

KHOAI LANG TÍM: MỘT LOẠI THỂ LIỆU ĐẦY TIỀM NĂNG TRONG SẢN XUẤT BIA CỦA TƯƠNG LAI

Bùi Thế Vinh^{1,*}, Đinh Thái Phi Bằng¹, Nguyễn Ngọc Nhi¹,
Nguyễn Lê Tấn Thiện¹, Trần Hữu Thanh Huy¹, Lê Thị Kim Loan²

TÓM TẮT

Ngày nay, người tiêu dùng quan tâm đến sự đa dạng hơn là loại bia truyền thống được làm từ malt đại mạch. Bên cạnh đó, nhu cầu về các loại thực phẩm bổ dưỡng, có lợi cho sức khỏe ngày càng tăng, việc sử dụng các nguyên liệu thay thế malt đại mạch để tạo ra sản phẩm mới bổ dưỡng, có hương vị độc đáo theo xu hướng tiêu dùng và tiết kiệm chi phí sản xuất là vấn đề đang được quan tâm. Khoai lang tím (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) được xem là một loại củ tốt cho sức khỏe, có hương vị độc đáo, lượng chất xơ cao, chứa anthocyanin có hoạt tính sinh học và nhiều chất dinh dưỡng.

Do đó, bột khoai lang tím là một loại nguyên liệu tiềm năng để thay thế một phần malt đại mạch trong sản xuất bia nhằm tạo ra sản phẩm bia mới và đáp ứng theo xu hướng thị trường bia. Quy trình sản xuất bia bằng bột khoai lang tím cũng tương tự như quy trình sản xuất bia truyền thống, chỉ thay đổi một số thông số công nghệ như đường hóa và lên men theo tỷ lệ bột khoai lang sử dụng. Sản phẩm bia sử dụng hàm lượng bột khoai lang tím từ 20 - 50% có giá trị cảm quan cao và chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa mạnh như anthocyanin, phenol, anthocyanidin giúp ngăn ngừa ung thư và cải thiện chức năng thị giác.

Từ khóa: *Bia dinh dưỡng, nguyên liệu thay thế, khoai lang tím, sản xuất bia.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bia là một trong những đồ uống lâu đời nhất của con người. Ngành công nghiệp sản xuất bia đã đạt mức tăng trưởng cao qua nhiều năm liên tiếp và ngày càng được người tiêu dùng sẵn sàng đón nhận không chỉ đối với loại bia truyền thống mà còn đối với những sản phẩm bia mới khác nhau [1].

Năm 2022, quy mô thị trường bia trên toàn thế giới đạt 66.663,83 triệu USD. Tốc độ tăng trưởng gộp hàng năm (CAGR) dự kiến là 2,33% dự đoán sự mở rộng trong tương lai. Trong giai đoạn dự báo, thị trường bia toàn cầu hoàn toàn có khả năng đạt giá trị 76.547,96 triệu USD cùng với sự phát triển, đa dạng hóa nhiều loại bia khác nhau [2].

Trong sản xuất bia, ngoài malt đại mạch ra, còn sử dụng các loại ngũ cốc khác như gạo, sắn, bắp,... trong quá trình đường hóa gọi là nguyên liệu thay thế (thể liệu). Đối với các loại nguyên liệu thay thế, khoai lang tím được xem là nguồn nguyên liệu đầy tiềm năng xét cả về khía cạnh

kinh tế và giá trị dinh dưỡng. Khoai lang tím được coi là thực phẩm tốt cho sức khỏe do cung cấp chất dinh dưỡng và năng lượng, lượng chất xơ cao, có tác dụng chống tăng đường huyết và chống tăng axit uric, chống béo phì [3]. Ngoài ra, khoai lang tím chứa hàm lượng lớn anthocyanin, là hợp chất có nhiều chức năng sinh học như chức năng chống oxy hóa, ức chế hoạt động chất sinh ung thư, hỗ trợ khả năng bảo vệ gan và có khả năng cải thiện trí nhớ [4, 5].

Việc nghiên cứu các thông số công nghệ sử dụng trong quy trình sản xuất bia gồm: Chế độ đường hóa và lên men tối ưu và tỷ lệ bột khoai lang tím so với sử dụng với malt đại mạch dựa trên các đặc tính lý hóa và cảm quan của mẫu bia sau thời gian lên men được tìm hiểu trong nghiên cứu này, để từ đó có thể phát triển những dòng sản phẩm bia mới, tốt cho sức khỏe phục vụ theo xu hướng tiêu dùng trong tương lai.

2. KHOAI LANG TÍM

2.1. Giới thiệu khoai lang tím

Khoai lang tím có tên khoa học là *Ipomoea batatas* (L.) Lam, là loài cây thân thảo dạng dây leo sống hằng năm, có các lá mọc so le hình tim hay

¹ Trường Đại học Cửu Long

² Trường Đại học Tiền Giang

*Email: btvinhvnm@yahoo.com.vn

xẻ thùy chân vịt, các hoa có tràng hợp và kích thước trung bình. Rễ củ ăn được có hình dáng thuôn dài và thon, lớp vỏ có màu tím như phần thịt.

Khoai lang tím được coi là thực phẩm tốt cho sức khỏe do có giá trị dinh dưỡng cao, chứa nhiều chất xơ, vitamin và khoáng chất, có lợi cho sức khỏe. Các nghiên cứu đã chứng minh khoai lang tím có tác dụng chống tăng đường huyết và axit uric, chống oxy hóa, chống béo phì và chống viêm mạnh mẽ,... Tính chất này có thể được phát huy bởi các thành phần mang hoạt tính sinh học của nó [3].

Thành phần cơ bản của khoai lang tím thu nhận tại huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long gồm: Hàm lượng nước, protein, chất béo, anthocyanin và các thành phần khác được trình bày ở bảng 1, hình 1 [6]. Thành phần hóa học của củ khoai lang thay đổi tùy thuộc giống, kỹ thuật canh tác, đất trồng, khí hậu,... Sự hao hụt của khoai lang khi bảo quản phụ thuộc vào tính chất tự nhiên của khoai, những biến đổi sinh lý, sinh hóa, thành phần hóa học, giống, điều kiện gieo trồng chăm sóc, độ chín thu hoạch, kỹ thuật khi thu hoạch, vận chuyển và những yếu tố kỹ thuật khi bảo quản. Sau thu hoạch, khoai lang rất nhanh bị giảm chất lượng do khối lượng hao hụt, tổn thương cơ học, nảy mầm, sâu, bệnh.

