ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN CHI PHÍ NĂNG LƯỢNG RIÊNG CỦA MÁY TRỘN HẠT GỖ NHỰA LEISTRITZ

Hoàng Việt

TS. Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Nghiên cứu công nghệ, kỹ thuật sản xuất vật liệu gỗ nhựa ở nước ta đang rất được quan tâm. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu xác định ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chế độ trộn tạo hạt gỗ nhựa đến chi phí năng lượng riêng trên thiết bị thông dụng là máy trộn Leistritz. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã xác định các phương trình toán học biểu thị ảnh hưởng của ba thông số công nghệ cơ bản của chế độ trộn là nhiệt độ trộn *T*, thời gian trộn *t*, tốc độ quay trục vít trộn *n* tới chi phí năng lượng riêng A_r. Từ phân tích lý thuyết và tổng hợp kết quả thực nghiệm đã xác lập và đề xuất các thông số chế độ trộn hợp lý tạo hạt gỗ nhựa từ nguyên liệu bột gỗ cao su và hạt nhựa Polypropylen 348 (PP348) trên máy trộn Leistritz: $T = 169,8^0C$; $t = 9,9$ ph; $n = 50,3$ v/ph. Khi đó đảm bảo mục tiêu tối giảm chi phí năng lượng riêng và đáp ứng yêu cầu cao về độ đồng đều của sản phẩm trộn. Kết quả này cũng có thể áp dụng vào thực tế cho các thiết bị trộn có tính năng công nghệ tương đồng với máy trộn Leistritz, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất.

Từ khóa: ***Chế độ trộn, gỗ nhựa, năng lượng riêng, nhiệt độ trộn, thời gian trộn, thực nghiệm.***

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu tạo vật liệu mới từ các loại gỗ rừng trồng mọc nhanh đã và đang rất được quan tâm trên thế giới, đặc biệt đối với Việt Nam nước ta hiện nay là hướng đi phù hợp, là yêu cầu lớn được đặt ra từ thực tế sản xuất, từ mục tiêu chiến lược của sự nghiệp Công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Ở lĩnh vực gỗ nhựa việc nghiên cứu công nghệ, nghiên cứu xác định các đặc tính vật liệu, các thông số chế độ gia công tạo sản phẩm chất lượng cao có vai trò quyết định đến sự phát triển và hoàn thiện các quá trình công nghệ tạo vật liệu gỗ phức hợp; là cơ sở cho định hướng sử dụng hiệu quả cao tài nguyên rừng và từng bước chủ động nguồn nguyên liệu trong nước. Thực tế, hiện nay ở nước ta những nghiên cứu về tối ưu hóa quá trình sản xuất gỗ nhựa còn nhiều hạn chế, các cơ sở sản xuất vận hành thiết bị chủ yếu theo kinh nghiệm, nên sức cạnh tranh của sản phẩm và hiệu quả kinh tế không cao.

Giải quyết vấn đề trên là dung lượng lớn và cần được thực hiện từng nội dung theo qui hoạch động quá trình sản xuất. Nghiên cứu được thực hiện ở điều kiện sản xuất cụ thể *(công nghệ và thiết bị hiện hữu)* với mục tiêu xác định được tương quan định lượng ảnh hưởng của một số thông số công nghệ thuộc chế độ trộn hạt gỗ nhựa đến chi phí năng lượng riêng của máy trộn Leistritz, trên cơ sở đó đề xuất chế độ trộn hợp lý đảm bảo góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế cho sản xuất.

II. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung, đối tượng và nguyên vật liệu nghiên cứu

Để đạt được mục đích đề ra, những nội dung chính được nghiên cứu thực hiên gồm: Tổng hợp cơ sở lý luận về cơ chế trộn vật liệu rời, phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí năng lượng riêng của máy trộn và độ trộn đều của vật liệu; Nghiên cứu thực nghiệm, xác lập mối tương quan giữa các thông số công nghệ (nhiệt độ trộn, thời gian trộn, tốc độ quay trục vít trộn) đến chi phí năng lượng riêng của máy trộn, từ cơ sở đó xác định các thông số công nghệ tối ưu đảm bảo tối giảm chi phí năng

lượng riêng và độ trộn đều cao của vật liệu.

