

Nghiên cứu thông số công nghệ tạo màng cellulose sinh học từ nước quả dừa khô

Hoàng Xuân Niên

Trường Đại học Thủ Dầu Một

Research of technology parameters for creation of biocellulose membranes from dried coconut juice

Hoang Xuan Nien

Thu Dau Mot University

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.3.2024.135-143>

TÓM TẮT

Màng cellulose sinh học làm từ nước quả dừa khô là một trong những vật liệu thân thiện với môi trường và có nhiều triển vọng thay thế nguyên liệu màng polyme có nguồn gốc từ dầu mỏ sản xuất túi nhựa đựng thực phẩm – loại vật liệu sau khi sử dụng hiện đang trở thành gánh nặng đối với công tác xử lý rác thải. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự tương quan của nồng độ tạo màng, lực ép và nhiệt độ sấy đến chất lượng màng cellulose sinh học được đại diện bởi 3 chỉ tiêu chất lượng là độ bền xé, chiều dài đứt và độ hút nước trong công nghệ chế tạo màng cellulose sinh học lên men từ nước quả dừa khô. Bằng phương pháp thực nghiệm đa yếu tố và tối ưu hóa các hàm mục tiêu, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: Để màng cellulose sinh học lên men từ nước quả dừa khô đạt được giá trị tối ưu về chỉ tiêu chất lượng độ bền xé (8,20 mN.m²/g), chiều dài đứt (4104,25 m) và độ hút nước (17,93 g/m²) thì các thông số công nghệ sản xuất cần đảm bảo các giá trị là: Nồng độ của dung dịch tạo màng 4,567%; lực ép 295,61 N; nhiệt độ sấy 90°C.

ABSTRACT

Biocellulose membrane made from dried coconut juice is one of the environmentally friendly materials and has many potentials to replace polymer membrane materials derived from petroleum to produce plastic food packages - which is now becoming a burden for waste treatment. The article presents the results of research on the correlation of membrane forming concentration, pressing force and drying temperature to the quality of fermented biocellulose membranes from dried coconut juice represented by 3 quality indicators: tear strength, breaking length and water absorption in biocellulose membrane manufacturing technology. Using multi-factor experimental methods and optimization of objective functions, research results show that: In order for the biocellulose membrane fermented from dried coconut juice to achieve optimal values in terms of quality criteria: tear strength (8.20 mN.m²/g), breaking length (4104.25 m) and water absorption (17.93 g/m²); the production technology parameters that need to ensure the following values are: Concentration of membrane forming solution 4.567%; pressure 295.61 N and drying temperature 90°C.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/04/2024

Ngày phản biện: 16/05/2024

Ngày quyết định đăng: 10/06/2024

Từ khóa:

Màng cellulose sinh học, nồng độ, tạo màng.

Keywords:

Biocellulose membrane, concentration, membrane formation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ.

Túi nhựa dùng một lần hiện đã trở thành gánh nặng đối với công tác xử lý rác thải và chúng đang góp phần làm tình hình ô nhiễm

trắng ngày càng trầm trọng. Vấn đề tìm kiếm vật liệu thân thiện với môi trường thay thế nguyên liệu màng polyme có nguồn gốc từ dầu mỏ (như polyetylen) sản xuất túi nhựa đựng

thực phẩm đã được nhiều quốc gia, tổ chức phi chính phủ hỗ trợ nghiên cứu [1].

Ở Việt Nam, đã có một số công trình nghiên cứu, tìm kiếm các loại vật liệu có nguồn gốc sinh học thay thế các polyme dầu mỏ để tạo vật liệu có khả năng phân hủy cao nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Trong đó có một số nghiên cứu điển hình như: Nguyễn Xuân Thành (2019) nghiên cứu tạo màng 3D-nano-cellulose một polyme sinh học được tạo ra bởi vi khuẩn *Acetobacter xylinum* trong 3 loại môi trường: môi trường chuẩn, nước dừa và nước vo gạo. Sau xử lý làm sạch màng 3D-nano-cellulose được hấp phụ Berberin - chất diệt khuẩn nguồn gốc sinh học - để tạo vật liệu có các đặc tính phù hợp cho việc bọc và bảo quản thực phẩm [2]; Nguyễn Thị Huỳnh Như và cộng sự (2019) nghiên cứu thử nghiệm sử dụng màng bacterial cellulose được thu nhận từ quá trình lên men bề mặt của *Acetobacter xylinum* nuôi trong môi trường chứa 50% nước dừa và 15% sucrose hấp phụ với Bacteriocin - một chất kháng khuẩn tự nhiên - để tạo màng bọc thực phẩm có khả năng phân hủy sinh học và hạn chế nhiễm khuẩn thực phẩm [3]; Huỳnh Đại Phú và cộng sự (2017) đã nghiên cứu quy trình chế tạo vi sợi cellulose (MBC) từ vi khuẩn *Acetobacter xylinum* và đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng vi sợi đến cơ tính vật liệu composite [4]. Đinh Thị Kim Nhung và cộng sự (2012) trong nghiên cứu 14 mẫu nguyên liệu phân lập được 65 chủng vi khuẩn cho rằng chủng *Acetobacter xylinum* có khả năng tạo màng BC tốt nhất

trong môi trường lên men cellulose từ nước dừa [5].

