Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học
website: ctujsvn.ctu.edu.vn

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.012

THÀNH PHẦN DINH DƯỠNG VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA CỦA DỊCH THỦY PHÂN NẤM MEN BIA *Saccharomyces cerevisiae*

Huỳnh Xuân Phong*, Nguyễn Thị Kim Huê, Lưu Minh Châu, Bùi Hoàng Đăng Long và Nguyễn Ngọc Thạnh

Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

**Người chịu trách nhiệm về bài viết: Huỳnh Xuân Phong (email: hxphong@ctu.edu.vn)*

Thông tin chung:
Ngày nhận bài: 20/07/2021
Ngày nhận bài sửa: 04/09/2021
Ngày duyệt đăng: 26/02/2022

Title:
Nutritive value and antioxidant activity of hydrolysate from brewer's spent yeast Saccharomyces cerevisiae

Từ khóa:
Bã men bia, dịch thủy phân nấm men, hàm lượng polyphenol tổng, khả năng kháng oxy hóa, Saccharomyces cerevisiae

Keywords:
Antioxidant activities, Saccharomyces cerevisiae, spent brewer's yeast, total polyphenol content, yeast hydrolysate

ABSTRACT

Spent yeast is the second major by-product of the brewing industry. They are known to be a good source of proteins, vitamins B, and minerals and other valuable ingredients such as β-glucans, mono- and oligosaccharides. With the benefits of spent yeast, this study was conducted to use spent yeast to produce yeast extract that has both nutritional value and phenolic ingredients with antioxidant activity. Brewer's spent yeast from S. cerevisiae was debittered and hydrolyzed at 50°C in 24 h. The results show that the nutritional content of hydrolysate from brewer's spent yeast contained 50.73% of protein, 1.45% of fat, and 22.54% of ash content (dry matter). Trace minerals and vitamins were determined, including Na (452.8 mg/L), Ca (29.0 mg/L), K (2,886.8 mg/L), Mg (59.1 mg/L), and B3 (12.0 mg/L). The total polyphenol content in the spent yeast hydrolysate was 105.13 mg GAE/mL. The antioxidant capacity of the spent yeast hydrolysates was evaluated by scavenging free radical of DPPH and reducing power Fe^{3+} with the IC_{50} values were 103.89 µg/mL and 2.88 µg/mL, respectively. With the nutritive value and antioxidant activity, the yeast hydrolysate will be a promising material for application in food production and development of functional food.

TÓM TẮT

Bã men bia là sản phẩm phụ thứ hai từ ngành công nghiệp sản xuất bia. Đây là một nguồn cung cấp protein, vitamin B, khoáng chất và một số thành phần có giá trị như β-glucan, mono- và oligosaccharide. Với các lợi ích từ bã men bia, nghiên cứu được thực hiện nhằm tận dụng bã men bia để sản xuất dịch thủy phân nấm men vừa có giá trị dinh dưỡng, vừa có chứa các thành phần phenolic với các hoạt tính kháng oxy hóa. Bã men bia Saccharomyces cerevisiae được xử lý đắng và thủy phân ở nhiệt độ 50°C trong 24 giờ. Kết quả đã xác định được thành phần dinh dưỡng có trong dịch thủy phân từ bã men bia với hàm lượng protein là 50,73%, chất béo là 1,45% và hàm lượng tro là 22,54% (tính theo vật chất khô). Thành phần các khoáng chất vi lượng bao gồm Na (452,8 mg/L), Ca (29,0 mg/L), K (2.886,8 mg/L), Mg (59,1 mg/L) và vitamin B3 là 12,0 mg/L. Hàm lượng polyphenol tổng hiện diện trong dịch thủy phân nấm men là 105,13 mg GAE/mL. Khả năng kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men được đánh giá qua khả năng khử gốc tự do DPPH và khử ion Fe^{3+} với giá trị IC_{50} lần lượt là 103,89 µg/mL và 2,88 µg/mL. Các thành phần dinh dưỡng và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men bia cho thấy tiềm năng ứng dụng trong chế biến thực phẩm cũng như phát triển các sản phẩm chức năng.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, chất thải từ các ngành công nghiệp thực phẩm và đồ uống là một vấn đề đang được quan tâm. Men bia đã qua sử dụng hay còn gọi là bã men bia là sản phẩm phụ thứ hai từ ngành công nghiệp sản xuất bia. Do đó, việc xác định giá trị của bã men bia có thể góp phần vào việc tái sử dụng chúng như là các thành phần chức năng và giảm thiểu tác động đến môi trường (Baiano, 2014). Men bia chứa ít năng lượng, chất béo và carbohydrate và được coi là một vi sinh vật an toàn (Mussatto, 2009). Men bia đã qua sử dụng là một nguồn cung cấp protein rẻ tiền, vitamin B, khoáng chất và cũng là nguồn cung cấp một số thành phần có giá trị có lợi cho sức khỏe như β-glucan, mono- và oligosaccharide (Ferreira et al., 2010; Jarmołowicz et al., 2013; Waszkiewicz-Robak, 2013). Bên cạnh đó, trong quá trình sản xuất bia, nấm men được tái sử dụng khoảng 4-6 chu kỳ trước khi loại bỏ (Vieira et al., 2012), do đó các tế bào nấm men đã tiếp nhận các hợp chất phenolic từ môi trường để có thể thích ứng và chống chịu với các điều kiện ức chế, từ đó dẫn đến sự tích lũy các hợp chất phenolic trong quá trình lên men (Rizzo et al., 2006). Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng các hợp chất này có khả năng chống lão hóa, hạn chế sự hoạt động của tế bào ung thư, tăng cường hệ miễn dịch, chống sự tăng huyến áp,... (Bayarjargal et al., 2011; Hassan, 2011; Jung et al., 2011; Amorim et al., 2019).