- Nguyên liệu: Bột gỗ từ gỗ cao su có đường kính hạt gỗ nhỏ (d ≤ 0.5mm), độ ẩm 3 – 5%; Hạt nhựa Polypropylen 348 (PP348); Chất trợ tương hợp Polypropylen ghép Anhydrid Maleic (PP-g-AM).

- Thiết bị: Máy trộn hạt gỗ nhựa Leistritz (CHLB Đức), thiết bị này đang được sử dụng nhiều ở trong nước.

- Các thông số điều khiển: Các thông số điều khiển chính là các thông công nghê cơ bản của quá trình trộn gồm nhiệt độ trộn *T*, thời gian trộn *t* và tốc độ quay trục vít trộn *n*.

- Hàm mục tiêu: Chi phí năng lượng riêng A_r - thông số đặc trưng cho chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của quá trình trộn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp kế thừa:* Sử dụng cơ sở lý thuyết của quá trình trộn vật liệu rời, những kết quả nghiên cứu về vật liệu composite gỗ - nhựa trên thế giới và trong nước phục vụ giải quyết nội dung thực nghiệm, nhận xét đánh giá kết quả.

- *Phương pháp thực nghiệm:*

+ Nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố với mục tiêu xác định ảnh hưởng riêng của từng thông số điều khiển đến hàm mục tiêu, qua đó xác định được khoảng biến thiên và khoảng nghiên cứu thích hợp cho mỗi thông số làm cơ sở cho thực nghiệm đa yếu tố.

+ Thực nghiệm đa yếu tố trong nghiên cứu lựa chọn quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp kế hoạch hóa trung tâm hợp thành trực giao với các yếu tố đầy đủ. Xử lý số liệu thí nghiệm xác định các tương quan toán học bằng phần mềm Excel và chương trình xử lý số liệu đa yếu tố trên máy vi tính.

- *Dụng cụ đo:* Đo công suất tiêu thụ điện bằng thiết bị mã hiệu Fluke sản xuất tại Mỹ; Đồng hồ bấm giây; Nhiệt kế hiển thị số; Thiết bị đo tốc độ quay DT-2236 (Lutron) sản xuất tại Đài Loan; Cân trọng lượng sai số ± 0,5g.

- *Xác định chi phí năng lượng riêng:*

Chi phí năng lượng riêng là lượng công suất tiêu thụ trên một đơn vị trọng lượng sản phẩm trộn được trong một khoảng thời gian và được tính theo công thức:

$$A_r = \frac{N.t}{q} \qquad (1)$$

Trong đó, A_r - chi phí năng lượng riêng, (Wh/kg); *N* - công suất trộn, (W); *q* - lượng sản phẩm trộn được, (kg); *t* - thời gian trộn, *phút*.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thực nghiệm đơn yếu tố

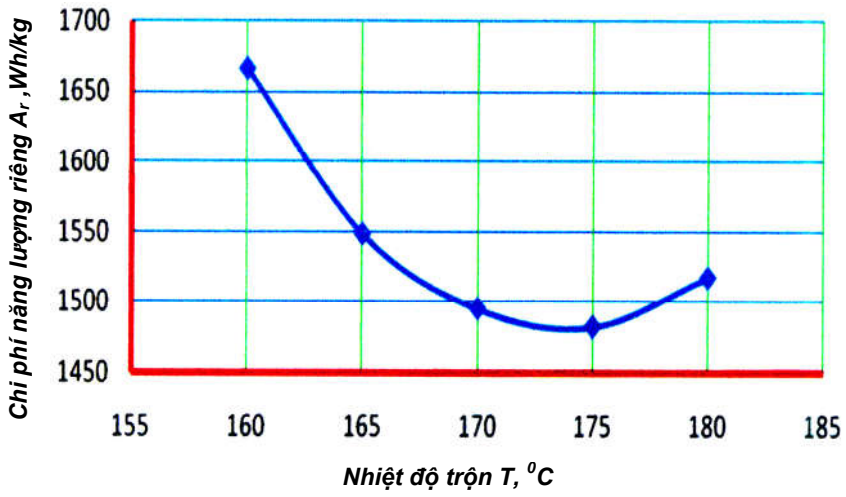
a. Ảnh hưởng của nhiệt độ trộn T đến chí phí năng lượng riêng A_r

