

## A STUDY OF RE-DESIGNING AND MANUFACTURING PILOT SCALE GLUCOMANNAN PRODUCTION LINE USING *AMORPHOPHALLUS KRAUSEI* RIZHOMES CULTIVATED IN AN GIANG PROVINCE

Dai Thi Lan<sup>1</sup>, Le Ngoc Hung<sup>1\*</sup>, Mai Van Nam<sup>2</sup>, Nguyen Thi Thanh Huong<sup>3</sup>, Tran Van Thanh<sup>4</sup>, Nguyen Thi Huong<sup>1</sup>, Le Thi Dieu Linh<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Tuan<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centre for research and technology Transfer – VAST, <sup>2</sup>Hanoi University of Science and Technology

<sup>3</sup>TNU - University of Education, <sup>4</sup>Vietnam University of Traditional Medicine

<sup>5</sup>VIPTAM Institute of Technology Application

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received:</b> 18/3/2021</p> <p><b>Revised:</b> 19/4/2021</p> <p><b>Published:</b> 11/5/2021</p>	<p>The aim of the study was to re-design and manufacture a small scale synchronous production line to produce purified glucomannan-GM powder using An Giang cultivated <i>Amorphophallus Krausei</i> rizhomes with production capacity approximately 200kg per batch. The re-designed GM production chain is complete and capacity-synchronized ranging from rizhomes preparation with wash-peeler to extraction, purification for high-quality GM powder production including re-designing main equipment such as wet grilling machine, horizontal centrifugal separator and cold dryer. The results showed that the final product had glucomannan content as high as 80%; the production line includes washing-peeling equipment (maximum capacity of 800 kg/ day), wet grinding equipment (maximum capacity of 1,000 kg of bulbs/ day), centrifugal separative equipment (maximum capacity of 300 kg tubers/ day) and cold drying equipment (maximum capacity of 300 kg bulbs/ day) for the whole line maximum capacity of 200 kg raw material/day (8-hour shift).</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p> <p>Glucomannan powder</p> <p>Production line</p> <p>Pilot scale</p> <p>Rizhome <i>Amorphophallus Krausei</i></p> <p>An Giang</p>	

## NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO DÂY CHUYỀN QUY MÔ NHỎ SẢN XUẤT GLUCOMANNAN TỪ CỦ NỮA (*AMORPHOPHALLUS KRAUSEI*) THU HOẠCH TẠI AN GIANG

Đái Thị Lan<sup>1</sup>, Lê Ngọc Hùng<sup>1\*</sup>, Mai Văn Nam<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Thanh Hương<sup>3</sup>, Trần Văn Thanh<sup>4</sup>, Nguyễn Thị Hương<sup>1</sup>, Lê Thị Diệu Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Tuấn<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ - VAST, <sup>2</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>3</sup>Trường Đại học Sư phạm - ĐH Thái Nguyên, <sup>4</sup>Học Viện Y dược học cổ truyền

<sup>5</sup>Viện ứng dụng công nghệ VIPTAM

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
<p><b>Ngày nhận bài:</b> 18/3/2021</p> <p><b>Ngày hoàn thiện:</b> 19/4/2021</p> <p><b>Ngày đăng:</b> 11/5/2021</p>	<p>Nghiên cứu nhằm thiết kế cải tạo và chế tạo trong nước dây chuyền đồng bộ sản xuất liên tục bột glucomannan tinh chế quy mô mỗi mẻ 200 kg nguyên liệu củ nưa Krausei trồng tại xã Thới Sơn, Tịnh Biên, An Giang. Dây chuyền được thiết kế đồng bộ về năng suất từ xử lý nguyên liệu, chiết xuất, tinh chế sản xuất bột glucomannan tinh chế hàm lượng cao với trọng tâm là thiết kế lại thiết bị nghiền ướt, thiết bị phân ly tâm ngang và thiết bị sấy lạnh. Kết quả cho thấy, dây chuyền chế tạo đã sản xuất glucomannan loại tinh chế với hàm lượng glucomannan 80%; bao gồm các thiết bị rửa - bóc vỏ (năng suất tối đa 800 kg củ/ngày), thiết bị nghiền ướt (năng suất tối đa 1.000 kg củ/ngày), thiết bị phân ly ly tâm (năng suất tối đa 300 kg củ/ngày) và thiết bị sấy lạnh (năng suất tối đa 300 kg củ/ngày) cho quy mô tối đa của toàn dây chuyền là 200 kg nguyên liệu củ nưa loài krausei/ngày (ca làm việc 8 giờ).</p>
<p><b>TỪ KHÓA</b></p> <p>Bột glucomannan</p> <p>Dây chuyền sản xuất</p> <p>Quy mô nhỏ</p> <p>Củ nưa <i>Amorphophallus Krausei</i></p> <p>An Giang</p>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4198>