Để thu nhận dịch chiết xuất thủy phân từ nấm men, thành tế bào có thể bị phá vỡ bằng cách tự phân hoặc cho thủy phân với acid, nhiệt hoặc enzyme. Trong đó, thủy phân là phương pháp hòa tan nấm men hiệu quả nhất, tuy nhiên quá trình thủy phân bằng acid không nhận được sự ưa thích vì sản phẩm thu được có hàm lượng muối tương đối cao và xuất hiện các hợp chất gây ung thư như monoloropropanol và dichloropropanol (Nagodawithana, 1992). Do đó, việc sử dụng các enzyme có sẵn trong tế bào nấm men là phương pháp được chọn thực hiện để thu dịch nấm men. Các enzyme nội bào được kích hoạt bởi các điều kiện quá trình thích hợp, chẳng hạn như nhiệt độ và thời gian, dẫn đến sự suy thoái cấu trúc thành tế bào (Belousova et al., 1995). Điều này cho phép thu nhận các chiết xuất từ tế bào và bảo tồn cấu trúc ban đầu của chúng. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm tận dụng bã men bia *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) bằng phương pháp xử lý nhiệt để thu hồi dịch thủy phân nấm men có giá trị dinh dưỡng và hoạt tính kháng oxy hóa. Kết quả phân tích thành phần cơ bản của dịch thủy phân nấm men sẽ là cơ sở để định hướng ứng dụng trong chế biến thực phẩm và phát triển các sản phẩm chức năng có giá trị dinh dưỡng và hoạt tính sinh học.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

Bã nấm men bia *S. cerevisiae* được thu từ Nhà máy bia Sài Gòn được loại bỏ sau 9 chu kỳ lên men. Các hoá chất được sử dụng bao gồm DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), methanol, gallic acid, thuốc thử Follin-Ciocalteu (Sigma Aldrich, Đức); sodium phosphate, potassium ferricyanide, trichloroacetic acid, ascorbic acid, Na_2CO_3, $Na_2HPO_4.12H_2O$, $FeCl_3.6H_2O$ (Xilong, Trung Quốc).

2.2. Xử lý loại các hợp chất đắng từ sinh khối nấm men

Mục đích là loại bỏ các hợp chất đắng từ dịch lên men bia. Bã nấm men được ly tâm 4.000 vòng/phút ở 4°C trong 20 phút. Loại bỏ phần dịch phía trên và thu phần sinh khối nấm men, rửa với dung dịch phosphate pH 7,0 (tỷ lệ 1:1). Quá trình này được thực hiện 2-3 lần và sinh khối nấm men sau đó được cân và trữ trong điều kiện 4°C (Vieira et al., 2016). Xác định khối lượng nấm men thu hồi, phân tích độ ẩm (phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105°C) và protein tổng bằng phương pháp Kjheldal (Barbano et al., 1990).

2.3. Xử lý nhiệt để thu hồi và phân tích thành phần của dịch thủy phân nấm men

Sau khi loại bỏ các hợp chất đắng, dịch thủy phân nấm men được xử lý bằng phương pháp xử lý nhiệt theo phương pháp được mô tả bởi Sombutyanuchit et al. (2001). Sinh khối nấm men được chuẩn bị với tổng số chất khô khoảng 20% trong dung dịch đệm ở pH 5,0. Quá trình thủy phân được thực hiện ở nhiệt độ 50°C và lắc 200 vòng/phút trong 24 giờ. Dịch thủy phân sau đó được ly tâm 14.000 vòng/phút ở 4°C trong 20 phút. Thu hồi phần dịch trong và đánh giá thành phần dinh dưỡng dựa trên các chỉ tiêu phân tích (tổng số chất khô, protein, carbohydrate, lipid, vitamin nhóm B (B2, B3, B6 và B12), tro và thành phần khoáng (Na, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn,...). Mẫu được gửi phân tích tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm CASE – chi nhánh Cần Thơ.