Trong bài viết này, tác giả công bố kết quả nghiên cứu xác định thông số công nghệ phù hợp để chế tạo màng cellulose sinh học có chỉ tiêu chất lượng cao, đáp ứng yêu cầu của nguyên liệu sử dụng cho sản xuất bao gói thực phẩm. Màng cellulose sinh học trong nghiên cứu là sản phẩm được tạo ra từ quá trình chế biến khối cellulose lên men nước quả dừa khô bằng vi khuẩn *Acetobacter xylinum* có hàm lượng chất rắn khoảng 1 – 5% (tùy theo quy trình công nghệ). Kết quả nghiên cứu thông số công nghệ chế tạo màng cellulose sinh học từ nước quả dừa khô có thể sẽ là ứng dụng hữu ích cho việc tạo ra nguyên liệu “xanh” trong công nghiệp sản xuất bao gói thực phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và dụng cụ thí nghiệm

- Vật liệu: Bột dạng huyền phù nghiền từ tằm/khối cellulose sinh học nuôi cấy trong môi trường nước quả dừa khô (Hình 1) được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Vật liệu mới - Trường Đại học Thủ Dầu Một theo quy trình sản xuất thạch dừa [6]. Một số thông số kỹ thuật chính của khối cellulose sinh học từ nước dừa là: Nồng độ hỗn hợp $4 \pm 0,5 \%$; pH 6 – 7; nhiệt độ môi trường gây tạo $30 \pm 1^\circ\text{C}$.

- Dụng cụ xeo giấy thủ công handsheet tuân theo phương pháp Rapid – Kothen [7]:

+ Diện tích mặt xeo hình tròn, đường kính xeo D: 16 cm;

+ Số mesh lưới: 81, lưới đan đơn, mịn.



Hình 1. Khối cellulose sinh học và huyền phù sau nghiền

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thực nghiệm đa yếu tố.

Sử dụng lý thuyết quy hoạch thực nghiệm để lập kế hoạch nghiên cứu các các yếu tố công nghệ tạo màng cellulose sinh học từ nước quả dứa khô. Phương pháp này dựa trên cơ sở lựa chọn một mô hình toán học có nhiều yếu tố biến đổi đồng thời. Các yếu tố biến đổi chọn để nghiên cứu phải là những yếu tố điều khiển được. Căn cứ vào các mức biến đổi để lập kế hoạch thí nghiệm của các yếu tố. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần, kết quả kiểm tra là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại các thí nghiệm.

Nghiên cứu sử dụng kế hoạch thực nghiệm trung tâm hợp thành trực giao. Mô hình toán học quá trình nghiên cứu như sau:

$$Y = b_0 + \sum_i^N b_i x_i + \sum_{i \neq j=1}^N b_{ij} x_i x_j + \sum_i^N b_{ii} x_i^2$$

Các yếu tố công nghệ đầu vào để nghiên cứu là những yếu tố điều khiển được như:

Nồng độ xeo ($X_1 - \%$); Lực ép ($X_2 - N$); Nhiệt độ sấy ($X_3 - ^\circ C$).

Các yếu tố thí nghiệm đầu ra là các chỉ tiêu chất lượng của màng Cellulose sinh học: Độ bền xé ($mN.m^2/g$); Chiều dài đứt (m); Độ hút nước (g/m^2).

Tính toán số thí nghiệm:

Mỗi thông số có 3 mức biến thiên và 2 mức bổ sung ($+\alpha$; $-\alpha$)

Số thí nghiệm được tính như sau :

$$N = N_0 + N_1 + N\alpha = 1 + 2^n + 2.n$$

Trong đó:

$n = 3$: số biến số thí nghiệm;

$N_0 = 1$: Số thí nghiệm tại trung tâm;

$N_1 = 2^n = 2^3 = 8$: Số thí nghiệm tương ứng với quy hoạch bậc 1 (nhân thí nghiệm);

$N\alpha = 2.n = 2.3 = 6$: Số thí nghiệm bổ sung tại các điểm "sao" (thí nghiệm mở rộng).

Khi đó, tính được $N = 15$ (thí nghiệm).

