

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA β -GLUCAN CẮT MẠCH BẰNG PHƯƠNG PHÁP BỨC XẠ LÊN CÁC CHỈ SỐ TĂNG TRỌNG VÀ SINH HÓA MÁU Ở CHUỘT NHẮT

Nguyễn Thành Long^{1,2}, Dương Hoa Xô³, Lê Quang Luân³

¹Công ty Vắcxin và Sinh phẩm Nha Trang

²Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 08.5.2016

Ngày nhận đăng: 20.8.2016

TÓM TẮT

Dung dịch huyền phù gồm 10% β -glucan không tan trong nước tách chiết từ thành tế bào nấm men được chiếu xạ bởi tia gamma từ nguồn Co-60 để cắt mạch. Chế phẩm β -glucan tan nước có khối lượng phân tử (KLPT) là 30,5; 24,9 và 10,8 kDa được chế tạo thành công từ các mẫu chiếu xạ ở các liều xạ tương ứng là 100, 200 và 300 kGy. Các chế phẩm β -glucan tan nước nói trên được thử nghiệm trên chuột nhắt để kiểm tra hiệu ứng của chúng đối với sự tăng trọng, hệ số tiêu tốn thức ăn và các chỉ tiêu sinh hóa trong máu. Kết quả sau 4 tuần thử nghiệm đã cho thấy tất cả các chế phẩm β -glucan tan nước chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma Co-60 đã có tác dụng thúc đẩy sự gia tăng thể trọng cũng như hiệu quả chuyển hóa thức ăn ở chuột khi cho uống bổ sung. Thêm vào đó, β -glucan chiếu xạ còn có tác dụng làm giảm hàm lượng của một số chỉ số sinh hóa máu ở chuột thử nghiệm như glucose, urea, protein toàn phần, triglyceride và cholesterol. Khi cho uống bổ sung 2 mg/con chế phẩm β -glucan tan nước có KLPT ~ 24,9 kDa chế tạo ở liều xạ 200 kGy đã có tác dụng làm gia tăng 16,1% thể trọng và giảm 13,3% hệ số tiêu tốn thức ăn ở chuột thí nghiệm. Kết quả xét nghiệm các chỉ số sinh hóa cũng cho thấy khi cho chuột uống bổ sung chế phẩm β -glucan nói trên cũng đã có tác dụng làm giảm hàm lượng đường, urea, protein toàn phần, triglyceride và cholesterol trong máu chuột lần lượt là 27,1; 67,3; 56,0; 57,4 và 51,5% so với hàm lượng tương ứng trong máu của chuột đối chứng. Như vậy β -glucan tan nước có KLPT thấp chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ là một loại nguyên liệu rất triển vọng ứng dụng trong sản xuất thực phẩm chức năng.

Từ khóa: β -glucan, β -glucan khối lượng phân tử thấp, cắt mạch, chỉ số sinh hóa máu, chiếu xạ gamma

MỞ ĐẦU

Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu hiệu ứng kích thích gia tăng hoạt tính miễn dịch của β -glucan tách chiết từ thành tế bào nấm men nói riêng và từ vi khuẩn, ngũ cốc, quả thể nấm nói chung (Brow *et al.*, 2003). β -glucan được ghi nhận là có khả năng củng cố các hoạt động miễn dịch không đặc hiệu, hỗ trợ kháng khối u, vi khuẩn, virus (Borchers *et al.*, 1999; Mantovani *et al.*, 2008; Methacanon *et al.*, 2011; Lei *et al.*, 2015). Điều này giúp β -glucan có hiệu quả cao trong việc giúp cho vết thương mau lành và chống nhiễm trùng sau khi bị thương hoặc phẫu thuật (Borchers *et al.*, 1999; Miura *et al.*, 2003; Zekovic *et al.*, 2005; Tominac *et al.*, 2010). Ngoài ra, β -glucan cũng giúp kích thích sự tạo máu, phục hồi đáng kể một lượng máu sau khi xạ trị (Vetvicka *et al.*, 2011); tăng cường các phản ứng nhu động ruột và giảm cholesterol, triglyceride

trong máu. Trong chăn nuôi, β -glucan cũng được sử dụng để bổ sung vào khẩu phần ăn vật nuôi nhằm tăng khả năng tiêu hóa và khả năng kháng bệnh cho chúng. Ở lợn, β -glucan chiết xuất từ nấm men được chứng minh là có khả năng kích thích sự tăng trưởng (Eicher *et al.*, 2006; Hahn *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2006; Zhou *et al.*, 2013). Theo Cox *et al.* (2010) và Moon *et al.* (2016), khi bổ sung glucan vào thức ăn hàng ngày của gà, khả năng tăng trưởng, tỷ lệ sống sót cũng như khả năng chuyển hóa thức ăn đều gia tăng.

