sau bioga và rơm rạ

* Kết quả phân tích nước thải sau bioga cho thấy, các thông số phân tích nước thải sau bioga đều cho kết quả thấp hơn QCVN 40– 2011/BTNMT loại B, riêng với N, P đều vượt mức cho phép. Hàm lượng kim loại nặng trong nước thải sau bioga thấp dưới mức cho phép trong QCVN 40– 2011/BTNMT loại B đảm bảo an toàn về mặt kim loại nặng cho cây trồng.

Bảng 3.4. Kết quả phân tích nước thải sau bioga

STT	Thông số	Kết quả	QCVN 40 – 2011/BTNMT loại B
1	N _{ts} (mg/l)	546	40
2	P ₂ O ₅ (mg/l)	476,53	6
3	K ₂ O(mg/l)	27,72	-
4	Cu(mg/l)	0,47	2
5	Zn(mg/l)	0,35	3
6	Pb(mg/l)	0	0,5
7	VK _{ts} (CFU/ml)	1,8 x 10 ⁵	-
8	XK phân giải xenlulo (CFU/ml)	0	-
9	VK phân giải xenlulo (CFU/ml)	4,0 x 10 ³	-

* Kết quả phân tích thành phần rơm rạ cho thấy, hàm lượng Kali trong rơm rạ nhiều hơn so với Nito là 0,34 % và cao gấp 4 lần hàm lượng Photpho. Cụ thể, hàm lượng Kali trong rơm rạ là 1,217 %; hàm lượng Nito và Photpho tương ứng là 0,88 % và 0,244 %. Hàm lượng Cacbon trong rơm rạ rất cao, chiếm đến 45,56%. Tuy nhiên lượng cacbon này chủ yếu ở dạng xenlulo khó phân giải, cây trồng khó hấp thu. Kết quả được thể hiện trong bảng 3.5.

Bảng 3.5. Kết quả phân tích thành phần trong rơm rạ

STT	Thành phần	Kết quả (%)
1	C	45,56
2	N	0,88
3	P ₂ O ₅	0,244
4	K ₂ O	1,217

3.3.3. Kết quả phân tích chất lượng sản phẩm ủ

Kết quả phân tích chất lượng sản phẩm ủ ở bảng 3.6 cho thấy, sản phẩm 3: ủ nước thải sau bioga với rơm rạ có bổ sung vi sinh vật phân giải xenlulo cho ra sản phẩm ủ có chất lượng cao nhất về các thông số: OC, N, P_{dt}, K₂O_{ts} và K₂O_{dt}. Hàm lượng OC cao nhất là 31,32 % của sản phẩm 3, tiếp đến là 28,09 % của sản phẩm 4 và thấp nhất là 18,41 % của sản phẩm phân chuồng ủ. Hàm lượng K₂O_{ts} của các công thức chênh lệch nhau không nhiều. Cụ thể, hàm lượng K₂O_{ts} của sản phẩm 3 cho phần trăm cao nhất là 1,58 % và thấp nhất là 0,82 % của sản phẩm 4. Hàm lượng K₂O_{dt} có sự chênh lệch lớn nhất so với các thông số khác. Hàm lượng K₂O_{dt} cao nhất là 1380 mg/100g của sản phẩm 3, tiếp đến là 1273 mg/100g của sản phẩm 1 và thấp nhất là sản phẩm 4 cho hàm lượng K₂O_{dt} là 594 mg/100g. Bổ sung chế phẩm vi sinh vào đồng ủ xử lí rơm rạ không những rút ngắn được thời gian ủ so với tự nhiên không bổ sung vi sinh vật, nâng cao chất lượng phân thành phẩm như hàm lượng N, P, K tổng số, mật độ vi sinh vật phân giải xenlulo cao hơn mẫu đối chứng mà còn giảm thiểu được ô nhiễm môi trường như mùi và nước rỉ từ đồng ủ.