Bảng 1. Thành phần hóa học của khoai lang tím tươi [6]

Thành phần	Đơn vị	Giá trị trên 100 g
Nước	g	68,190 ± 0,11
Protein	g	0,356 ± 0,04
Chất béo	g	0,351 ± 0,14
Anthocyanin	g	0,067 ± 0,01
Thành phần khác	g	31,036 ± 0,08

Anthocyanin từ khoai lang tím tương đối ổn định trong nhiều điều kiện bảo quản, chẳng hạn như dưới ánh sáng, độ pH và nhiệt độ khác nhau. Chính vì những đặc tính này, anthocyanin đã trở nên phổ biến. Tuy nhiên, hàm lượng anthocyanin

trong khoai lang tím tương đối thấp, chỉ 0,10 - 0,97 mg/g khối lượng tươi [3].



Hình 1. Hình ảnh củ khoai lang tím

2.2. Thực trạng sản xuất và tiêu thụ khoai lang tím tại Việt Nam

Ở Việt Nam, khoai lang là cây lương thực phổ biến đứng thứ ba sau lúa, ngô. Khoai lang được trồng ở khắp mọi nơi trên cả nước. Tại tỉnh Vĩnh Long, khoai lang có vùng sản xuất thâm canh tập trung với nhiều chủng loại, nhưng giống khoai lang tím nhạt chiếm đến 90% diện tích xuống giống, đây là giống có thể trồng quanh năm, đem lại thu nhập cho người nông dân cao gấp 6 - 7 lần so với cây lúa [7]. Hàng năm, diện tích trồng khoai lang của tỉnh Vĩnh Long đạt từ 12.000 - 14.000 ha (khoảng 5.500 ha diện tích đất canh tác) với năng suất bình quân đạt 30 tấn/ha, sản lượng đạt từ 380.000 - 400.000 tấn/năm.

Phần lớn nguồn khoai lang sau thu hoạch thì 90% sản lượng được xuất khẩu chủ yếu bằng đường tiểu ngạch hoặc chính ngạch sang Trung Quốc [8]. Việc xuất khẩu phụ thuộc vào một thị trường, đồng thời nhu cầu tiêu dùng trong nước không cao khiến giá khoai lang không ổn định. Do đó, vấn đề đặt ra là đa dạng hóa sản phẩm chế biến từ khoai lang tím nhằm nâng cao giá trị và mang lại lợi nhuận cho người trồng.

2.3. Anthocyanin có hoạt tính sinh học từ khoai lang tím

Anthocyanin là hợp chất thuộc họ flavonoid, sắc tố tan trong nước phổ biến ở thực vật, thường biểu hiện các màu tím, đỏ tía hoặc xanh trong các loại rau củ, trái cây, hoa lá và rễ của các loài thực vật. Đây là hợp chất màu tự nhiên có nhiều tác dụng quý được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm và y dược. Anthocyanin có khả năng chống oxy hóa cao nhờ đặc tính hấp thụ và ngăn chặn sự hình thành các gốc tự do có hại hay phản ứng với các gốc peroxy tham gia vào chuỗi phản ứng oxy hóa, giảm quá trình peroxi hóa lipid [9].

Anthocyanin trong khoai lang tím có sắc tố đỏ được chiết xuất từ rễ, củ hoặc thân của khoai lang tím. Trong một số nghiên cứu, anthocyanin có một số chức năng như: Chống oxy hóa, chống đột biến, chống khối u, chống viêm, hạ đường huyết, giảm cân, phòng ngừa một số bệnh tim mạch, đái tháo đường, bảo vệ gan, điều trị viêm gan cấp tính và xơ gan, tăng cường chức năng chống độc của gan, ngăn sự nhiễm mỡ và hoại tử mô gan... có triển vọng ứng dụng tốt [9 - 12].

Một số nghiên cứu *in vitro* đã cho thấy, tác động của anthocyanin về khả năng tăng trưởng và di căn của một số loại tế bào ung thư. Anthocyanin hoặc dịch chiết giàu anthocyanin đã có tác dụng hạn chế sự tăng trưởng nhiều loại tế bào ung thư như: Ung thư vú, tuyến tiền liệt, đại tràng,... Một số nghiên cứu cho thấy, anthocyanin ức chế tăng trưởng tế bào ung thư bằng quá trình làm ngừng chu kỳ tế bào (cell cycle arrest) hiệu quả hơn phương pháp đầu độc tế bào (cytotoxic effect) [13].

2.4. Sản xuất bột khoai lang tím

Quy trình chế biến bột khoai lang tím từ nghiên cứu của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [14] như sau: Khoai lang tím được phân loại dựa trên kích cỡ đồng đều nhau, rửa và chà xát bằng nước sạch ít nhất 3 lần. Sau đó tiến hành gọt vỏ và

cắt lát từng củ thành những lát có độ dày khoảng 3 mm để thuận lợi cho quá trình chế biến tiếp theo. Sau khi xử lý sơ bộ để ức chế oxy hóa, hạn chế sự thay đổi màu bằng cách ngâm trong dung dịch axit citric 0,4% trong 30 phút [15] thì lát khoai được để ráo và sấy khô ở 60°C đến khi đạt độ ẩm dưới 14,5%. Sau đó, được nghiền và qua rây kích thước lỗ rây là 2 mm để tạo thành bột.