2.4. Xác định hàm lượng polyphenol tổng trong dịch thủy phân nấm men

Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo phương pháp Folin-Ciolcateau của Singleton and Rossi (1965). Dung dịch gallic acid với hàm

lượng 0,5 mL (nồng độ 20, 40, 60, 80, 100, 120 µg/mL) được cho vào ống nghiệm. Sau đó, 1,25 mL dung dịch Folin-Ciolcateau 10% được thêm vào để yên 5 phút. Tiếp theo 1 mL Na_2CO_3 2% được cho vào mỗi ống nghiệm, lắc đều và để yên 45 phút trong tối. Sau 45 phút, độ hấp thụ được xác định bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 765 nm. Giá trị OD được ghi nhận và vẽ đường chuẩn để xác định hàm lượng phenolic tổng trong dịch nấm men. Thí nghiệm tương tự được thực hiện đối với dịch thủy phân nấm men. Hàm lượng polyphenol tổng được tính theo công thức: P = p × v × n. Trong đó, P: hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g chiết xuất), p: giá trị x từ đường chuẩn với gallic acid (µg/mL), v: thể tích mẫu (mL), n: hệ số pha loãng.

2.5. Đánh giá khả năng kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men

2.5.1. Khảo sát khả năng khử gốc DPPH của dịch thủy phân nấm men

Khả năng khử gốc tự do DPPH của dịch nấm men được thực hiện theo phương pháp của Tabart et al. (2007). Một mL dung dịch vitamin C (nồng độ 2, 4, 6, 8, 10, 12 µg/mL) được vào ống nghiệm. Sau đó, 2 mL DPPH (39,4 µg/mL) được thêm vào mỗi ống nghiệm. Ống nghiệm được để yên trong tối 30 phút và xác định độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 517 nm. Thực hiện thí nghiệm tương tự đối với dịch thủy phân nấm men. Đối chứng âm (Ac) gồm 1 mL methanol và 2 mL DPPH. Mẫu trắng là 3 mL methanol.

Khả năng kháng oxy hóa được thể hiện qua phần trăm ức chế DPPH (%) = [(Ac - As)/Ac] × 100. Trong đó, Ac là bước sóng đo được của mẫu đối chứng và As là bước sóng đo được của mẫu thử. Đường chuẩn được xây dựng với phần trăm ức chế DPPH thu được ở các nồng độ khác nhau. Từ đó, giá trị IC_{50} (nồng độ dịch thủy phân nấm men hay vitamin C mà tại đó ức chế 50% DPPH) được tính dựa vào phương trình đường chuẩn y = ax + b với y = 50% để tìm x (x là IC_{50} cần tìm).

2.5.2. Khảo sát khả năng kháng oxy hoá bằng phương pháp khử ion Fe^{3+}

Khả năng khử ion Fe^{3+} của dịch nấm men được thực hiện theo phương pháp của Ferreira et al. (2007). Dung dịch vitamin C với hàm lượng 1 mL (nồng độ 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 mg/mL) được cho vào ống nghiệm có chứa 1 mL dung dịch đệm phosphate 0,2 M, pH 6,6 và 1 mL dung dịch kali ferricyanide (1% w/v). Dung dịch trên được ủ ở 50°C trong 20 phút. Sau đó, mỗi ống nghiệm được bổ sung thêm 1 mL dung dịch trichloroacetic acid (10% w/v). Dung dịch trên được thêm vào 1 mL nước (đã loại bỏ ion) và 0,2 mL dung dịch ferric chloride (0,1% w/v). Sau 10 phút, dung dịch được lắc đều và xác định độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 700 nm. Thí nghiệm tương tự được thực hiện đối với dịch thủy phân nấm men. Mẫu trắng được thực hiện tương tự nhưng thay vitamin C hay dịch hủy phân nấm men bằng nước khử ion.

Khả năng kháng oxy hóa được thể hiện qua phần trăm khử ion Fe^{3+} = [(A - Ao)/Ao] ×100. Trong đó, Ao là bước sóng đo được của mẫu đối trắng và A là bước sóng đo được của mẫu thử. Đường chuẩn được xây dựng với phần trăm khử ion Fe^{3+} thu được ở các nồng độ khác nhau. Từ đó, giá trị IC_{50} được tính (nồng độ dịch thủy phân nấm men hay vitamin C mà tại đó ức chế 50% ion Fe^{3+}) dựa vào phương trình đường chuẩn y = ax + b với y = 50% để tìm x (x là IC_{50} cần tìm).

