

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG BỘT KHOAI LANG TÍM (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM) LÀM NGUYÊN LIỆU THAY THẾ TRONG SẢN XUẤT BIA

● ĐINH THÁI PHI BẰNG - BÙI THẾ VINH - NGUYỄN NGỌC NHI
- LƯƠNG THỊ PHƯƠNG LIÊN - BÙI HỮU THUẬN

TÓM TẮT:

Việc tiêu thụ bia trên toàn cầu đang tăng lên và người tiêu dùng quan tâm đến các loại bia hơn là loại bia truyền thống duy nhất được chế biến từ malt lúa mạch. Do đó, cần phải tìm kiếm các nguyên liệu có tiềm năng độc đáo như bột khoai lang tím (PSPP) để sản xuất bia. Mục tiêu của đề tài là xác định tỷ lệ bột khoai lang tím so với malt dựa trên các đặc tính lý hóa và cảm quan của mẫu bia sau thời gian lên men 24 ngày. Kết quả cho thấy tỷ lệ bột khoai lang tím (PSPP) so với malt được chọn là 20% để chế biến bia. Mẫu bia thu được các giá trị cảm quan tốt và có tính chất hóa lý gồm độ hòa tan biểu kiến, pH, độ cồn, độ màu, độ đắng, hàm lượng diacetyl, và hàm lượng anthocyanin lần lượt là 3,1°P; 4,53; 4,47% (v/v); 10,75 EBC; 14,48 BU; 0,155 mg/L; và 5,04 mg/L. Mẫu bia được thanh trùng ở 60°C trong 15 phút được bảo quản trong 45 ngày ở nhiệt độ 10°C và 25°C có hàm lượng anthocyanin lần lượt là 2,70 và 3,69 mg/L; và có các chỉ tiêu vi sinh vật đáp ứng theo tiêu chuẩn QCVN 6:3/2010 BYT.

Từ khóa: Anthocyanin, khoai lang tím, nguyên liệu thay thế, 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 chào đón không chỉ đối với loại bia truyền thống mà còn sẵn sàng đón nhận những sản phẩm mới.

Khoai lang tím được coi là thực phẩm tốt cho sức khỏe do có hương vị độc đáo, lượng chất xơ cao và có lợi cho sức khỏe, có tác dụng chống tăng đường huyết và chống tăng axit uric, chống béo phì [26]. Khoai lang tím chứa hàm lượng lớn anthocyanin [22], 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; 13]. Do vậy, nó là loại ngũ cốc tiềm năng dùng để thay thế malt đại mạch (gọi là thế liệu) trong sản xuất bia.

Vĩnh Long có vùng nguyên liệu khoai lang lớn, dễ tìm và giá thành tương đối rẻ, nhất là dòng khoai lang tím. Khoai lang tím được bán trực tiếp cho thương lái, người dân với giá thành không ổn định.

Chính vì các lý do trên, việc nghiên cứu sử dụng bột khoai lang tím trong sản xuất bia góp phần phát triển kinh tế địa phương, giảm thất thoát sau thu hoạch... là việc làm rất cần thiết.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Khoai lang tím tươi được thu nhận ở huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long. Khoai lang tím tươi sau khi thu nhận được phân loại dựa trên kích cỡ đồng đều nhau, còn nguyên vỏ và bên trong có màu tím, không bị dập, thối, không bị sâu bệnh và chưa mọc mầm; rửa và chà xát với nước sạch ít nhất 3 lần để loại bỏ phần không tốt; rửa sạch bằng nước và để ráo.

2.2. Thiết bị, dụng cụ, hóa chất

- *Nguyên liệu*: Malt đại mạch (xuất xứ từ Úc) và hoa bia 10% anpha-axit đắng (xuất xứ từ Slovenia) được tài trợ bởi Công ty Bia Sài Gòn - Vĩnh Long; Nấm men nổi thuộc loài *Saccharomyces cerevisiae*, có tên thương mại là Safale US - 05 (xuất xứ từ Pháp).

- *Hóa chất*: dung dịch đậm kali clorua 0,025M (pH = 1,0) và dung dịch đậm natri acetat 0,4M (pH = 4,5).

- Môi trường DRPC (*Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar*); môi trường PCA (*Plate Count Agar*).

- *Dụng cụ, thiết bị*: Các dụng cụ thủy tinh thông thường của phòng thí nghiệm như: Erlen, becher, đĩa petri, bình định mức, ống đong, nhiệt kế.

- Cân phân tích, nồi hấp, bể ổn nhiệt, tủ sấy, tủ cấy, máy đo quang phổ, máy đo pH, bếp điện và các thiết bị khác.

2.3. Quy trình thí nghiệm

2.3.1. Chuẩn bị dịch đường hóa từ bột khoai lang tím và malt đại mạch

a. Chuẩn bị dung dịch hồ hóa bột khoai lang tím

Củ khoai lang tím tươi sau khi đã làm sạch với nước và gọt vỏ sẽ được cắt thành những lát có độ dày khoảng 3 mm và đem sấy ở 60°C đến khi độ ẩm dưới 14,5%. Sau đó được đem đi nghiền mịn và rây (đường kính lỗ rây) 2mm để thu nhận bột khoai lang tím sử dụng cho thí nghiệm.