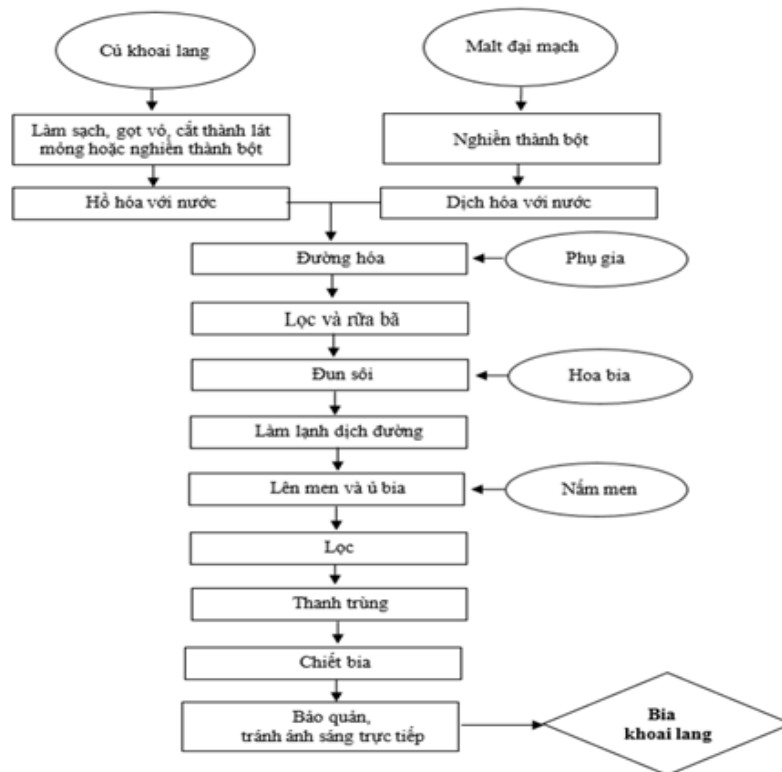
Bột khoai lang tím được chế biến theo nghiên cứu của Nguyễn Duy Tân và cs (2019) [16] bằng cách: Nguyên liệu khoai lang tím sau khi gọt vỏ, rửa sạch, cắt lát mỏng (1 - 2 mm) và hấp (100°C trong 5 phút) đem sấy ở nhiệt độ 70°C trong 560 phút. Các mẫu sau khi sấy khô được nghiền mịn và sàng qua lỗ rây đường kính 1x1 mm sẽ thu được sản phẩm bột có giá trị cảm quan cao về màu sắc, mùi và vị; duy trì được hàm lượng anthocyanin cao.

Bên cạnh đó, nghiên cứu của Iwuoha và Abujah (2022) [17] cho thấy, bột khoai lang được chế biến qua các công đoạn gồm rửa khoai lang và để cho nảy mầm ở 30°C trong 2 - 3 tuần. Sau khi nảy mầm khoảng 3 ngày, khoai lang được rửa sạch, lột vỏ và sấy khô ở nhiệt độ 50°C trong 24 giờ trước khi nghiền thành bột mịn < 200 µm rồi cho qua rây kích thước 0,2 mm. Sử dụng bột khoai lang nảy mầm có hàm lượng enzyme cao để cải thiện hiệu suất đường hoá trong sản xuất bia từ malt kê trần châu (*Pennisetum glaucum* L.).

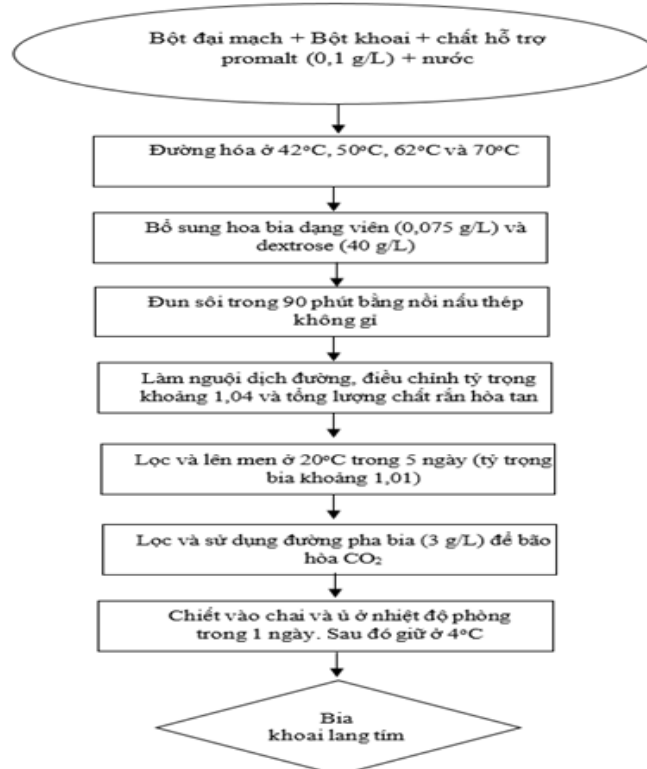
3. QUY TRÌNH SẢN XUẤT BIA CÓ SỬ DỤNG KHOAI LANG TÍM

3.1. Quy trình công nghệ sản xuất bia có sử dụng khoai lang tím

Hiện nay, đã có một số nghiên cứu về việc sử dụng khoai lang để tạo ra dòng bia chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa. Quy trình công nghệ chế biến bia sử dụng khoai lang tím làm thể liệu cũng tương tự như sản phẩm bia truyền thống trải qua các công đoạn chính là chuẩn bị nguyên liệu, đường hóa, lên men, lọc, thanh trùng, chiết rót và hoàn thiện sản phẩm. Quy trình tổng quát sản xuất bia sử dụng khoai lang tím làm thể liệu được trình bày ở hình 2.