\* Corresponding author. Email: ngoc10hung@yahoo.com

## 1. Giới thiệu

Khoai nưa (*Amorphophallus* spp.) là loại thực vật có hoa trong họ Ráy (Araceae). Cây thảo có củ lớn hình cầu lõm, trọng lượng có thể từ 3 - 4 kg với đường kính lên đến 25 cm. Đây là loại cây của vùng Đông Nam Á, mọc hoang và được trồng để lấy củ ăn và toàn cây để dùng trong chăn nuôi [1], [2]. Cây mọc tự nhiên tại các vùng đồi núi ở Việt Nam, Trung Quốc, Indonesia, Nhật, ...[3]. Khoai nưa được sử dụng nhiều trong ẩm thực Nhật với tên Konnyaku. Cũng như rau cải, khoai nưa rất giàu chất xơ hòa tan. Khoai nưa được cho là có giá trị dinh dưỡng rất cao, làm no nhanh, làm chậm quá trình tiêu hóa và tích tụ đường... Từ bột khoai nưa, người ta có thể thấy nhiều dạng chế phẩm như nui, mì sợi, và mới đây nhất là dạng hạt như gạo mà chỉ cần rửa và nấu ít phút trong nước sôi là dùng được. Tại Trung Quốc, củ nưa còn được sử dụng làm thuốc chữa bệnh từ 2000 năm trước [4]. Trong vài thập kỷ gần đây, các polysaccharide có hoạt tính sinh học đã nhận được sự quan tâm ngày càng cao trong lĩnh vực y, sinh học và sản xuất thuốc, trong đó glucomannan chiết xuất từ củ nưa đã thu hút sự chú ý của các nhà khoa học [5]. Hoạt chất chính trong nưa là glucomannan-GM đã được chứng minh có tác dụng tốt trên y học lâm sàng, có nhiều tính chất như tạo dung dịch có độ nhớt cao, tạo gel ổn định, tạo màng, không độc nên có thể ứng dụng được trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong các loài nưa được tìm thấy ở nước ta có nưa *Konjac*, nưa *Krausei* và nưa *Corrugatus* có hàm lượng GM cao [2], [6]. Nghiên cứu phát triển cây nưa đã được tiến hành ở nước ta trong thời gian gần đây [6], [7]. Tại xã Thới Sơn, Tịnh Biên, An Giang; chúng tôi thu thập, xác định được loài nưa *Krausei* khá phổ biến; trồng thử và thu hoạch để sản xuất bột GM trên dây chuyền sản xuất quy mô nhỏ.

Trên thế giới có nhiều quy trình công nghệ sản xuất bột GM tinh chế. Công nghệ khô gồm bước tạo bột GM chất lượng thấp bằng sấy khô/nghiền trong dòng SO<sub>2</sub> (tránh nâu hóa) rồi tách GM bằng thổi khí trong khi công nghệ ướt lưu giữ củ nưa sau khi bóc vỏ trong dung dịch muối bisunfat cũng để tránh nâu hóa đồng thời loại tinh bột, đường tan, protein, chất khoáng... rồi rửa bằng cồn, sấy khô thu bột có hàm lượng GM trên 80%. Cả hai công nghệ đều có công đoạn sử dụng hợp chất chứa lưu huỳnh (SO<sub>2</sub> hoặc muối NHSO<sub>3</sub>) để diệt men polyphenoloxylase tham gia oxy hóa các hợp chất o-diphenols trong củ nưa như catechol, DL-dopa, dopamine và chlorogenic acid gây ra màu nâu. Tuy nhiên, công nghệ khô sử dụng khí SO<sub>2</sub> trong quá trình sấy khô/nghiền củ nưa có dư lượng lưu huỳnh lớn ảnh hưởng đến tiêu chuẩn bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng, còn công nghệ ướt chỉ ngâm cả củ nưa đã bóc vỏ trước khi nghiền nên không có dư lượng lưu huỳnh [8], [9]. Bên cạnh đó, các nghiên cứu hóa học và chiết xuất GM trong nước sử dụng thiết bị nhập ngoại nên khả năng ứng dụng thực tế chưa rộng rãi [10]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi thiết kế chế tạo dây chuyền sản xuất GM từ củ nưa *Krausei* với chi phí sản xuất thấp, khả năng ứng dụng cao để sử dụng rộng rãi trong nước.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên vật liệu