2.6. Phân tích và xử lý số liệu

Kết quả được xử lý và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, Hoa Kỳ). Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVI (Statpoint Technologies Inc., Hoa Kỳ).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xử lý loại các hợp chất đắng từ sinh khối nấm men

Bã nấm men sau khi thu nhận từ nhà máy bia Sài Gòn được tiến hành xử lý để loại bỏ các hợp chất đắng nhằm thu sinh khối nấm men. Kết quả trung bình thu được 7,78 g sinh khối nấm men từ 15 g bã nấm men ban đầu. Như vậy, hiệu suất thu hồi sinh khối nấm men đạt mức 51,87%. Kết quả xác định độ ẩm cho thấy sinh khối nấm men bia là 68,67%, thấp hơn so với báo cáo của Huyền và ctv. (2014), khi xác định độ ẩm của sinh khối nấm men nằm trong khoảng 70 - 75%. Hàm lượng protein tổng của sinh khối nấm men được xác định là đạt 17,4% (tính theo căn bản ướt) và chiếm đến 55,54% tổng số chất khô. Khi so sánh với nghiên cứu của Trang (2012) thì hàm lượng protein tổng số thu được sau quá trình xử lý là cao hơn 4,87%. Trong nghiên cứu của Vieira et al. (2016), dịch thủy phân nấm men *S. pastorianus* có hàm lượng protein thu được ở mức 64%. Hàm lượng protein thu được khác nhau còn tùy thuộc vào phương pháp thủy phân cũng như do các nhà máy bia sử dụng các loài nấm men *Saccharomyces* khác nhau (Vieira et al., 2019).

Nhìn chung, sinh khối nấm men sau khi xử lý chất đắng đạt kết quả khả quan và được sử dụng để

tiến hành thủy phân để xác định các thành phần cơ bản của dịch thủy phân nấm men.

3.2. Thành phần dinh dưỡng của dịch thủy phân nấm men

Thành phần dinh dưỡng của dịch thủy phân nấm men sau khi xử lý nhiệt ở 50°C trong 24 giờ được trình bày ở Bảng 1. Quá trình thủy phân bởi nhiệt thực chất là quá trình tự phân được thực hiện bằng cách kích hoạt các enzyme có sẵn trong tế bào nấm men để hòa tan các thành phần tế bào. Các enzyme tự phân này, đặc biệt là protease và nuclease sẽ phá vỡ các đại phân tử không hòa tan như protein và nucleic acid thành các sản phẩm hòa tan của peptide, amino acid, nucleotide và dẫn xuất amino acid (Nagodawithana, 1994; Sommer, 1998). Do đó, hiệu quả của quá trình phá vỡ tế bào nấm men được đánh giá thông qua hàm lượng protein trong dịch thủy phân nấm men. Kết quả ở Bảng 1 cho thấy dịch nấm men chiết xuất thu được bằng cách thủy phân ở 50°C trong 24 giờ có hàm lượng protein là 1,74%, tương đương 50,73% (tính theo vật chất khô). Kết quả này cao hơn so với kết quả của Tanguler and Erten (2008), khi nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng protein trong quá trình thủy phân đã cho thấy hàm lượng protein đạt cao nhất với 48,7% khi thủy phân ở 50°C. Kết quả thu được trong nghiên cứu này cũng phù hợp với các dữ liệu được công bố trong các nghiên cứu trước đây (Gaudreau et al., 1999; Caballero-Córdoba & Sgarbieri, 2000, Chae et al., 2001), trong đó hàm lượng protein của chiết xuất nấm men được ghi nhận là 41,0 - 61,3 g/100 g vật chất khô.

Bảng 1: Thành phần dinh dưỡng của dịch thủy phân nấm men

Chỉ tiêu phân tích	Kết quả	Đơn vị tính
Chất khô	3,43	%
Protein	1,74 (nitơ tổng x 6,25)	%
Carbohydrate	0,848	%
Béo thô	< MQL = 0,05	%
Tro	0,773	%
Cu	Không phát hiện (MDL = 0,5)	mg/L
K	2886,8	mg/L
Mg	59,1	mg/L
Mn	Không phát hiện (MDL = 0,5)	mg/L
Na	452,8	mg/L
Ca	29,0	mg/L
Zn	< MQL = 1,5	mg/L
Vitamin B3	12,0	mg/L
Vitamin B2	< MQL = 3,0	mg/L
Vitamin B6	Không phát hiện (MDL = 1,0)	mg/L
Vitamin B12	Không phát hiện (MDL = 1,0)	mg/L

Ghi chú: Kết quả được phân tích tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm CASE – chi nhánh Cần Thơ. MQL: ngưỡng định lượng tối thiểu, MDL: ngưỡng phát hiện tối thiểu.

Bên cạnh hàm lượng protein, các chỉ tiêu về hàm lượng carbohydrate, chất béo và tro của dịch nấm men cũng được phân tích và thể hiện trong Bảng 2 với các giá trị lần lượt là 24,72%, 1,45% và 22,54%. Kết quả này cao hơn nhiều so với nghiên cứu của Vučurović et al. (2018) khi phân tích thành phần của chiết xuất nấm men bổ sung vào bột làm bánh mì. Hàm lượng carbohydrate, chất béo và tro của chiết xuất nấm men lần lượt là 8,17%, 0,21% và 13,44%. Cũng theo nghiên cứu của Caballero-Córdoba and Sgarbieri (2000), dịch chiết tế bào nấm men bằng phương pháp cơ học có hàm lượng carbohydrate đạt 9,1%, chất béo đạt 6,47% và tro đạt 1,13%. So sánh các kết quả thu được từ các nghiên cứu trước đây cho thấy sự khác nhau về các thành phần có trong dịch chiết nấm men. Điều này có thể là do các quá trình phân hủy và chiết tách tế bào khác nhau, cũng như các loài *Saccharomyces* khác nhau được sử dụng trong quá trình sản xuất bia ở các khu vực địa lý khác nhau (Vieira et al., 2019).