Bảng 3.6. Kết quả phân tích chất lượng sản phẩm ủ

CT	OC (%)	N(%)	P _{ts} (%)	P _{dt} (%)	P _{hh} (%)	K ₂ O _{ts} (%)	K ₂ O _{dt} (mg/100g)
PC	18,41	2,19	6,51	4,52	4,75	1,09	1.068
SP1	22,85*	2,01ns	1,19*	3,67*	0,54*	1,35*	1.273*
SP2	23,97*	1,43*	0,39*	1,31*	0,01*	1,25*	1.264*
SP3	31,32*	2,23ns	2,67*	5,35*	2,10*	1,58*	1.380*
SP4	28,09*	1,57*	7,73*	4,94*	4,76ns	0,82*	594*
CV%	1,64	5,31	3,13	2,56	9,04	2,39	3,96
LSD05	0,07	0,19	0,22	0,19	0,41	0,05	83,13

* : Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%.

ns: Sai khác không có ý nghĩa với xác suất 95%.

Hệ số biến động CV% và sai khác nhỏ nhất LSD05 của các thí nghiệm trong phòng nhỏ hơn so với hệ số biến động và sai khác nhỏ nhất ở ngoài đồng ruộng. Mức sai khác so với sản phẩm đối chứng là sản phẩm phân chuồng ủ được thể hiện trong bảng 3.6.

3.4. Kết quả nghiên cứu ngoài đồng ruộng

3.4.1. Chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển và sinh khối của cây lúa

* Chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của cây lúa

Ở cả hai vụ lúa là vụ xuân và vụ mùa, số nhánh hữu hiệu của các công thức chênh lệch nhau không đáng kể và đều cao hơn công thức đối chứng.

- Vụ xuân: công thức 6 cho số nhánh hữu hiệu cao nhất là 54 nhánh, tiếp đến là công thức 5 với 49 nhánh và công thức 1 cho số nhánh hữu hiệu thấp nhất là 45 nhánh. Số nhánh vô hiệu của các công thức chênh nhau không đáng kể. Công thức 1 cho số nhánh vô hiệu thấp nhất là 3 nhánh. Công thức 4 cho nhánh vô hiệu cao nhất là 8 nhánh.

- Vụ mùa: công thức 3 và công thức 5 cho số nhánh hữu hiệu cao nhất là 60 nhánh, công thức 4 và công thức 6 cho số nhánh hữu hiệu thấp nhất là 58 nhánh. Số nhánh vô hiệu cao nhất là của công thức 6 với 30 nhánh vô hiệu, thấp nhất là công thức 1 và công thức 3 với 19 nhánh vô hiệu.

Bảng 3.7. So sánh số nhánh hữu hiệu và vô hiệu của các công thức hai vụ lúa

CT	Vụ xuân		Vụ mùa	
	Nhánh hữu hiệu	Nhánh vô hiệu	Nhánh hữu hiệu	Nhánh vô hiệu
CT1	45	3	59	19
CT2	47	5	57	24
CT3	46	4	60	19
CT4	48	8	58	24
CT5	49	6	60	23
CT6	54	7	58	30

* Chỉ tiêu sinh khối của cây lúa

Qua bảng 3.8 chúng tôi thấy:

- Đối với vụ xuân, công thức 2 cho năng suất rom rạ cao nhất là 52,38 tạ/ha, tăng so với công thức đối chứng là 10,75 tạ/ha, tăng tương ứng so với đối chứng là 25,83 %. Tiếp sau đó là công thức 4 cho năng suất rom rạ là 51,50 tạ/ha, tăng so với đối chứng là 23,72%. Công thức cho năng suất rom rạ thấp nhất là công thức 3 với 48,13 tạ/ha, tăng so với đối chứng là 6,50 tạ/ha, tăng tương ứng là 15,62 %.

- Ở vụ mùa, công thức 4 cho năng suất rom rạ cao nhất là 56,50 tạ/ha, tăng so với đối chứng là 14,25 tạ/ha, tăng tương ứng là 33,73 %. Tiếp đến là công thức 5 với 54,88 tạ/ha rom rạ, tăng so với đối chứng là 12,63 tạ/ha, tăng tương ứng là 29,88 %. Thấp nhất là công thức 2 với 50,13 tạ/ha, tăng so với đối chứng là 7,88 tạ/ha, tăng tương ứng là 18,64 %. Lượng rom rạ thu được này được sử dụng làm nguyên liệu làm phân bón cho vụ mùa sau.