α : vị trí của các điểm "sao" được tính theo công thức:

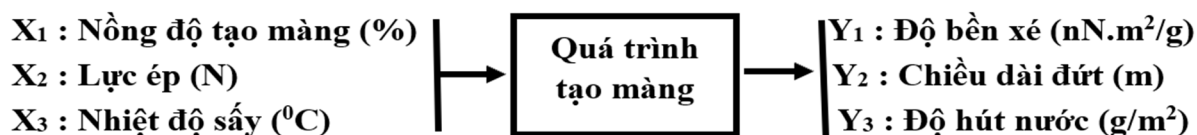
$$\alpha = \sqrt{\sqrt{2^{n-2}(2^n + 2n + 1)}} \quad 2^{n-1}$$

Thay $n = 3$ vào công thức, $\alpha = 1,215$, dựa vào trị số của α , tính được các giá trị của các biến số ở điểm "sao" trong các thí nghiệm.

Thực nghiệm đa yếu tố được thiết kế theo sơ đồ Hình 2.

- Yếu tố đầu vào cố định: Chế độ thoát nước cưỡng bức, áp suất hút chân không $1,5 \text{ kg/cm}^2$

- Yếu tố đầu vào thay đổi và miền biến thiên của chúng được bố trí ghi tại Bảng 1.



Hình 2. Sơ đồ thực nghiệm đa yếu tố

+ X_1 là Nồng độ tạo màng (trong sản xuất giấy là nồng độ xeo), X_1 là một thông số quan trọng đối với sự hình thành và độ đồng đều của màng. Kết quả nghiên cứu ban đầu (bước thăm dò) xác định được nồng độ tạo màng (xeo) trong khoảng 2 - 5%.

+ X_2 là Lực ép quyết định đến sự thoát nước và độ đồng đều của giấy. Theo kết quả của bước nghiên cứu thăm dò cho thấy: Nếu lực ép lớn hơn 330 N thì màng cellulose bị rách và nhỏ hơn 150 N thì màng khó hình thành. Do vậy, chọn

khoảng lực ép để nghiên cứu là: 200 – 300 N.

+ X_3 là Nhiệt độ sấy ảnh hưởng nhiều đến tính tạo hình của màng cellulose sinh học từ nước quả dứa khô. Nhiệt độ sấy quá cao sẽ làm màng có hiện tượng chai cháy, biến dạng và biến màu. Nhiệt độ sấy màng cellulose sinh học khoảng $100 \pm 10^\circ C$ dưới khoảng nhiệt độ này thời gian làm khô màng kéo dài, trên khoảng nhiệt độ này màng cellulose biến dạng không nhẵn phẳng

(không hình thành được màng)

- Yếu tố đầu ra: Các chỉ tiêu chất lượng là kết quả thí nghiệm sau khi tổng hợp được ghi chi tiết tại Bảng 2.

2.2.2. Phân tích và xử lý số liệu

Tính chất của màng cellulose sinh học tạo hình theo phương pháp sản xuất giấy được kiểm tra theo Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam về giấy viết: TCVN 3229:2015 về độ bền xé [8]; TCVN1862:2000 về chiều dài kéo đứt [9]; TCVN 6726:2000 về độ hút nước [10].

Các phép thử để kiểm tra chỉ tiêu chất lượng của màng cellulose sinh học được thực hiện tại Trung tâm Giấy và Bột giấy - Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.

Sử dụng phần mềm STAGRAPHS để xử lý số liệu, tìm phương trình tương quan và xác định giá trị tối ưu của các thông số và hàm mục tiêu $Y_1 \rightarrow \text{Max}$; $Y_2 \rightarrow \text{Max}$; $Y_3 \rightarrow \text{Min}$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực nghiệm

Các bước thí nghiệm tạo màng cellulose sinh học từ nước quả dứa khô được thiết kế dựa trên quy trình xeo handsheet theo TCVN 8845 – 2 : 2011 gồm: Pha bột cellulose sinh học từ nước quả dứa khô đã nghiền đạt độ mịn tạo màng thành huyền phù có nồng độ đã thiết kế cho các thí nghiệm; Đưa huyền phù có nồng độ theo yêu cầu thí nghiệm vào thiết bị tạo màng handsheet; Ép tạo màng theo trị số áp lực đã thiết kế thí nghiệm để tạo hình; Sấy khô tấm cellulose được tạo hình; Kiểm tra tính chất của tấm cellulose sau sấy khô [11].

