

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT SẢN PHẨM BỘT UỐNG LIỀN TỪ DỊCH TRÍCH LY LÁ DÂU TẮM (*Morus alba* L.) VIỆT NAM

Hoàng Thị Lệ Hằng

Viện nghiên cứu Rau Quả

Email: hoangthilehang@yahoo.com

Ngày gửi bài : 29.05.2012

Ngày chấp nhận: 20.08.2012

TÓM TẮT

Bột uống liền từ lá dâu tằm là sản phẩm tạo ra do quá trình sấy phun dịch trích ly lá dâu cô đặc (có bổ sung một số phụ gia). Trong bài báo này chúng tôi đã sử dụng phương pháp sấy phun trên máy MOBILE MINOR - Đan Mạch để tạo ra dạng sản phẩm bột lá dâu uống liền từ nguyên liệu lá dâu tằm tươi được trồng tại Việt Nam. Trên cơ sở tiến hành nghiên cứu khảo sát các thông số công nghệ ảnh hưởng đến quá trình sấy, thành phần cũng như tỷ lệ phối chế các chất phụ gia thích hợp với mục đích tạo ra sản phẩm bột uống liền có hàm lượng DNJ $\geq 1\%$, có hương vị, màu sắc hấp dẫn, dễ sử dụng, đã xác định được quy trình công nghệ sản xuất bột uống liền từ lá dâu tằm với các thông số kỹ thuật chính như sau: Sử dụng dịch trích ly có hàm lượng chất khô hòa tan là 20⁰Bx, nhiệt độ đầu vào khi sấy phun là 130⁰C với lưu lượng bơm nhập liệu là 1500mL/giờ cho hiệu suất thu hồi sản phẩm đạt 60% (Wsp <5%). Để tạo ra sản phẩm có hương vị hấp dẫn, dịch sấy phun cần được một số chất phụ gia như: 0,6% đường cỏ ngọt; 6% hương dâu.

Từ khóa: Bột uống liền, lá dâu, sấy phun.

Research Producing the Instant Powder Product by Extracting Solution from Vietnam Mulberry Leaves (*Morus alba* L.)

ABSTRACT

The instant mulberry powder was produced by spray drying from condensed liquid extraction of mulberry leaves (supplemented with some additives). In this experiment, we have used the drying spray method (dryer spray MOBILE MINOR - Denmark) to produce instant powder from mulberry leaves grown in Viet Nam. Based on research and survey of technology parameters affect the drying and the rate of blending of additives suitable for the purpose of producing instant powders that DNJ content $\geq 1\%$, with taste, attractive colors, easy to use, we have identified technological processes producing instant powder of mulberry leaves with the specifications as follows: Using extraction solutions with total sub solid 20⁰Bx the input temperature is 130⁰C, the input flow pump is 1500ml / h, the efficiency of product reached 60% (Wsp <5%). To create tasting of product, condensed solution of dry mulberry leaves should be added a number of additives such as 0.6% sweet grass; 6% strawberry flavor.

Keywords: Instant powder, mulberry leaves, spray drying.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là nước có truyền thống trồng dâu với một sản lượng dâu tằm tương đối dồi dào và phong phú. Lá dâu tằm có tên khoa học là *Morus Alba* L., thuộc ngành: Spermatophyta, loài: Alba. Lá dâu tằm có một số tác dụng như: làm giảm đường huyết, làm giảm huyết áp cao, giảm cholestrol và mỡ máu, chống oxy hóa và chống lão hóa... (Bộ Y tế, 2002).

Theo một số kết quả nghiên cứu trên thế giới, trong lá dâu tằm có chứa hợp chất 1-deoxynojirimycin (DNJ) là một alcaloit có hoạt tính sinh học, có chức năng chế ngự sự tăng đường máu, hỗ trợ điều trị và phòng ngừa bệnh tiểu đường. Hợp chất DNJ tự nhiên lần đầu tiên đã được phân lập từ lá dâu vào năm 1976. Vì thế việc nghiên cứu sản xuất bột lá dâu tằm uống liền có chứa hoạt chất chức năng DNJ với

mục đích tạo ra sản phẩm thực phẩm chức năng mang tính tiện dụng hỗ trợ trong việc phòng và hỗ trợ cho người bệnh tiểu đường sẽ có tiềm năng rất lớn cả về nguyên liệu và khả năng ứng dụng thực tiễn, tạo ra một sản phẩm có lợi cho sức khỏe cộng đồng từ nguồn nguyên liệu sẵn có trong nước.