Hồ hóa tinh bột khoai lang tím: Bột khoai lang tím được phối cùng nước nóng với tỷ lệ nước - bột là 5:1 và giữ ở nhiệt độ 62°C 60 phút trong nồi inox để thực hiện quá trình hồ hóa. Hỗn hợp dịch khoai lang tím này được khuấy liên tục trong suốt quá trình hồ hóa.

b. Chuẩn bị dịch đường hóa

Malt đại mạch malt được nghiền khô thành bột bằng máy xay có khoảng cách cặp trục nghiền là 1

mm. Bột malt được hòa với nước nóng với tỷ lệ nước - bột là 3:1 trong nồi inox có cánh khuấy hoạt động liên tục. Thực hiện quá trình đường hóa hỗn hợp dịch cháo malt - khoai lang tím ở 67,5°C trong 41 phút tạo dịch đường [6].

2.3.2. Thực hiện thí nghiệm nấu, lên men và thanh trùng bia

a. Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím đến chất lượng dịch nha và bia lên sau men phụ

Quá trình thí nghiệm được thực hiện qua 2 bước:

- Bước 1: Chuẩn bị dịch nha lạnh: Các mẫu dịch đường thu nhận từ quá trình đường hóa có sử dụng bột khoai lang tím với tỷ lệ bột khoai lang tím - malt lần lượt 0% (đối chứng), 10%, 20% và 30% sẽ trải qua công đoạn lọc và rửa bã (cùng tỷ lệ nước rửa - dịch lọc được ban đầu là 2:1) để thu nhận phần lỏng (gọi là dịch đường hóa) gồm nước và các chất hòa tan, phần rắn được giữ lại trên lớp lọc (gọi là bã malt).

Dịch đường hóa thu nhận được đun sôi ở 100°C trong 60 phút và thực hiện quá trình houblon hóa - bổ sung hoa bia vào dịch. Việc bổ sung hoa bia trong quá trình đun sôi dịch đường hóa được thực hiện tại các thời điểm lần lượt là sau 1 phút (30%), sau 45 phút (30%) và sau 59 phút (40%) [12].

Kết thúc quá trình houblon hóa, dung dịch thu nhận được làm lạnh xuống khoảng 20°C (bằng cách để trong ngăn đá tủ lạnh) để thu nhận được Dịch nha lạnh.

- Bước 2: Lên men bia: Dịch nha được lên men trong bình kín có kiểm soát nhiệt độ. Giống men được sử dụng là *Saccharomyces cerevisiae* (tên thương mại là Safale US - 05) với liều lượng sử dụng là 33 g/hL. Quá trình lên men chính diễn ra trong 8 ngày ở 19°C và 2 ngày cuối ở 24°C. Sau quá trình lên men chính, tiến hành rút hết men trong bình và hạ nhiệt độ dịch bia về 0°C để cho quá trình lên men phụ kéo dài trong 14 ngày để thu nhận mẫu bia.

Chỉ tiêu theo dõi:

- Đối với dịch nha: thể tích dịch thu được, hàm lượng chất tan (°Plato), pH, độ màu, độ đắng, hàm lượng anthocyanin.

- Đối với dịch lên men: độ cồn, độ màu, độ hòa tan biểu kiến, độ đắng, pH, hàm lượng diacetyl, hàm lượng anthocyanin.

- Đánh giá cảm quan các mẫu bia sau lên men phụ.

b. Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản lên tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men và nấm mốc và hàm lượng anthocyanin của bia thanh trùng

Từ thí nghiệm 1, lựa chọn tỷ lệ bột khoai lang tím - malt phù hợp để tiến hành thí nghiệm 2. Các mẫu bia được chiết vào các chai thủy tinh vô trùng sẵn màu được thanh trùng ở 60°C trong 15 phút (tương đương độ hấp là 15). Các mẫu bia thanh trùng được bảo quản ở nhiệt độ 10°C và 25°C. Theo dõi các chỉ tiêu qua thời gian bảo quản lần lượt là 15, 30 và 45 ngày.

Chỉ tiêu theo dõi: Hàm lượng anthocyanin, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men và nấm mốc.

2.4. Phương pháp phân tích

- Xác định hàm lượng anthocyanin bằng phương pháp pH vi sai theo TCVN 11028:2015 được xây dựng dựa trên cơ sở tham khảo AOAC 2005.02.

- Xác định độ hòa tan dịch nha lạnh (°P) bằng phương pháp sử dụng đường kế (Saccharometer) theo TCVN 10789:2015 (EBC Method 8.2.2). Độ hòa tan được xác định theo mặt bám của chất lỏng lên đường kế ở 20°C.

- Xác định pH dịch đường hóa, dịch nha bằng máy đo pH dựa theo Analytica EBC Method 8.17, 1999: pH of Wort (BSG-BKSCL-2.10).

- Xác định pH của bia bằng máy đo pH meter theo TCVN 12323:2018. Phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định pH ở 20°C của các loại bia.

- Xác định độ màu của bia bằng phương pháp

quang phổ theo TCVN 6061:2009 xây dựng trên cơ sở AOAC 976.08 *Color of Beer.Spectrophotometric Method*.

- Xác định độ đắng của bia theo TCVN 6059:2009 dựa trên cơ sở AOAC 970.16 *Bitterness of Beer. Bitterness Units Method*.