Điều đáng lưu ý là phần lớn các sản phẩm β -glucan có khối lượng phân tử cao, thường không tan trong nước nên rất hạn chế trong việc ứng dụng và hoạt tính sinh học chưa cao khi sử dụng. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy rằng β -glucan có KLPT thấp trong khoảng từ 1 – 30 kDa, tan được trong nước thể hiện hoạt tính cao hơn so với các β -glucan cùng loại có KLPT cao (Lehmann *et al.*, 2000; Byun

et al., 2008; Sung *et al.*, 2009). Hiện nay, nhiều phương pháp biến tính cắt mạch chế tạo β -glucan (KLPT thấp) tan nước đã được nghiên cứu. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chủ yếu sử dụng các phương pháp thủy phân sử dụng enzyme đặc hiệu (Dallies *et al.*, 1998) hoặc một số tác nhân hóa học có khả năng oxy hóa mạnh để cắt mạch phân tử β -glucan (Ralet *et al.*, 1994; Moura *et al.*, 2011). Tuy nhiên, các phương pháp này đều có những hạn chế nhất định. Đối với phương pháp hóa học, β -glucan được cắt mạch bởi các chất có hoạt tính oxy hóa mạnh như H_2O_2 , HCl, ... (Ralet *et al.*, 1994; Kwiatkowski *et al.*, 2009). Điều này gây khó khăn cho việc kiểm soát quy trình cắt mạch và đặc tính sản phẩm (dễ phá vỡ cấu trúc vòng của phân tử β -glucan), phải tinh chế sản phẩm sau phản ứng, gây ô nhiễm môi trường... (Dallies *et al.*, 1998; Byun *et al.*, 2008). Phương pháp sinh học, sử dụng các enzyme (β -glucanase, cellulose, α -amylase,...) (Jeon *et al.*, 2000; Gamel *et al.*, 2014), có khả năng cắt tại những vị trí nhất định song hiệu suất phản ứng phụ thuộc nhiều vào nồng độ các loại enzyme, nồng độ β -glucan, hệ đệm, pH, nhiệt độ và thời gian phản ứng (Gamel *et al.*, 2012). Trong khi đó, chiếu xạ đã được chứng minh là một phương pháp hiệu quả trong việc cắt mạch polysaccharide nói chung và β -glucan nói riêng. Quá trình cắt mạch của polysaccharide chủ yếu là làm đứt các liên kết glycoside trong phân tử bởi các gốc tự do $\bullet OH$ hình thành trong quá trình chiếu xạ (Charlesby, 1981; Cho *et al.*, 2003). Phương pháp này có những ưu điểm như tiết kiệm năng lượng, không gian và nguyên liệu. Ngoài ra, phương pháp chiếu xạ còn có độ tin cậy cao do quá trình được kiểm soát một cách hữu hiệu và có thể dễ dàng điều chỉnh khối lượng phân tử thông qua liều chiếu. Sản phẩm thu được bằng phương pháp cắt mạch bức xạ thường có chất lượng cao và không cần phải tinh chế nhiều, tiết kiệm được chi phí, mang lại hiệu quả kinh tế cao, đồng thời thân thiện môi trường và dễ dàng triển khai ở quy mô công nghiệp. Mục tiêu của nghiên cứu là đẩy mạnh ứng dụng bức xạ và tận dụng nguồn phế thải rất lớn từ công nghiệp sản xuất bia, góp phần giảm ô nhiễm môi trường, để chế tạo β -glucan KLPT thấp tan nước có nhiều tính năng quý và tiềm năng ứng dụng cao trong chăn nuôi và công nghiệp thực phẩm.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

β -glucan được tách chiết từ thành tế bào nấm

men *Saccharomyces carlsbergensis*. Giống chuột sử dụng trong nghiên cứu thuộc dòng chuột nhắt trắng Swiss (4 tuần tuổi) được cung cấp bởi Viện Pasteur Thành phố Hồ Chí Minh.

Chế tạo β -glucan tan nước

β -glucan đã sấy khô được cho vào chai thủy tinh. Sau đó nước cất được cho thêm vào và khuấy đều để tạo hỗn hợp huyền phù β -glucan 10% (w/v). Ngâm trong qua đêm và khuấy đều trước khi chiếu xạ ở các liều 100, 200 và 300 kGy trên nguồn xạ gamma Co-60 BRIT 5000 (India) với suất liều 3 kGy/h, tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt. Mẫu β -glucan sau khi xử lý cắt mạch được ly tâm ở 11000 vòng/phút trong 20 phút để thu phần dịch nổi. Tủa dịch nổi bằng cồn tuyệt đối với tỷ lệ thể tích 9/1 (9 phần cồn + 1 phần dịch nổi) sau đó tiến hành ly tâm thu nhận phần kết tủa và sấy khô ở 60°C trong 5 giờ để thu nhận chế phẩm oligo- β -glucan tan nước.

Khảo sát hiệu ứng của β -glucan chiếu xạ trên chuột

Khi chuột được 4 tuần tuổi tiến hành cân trọng lượng, phân lô và bố trí thí nghiệm. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại bố trí 5 con (mỗi nghiệm thức gồm 15 con). Chuột được nuôi và cho ăn theo qui trình thường quy của Viện Sốt rét – Ký sinh trùng – Côn trùng Tp. Hồ Chí Minh. Hàng ngày cho chuột uống 100 μ l dung dịch β -glucan 2% (2 mg/con) chế tạo được bằng phương pháp chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau. Trong thí nghiệm khảo hiệu ứng của β -glucan theo nồng độ, chuột được cho uống 100 μ l dung dịch β -glucan chiếu xạ liều 200 kGy ở các nồng độ 1, 2, 30 và 4% (1, 2, 3 và 4 mg/con).