Thí nghiệm dược tiến hành với trình tự thay đổi nhiệt độ buồng trộn ở 5 mức: 160, 165, 170, 175, 180 ^{0}C; thời gian trộn *t* = 8 phút; số vòng quay trục vít *n* = 50 v/ph. Từ kết quả thí nghiệm và xử lý số liệu bằng phần mềm ứng dụng nhận được kết quả sau:

- Mô hình hồi qui:

$$A_r = 31371.812 - 334.227T + 0.991T^2 \qquad (2)$$

- Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng và nhiệt độ trộn xây dựng được như trên hình 1.



Hình 1. ***Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng A_r và nhiệt độ trộn T***

Thông qua số liệu kiểm tra, căn cứ vào phương trình tương quan và đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ trộn với chi phí năng lượng riêng (hình 1) cho thấy: Tương quan giữa nhiệt độ trộn với chi phí năng lượng riêng cả máy trộn theo quy luật phi tuyến. Chi phí năng lượng riêng giảm mạnh khi nhiệt trộn T tăng từ 160 – 170 ^{0}C, ở khoảng nhiệt độ từ 170 – 174 ^{0}C chi phí năng lượng riêng giảm chậm và tăng khi nhiệt độ trộn tăng lên quá 175 ^{0}C .

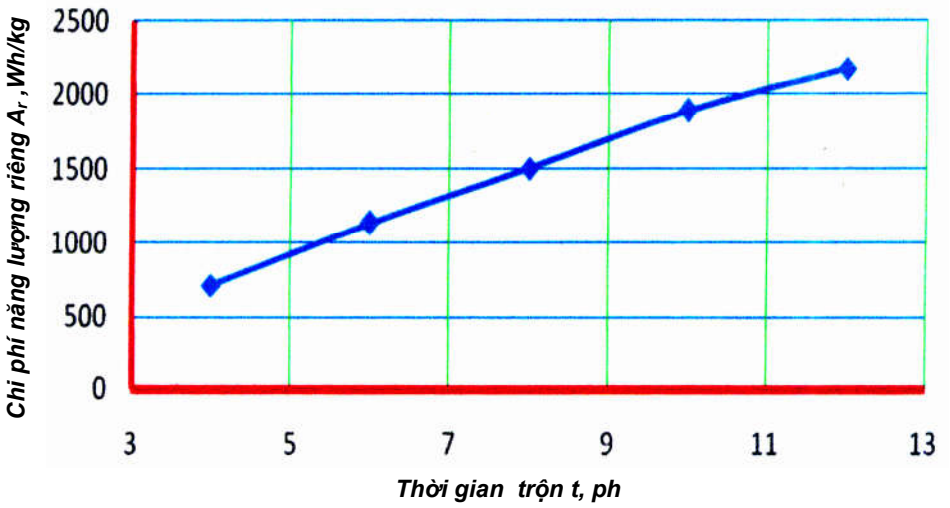
b. Ảnh hưởng của thời gian trộn t đến chí phí năng lượng riêng A_r

Thí nghiệm được tiến hành với trình tự thay đổi nhiệt độ buồng trộn ở 5 mức: 4, 6, 8, 10, 12 ph; nhiệt độ trộn giữ ở 170 ^{0}C; số vòng quay trục vít n = 50 v/ph. Từ kết quả thí nghiệm và xử lý số liệu bằng phần mềm ứng dụng nhận được kết quả sau:

- Mô hình hồi qui:

$$A_r = -232.156 + 253.063t - 4.274t^2 \quad (3)$$

- Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng và thời gian trộn xây dựng được như trên hình 2.



