Journal of Science of Lac Hong University
Special issue (11/2017), pp. 180-183

Tạp chí Khoa học Lạc Hồng
Số đặc biệt (11/2017), tr.180-183

TIỀM NĂNG SẢN XUẤT ETHANOL SINH HỌC TỪ PHẾ THẢI NÔNG NGHIỆP TẠI ĐỒNG NAI NHẰM GIẢM SỬ DỤNG XĂNG TỪ NHIÊN LIỆU HÓA THẠCH

Potential of bioethanol production from agricultural residues in Dong Nai for reducing fossil fuel gasoline use

Ngô Quang Nhâm[1], Nguyễn Quang Khải[2], Trần Văn Mạnh[2], Phạm Ngọc Hòa[3], Phan Thị Phẩm[2*]

*pham8384@gmail.com
[1]Khoa Quản lý Tài nguyên và Môi trường, Đại học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh
[2]Khoa Kỹ thuật Hóa học và Môi trường, Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai
[3]Khoa Công nghệ Sinh học và Kỹ thuật Môi trường, Đại học Công nghiệp Thực phẩm, TP. Hồ Chí Minh
Đến tòa soạn: 31/05/2017; Chấp nhận đăng: 10/09/2017

Tóm tắt. Chuyển đổi phần phế thải nông nghiệp tái tạo thường được đốt hay thải bỏ để phân hủy tự nhiên thành ethanol sinh học là giải pháp đóng góp vào các nỗ lực nhằm giảm ô nhiễm môi trường do phế thải, giảm phát thải CO_2 và sử dụng nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt. Với tỷ lệ phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ tự nhiên trên 50%, ước tính có thể sản xuất 0,17 triệu tấn ethanol sinh học thế hệ hai từ lượng phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai năm 2015. Nếu lượng ethanol này được sử dụng để bổ sung hay thay thế xăng, ước tính có thể giảm khai thác và sử dụng 0,11 triệu tấn xăng từ nhiên liệu hóa thạch, tương đương 2,2% nhu cầu xăng từ nhiên liệu hóa thạch của cả nước trong năm 2015. Kết quả đánh giá này sẽ giúp thúc đẩy việc nghiên cứu, áp dụng sản xuất ethanol sinh học từ phần phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ tự nhiên nhằm hướng đến sử dụng nhiên liệu sạch, tái tạo để thay thế xăng từ nhiên liệu hóa thạch tại Đồng Nai.

Từ khoá: *Phế thải nông nghiệ; Ethanol sinh học; Nhiên liệu hóa thạch*

Abstract. Converting renewable agricultural residues that is burned or natural disposed for decaying on open fields to bioethanol contributes to efforts on reducing environmental pollution, CO_2 emission and exhausting fossil fuel use. At the average of more than 50% of agricultural residues burned or disposed at Dongnai in 2015, the potential of second generation bioethanol production from these residues was 0.17 million ton. If this amount of bioethanol had been used to add or alter gasoline, the estimation for reducing gasoline use would have 0.11 million ton, which corresponds with 2.2% of the national gasoline demand in 2015. This assessment will promote studying, applying on ethanol production from these types of agricultural residues and using clean, renewable fuel instead of fossil fuel in Dongnai, Vietnam.