- Xác định hàm lượng cồn, độ hòa tan biểu kiến của bia lên men phụ bằng phương pháp cận hồng ngoại sử dụng thiết bị Anton Paar theo Analytica-EBC 9.2.6; 2008 (BSG-BKSCL-7.6).

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần. Thông số thích hợp được lựa chọn từ kết quả của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm kế tiếp.

Kết quả của các thí nghiệm được thống kê và phân tích theo phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XVII, phân tích phương sai ANOVA và kiểm định LSD để kết luận sự sai khác giữa các nghiệm thức.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím đến chất lượng dịch nha và bia lên men phụ

Tỷ lệ phối trộn bột khoai lang tím: malt đại mạch cho thấy khả năng thay thế được của bột khoai lang tím (thể liệu) so với malt đại mạch. Tỷ lệ thay thế hợp lý sẽ cho ra sản phẩm có chất lượng dinh dưỡng và cảm quan tốt, đồng thời tận dụng những tính chất quý của thể liệu tạo ra sản phẩm có giá trị cao.

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím đến chất lượng dịch nha

Kết quả xác định các chỉ tiêu của Dịch nha lạnh ở 20°C được trình bày trên Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả xác định một số chỉ tiêu hóa lý của dịch nha lạnh ở 20°C

Tỷ lệ bột khoai lang tím (%)	Chỉ tiêu				
	Độ hòa tan (°P)	pH	Độ màu (EBC)	Độ đắng (BU)	Thể tích dịch nha (mL)
0	12,10 ^d ± 0,00	5,72 ^b ± 0,03	10,15 ^d ± 0,19	23,05 ^a ± 0,48	5983,0 ^a ± 76,4
10	12,50 ^c ± 0,10	5,74 ^b ± 0,02	16,25 ^c ± 0,42	23,37 ^a ± 0,11	5900,0 ^{ab} ± 50,0
20	13,30 ^b ± 0,06	5,81 ^a ± 0,01	17,90 ^b ± 0,07	23,27 ^a ± 0,13	5830,0 ^{bc} ± 55,7
30	14,37 ^a ± 0,06	5,82 ^a ± 0,02	20,93 ^a ± 0,10	23,48 ^a ± 0,11	5757,0 ^c ± 40,4

Chú thích: a, b, c, d, thể hiện sự khác biệt của các giá trị trong cùng 1 cột với mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ± độ lệch chuẩn.

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy trong cùng một điều kiện nấu, tỷ lệ phối trộn bột khoai lang tím ảnh hưởng tới hàm lượng chất tan có trong dịch nha thu nhận. Hàm lượng chất tan ($^{\circ}\text{P}$) của dịch nha tăng theo tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng 0%, 10%, 20% và 30% lần lượt là 12,10; 12,50; 13,30; và 14,37. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Panda et al. (2015) khi thí nghiệm tạo ra dịch nha có sử dụng thể liệu là khoai lang tím với tỷ lệ 0%; 30%; 50% và 100% (theo khối lượng) cho thấy tổng hàm lượng chất tan của dịch nha có sự hiện diện của khoai lang tím đều cao hơn khi chỉ sử dụng 100% malt đại mạch. Mức độ chuyển hóa tinh bột thành đường lên men được tăng theo chiều tăng hàm lượng khoai lang tím sử dụng, cụ thể là mức độ chuyển hóa của mẫu sử dụng 30% khoai lang tím là 87,3%, trong khi mẫu 100% malt là 82%. Hiện tượng này có thể giải thích là do sự hiện diện nhiều hơn hàm lượng enzyme glucanase (1 $\rightarrow$ 3, 1 $\rightarrow$ 4) tự nhiên có trong khoai lang [7].

Với các giá trị pH của dịch nha đo được cho thấy khi tăng tỷ lệ phối bột khoai lang tím thì pH tăng. Giá trị pH ở các mẫu dịch nha có sử dụng 20% và 30% bột khoai lang tím cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các mẫu dịch nha sử dụng bột khoai lang tím là 0% (đối chứng) và 10%. Các giá trị pH của nghiên cứu này cao hơn so với pH dịch nha sử dụng khoai lang tím - malt ở nghiên cứu của Humia et al. (2020) và hầu như không ảnh hưởng đến quá trình lên men vì chỉ khi pH nhỏ hơn 4 mới gây ức chế quá trình sinh tổng hợp của nấm men [18].

Đối với độ màu của dịch nha: qua phân tích thống kê One-way ANOVA có giá trị $p < 0,05$ cho thấy rằng tỷ lệ bột khoai lang tím phối trộn ảnh hưởng có sự khác biệt (mức ý nghĩa 5%) đến độ màu của dịch nha lạnh. Cụ thể khi so với dịch nha đối chứng (100% malt) thì độ màu khi có bột khoai lang tím trong quá trình nấu tăng lên đáng kể và biến thiên tăng theo tỷ lệ sử dụng bột khoai lang tím. Điều này được giải thích là do trích ly chất màu Beta - carotene và sự hình thành melanoidins từ phản ứng Maillard [19] tạo nên màu vàng cam sẫm hơn so với mẫu đối chứng.