Hơn nữa, các thành phần khoáng như Na, K, Ca, Mg và các phức hợp vitamin B cũng được tìm thấy trong dịch thủy phân. Cụ thể, hàm lượng Na là 452,8 mg/L, K là 2.886,8 mg/L, Ca là 29,0 mng/L và Mg là 59,1 mg/L. Ngoài ra, thành phần vitamin B3 được tìm thấy với hàm lượng là 12 mg/L, vitamin B2 dưới ngưỡng phát hiện (3 mg/L) và các vitamin B6 và B12 không được phát hiện. Kết quả này thấp hơn so với ghi nhận của Pinto et al. (2013). Tuy nhiên, các nghiên cứu đều cho thấy bã men bia được coi là một

trong những nguồn cung cấp vitamin B3 trong các chế độ ăn. Nhìn chung, dịch chiết xuất từ bã men bia là nguồn nguyên liệu có giá trị tiềm năng trong việc bổ sung protein, khoáng chất (đặc biệt là K) và vitamin B.

3.3. Hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men

3.3.1. Hàm lượng polyphenol tổng trong dịch thủy phân nấm men

Tổng hàm lượng các hợp chất polyphenol có trong dịch thủy phân nấm men được xác định là 105,13 mg GAE/mL. Các kết quả này cao hơn so với kết quả công bố của Podpora et al. (2015) khi thủy phân bã men bia ở 47°C trong 48 giờ, hàm lượng của các hợp chất polyphenol dao động từ 2,28 - 3,36 mg GAE/mL. Sự hiện diện của các hợp chất polyphenol có thể liên quan đến nguồn nguyên liệu sản xuất bia bao gồm hoa bia và mạch nha. Trong quá trình lên men bia, nấm men được tái sử dụng khoảng 4 - 6 chu kỳ trước khi loại bỏ nên trong quá trình lên men, nấm men có khả năng thích ứng để chống chịu với các điều kiện ức chế và tích lũy các hợp chất phenolic (Rizzo et al., 2006). Khi so sánh hàm lượng polyphenol tổng có trong dịch thủy phân nấm men trong nghiên cứu này cho thấy giá trị khá cao so với hàm lượng polyphenol tổng có trong nước ép nho thương mại (1,12 - 3,43 mg GAE/ml) (Burin et al., 2010) và trong nước ép lựu (2,20 - 2,93 mg GAE/mL) (Akhavan et al., 2015) cho thấy tiềm năng ứng dụng của dịch thủy phân nấm men.

3.3.2. Hoạt tính kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men

Khả năng khử gốc DPPH của dịch thủy phân nấm men

Khả năng kháng oxy hoá của dịch thủy phân nấm men với DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) thể hiện qua giá trị IC_{50} (nồng độ của mẫu mà tại đó có thể ức chế 50% gốc tự do). Giá trị IC_{50} càng thấp mẫu sẽ có hoạt tính kháng oxy hoá càng mạnh và ngược lại. Giá trị này được xác định dựa trên phương trình xây dựng từ dãy nồng độ tương ứng. Kết quả ở Bảng 2 thể hiện khả năng khử gốc tự do DPPH của nghiệm thức và đối chứng vitamin C.

Bảng 2. Giá trị IC_{50} của vitamin C và dịch thủy phân nấm men đối với khả năng khử DPPH

Mẫu thử nghiệm	Giá trị IC_{50} (µg/mL)	Phương trình	R^2
Vitamin C (đối chứng)	6,07 ± 0,16	y = 8,0324x + 1,2605	0,996
Dịch thủy phân nấm men	103,89 ± 2,04	y = 0,462x + 2,005	0,977