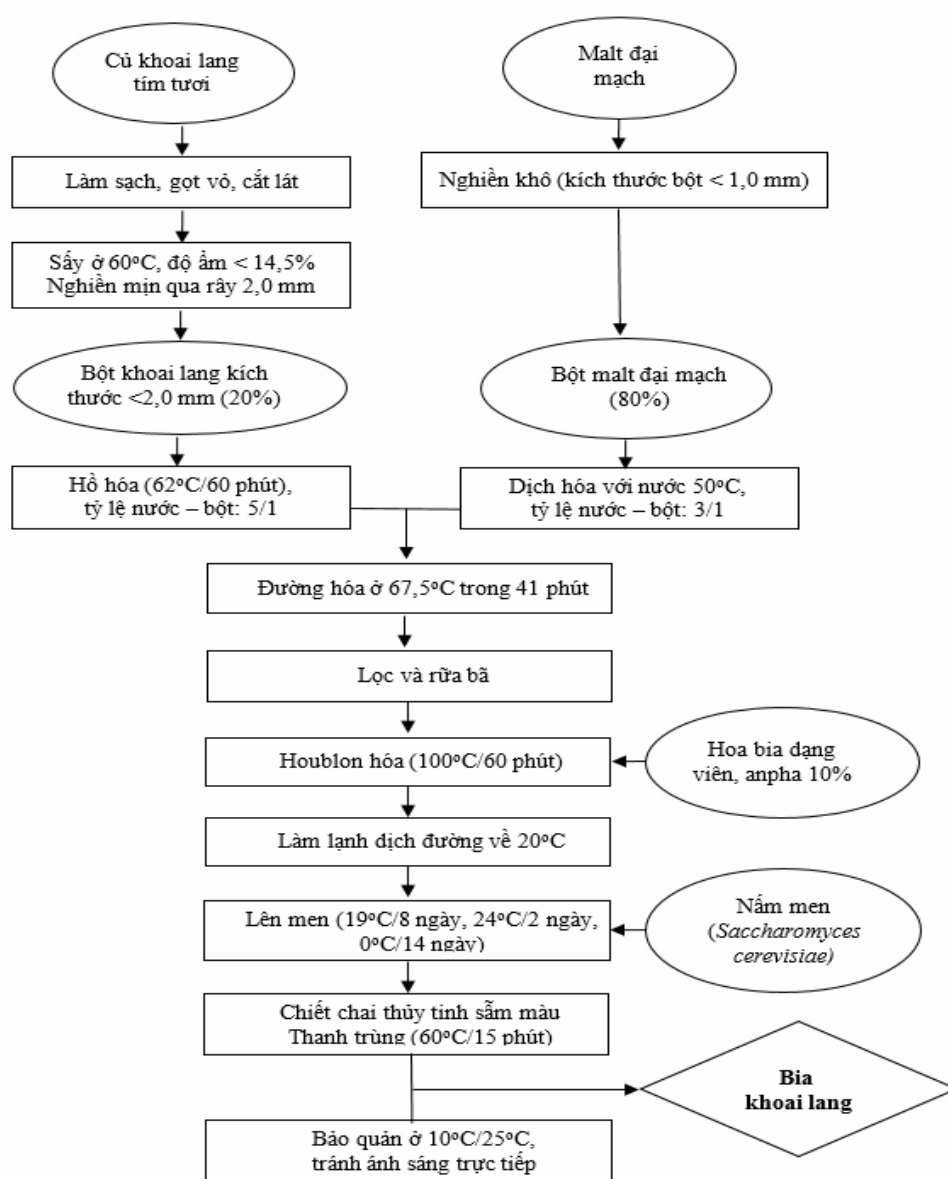
Hình 2. Sơ đồ quy trình tổng quát sản xuất bia sử dụng khoai lang tím làm thể liệu



Hình 3. Quy trình sản xuất bia khoai lang tím của Panda và cs (2015) [18]

Quy trình sản xuất bia từ khoai lang tím của Panda và cs (2015) [18] gồm các công đoạn chính được mô tả như ở hình 3 và các nguyên liệu sử dụng gồm: Khoai lang tím tươi (giống khoai lang tím ST-13 thu hoạch tại Bhubaneswar, Ấn Độ), đại mạch, enzyme promalt (Novozymes Biopharma, Đan Mạch), dextrose, nấm men đông khô *Saccharomyces cerevisiae*. Trong một nghiên cứu khác của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) về sản xuất bia có sử dụng bột khoai lang tím Nhật được trồng tại huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long, malt đại mạch, nấm men đông khô *Saccharomyces*

cerevisiae, hoa bia 10% anpha – axit đắng (xuất xứ từ Slovenia) [1] với các công đoạn của quá trình chế biến được mô tả như ở hình 4. Trong khi đó, Humia và cs (2020) [19] cũng tiến hành thí nghiệm nấu bia sử dụng khoai lang Beauregard, thu hoạch tại Sergipe, Brazil. Kết quả thu được là sản phẩm bia chứa hàm lượng các hợp chất flavonoid, phenolic và beta - carotene. Đây là hướng đi triển vọng sử dụng khoai lang tím như là nguyên liệu thay thế để tạo ra loại bia chứa nhiều chất chống oxy hóa.



Hình 4. Quy trình sản xuất bia khoai lang tím của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [1]

Quy trình sản xuất bia từ khoai lang có thể chia ra làm 4 công đoạn chính, đó là: Chuẩn bị nguyên liệu, quá trình nấu tạo dịch đường, lên men và hoàn thiện sản phẩm. Các công đoạn này được mô tả, tổng hợp và trình bày ở bảng 2.

Chuẩn bị nguyên liệu: Khoai lang được rửa sạch, gọt vỏ, cắt thành mẫu nhỏ và phơi nắng đến khi độ ẩm khoảng 6 - 8%, sau đó xắt thành lát mỏng và sử dụng với bột malt đại mạch theo tỷ lệ là 30% [18]. Trong khi đó, Humia và cs (2020) [19]

sử dụng bột khoai lang được nghiền mịn từ lát mỏng đã được sấy khô không tiếp xúc với ánh sáng trong 48 giờ ở 50°C. Trong quy trình thực hiện bởi Bằng và cs (2022) [1], sử dụng lát khoai lang tím Nhật dày khoảng 3 mm để sấy đến độ ẩm dưới 14,5% ở 60°C, sau đó nghiền và rây thu hạt bột đường kính nhỏ hơn 2 mm. Hạt malt đại mạch được nghiền thành bột (kích thước nhỏ hơn 1 mm) và sử dụng cùng bột khoai lang với tỷ lệ là 20%.

