

CÁC TÍNH CHẤT LÝ HÓA CỦA BỘT GLUCOMANNAN TÁCH CHIẾT TỪ CỦ NƯA – *AMORPHOPHALLUS PAEONIIFOLIUS* TRỒNG TẠI THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Thị Hoài¹, Trần Thị Văn Thi², Lê Trung Hiếu², Võ Thị Mai Hương²

(1) Trường Đại học Y Dược Huế

(2) Trường Đại học Khoa học Huế

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Các loài nưa thuộc chi *Amorphophallus* sp, có nhiều tác dụng tốt như giảm nguy cơ gây béo phì, đái tháo đường, tăng lipid máu và tăng cholesterol máu. Thông báo này là kết quả nghiên cứu về hàm lượng và một số tính chất lý hóa của bột glucomannan tách chiết từ loài nưa trồng ở Thừa Thiên Huế. **Đối tượng nghiên cứu:** Thân rễ loài nưa được trồng ở xã Quảng Thọ, huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế, có tên khoa học là loài *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst) Nicolson (nưa chuông) – Họ Ráy Araceae. **Phương pháp nghiên cứu:** Xác định các hàm lượng và các tính chất lý hóa bằng nhiều phương pháp phối hợp như sử dụng enzyme, hóa học, hóa lý, phương pháp phổ, khuếch tán trên đĩa thạch, phân tích tia laser. **Kết quả:** Đã xác định được hàm lượng tinh bột, hàm lượng glucomannan, các thông số hóa lý và các chỉ tiêu vi sinh vật của bột glucomannan nghiên cứu. **Kết luận:** Từ các kết đạt được đã xây dựng được tiêu chuẩn chất lượng bột glucomannan thành phẩm chiết xuất từ loài nưa trồng ở Thừa Thiên Huế.

Từ khóa: Glucomannan, tinh bột, β -amylase.

Abstract

THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GLUCOMANNAN FLOUR OF *AMORPHOPHALLUS PAEONIIFOLIUS* CULTIVATED IN THUA THIEN HUE

Nguyen Thi Hoai¹, Tran Thi Van Thi², Le Trung Hieu², Vo Thi Mai Huong²

(1) Hue University of Medicine and Pharmacy

(2) Hue University of Science

Background: There are many beneficial effects such as reducing the risk of obesity, diabetes, hyperlipidemia and hypercholesterolemia from *Amorphophallus* sp. This reports are research results of physicochemical properties of glucomannan flour from tubers of *Amorphophallus paeoniifolius* cultivated in Thua Thien Hue. **Materials:** Glucomannan flour from tubers of *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst) Nicolson – Araceae cultivated in Thua Thien Hue. **Method:** Identify the quantity and physicochemical properties by many methods such as using enzymes, chemistry, physical chemistry, spectroscopic methods, laser analysis. **Results:** Identified starch and glucomannan quantity, physicochemical properties and indicators of microbiological of glucomannan flour. **Conclusion:** From the achieved results set up quality standards of glucomannan flour from tubers of *Amorphophallus paeoniifolius* cultivated in Thua Thien Hue.

Key words: Glucomannan, starch, β -amylase.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, nưa có khoảng 25 loài, phân bố rải rác ở một số vùng miền. Thừa Thiên Huế là một

trong những địa phương có trồng nưa nhiều trong cả nước. Nưa ở Thừa Thiên Huế được xác định là loài *Amorphophallus paeoniifolius*. Các loài nưa

- Địa chỉ liên hệ: Nguyễn Thị Hoài, email: hoai77@gmail.com

DOI: 10.34071/jmp.2013.6.14

- Ngày nhận bài: 7/12/2013 * Ngày đồng ý đăng: 16/12/2013 * Ngày xuất bản: 15/1/2014

thuộc chi *Amorphophallus* sp., được sử dụng từ xa xưa trong y học cổ truyền Trung Quốc và ngày nay đã trở thành một loại thực phẩm chức năng phổ biến không chỉ tại các nước châu Á (Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản) mà còn ở châu Âu và ở Mỹ. Bột từ loài nưa *Amorphophallus konjac* đã qua chế biến và bán trên thị trường được gọi là Konjac Glucomannan được sử dụng để giải độc, ức chế khối u, điều trị bệnh hen, ho, thoát vị, đau ngực, chữa bỏng, các rối loạn huyết học, rối loạn sắc tố da và được dùng làm thực phẩm chức năng có tác dụng giảm nguy cơ gây béo phì, đái tháo đường, tăng lipid máu và tăng cholesterol máu [3]. Glucomannan là polymer thiên nhiên có nhiều tính chất đặc trưng như tạo dung dịch có độ nhớt cao, tạo gel ổn định, không độc... nên còn được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác [8].