Nghiên cứu được tiến hành theo kế hoạch thực nghiệm đa yếu tố. Các yếu tố thí nghiệm là Nồng độ xeo (X_1 - %); Lực ép (X_2 - N); Nhiệt độ sấy (X_3 - °C). Miền biến thiên, khoảng biến thiên của các yếu tố trong ghi trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng biến thiên các yếu tố nghiên cứu

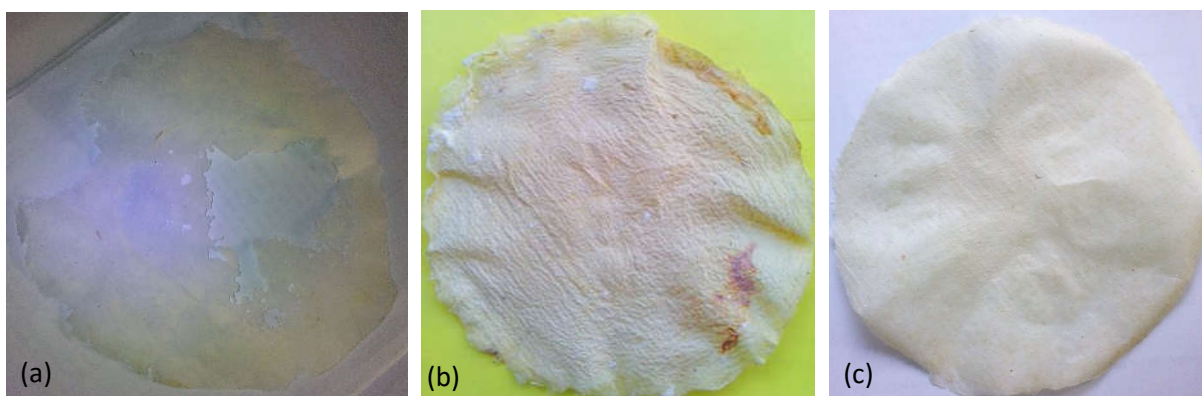
Các yếu tố	Ký hiệu	Đơn vị đo	Khoảng biến thiên	Miền biến thiên				
				- α	-1	0	+1	+ α
Nồng độ xeo	X1	%	1	1,32	2	3	4	4,68
Lực ép	X2	N	50	166	200	250	300	334
Nhiệt độ sấy	X3	°C	10	83,2	90	100	110	116,8

3.2. Kết quả nghiên cứu

Các thông số nghiên cứu chỉ tiêu chất lượng của màng cellulose sinh học thu được từ ma trận thực nghiệm theo miền biến thiên của các yếu tố đầu vào (trong Bảng 1). Kết quả các thí

nghiệm dưới dạng mã hóa được chuyển thành dạng thực ghi tại Bảng 2.

Đại diện của mẫu vật - màng cellulose sinh học - trong các thí nghiệm được mô tả trong Hình 3.



Hình 3. Màng cellulose sinh học từ nước quả dứa khô
a) Màng chịu lực ép quá cao; b) Màng bị sấy quá nhiệt; c) Màng đạt yêu cầu chất lượng.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm

Số TN	Yếu tố thí nghiệm đầu vào						Yếu tố kiểm tra		
	Thông số công nghệ dạng mã hóa			Thông số công nghệ dạng thực			Độ bền xé (mN.m ² /g)	Chiều dài đứt (m)	Độ hút nước (g/m ²)
				Nồng độ xeo (%)	Lực ép (N)	Nhiệt độ sấy (°C)			
X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	
1	-1	-1	-1	2	200	90	4,502	3206	22,628
2	1	-1	-1	4	200	90	5,475	3466	25,116
3	-1	1	-1	2	300	90	5,985	3468	24,361
4	-1	-1	1	2	200	110	5,205	3579	21,023
5	1	1	-1	4	300	90	8,598	3980	19,313
6	1	-1	1	4	200	110	4,838	3366	25,656
7	-1	1	1	2	300	110	4,876	3368	21,352
8	1	1	1	4	300	110	4,868	3370	19,732
9	-α	0	0	1,32	250	100	5,683	3586	18,366
10	+α	0	0	4,68	250	100	6,966	3685	20,055
11	0	-α	0	3	166	100	4,889	3218	23,625
12	0	+α	0	3	334	100	5,463	3509	18,805
13	0	0	-α	3	250	83,2	6,239	3673	26,306
14	0	0	+α	3	250	116,8	5,036	3478	25,035
15	0	0	0	3	250	100	7,579	3609	20,469

3.2. Xử lý số liệu

Xử lý số liệu bằng phần mềm Statgraphics, kết quả như sau:

3.2.1. Độ bền xé (Y₁)

- Phân tích phương sai cho Y₁ (Độ bền xé) ta có:

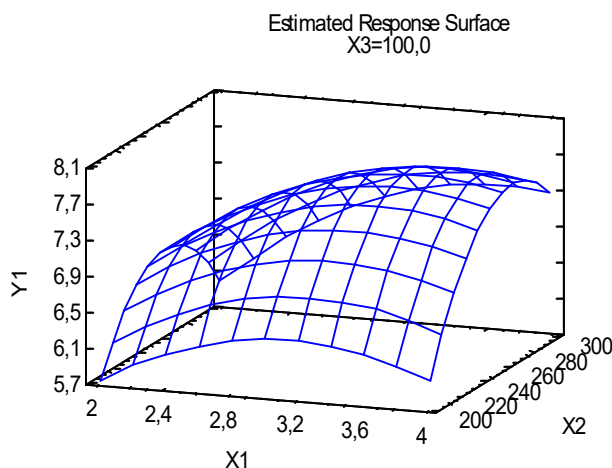
- + R-squared = 95,4939 percent
- + R-squared (adjusted for d.f.) = 87,383 percent