Keywords: *Agricultural residues; Bioethanol; Fossil fuel*

1. GIỚI THIỆU

Nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về lương thực, thực phẩm cũng như nguyên liệu cho sản xuất ethanol sinh học thế hệ thứ nhất, ngành nông nghiệp đang ngày càng phát triển về cả số lượng và chất lượng. Do đó, phế thải nông nghiệp cũng phát sinh ngày càng nhiều. Tuy nhiên, chỉ một phần chất thải này được tái chế hợp lí như làm thức ăn gia súc, chất độn hay giá thể cho trồng trọt, hoặc làm giống (cây sắn (khoai mì), cây mía). Phần còn lại được dùng làm chất đốt đun nấu trong sinh hoạt hằng ngày của người dân hay đốt bỏ trên cánh đồng hoặc thải bỏ tự nhiên ngoài môi trường để tự phân hủy. Trong phạm vi bài báo này, phần phế thải còn lại (đốt để đun nấu hay đốt bỏ và thải bỏ để phân hủy tự nhiên) được gọi chung là phế thải được đốt và thải bỏ.Việc đốt phế thải nông nghiệp (đun nấu hay đốt bỏ) sẽ sinh ra CO_2 và một số khí ô nhiễm khác, góp phần gây ô nhiễm môi trường, hiệu ứng nhà kính và biến đổi khí hậu [1-4]. Trong khi đó, phế thải nông nghiệp hay còn gọi là phế thải lignocellulose với thành phần chủ yếu là cellulose chiếm 35-50 % và hemicellulose chiếm 15 – 30 % [5,6], sẽ là nguồn cung cấp các đường (glucose và xylose) để vi sinh vật lên men tạo ra ethanol sinh học thế hệ hai. Việc sản xuất ethanol sinh học từ phế thải lignocellulose nhận được nhiều sự quan tâm vì nó có thể giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường từ chất thải nông nghiệp. Ngoài ra, ethanol sinh học còn có thể sử dụng để bổ sung hay thay thế xăng từ nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt [7-9]. Hơn nữa, lượng khí CO_2 sinh ra từ quá trình sản xuất và sử dụng xăng truyền thống nhiều hơn khí CO_2 phát sinh trong quá trình sản xuất và sử dụng ethanol xét trên cùng một mức năng lượng tạo ra [8,9]. Hiện nay, nhu cầu nhiên liệu tại Việt Nam cũng như thế giới ngày càng tăng. Đến năm 2020, Việt Nam sẽ được xếp vào nhóm rất nghèo về loại tài nguyên này [10,11]. Trong khi đó, sản xuất ethanol sinh học thế hệ thứ nhất từ ngũ cốc làm tăng áp lực lên an ninh lương thực. Do đó, tái chế phế thải nông nghiệp theo hướng sản xuất ethanol sinh học là hướng đi đầy triển vọng, giúp giảm phát thải khí nhà kính từ quá trình đốt và phân hủy tự nhiên phế thải nông nghiệp và từ quá trình sử dụng xăng khoáng. Ngoài ra, nó còn giúp giảm áp lực lên an ninh lương thực và nguồn nhiên liệu hóa thạch.

Nằm trong vùng kinh tế trọng điểm Đông Nam Bộ của Việt Nam, Đồng Nai là tỉnh đi đầu về phát triển cả nông nghiệp và công nghiệp. Do vậy, phế thải nông nghiệp và nhu cầu về nhiên liệu cho sản xuất cũng như giao thông tại Đồng Nai đang ngày càng tăng. Đứng trước thách thức về ô nhiễm môi trường, biến đổi khí hậu và nhu cầu về nhiên liệu, đồng thời triển khai kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu của Chính phủ, ngày 13 tháng 4 năm 2017, Ủy ban Nhân dân tỉnh Đồng Nai đã có công văn số 3346/UBND-CNN hướng dẫn, đề nghị các sở, ban, ngành xây dựng các kế hoạch hoạt động, sản xuất lồng ghép với giảm phát thải khí nhà kính, tái chế chất thải, sử dụng năng lượng sạch, nhiên liệu có thể tái tạo [12]. Do đó, sản xuất ethanol sinh học từ phế thải nông nghiệp nhằm sử dụng thay thế xăng từ nhiên liệu hóa thạch là một trong những giải pháp đáp ứng đồng thời được nhiều mục tiêu. Tuy nhiên, như đã trình bày, một