Nghiên cứu trước đây của chúng tôi đã công bố về thành phần hóa học, cấu trúc và tác dụng của bột glucomannan tách chiết từ loài này [6], [9]. Thông báo này là kết quả nghiên cứu tiếp theo về hàm lượng và một số tính chất lý hóa của bột glucomannan tách chiết từ loài nưa trồng ở Thừa Thiên Huế.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng: Thân rễ loài nưa được trồng ở xã Quảng Thọ, huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế. Mẫu nguyên liệu (thân rễ, cành, lá và hoa) được PGS. TS. Trần Văn Ôn, bộ môn Thực vật Dược, Trường Đại học Dược Hà Nội giám định tên khoa học là loài *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst) Nicolson (nưa chuông) – Họ Ráy Araceae.

2.2. Hóa chất và thiết bị: acid trifluoroacetic (TFA), H₂SO₄ đậm đặc, phenol, pyridine, toluene, CH₃COOH, EtOH 96^o, EtOH tuyệt đối, MeOH, *n*-butanol, acetone, ethyl acetate, HCl, CHCl₃, CuSO₄.5H₂O, kalinatritartrate, CH₃COOH, acid citric, Al₂(SO₄)₃, enzyme α -amylase (Sigma). Nước cất, NaCl khan, NaCH₃COO.H₂O. MgSO₄ khan. Dung dịch axit acetic 1% trong ACN. Bột làm sạch PSA (primary secondary amine). Dung dịch nội chuẩn Pentachloronitrobenzene.

Thiết bị máy móc: máy khuấy từ, cân điện tử hiện số Satorius (độ chính xác 10⁻² g), cân phân tích điện tử hiện số Satorius (độ chính xác 10⁻⁴ g), máy đo cộng hưởng từ NMR, máy đo phổ hồng

ngoại FT-IR, tủ sấy Memmert UNB 400, hệ thống GC-MS-HP-6890. Lò nung, máy vortex, máy ly tâm lạnh, máy cô quay chân không có làm lạnh. Máy phân tích kích thước hạt bằng tia laze SALD-2101 (Shimadzu- Nhật Bản).

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Chiết tách bột Glucomannan

Củ nưa được rửa sạch đất cát, cắt nhỏ và xay với nước thành bột nhão. Bột nhão được thêm nước, lọc, vắt bỏ phần bã và thu dịch nước. Để dịch nước qua đêm, bột thô lắng dưới đáy. Gạn bỏ phần nước và dịch huyền phù phía trên, thu lấy phần bột. Sau đó lại thêm nước vào bột thô, khuấy đều, để lắng qua đêm. Lấy phần bột thô lắng, sấy khô (là bột được đưa vào nghiên cứu).

2.3.2. Phương pháp tinh chế loại tinh bột

- **Định tính tinh bột trong bột glucomannan bằng phản ứng thủy phân với xúc tác enzyme α -amylase:** Thực hiện phản ứng thủy phân bột glucomannan phân tán trong nền thạch đã nhuộm màu trên đĩa petri với xúc tác enzyme α -amylase (Sigma). Mẫu đối chứng là tinh bột tinh khiết phân tán trong nền thạch đã nhuộm màu trên đĩa petri ở cùng điều kiện.

- **Loại tinh bột trong bột glucomannan bằng phản ứng thủy phân với xúc tác enzyme α -amylase:** Sử dụng enzyme α - amylase (Sigma) làm xúc tác thủy phân tinh bột có trong mẫu ở điều kiện hoạt động của enzyme, có sử dụng máy khuấy từ. Mẫu sau đó lọc gạn nhiều lần, thử dịch lọc bằng thuốc thử Fehling. Thực hiện nhiều lần đến khi không còn đường khử tạo thành.

2.3.3. Phương pháp định tính và định lượng bột glucomannan trước và sau khi tinh chế

- Định tính bằng phổ IR

- Định lượng thành phần khoáng: sử dụng phương pháp ICP-MS và AAS.