- + Standard Error of Est. = 0,412391
- + Mean absolute error = 0,191564
- + Durbin-Watson statistic = 3,01909 (P=0,9747)
- + Lag 1 residual autocorrelation = -0,513211

Khi đó, phương trình tương quan dạng thực của mô hình có dạng:

$$Y_1 = -128,242 + 6,84546 * X_1 + 0,28842 * X_2 + 1,80889 * X_3 - 0,458382 * X_1^2 + 0,0049975 * X_1 * X_2 - 0,0495125 * X_1 * X_3 - 0,000346122 * X_2^2 - 0,00122625 * X_2 * X_3 - 0,00701792 * X_3^2 \quad (1)$$

- Đồ thị biểu thị tương quan giữa Y₁ và các biến số được biểu thị ở Hình 3:



Hình 3. Đồ thị tương quan giữa độ bền xé với nồng độ keo, áp lực ép và nhiệt độ sấy

- Phân tích phương sai của Y_1 - phương trình (1) cho thấy không có bất thường nào trong các tham số qua giá trị chỉ số thống kê R-Squared là 95,4939%. Hệ số thống kê $R^2 = 87,383\%$ biểu thị sự phù hợp để so sánh các mô hình với số lượng biến độc lập khác nhau.

Khi chọn $[P] = 0,05$, có 8 giá trị của F -ratio lớn hơn $[F]$ tra bảng [6.61]. Tương ứng với 8 giá

$$Y_1 = 6,84546 * X_1 - 0,458382 * X_1^2 + 0,28842 * X_2 - 0,000346122 * X_2^2 + 1,80889 * X_3 - 0,00701792 * X_3^2 - 0,0495125 * X_1 * X_3 - 0,00122625 * X_2 * X_3 - 128,242 \quad (2)$$

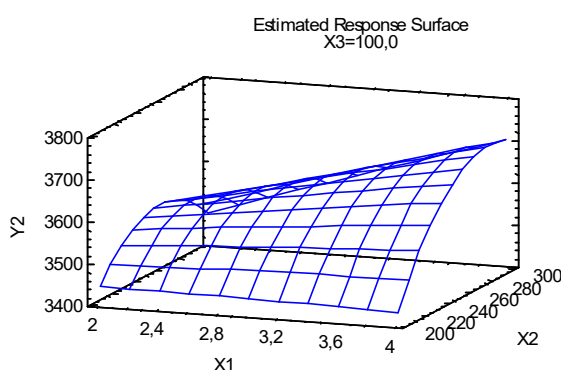
Phân tích sự ảnh hưởng của các biến số X_1 ; X_2 ; X_3 đến Y_1 qua hàm tương quan (2) ta có thể nhận thấy: Tác động của nồng độ, lực ép, nhiệt độ X_1 ; X_2 ; X_3 trong quá trình tạo màng đến độ bền xé theo quy luật phi tuyến bậc 2, đồng biến từ $(-\infty)$ đến điểm cực trị. Nghĩa là các yếu tố X_1 ; X_2 ; X_3 tăng dẫn đến Y_1 tăng, nhưng chỉ tăng đến điểm cực trị, khi vượt qua điểm cực trị, nếu các yếu tố trên tiếp tục tăng Y_1 sẽ giảm. Các tương tác hỗn hợp $X_2 * X_3$; $X_1 * X_3$ làm giảm độ bền xé.

3.2.2. Chiều dài đứt (Y_2)

- Phân tích phương sai cho Y_2 (Chiều dài

$$Y_2 = -10187,4 + 1004,89 * X_1 + 42,3877 * X_2 + 140,116 * X_3 - 2,45131 * X_1^2 + 1,1675 * X_1 * X_2 - 12,2875 * X_1 * X_3 - 0,0395293 * X_2^2 - 0,24575 * X_2 * X_3 - 0,237098 * X_3^2 \quad (3)$$

- Đồ thị biểu diễn sự tương quan giữa Y_2 và các biến số như Hình 4.



Hình 4. Đồ thị tương quan giữa chiều dài đứt với nồng độ xeo, áp lực ép và nhiệt độ sấy

- Phân tích phương sai của Y_2 - phương trình (3) cho thấy không có bất thường nào trong các tham số qua giá trị chỉ số thống kê R-Squared = 97,6661%. Hệ số thống kê $R^2 = 93,4651\%$ biểu thị sự phù hợp để so sánh các mô hình với số

lượng biến độc lập khác nhau. Khi chọn $[P] = 0,05$, có 7 giá trị của F -ratio lớn hơn $[F]$ tra bảng (6.61). Tương ứng với 7 giá trị của P -Value (0,0112; 0,0023; 0,0092; 0,0218; 0,001; 0,0047; 0,001) có ý nghĩa thống kê cao.