Xác định mức độ tăng trọng

Sau 28 ngày nuôi và chuột uống bổ sung chế phẩm của β -glucan chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau thì tiến hành cân tất cả các cá thể có mặt ở mỗi lô. Sau đó xác định mức độ tăng trọng (MĐTT) theo công thức sau:

$$\text{MĐTT(g/con)} = \frac{\text{Trọng lượng chuột sau 28 ngày cho ăn}}{\text{Trọng lượng chuột ban đầu}}$$

Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR)

Hệ số tiêu tốn thức ăn (là lượng thức ăn tiêu thụ cho 1 g tăng trọng) được tính như sau:

$$\text{FCR} = \frac{\sum \text{Lượng thức ăn tiêu tốn(g)}}{\sum \text{Tăng trọng(g)}}$$

Xác định các chỉ tiêu sinh hóa máu

Chuột sau khi nuôi và cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ ở các liều khác nhau được 28 ngày thì tiến hành lấy máu để xét nghiệm các chỉ số sinh hóa (Luan *et al.*, 2014). Máu được lấy ngẫu nhiên từ 3 con ở mỗi nghiệm thức. Các chỉ số sinh hóa máu bao gồm cholesterol toàn phần, triglyceride, protein toàn phần, glucose và urea được phân tích trên máy sinh hóa tự động Biosystem tại Viện Sốt rét - Ký sinh trùng - Côn trùng Tp. HCM.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiệu ứng của β -glucan chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau trên chuột

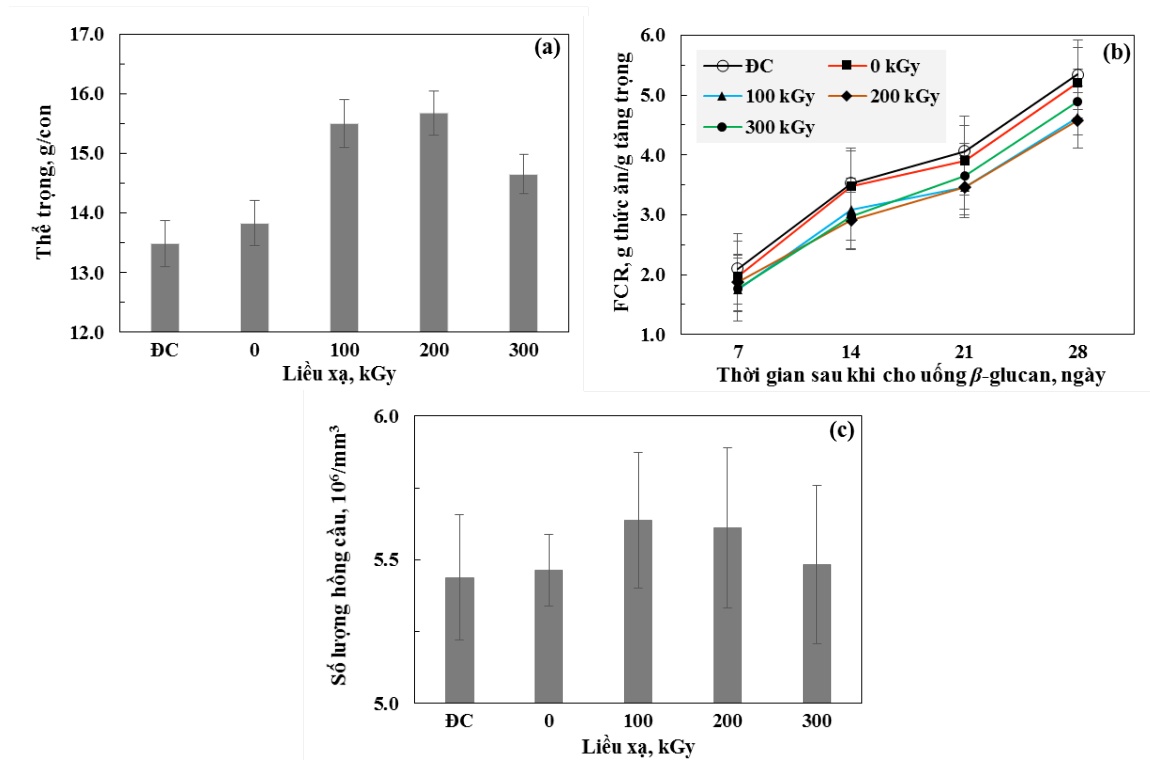
Theo nhiều nghiên cứu, β -glucan được biết đến như một yếu tố làm tăng hiệu suất trong chăn nuôi, bởi khả năng tăng cường sức đề kháng chống nhiễm các vi sinh vật, virus gây bệnh bằng cách tăng cường khả năng miễn dịch không đặc hiệu, gia tăng tốc độ tăng trưởng và giảm tỉ lệ chết ở vật nuôi. (Chae *et al.*, 2006; Hahn *et al.*, 2014; Moon *et al.*, 2016). Tuy nhiên hiệu quả của β -glucan phụ thuộc rất lớn vào KLPT của chúng và điều này đã được chứng minh bởi Bae *et al.* (2009). Thí nghiệm này được tiến hành nhằm xác định liều chiếu xạ phù hợp để tạo ra sản phẩm β -glucan có Mw thích hợp và hiệu ứng sinh học cao nhất.