phần phế thải nông nghiệp vẫn đang được tái chế hợp lí như làm chất độn, giá thể cho trồng trọt, làm thức ăn gia súc hay làm giống,…nên không thể ước tính sản lượng ethanol sinh học có thể sản xuất dựa trên tổng lượng phế thải nông nghiệp phát sinh như nhiều nghiên cứu đã áp dụng [13-16]. Hơn nữa, các nghiên cứu này cũng chưa thực hiện tính toán, ước lượng lượng xăng từ nhiên liệu hóa thạch có thể được giảm từ việc bổ sung hay thay thế bằng ethanol sinh học, để cung cấp số liệu cụ thể về tiềm năng, tầm quan trọng của việc sản xuất và sử dụng ethanol sinh học để thay thế xăng. Do đó, ước tính lượng ethanol sinh học có thể sản xuất từ lượng phế thải nông nghiệp mà thường được đốt hay thải bỏ tự nhiên tại Đồng Nai và lượng xăng từ nhiên liệu hóa thạch có thể được thay thế bằng nguồn ethanol sinh học này sẽ là bước đánh giá đầu tiên nhằm hướng đến tái chế phế thải nông nghiệp một cách hợp lý và sử dụng nhiên liệu sạch, tái tạo tại Đồng Nai nói riêng và cả nước nói chung. Đây cũng chính là mục tiêu của bài báo này.

2. NỘI DUNG

2.1 Phương pháp nghiên cứu

2.1.1 Thu thập số liệu và khảo sát thực địa về tình hình phát sinh và tái chế phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai

Trong nghiên cứu này, phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai gồm phế thải có thành phần lignocellulose từ cây lúa, ngô, sắn (khoai mì) và mía. Đây là những cây nông nghiệp quan trọng của Việt Nam. Để xác định tổng lượng phế thải nông nghiệp phát sinh (R, tấn/năm), nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp đánh giá nhanh, dựa vào hệ số phát thải phế thải (Rc) kết hợp với sản lượng (P, tấn/năm) của một số nghiên cứu trên thế giới đã tiến hành [13,14,16] theo công thức (1):

$$R = Rc \times P \quad (1)$$

Trong đó, giá trị hệ số phát thải phế thải của lúa, ngô, sắn và mía được tham khảo từ các nghiên cứu đã có [7,13,14]. Từ số liệu ước tính về phế thải nông nghiệp phát sinh R kết hợp phiếu điều tra, khảo sát thực tế về tình hình tái chế phế thải nông nghiệp, lượng phế thải thường được đốt và thải bỏ Rw (tấn/năm) sẽ được ước tính theo công thức (2):

$$Rw = R \times Pc \quad (2)$$

Trong đó, Pc là tỉ lệ phế thải được đốt và thải bỏ.

Việc lấy phiếu điều tra được thực hiện tại huyện Vĩnh Cửu cho cây lúa (30 phiếu) và cây mía (30 phiếu), huyện Xuân Lộc cho cây ngô (30 phiếu) và tại huyện Trảng Bom cho cây sắn (30 phiếu). Riêng cây mía, do người dân thường bán cây mía tươi và không quản lý bã mía sau khi ép nước nên không thể cung cấp số liệu về tình hình tái chế bã mía. Do đó, tình hình tái chế phế thải cây mía sẽ giả thuyết dựa trên trung bình cộng ba loại cây trồng còn lại.