Bảng 3.8. Bình quân năng suất rom rạ của vụ xuân và vụ mùa năm 2012

CT	Năng suất (tạ/ha)	Tăng so với đối chứng	
		tạ/ha	%
Vụ xuân			

CT1	41,63	-	-
CT2	52,38 *	10,75	25,83
CT3	48,13 ns	6,50	15,62
CT4	51,50 *	9,88	23,72
CT5	51,25 ns	9,62	23,10
CT6	50,75 *	9,13	21,92
CV%	11,30	LSD05	8,27
Vụ mùa			
CT1	42,25	-	-
CT2	50,13*	7,88	18,64
CT3	51,56*	9,31	22,04
CT4	56,50*	14,25	33,73
CT5	54,88*	12,63	29,88
CT6	52,50*	10,25	24,26
CV%	3,67	LSD05	2,83

*: Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%

ns: Sai khác không có ý nghĩa với xác suất 95%

3.4.2. Chỉ tiêu cấu thành năng suất cây lúa

Thu 10 khóm lúa, để tính yếu tố cấu thành năng suất. Các yếu tố cấu thành năng suất bao gồm: hạt chắc/bông, số bông/m², khối lượng 1000 hạt.

Qua bảng 3.9 chúng tôi thấy, ở vụ xuân công thức 2 cho năng suất cao hơn các công thức khác. Cụ thể, năng suất lý thuyết của công thức 2 là 61,09 tạ/ha. Tiếp đến là công thức 4 cho 60,95 tạ/ha và thấp nhất là công thức 3 với 57,61 tạ/ha. Năng suất lý thuyết của các công thức đều có sai khác đối với công thức đối chứng ở mức xác suất 95 %.

Bảng 3.9. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất vụ xuân năm 2012

Công thức	Các yếu tố cấu thành năng suất			Năng suất lý thuyết (tạ/ha)
	KL1000 hạt (g)	Hạt chắc/bông	Số bông/m ²	
CT1	19,87	98,30	226,25	44,19
CT2	20,19 ns	129,45 *	233,75 ns	61,09 *
CT3	20,21 ns	125,30 *	227,5 ns	57,61 *
CT4	20,16 ns	127,30 *	237,5 ns	60,95 *
CT5	20,21 ns	118,90 *	243,75 ns	58,57 *
CT6	20,38 ns	106,60 ns	271,25 *	58,93 *
CV%	1,88	7,79	11,17	8,47
LSD05	0,57	13,82	40,39	7,21

*: Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%
 ns: Sai khác không có ý nghĩa với xác suất 95%

Bảng 3.10. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất vụ mùa năm 2012

Công thức	Các yếu tố cấu thành năng suất			Năng suất lý thuyết (tạ/ha)
	KL1000 hạt (g)	Hạt chắc/bông	Số bông/m ²	
CT1	19,02	86,25	292,5	47,93
CT2	20,37 *	89,76 ns	286,25 ns	52,32 *
CT3	20,50 *	91,60 ns	301,25 ns	56,53 *
CT4	20,25 *	99,14 *	288,75 ns	57,84 *
CT5	20,65 *	93,32 ns	298,75 ns	57,27 *
CT6	20,09 *	98,85 *	288,75 ns	57,34 *
CV%	0,81	5,66	5,57	5,10
LSD05	0,25	7,95	24,58	4,22

*: Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%.
 ns: Sai khác không có ý nghĩa với xác suất 95%.

Qua bảng 3.10 chúng tôi thấy, các yếu tố như khối lượng 1000 hạt và hạt chắc/bông biến động không lớn ở vụ mùa. Đây là yếu tố cơ bản làm ổn định năng suất cây lúa. Các công thức đều cho năng suất cao hơn công thức đối chứng. Năng suất lý thuyết của các công thức biến động từ 47,93 tạ/ha của công thức đối chứng đến 57,84 tạ/ha của công thức 4. Năng suất lý thuyết của các công thức đều có sai khác đối với công thức đối chứng ở mức xác suất 95%.