*Nguyên liệu:* Củ nưa *Krausei* thu hoạch tại xã Thới Sơn, Tịnh Biên, An Giang; giám định tên khoa học bởi ThS. Nguyễn Phùng Hà, Trung tâm Tài nguyên thực vật, Viện KHNN Việt Nam và lưu giữ tiêu bản tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ, Viện HLKHCN Việt Nam.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Thiết kế, chế tạo các thiết bị đồng bộ của dây chuyền sản xuất bột GM quy mô pilot 200 kg nguyên liệu củ tươi/mẻ

Công nghệ hai giai đoạn cải tiến (nghiền ướt/ phân ly ly tâm - sấy lạnh) gồm bước rửa-bóc vỏ bằng thiết bị rửa - bóc vỏ, sau đó là bước trọng tâm với các thiết bị nghiền ướt - tinh chế trong ethanol/nước để chiết - tinh chế GM, tách phân ly rắn - lỏng thu bột GM ẩm và sấy lạnh không sử dụng chất chống nâu hóa [2], [11]. Theo công nghệ trên, chúng tôi cải tiến thiết kế các thiết bị

đã có; bao gồm: 1) Thiết bị rửa, bóc vỏ; 2) Thiết bị nghiền ướt; 3) Thiết bị phân ly tâm; 4) Thiết bị sấy lạnh.

### 2.2.2. Đánh giá hàm lượng glucomanan trong bột GM tinh chế từ dây chuyên chế tạo

Hàm lượng GM được đo bằng phương pháp so màu với chất hiện màu 3,5-dinitrosalicylic axit [2].

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả thiết kế, chế tạo một số thiết bị chính trong dây chuyên sản xuất bột GM quy mô pilot

Cải tiến thiết kế thiết bị chính sản xuất bột GM quy mô pilot bao gồm thiết kế lại lõi trục rửa - bóc vỏ của thiết bị rửa - bóc vỏ; thiết kế lại thiết bị nghiền ướt - tinh chế, thiết bị tách ly tâm ngang và thiết bị sấy lạnh. Trên cơ sở thiết kế, chúng tôi chế tạo lại các thiết bị để sản xuất bột GM từ nguyên liệu củ nưa loài *Krausei*. Các thiết bị đều được chế tạo bằng thép không gỉ để hoạt động tốt trong môi trường hóa chất; sử dụng điện áp phù hợp với điện áp tại Việt Nam. Kết quả thiết kế và chế tạo các thiết bị chính của dây chuyên như sau:

#### 3.1.1. Cải tiến thiết kế Thiết bị rửa - bóc vỏ

Thiết bị rửa - bóc vỏ [2] trong thiết kế ban đầu sử dụng 3 lô nhựa với các lông nhựa cứng trên bề mặt lô cho thấy chỉ rửa được củ mà hiệu quả bóc vỏ củ kém do lông nhựa khá mềm so với độ cứng của vỏ củ nưa; đồng thời củ và nước rửa củ thoát chậm khỏi máng rửa. Chúng tôi thiết kế lại 5 chi tiết sau: 1) Đầu tiên thay 3 lô nhựa bằng 3 lô hợp kim mà cấu tạo mặt lô có các sợi hợp kim để tăng khả năng bóc vỏ (cạo) thì củ nưa được bóc vỏ (cạo) ngay, đồng thời rửa củ theo dòng nước xối nhưng một lớp thịt củ nưa khá dày cũng bị gọt theo dẫn đến mất bột. Để khắc phục, chúng tôi cải tiến tiếp sử dụng kết hợp hai lô nhựa (để rửa) và một lô hợp kim (để bóc vỏ) thì củ nưa được rửa nhưng vẫn bị mất một lớp thịt nưa khá dày. Như vậy, thiết bị chỉ sử dụng lô nhựa và lô hợp kim đều chưa đạt yêu cầu; đồng thời cũng xuất hiện nhược điểm mới là củ đã rửa sạch và củ được bóc vỏ lẫn lộn khi chạy đến đầu ra ở cuối thiết bị, nước rửa lẫn cả đất cát và vỏ nhưng khó thoát ở đầu ra. Chúng tôi thiết kế lại lô rửa - bóc vỏ của cả 3 lô quay với mặt của 2/3 phần đầu lô có các lông nhựa cứng với chức năng rửa củ, mặt của 1/3 phía cuối lô có các sợi hợp kim để bóc vỏ. 2) Bổ sung tấm ngăn giữa hai nửa lô. 3) Mỗi phần trước và sau theo dọc lô đều có các vòi phun nước rửa nhưng được thiết kế có 2 bể hứng thải khác nhau: bể hứng nước rửa phần trước được lắng và hồi lưu nước để rửa củ chỉ được rửa mà không có thịt nưa bị bóc ra, bể hứng nước rửa phần sau có cả vỏ và thịt củ nưa nên nước không được hồi lưu do củ đã bắt đầu bị bóc vỏ nên sẽ gây bẩn thịt củ. 4) Thiết bị rửa - bóc vỏ thay vì nằm ngang thì được nâng đầu đưa củ vào cao hơn đầu cuối lấy củ ra sau khi đã rửa và bóc vỏ củ với độ nghiêng 15° để củ tự vận chuyển dễ dàng. 5) Bổ sung 2 tấm chắn dọc trục lắp hai lô ở vị trí giữa trục và cuối trục để ngăn các củ nưa dòn nhiều xuống cuối máng khi các củ nưa tự đi xuống cuối máng vì các lô được lắp theo hướng đầu vào cao, đầu cửa ra thấp.

Sau khi thiết kế lại, thiết bị rửa - bóc vỏ được chế tạo vẫn có kích thước dài 2.265 x rộng 1.155 x cao 830 (cm), động cơ quay lô 3 pha công suất 1,5 kW, động cơ bơm nước 1 pha công suất 0,2 kW sử dụng lô rửa - bóc vỏ mới với một số chi tiết cải tiến. Kết quả so sánh chạy thử trong bảng 1 cho thấy thiết bị thiết kế lại có các ưu điểm tốt hơn so với thiết kế ban đầu. Ở thiết kế lại, lô rửa - bóc vỏ có 2/3 phần đầu gắn lông nhựa cứng nên rửa sạch củ và 1/3 phần sau gắn sợi thép nên cạo một lớp mỏng vỏ và sạch trên toàn củ.

**Bảng 1.** Kết quả rửa - bóc vỏ củ nưa trên thiết bị rửa - bóc vỏ ban đầu và thiết kế lại

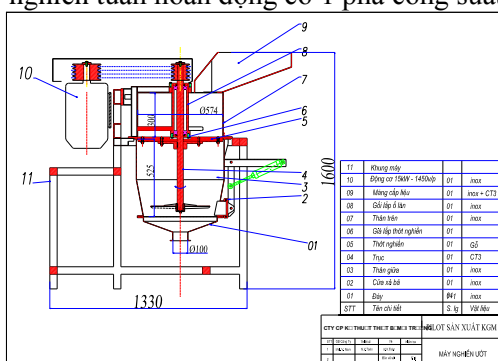
Thiết kế Thông số	Thiết kế đầu: Lô rửa - bóc vỏ chỉ bằng nhựa hoặc hợp kim; nằm ngang	Thiết kế lại: Lô rửa - bóc vỏ nhựa/ hợp kim, nghiêng 15°, 2 tấm chắn
Hiệu quả	Củ nưa sạch, chỉ bóc một phần vỏ	Củ nưa sạch; lớp vỏ bóc hết, mỏng
Công suất	540 kg củ/ngày	800 kg củ/ngày