Sự chênh lệch về thể tích thu hồi tương ứng với lượng bột khoai lang tím khác nhau là không nhiều. Tỷ lệ phối trộn nguyên liệu tác động trung

bình ($0,001 \leq p < 0,01$) đến thể tích dịch nha. Tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng và thể tích dịch thu hồi biến thiên ngược chiều với nhau. Điều này có thể lý giải là do kích thước bột khoai lang tím nhỏ hơn malt và đã qua công đoạn nghiền mịn. Khi đó trong quá trình lọc bã, kích thước các phần tử trong bột nghiền bé kết hợp với bã malt sẽ tạo thành một lớp lọc phụ nén chặt, kích thước các rãnh hay mương mao dẫn rất bé và rất dễ bị tắc [11], dẫn đến hiệu suất thu hồi dịch đường bị giảm sút.

Độ đắng của các mẫu bia không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), hay nói cách khác tỷ lệ phối trộn không ảnh hưởng đến độ đắng của dịch nha.

3.1.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím đến chất lượng dịch bia lên men phụ

Quá trình lên men chính diễn ra trong 8 ngày ở 19°C và 2 ngày cuối ở 24°C . Quá trình lên men phụ này kéo dài trong 14 ngày ở 0°C . Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu của các mẫu bia sau lên men phụ như trình bày tại Bảng 2.

Qua kết quả trên Bảng 2 cho thấy: tỷ lệ phối trộn khoai lang tím - malt ảnh hưởng đến sự khác biệt độ hòa tan biểu kiến ($^{\circ}\text{P}$) của bia sau lên men phụ. Độ hòa tan biểu kiến tăng theo hàm lượng bột khoai lang tím sử dụng. Độ hòa tan biểu kiến ($^{\circ}\text{P}$) của mẫu bia đạt cao nhất ở tỷ lệ bột khoai lang tím 30% (4,07 $^{\circ}\text{P}$) và khác biệt thống kê ($p < 0,05$) so với các mẫu còn lại. Độ hòa tan biểu kiến gia tăng theo phần trăm tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng có thể là do sự thiếu hụt enzyme amylolytic trong lúa mạch để chuyển hóa tinh bột thành đường lên men được [12].

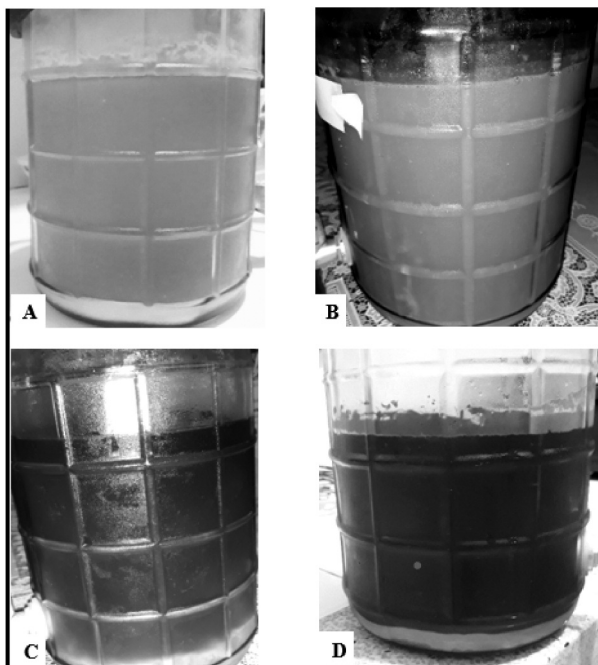
Độ cồn trong mẫu bia sau lên men phụ sử dụng 10% bột khoai lang tím gần như không khác biệt so với mẫu bia đối chứng 100% malt. Độ cồn của bia tăng lên khi sử dụng 20% bột khoai lang tím (4,47 v/v) và đạt cao nhất ở mẫu 30% bột khoai lang tím (5,12% v/v), cho thấy quá trình đường hóa tinh bột và khả năng lên men hiệu quả. Các mẫu bia sau lên men phụ trong thí nghiệm có độ cồn từ 4,19 - 5,12% (v/v) nằm trong khoảng kết quả từ nghiên cứu của Humia et al. (2020) với độ cồn trong khoảng 3,9 - 5,05% (v/v). Trong khi đó, báo cáo của Panda và cộng sự (2015) về bia khoai lang tím giàu anthocyanin cho thấy độ cồn thấp

Bảng 2. Kết quả xác định một số chỉ tiêu hóa lý của bia sau lên men phụ

Tỉ lệ bột khoai lang tím (%)	Chỉ tiêu					
	Độ hòa tan biểu kiến (°P)	pH	Độ màu (EBC)	Độ đắng (BU)	Độ cồn (%)	Diacetyl (mg/L)
0	2,23 ^d ± 0,11	4,55 ^a ± 0,01	8,43 ^d ± 0,10	14,55 ^a ± 0,06	4,19 ^c ± 0,02	0,076 ^c ± 0,002
10	2,87 ^c ± 0,06	4,54 ^a ± 0,02	10,14 ^c ± 0,21	14,78 ^a ± 0,05	4,19 ^c ± 0,02	0,124 ^b ± 0,005
20	3,10 ^b ± 0,00	4,53 ^a ± 0,01	10,75 ^b ± 0,09	14,48 ^a ± 0,24	4,47 ^b ± 0,02	0,155 ^a ± 0,006
30	4,07 ^a ± 0,06	4,46 ^b ± 0,04	12,9 ^a ± 0,07	14,72 ^a ± 0,25	5,12 ^a ± 0,04	0,049 ^d ± 0,004

Chú thích: a, b, c, d, thể hiện sự khác biệt của các giá trị trong cùng 1 cột với mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ± độ lệch chuẩn.