Năng suất lúa lý thuyết được trình bày ở bảng 3.11, năng suất lý thuyết ở cả hai vụ xuân và vụ mùa năm 2012, công thức 4 (NPK + rơm rạ ủ với các chủng VSV phân giải xenlulo) đều cho năng suất cao hơn các công thức khác và đặc biệt cao hơn công thức đối chứng (chỉ bón NPK). Cụ thể, ở vụ xuân công thức 4 cho năng suất lý thuyết là 60,59 tạ/ha, tăng so với đối chứng 17,05 tạ/ha tăng tương ứng là 39,20%. Ở vụ mùa, công thức 4 cho năng suất lý thuyết là 57,84 tạ/ha, tăng so với đối chứng là 9,92 tạ/ha và tăng tương ứng 17,54%. Các công thức đều có sai khác với công thức đối chứng với xác suất 95%.

Bảng 3.11. So sánh năng suất lúa lý thuyết của hai vụ xuân và vụ mùa năm 2012

Công thức	Năng suất (tạ/ha)	Tăng so với đối chứng	
		tạ/ha	%
Vụ xuân			
CT1	44,19		
CT2	61,09 *	16,58	38,09
CT3	57,61 *	14,14	32,51
CT4	60,95 *	17,05	39,20
CT5	58,57 *	15,01	34,51
CT6	58,93 *	15,06	34,62

CV%	8,47	LSD05	7,21
Vụ mùa			
CT1	47,93		
CT2	52,32 *	4,39	9,17
CT3	56,53 *	8,60	16,44
CT4	57,84 *	9,92	17,54
CT5	57,27 *	9,35	16,16
CT6	57,34 *	9,41	16,43
CV%	5,10	LSD05	4,22

*: Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%

Bảng 3.12. Năng suất lúa thực thu của hai vụ xuân và vụ mùa năm 2012

Công thức	Năng suất (tạ/ha)	Tăng so với đối chứng	
		tạ/ha	%
Vụ xuân			
CT1	43,27	-	-
CT2	58,93*	15,65	36,19
CT3	52,84*	9,57	22,12
CT4	54,39*	11,12	25,70
CT5	53,96*	10,69	24,71
CT6	54,02*	10,75	24,84
CV%	8,05	LSD05	6,42
Vụ mùa			
CT1	41,44		
CT2	47,43*	5,99	14,45
CT3	48,92*	7,48	18,05
CT4	48,49*	7,05	17,01
CT5	52,84*	11,40	27,51
CT6	50,06*	8,61	20,80
CV%	2,03	LSD05	1,48

*: Có sai khác với đối chứng với xác suất 95%

Qua bảng kết quả như trên chúng tôi có một số kết luận sau:

- Ở vụ xuân, công thức 2 (NPK+ phân chuồng ủ) cho năng suất lúa thực thu cao nhất là 58,93 tạ/ha, cao hơn công thức đối chứng là 15,65 tạ/ha, tăng tương ứng 36,19%. Khả năng phân giải của phân chuồng ở vụ xuân tốt, nên cây lúa hấp thu dinh dưỡng từ phân chuồng cao hơn các sản phẩm khác. Công thức cho năng suất cao thứ hai là công thức 4, năng suất thu được là 54,39 tạ/ha, cao hơn công thức đối chứng là 11,12 tạ/ha, tăng tương ứng là 25,70 %.
- Ở vụ mùa, công thức 5 (NPK+ rơm rạ ủ với nước thải sau bioga có bổ sung vi sinh vật phân giải xenlulo) cho năng suất cao hơn hẳn công thức đối chứng là 52,84 tạ/ha, tăng 11,40 tạ/ha so

với công thức đối chứng và tăng tương ứng là 27,51 %. Điều này có thể giải thích do nước thải sau bioga là một dạng phân hòa tan, dễ tiêu, hàm lượng các chất dinh dưỡng tuy thấp nhưng hiệu suất sử dụng của cây cao. Các công thức ở cả hai vụ lúa năm 2012 đều có sai khác so với công thức đối chứng với xác suất 95%.