#### 3.1.2. Cải tiến thiết kế Thiết bị nghiền ướt

Thiết bị nghiền ướt thiết kế lại có thân trên cấu tạo hình trụ với miệng được gắn pully dẫn động từ động cơ chính qua dây đai cao su; thân giữa liên kết thân chính và đáy máy, được lắp ráp thớt nghiền và hệ thống dẫn động trục chính của máy; đáy máy thiết kế hình cung là nơi chứa đựng sản phẩm sau khi nghiền cũng như thuận lợi cho việc thoát sản phẩm và tách bã nghiền ra theo cửa thoát bên hông (hình 1). Thớt nghiền là phần nghiền nguyên liệu bên trong máy có thiết kế bề mặt nhám và phía trên có các dao kim loại nhỏ, cạnh sắc. Thớt nghiền quay với tốc độ có thể đạt tới 2000 vòng/phút nên khi củ, mảnh củ, hạt bột nưa to rơi xuống mặt thớt nghiền quay ở tốc độ cao có thể cắt và làm vỡ vụn nguyên liệu nhờ vào hệ thống dao kim loại có cạnh sắc trên bề mặt mà không làm đọng nguyên liệu trên mặt thớt nghiền. Thớt nghiền được chế tạo bằng gỗ nghiền đảm bảo độ bền và sạch sẽ cho sản phẩm sau khi nghiền. Ngoài ra, thớt nghiền còn có thể vệ sinh đơn giản hơn và nhanh gọn hơn vì không bị gỉ như các loại vật liệu thép. Lưới lọc ở đáy thiết bị có kích thước lưới 70-150 mesh (thường sử dụng lưới lọc 120 mesh). Những hạt bột nưa nghiền nhỏ mịn đạt tiêu chuẩn lọt qua lưới sàng sẽ thoát ra ngoài theo cửa đáy thiết bị bên dưới. Cửa tháo đáy và bơm hồi lưu bơm hỗn hợp nghiền ở mặt dưới lưới lọc nằm ở phần thân chứa hỗn hợp lỏng – rắn sau khi nghiền lên mặt thớt nghiền. Hỗn hợp lỏng – rắn sau khi nghiền có kích thước lớn hơn mắt lưới lọc và ở trên lưới lọc cũng được hút lên để hồi lưu lên mặt thớt nghiền, nghiền lại nhiều lần đến khi các mảnh thịt củ nưa được nghiền thành hạt có kích thước nhỏ hơn lưới lọc và đi qua lưới lọc. Phần xơ có kích thước lớn hơn lưới lọc bị giữ lại trên lưới lọc và đưa ra ngoài. Với cấu tạo trên; mảnh củ nhỏ, xơ và bột sau khi qua thớt nghiền hay bị đọng trên mặt lưới lọc gây tắc trên mặt lưới.

Chúng tôi cải tiến bổ sung cánh khuấy – nghiền bằng thép không gỉ ở phía dưới thớt nghiền và trên lưới lọc, quay cùng tốc độ. Ở tốc độ này và trong hỗn hợp lỏng – rắn, cánh khuấy ngoài chức năng đảo lộn chất rắn (bột nưa có kích thước hạt lớn hơn kích thước mắt của lưới lọc) để không bị đọng và bít mặt lưới thì còn có chức năng nghiền bằng cách cắt các mảnh thịt củ nưa ở tốc độ khuấy trên. Ngoài ra, trên nắp nghiền chúng tôi bổ sung cửa đưa/hồi lưu dung dịch ethanol/nước tách riêng cửa đưa củ để củ đi xuống mà dung dịch không bắn lên nhưng lại dễ tháo lắp để làm sạch; thiết kế tăng thể tích buồng nghiền phía trên thớt nghiền để khắc phục nhược điểm khi tốc độ nghiền cao và thể tích hồi lưu dung dịch lỏng - rắn lớn thì tạo dòng dung dịch quay ly tâm lớn leo quanh buồng nghiền lên tận nắp làm giảm thể tích hữu dụng của buồng nghiền cũng như thiết kế cửa đáy sát ống hút hồi lưu và bơm lỏng - rắn ra để giảm thể tích chết.