Kết quả nhận được ở hình 1a cho thấy sau 28 ngày cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan, sự gia tăng trọng lượng của tất cả các cá thể chuột ở các nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ đều cao hơn so với chuột ở lô đối chứng cũng và lô chỉ cho uống β -glucan không chiếu xạ (hình 1a). Trong đó, hiệu ứng tăng trọng tốt nhất được ghi nhận ở các lô cho uống bổ sung β -glucan chiếu xạ liều 100 và 200 kGy với mức tăng thể trọng tương ứng là 14,9 và 16,1% so với đối chứng. Thêm vào đó, kết quả từ hình 1b cũng cho thấy khi cho chuột uống bổ sung β -glucan, hệ số tiêu tốn thức ăn ở các nghiệm thức đều giảm xuống, đặc biệt là ở các lô cho uống chế phẩm β -glucan chiếu xạ. Điều này cho thấy rằng β -glucan chiếu xạ đã có tác dụng tích cực đến quá trình hấp thu và chuyển hóa thức ăn ở chuột, giúp chuột tăng trọng tốt hơn với lượng thức ăn ít hơn. Các nghiệm thức cho uống bổ sung β -glucan chiếu xạ từ 100 và 200 kGy có hệ số tiêu tốn thức ăn tương ứng là 4,63 và 4,58 g thức ăn cho mỗi g tăng trọng, thấp hơn so với các nghiệm thức còn

lại. Ngoài ra, số lượng hồng cầu trong máu chuột sau 28 ngày cho uống bổ sung β -glucan chiếu xạ có sự tăng nhẹ từ 0,8 đến 3,7% (hình 1c) nhưng hầu như không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các lô thí nghiệm.

Dedeepiya *et al.* (2012) đã công bố tác dụng chữa trị các bệnh tiểu đường và mỡ máu của β -glucan tan nước tách chiết từ nấm men đen (*Aureobasidium pullulans*). Trong thí nghiệm này, tác động của β -glucan chiếu xạ đối với các chỉ tiêu sinh hóa máu ở chuột sau 28 ngày cho uống bổ sung cũng được khảo sát và kết quả nhận được trình bày ở bảng 1 cho thấy hàm lượng glucose trong máu chuột ở các nghiệm thức cho uống bổ sung β -glucan chiếu xạ đều giảm có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng glucose trong máu chuột được ghi nhận thấp nhất ở nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ ở liều 200 kGy, giảm 27,1 % (54,4 mg/dl) so với lô đối chứng. Thêm vào đó, hàm lượng triglyceride và cholesterol trong máu chuột ở các nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ các liều từ 100-300 kGy giảm so với các nghiệm thức còn lại (bảng 1). Trong đó, ở nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ ở các liều 200 và 300 kGy có hiệu quả tốt nhất trong việc giảm hàm lượng triglyceride (tương ứng là 121,0 và 108,3 mg/dl) và cholesterol (tương ứng là 105,9 và 102,5 mg/dl) trong máu chuột. Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Bae *et al.* (2009) khi cho chuột ăn bổ sung β -glucan rằng Mw của β -glucan giảm dần trong khoảng từ 1.400 kDa xuống còn 370 kDa thì độ tăng trọng ở chuột tăng dần trong khi hàm lượng mỡ, cholesterol toàn phần và triglyceride trong máu chuột lại giảm dần.

Kết quả nhận được từ bảng 1 cũng chỉ ra rằng khi cho chuột uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ làm chỉ số urea trong máu chuột giảm mạnh so với các nghiệm thức không cho uống bổ sung. Hàm lượng urea trong máu chuột sau 28 ngày cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ ở liều 200 kGy giảm chỉ còn 24,7 mg/dl so với giá trị này ở chuột đối chứng là 75,5 mg/dl (giảm đi 50,8 mg/dl, tương đương 67,3%). Bên cạnh đó, việc cho uống bổ sung β -glucan cũng làm giảm mạnh hàm lượng protein toàn phần trong máu chuột. Hàm lượng protein thấp nhất được ghi nhận là 18,8 và 19,3 mg/dl, tương ứng với chuột nuôi ở nghiệm thức bổ sung β -glucan chiếu xạ liều 200 và 300 kGy.



Hình 1. Thể trọng (a), mức tiêu tốn thức ăn cho 1g tăng trọng (b) và số lượng hồng cầu trong máu (c) ở chuột sau 28 ngày cho ăn bổ sung β-glucan chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau.

Bảng 1. Các chỉ tiêu sinh hóa máu chuột được cho uống bổ sung β-glucan và β-glucan chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau.