Bảng 2. Mô tả các công đoạn chính trong quá trình sản xuất bia sử dụng khoai lang

	Bia sử dụng 20% khoai lang của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [1]	Bia sử dụng 30% khoai lang của Panda và cs (2015) [18]	Bia sử dụng 50% khoai lang của Humia và cs (2020) [19]
Nguyên liệu chính	80% bột malt đại mạch + 20% bột khoai lang tím Nhật + houblon + nước + nấm men	70% bột malt đại mạch + 30% bột khoai lang tím (ST - 13) + houblon + nước + phụ gia + nấm men	50% bột malt đại mạch + 50% bột khoai lang Beuregard + houblon + nước + phụ gia
Chuẩn bị nguyên liệu	- Bột khoai lang (độ ẩm < 14,5%), kích thước < 2 mm, dạng hạt - Nghiền malt đại mạch thành bột, kích thước < 1 mm	- Bột khoai lang (độ ẩm 6 - 8%), dạng bông - Ngâm và ủ hạt đại mạch trong 24 tiếng, sấy 80-100°C và nghiền thành bột	- Sấy khô không tiếp xúc ánh sáng trong 48 tiếng ở 50°C, nghiền thành bột khoai - Nghiền malt đại mạch thành bột, kích thước < 1 mm
Chuẩn bị dịch đường	- Đường hóa ở 67,5°C trong 41 phút - Lọc tách dịch đường - Houblon hóa 100°C trong 60 phút - Làm lạnh về 20°C và tách cặn	- Đường hóa ở 42°C, 50°C, 62°C và 70°C, mỗi mức nhiệt độ giữ trong 20 phút - Houblon hóa trong 90 phút - Làm nguội về 28 ± 2°C và lọc qua lớp vải cotton tiết trùng	- Đường hóa ở 66°C trong 75 phút và 78°C trong 10 phút - Lọc tách dịch đường - Houblon hóa 100°C trong 60 phút - Làm lạnh về 20°C bằng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm
Lên men	- Lên men chính: 8 ngày ở 19°C và 2 ngày cuối ở 24 °C - Lên men phụ: 14 ngày ở 0°C	- Lên men ở 20°C trong thiết bị vô trùng, môi trường kỵ khí trong 5 - 7 ngày (khí tỷ trọng dịch lên men khoảng 1,010 g/L)	- Lên men chính: 8 ngày ở 19°C và 2 ngày cuối ở 24 °C - Lên men phụ: 14 ngày ở 0°C
Hoàn thiện sản phẩm	- Dịch bia được chiết vào chai thủy tinh sẫm màu, đóng nắp chai - Thanh trùng ở 60°C trong 15 phút (15 PU). - Sản phẩm đóng chai đã thanh trùng được bảo quản ở 25°C hoặc 10°C trong 45 ngày	- Dịch bia được hạ về 4°C để lắng cặn. - Lọc qua màng lọc tiết trùng, rót vào chai thủy tinh sẫm màu cùng với đường pha bia (3 g/L). - Sản phẩm được đóng nắp và thanh trùng ở 15 PU	- Bổ sung dung dịch sucrose vào bia - Chiết bia và đóng nắp vào chai thủy tinh sẫm màu dung tích 600 mL - Bảo quản ở 20°C trong 7 ngày

Quá trình nấu: Trộn hỗn hợp bột malt đại mạch và những lát khoai lang tím với nước, tỷ lệ nguyên liệu thô (hỗn hợp bột malt đại mạch và khoai lang) và nước là 3: 10, bổ sung chất hỗ trợ promalt (0,1 g/L). Thực hiện quá trình đường hóa ở các mức nhiệt độ lần lượt là 42°C, 50°C, 62°C và 70°C, mỗi mức nhiệt độ giữ trong vòng 20 phút. Sau đó, dịch đường được đun sôi 90 phút trong thiết bị nấu bằng thép không gỉ, bổ sung hoa bia (0,075 g/L) và dextrose (40 g/L) (đây gọi là quá trình houblon hóa). Kết thúc đun sôi, dịch đường được làm nguội về $28 \pm 2^\circ\text{C}$ và lọc qua lớp vải cotton tiệt trùng nhằm thu được dịch sau quá trình houblon hóa [18]. Nghiên cứu của Humia và cs (2020) [19] bổ sung thêm giai đoạn hồ hóa dịch bột khoai lang ở 62°C trong 60 phút rồi mới tiến hành đường hóa (tỷ lệ nước - bột là 3:1) ở $66 \pm 1^\circ\text{C}$ trong 75 phút và ở 78°C trong 10 phút cuối. Tiến hành lọc tách dịch đường ra khỏi bã, sau đó bổ sung thêm nước 76°C và tiếp tục quá trình lọc lần 2. Đun sôi dịch đường 100°C trong 60 phút, đồng thời bổ sung hoa bia. Sau đó dịch đường này được làm lạnh nhanh về 20°C bằng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm. Tương tự, quá trình nấu của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [1] cũng thực hiện các công đoạn như trên và điều chỉnh điều kiện đường hóa là 67,5°C trong 41 phút.

Quá trình lên men: Panda và cs (2015) đã thực hiện quá trình lên men (sau quá trình houblon hóa) với nấm men ở 20°C trong thiết bị vô trùng, môi trường kỵ khí. Quá trình sẽ kết thúc khi tỷ trọng dịch lên men khoảng 1,010 g/L và thường kéo dài khoảng 5 đến 7 ngày [18]. Trong khi đó, nghiên cứu của Humia và cs (2020) [19] cũng như của Bằng và cs (2022) [1] tiến hành quá trình lên men trong bình thép kín tiệt trùng có kiểm soát nhiệt độ cùng với nấm men đã được chuẩn bị trước đó. Quá trình lên men chính diễn ra trong 8 ngày ở 19°C và 2 ngày cuối ở 24°C. Sau đó, tiến hành rút hết men trong bình và hạ nhiệt độ dịch bia về 0°C, quá trình lên men phụ kéo dài trong 14 ngày.

Hoàn thiện sản phẩm: Dịch bia được hạ về 4°C để lắng cặn. Lớp bia phía trên được lọc qua màng lọc tiệt trùng, không làm xáo trộn lớp cặn bên dưới. Bia được rót vào chai thủy tinh sẫm màu cùng với đường pha bia (3 g/L) nhằm hỗ trợ tạo

bọt và bão hòa CO₂. Cuối cùng sản phẩm được đóng nắp và thanh trùng ở 15 PU [18]. Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) cũng tiến hành tương tự như trên (không bổ sung đường pha bia) và bảo quản ở 25°C hoặc 10°C [1]. Trong khi đó, Humia và cs (2020) có bổ sung đường vào bia rồi tiến hành chiết và đóng nắp vào chai thủy tinh sẫm màu dung tích 600 mL, bảo quản ở 20°C trong 7 ngày [19].

3.2. Hàm lượng chất chống oxy hóa và sự biến đổi của chúng trong quá trình chế biến, bảo quản

Sản phẩm bia khoai lang trong các nghiên cứu đều chứa hàm lượng chất chống oxy hóa nhất định và đã được chứng minh qua thí nghiệm và phân tích. Các kết quả về chỉ tiêu hóa lý và hàm lượng chất chống oxy hóa trong bia sử dụng khoai lang được tổng hợp ở bảng 3.