đứt) ta có các hệ số sau:

- + R-squared = 97,6661 percent
- + R-squared (adjusted for d.f.) = 93,4651 percent
- + Standard Error of Est. = 50,2432
- + Mean absolute error = 23,3614
- + Durbin-Watson statistic = 1,69547 (P=0,2977)
- + Lag 1 residual autocorrelation = 0,125248

Khi đó, phương trình tương quan dạng thực của mô hình Y_2 có dạng:

Nghĩa là những số hạng chứa X_1 ; X_2 ; X_3 ; $(X_2)^2$; X_1X_2 ; X_1X_3 ; X_2X_3 trong phương trình tương quan có ý nghĩa. Số hạng chứa $(X_3)^2$; $(X_1)^2$ có mức độ

tin cậy thấp. Vì vậy phương trình Y_2 (3) có thể viết lại như phương trình:

$$Y_2 = 1004,89 \cdot X_1 + 140,116 \cdot X_3 + 42,3877 \cdot X_2 - 0,0395293 \cdot X_2^2 + 1,1675 \cdot X_1 \cdot X_2 - 12,2875 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,24575 \cdot X_2 \cdot X_3 - 10187,4 \quad (4)$$

- Phân tích sự ảnh hưởng của các biến số X_1 ; X_2 ; X_3 đến Y_2 qua hàm tương quan như sau:

Tác động của nồng độ, và nhiệt độ tạo màng X_1 ; X_3 đến chiều dài đứt Y_2 theo quy luật tuyến tính. Nghĩa là X_1 ; X_3 tăng chiều dài đứt tăng. Tác động của yếu tố lực ép X_2 đến độ bền kéo theo quy luật phi tuyến bậc 2, đồng biến từ $(-\infty)$ đến điểm cực trị. Nghĩa là khi X_2 tăng dẫn đến Y_2 tăng, nhưng chỉ tăng đến điểm cực trị, khi vượt qua điểm cực trị, yếu tố X_2 tiếp tục tăng Y_2 sẽ giảm. Các tương tác hỗn hợp $X_2 \cdot X_3$; $X_1 \cdot X_3$ làm giảm chiều dài đứt, $X_1 \cdot X_2$ làm tăng trị số chiều dài đứt.

3.2.3. Độ hút nước (Y_3).

Đồ thị, phương trình dạng thực quan hệ giữa

các biến số và giá trị Y_3

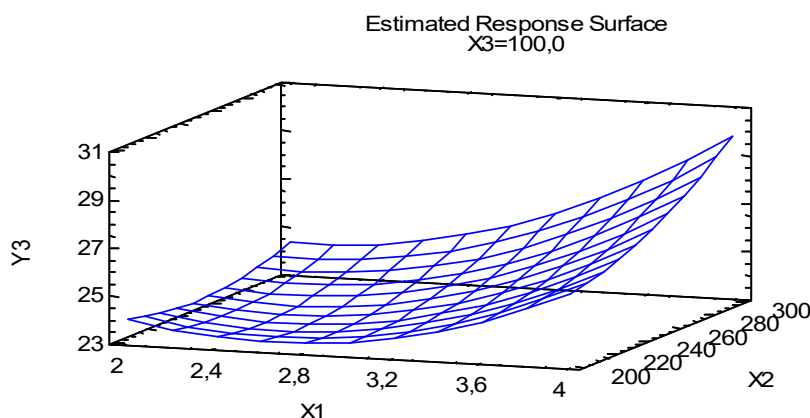
- Phân tích phương sai (Độ hút nước) cho Y_3 ta có:

- + R-squared = 98,7516 percent
- + R-squared (adjusted for d.f.) = 96,5045 percent
- + Standard Error of Est. = 0,505864
- + Mean absolute error = 0,231804
- + Durbin-Watson statistic = 1,99716 (P=0,5026)
- + Lag 1 residual autocorrelation = - 0,001504

Khi đó, phương trình dạng thực quan hệ giữa các biến số và giá trị Y_3 là:

$$Y_3 = 212,449 + 4,13846 \cdot X_1 + 0,0483121 \cdot X_2 - 3,9853 \cdot X_3 - 0,374238 \cdot X_1^2 - 0,0344725 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,0696625 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,000134389 \cdot X_2^2 - 0,00038125 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,0191459 \cdot X_3^2 \quad (5)$$

- Đồ thị biểu diễn sự tương quan giữa Y_3 (5) và các biến số thể hiện tại Hình 5.