Liều xạ (kGy)	Chỉ tiêu sinh hóa máu				
	Glucose (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	Protein toàn phần (mg/dl)	Urea toàn phần (mg/dl)
ĐC	200,3 ^a	284,0 ^a	214,7 ^a	42,7 ^a	75,5 ^a
0	191,3 ^{ab}	265,6 ^{ab}	194,3 ^a	36,4 ^a	69,6 ^a
100	165,2 ^{abc}	224,8 ^b	124,5 ^b	32,5 ^a	39,5 ^b
200	145,9 ^c	121,0 ^c	105,9 ^b	18,8 ^b	24,7 ^b
300	158,3 ^{bc}	108,3 ^c	102,5 ^b	19,3 ^b	35,0 ^b
CV, %	17,34	17,06	33,72	35,53	32,26

ĐC: nghiệm thức không cho uống bổ sung β-glucan; CV: hệ số biến thiên (coefficient of variation); trong cùng một cột, các giá trị có kí tự giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Như vậy, có thể thấy khi cho chuột uống bổ sung β-glucan được chiếu xạ ở các liều xạ khác nhau từ 100-300 kGy sau 28 ngày đã có tác dụng làm giảm đáng kể hàm lượng glucose, cholesterol, triglyceride, urea và protein toàn phần trong máu chuột. Trong đó, chế phẩm β-glucan được chế tạo ở liều xạ 200 kGy có KLPT ~ 24,9 kDa cho thấy có

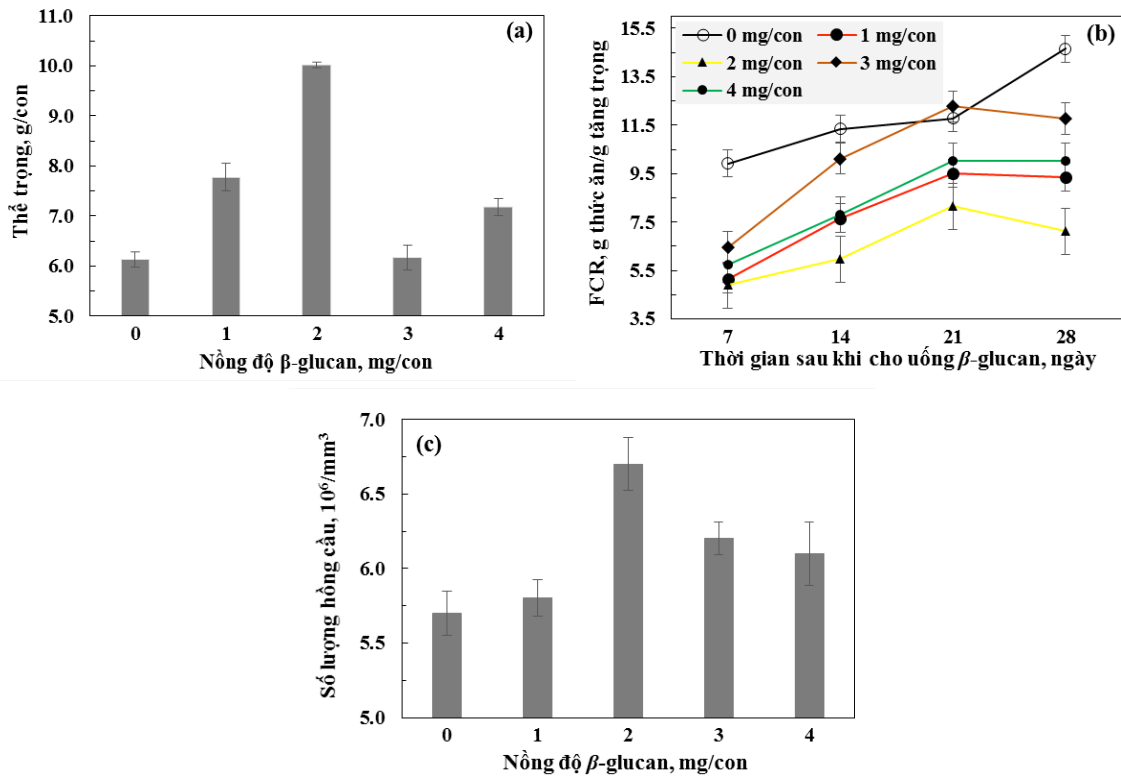
hiệu quả tốt nhất và được lựa chọn để khảo sát nồng độ tối ưu.