Thiết bị nghiền ướt được chế tạo lại có thể tích buồng nghiền thô (hình 2) trên thớt nghiền 40 lít, thể tích buồng nghiền dưới thớt trên lưới là 80 lít; sử dụng động cơ nghiền đồng trục thô cho cả cánh cắt khuấy, 3 pha công suất 11 kW, tốc độ quay tới 2000 vòng/phút; bơm dung dịch nghiền tuần hoàn động cơ 1 pha công suất 0,37 kW.



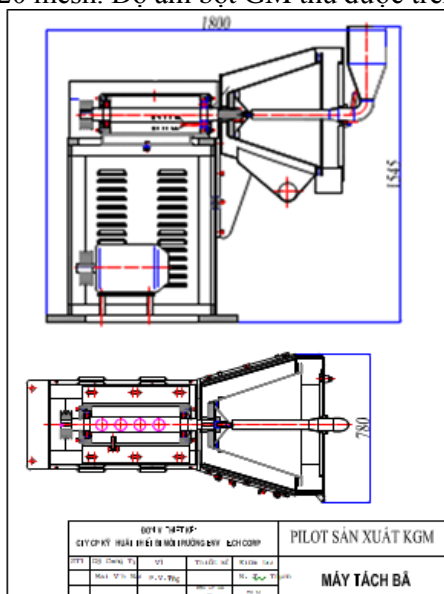
**Hình 1.** Thiết kế tổng thể thiết bị nghiền ướt sau cải tiến

**Hình 2.** Cấu tạo bên trong buồng nghiền trên của thiết bị nghiền ướt sau cải tiến

3.1.3. Thiết bị phân ly ly tâm ngang

Thiết bị phân ly sử dụng đầu phun hỗn hợp lỏng – rắn trực tiếp lên mặt bích quay của thiết bị tách ly tâm ngang (hình 3 và 4) và lưới lọc chất rắn bằng nhựa có kích thước lưới cố định nằm trên mặt ly tâm loa ra phía ngoài nên khi dòng hỗn hợp lỏng – rắn được tách đủ lớn sẽ tạo dòng chất lỏng là dung dịch ethanol/nước chảy trên bề mặt chất rắn là GM nằm trên lưới lọc kéo theo các hạt GM có kích thước lớn hơn lưới lọc nằm lại trên lưới lọc sẽ bị đẩy dần ra phía mép ngoài lưới lọc theo dòng chảy của dung dịch ethanol/nước bằng lực ly tâm hoặc đi qua lớp bột nằm trên mặt lưới lọc, sau đó sẽ rơi xuống bể hứng. Lưới lọc đầu tiên sử dụng có kích thước lưới 120 mesh (kích thước hạt 125  $\mu\text{m}$ ) nên các hạt thô và mảnh củ (nếu còn) có kích thước trên 120 mesh lọt qua lưới của thiết bị phân ly ly tâm ngang nằm ở phía trên lưới lọc và được loại ra. Phần này được thu và đưa trở lại Thiết bị nghiền - tinh chế vì có kích thước hạt trên 120 mesh.