Hình 1: Dịch bia lên men phụ. Ký hiệu A, B, C, D tương ứng với tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng lần lượt là 0% (bia đối chứng), 10%; 20%; 30%



hơn một chút và nằm trong khoảng 3,37 - 3,77% (v/v). Tại Nhật Bản, tỉnh Kyushu, các sản phẩm đồ uống chưa qua chưng cất (rượu và bia) cùng loại với bia khoai lang tím được sản xuất và bán với nồng độ cồn trong khoảng từ 4 - 6% (v/v) [28].

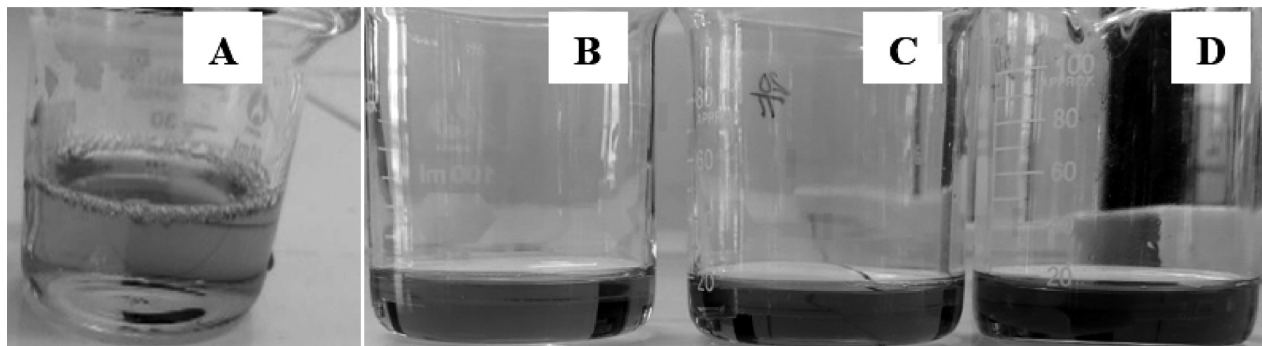
Mục tiêu của quá trình lên men phụ hay còn gọi là quá trình ủ chín bia (đối với bia lên men chìm), là tập trung vào việc tạo ra hương vị cân bằng cho bia với hàm lượng diacetyl ở mức tối

thiểu [25]. Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, các mẫu bia có sử dụng bột khoai lang tím ở các tỷ lệ khác nhau đều có hàm lượng diacetyl nhỏ hơn 0,2 mg/L và phù hợp với TCVN 6057:2013 về hàm lượng diacetyl trong bia hộp (không vượt quá 0,2 mg/L) và QCVN 6-3:2010/BYT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với các sản phẩm đồ uống có cồn). Mẫu bia có sử dụng 20% bột khoai lang tím có hàm lượng diacetyl cao nhất, đạt 0,155 mg/L và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mẫu bia còn lại. Trong khi đó, mẫu bia có sử dụng 30% bột khoai lang tím có hàm lượng diacetyl thấp nhất (0,049 mg/L) và thấp hơn cả mẫu bia đối chứng (0,076 mg/L).

Diacetyl được tạo thành bằng con đường oxy hóa acetoin (acetyl methyl cacbinol) [11] và là sản phẩm phụ có liên quan chặt chẽ với quá trình sinh tổng hợp valine từ nấm men, được hình thành phần lớn trong quá trình lên men, phụ thuộc vào hàm lượng valine trong dịch nha [14]. Thành phần dịch nha đóng vai trò quan trọng tới sự phát triển của nấm men và xác định chất lượng bia, trong đó valine trong dịch nha là một amino axit thiết yếu được biết như là hợp chất gây giảm mùi vị ví dụ như diacetyl [24]. Theo Tith et al (2015), việc bổ sung valine trong dịch nha có thể trực tiếp làm giảm sự hình thành diacetyl trong quá trình lên men bia bởi valine tổng hợp 300 mg/L. Khi mức độ á - acetolactate trong bia non tăng lên sẽ dẫn đến nồng độ cao của diacetyl [25] và valine được chứng minh là ức chế quá trình tổng hợp á - acetolactate (tiền chất diacetyl) [17].

Dựa vào số liệu Bảng 2 cho thấy, bia sau lên

Hình 2: Bia lên men phụ sau lọc. Ký hiệu A, B, C, D tương ứng với tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng lần lượt là 0% (bia đối chứng), 10%; 20%; 30%



men phụ có lượng bột khoai lang tím sử dụng càng cao thì độ màu càng cao do tác động của chất màu Beta - carotene và hình thành melanoidins [19].

Đối với độ đắng của bia (Bảng 2), tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng không ảnh hưởng đến giá trị độ đắng của bia sau lên men phụ, không khác biệt thống kê ($p < 0,05$). Việc bổ sung hoa bia được làm theo hướng dẫn của nhà sản xuất và lượng cho vào tương tự với tất cả các mẫu bia thí nghiệm.

Tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng không ảnh hưởng nhiều ($0,01 < p < 0,05$) đến giá trị pH của bia sau lên men phụ (Bảng 2). Các giá trị pH này gần tương tự như nghiên cứu của De Francesco et al. (2018) (pH 4,6 - 4,75); Zapata et al. (2019) (pH 4,28 - 4,38) và Humia et al. (2020) (pH 4,0 - 4,7).

3.1.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím liệu đến hàm lượng anthocyanin của bia sau lên men phụ

Kết quả ở số liệu Bảng 3 cho thấy, hàm lượng

Bảng 3. Hàm lượng anthocyanin của các mẫu bia có sử dụng bột khoai lang tím 0%, 10%, 20% và 30%

Tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/L)
0	0,00 ^d ± 0,00
10	3,25 ^c ± 0,13
20	5,04 ^b ± 0,03
30	7,03 ^a ± 0,07

Chú thích: a, b, c, d, thể hiện sự khác biệt của các giá trị trong cùng 1 cột với mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ± độ lệch chuẩn.

anthocyanin trong bia sau lên men phụ càng nhiều khi tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng càng nhiều. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Panda et al. (2015). Hàm lượng anthocyanin cao nhất ở mẫu bia có sử dụng 30% bột khoai lang tím (7,03 mg/L), cao hơn so với mẫu bia có tỷ lệ bột khoai lang tím là 30% ở nghiên cứu của Panda et al. (2015) (5,10 mg/100 mL).

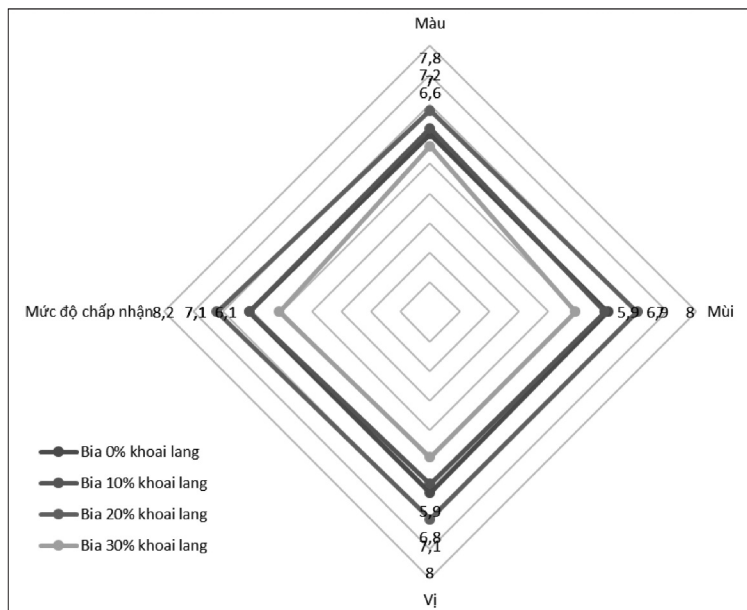
3.1.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột khoai lang tím sử dụng đến giá trị cảm quan của bia sau lên men phụ

Phép thử cho điểm thị hiếu là phép thử thực hiện trên số đông người tiêu dùng để tìm hiểu mức độ ưa thích của họ đối với sản phẩm nghiên cứu. Trong phép thử này, người thử sẽ nhận được các mẫu cần thử và cho biết mức độ ưa thích, hài lòng của mình đối với sản phẩm bằng thang điểm Hedonic đã được định nghĩa trước thông qua các thuật ngữ mô tả cấp độ hài lòng, ưa thích [10]. Hình 3 là Biểu đồ đánh giá cảm quan theo phương pháp cho điểm Hedonic (0 - 9 điểm) của các mẫu bia lên men phụ.

Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy mẫu bia có sử dụng 20% bột khoai lang tím sau lên men phụ có điểm số vượt trội về mùi, vị và mức độ chấp nhận so với các mẫu còn lại. Bên cạnh đó, yếu tố màu sắc của bia sau lên men phụ có sử dụng 20% bột khoai lang tím có điểm số gần tương đồng với mẫu bia 10% bột khoai lang tím và cao hơn mẫu bia đối chứng không sử dụng thể liệu (0%).

Như vậy, dựa trên các phân tích các chỉ tiêu hóa lý gồm pH, độ đắng, độ cồn, hàm lượng diacetyl, hàm lượng anthocyanin có trong các mẫu bia sau lên men phụ và điểm đánh giá cảm quan

Hình 3: Biểu đồ đánh giá cảm quan theo phương pháp cho điểm Hedonic (0 - 9 điểm) của các mẫu bia lên men phụ



của các mẫu bia, tỷ lệ bột khoai lang tím 20% được chọn cho thí nghiệm tiếp theo.

3.2. Khảo sát sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản đến hàm lượng anthocyanin, tổng số nấm men nấm mốc và vi sinh vật hiếu khí của bia thanh trùng

Sau khi quá trình lên men phụ kết thúc, mẫu bia có sử dụng 20% bột khoai lang tím được lọc qua lớp vải lọc thông qua vòi của bình lên men và ống nhựa 3,5 mm vào chai thủy tinh tối màu và đóng bằng nắp Swingtop nhựa. Tất cả dụng cụ đều được tiệt trùng bằng nước nóng 100°C trước khi chiết bia. Các mẫu bia trong chai được thanh trùng ở 60°C trong 15 phút tương đương với 15 đơn vị hấp (Pasteurization units), trong đó một đơn vị hấp là thời gian tính bằng phút cần thiết ở một nhiệt độ nhất định là 60°C [15].