Hình 2. ***Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng A_r và thời gian trộn t***

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy chi phí năng lượng riêng của máy trộn tăng tỷ lệ với thời gian trộn và quy luật tương quan trong khoảng nghiên cứu là phi tuyến.

c. Ảnh hưởng của tốc độ quay trục vít trộn n đến chí phí năng lượng riêng A_r

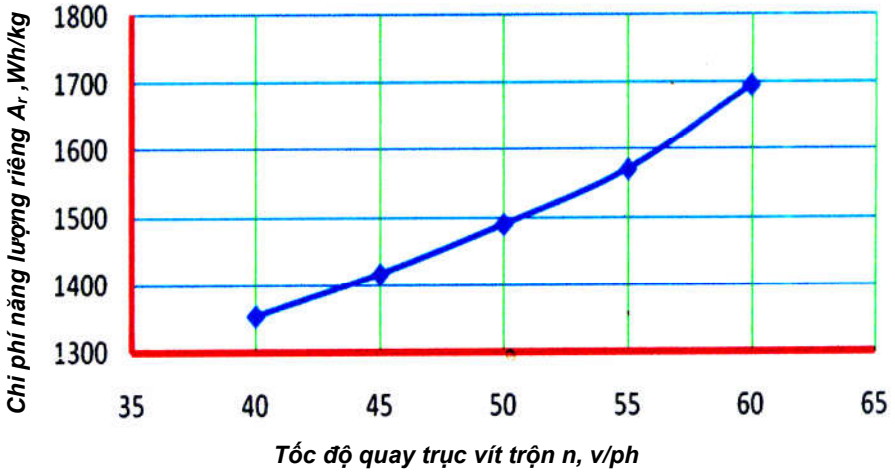
Thí nghiệm dược tiến hành với trình tư thay đổi tốc độ quay trục vít trộn ở 5 mức: 40, 45, 50, 55, 60 v/ph; nhiệt độ trộn giữ ở 170 ^{0}C; thời gian trộn 8 ph. Từ kết quả thí nghiệm và xử lý số liệu bằng phần mềm ứng dụng nhận được kết quả sau:

- Mô hình hồi qui:

$$A_r = 1619.597 - 22.102n + 0.389n^2 \qquad (4)$$

- Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng và tốc độ quay trục vít trộn xây dựng được như trên hình 3.

Thông qua số liệu kiểm tra, căn cứ vào phương trình tương quan và đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ trộn với chi phí năng lượng riêng (hình 3), cho thấy chi phí năng lượng riêng của máy trộn tăng tỷ lệ với tốc độ quay trục vít trộn và quy luật tương quan trong khoảng nghiên cứu là phi tuyến.



Hình 3. ***Đồ thị tương quan giữa chi phí năng lượng riêng A_r và tốc độ quay trục vít trộn n***

Nhận xét chung: Các thông số công nghệ cơ bản của chế độ trộn là nhiệt độ trộn, thời gian trộn và vận tốc quay trục vít trộn có ảnh hưởng lớn tới chi phí năng lượng riêng của máy. Qua các số liệu thực nghiệm và đồ thị trên các hình 1, 2, 3, ta có thể nhận thấy chi phí năng lượng riêng tỷ lệ nghịch với nhiệt độ trộn trong khoảng *T* tăng từ 160 – 174 ^{0}C, khi nhiệt độ trộn tăng quá từ 175 ^{0}C chi phí năng lượng riêng lại tăng tỷ lệ với nhiệt độ trộn. Chi phí năng lượng riêng tăng tỷ lệ thuận với chiều tăng của thời gian trộn và tốc độ quay trục vít trộn, tuy nhiên các quy luật này là phi tuyến. Trong khoảng nghiên cứu của các thông số chế độ trộn, chi phí năng lượng riêng của máy trộn là từ 700 – 2200 *Wh/kg*.