- Định lượng thành phần protein: sử dụng phương pháp Kjeldahl.

- Định lượng thành phần tinh bột bằng enzym.

Nguyên tắc:

+ Tổng lượng polysaccharide có khả năng phân tán trong nước gồm tinh bột và glucomannan được xác định bằng phương pháp phenol- acid sulfuric.

+ Sử dụng enzyme α - amylase (Sigma) làm xúc tác thủy phân tinh bột có trong mẫu ở điều kiện hoạt động của enzyme, có sử dụng máy khuấy từ. Điều kiện ủ: nhiệt độ ủ: 5 °C, thời gian ủ: 6 giờ để cơ chất phân tán đều trên nền thạch.

Điều kiện phản ứng: 35 – 37 °C ở pH = 7 (trong dung dịch đệm KH_2PO_4 : K_2HPO_4 , thời gian phản ứng: 48 giờ, nồng độ enzyme α -amylase: 0,1 gam/1gam mẫu).

+ Xác định lượng tinh bột đã bị thủy phân: bằng cách định lượng đường khử tạo thành theo phương pháp Bectoran - Luxisun. Nồng độ dịch thủy phân: 25 g bột glucomannan/l. Sau khi tiến hành thủy phân lần thứ nhất, phần mẫu chưa thủy phân được tách ra, bổ sung enzyme và tiếp tục thực hiện phản ứng thủy phân. Lặp lại cho đến khi nào phản ứng không còn xảy ra nữa.

+ Định tính lại glucomannan sau tinh chế bằng phổ IR và phổ $^1\text{H-NMR}$.

+ Hàm lượng glucomannan được xác định bằng phương pháp phenol- acid sulfuric. và so sánh với kết quả tính từ tổng lượng polysaccharide có khả năng phân tán trong nước trừ đi hàm lượng tinh bột.

2.3.4. Các phương pháp xác định các tính chất của bột glucomannan:

- Phương pháp khối lượng để xác định độ ẩm [4].
- Phương pháp trắc quang tạo màu với hỗn hợp phenol-acid sulphuric, dung dịch tạo thành có độ hấp thụ cực đại tại bước sóng $\lambda = 490 \text{ nm}$ để xác định hàm lượng carbohydrate [5].

- Phương pháp Kjeldahl xác định hàm lượng nitơ tổng [4].

- Tro hóa mẫu bằng nhiệt ở 525 °C. Sau đó xác định hàm lượng tro bằng phương pháp khối lượng [4].

- Xác định các chỉ tiêu vi sinh vật: Theo TCVN 4884: 2005 (ISO 4833:2003) (Xác định vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi. Phương pháp định lượng vi sinh vật trên đĩa thạch và kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 30°C).

- Xác định dư lượng hoá chất thuốc bảo vệ thực vật [3]: Mẫu được chiết trong dung dịch axit acetic 1% trong Acetonitril (ACN), MgSO_4 , NaCl và CH_3COONa . Mẫu được làm sạch tốt bởi cột chiết tách pha rắn và định lượng trên thiết bị sắc ký khí với các detector MS, FPD, ECD. Giới hạn phát hiện của phương pháp > 0,01mg/kg.

- Phương pháp xác định kích thước hạt: bằng máy phân tích kích thước hạt bằng tia laser SALD-2101 (Shimadzu- Nhật Bản). Nguyên lý hoạt động: Sự tương tác năng lượng của tia laser với vật chất được phân tán trong dung dịch trong

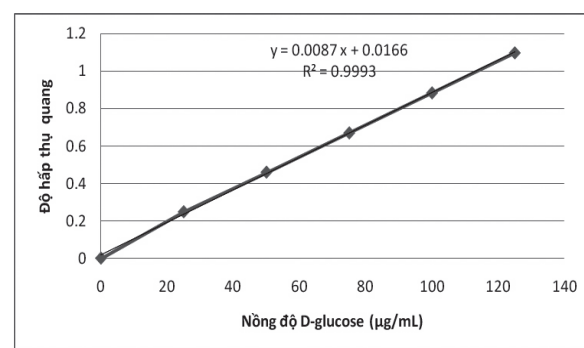
binh khuấy sẽ làm thay đổi tính chất nhiễu xạ của chùm tia đó. Theo dõi sự thay đổi để xác định kích thước của vật liệu cần đo cỡ hạt.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Tinh chế và xác định hàm lượng glucomannan trong bột glucomannan