2.1.2 Xác định thành phần hóa học của sinh khối

Từ số liệu khảo sát thực tế, rơm, thân cây ngô, thân cây sắn và bã mía của hai giống lúa, ngô, sắn và mía được trồng phổ biến sẽ được lấy mẫu và phân tích thành phần hóa học dựa trên Quy trình phân tích sinh khối chuẩn của Phòng thí nghiệm Năng lượng tái tạo quốc tế (Standard Biomass Analytical Procedures of National Renewable Energy Laboratory (NREL) [17]. Hàm lượng đường glucose và xylose được đo đạc bằng máy sắc kí lỏng hiệu năng cao (High-performance liquid chromatography - HPLC) sử dụng cột phân tích đường Shodex SH1011, đầu dò RI, L – 3300 (Hitachi Ltd., Nhật Bản). Rơm rạ của hai giống lúa khác nhau được lấy tại huyện Vĩnh Cửu. Thân cây ngô của hai giống ngô khác nhau được lấy tại huyện Xuân Lộc. Thân sắn của hai giống sắn khác nhau được lấy tại huyện Trảng Bom. Thân cây mía của hai giống mía khác nhau được lấy tại huyện Vĩnh Cửu. Các loại phế thải này sau khi thu thập sẽ được phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và đem đi phân tích thành phần đường glucose và xylose. Nghiên cứu chỉ tập trung phân tích 2 đường glucose và xylose vì đây là 2 đường chủ yếu có trong lignocellulose và được dùng làm nguyên liệu chính để lên men ethanol sinh học thế hệ hai [18,19]. Việc phân tích được thực hiện lặp lại 3 lần.

2.1.3 Ước tính tiềm năng sản xuất ethanol từ phế thải nông nghiệp thường được đốt hay thải bỏ tại Đồng Nai

Trong quá trình sản xuất ethanol sinh học từ đường 6 cacbon (ví dụ glucose) hay đường 5 cacbon (xylose), hệ số lý thuyết tạo ethanol là 0,51 g ethanol/g đường tiêu thụ [20]. Do vi sinh vật cũng sử dụng một phần đường cho sự phát triển tế bào, đồng thời do tiêu hao trong quá trình thủy phân và lên men nên giả sử hiệu suất của quá trình sản xuất ethanol từ phế thải nông nghiệp là 81% [21]. Khi đó, lượng ethanol sinh học tiềm năng (Pe, tấn/năm) có thể được sản xuất từ phần sinh khối nông nghiệp Rw của Đồng Nai được ước tính theo công thức (3).

$$Pe = Rw \times 0{,}51 \times (G + X) \times 0{,}81 \quad (3)$$

Trong đó, G và X lần lượt là lượng glucose và xylose trong phế thải nông nghiệp khô (g/g).

2.1.4 Ước tính lượng xăng có thể được thay thế bằng ethanol sinh học từ phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai

Vì nhiệt lượng sinh ra khi đốt 1 tấn ethanol sinh học tương đương nhiệt lượng tỏa ra khi đốt 0,67 tấn xăng từ nhiên liệu truyền thống [22,23]. Do đó, lượng xăng từ nhiên liệu hóa thạch được thay thế (Gr, tấn/năm) bằng việc sử dụng ethanol sinh học từ sinh khối nông nghiệp tại Đồng Nai được tính như công thức (4):

$$Gr = 0{,}67 \times Pe \quad (4)$$

2.1.5 Xử lý số liệu

Chương trình Excel 2010 với độ tin cậy 95% được sử dụng để tính toán tỉ lệ phế thải tái chế hợp lí hay thường được đốt và thải bỏ, và lượng đường glucose và xylose có trong 4 loại phế thải được nghiên cứu.

2.2 Kết quả và biện luận

2.2.1 Tình hình phát sinh và tái chế phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai

Theo số liệu thống kê, Đồng Nai được xếp là một trong những tỉnh đứng đầu về diện tích sản xuất, sản lượng của vùng Đông Nam Bộ [24]. Diện tích canh tác và sản lượng của các cây nông nghiệp chủ lực của Đồng Nai năm trong 3 năm 2010, 2013 và 2015 được trình bày trong bảng 1. Nhìn chung, diện tích gieo trồng hằng năm của lúa, ngô, sắn và mía tại Đồng Nai từ 2010 đến 2015 biến động không nhiều. Tuy nhiên, có thể do sự cải thiện về giống cũng như kỹ thuật chăm sóc nên sản lượng hằng năm của các loại cây trồng này có xu hướng tăng. Do vậy, theo cách tính lượng phế thải phát sinh dựa vào sản lượng [13,14,16], lượng phế thải năm sau cũng sẽ tăng so với năm trước (tuy không nhiều). Cũng vì thế, các số liệu tiếp theo của nghiên cứu sẽ tập trung vào năm 2015.