3.4.3. Chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế

Hiệu quả kinh tế của cây trồng nói chung và cây lúa nói riêng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó hai yếu tố cơ bản là năng suất và giá cả thị trường của loại nông sản. Đối với mỗi loại cây trồng khác nhau thì nhu cầu hàm lượng dinh dưỡng khác nhau.

Bảng 3.14. So sánh hiệu quả kinh tế giữa các CT của vụ xuân năm 2012

CT	Tổng thu (triệu đồng/ha)	Tổng chi (triệu đồng/ha)	Lãi (triệu đồng/ha)	Lãi tăng so với ĐC	
				triệu đồng/ha	%
CT1	25,96	7,87	18,08		
CT2	35,35	10,27	25,08	7,00	38,67
CT3	31,70	7,87	23,83	5,75	31,76
CT4	32,63	8,07	24,56	6,48	35,79
CT5	32,37	8,07	24,30	6,22	34,32
CT6	32,41	8,09	24,32	6,24	34,45

Qua bảng 3.14 chúng tôi thấy ở vụ xuân, công thức 2 cho lãi thu được là 25,08 triệu đồng/ha, tăng so với công thức đối chứng là 7 triệu đồng/ha, tăng tương ứng là 38,67 %. Tiếp đến là công thức 4 cho lãi tương đương với công thức 2 là 24,56 triệu đồng/ha. Lãi thấp nhất thu được từ công thức 3 là 23,83 triệu đồng/ha, tăng so với đối chứng là 5,75 triệu đồng/ha. Lãi thu được của công thức 5 ở vụ xuân cho lãi tương đương công thức 5 ở vụ mùa, tương ứng 24,30 triệu đồng/ha và 24,02 triệu đồng/ha.

Bảng 3.15. So sánh hiệu quả kinh tế giữa các CT của vụ mùa năm 2012

CT	Tổng thu (triệu đồng/ha)	Tổng chi (triệu đồng/ha)	Lãi (triệu đồng/ha)	Lãi tăng so với ĐC	
				triệu đồng/ha	%
CT1	24,86	7,48	17,38		
CT2	28,45	9,88	18,57	1,19	6,86
CT3	29,35	7,48	21,86	4,48	25,83
CT4	29,09	7,68	21,41	4,03	23,18
CT5	31,70	7,68	24,02	6,64	38,20
CT6	30,03	7,70	22,33	4,95	28,48

Qua bảng 3.15 chúng tôi thấy, công thức 5 cho hiệu quả kinh tế cao nhất. Lãi thu được tăng so với đối chứng là 6,64 triệu đồng/ha, tăng tương ứng là 38,20 %. Rõ ràng việc sử dụng công thức 5 tốt hơn so với sử dụng phân hóa học. Sử dụng phân bón hóa học không những gây tốn kém về mặt kinh tế mà còn gây tác hại xấu cho môi trường nếu không bón một cách hợp lý. Về mặt hiệu quả kinh tế và môi trường, công thức 5 là công thức tối ưu nhất.