3.1.1. Hàm lượng carbohydrate tổng số

Xây dựng đường chuẩn: Đường chuẩn được xây dựng trong khoảng nồng độ 0 - 125 $\mu\text{g/mL}$. Độ tuyến tính của mật độ quang của các dung dịch D-glucose chuẩn với nồng độ sau khi xử lý bằng phenol-acid sulfuric được chỉ ra ở hình 1. Hệ số tương quan R đạt yêu cầu: $0,995 \leq R \leq 1$ hay $0,99 \leq R^2 \leq 1$.



Hình 1. Đường hồi quy tuyến tính biểu diễn sự phụ thuộc của mật độ quang vào nồng độ D-glucose

Hàm lượng carbohydrate tổng số: được xác định bằng phương pháp phenol-acid sulfuric. Kết quả được trình bày ở bảng 1.

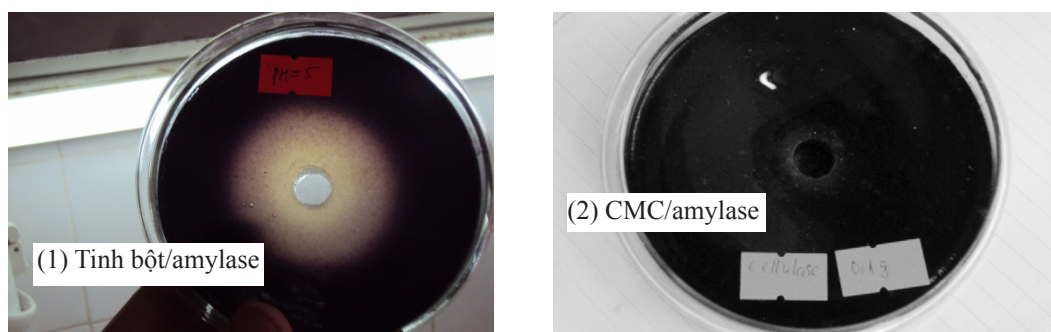
Bảng 1. Hàm lượng carbohydrate tổng số

TN	Carbohydrate tổng (%)	Carbohydrate tổng trung bình $\pm \varepsilon$ (%)
1	94,50	94,40 $\pm$ 0,17
2	94,20	
3	94,50	

Hàm lượng carbohydrate được xác định bằng phương pháp trắc quang, thu được kết quả hàm lượng carbohydrate tổng là $94,40 \pm 0,17\%$ ($P = 0,95$, $n=3$). Kết quả trên cho thấy trong bột glucomannan chứa chủ yếu là carbohydrate, phần tạp chất còn lại rất bé.

3.1.2. Tính chất đặc hiệu của enzyme đối với tinh bột

Tiến hành thủy phân có xúc tác enzyme α -amylase tinh khiết (Sigma) trên đĩa petri với cơ chất lần lượt là tinh bột (có liên kết α -glucoside) và CMC (có liên kết β -glucoside). Kết quả thể hiện trên hình 2.



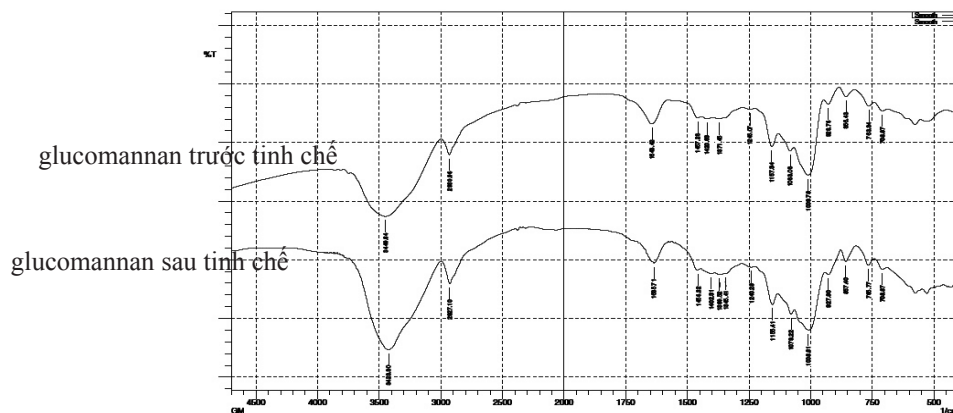
Hình 2. Kết quả thủy phân có xúc tác enzyme α-amylase trên đĩa petri với cơ chất khác nhau:

(1) Cơ chất là tinh bột; (2) Cơ chất là CMC

Hình 2 cho thấy enzyme α-amylase chỉ xúc tác cho phản ứng thủy phân tinh bột mà không thủy phân CMC.