Kết quả cho thấy dịch thủy phân nấm men có khả năng kháng oxy hóa với giá trị IC_{50} là 103,89 ± 2,04 µg/mL. Hoạt tính kháng oxy hóa được cho là liên quan đến sự có mặt của các hợp chất polyphenol từ hoa bia và liên quan đến mức độ phân giải protein thành amino acid. Các sản phẩm phân giải của nấm men có thể còn chứa các sản phẩm từ phản ứng Maillard và glutathione. Các thành phần này đã được minh chứng là góp phần vào khả năng kháng oxy hóa và khả năng này tùy thuộc vào trình tự amino acid của các dipeptide (Schieberle et al., 2000; Moure et al., 2006). Khi so sánh hiệu quả kháng oxy hóa của dịch thủy phân nấm men thấp hơn nhiều so với nghiệm thức vitamin C với giá trị IC_{50} là 6,07 ± 0,16 µg/mL. Vitamin C là chất kháng oxy hoá tinh khiết, có khả năng kháng oxy hóa mạnh, chỉ với một hàm lượng nhỏ vitamin C cũng có khả năng kháng oxy hóa (Kalt et al., 1999). Tuy nhiên, kết quả này cao hơn khi so sánh với khả năng kháng oxy của cao chiết của lá cây chùm ngây (537 µg/mL) (Trâm & My, 2016) và thịt quả thốt nốt (515,46 µg/mL) (Arunachalam et al., 2011).

Khả năng khử ion Fe^{3+}của dịch thủy phân nấm men

Năng lực khử của nghiệm thức dịch thủy phân nấm men được thể hiện qua giá trị IC_{50} (nồng độ mà tại đó có thể chuyển đến 50% ion Fe^{3+} thành Fe^{2+}). Kết quả ở Bảng 3 thể hiện khả năng khử ion Fe^{3+} của dịch nấm men và đối chứng vitamin C.

Bảng 3. Giá trị IC_{50} của vitamin C và dịch thủy phân nấm men đối với khả năng khử ion Fe^{3+}

Mẫu thử nghiệm	Giá trị IC50 (µg/mL)	Phương trình	R^2
Vitamin C (đối chứng)	2,09 ± 0,19	y = 14,815x + 19,012	0,996
Dịch thủy phân nấm men	2,88 ± 0,42	y = 15,006x + 6,8405	0,995

Năng lực khử là một phương pháp sử dụng để xác định khả năng phản ứng của các chất kháng oxy hoá bằng cách chuyển sắt (III) thành sắt (II). Chất kháng oxy hoá làm giảm phức hợp (Fe^{3+}) ferricyanide thành ferrous (Fe^{2+}) bằng cách nhường một electron. Màu của dung dịch thử thay đổi từ

màu vàng sang trạng thái khác nhau của xanh lá cây và xanh dương (Elumalai & Parameswaran, 2012). Kết quả Bảng 3 cho nồng độ khử 50% ion Fe^{3+} thành Fe^{2+} ở nghiệm thức dịch thủy phân nấm men (2,88 ± 0,42 µg/mL) cao hơn gấp 1,4 lần so với nghiệm thức vitamin C (2,09 ± 0,19 µg/mL). Theo nghiên cứu của Duy và ctv. (2020), khi đánh giá khả năng kháng oxy hóa của cao chiết lá già bình bát nước qua khả năng khử ion Fe^{3+}, giá trị IC_{50} là 19,7 µg/mL cho khả năng kháng oxy hóa mạnh nhất nhưng vẫn thấp hơn năng lực khử của dịch chiết nấm men. Tương tự, khi so sánh khả năng khử Fe^{3+} với cao chiết vỏ trái thốt nốt (479,25 µg/mL), kết quả của dịch thủy phân nấm men đạt kết quả khả quan hơn rất nhiều. Nhìn chung, dịch nấm men có khả năng kháng oxy hóa thấp hơn đối chứng vitamin C nhưng cao hơn so với một số loại cao chiết từ thực vật ở cả 2 phương pháp DPPH và khử sắt (III).

4. KẾT LUẬN

Kết quả cho thấy dịch thủy phân nấm men được xử lý ở 50°C có chứa hàm lượng protein đạt 50,73%, các loại khoáng (Na, Ca, K, Mg) và vitamin B3. Hàm lượng polyphenol có trong dịch nấm men là 105,13 mg GAE/mL và khả năng kháng oxy hóa của dịch thủy phân được đánh giá qua khả năng khử gốc tự do DPPH và ion Fe^{3+} với giá trị IC_{50} lần lượt là 103,89 µg/mL và 2,88 µg/mL. Kết quả đánh giá cho thấy men bia đã qua sử dụng là nguồn nguyên liệu đầy tiềm năng để sản xuất dịch thủy phân nấm men bổ sung trong quá trình sản xuất thực phẩm. Dịch thủy phân từ bã men bia không chỉ cung cấp nguồn đạm, khoáng, vitamin mà còn giúp bổ sung các hợp chất phenolic với khả năng kháng oxy hóa.