References

TIẾNG VIỆT

1. Nguyễn Thế Bảo, Bùi Tuyên (2000), *Điều tra quy hoạch các dạng năng lượng mới trên địa bàn Tp Hồ Chí Minh*, Sở Khoa học và Công Nghệ Tp Hồ Chí Minh, Tp Hồ Chí Minh.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2011), *Công nghệ khí sinh học quy mô hộ gia đình*, Hà Nội.
3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2011), *Khảo sát người sử dụng Khí sinh học 2010 - 2011*, Hà Nội.
4. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn-Trung tâm Tin học và Thống kê, (2012), *Tổng quan và dự báo thị trường một số nông sản quý I năm 2012*, Hà Nội.
5. Bùi Đình Dinh (1995), *Tổng quan về sử dụng phân bón ở Việt Nam. Hội thảo quốc gia, chiến lược phân bón với đặc điểm đất Việt Nam*, Hà Nội.
6. Cao Việt Hưng (2011), *Một số nét về phân hữu cơ và việc sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp cho sản xuất phân hữu cơ tại Việt Nam*, Viện Thổ Nhưỡng Nông Hóa, Hà Nội.
7. Lê Văn Khoa, Nguyễn Đức Lương, Nguyễn Thế Truyền (2001), *Nông nghiệp và Môi trường*, Nxb Giáo Dục, Hà Nội.
8. Đặng Tuyết Phương , Trần Thị Kim Hoa, Vũ Anh Tuấn (2010), *Thành phần và hàm lượng rom ra*, Viện Hóa học – Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.
9. Sở Thông tin và Truyền thông Bắc Giang.
10. Trần Thị Tâm và cộng sự (2005), *Nghiên cứu sử dụng chất thải lỏng khí sinh học của phân bò làm phân bón cho cải bắp*, Viện Thổ nhưỡng Nông hoá, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
11. Trần Thị Tâm, Hoàng Ngọc Thuận và cộng sự (2009), *Nghiên cứu ảnh hưởng của việc vùi phụ phẩm nông nghiệp đến năng suất, độ phì nhiêu đất và khả năng giảm thiểu lượng phân khoáng bón cho cây trồng trong cơ cấu lúa xuân – lúa mùa – ngô đông*, Viện Thổ nhưỡng Nông hoá – Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
12. Lê Thị Thanh Thủy, Lê Như Kiều, Nguyễn Việt Hiệp, Trần Thị Lua, Nguyễn Thị Thu Hằng, Nguyễn Thị Yên, Nguyễn Thị Hiền, Trần Thị Ngọc Sơn (2009), *Tuyển chọn các chủng vi sinh vật để xử lý nhanh rom ra thành phân bón hữu cơ*, Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long, Hà Nội và Tp HCM.
13. Mai Văn Trịnh (2011), *Sử dụng phụ phẩm nông nghiệp để sản xuất than sinh học cải thiện độ phì của đất, tăng năng suất cây trồng và giảm phát thải khí nhà kính*, Viện Môi trường Nông Nghiệp, Hà Nội.

14. Trung tâm Thông tin thư viện Quốc Gia (2008), *Tổng quan năng lượng thế giới đến năm 2030*, Hà Nội.
15. Ngô Quang Vinh (2010), *Nghiên cứu sử dụng nước thải của các công trình KSH làm phân bón cho rau cải xanh và xà lách ở Đồng Nai*, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Nghiệp miền Nam, Tp Hồ Chí Minh.

TIẾNG ANH

16. Angeles O.C, Agbitsit, Jr. (2001), *Backyard and Commercial Piggeries in the Philippines: Environmental Consequences and Pollution Control Option*. EEPSEA, Singapore.
17. Anna Teghammar, Keikhosro Karimi, Ilona Sárvári Horváth, Mohammad J. Taherzadeh (2012), “Enhanced biogas production from rice straw, triticale straw and softwood spruce by NMMO pretreatment”, *Biomass and Bioenergy* (36), PP.116–120.
18. Banik S., Nandi R. (2004), “Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom”, *Industrial Crops and Products* (20), PP.311 –319.
19. Bastiaan Teune (2007), “Amazing results in poverty reduction and economic development”, *The Biogas Programme in Vietnam*. PP.5-9.
20. Butchaiah Gadde, Sébastien Bonnet, Christoph Menke, Savitri Garivait (2009), “Air pollutant emission from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines”, *Environmental Pollution* (157), PP.155–1558.
21. Chidumayo EN (1994), Effects of wood carbonization on soil and initial development of seedling in miombo woodland, Zambia. PP.353-357.
22. European Commission, Joint Research Centre (JRC)/PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR).
23. Gangwar K.S, Singh K.K, Sharma S.K and Tomar O.K (2005), Alternative tillage and crop residues management in Wheat after Rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic Plain, *Soil and Tillage Research*, PP. 11.
24. Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, Zech W (2001), The Terra Preta phenomenon—a model for sustainable agriculture in the humid tropics, *Naturwissenschaften*, PP. 37-41.