3.1.3. Định tính và định lượng tinh bột và glucomannan trong bột glucomannan trước

và sau khi tinh chế: Với phương pháp tinh chế glucomannan từ bột glucomannan được trình bày ở mục 2.2.3, kết quả định tính bằng phổ hồng ngoại của glucomannan trước và sau khi đã tinh chế được trình bày ở hình 3.



Hình 3. Phổ hồng ngoại của glucomannan trước và sau khi đã tinh chế

Kết quả ở hình 3 cho thấy phổ hồng ngoại của glucomannan trước và sau tinh chế có sự tương đồng, chứng tỏ cấu trúc của glucomannan tan thu được sau quá trình tinh chế hầu như không thay đổi so với glucomannan ban đầu, chỉ có sự khác biệt

là pic 867 cm^{-1} đặc trưng cho liên kết α-glucoside không còn. Điều này là hợp lý vì pic này đặc trưng cho tinh bột và đã bị loại đi sau khi loại tinh bột.

Kết quả xác định hàm lượng tinh bột trong bột glucomannan được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Hàm lượng tinh bột trong bột glucomannan trước và sau khi đã tinh chế

Lần thủy phân	Hàm lượng tinh bột (%)	
	Trước tinh chế	Sau tinh chế
1	5,49	Sản phẩm sau thủy phân không phát hiện được bằng thuốc thử Fehling và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
2	1,29	
3	0,84	
4	0,32	
5	0,10	
6	Sản phẩm sau thủy phân không phát hiện được bằng thuốc thử Fehling và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	
Tổng	8,04	Nhỏ hơn giới hạn phát hiện được của phương pháp

Như vậy có thể thấy rằng sau tinh chế, mẫu thu được không còn có chứa tinh bột, hay nếu có thì ở giá trị rất bé, nhỏ hơn giới hạn phát hiện của phương pháp.

Định lượng glucomannan

(a) Trước khi tinh chế

- Hàm lượng tổng polyose (carbohydrate) xác định bằng phương pháp phenol-acid sulfuric- trắc quang (bao gồm tinh bột và glucomannan): $94,40 \pm 0,17$ (%)

- Hàm lượng tinh bột: 8,04%

- Hàm lượng glucomannan xác định bằng phương pháp thừa trừ: $94,40 - 8,04 = 86,36\%$

(b) Sau khi tinh chế: Hàm lượng tổng polyose (carbohydrate) xác định bằng phương pháp phenol-acid sulfuric- trắc quang: $97,24 \pm 0,24$ (%). Hàm lượng tinh bột: sau khi thủy phân, không phát hiện được bằng thuốc thử Fehling và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Do đó hàm lượng glucomannan xác định bằng phương pháp thừa trừ theo phương pháp này: $97,24 \pm 0,24$ (%). Sau khi loại hoàn toàn tinh bột và các tạp chất là những chất tan được trong nước, bột glucomannan sau quá trình thủy phân thu được là glucomannan tương đối tinh khiết.

3.1.4. Các thông số hóa lý và một số chỉ tiêu của bột glucomannan thành phẩm

Bột glucomannan thành phẩm thu được sau

Bảng 3. Hàm lượng một số kim loại nặng và SO_2 trong bột glucomannan thành phẩm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Phương pháp xác định	Kết quả
1	Hàm lượng Hg	mg/kg	AOAC 971.21 (2010)	KPH (<0,05)
2	Hàm lượng As	mg/kg	AOAC 986.15 (2010)	KPH (<0,05)
3	Hàm lượng Pb	mg/kg	AOAC 999.11 (2010)	KPH (<0,05)
4	Hàm lượng Cd	mg/kg	AOAC 999.11 (2010)	KPH (<0,05)
5	Hàm lượng SO_2	mg/kg	PK2-F06	KPH (<0,05)

Ghi chú: KPH: Không phát hiện (giới hạn của phương pháp là $\geq 0,05$ mg/kg).