LỜI CẢM TẠ

Nghiên cứu được thực hiện với sự tài trợ kinh phí của Trường Đại học Cần Thơ thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở (mã số: T2020-109).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Akhavan, H., Barzegar, M., Weidlich, H., & Zimmermann, B. F. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity of juices from ten Iranian pomegranate cultivars depend on extraction. *Journal of Chemistry*, *2015*, 907101. https://doi.org/10.1155/2015/907101

Amorim, M., Marques, C., Pereira, J. O., Guardao, L., Martins, M. J., Osorio, H., Moura, D., Calhau, C., Pinheiro, H., Pintado, M. (2019.) Antihypertensive effect of spent brewer yeast peptide. *Process Biochemistry*, *76*, 213-218. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.10.004

Arunachalam, K., Saravanan, S., & Parimelazhagan, T. (2011). Nutritional analysis and antioxidant activity of Palmyrah (*Borassus flabellifer* L.) seed embryo for potential use as food source. *Food Science and Biotechnology*, *20*(1), 143-149. https://doi.org/10.1007/s10068-011-0020-y

Baiano, A. (2014). Recovery of biomolecules from food wastes - A review. *Molecules*, *19*(9), 14821-14842. https://doi.org/10.3390/molecules190914821

Barbano, D. M., Clark, J. L., Dunham, C. E., & Fleming, J. R. (1990). Kjeldahl method for determination of total nitrogen-content of milk - Collaborative study. *Association of Official Analytical Chemists*, *73*(6), 849-859. https://doi.org/10.1093/jaoac/73.6.849

Bayarjargal, M., Munkhbat, E., Ariunsaikhan, T., Odonchimeg, M., Uurzaikh, T., Gan-Erdene, T., & Regdel, D. (2011). Utilization of spent brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* 19 for the production of yeast enzymatic hydrolysate. *Mongolian Journal of Chemistry*, *12*(38), 88-91. https://doi.org/10.5564/mjc.v12i0.179

Belousova, N. I., Gordienko, S. V., & Eroshin, V. K. (1995). The effect of autolysis conditions on the properties of amino acid mixtures, obtained by ethanol-assimilating yeasts. *Applied Biochemistry and Microbiology*, *31*(4), 458-462.

Burin, V. M., Falcão, L. D., Gonzaga, L. V., Rosier, R., Fett, J. P., & BordignonLuiz, M. T. (2010). Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. *Food Science and Technology (Campinas)*, *30*(4), 1027-1032. https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400030

Caballero-Córdoba, G. M., & Sgarbieri, V. C. (2000). Nutritional and toxicological evaluation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) biomass and a yeast protein concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *80*(3), 341-351. https://doi.org/10.1002/1097-0010(200002)80:3<341::AID-JSFA533>3.0.CO;2-M

Chae, H. J., Joo, H., & In, M. J. (2001). Utilization of brewer's yeast cells for the production of food-grade yeast extract. Part I: Effects of different enzymatic treatments on solid and protein recovery and flavor characteristics. *Bioresource Technology*, *76*(3), 253-258. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00102-4

Elumalai, N. & Parameswaran, I. (2012). *In vitro* antioxidant activities of methanol and aqueous extract of *Annona squamosa* (L.) fruit pulp. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*,

6(3), 142-148. https://doi.org/10.1016/j.jams.2012.09.002

Ferreira, I. M. P. L. V. O., Pinho, O., Vieira, E., & Tavarela, J. G. (2010). Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. *Trends in Food Science and Technology*, *21*(2), 77-84. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.008

Ferreira, I. C., Baptista, P., Vilas-Boas, M., & Barros, L. (2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, *100*(4), 1511-1516. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.043

Gaudreau, H., Champagne, C. P., Conway, J., & Degre, R. (1999). Effect of ultrafiltration of yeast extract on their ability to promote lactic acid bacteria growth. *Canadian Journal of Microbiology*, *45*(11), 891-897. https://doi.org/10.1139/w99-089

Hassan, H. M. M. (2011). Antioxidant and immunostimulating activities of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) autolysates. *World Applied Sciences Journal*, *15*(8), 1110-1119.

Huyền, H. N. D., Phụng, N. T. K., Nguyên, N T. T., Thủy, M. T. T., Thủy, P. T. T., & Trâm, V. T. B. (2014). *Quy trình sản xuất sinh khối nấm men* (đề tài nghiên cứu khoa học). Trường Đại học Công nghiệp Thực Phẩm Thành phố Hồ Chí Minh.

Duy, H. T., Dũ, L. P., Thành, N. V., & Độ, N. Đ. (2020). Khảo sát thành phần hóa học và khả năng kháng oxy hóa của các phân đoạn cao chiết lá già từ cây bình bát nước (*Annona glabra* L.). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Đại học Nông Lâm Huế*, *4*(1), 1668-1678.

Jarmołowicz, S., Zakęś, Z., Siwicki, A., Terech-Majewska E., Kowalska, A., Partyka, K., & Hopko, M. (2013). Immunomodulatory effect of dietary brewer's yeast extract in Sander lucioperca juveniles against the challenge of *Aeromonas salmonicida*. *Aquaculture International*, *21*(4), 939-945.