Hiện nay các sản phẩm hòa tan dưới dạng bột ngày càng được sử dụng rộng rãi trên thế giới và trong nước. Tất cả các sản phẩm này hầu hết đều được sản xuất bằng phương pháp sấy phun, do đó, việc sản xuất sản phẩm bột uống liền từ lá dâu bằng phương pháp sấy phun là việc rất khả thi và mang tính ứng dụng cao.

Trong bài báo này, trên cơ sở các kết quả nghiên cứu xác định các thành phần cũng như tỷ lệ phối chế các chất phụ gia thích hợp và các thông số công nghệ ảnh hưởng đến quá trình sấy phun dịch trích ly để từ đó thiết lập được quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm bột uống liền, tạo ra sản phẩm có tính tiện dụng cao, có chất lượng phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng, vừa là sản phẩm “thuốc” dùng trong việc phòng và hỗ trợ điều trị căn bệnh tiểu đường.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Dịch trích ly được cô đặc từ lá dâu tằm Việt Nam.

Chuẩn bị dung dịch cô đặc: Lá dâu sau khi thu hái được phơi khô đến độ ẩm $10 \pm 1\%$, xay nhỏ thành bột ($\phi = 1\text{mm}$); bột lá dâu khô được trích ly bằng dung môi ethanol 30% V có axit hóa bằng 1% acetic acid ở nhiệt độ 43°C , trong 26h. Dịch trích ly được lọc để tách cặn và cô đặc bằng nồi cô chân không (ở nhiệt độ 60°C), quá trình cô đặc kết thúc khi dịch cô có hàm lượng chất khô hòa tan đạt 20°Bx .

Maltodextrin được sản xuất từ Nhật, dạng bột mịn, màu trắng, có khả năng hòa tan hoàn toàn trong nước, độ ẩm 6 - 7%, chỉ số DE là 17 - 20; Cyclodextrin: Sản xuất từ Pháp, độ ẩm 5-6%. Đường cỏ ngọt: sản xuất tại Công ty Global Stevia, Việt Nam, tiêu chuẩn sản phẩm số:12952/2011/YT-CNTC, dạng bột mịn, màu trắng. Đường aspartame: Xuất xứ Trung

Quốc, dạng bột, kích cỡ là 200 mesh, độ ngọt gấp 200 lần đường kính, tan trong nước. Hương dâu: xuất xứ Pháp, dạng bột mịn, màu trắng, tan trong nước, độ ẩm $< 6\%$.

Ethanol 96°C có xuất xứ Việt Nam, tỷ trọng $0,789\text{g}/\text{cm}^3$. Acetic acid 99%: sản xuất tại Công ty cổ phần hóa chất số 30 Tràng Tiền, Việt Nam.

Thí nghiệm được bố trí tại phòng thí nghiệm Bộ môn Bảo quản Chế biến - Viện Nghiên cứu Rau quả - Trâu Quỳ - Gia Lâm - Hà Nội.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp hoá lý

Màu sắc của bột lá dâu được xác định bằng máy đo màu Minota- Nhật; Xác định hàm lượng chất khô hòa tan theo TCVN 5613- 1999; Xác định hàm lượng DNJ có trong lá dâu bằng phương pháp tạo dẫn xuất với 9-fluorenylmethyl chloroformat (FMOC - CL) trên hệ thống HPLC pha ngược (Bộ Y tế, 2002); Xác định độ ẩm của bán thành phẩm và thành phẩm theo phương pháp cân đến trọng lượng không đổi (trên máy đo ẩm hồng ngoại Scantex); Hiệu suất thu hồi sản phẩm: tính bằng % tổng lượng chất khô trong sản phẩm và tổng lượng chất khô trong dịch nhập liệu.