Trong bột glucomannan thành phẩm, hàm lượng các kim loại nặng và SO_2 nhỏ hơn giới hạn cho phép trong thực phẩm theo quy định 46/2007 QĐ-BYT của Bộ Y tế ban hành ngày 19/12/2007. Hàm lượng các nguyên tố này cũng đều nằm trong giới hạn cho phép của WHO về độ an toàn của các

quá trình chiết xuất đã được đánh giá các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm.

3.1.4.1. Độ ẩm:

Thành phẩm bột glucomannan có độ ẩm trung bình là $8,11 \pm 0,25\%$ ($P = 0,95$, $n = 3$), giá trị hàm khô là $100,00 - 8,11 = 91,89\%$ tính trên nguyên liệu khô thường.

3.1.4.2. Hàm lượng nitơ tổng số:

Hàm lượng nitơ tổng số trung bình là $1,21 \pm 0,15\%$ ($P = 0,95$, $n = 3$). Hàm lượng protein trung bình trong mẫu nguyên liệu là $1,21 \times 5,7$; tức là khoảng $6,90 \pm 0,86\%$ ($P = 0,95$, $n = 3$), trong đó 5,7 là hệ số chuyển đổi từ nitơ sang protein thực vật [4].

3.1.4.3. Hàm lượng tro:

Độ tro trung bình của mẫu bột glucomannan là $1,12 \pm 0,01\%$ ($P = 0,95$, $n = 3$), như vậy hàm lượng chất khoáng trong mẫu bột glucomannan rất thấp.

3.1.4.4. Định lượng các kim loại nặng trong muối khoáng và SO_2

Kết quả xác định hàm lượng một số kim loại nặng và SO_2 trong mẫu nghiên cứu được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Hàm lượng một số kim loại nặng và SO_2 trong bột glucomannan thành phẩm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Phương pháp xác định	Kết quả
1	Hàm lượng Hg	mg/kg	AOAC 971.21 (2010)	KPH (<0,05)
2	Hàm lượng As	mg/kg	AOAC 986.15 (2010)	KPH (<0,05)
3	Hàm lượng Pb	mg/kg	AOAC 999.11 (2010)	KPH (<0,05)
4	Hàm lượng Cd	mg/kg	AOAC 999.11 (2010)	KPH (<0,05)
5	Hàm lượng SO_2	mg/kg	PK2-F06	KPH (<0,05)

Ghi chú: KPH: Không phát hiện (giới hạn của phương pháp là $\geq 0,05$ mg/kg).

kim loại nặng có trong dược liệu [10].

3.1.4.5. Xác định các chỉ tiêu vi sinh vật và dư lượng hoá chất bảo vệ thực vật

Kết quả kiểm định các chỉ tiêu vi sinh vật và dư lượng hoá chất bảo vệ thực vật trong bột glucomannan được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả kiểm định các chỉ tiêu vi sinh vật và dư lượng hoá chất bảo vệ thực vật trong bột glucomannan

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả thử nghiệm
Các chỉ tiêu vi sinh vật**			
1	<i>Coliforms</i>	CFU/g	KPH
2	<i>E.coli</i>	CFU/g	KPH
3	<i>S.aureus</i>	CFU/g	KPH
4	<i>Cl. perfringens</i>	CFU/g	KPH
5	<i>Salmonella</i>	CFU/g	KPH/25g
Dư lượng hoá chất bảo vệ thực vật**			
1	Chlorpyrifos- methyl	mg/kg	KPH (<0,01)
2	Chlorpyrifos	mg/kg	KPH (<0,01)
3	Dichlorovos	mg/kg	KPH (<0,01)
4	Cypermethrin	mg/kg	KPH (<0,01)
5	Permethrin	mg/kg	KPH (<0,01)
6	Deltamethrin	mg/kg	KPH (<0,01)

Ghi chú: KPH: Không phát hiện; giới hạn phát hiện của phương pháp là $\geq 0,01$ mg/kg

** Theo Quy định của Bộ Y tế đối với thực phẩm chức năng (QĐ 46/2007 QĐ-BYT của Bộ Y tế ban hành ngày 19/12/2007)

Như vậy có thể thấy bột glucomannan thành phẩm không nhiễm các vi sinh vật kiểm định và dư lượng thuốc hoá chất bảo vệ thực vật nằm trong giới hạn không phát hiện được.