Ảnh hưởng của nồng độ β-glucan chiếu xạ cho uống bổ sung khác nhau đến khả năng tăng trưởng ở chuột

Trong thí nghiệm này, ảnh hưởng của nồng độ

chế phẩm β -glucan chiếu xạ có Mw thấp được chế tạo ở liều 200 kGy lên các chỉ số tăng trưởng và sinh hóa máu ở chuột được biểu thị ở hình 2. Kết quả nhận được cho thấy sau 28 ngày cho chuột uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ có Mw thấp nói trên ở các hàm lượng khác nhau từ 1-2 mg/con đã có sự gia tăng thể trọng cao hơn so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức cho uống bổ sung với hàm lượng 3-4 mg/con (hình 2a). Bên cạnh đó, mức tiêu tốn thức ăn cho 1 g tăng trọng đạt thấp nhất đối với chuột ở các lô cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu

xạ với hàm lượng 1-2 mg/con (hình 2b). Trong đó, hệ số tiêu tốn thức ăn thấp nhất là 7,11 g/g được ghi nhận ở lô chuột cho uống bổ sung 2 mg/con chế phẩm β -glucan chiếu xạ. Trong khi đó, số lượng hồng cầu trong máu chuột sau khi cho uống bổ sung β -glucan với hàm lượng 2-4 mg/con đã có sự gia tăng từ 7,3 đến 18,0% so với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chỉ cho uống ở mức 1 mg/con (hình 2c). Ở nghiệm thức cho uống bổ sung với hàm lượng 2 mg/con, số lượng hồng cầu trong máu chuột đạt giá trị cao nhất với $6,7 \times 10^6/\text{mm}^3$.



Hình 2. Mức tăng trọng (a), mức tiêu tốn thức ăn cho 1g tăng trọng (b) và số lượng hồng cầu trong máu (c) ở chuột sau 28 ngày cho ăn bổ sung β -glucan chiếu xạ ở các nồng độ khác nhau.

Các chỉ số sinh hóa máu cũng được khảo sát khi cho chuột uống bổ sung β -glucan chiếu xạ nhằm tìm ra nồng độ thích hợp cho chế phẩm này. Kết quả ghi nhận từ bảng 2 cho thấy khi bổ sung β -glucan chiếu xạ với các hàm lượng khác nhau từ 1-4 mg/con, hàm lượng glucose trong máu chuột ở các nghiệm thức đều giảm có ý nghĩa thống kê so với chuột ở nghiệm thức đối chứng. Trong đó, hàm lượng glucose trong máu chuột thấp nhất được ghi nhận ở nghiệm thức cho uống bổ sung với hàm lượng 2 mg/con và giảm 37,9 % (54,6 mg/dl) so với nghiệm thức đối chứng.

Thêm vào đó, các kết quả từ bảng 2 còn cho thấy hàm lượng triglyceride và cholesterol trong máu chuột ở các nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ ở mức 2-4 mg/con cũng giảm đi so với các nghiệm thức còn lại.

Ngoài ra, kết quả thu được từ bảng 2 cũng cho thấy rằng chỉ số protein toàn phần trong máu chuột ở các nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ từ 1-4 mg/con đều giảm so với nghiệm thức đối chứng. Tuy nhiên sự khác biệt giữa

các nghiệm thức cho uống bổ sung chế phẩm β -glucan chiếu xạ là hầu như không khác biệt về mặt thống kê. Thêm vào đó, hàm lượng urea trong máu chuột ở các nghiệm thức bổ sung β -glucan chiếu xạ cũng giảm mạnh so với lô đối chứng. Trong đó, hàm lượng urea trong máu giảm tốt nhất với 59,6% (43,4 mg/dl) so với nghiệm thức đối chứng được ghi nhận ở nghiệm thức cho uống bổ sung 2 mg/con chế phẩm β -glucan chiếu xạ sau 28 ngày.

Như vậy, sau 28 ngày cho chuột uống bổ sung

chế phẩm β -glucan chiếu xạ có Mw ~ 24,9 kDa chế tạo ở liều 200 kGy thì hàm lượng glucose, cholesterol, triglyceride, urea và protein toàn phần trong máu chuột đã giảm đáng kể. Sự giảm này cũng phụ thuộc vào nồng độ β -glucan sử dụng và hàm lượng cho uống 2 mg/con là đạt hiệu quả tốt nhất. Điều này cho thấy chế phẩm β -glucan có Mw thấp nói trên rất có triển vọng ứng dụng làm thực phẩm chức năng nhằm mục đích hỗ trợ chữa trị các bệnh đường huyết cao, máu nhiễm mỡ, v.v.

Bảng 2. Các chỉ tiêu sinh hóa máu chuột khi cho uống bổ sung β -glucan KLPTT ở các hàm lượng khác nhau.

Hàm lượng oligo- β -glucan (mg/con)	Chỉ tiêu sinh hóa máu				
	Glucose (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	Protein toàn phần (mg/dl)	Urea toàn phần (mg/dl)
0	144,2 ^a	103,3 ^a	109,4 ^a	49,2 ^a	72,8 ^a
1	115,9 ^b	89,4 ^{ab}	86,57 ^{ab}	36 ^b	49,9 ^b
2	89,6 ^c	64,89 ^c	76,44 ^b	30,2 ^b	29,4 ^c
3	93,8 ^c	53,06 ^c	65,84 ^b	28,64 ^b	35,5 ^{bc}
4	94,0 ^c	33,04 ^c	73,29 ^b	31,49 ^b	34,6 ^{bc}
CV, %	9,91	26,6	18,67	16,25	18,3

CV: hệ số biến thiên (coefficient of variation); trong cùng một cột, các giá trị có kí tự giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