Bảng 1. *Diện tích canh tác và sản lượng của các cây nông nghiệp chủ lực của Đồng Nai năm 2010, 2013 và 2015 [24]*

Cây trồng	Diện tích và sản lượng	2010	2013	2015
Lúa	Diện tích	69,4	66,2	63,6
	Sản lượng	322,9	332,5	334,7
Ngô	Diện tích	47,7	52,0	52,2
	Sản lượng	282,0	340,2	366,9
Sắn	Diện tích	14,8	15,2	15,8
	Sản lượng	361,6	373,6	399,2
Mía	Diện tích	9,6	10,5	9,3
	Sản lượng	568,7	633,9	658,8

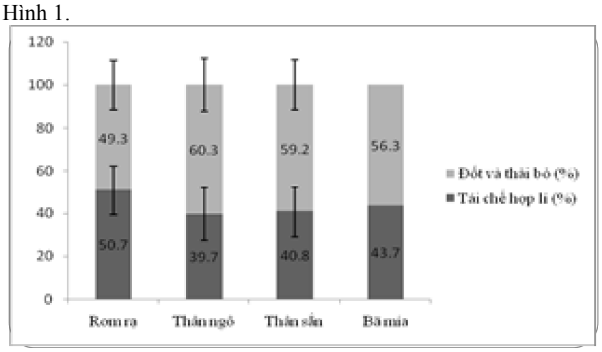
Đơn vị tính: nghìn ha (diện tích) và nghìn tấn (sản lượng)

Theo số liệu của một số nghiên cứu, hệ số phát thải phế thải của lúa, ngô, sắn, mía và độ ẩm tương ứng được trình bày trong bảng 2. Lượng phế thải R của bốn loại cây trồng được tính toán từ công thức (1) cũng được trình bày trong bảng này.

Bảng 2. *Hệ số phát thải và lượng phế thải của lúa, ngô, sắn và mía ở Đồng Nai năm 2015 [7,13,14]*

Loại phế thải	Hệ số phát thải	Độ ẩm (%)	Lượng phế thải R phát sinh (nghìn tấn)	Lượng phế thải R khô phát sinh (nghìn tấn)
Rơm rạ	1,9	15	635,9	540,5
Thân ngô	1,2	15	440,3	374,2
Thân sắn	0,5	15	199,6	169,7
Bã mía	0,3	15	197,6	168,0

Qua việc tổng hợp phiếu điều tra, tình hình tái chế hợp lí và đốt và thải bỏ phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai được thể hiện qua Hình 1.



Hình 1. *Tình hình tái chế, đốt và thải bỏ phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai*

Hình 1 cho thấy rơm rạ là loại phế thải nông nghiệp được tái chế hợp lí nhiều nhất như làm thức ăn gia súc, chất độn, giá thể cho ngành trồng trọt,… Tuy nhiên, tỷ lệ này vẫn chưa cao (50,7%). Vì vậy, lượng phế thải nông nghiệp còn lại Rw (phần thường được đốt hay thải bỏ) của Đồng Nai rất lớn (bảng 3). Do đó, đây sẽ là nguồn cung cấp nguyên liệu thích hợp nếu ethanol sinh học thế hệ thứ hai được triển khai sản xuất tại Đồng Nai.