3.1.4.6. Phân tích kích thước hạt tinh bột

Nghiên cứu kích thước hạt bột glucomannan bằng phương pháp phân tích tia laze được làm 3 lần để xác định độ lặp lại. Kết quả cho thấy bột glucomannan có kích thước phân bố chủ yếu ở vùng 5 – 30 μm .

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả đã đạt được, tham khảo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với phụ gia thực phẩm - nhóm chế phẩm tinh bột (Số 01/2011/TT/BYT), đề xuất công bố tiêu chuẩn chất lượng cho sản phẩm bột glucomannan được chiết xuất từ loài

nưa (*Amorphophallus paeoniifolius*) thu hái tại Thừa Thiên Huế cụ thể bao gồm:

- Bột mịn, màu trắng đục
- Cỡ hạt 150-250 mesh ~ 50-100 μm (thực tế 5-30 μm)
- Hàm lượng polysaccarid tổng (polyose) đề xuất > 80% (thực tế 94,40 %)
- Hàm lượng glucomannan đề xuất > 80% (thực tế 86,36 %)
- Độ ẩm $\leq 10\%$ (thực tế: 8,11%)
- Arsenic $\leq 0,2$ mg/kg (thực tế < 0,05mg/kg)
- Chì ≤ 10 mg/kg (thực tế < 0,05mg/kg)
- Cadimi $\leq 0,4$ mg/kg (thực tế < 0,05mg/kg)
- Đạt các chỉ tiêu về vi sinh: Bột glucomannan nghiên cứu không nhiễm các vi sinh vật kiểm định.
- Dư lượng thuốc hoá chất bảo vệ thực vật nằm trong giới hạn không phát hiện.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh Thừa Thiên Huế, số 821/HĐ-SKHCN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tiến An (2011), Nghiên cứu thành phần hóa học, quy trình tách chiết, biến tính hóa học và khả năng ứng dụng của glucomannan từ củ một số loài nưa (*Amorphophallus* sp.-Araceae) ở Việt Nam, *Lược án Tiến sĩ Hóa học*, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.
2. AOAC 2007 (2007.01); AOAC 2007(998.01).
3. Alonso Sande M., Teijeiro Osorio D., Remunan Lopez C., Alonso M. J. (2009), *Glucomannan, a promising polysaccharide for biopharmaceutical purposes*, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 72, 453-462.
4. Bộ môn Hóa Hữu cơ (2011), *Bài giảng “Thực tập phân tích hữu cơ”*, Khoa Hóa, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.
5. Bao, X., Jinian FANG and Xiaoyu Li (2001), “Structural Characterization and Immunomodulating activity of a complex glucan from spores of *Ganoderma lucidum*”, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65(11), 2384-2391.
6. Nguyễn Thị Hoài, Trần Thị Văn Thi, Võ Thị Mai Hương, Đỗ Thị Thảo (2013), Độc tính cấp và tác dụng chống tăng glucose huyết của bột glucomannan tách chiết từ củ nưa *Amorphophallus paeoniifolius* trồng tại Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Dược liệu*, 18(6), 368-372.
7. Medhat Ibrahim, Moussa Alaam, Hanan El-Haes, Abraham F. Jalbout, Aned de Leon (2006), “Analysis of the structure and vibrational spectra of glucose and fructose”, *Eletica Quimica*, 31, 3.
8. Melinda Chua, Timothy C. Baidwin, Trevor J. Hocking, Kevin Chan (2010), *Traditional uses and potential health benefits of Amorphophallus konjac K.Koch ex N.E.Br*, Journal of Ethnopharmacology, 128, 268-278.
9. Trần Thị Văn Thi, Nguyễn Thị Hoài, Lê Trung Hiếu, Đặng Thị Quỳnh Anh, Trương Thế Khá (2012), *Nghiên cứu thành phần và cấu trúc bột glucomannan tách chiết từ củ nưa Amorphophallus paeoniifolius trồng tại Thừa Thiên Huế*, Tạp chí Hóa học, 50(5A), 141-145.
10. WHO monographs on selected medicinal plants (2002), 2, Geneva, 300-306.