3.2. Kết quả thực nghiệm đa yếu tố

Kết quả thực nghiệm đơn yếu tố cho thấy ảnh hưởng của từng thông số: *T*, *t* và *n* vào hàm mục tiêu A_r là phi tuyến, theo đó chúng tôi không tiến hành quy hoạch thực nghiệm bậc nhất mà thực hiện ngay quy hoạch thực nghiệm bậc hai theo phương án trung tâm hợp thành trực giao. Vùng nghiên cứu, mức thí nghiệm và giá trị mã hoá của thông số đầu vào (thông số điều khiển) được lựa chọn có tính đến yêu cầu về độ đồng đều của sản phẩm trộn như giới thiệu ở bảng 1.

Bảng 1. ***Giá trị mã hóa và thực nghiệm của các thông số đầu vào***

Thông số	Ký hiệu	Đơn vi	Mức			Khoảng biến thiên
			-1	0	+1	
Nhiệt độ trôn	X_1	^{0}C	160	170	180	10
Tốc độ trục vít	X_2	v/phút	40	50	60	10
Thời gian trôn	X_3	phút	4	8	12	4

Thí nghiệm được tiến hành theo ma trận trung tâm hợp thành trực giao 3 thông số. Sử dụng phần mềm qui hoạch thực nghiệm ta tính được các hệ số và phương trình dạng mã của hàm chi phí năng lượng riêng:

$$A_r = 112112.071 - 1275.347X_1 + 3.804X_1^2 + 591.501X_2 + 0.681X_1X_2 - 32.712X_2^2 -$$

$$-243.404X_3 - 0.374X_3X_1 + 0.113X_3X_2 + 3.135X_3^2 \qquad (5)$$

Sau khi thực hiện các phép kiểm tra tính đồng nhất của phương sai, kiểm tra mức ý nghĩa của các hệ số mô hình toán, kiểm tra tính tương thích của mô hình, kiểm tra khả năng làm việc của mô hình cho thấy: phương sai của thí nghiệm là đồng nhất, mô hình (4) là tương thích và là hữu ích trong sử dụng.

Chuyển phương trình hồi qui về dạng thực. Để chuyển phương trình (4) về dạng thực ta thay các giá trị X_1; X_2; X_3 bằng các biến *T*; *n*; *t*, theo công thức sau:

$$X_i = \frac{x_i - x_{io}}{\Delta x_i} \qquad (6)$$

Ở đây: x_i - giá trị thực của biến X_i; x_{io} - giá trị thực của biến X_i ở mức " 0 "; Δ_{xi} - số gia (khoảng biến thiên) của biến X_i. Sau khi tính toán nhận được phương hồi qui dạng thực của hàm chi phí năng lượng riêng:

$$A_r = 1229.830 - 92.131T + 0.038T^2 + 90.727n + 0.007nT - 0.372n^2 +$$

$$+57.575t - 5.085tT + 0.03tn + 196t^2 \qquad (7)$$

3.3. Đề xuất các thông số công nghệ chế độ trộn hợp lý

Chế độ trộn hợp lý là chế độ với các thông số *T*, *n* và *t* được xác định tương ứng để hàm mục tiêu (7) đạt cực tiểu trong các điều kiện:

- Độ trộn đều của sản phẩm đáp ứng yêu cầu sản xuất H = $f(T,n,t) \geq 90$ %;

- Các điều kiện biên: $160\ ^0C \leq T \leq 180\ ^0C$; $40\ v/ph \leq n \leq 60\ v/ph$; $4\ ph \leq t \leq 12\ ph$;

- Khối lượng thể tích sản phẩm đáp ứng:

$\gamma = 0,86 - 0,98$ g/cm^3.

Bài toán được giải theo phương pháp khảo sát cực trị của hàm nhiều biến. Kết quả nhận được chi phí năng lượng riêng nhỏ nhất A_r = 1610,4 (Wh/kg) khi nhiệt độ trộn *T* = 169,8 (^{0}C), thời gian trộn *t* = 9,9 (phút) và tốc độ trục vít *n* = 50,3(v/ph).