Có rất nhiều yếu tố bảo vệ bia tránh bị nhiễm vi sinh vật chẳng hạn như pH thấp, thế oxi hóa khử, bậc cacbon sẵn có, hợp chất isohumulones trong hoa bia ức chế vi khuẩn gram dương, cồn tạo ra từ nấm men [2]. Tuy nhiên, trong bia thành phẩm, sản xuất theo phương pháp thông thường luôn luôn chứa các tế bào còn sống bao gồm nấm men thuần chủng và các sinh vật ngoại lai khác như vi khuẩn axetic, một số nấm sợi, vi khuẩn

thuộc nhóm *Escherichia coli* và nhiều loại khác không thể phát triển được ở trong bia ([1]. Bia chai không hấp chỉ để được 3 - 8 ngày vì còn một ít men và các vi khuẩn làm hỏng bia [16]. Do đó, việc kiểm soát tính ổn định về vi sinh của bia là rất cần thiết và nếu muốn hoàn toàn chắc chắn bia sẽ ổn định trong một thời gian dài thì bia cần phải được xử lý bằng: hấp nhanh; chiết nóng hoặc thanh trùng trong máy dạng đường hầm [15]. Mục đích chính của việc thanh trùng là loại bỏ các yếu tố vi sinh vật trong thực phẩm có thể gây hư hỏng sản phẩm hoặc nguy hiểm đến người tiêu dùng [21].

3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản đến hàm lượng anthocyanin

Theo Francis (1989), một vài yếu tố có thể gây tác động đến độ ổn định anthocyanin bao gồm oxy, pH, enzyme, ánh sáng, nhiệt, độ ẩm và sự hiện diện của đường, axit ascorbic, muối sulfite và sulfur dioxide, ion kim loại và các chất đồng sắc tố. Trong các yếu tố đó, điều kiện bảo quản như nhiệt độ, cường độ sáng và thời gian là những yếu tố quan trọng tương

Bảng 4. Hàm lượng anthocyanin trong bia đã thanh trùng qua các chế độ bảo quản khác nhau

STT	Chế độ bảo quản [nhiệt độ (°C)-thời gian (ngày)]	Hàm lượng anthocyanin (mg/L)
1	10 – 15	3,73 ^a ± 0,20
2	10 – 30	3,71 ^a ± 0,20
3	10 – 45	3,69 ^a ± 0,20
4	25 – 15	2,78 ^b ± 0,12
5	25 – 30	2,74 ^b ± 0,10
6	25 – 45	2,70 ^b ± 0,11

Chú thích: a, b thể hiện sự khác biệt của các giá trị trong cùng 1 cột với mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ± độ lệch chuẩn.

đương nhau và tác động đến sự thoái hóa và biến đổi màu sắc của anthocyanin [23; 27]. Bảng số liệu 4 biểu thị hàm lượng anthocyanin trong mẫu bia ở các điều kiện bảo quản khác nhau (nhiệt độ và thời gian bảo quản).

Dựa trên kết quả trong Bảng 4 cho thấy ở cùng một nhiệt độ bảo quản (10°C và 25°C), hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm nhẹ theo thời gian bảo quản nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa qua thời gian bảo quản (mức ý nghĩa 5%). Đồng thời, khi bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn (10°C), hàm lượng anthocyanin ít bị hao hụt hơn khi bảo quản ở 25°C. Điều này phù hợp với nhận định của Chen et al. (2019) cho rằng ánh sáng và nhiệt độ bảo quản là những yếu tố chính ảnh hưởng đến hạn sử dụng của đồ uống, quá trình thoái hóa các thành phần hoạt tính sinh học và màu sắc cảm quan vẫn diễn ra trong sản phẩm và ảnh hưởng trực tiếp đến sự chấp nhận của người tiêu dùng. 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 [9; 29].

Hàm lượng anthocyanin trong bia đã thanh trùng sau 15 ngày giảm hơn 46,9% (đối với mẫu bảo quản ở 10°C) và hơn 60,4% (đối với mẫu bảo

quản ở 25°C) so với mẫu bia lên men phụ chưa thanh trùng. 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 [1]

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản đến tổng số nấm men nấm mốc và vi sinh vật hiếu khí tổng số

Vi sinh vật nhiễm vào dịch lên men và bia thành phẩm gây ra những mùi vị lạ, làm bia bị đóng cặn và vẩn đục, nhanh hỏng và giảm chất lượng của bia. Những vi sinh vật tạp nhiễm trong bia thuộc 3 nhóm: nấm men, vi khuẩn và nấm mốc [16].

Bảng số liệu 5 biểu thị sự thay đổi tổng số vi sinh vật hiếu khí và tổng số nấm men, nấm mốc của bia đã thanh trùng với độ hấp là 15 PU qua các mức nhiệt độ bảo quản (10°C; 25°C) và mốc thời gian (15; 30; 45 ngày) khác nhau.