KẾT LUẬN

Chế phẩm β -glucan có Mw thấp chế tạo bằng phương pháp cắt mạch bức xạ đã có tác dụng làm giảm đáng kể một số chỉ tiêu trong máu chuột sau khi cho uống bổ sung 28 ngày như hàm lượng glucose, urea, protein toàn phần, triglyceride và cholesterol. Chế phẩm β -glucan có Mw thấp chế tạo ở liều xạ 200 kGy với Mw ~ 24,9 kDa đã thể hiện hiệu quả cao nhất và hàm lượng cho uống bổ sung phù hợp đã xác định được là 2 mg/con. Kết quả cũng cho thấy chế phẩm β -glucan có Mw thấp chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ là rất tiềm năng trong việc ứng dụng làm thực phẩm chức năng hỗ trợ ngăn ngừa và điều trị các bệnh phổ biến hiện nay như tiểu đường, mỡ máu, ...

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí từ đề tài mã số ĐTDL.2011-G/80 và Trung tâm Công nghệ Sinh học Tp. Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bae IY, Suyong Lee S, Kim SM, Lee HG (2009) Effect of partially hydrolyzed oat β -glucan on the weight gain and lipid profile of mice. *Food Hydrocol* 23: 2016–2021.
- Borchers AT, Stern JS, Hackman RM, Keen CL, Gershwin ME (1999) Mushrooms, tumors, and immunity. *Proc Soc Exp Biol Med* 221: 281–293.
- Brow GD, Gordon S (2003) Fungal beta-glucans and mammalian immunity. *Immunity* 19: 311–315.
- Byun EH, Kim JH, Sung NY, Choi JI, Lim ST, Kim KH, Yook HS, Byun MW and Lee JW (2008) Effects of gamma irradiation on the physical and structural properties of β -glucan. *Radiat Phys Chem* 77: 781–786.
- Chae BJ, Lohakare JD, Moon WK, Lee SL, Park YH, Hahn TW (2006) Effects of supplementation of β -glucan on the growth performance and immunity in broilers. *Res Vet Sci* 80: 291–298.
- Charlesby A (1981) Crosslinking and degradation of polymers. *Radiat Phys Chem* 18: 59–66.
- Cho M, Kim BY, Rhim JH (2003) Degradation of alginate