Phần chính của pha lỏng có dung dịch ethanol/nước và các hạt GM có kích thước nhỏ hơn lưới lọc sẽ đi qua lớp hạt GM có kích thước lớn hơn lưới lọc, được thu theo đường khác. Phần dịch lỏng - rắn này được thu, đưa trở lại tách ly tâm sử dụng lưới lọc kích thước nhỏ nhất có thể nhưng để pha lỏng chủ yếu là dung dịch ethanol/nước và các hạt GM có kích thước rất nhỏ có dòng đủ lớn để đẩy hạt bột trượt ra ngoài theo dòng chảy bằng lực ly tâm và thoát được qua lớp hạt bột đọng trên lưới lọc. Thực nghiệm tối ưu công nghệ cho thấy sử dụng lưới kích thước 170 mesh tương đương kích thước hạt 88  $\mu\text{m}$  là phù hợp nhất để thu phần chính là bột GM ẩm (thô hoặc tinh chế) kích thước hạt từ 88-125  $\mu\text{m}$  làm sản phẩm chính ở phía trên lưới lọc. Phần dịch lỏng có lượng nhỏ bột GM kích thước dưới 170 mesh được thu và tận dụng quay lại làm dung môi nghiền của nua lần đầu. Khi cần thu hạt GM có kích thước khác nhau thì chỉ cần thay đổi loại lưới lọc với kích thước phù hợp. Thiết bị được tiến hành lọc liên tục bằng cách bơm trực tiếp dịch lỏng - rắn thu từ đáy thiết bị nghiền hoặc lọc gián đoạn khi đổ hỗn hợp lọc qua phễu. Nhược điểm của thiết bị đã chế tạo là khi dòng hỗn hợp lỏng – rắn cần tách được bơm không đủ lớn sẽ không tạo dòng chất lỏng dung dịch ethanol/nước chảy trên bề mặt chất rắn là bột glucomannan nằm trên lưới lọc nên không kéo các hạt GM khỏi bề mặt lưới lọc; bột GM không bị đẩy ra phía ngoài theo dòng chảy gây mất cân đối trên mặt bích quay của thiết bị tách ly tâm. Thiết bị được thiết kế lại có thông số kỹ thuật là thể tích cụm thùng chứa 90 lít, động cơ 3 pha công suất 5,5 kW, kích thước lưới lọc nhựa trên mặt phễu ly tâm bằng inox là 170 mesh và 120 mesh. Độ ẩm bột GM thu được trên lưới lọc sau khi ly tâm có độ ẩm 25 - 32%.



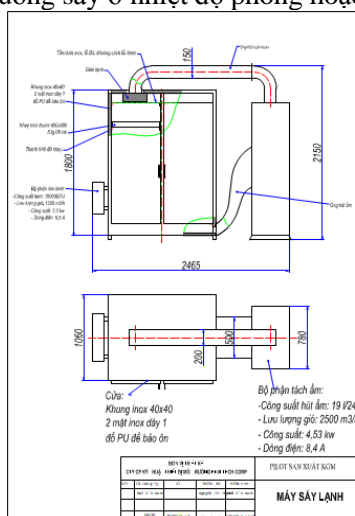
**Hình 3.** Thiết kế tổng thể thiết bị phân ly ly tâm ngang



**Hình 4.** Cấu tạo bên trong buồng phân ly của thiết bị phân ly ly tâm ngang

### 3.1.4. Thiết bị sấy lạnh

Dựa trên nguyên tắc sấy lạnh, khi luồng khí độ ẩm bão hòa rất thấp do được ngưng tụ hơi nước ở 10°C đi qua buồng gia nhiệt (40° - 50°C) rồi đi vào thiết bị sấy thì khí khô ở nhiệt độ không cao này sẽ kéo hơi ẩm khỏi bột nưa mà không làm nâu hóa bột nưa ẩm trong quá trình sấy với thời gian dài. Thời gian sấy phụ thuộc độ ẩm ban đầu và nhiệt độ buồng sấy. Với thiết kế kích thước nhỏ 400 x 400 x 330 mm ban đầu của thiết bị sấy lạnh có 2 khay sấy (kiểu tủ sấy nóng), sấy bột nưa có độ ẩm cao trên dưới 30% và độ dày lớp bột nưa sấy khoảng 1cm thì thời gian sấy lạnh đã kéo dài 10 – 12 giờ/mẻ ở nhiệt độ phòng. Để rút ngắn thời gian sấy mỗi mẻ nguyên liệu bột nưa, chúng tôi thiết kế thiết bị sấy lạnh lớn hơn với nhiều khay sấy hơn và giảm độ dày lớp bột nưa ẩm được sấy, dàn đều và mỏng dưới 1 cm. Thiết bị sấy lạnh được chế tạo lại có thông số kỹ thuật là 2 buồng sấy với số lượng 18 khay sấy kích thước 900 mm x 600 mm, nhiệt độ tạo khí khô từ 5°C – 30°C và buồng sấy ở nhiệt độ phòng hoặc thấp hơn 40° (hình 5 và 6). Độ ẩm sau sấy đạt tới 8,5%.