2.2.2. Phương pháp phân tích cảm quan

Chất lượng cảm quan của sản phẩm được đánh giá bằng phương pháp cho điểm thị hiếu theo thang điểm Hedonic từ 1-9.

2.2.3. Phương pháp toán học

Kiểm tra giả thiết thống kê theo ANOVA bằng phần mềm SAS 9.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu xác định một số thông số kỹ thuật của quá trình sấy phun bột lá dâu uống liền

3.1.1. Xác định chất mang và nồng độ chất mang thích hợp

Sản phẩm bột uống liền tạo ra không chỉ yêu cầu có hàm lượng DNJ cao mà còn cần có trạng thái đặc trưng của sản phẩm (mịn, tơi, có

khả năng hòa tan tốt trong nước), vì vậy chúng tôi tiến hành nghiên cứu lựa chọn các loại và nồng độ chất mang thích hợp cho việc sấy phun bột uống liên lá dâu tằm. Do đây là sản phẩm thực phẩm chức năng nên các chất mang sử dụng phải là các chất được khuyến cáo sử dụng trong thực phẩm và cho người bệnh tiểu đường. Trên cơ sở đó, tiến hành khảo sát đối với 3 loại chất mang thông dụng: isomalt, maltodextrin, cyclodextrin với nồng độ khảo sát lần lượt là 1%, 2%, 3% và 4%. Tiến hành phân tích các chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm bột thu được, bao gồm: Hàm lượng DNJ, độ ẩm, khối lượng sản phẩm và các chỉ tiêu cảm quan như màu sắc, trạng thái, khả năng hút ẩm... Kết quả thu được trình bày ở bảng 1.

Từ kết quả thu được cho thấy, khi sử dụng isomalt sản phẩm thu được có độ ẩm cao, trạng thái keo dính, màu nâu cánh gián. Trong khi đó, khi sử dụng maltodextrin và cyclodextrin sản

phẩm có độ ẩm thấp, có màu vàng tươi và trạng thái sản phẩm tốt hơn; có khả năng hoà tan rất tốt trong nước. Tuy nhiên, khả năng bảo quản của sản phẩm sau sấy đối với mẫu sử dụng cyclodextrin thấp hơn so với mẫu sử dụng maltodextrin (sản phẩm hút ẩm rất nhanh, bột bị vón cục sau thời gian bảo quản 1 tháng). Ngoài ra, khi xét về hiệu quả kinh tế cho thấy do giá thành của maltodextrin thấp hơn rất nhiều so với cyclodextrin nên maltodextrin được chọn làm chất mang thích hợp cho việc tạo sản phẩm bột sấy phun.

Hơn nữa, thực tế thí nghiệm cho thấy mẫu sử dụng nồng độ maltodextrin 3% cho sản phẩm bột có màu vàng tươi, mịn, không bị vón cục, chịu được độ ẩm cao, không bị hút ẩm nhanh như ở nồng độ 4% đồng thời hàm lượng DNJ thu được sau sấy là lớn nhất. Do đó, chúng tôi lựa chọn chất mang maltodextrin ở nồng độ 3% cho các thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 1. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất mang đến chất lượng sản phẩm các mẫu sấy phun

Chất mang	Nồng độ (%)	Hàm lượng DNJ (%)	Độ ẩm (%)	Khối lượng sản phẩm (g)	Nhận xét chung
Maltodextrin	1%	1,20	6,6	110	Bột có màu vàng nhạt, vón cục nhiều, hút ẩm chậm, mùi thơm, có độ bám dính cao.
	2%	1,25	5,2	118	Bột có màu vàng nhạt, không mịn, hơi vón cục, hút ẩm chậm, mùi thơm, độ bám dính cao.
	3%	1,34	4,7	123	Bột có màu vàng nhạt, mịn, tươi, hút ẩm chậm, mùi thơm, độ bám dính thấp.
	4%	1,30	4,2	130	Bột có màu vàng đậm, mịn, tươi, hút ẩm nhanh, có mùi lạ, có độ bám dính cao.
Cyclodextrin	1%	1,21	6,6	123	Bột có màu vàng nhạt, không mịn, hút ẩm nhanh, mùi thơm, có độ bám dính cao.
	2%	1,27	5,0	133	Bột có màu vàng nhạt, vón cục, hút ẩm nhanh, mùi thơm đậm, có độ bám dính cao.
	3%	1,35	4,5	141	Bột có màu vàng nhạt, mịn, hút ẩm nhanh, hương nhạt, có độ bám dính cao.
	4%	1,32	4,1	146	Bột có màu vàng, vón cục, hút ẩm nhanh, mùi thơm đậm, có độ bám dính cao.
Isomalt	1%	1,05	12,5	126	Sản phẩm dạng sệt, kết dính, màu nâu đậm, có mùi lạ.
	2%	1,11	11,8	135	Sản phẩm dạng sệt, kết dính, màu nâu đậm, có mùi lạ.
	3%	1,15	11,2	145	Sản phẩm dạng keo, màu nâu đậm, có mùi lạ.
	4%	1,05	9,8	150	Sản phẩm dạng keo, màu nâu đậm, mùi lạ.