Sản phẩm bia từ khoai lang của Humia và cs (2020) [19] đã tiến hành thí nghiệm nấu bia sử dụng nguyên liệu thay thế là khoai lang (50% khối lượng, thời gian đường hóa là 75 phút), tạo ra sản phẩm có độ cồn 5,05% v/v, hàm lượng phenolic tổng: 228,1 mgEAG/L; hàm lượng beta - carotene: 0,448 mg/100 mL. Trong đó, hàm lượng phenolic cao hơn các loại bia vàng sáng màu (bia pale lager) nhưng lại thấp hơn bia đen do ảnh hưởng bởi các sản phẩm sinh ra trong phản ứng Maillard. Các hợp chất này đóng vai trò quan trọng đến hương vị và độ bền keo của bia. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, thời gian đường hóa và sự tiếp xúc nhiệt trong quá trình nấu bia có thể dẫn đến sự suy giảm hàm lượng beta - carotene.

Sản phẩm bia sử dụng thể liệu khoai lang tím (30% khối lượng) trong nghiên cứu của Panda và cs (2015) [18] có hàm lượng phenol 0,21 mg/mL; anthocyanin 5,1 mg/100 mL. Trong khi đó, bia khoai lang tím (20% khối lượng) của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) có hàm lượng anthocyanin 5,04 mg/L đối với bia chưa thanh trùng và 2,70 - 3,73 mg/L đối với bia đã thanh trùng có thể bảo quản được trong 45 ngày [1]. Hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm bia càng tăng khi lượng khoai lang sử dụng trong quá trình nấu dịch đường càng nhiều. Hàm lượng anthocyanin suy giảm trong quá trình nấu bia và lên men. Hàm lượng anthocyanin

có xu hướng giảm dần theo chiều tăng của nhiệt độ đường hóa và thời gian giữ nhiệt do anthocyanin dễ bị phân hủy bởi nhiệt độ thành các chất như phenolic acid, aldehydes và diketones

[20]. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu Panda và cs (2015) [18] và Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [1] khi thử nghiệm ở các điều kiện đường hóa khác nhau.

Bảng 3. Kết quả một số chỉ tiêu hóa lý và hàm lượng hợp chất chống oxy hóa trong bia sử dụng khoai lang

	Bia sử dụng 20% khoai lang của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) [1]	Bia sử dụng 30% khoai lang của Panda và cs (2015) [18]	Bia sử dụng 50% khoai lang của Humia và cs (2020) [19]
Một số chỉ tiêu hoá lý			
Độ cồn (%v/v)	4,47 ± 0,02	3,77 ± 0,06	5,05 ± 0,5
pH	4,53 ± 0,01	3,05 ± 0,05	4,15 ± 0,16
Độ màu (EBC)	10,75 ± 0,09	–	26,6 ± 1,15
Độ đắng (BU)	14,48 ± 0,24	–	14,72 ± 1,35
Độ hòa tan biểu kiến (°p)	3,77 ± 0,06	3,57 ± 0,12	4,05 ± 0,46
Hàm lượng diacetyl (mg/l)	0,155 ± 0,006	–	–
Hàm lượng một số hợp chất mang hoạt tính sinh học			
Anthocynin (mg/L)	5,04 ± 0,03	0,51 ± 0,57	–
Phenolic (mg/L)	–	210 ± 2	228,1 ± 0,5
Flavonoid (mg/L)	–	–	21,31 ± 0,46
Beta – carotene (mg/L)	–	–	0,0475 ± 0,0019

Trong quá trình lên men, nồng độ anthocyanin thay đổi liên tục. Trong nấm men, quá trình lên men glycolytic đường, pyruvate được chuyển hóa thành acetaldehyde, đóng vai trò như chất nhận điện tử cuối cùng trong quá trình tạo ethanol. Pyruvate và acetaldehyde là những chất được hình thành trong tế bào chất của nấm men, được chuyển hóa nhanh chóng (pyruvate bị khử nhóm carboxyl thành acetaldehyde hoặc được sử dụng trong sự hình thành acetyl CoA; acetaldehyde bị khử tạo ethanol) và một số sẽ khuếch tán ra khỏi tế bào [21]. Tác động của chúng đủ để tấn công các phân tử khác, tạo điều kiện thuận lợi cho sự biến đổi anthocyanin thành nhiều loại hợp chất: Pyranoanthocyanin và các sắc tố thứ cấp của pyranoanthocyanin, các oligome anthocyanin và các sắc tố anthocyanin polyme. Trong số này, pyroanthocyanin được coi là nhóm dẫn xuất anthocyanin quan trọng nhất, có trong đồ uống lên men [22].

Trong quá trình thanh trùng bia, hàm lượng anthocyanin sẽ giảm so với bia chưa thanh trùng [1]. Điều này có thể giải thích là do sự thủy phân liên kết glycoside trong cấu trúc khiến tính ổn định của anthocyanin bị mất đi, làm biến đổi

aglycone hình thành các sản phẩm không màu tại nhiệt độ cao trong thời gian dài [23].

Trong quá trình bảo quản, anthocyanin sẽ chuyển hóa thành chalcone (tiền chất của các flavonoid) thông qua sản phẩm trung gian là nhóm vòng hydroxyl C4 bị phân cắt và sau đó bị oxy hóa thành những sản phẩm phân giải theo thời gian (ví dụ như 2,4,6 -trihydroxybenzaldehyde) gây nên sự thoái hóa và mất màu anthocyanin [24].