- solution and powder by gamma irradiation. *Food Eng Prog* 7: 141–145.
- Cox CM, Sumners LH, Kim S, McElroy AP, Bedford MR, Dalloul RA (2010) Immune responses to dietary beta-glucan in broiler chicks during an *Eimeria* challenge. *Poult Sci* 89: 2597–2607.
- Dallies N, Francois J, Paquet V (1998) A new method for quantitative determination of polysaccharides in the yeast cell wall. Application to the cell wall defective mutants of *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 14:1297-1306.
- Deedepiya VD, Sivaraman G, Venkatesh AP, Preethy S, Abraham SJK (2012) Potential effects of nihi glucan as a food supplement for diabetes mellitus and hyperlipidemia: preliminary findings from the study on three patients from India. *Case Rep in Med* 2012: 1–5.
- Eicher SD, McKee CA, Carroll JA, Pajor EA (2006) Supplemental vitamin C and yeast cell wall beta-glucan as growth enhancers in newborn pigs and as immunomodulators after an endotoxin challenge after weaning. *J Anim Sci* 84: 2352–2360.
- Gamel TH, Abdel-Aal EM, Wood PJ, Ames NP, Duss R, Tosh SM (2012) Application of the Rapid Visco Analyzer (RVA) as an Effective Rheological Tool for Measurement of β -Glucan Viscosity. *Cereal chem* 89: 52–58.
- Gamel TH, Abdel-Aal EM, Ames NP, Duss R, Tosh SM (2014) Enzymatic extraction of beta-glucan from oat bran cereals and oat crackers and optimization of visco sity measurement. *J Cereal Sci* 59: 33–40.
- Hahn TW, Lohakare JD, Lee SL, Moon WK, and Chae BJ (2014) Effects of supplementation of β -glucans on growth performance, nutrient digestibility, and immunity in weanling pigs. *J Anim Sci* 84: 1422–1428.
- Jeon YI, Kim SK (2000) Production of chio-oligosaccharides using an ultrafiltration membrane reactor and their antibacterial activity. *Carbohydr Polym* 41: 133–141.
- Kwiatkowski S, Thielen U, Glenney P, Moran C (2009) A study of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall glucans. *J Inst Brew* 115: 151–158.
- Lehmann J, Kunze R (2000) Water-soluble low molecular weight beta-glucan for modulating immunological responses in mammalian system. United States Patent.
- Lei N, Wang M, Zhang L, Xiao S, Fei C, Wang X, Zhang K, Zheng W, Wang C, Yang R, Xue F (2015) Effects of low molecular weight yeast β -glucan on antioxidant and immunological activities in mice. *Inter J Mol Sci* 16: 21575–21590.
- Li J, Li DF, Xing JJ, Cheng ZB, Lai CH (2006) Effects of beta-glucan extracted from *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, and immunological and somatotropic responses of pigs challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. *J Anim Sci* 84: 2374–2381.
- Luan LQ, Linh DTP, Uyen NHP, Phu DV and Hien NQ (2014) Biodistribution of gold nanoparticles synthesized by γ -irradiation after intravenous administration in mice. *Adv Nat Sci: Nanosci Nanotechnol* 5: 025009 (5pp).
- Mantovani SM, Bellini FM, Angeli FJ, Oliveira R, Silva FA, Ribeiro RL (2008) β -glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mutat Res* 658: 154–161.
- Methacanon P, Weerawatsophon U, Tanjak P, Rachtawee P, Prathumpai W (2011) Interleukin-8 stimulating activity of low molecular weight β -glucan depolymerized by γ -irradiation. *Carbohydr Polym* 86: 574–580.
- Miura NN, Adachi Y, Yadomae T, Tamura, Tanaka S, Ohno N (2003) Structure and biological activities of β -glucans from yeast and mycelial forms of *Candida albicans*. *Microbiol Immunol* 47: 173–182.
- Moon SH, Lee I, Feng X, Lee HY, Kim J, Ahn DU (2016) Effect of dietary Beta-glucan on the performance of broilers and the quality of broiler breast meat. *Asian-Australasian J Anim Sci* 29: 384–389.
- Moura FA, Pereira JM, Silva DO, Zavareze ER, Moreira AS, Helbig E, Dias ARG (2011) Effects of oxidative treatment on the physicochemical, rheological and functional properties of oat β -glucan. *Food Chem* 128: 982–987.
- Ralet M, Axelos MAV, Thibault J (1994) Gelation properties of extruded lemon cell walls and their water-soluble pectins. *Carbohydr Res* 260: 271–282.
- Sung YN, Byun HE, Kwon KS, Song SB, Choi IJ, Kim HJ, Byun WM, Yoo CY, Kim RM, Lee WJ (2009) Immune-enhancing activities of low molecular weight β -glucan depolymerized by gamma irradiation. *Radiat Phys Chem* 78: 433–436.
- Tominac PV, Krpan ZV, Grba S, Srecec S, Krabavcic PI, Vidovic L (2010) Biological effects of yeast β -glucan. *Agric. Conspec. Sci.* 75: 149–158.
- Vetvicka V (2011) Glucan-immunostimulant, adjuvant, potential drug. *World J Clin Oncol* 2: 115–119.
- Zekovic DB, Kwiatkowski S, Vrvic MM, Jakovljevic D, Moran CA (2005) Natural modifiel (1 \rightarrow 3)- β -glucan in health promotion and disease alleviation. *Crit Rev Biotechnol* 25: 205–230.
- Zhou TX, Jung JH, Zhang ZF, Kim IH (2013) Effect of dietary β -glucan on growth performance, fecal microbial shedding and immunological responses after lipopolysaccharide challenge in weaned pigs. *Anim Feed Sci Technol* 179: 85–92.

STUDY ON THE EFFECT OF RADIATION-DEGRADED β -GLUCAN ON BODY WEIGHT GAIN AND BLOOD BIOCHEMICAL INDEXES IN MICE

Nguyen Thanh Long^{1,2}, Duong Hoa Xo³, Le Quang Luan^{3,✉}

¹*Nha Trang Vaccines and Biological Products Joint-Stock Company*

²*Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology*

³*Biotechnology Center of Ho Chi Minh City*

SUMMARY

The suspension solution containing 10% water-insoluble β -glucan extracted from yeast cell wall was irradiated by gamma rays from a Co-60 source for degradation. The water-soluble β -glucan products with molecular weight (Mw) of about 30.5, 24.9 and 10.8 kDa were successfully prepared from the samples irradiated at the doses of 100, 200 and 300 kGy, respectively. The obtained water-soluble β -glucan products were tested in mice for examination of their effect on the weight gain, feed conversion rate and blood chemistry indexes. The results after 4 weeks testing indicated that the oral supplementation of all water-soluble β -glucan samples prepared by gamma rays Co-60 irradiation method promoted the increase of body weight as well as the efficiency in converting the feed mass into the weight gain in the tested mice. In addition, β -glucan samples also reduced some contents of blood biochemistry indexes such as of glucose, urea, total protein, triglyceride and cholesterol in tested mice. The supplementation by 2 mg per mouse water-soluble β -glucan product with Mw ~ 24.9 kDa prepared by gamma irradiation at 200 kGy enhanced 16.1% the body weight and decreased 13.3% the feed conversion rate for the tested mice. The results on the blood biochemistry indexes also indicated that this β -glucan product reduced the contents of glucose, urea, total protein, triglyceride, and cholesterol in blood of tested mice by 27.1, 67.3, 56.0, 57.4 and 51.5%, respectively, compared to those in blood of the control ones. Thus, the low Mw and water-soluble β -glucan prepared by irradiation method can be applied as a potential material for production of the functional foods.

Keywords: *blood biochemistry index, β -glucan, low molecular weight β -glucan, gamma irradiation, degradation*

✉ *Author for correspondence: E-mail: lequangluan@gmail.com*