Bảng 3. *Lượng phế thải nông nghiệp được đốt và thải bỏ tại Đồng Nai năm 2015*

Loại sinh khối	Lượng phế thải phát sinh (nghìn tấn khô/năm)	Tỷ lệ phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ Pc (%)	Lượng phế thải nông nghiệp được đốt và thải bỏ Rw (nghìn tấn khô/năm)
Rơm rạ	540,5	49,3	266,5
Thân ngô	374,2	60,3	225,7
Thân sắn	169,7	59,2	100,5
Bã mía	168,0	56,3	94,6

2.2.2 Thành phần đường trong các phế thải nông nghiệp

Hàm lượng đường glucose và xylose trong rơm rạ, thân cây sắn, thân ngô và bã mía ở Đồng Nai được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. *Thành phần đường trong phế thải nông nghiệp khô của Đồng Nai*

Loại sinh khối	Giống	Glucose (g/g)	Xylose (g/g)
Rơm rạ	Mẫu 1	0,43 ± 0,07	0,21 ± 0,06
	Mẫu 2	0,40 ± 0,09	0,20 ± 0,08
	Trung bình	0,42	0,21
	Tham khảo [25]	0.41-0,43	0,15-0,20
Thân ngô	Mẫu 1	0,38 ± 0,07	0,13 ± 0,06
	Mẫu 2	0,38 ± 0,08	0,20 ± 0,06
	Trung bình	0,38	0,17
	Tham khảo [25]	0,39	0,15
Thân sắn	Mẫu 1	0,39 ± 0,09	0,19 ± 0,08
	Mẫu 2	0,40 ± 0,06	0,20 ± 0,09
	Trung bình	0,40	0,20
Bã mía	Mẫu 1	0,43 ± 0,05	0,21 ± 0,05
	Mẫu 2	0,44 ± 0,07	0,16 ± 0,08
	Trung bình	0,44	0,19
	Tham khảo [25]	0,38	0,23

Bảng 4 cho thấy hàm lượng glucose và xylose trong rơm rạ, thân ngô, thân sắn và bã mía của Đồng Nai, Việt Nam tương tự với hàm lượng 2 đường này trong các phế thải nông nghiệp tương ứng trên thế giới [25]. Ngoài ra, hàm lượng hai đường này trong các loại phế thải cũng rất đáng kể. Do đó, các phế thải này thích hợp để dùng làm nguyên liệu cho sản xuất ethanol sinh học thế hệ hai bằng phương pháp đường hóa sử dụng vi sinh vật để lên men.

2.2.3 Ước tính tiềm năng sản xuất ethanol từ phần phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ tại Đồng Nai

Dựa trên công thức (3), tiềm năng sản xuất ethanol sinh học từ sinh khối nông nghiệp Đồng Nai được ước tính và được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. *Tiềm năng sản xuất ethanol sinh học từ phần phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ tại Đồng Nai năm 2015*

Loại sinh khối	Tiềm năng ethanol (nghìn tấn)
Rơm rạ	69,4
Thân ngô	51,3
Thân sắn	24,9
Bã mía	24,6
Tổng cộng	170,2

Như vậy, tiềm năng sản xuất ethanol sinh học từ phần phế thải nông nghiệp thường được đốt hay thải bỏ (năm 2015) ở Đồng Nai rất lớn. Theo ước tính, 170,2 nghìn tấn (0,17 triệu tấn) ethanol sinh học thế hệ hai có thể được sản xuất từ lượng phế thải nông nghiệp này. Nếu lượng ethanol sinh học này được sản xuất và sử dụng để bổ sung hay thay thế xăng, nó sẽ góp phần đáng kể vào việc giảm sử dụng xăng từ nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt.

2.2.4 Ước tính lượng xăng có thể được giảm

Lượng xăng từ nhiên liệu hóa thạch có thể được giảm bằng cách sử dụng ethanol sinh học được sản xuất từ phế thải nông nghiệp tại Đồng Nai để bổ sung thay thế được tính toán

theo công thức (4). Theo cách chuyển đổi này, 114 nghìn tấn xăng hay 0,11 triệu tấn xăng từ nhiên liệu hóa thạch có thể được tiết giảm (trong năm 2015). Với nhu cầu khoảng 5,0 triệu tấn xăng hằng năm 2015 của Việt Nam [26], lượng xăng có thể được tiết giảm này (0,11 triệu tấn) chiếm khoảng 2,2% nhu cầu xăng truyền thống của Việt Nam năm 2015. Kết quả này có ý nghĩa quan trọng trong định hướng tái chế phế thải nông nghiệp theo hướng sản xuất ethanol sinh học để thay thế xăng từ nhiên liệu hóa thạch tại Đồng Nai nói riêng và cả nước nói chung.