3.2. Xác định tỷ lệ phối chế các chất điều vị, điều hương thích hợp

3.2.1. Xác định tỉ lệ phối chế chất điều vị

Qua quá trình khảo sát về một số loại chất điều vị dùng cho người bệnh tiểu đường, chúng tôi tiến hành nghiên cứu khảo sát trên 2 loại đường được khuyến cáo sử dụng thông dụng hiện nay là đường aspartame (E951) và đường cỏ ngọt.

Từ các thí nghiệm khảo sát, chúng tôi tiến hành nghiên cứu bổ sung đường aspartame ở các nồng độ 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1% và đường cỏ ngọt ở các nồng độ 0,4; 0,5; 0,6; 0,7% so với dịch trích ly cô đặc. Dịch sau phối chế được tiến hành sấy phun ở 125°C, áp suất khí nén là 3,5 bar, lưu lượng dòng nhập liệu là 2000mL/h. Tiến hành phân tích các chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm thu được theo phương pháp cho điểm thị hiếu (Laszlo & cs.,1996). Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Kết quả thu được khi tiến hành bổ sung đường aspartame với các tỷ lệ từ 0,6 - 1% cho thấy mẫu có hàm lượng bổ sung là 0,9% có điểm nhận xét cảm quan cao hơn các mẫu còn lại, tuy nhiên khi sử dụng đường aspartame có để lại hậu vị hơi đắng. Trong khi đó các mẫu sử dụng đường

cỏ ngọt đều cho hậu vị tốt khi tiến hành cảm quan, trong số này mẫu được bổ sung ở hàm lượng 0,6% cho điểm cảm quan cao nhất, vị ngọt hài hòa, dễ uống. Do đó, đường cỏ ngọt được chọn là nguyên liệu tạo vị ngọt cho sản phẩm bột uống liền với tỷ lệ cỏ ngọt bổ sung là 0,6% so với tổng khối lượng dung dịch đưa vào sấy.

3.2.2. Xác định tỉ lệ phối chế chất điều hương

Để tạo cho sản phẩm có hương thơm hấp dẫn và đặc trưng chúng tôi tiến hành nghiên cứu bổ sung hương dâu vào sản phẩm. Qua các thí nghiệm thăm dò, chúng tôi tiến hành khảo sát sử dụng hương dâu ở các nồng độ từ 4 - 7% bổ sung vào dịch trước khi sấy phun. Kết quả đánh giá chất lượng của các mẫu bột thu được sau sấy phun cho thấy: Khi nồng độ hương dâu tăng dần từ 4 - 7% mức độ cảm nhận mùi thơm trong dung dịch pha càng tăng, điều này chứng tỏ bổ sung thêm hương dâu đã làm tăng giá trị cảm quan của sản phẩm. Tuy nhiên, ở nồng độ hương bổ sung là 6% cho hương thơm đặc trưng, hấp dẫn và điểm phân tích cảm quan là cao hơn cả so với các mẫu còn lại. Do đó chúng tôi chọn nồng độ hương dâu thích hợp nhằm nâng cao giá trị cảm quan cho sản phẩm bột lá dâu uống liền là 6%.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ đường aspartame bổ sung đến chất lượng cảm quan của bột uống liền