3.3. Giá trị cảm quan của bia có sử dụng khoai lang tím

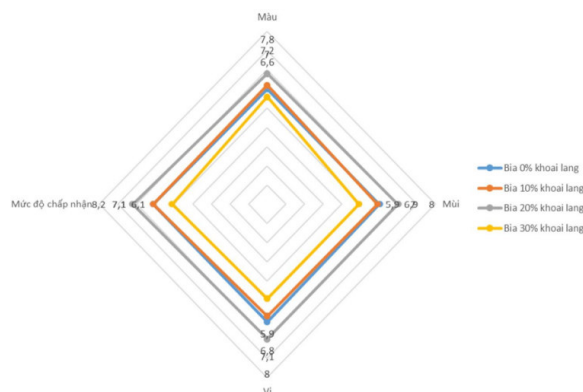
Kết quả đánh giá cảm quan trong nghiên cứu của Panda và cs (2015) thì mẫu bia 30% khoai lang tím có điểm số cảm quan cao nhất (theo thang điểm Hedonic 1-9 với 5 chỉ tiêu đánh giá màu, độ trong, độ tạo bọt, hương vị và mức độ chấp nhận [18]. Nghiên cứu của Đinh Thái Phi Bằng và cs (2022) cho thấy, mẫu bia có sử dụng 20% khoai lang tím có điểm số cao nhất (màu sắc, mùi, vị và mức độ chấp nhận) [1]. Các đặc tính cảm quan trong 2 nghiên cứu trên (Bảng 4 và Hình 5) đều so sánh giữa các loại bia có bổ sung khoai lang tím với hàm lượng khác nhau với bia thương mại không sử dụng khoai lang.

Bảng 4. Phân tích ONE-WAY giá trị cảm quan của các loại bia khác nhau [18]

Đặc điểm	Mẫu bia					Giá trị F	P
	0% bột KLT + 100% bột nghiền malt	30% KLT + 70% bột nghiền malt	50% KLT + 50% bột nghiền malt	100% KLT + 0% bột nghiền malt	Bia thương mại		
Độ màu	7.20 ± 0.84 ^a	8.80 ± 0.45 ^b	6.60 ± 0.89 ^a	7.20 ± 0.84 ^a	7.20 ± 0.84 ^a	5.48	**
Độ trong	7.00 ± 1.42 ^a	7.20 ± 0.84 ^a	6.80 ± 0.84 ^a	7.40 ± 1.14 ^a	7.20 ± 1.10 ^a	0.22	NS
Độ tạo bọt	6.60 ± 2.30 ^a	7.20 ± 0.84 ^a	6.80 ± 1.30 ^a	6.80 ± 0.84 ^a	6.40 ± 2.30 ^a	0.16	NS
Hương vị	6.80 ± 1.09 ^a	8.80 ± 0.44 ^b	6.40 ± 0.50 ^a	7.00 ± 0.71 ^a	7.00 ± 1.00 ^a	6.72	**
Khả năng chấp nhận	6.00 ± 0.00 ^a	8.40 ± 0.55 ^b	7.20 ± 0.84 ^b	6.40 ± 0.55 ^a	6.40 ± 1.52	6.33	**

Chú thích: Số liệu trong bảng được biểu diễn dưới dạng $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một hàng có chỉ số mũ là kí tự khác nhau thể hiện sự khác biệt ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. **: Có ý nghĩa ở mức $P < 0,01$; NS: khác biệt không đáng kể; KLT: khoai lang tím.

Hình 5. Phân tích ONE-WAY giá trị cảm quan của các loại bia khác nhau [18]



Hình 5. Biểu đồ đánh giá cảm quan theo phương pháp cho điểm Hedonic (0 – 9 điểm)

của các mẫu bia lên men phụ [1]

3.4. Lợi ích về sức khỏe của bia sử dụng khoai lang tím

Bia sử dụng khoai lang tím còn chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa mạnh như: Phenol, anthocyanin, anthocyanidin,... giúp bảo vệ các lipoprotein tỷ trọng thấp khỏi các quá trình oxy hóa, loại bỏ các gốc tự do, ngăn ngừa ung thư, cải thiện chức năng thị giác, ức chế kết tụ tiểu cầu và nhiều chức năng sinh lý khác [25, 26].

Anthocyanin được dùng để chống dị ứng, viêm loét, kháng nhiều loại vi khuẩn, tăng chức năng chống độc của gan, ngăn ngừa sự nhiễm mỡ gan và hoại tử mô gan, điều hòa lượng cholesterol trong máu, tránh nguy cơ tắc nghẽn xơ vữa động mạch, phục hồi trường lực tim, điều hòa nhịp tim và huyết áp, điều hòa chuyển hóa canxi, làm giảm đau do tác dụng co thắt cơ trơn. Chính điều này đã

làm cho khoai lang tím có giá trị dinh dưỡng và giá trị dược liệu cao [12].