3. KẾT LUẬN

Phế thải nông nghiệp được đốt hay thải bỏ và được tái tạo hằng năm của Đồng Nai phù hợp để làm nguyên liệu cho sản xuất ethanol sinh học thế hệ hai. Ước tính khoảng 0,17 triệu tấn ethanol sinh học được sản xuất từ nguồn phế thải này (năm 2015). Nếu được sản xuất và sử dụng, lượng ethanol sinh học này sẽ giúp giảm khai thác và sử dụng 0,11 triệu tấn xăng từ nhiên liệu hóa thạch, tương đương giảm 2,2% nhu cầu xăng của Việt Nam trong năm 2015. Như vậy, sản xuất ethanol sinh học thế hệ hai từ phế thải nông nghiệp được đốt và thải bỏ ở Đồng Nai sẽ là giải pháp giúp giảm ô nhiễm môi trường, giảm phát thải khí nhà kính do phế thải nông nghiệp và quá trình khai thác và sử dụng xăng từ nhiên liệu hóa thạch, tăng lợi ích kinh tế cho nông nghiệp và giảm áp lực lên an ninh lương thực và nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt.

4. CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA), viện Công nghệ Tokyo, Nhật Bản và trường đại học Lạc Hồng đã tạo điều kiện để tác giả có thể hoàn thành nghiên cứu. Nhóm tác giả cũng xin cảm ơn các cơ quan, ban ngành liên quan của tỉnh Đồng Nai đã định hướng và cung cấp số liệu cần thiết cho nghiên cứu này.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] T. Satyendra, R. N. Singh, S. Shaishv, "Emission from crop/biomass residue burning risk to atmospheric quality", International Research Journal of earth sciences 1, pp. 24-30, 2013.

[2] N. Koga, R. Tajima, "Assessing energy efficiencies and greenhouse gas emissions under bioethanol-oriented paddy rice production in northern Japan", Journal of Environmental Management 92, pp. 967-973, 2011.

[3] S. Murali, R. Shrivastava, M. Saxena, "Green house gas emissions from open field burning of agricultural residues in India", Journal of Environmental Science and Engineering 52(4), pp. 277-84, 2010.

[4] N. Jain, A. Bhatia, H. Pathak, "Emission of Air Pollutants from Crop Residue Burning in India", Aerosol and Air Quality Research 14, pp. 422–430, 2014.

[5] Z. Anwar, M. Gulfraz, M. Irshad, "Agro-industrial lignocellulosic biomass a key to unlock the future bio-energy: A brief review", Journal of Radiation Research and Applied Sciences 7, Issue 2, pp. 163 -173, 2014.

[6] V. Babu, A. Thapliyal, J. K. Patel, Biofuels Production, Scrivener Publishing LLC, chapter 4, 2013.

[7] Phan Thi Pham, "Ethanol production from cassava stem in Vietnam: Potential for CO_2 emission reduction aspect and an efficient ethanol production process", Ph.D Dissertation, University of the Philippines-Diliman, 2016.

[8] K.J. Saini, R. Saini, L. Tewari, "Lignocellulosic agriculture waste as biomass feedstocks for second-generation bioethanol production: concepts and recent developments", 3 Biotech 5, pp. 337-353, 2015.

[9] H. Chen, X. Fu, "Industrial technologies for bioethanol production from lignocellulosic biomass", Renewable and Sustainable Energy Reviews 57, pp. 468–478, 2016.

[10] Ngành dầu khí Việt Nam, " Báo cáo ngành lần đầu", 2013.