Hàm lượng đường Aspartame (%)	Hàm lượng đường cỏ ngọt (%)	Nhận xét cảm quan	Điểm cảm quan
0,6	0	Chưa rõ vị ngọt	5,0 ^e
0,7	0	Hơi cảm nhận được vị ngọt	5,9 ^d
0,8	0	Hơi có vị ngọt	6,5 ^c
0,9	0	Có vị ngọt rõ, dễ uống, hậu vị hơi đắng	7,5 ^b
1,0	0	Vị ngọt rõ, khó uống, hậu vị hơi đắng	6,2 ^{cd}
0	0,4	Chưa rõ vị ngọt, khó cảm nhận	5,2
0	0,5	Có vị ngọt, dễ uống	7,5 ^b
0	0,6	Có vị ngọt hài hòa, dễ uống	8,0 ^a
0	0,7	Có vị ngọt sắc, hơi khó uống	6,2 ^{cd}

Ghi chú : Trong cùng một cột, các kết quả có chung ít nhất một chữ cái thì không khác nhau có nghĩa ở mức $P=0,05$

3.3. Xác định thông số công nghệ của quá trình sấy nhằm mục đích thu hồi bột uống liền có hàm lượng DNJ cao

3.3.1. Xác định nhiệt độ sấy thích hợp

Dịch trích ly sau khi cô đặc có hàm lượng chất khô hòa tan là 20%Bx, được bổ sung lượng maltodextrin 3%, đường cỏ ngọt 0,6%, hương dâu 6% (Khi đó hàm lượng chất khô của hỗn hợp nguyên liệu đi vào thiết bị sấy phun là 25%) được tiến hành sấy phun ở các nhiệt độ đầu vào lần lượt là $T_v = 110; 120; 130; 140$ và 150°C . Các thông số còn lại của thiết bị sấy là áp suất khí nén $P = 3,5$ bar, lưu lượng dòng nhập liệu 2000 mL/h được giữ ổn định (Tôn Nữ Minh Nguyệt và Đào Văn Hiệp, 2006; Trần Văn Phú, 2008; Arun, 2002). Kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Qua kết quả cho thấy, khi nhiệt độ đầu vào quá thấp hay quá cao đều ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Khi nhiệt độ sấy thấp ($< 130^\circ\text{C}$) thì độ ẩm của sản phẩm khá cao, nên độ bám dính của sản phẩm khá lớn (được thể hiện bằng một lượng lớn bột bị bám dính lên thành buồng sấy) do đó làm giảm hiệu suất thu hồi sản phẩm sau sấy. Ngược lại, khi nhiệt độ không khí sấy cao ($> 130^\circ\text{C}$), mặc dù độ ẩm của sản phẩm thu được thấp nhưng lại tạo ra một lượng sản phẩm bị cháy làm cho màu vàng tươi bị chuyển sang vàng sẫm, đồng thời sản phẩm có mùi lạ, không đặc trưng. Qua thí nghiệm này chúng tôi chọn nhiệt độ sấy đầu vào là $T_v =$

130°C , khi này hiệu suất thu hồi bột sản phẩm là 58% và độ ẩm của sản phẩm là 4,6%.

3.3.2. Xác định lưu lượng nhập liệu thích hợp cho sản phẩm bột lá dâu uống liền

Lưu lượng nhập liệu có liên quan đến tốc độ bơm nhập liệu, năng suất thiết bị và nhiệt độ không khí đầu ra, T_r (Jan, 2002; Laszlo & cs., 1996). Khảo sát ở các lưu lượng nhập liệu lần lượt là: 1000, 1500, 2000, 2500, 3000mL/h. Các thông số thí nghiệm giữ không đổi là áp suất khí nén $P = 3,5$ bar; nhiệt độ sấy $T = 130^\circ\text{C}$.