Hình 5. Đồ thị mối tương quan giữa biến hút nước với nồng độ xeo, áp lực ép và nhiệt độ sấy

- Phân tích phương sai của Y_3 (5) cho thấy không có bất thường nào thường nào trong các tham số qua giá trị chỉ số thống kê R-Squared = 98,7516 %. Hệ số thống kê $R^2 = 96,5045$ % biểu

thị sự phù hợp để so sánh các mô hình với số lượng biến độc lập khác nhau.

Khi chọn $[P] = 0.05$, có 5 giá trị của *F-ratio* lớn hơn $[F]$ tra bảng [6.61]. Tương ứng với 5 giá

trị của *P-Value* (0,0002 ; 0,0269 ; 0,0002 ; 0,0115 ; 0,0002) có ý nghĩa thống kê cao. Nghĩa là những số hạng chứa X_1 ; X_2 ; $(X_1)^2$; $(X_3)^2$; X_1X_2 ; X_2X_3 trong phương trình tương quan có ý nghĩa.

Số hạng chứa X_1X_3 ; X_3 ; $(X_2)^2$ có mức độ tin cậy thấp. Vì vậy phương trình Y_3 (5) có thể viết như sau:

$$Y_3 = 1,51286 * X_1^2 - 6,69673 * X_1 + 0,056761 * X_2 + 0,0114438 * X_3^2 + 0,01682 * X_1 * X_2 - 0,0021165 * X_2 * X_3 + 103,138 \quad (6)$$

- Phân tích sự ảnh hưởng của các biến số X_1 ; X_2 ; X_3 đến Y_3 qua hàm tương quan như sau:

Tác động của nồng độ, và nhiệt độ trong quá trình tạo màng X_1 ; X_3 đến độ hút nước Y_3 theo quy luật phi tuyến bậc 2, có hệ số $a > 0$, nghịch biến từ $(-\infty)$ đến điểm cực trị. Nghĩa là khi nồng độ X_1 và thời gian tác động của nhiệt độ X_3 tăng dẫn đến độ hút nước Y_3 giảm. Nhưng chỉ đến điểm cực trị. Khi vượt qua điểm cực trị, yếu tố X_1 và X_3 tiếp tục tăng Y_3 sẽ tăng. Tác động của yếu tố nhiệt độ X_2 đến độ hút nước theo quy luật tuyến tính. Các tương tác hỗn hợp $X_2 * X_3$ làm giảm độ hút nước, $X_1 * X_2$ làm tăng độ hút nước. Nghĩa là X_1 ; X_3 tăng độ bền xé tăng.

3.2.4. Tối ưu hóa hàm mục tiêu chung

Mục tiêu cho mỗi tương quan là: tối đa hóa độ bền xé Y_1 ($Y_1 \rightarrow maximize$), tối đa hóa chiều dài đứt Y_2 ($Y_2 \rightarrow maximize$) và tối thiểu hóa Y_3 ($Y_3 \rightarrow minimize$)

Kết hợp các kết quả nghiên cứu về giá trị của các chỉ tiêu chất lượng của màng cellulose sinh học ghi tại Bảng 2; sử dụng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics ta có được giá trị tối ưu của các hàm đơn lẻ tương ứng với các giá trị mức thấp, cao, tối ưu của thông số đầu vào (biến số điều khiển được). Chi tiết giá trị tối ưu của các hàm đơn lẻ ghi tại Bảng 3.

Bảng 3. Xác định giá trị tối ưu của các hàm mục tiêu

Kí hiệu	Yếu tố nghiên cứu đầu vào					Giá trị tối ưu của hàm mục tiêu		
	Mức thấp	Mức cao	Mức tối ưu với Y_1	Mức tối ưu với Y_2	Mức tối ưu với Y_3	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	1,32	4,68	4,28	4,68	1,32			
X_2	166,0	334,0	291,1	312,6	166,0	8,29	4397,78	17,01
X_3	83,2	116,8	88,3	83,2	103,3			

Từ các thông số ghi trong các bảng 2 và 3, so sánh với các dữ liệu tính toán của TCVN 5899 : 2001 [cuối cùng] chúng ta có:

- Các trị số Y_1 thay đổi từ 4,502 – 8,598 mN.m²/g trong các thí nghiệm. Theo TCVN 5899 : 2001 thì các trị số về độ bền xé trong tất cả các thí nghiệm đều đạt yêu cầu. Tại các thông số tối ưu, trị số độ bền xé đạt 8,29 mN.m²/g > tiêu chuẩn [4,5 mN.m²/g]

- Các trị số Y_2 thay đổi từ 3206 – 3980 m, trong các thí nghiệm. Theo TCVN 5899 : 2001 thì các trị số về chiều dài đứt trong tất cả các thí nghiệm đều đạt yêu cầu. Tại các thông số tối

ưu, trị số chiều dài đứt đạt 4397,78 m > tiêu chuẩn [3200 m]

- Các trị số Y_3 thay đổi từ 19,31 – 26,31 g/m² trong các thí nghiệm. Theo TCVN 5899 : 2001 thì 6 thí nghiệm có độ hút nước nhưng tại các trị số tối ưu của các thông số, giá trị tối ưu của hàm mục tiêu về độ thoát nước đạt 17,01 g/m² < tiêu chuẩn [23 g/m²].