[11] Petrotimes, "Bức tranh dầu thô 2014", Báo xăng dầu, 2014. <http://xangdau.net/thong-tin-chung/nganh-xang-dau/buc-tranh-dau-tho-2014-38210.html>.

[12] Ủy ban nhân dân tỉnh Đồng Nai, "Công văn số 3346/UBND-CNN", 2017.

[13] N.Q. Diep, and K. Sakanish, "Potential of Bioethanol Production from Agricultural Residues in the Mekong Delta, Vietnam", International Energy Journal 12, pp. 145-154, 2011.

[14] L.Q. Ji, "An assessment of agricultural residue resources for liquid biofuel production in China". Renewable and sustainable energy reviews 44, pp. 561–575, 2015.

[15] Đinh Văn Kha, "Tình hình nghiên cứu và sản xuất nhiên liệu sinh học trên thế giới và Việt Nam" Viện Hóa học Công nghệ ViệtNam, 2017.

[16] N.Q. Diep, K. Sakanishi, N. Nakagoshi, S. Fujimoto, "Potential for rice straw ethanol production in Mekong Delta, Vietnam", Renewable Energy 7, pp. 456-463, 2015.

[17] A. Sluiter, B. Hames, R. Ruiz, C. Scarlata, J. Sluiter, D. Templeton, D. Crocker, "Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass", Laboratory Analytical Procedure (LAP). NREL/TP-510–42618. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, 2008.

[18] Y. Wu , X. Shen, Q. Yuan và Y. Yan, "Review: Metabolic Engineering Strategies for Co-Utilization of Carbon Sources in Microbes", Bioengineering 3, 10, 2016.

[19] M. M. Ishola, P. Ylitervo và M. J. Taherzadeh, "Co-Utilization of Glucose and Xylose for Enhanced Lignocellulosic Ethanol Production with Reverse Membrane Bioreactors", Membranes, 5, pp. 844-856, 2015.

[20] K.S. Yadav, S. Naseeruddin, G.S. Prashanthi, L. Sateesh, V. Rao, "Bioethanol fermentation of concentrated rice straw hydrolysate using co-culture of Saccharomyces cerevisiae and Pichia stipites", Bioresource Technology 102, pp. 6473–6478, 2011.

[21] H. Akinosho, K. Yee, D. Close, A. Ragauskas, "The emergence of Clostridium thermocellumas a high utility candidate for consolidated bioprocessing applications", Front Chemistry, 2, pp. 66, 2014.

[22] United States Department of Energy, "Alternative fuels data center fuel properties comparison", 2014.

[23] Christine and S. Gable, "Fuel Energy Comparisons: Gasoline Gallon Equivalents".

[24] Tổng cục thống kê, "Số liệu thống kê – Danh sách", 2017.

[25] N. Sarkar, S. K. Ghosh, S. Bannerjee, K. Aikat, "Review Bioethanol production from agricultural wastes: An overview", Renewable Energy 37, pp. 19-27, 2012.

[26] Vụ Khoa học và Công Nghệ, Bộ công thương, "Báo cáo thường kì tháng 8, 2015", 2015.

TIỂU SỬ TÁC GIẢ

Phan Thị Phẩm

Sinh năm 1984 tại Bình Định. Tốt nghiệp Cử nhân Khoa học Môi trường tại Trường Đại học Tự nhiên TP.HCM năm 2006, Thạc sĩ Kỹ thuật Môi trường tại Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM năm 2010, Tiến sĩ Kỹ thuật Môi Trường năm 2016 theo chương trình hợp tác giữa trường Kỹ thuật Diliman, Đại học Philipin và viện Công nghệ Tokyo, Nhật Bản, hiện đang là giảng viên Khoa Kỹ thuật Hóa học và Môi trường, Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực nghiên cứu: Giảm phát thải CO_2, tái chế chất thải rắn hữu cơ (sản xuất phân hữu cơ, vật liệu hấp phụ và sản xuất năng lượng sinh học) và sử dụng nước thải để nuôi trồng tảo.