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm cho thấy: Khi lưu lượng nhập liệu tăng, đồng nghĩa với thời gian lưu của vật liệu sấy trong buồng sấy giảm, do đó, hiệu quả sấy sẽ không cao, đồng thời độ ẩm sản phẩm tăng, dẫn hiệu suất thu hồi sản phẩm sau quá trình sấy giảm, sản phẩm có mùi hương không đặc trưng, khó cảm nhận. Ở mức lưu lượng nhập liệu 1000mL/h, hiệu suất thu hồi sản phẩm cao và độ ẩm thấp nhất, nhưng do ở điều kiện này, thiết bị làm việc kém ổn định, thời gian sấy dài, sản phẩm bị mất mùi và có vị đắng và đặc biệt là hàm lượng DNJ thu hồi không cao nên chúng tôi chọn lưu lượng nhập liệu là 1500mL/h không những vừa cho hiệu suất thu hồi cao (tương đương ở tốc độ nhập liệu là 1000mL/h) mà còn cho hàm lượng DNJ cao nhất (1,43%). Khi đó, hiệu suất thu hồi sản phẩm của quá trình sấy phun đạt 60%, hàm lượng DNJ 1,43% và độ ẩm sản phẩm là 3,8%.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hiệu suất thu hồi và hàm lượng DNJ có trong bột sấy phun

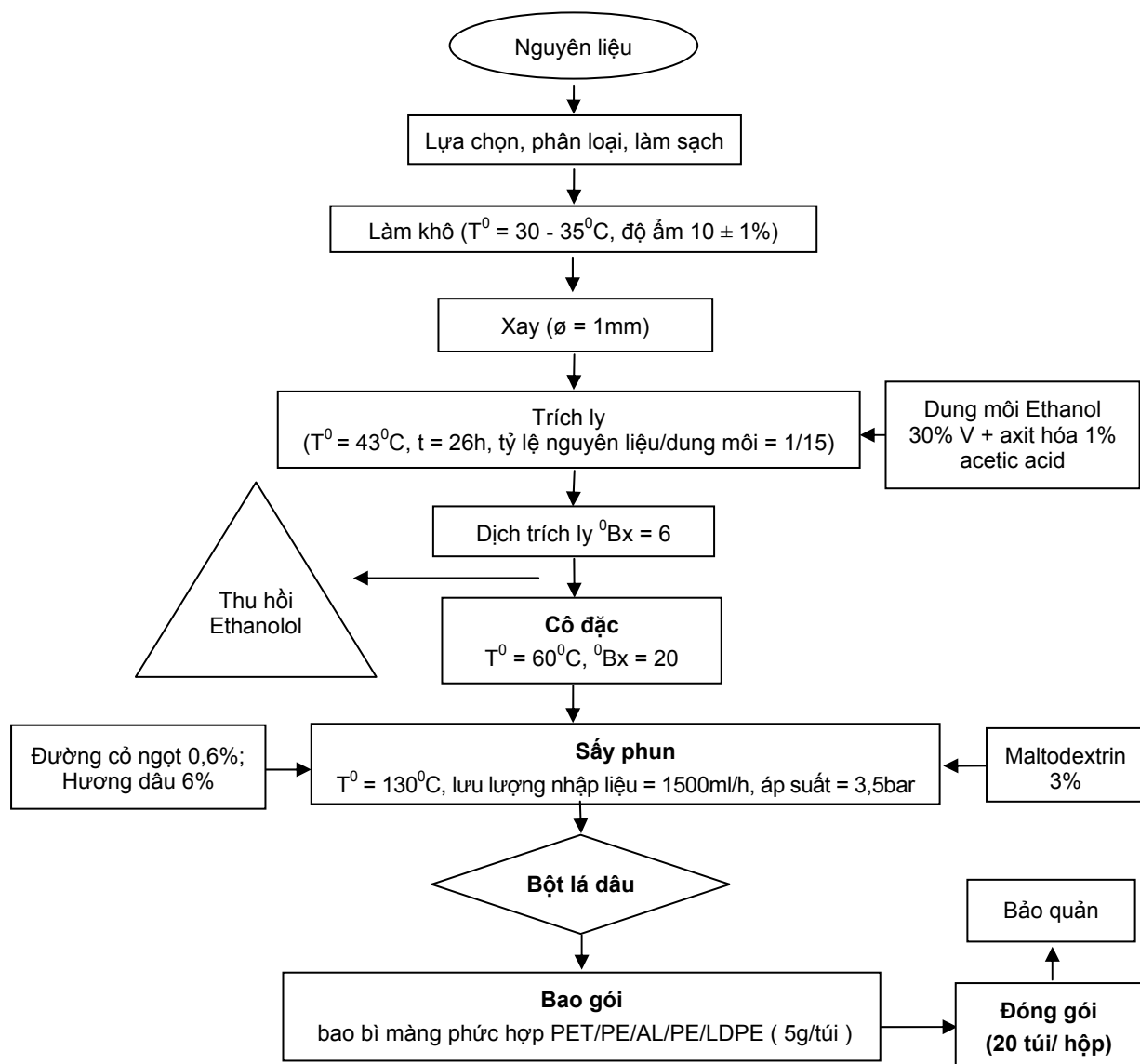
Công thức	Nhiệt độ đầu vào ($^\circ\text{C}$)	Hiệu suất thu hồi sản phẩm (%)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng DNJ(%)
CT48	110	49,5	5,7	1,27 ^d
CT49	120	54,8	4,8	1,35 ^b
CT50	130	58,0	4,6	1,40 ^a
CT51	140	57,2	4,6	1,32 ^c
CT52	150	57,6	3,9	1,24 ^e