4. KẾT LUẬN

Nhìn chung, sơ đồ công nghệ tổng quát sản xuất bia có sử dụng bột khoai lang tím cũng tương tự như quy trình sản xuất bia truyền thống, nhưng khi sử dụng bột khoai lang tím ở các tỷ lệ khác nhau thì cần điều một số thông số công nghệ như chế độ đường hóa và thời gian lên men. Nguyên liệu chính sử dụng trong sản xuất bia gồm: Bột khoai lang tím, malt đại mạch, hoa bia, nấm men và nước. Bên cạnh đó, còn có sử dụng enzyme hỗ trợ quá trình đường hóa nếu cần. Sản phẩm bia có sử dụng 20 - 50% bột khoai lang tím để thay thế malt đại mạch có giá trị cảm quan cao và chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa mạnh như phenol, anthocyanin, anthocyanidin,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Thái Phi Bằng, Bùi Thế Vinh, Nguyễn Ngọc Nhi và cs (2022). Nghiên cứu sử dụng bột khoai lang tím (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) làm nguyên liệu thay thế trong sản xuất bia. *Tạp chí Công Thương*, 21, 398 - 407.
2. Global beer market opportunity [2023-2030]. Market Cap Reached at USD 66663.83 Million Recently. <https://www.linkedin.com/pulse/global-beer-market-opportunity-2023-2030->, truy cập ngày 25/9/2023.
3. Wang, F., Zhang, S., Deng, G *et al.* (2022). Extracting total anthocyanin from purple sweet potato using an effective ultrasound - Assisted compound enzymatic extraction technology. *Molecules*, 27, 4344, 1-15.
4. Cho, J., Kang, J. S., Long, P. H *et al.* (2003). Antioxidant and memory enhancing effects of purple sweet potato anthocyanin and cordyceps mushroom extract. *Archives of Pharmacol Research*, 26(10): 821-825.
5. Hwang, Y. P., Choi, J. H., Choi, J. M *et al.* (2011). Protective mechanisms of anthocyanins from purple sweet potato against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatotoxicity. *Food and Chemical Toxicology*, 49(9), 2081-2089.
6. Nguyễn Lê Tấn Thiện, Hoàng Thị Thu Hằng, Bùi Thế Vinh và cs (2022). Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly anthocyanin từ khoai lang tím (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) trồng tại tỉnh Vĩnh Long, Việt Nam. *Tạp chí Công Thương*, 20, 353 - 362.
7. Ủy ban Nhân dân tỉnh Vĩnh Long (2018). Quyết định số 1511/QĐ-UBND ngày 17 tháng 7 năm 2018 về việc ban hành Đề án phát triển sản xuất, chế biến và tiêu thụ khoai lang tỉnh Vĩnh Long giai đoạn 2018 - 2020, tầm nhìn 2030.
8. Tuyết Hiền, Xuân Tươi (2021). Để làm giàu bền vững với khoai lang, <https://baovinhlong.com.vn/kinh-te/202105/de-lam-giau-ben-vung-voi-khoai-lang-ky-3-nhung-mua-khoai-day-tran-tro-3057242/>, truy cập ngày 25/9/2023.
9. Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanin. *Phytochemistry*, 64(5), 923-933.
10. Li A., Xiao R., He S *et al.* (2019). Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. *Molecules*, 24(21), 3816.
11. Zhu, H. M., Zhao, M. (2009). Study on chemical constituents and antioxidant activity of anthocyanins from *Ipomoea batatas* L. (purple sweet potato). *Chem. Ind. Forest Products*, 29, 39-45
12. Huỳnh Thị Kim Cúc (2007). *Nghiên cứu thu nhận và ứng dụng chất màu anthocyanins trong công nghệ thực phẩm*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.
13. Lim S, Xu J, Kim J *et al.* (2013). Role of anthocyanin-enriched Purple-fleshed sweet potato P40 in Colorectal cancer prevention. *Mol Nutr Food Res*, 57(11), 1908-1917.
14. Đinh Thái Phi Bằng, Bùi Thế Vinh, Nguyễn Ngọc Nhi và cs (2022). Ảnh hưởng của bột khoai lang tím và chế độ đường hóa đến chất lượng dịch đường hóa trong sản xuất bia. *Tạp chí Công Thương*, 20, 324 - 331.
15. Hoàng Thị Lệ Hằng (2016). Nghiên cứu ổn định chất lượng khoai lang tím Nhật Bản trong công đoạn sơ chế. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 62(1), 92-97
16. Nguyễn Duy Tân, Trần Phương Lan, Nguyễn Thị Hạnh Dúng và cs (2019). Nghiên cứu chế biến bột dinh dưỡng có hàm lượng anthocyanin và vitamin C cao từ khoai lang tím và chuối xiêm. *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực phẩm, Hội Dinh dưỡng Việt Nam*, 15(1), 39-48.
17. Iwuoha V. O. and Abuajah C. I. (2022). Sprouted sweet potato flour as a shaccharification enhancer to improve the brewing properties of pearl millet malt. *Journal of the Institute of Brewing*, 1-7.
18. Panda, S. K, Panda, H. S, Swain, R. S *et al.* (2015). Anthocyanin - Rich sweet potato (*Ipomoea Batatas* L. Beer: Technology, Biochemical and Sensory Evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6). 3040 - 3049.
19. Humia, B. V., Santos, K. S., Schneider, J. K *et al.* (2020). Physicochemical and sensory profile of Beauregard sweet potato beer. *Food Chemistry*, 312, 126-087.

20. Seeram, N. P., Bourquin, L. D., Nair, M. G. (2001). Degradation products of cyanidin glycosides from tart cherries and their bioactivities. *J. Agric. Food Chem* (49), 4924-4929.
21. Pretorius, I. S. (2000). *Tailoring wine yeast for the new millennium: Novel approaches to the ancient art of winemaking*. *Yeast* (16), 675-729.
22. De Freitas, V., Mateus, N. (2011). *Formation of pyranoanthocyanins in red wines: A new and diverse class of anthocyanin derivatives*. *Anal. Bioanal. Chem*, 401, 1463-1473.
23. Adams J. B. (1973). Thermal degradation of anthocyanins with particular reference to the 3-glycosides of cyanidin. I. In acidified aqueous solution at 100°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(7), 747-762.
24. Furtado P., Figueiredo P., das Neves H. C., Pina, F. (1993). Photochemical and thermal degradation of anthocyanidins. *J. Photochem. Photobiol. A. Chem* (75), 113-118.
25. Humia B. V., Santos K. S., Barbosa A. M. *et al.* (2019). Beer Molecules and Its Sensory and Biological Properties: A Review. *Molecules*, 24(8), 1568.
26. Kano, M., Takayanagi, T., Harada K *et al.* (2005). Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69(5), 979-988.

PURPLE SWEET POTATO: A POTENTIAL ALTERNATIVE INGREDIENT IN BEER PRODUCTION FOR FUTURE

**Bui The Vinh¹, Dinh Thai Phi Bang¹, Nguyen Ngoc Nhi¹,
Nguyen Le Tan Thien¹, Tran Huu Thanh Huy¹, Le Thi Kim Loan²**

¹ *Me Kong University*

² *Tien Giang University*

Summary

Today, consumers are interested in more varieties than traditional beer made from barley malt. In addition, demands for nutritious and healthy foods were increased, using ingredients to replace apart of malt to produce new nutritious products with unique flavors, to adapt consumption trends, to save production costs are concerning issues. Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) is considered a healthy tuber with a unique flavor, high fiber content, anthocyanins with biological activity, and many nutrients. Therefore, it can be said that purple sweet potato powder is a potential ingredient to replace a part of malt in nutritional beer production to produce new nutritional beer products, and to meet beer market trend. The processing of nutritional beer production with purple sweet potato powder was similar to the traditional beer production, and only to modify to some technological parameters such as saccharification and fermentation flowing to the ratio of sweet potato powder used. Nutritional beer products with 20-50% purple sweet potato powder had high sensory values and contained many strong antioxidant compounds such as anthocyanins, phenols, anthocyanidins that help to prevent cancer and improve visual function.

Keywords: *Nutritional beer, alternative ingredient, purple sweet potato, beer production*

Người phản biện: PGS.TS. Huỳnh Xuân Phong

Ngày nhận bài: 7/9/2023

Ngày thông qua phản biện: 2/1/2024

Ngày duyệt đăng: 6/1/2024