Jung, E. Y., Lee H. S., Choi, J. W., Ra, K. S., Kim, M. R., & Suh, H. J. (2011). Glucose tolerance and antioxidant activity of spent brewer's yeast hydrolysate with a high content of Cyclo-His-Pro (CHP). *Journal of Food Science*, *76*(2), C272-C278. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01997.x

Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., & Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *47*(11), 4638-4644. https://doi.org/10.1021/jf990266t

Moure, A., Dominguez, H., & Parajo, J. C. (2006). Antioxidant properties of ultrafiltrationrecovered soy protein fractions from industrial effluents and their hydrolysates. *Process Biochemistry*, *41*(2), 447-456. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.07.014

Mussatto, S. I. (2009). Biotechnological potential of brewing industry by-products. In P. S. Nigam & A. Pandey (Eds.), *Biotechnology for Agro-industrial Residues Utilisation* (313-326). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9942-7_16

Nagodawithana, T. (1992). Yeast-derived flavors and flavor enhancers and their probable mode of action. *Food Technology*, *46*(11), 138-144.

Nagodawithana, T. (1994). Savory flavours. In A. Gabelman (Ed.), *Bioprocess Production of Flavour Fragnance and Color Ingredients* (135-168). Wiley-Interscience.

Trang, P. Q. (2012). *Nghiên cứu tận dụng phế thải bia sau quá trình lên men làm thức ăn chăn nuôi* (luận văn thạc sĩ). Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG Hà Nội.

Trâm, P. T. B. & My, N. T. D. (2016). Khảo sát hoạt tính các hợp chất kháng oxy hóa trong lá và thân cây chùm ngây (*Moringa oleifera*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề nông nghiệp*(3), 179-184. https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2016.086

Pinto, L., Lopes M., Carvalho, F. C., Alves, L., & Benevides, C. (2013). Determinação do valor nutritivo de derivados de levedura de cervejaria (*Saccharomyces* spp.). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, *15*(1), 7-17. https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v15n1p7-17

Podpora, B., Świderski, F., Sadowska, A., Piotrowska, A., & Rakowska, R. (2015). Spent brewer's yeast autolysates as a new and valuable component of functional food and dietary supplements. *Journal of Food Processing and Technology*, *6*(12), 526-530. https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000526

Rizzo, M., Ventrice, D., Varone, M. A., Sidari, R., & Caridi, A. (2006). HPLC determination of phenolics adsorbed on yeasts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *42*(1), 46-55. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.02.058

Sombutyanuchit, P., Suphantharika, M., & Verduyn, C. (2001). Preparation of 5′-GMP-rich yeast extracts from spent brewer's yeast. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *17*(2), 163-168. https://doi.org/10.1023/A:1016686504154

Schieberle, P., Hofmann, T., & Münch, P. (2000). Studies on potent aroma compounds generated in Maillard-type reactions using using the odor-

activity-value concept. In S. J. Risch. & C. T. Ho (Eds.), *Flavor chemistry: Industrial and Academic Research* (133-150). American Chemical Society. https://doi.org/10.1021/bk-2000-0756.ch010

Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*(3), 144-158.

Sommer, R. (1998). Yeast extract: Production, properties and components. *Food Australia*, *50*(4), 181-183.

Tabart, J., Kevers, C., Sipel, A., Pincemail, J., Defraigne, J. O., & Dommes, J. (2007). Optimisation of extraction of phenolics and antioxidants from black currant leaves and buds and of stability during storage. *Food Chemistry*, *105*(3), 1268-1275. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.005

Tanguler, H. & Erten, H. (2008). Utilisation of spent brewer's yeast for yeast extract production by autolysis: The effect of temperature. *Food and Bioproducts Processing*, *86*(4), 317-321. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2007.10.015

Vieira, E., Carvalho, J., Pinto, E., Cunha, S., Almeida, A. A., & Ferreira, I. M. (2016). Nutritive value, antioxidant activity and phenolic compounds profile of brewer's spent yeast extract. *Journal of Food Composition and Analysis*, *52*, 4-51. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.07.006

Vieira, E., Cunha, S. C., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2019). Characterization of a potential bioactive food ingredient from inner cellular content of brewer's spent yeast. *Waste and Biomass Valorization*, *10*(11), 3235-3242. https://doi.org/10.1007/s12649-018-0368-9

Vieira, E., Moura, C., Almeida, T., Meireles, S., Brandão, T., Pinto, O., & Ferreira I. M. P. L. V. O. (2012). Influence of serial repitching on beer polypeptide profiles. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, *70*(4), 275-279. https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2012-0918-01

Vučurović, V. M., Puškaš, V. S., Miljić, U. D., Filipović, J. S., & Filipović, V. S. (2018). The effect of yeast extract addition to dough on the fermentative activity of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, *22*(3), 150-152. https://doi.org/10.5937/JPEA1803150V

Waszkiewicz-Robak, B. (2013). Spent brewer's yeast and beta-glucans isolated from them as diet components modifying blood lipid metabolism disturbed by an atherogenic diet. In R. V. Baezin (Ed.), *Lipid Metabolism* (261-290). IntechOpen. https://doi.org/10.5772/51530