Bảng 4. Ảnh hưởng của lưu lượng nhập liệu đến hiệu suất thu hồi và hàm lượng DNJ có trong bột sấy phun

Công thức	Lưu lượng nhập liệu (mL/giờ)	Hiệu suất thu hồi sản phẩm	Độ ẩm (%)	Hàm lượng DNJ (%)
CT53	1000	60,5	2,9	1,36 ^c
CT54	1500	60,0	3,8	1,43 ^a
CT55	2000	58,0	4,6	1,40 ^b
CT56	2500	56,1	5,4	1,25 ^d
CT57	3000	48,2	6,2	1,14 ^e

3.4. Quy trình sản xuất bột uống liền từ lá dâu tằm có chứa hàm lượng DNJ

Từ các kết quả thu được, chúng tôi đã thiết lập được quy trình công nghệ sản xuất bột uống liền từ lá dâu như sau:



Sơ đồ 1. Quy trình sản xuất bột uống liền từ lá dâu tằm

4. KẾT LUẬN

- Các yếu tố công nghệ (nhiệt độ sấy, lưu lượng dòng nhập liệu...) có ảnh hưởng đến khả năng thu hồi sản phẩm bột sấy phun, DNJ và hương vị của sản phẩm bột uống liền từ lá dâu tằm.

- Để đạt được hiệu suất thu hồi bột và hàm lượng DNJ trong bột cao và bột vẫn có được hương vị đặc trưng thì hàm lượng chất khô hòa tan trong dịch trước sấy là 20⁰Bx, bổ sung 3% maltodextrin, đường cỏ ngọt 0,6%, hương dâu 6%; sau đó hỗn hợp được sấy ở nhiệt độ khí đầu vào là 130⁰C, áp suất khí nén là 3,5 bar; lưu lượng dòng nhập liệu là 1500mL/h. Khi đó, hàm lượng DNJ trong bột sản phẩm đạt 1,43 %, với hương vị hài hòa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arun S., Iva Filkova (2002). Handbook of Industrial Drying, Volume 1, Part II: Industrial Spray Drying Systems, p. 263 - 305.
- Bộ Y tế (2002). Dược điển Việt Nam, Hà Nội, Dâu (lá).
- Nguyễn Bin (2001). Các quá trình thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm, NXB Khoa học và kỹ thuật.
- Jan Pisecky (2002). Handbook of Industrial Drying, Volume 1, Part III: Evaporation and Spray Drying in the Dairy Industry, p. 715 - 743.
- Laszlo P. Somogyi et al., (1996). Processing Fruit science & technology, vol 1&2, p. 181-185.
- Tôn Nữ Minh Nguyệt, Đào Văn Hiệp (2006). Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật sấy phun trong sản xuất bột chanh dây, Tạp chí phát triển Khoa học và công nghệ, Tập 9, Số 4-2006.
- Trần Văn Phú (2008). Kỹ thuật sấy, NXB Giáo dục. Tr. 111- 115.