25. Guang Zhao, Fang Ma, Li Wei, Hong Chua (2011), "Using rice straw fermentation liquor to produce bioflocculants during an anaerobic dry fermentation process", *Bioresource Technology*, PP.10-16.
26. Jean-Yves Duormad, Cyrille Rigolot, Hayo van der Werf (2008), Emission of greenhouse gas, developing management and animal farming systems to assist mitigation, PP. 36-39.
27. Le Thi Xuan Thu (2007), "Bio-slurry utilization in Vietnam", *The Biogas Program for the Animal Husbandry Sector of Vietnam*, PP.4-7.
28. Li Lianhua, Li Dong, Sun Yongming, Ma Longlong, Yuan Zhenhong, Kong Xiaoying (2010), "Effect of temperature and solid concentration on anaerobic digestion of rice straw in South China", *International Journal of Hydrogen Energy* (35), PP.7261–7266.
29. Mbagwu JSC, Piccolo A (1997), Effects of humic substances from oxidized coal on soil chemical properties and maize yield, PP. 921-925.
30. Ngo Thi Thanh Truc and Duong Van Ni (2004), Mitigation of Carbon Dioxide Emission, An environmental assessment of rice straw burning practice in the Mekong Delta.
31. Piccolo A, Pietramellara G, Mbagwu JSC (1996), Effects of coal-derived humic substances on water retention and structural stability of Mediterranean soils, *Soil Use Manage* (12), PP.209-213.
32. Rajeeb Gautam, Sumit Baral, Sunil Heart (2009), "Biogas as a sustainable energy source in Nepal: Present status and future challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (13), PP.248–252.
33. Raven R.P.J.M., Gregersen K.H. (2007), "Biogas plants in Denmark: successes and setbacks", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (11), PP.116–132.
34. Steinfeld H and Hoffmann I (2008), Livestock, Greenhouse gases and global climate change, In Proceedings of International Conference on Livestock on Global climate change, PP. 8-9.
35. Takashi Korenaga, Xiaoxing Liu, Zuyun Huang (2001), "The influence of moisture content on polycyclic aromatic hydrocarbons emission during rice straw burning", *Chemosphere – Global Change Science* (3), PP.117–122.

36. Tom Bond, Michael R. Templeton (2011), “History and future of domestic biogas plants in the developing world”, *Energy for Sustainable Development (15)*, PP.347–354.
37. V.K.Vijay, R.Prasad, J.P.Singh, V.P.S.Sorayan (2006), “A case for biogas energy application for rural industries in India”, Indian Institute of Technology, New Delhi, India.
38. Weizhang Zhong, Zhongzhi Zhang, Wei Qiao, Pengcheng Fu, Man Liu (2011), “Comparison of chemical and biological pretreatment of corn straw for biogas production by anaerobic digestion”, *Renewable Energy (36)*, PP.1875–1879.
39. Xianyang Zeng, Yitai Ma, Lirong Ma (2007), “Utilization of straw in biomass energy in China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews (11)*, PP.976–987.
40. Xiaohua W, Zhenmin F (2004), *Biofuel use and its emission of noxious gases in rural China*, Renew Sustain Energy, PP.92-183.
41. Xinyuan Jiang, Sven G. Sommer, Knud V. Christensen (2011), “A review of the biogas industry in China”, *Energy Policy (39)*, PP.6073 – 6081.
42. Yu Bin, Chen Hongzhang (2010), “Effect of the ash on enzymatic hydrolysis of steam-exploded rice straw”, *Bioresource Technology (101)*, PP.9114 – 9119.
43. Yu Chen, Gaihe Yang, Sandra Sweeney, Yongzhong Feng (2010), “Household biogas use in rural China, A study of opportunities and constraints”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews (14)*, PP.54 –549.