Tổng hợp các kết quả ở Bảng 3, sử dụng phần mềm Statgraphics để xử lý số liệu và tìm kết quả hợp lý của các yếu tố đạt được mức độ tối ưu hóa tổng, chi tiết ghi tại Bảng 4.

Bảng 4. Tối ưu hàm đa mục tiêu

Thông số tối ưu			Tối ưu hàm mục tiêu tổng		
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
4,57	295,61	89,99	8,20	4104,25	17,93

4. KẾT LUẬN

Độ bền xé của màng cellulose sinh học đạt giá trị tối ưu là 8,291 mN.m²/g khi nồng độ tạo màng đạt 4,283%, lực ép 291,08 N và nhiệt độ sấy 88,34°C.

Chiều dài đứt của màng cellulose sinh học đạt giá trị tối ưu là 4397,78 m khi nồng độ tạo màng đạt 4,68 %, lực ép 312,69 N và nhiệt độ sấy 83,2°C

Độ hút nước của màng cellulose sinh học đạt giá trị tối ưu là 17,013 g/m² khi nồng độ tạo màng đạt 1,32 %, lực ép 166 N và nhiệt độ sấy là 103,33°C.

Nghiên cứu cho kết quả tối ưu đối với hàm đa mục tiêu như sau: Độ bền xé 8,20 mN.m²/g, chiều dài đứt 4104,25 m, độ hút nước 17,93 g/m² khi các thông số đảm bảo các giá trị: Nồng độ của dung dịch tạo màng (X_1) 4,567 %; lực ép (X_2) 295,61 N; nhiệt độ sấy (X_3) 90°C.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được sự hỗ trợ kinh phí bởi Bộ Khoa học và Công nghệ cho đề tài “Nghiên cứu công nghệ sản xuất màng cellulose sinh học từ nước quả dứa khô ứng dụng làm bao gói thực phẩm” - nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp quốc gia mã số: ĐTĐL.CN-15/19.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hoàng Thị Bảo Thoa (2016). Xu hướng tiêu dùng xanh trên thế giới và hàm ý đối với Việt Nam. Tạp chí Khoa học - ĐHQGHN: Kinh tế và Kinh doanh. 32(1): 66-72.

[2]. Nguyễn Xuân Thành (2019). Nghiên cứu một số đặc tính của màng 3D-nano-cellulose hấp phụ berberin định hướng dùng bọc thực phẩm tươi sống. Tạp chí Khoa học & Công nghệ Đại học Thái Nguyên. 202(09): 45-52.

[3]. Nhu Thi Huynh Nguyen, Nhu Quynh Nguyen, Nhi Thi Yen Nguyen & Phuong Hoang Ngoc Nguyen (2019). Biodegradable food packaging membrane from bacterial cellulose and bacteriocin for preserving raw food. Vietnam Journal of Food Control. 3: 114-120.

[4]. Huỳnh Đại Phú, Đặng Quốc Đạt, Nguyễn Bá Giáp, Đinh Tiến Hải & Nguyễn Vũ Việt Linh (2017). Nghiên cứu chế tạo vi sợi cellulose từ vi khuẩn ứng dụng làm vật liệu composite nền epoxy. Tạp chí Khoa học và Công nghệ. 27: 67-73.

[5]. Đinh Thị Kim Nhung, Nguyễn Thị Thuỳ Vân & Trần Như Quỳnh (2012). Nghiên cứu vi khuẩn acetobacter xylinum tạo màng bacterial cellulose ứng dụng trong điều trị bỏng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 50 (4): 453-462

[6]. Nguyễn Thị Thu Sang, 2014. *Qui trình sản xuất thạch dừa*. Đại học Công nghệ thực phẩm TP. Hồ Chí Minh.

[7]. Cao Thị Nhung, 2003. *Kỹ thuật sản xuất bột giấy và giấy*. Đại học Bách Khoa, TP. Hồ Chí Minh.

[8]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3229 : 2015 (2015). Tiêu chuẩn Việt Nam về Giấy - Xác định độ bền xé.

[9]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1862 - 2: 2010 (2010). Tiêu chuẩn Việt Nam về Giấy và cactông - Xác định tính chất bền kéo.

[10]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6727 : 2007 (2007). Tiêu chuẩn Việt Nam về Giấy và cactông - Xác định độ hút nước.

[11]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8845-2:2011 (2011). Tiêu chuẩn Việt Nam về Bột giấy - Xeo tờ mẫu.

[12]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5899 : 2001 (2001). Tiêu chuẩn Việt Nam - Giấy viết.