Hình 5. Thiết kế tổng thể thiết bị sấy lạnh



Hình 6. Cấu tạo bên trong thiết bị sấy lạnh

## 4. Kết luận

Chúng tôi đã cải tiến thiết kế và chế tạo thành công dây chuyền sản xuất glucomannan loại tinh chế với hàm lượng glucomannan trên 80%; bao gồm các thiết bị rửa - bóc vỏ được cải tiến với các lô rửa với lồng nhựa và lồng kim loại phù hợp cho quá trình rửa và bóc vỏ củ nưa, nâng năng suất xử lý từ 540 kg củ/ngày lên 800 kg củ/ngày, thiết bị nghiền ướt (năng suất tối đa 1.000 kg củ/ngày) có cánh khuấy giúp chất rắn không bị đọng và bít mặt lưới, thiết bị phân ly ly tâm ngang sử dụng lưới lọc có kích thước mắt lưới tối ưu là 170 mesh (năng suất tối đa 300 kg củ/ngày) và thiết bị sấy lạnh có hai buồng sấy đồng thời đã khảo sát độ dày lớp bột giúp giảm thời gian mỗi mẻ sấy (năng suất tối đa 300 kg củ/ngày) cho quy mô tối đa của toàn dây chuyền là 200 kg nguyên liệu củ nưa loài *krausei*/ngày (ca làm việc 8 giờ). Các sản phẩm bột GM tinh chế sản xuất trên dây chuyền được chúng tôi chế tạo bước đầu cho kết quả khả quan với hàm lượng glucomannan trong bột GM tinh chế trên 80% và có thể sử dụng trong công nghiệp dược.

## Lời cảm ơn

Các tác giả cảm ơn đề tài mã số KHCN-TNB/14-19/C21 thuộc Chương trình Tây Nam Bộ và dự án Đầu tư xây dựng PTN chuyên ngành hóa dược đã hỗ trợ để thực hiện nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] V. C. Vo, *An Giang medicinal plants*, An Giang Science and Technology Committee, 1991, p. 309.

- 
- [2] N. H. Le, *Final report of the grant "Research on growing and developing methods for some species of Amorphophallus (Amorphophallus Blume ex Decne) and technological process technology for glucomannan manufacture in the Central Highlands"*, Grant number TN3 / C11, the Central Highlands Program 3, 2015.
- [3] P. Y. Liu, *Konjac*. China Agriculture Press, Beijing, 2004, 134 pp.
- [4] M. Chua, T. C. Baldwin, T. J. Hocking, and K. Chana, "Traditional uses and potential health benefits of Amorphophallus konjac K. Koch ex N.E.Br.," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 128, pp. 268-278, 2010.
- [5] Y.-Q. Zhang, B.-J. Xie, and X. Gan, "Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives," *Carbohydrate Polymers*, vol. 60, pp. 27-31, 2005.
- [6] T. Tien, H. Huan, N. M. Quang, and N. V. Du, "Research component and distribution of species Amorphophallus spp. with tubers containing glucomannan in the northern mountain provinces of Vietnam," *Journal of forestry science and technology*, no. 5, pp. 119-125, 2017.
- [7] T. H. Nguyen, T. H. Duong, V. M. K. Nguyen, and C. H. Nguyen, "Effects of plant conditions and density on growth and development of Nua tubers in the Central Highlands," *Vietnam Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 61, no. 8, pp. 59-60, 2017.
- [8] Oshashi, *Clarified Konjac Glucomannan*, United State Patent, no. 3973008, 2000.
- [9] A. Ohtakara, "Browning of Sliced Tubers of Konjak (Amorphophallus konjac) and Properties of Polyphenoloxidase," *Eiyo To Shokuryo*, vol. 25, no. 9, pp. 709-714, 1972, doi: 10.4327/jsnfs1949.25.709.
- [10] N. T. An, D. T. Thien, N. T. Dong, P. L. Dung, and V. D. Nguyen, "Isolation and characteristics of polysacchride from Amorphophallus corrugatus in Vietnam," *Carbohydrate Polymers*, vol. 84, pp. 64-68, 2011.
- [11] T. T. Do, T. T. Lai, V. M. K. Nguyen, M. H. Le, V. T. Tran, H. V. Nguyen, and N. H. Le, "Comparison of laboratory processes for producing Glucomannan flours from *amorphophallus* plant in Vietnam and their characterization," *Part 1. Proceedings of scientific workshop on "Progress and trends in science and technology" commemorating 10 years of partnership between the Vietnam Academy of Science and Technology and the Russian foundation for basic research*, 2016.