Kết quả khảo nghiệm máy theo các thông số công nghệ chế độ trộn tìm được cho thấy sai số về chi phí năng lượng riêng so với bài toán tìm cực trị không quá 5%. Như vậy, bộ thông số công nghệ chế độ trộn hạt gỗ nhựa trên máy Leistritz như đã nêu trên là hợp lý.

IV. KẾT LUẬN

- Từ nghiên cứu cơ sở khoa học về công nghệ tạo gỗ nhựa, về cơ chế trộn vật liệu rời đã phân tích và tổng hợp được các thông số công

nghệ cơ bản của chế độ trộn và sự tác động tương hỗ giữa chúng trong quá trình trộn tạo hạt gỗ nhựa là nhiệt độ trộn *T*, thời gian trộn *t* và tốc độ quay trục vít máy trộn *n*.

- Bằng nghiên cứu thực nghiệm đã xây dựng được các công thức thực nghiệm xác định ảnh hưởng của các thông số chế trộn lựa chọn nghiên cứu đến chỉ tiêu đặc trưng quan trọng về kinh tế - kỹ thuật là chi phí năng lượng riêng cho thiết bị trộn – các công thức (2), (3) và (4). Những kết quả này là cơ sở quan trọng phục vụ giải bài toán tối ưu hoá xác định các thông số tối ưu cho quá trình trộn đảm bảo nâng cao hiệu quả sản xuất.

- Đã xác lập và đề xuất được bộ các thông số công nghệ chế độ trộn hợp lý tạo hạt gỗ nhựa từ nguyên liệu bột gỗ cao su và hạt nhựa Polypropylen 348 (PP348) trên máy trộn Leistritz, khi đó đảm bảo mục tiêu tối giảm chi phí năng lượng riêng và đáp ứng yêu cầu cao về độ đồng đều của sản phẩm trộn. Kết quả này cũng có thể áp dụng vào thực tế cho các thiết bị trộn có tính năng công nghệ tương đồng với máy trộn Leistritz.

V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang (1998), *Cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng trong kỹ thuật nông nghiệp*, Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.

2. Phạm Ngọc Lân (2006), Vật liệu Polymer phân hủy sinh học, Nxb. Bách Khoa, Hà Nội.

3. Hoàng Việt (2012), *Nghiên cứu tối ưu hóa quá trình phay bào gỗ*, Báo cáo kết quả đề tài khoa học, Trường đại học Lâm nghiệp, HN.

4. Anatole Klyosov (2005), *Wood plastic composites*, Wiley – interscience, A John Wiley & Sons, INC, Publication.

5. Gi Young Jeong (2005), *Fracture Behavior of Wood Plastic Composite (WPC),* Chonnam National University, August.

THE INFLUENCE OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO SPECIFIC ENERGY COST OF WOOD PLASTIC COMPOSITE MIXER LEISTRITZ

Hoang Viet

SUMMARY

Technology research, engineering manufacturing wood plastic composite (WPC) materials in our country is very interesting. This article introduces the research results of a study to determine the influence of some technological parameters of mixing regime make WPC to specific energy cost on the common equipment are mixer Leistritz. Empirical research results have identified the mathematical equations indicate the influence of three basic technological parameters of mixing regime are mixing temperature *T*, mixing time *t*, speed rotary mixing screw *n* to specific energy cost A_r. From theoretical analysis and synthesis experimental results has established and recommendations a set of parameters reasonable mixing regime make WPC from raw materials rubber wood pulp and Polypropylen 348 (PP348) on mixer Leistritz: $T = 169{,}8^0$C; $t = 9.9$ Min; $n = 50.3$ RPM. While ensuring minimum target specific energy costs and meet the high demands on the homogeneity of the product. This result may also be applied in reality for equipment, these're have technology features homologous to mixer Leistritz, contribute to improving the production efficiency.

Keywords: ***Experimentanlize, mixing regime, mixing temperature, mixing time, specific energy, WPC.***

Người phản biện : PGS.TS. Vũ Huy Đại
Ngày nhận bài : 19/5/2015
Ngày phản biện : 10/6/2015
Ngày quyết định đăng : 15/9/2015