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy tổng số nấm men, nấm mốc trong các mẫu bia đều cho kết quả là không phát hiện trên 1mL mẫu. Bên cạnh đó, các mẫu bia được bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn (10°C) có số lượng cũng như tốc độ gia tăng vi sinh vật hiếu khí tổng số đều thấp hơn so với các mẫu bia được bảo quản ở nhiệt độ thường (25°C). Chỉ tiêu về tổng số vi sinh vật hiếu khí và tổng số nấm men, nấm mốc trong các mẫu bia thanh trùng khi bảo quản ở 10°C và 25°C qua thời gian

Bảng 5. Kết quả tổng số vi sinh vật hiếu khí và tổng số nấm men, nấm mốc trong bia đã thanh trùng qua các chế độ bảo quản khác nhau

STT	Chế độ bảo quản [nhiệt độ (°C) - thời gian (ngày)]	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/mL)	Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/mL)	Chỉ tiêu vi sinh vật
1	10 – 15	2,33 ^e ± 0,58	< 1	Tổng số vi sinh vật hiếu khí ≤ 10 CFU/ml Tổng số nấm men, nấm mốc: Không được có
2	10 – 30	3,67 ^d ± 0,33	< 1	
3	10 – 45	6,33 ^c ± 0,58	< 1	
4	25 – 15	7,00 ^{bc} ± 1,00	< 1	
5	25 – 30	8,00 ^{ab} ± 1,00	< 1	
6	25 – 45	8,67 ^a ± 0,58	< 1	

Chú thích: a, b, c, d, e thể hiện sự khác biệt của các giá trị trong cùng 1 cột với mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ± độ lệch chuẩn.

Chỉ tiêu vi sinh vật: Yêu cầu kỹ thuật vi sinh đối với Bia thành phẩm đóng chai/lon theo KHKSCS BSG-BKT/PL-30 dựa trên cơ sở tham khảo QCVN 6:3/2010/BYT.

15; 30; và 45 ngày đều phù hợp theo các yêu cầu tiêu chuẩn về các chỉ tiêu vi sinh vật của đồ uống có cồn đối với sản phẩm bia hộp/bia chai.

4. Kết luận

Quá trình nghiên cứu đã xác định tỷ lệ nguyên liệu 20% bột khoai lang tím + 80% malt đại mạch được sử dụng để sản xuất bia để cho sản phẩm có chất lượng cảm quan cao nhất, các chỉ tiêu hóa lý

và vi sinh đều phù hợp theo QCVN 6:3/2010 BYT. Các mẫu bia sau thanh trùng và bảo quản ở nhiệt độ 10°C và 25°C trong thời gian 45 ngày có hàm lượng anthocyanin lần lượt là 2,70 và 3,69 mg/L. Do vậy, có thể sử dụng bột khoai lang tím làm thế liệu trong sản xuất bia sẽ tạo ra sản phẩm có nhiều ưu điểm hơn so với các loại ngũ cốc truyền thống khác như gạo ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. 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.
2. Banwart, G. J. (1989). *Basic Food Microbiology*, 2nd ed. New York: Chapman & Hall.
3. Chen, C. C., Lin, C., Chen, MH and Chiang, PY (2019). Stability and Quality of Anthocyanin in Purple Sweet Potato Extracts. *Foods* 2019, 8, 393; doi:10.3390/foods8090393.
4. Cho, J., Kang, J. S., Long, P. H., Jing, J 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. Doi.org/10.1007/BF02980027. PMID:14609130.
5. De Francesco, G., Sannino, C., Sileoni, V., Marconi, O et al (2018). Mrakia gelida in brewing process: An innovative production of low alcohol beer using a psychrophilic yeast strain. *Food Microbiology*, 76, 354-362.
6. Đinh Thái Phi Bằng, Bùi Hữu Thuận, Nguyễn Ngọc Nhi và cộng sự (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, Các kết quả nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ*, 20, 324-332. ISSN: 0866-7756.
7. Etim, M.U. and Etokakpan, O.U. (1992). Sorghum brewing using sweet potato enzymic flour to increase saccharification. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 8, 509-511.
8. Francis, F.J., (1989). Food colorants: anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 28, 273-314
9. 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.
10. Hà Duyên Tư (2006). *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
11. Hoàng Đình Hòa (2005). *Công nghệ sản xuất Malt và Bia*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
12. Humia, B. V., Santos, K. S., Schneider, J. K et al (2020). Physicochemical and sensory profile of Beauregard sweet potato beer. *Food Chemistry* 312 (2020) 126087. Doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126087.
13. Hwang, Y. P., Choi, J. H., Choi, J. M., Chung, Y. C. 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. doi.org/10.1016/j.fct.2011.05.021. PMID:21640154.
14. Krogerus, K. and B.R. Gibson (2013). Influence of valine and other amino acids on total diacetyl and 2,3-pentanedione levels during fermentation of brewer's wort. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(15): 6919-693.
15. Kunze, W. (2004). *Technology Brewing and Malting, 3rd International Edition, translated by Susan Pratt*, Berlin, ISBN 3-921690-49-8, ©VLB Berlin, Germany.

16. Lương Đức Phẩm (2009). *Nấm men công nghiệp*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
17. Magee, P. T., & Robichon-Szulmajster, H. (1968). The Regulation of Isoleucine-Valine Biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. 2. Identification and Characterization of Mutants Lacking the Acetohydroxyacid Synthetase. *European Journal of Biochemistry*, 3(4), 502-506. Doi:10.1111/j.1432-1033.1967.tb19559.x
18. Masiero, S. S., Peretti, A., Trierweiler, L. F., & Trierweiler, J. O. (2014). Simultaneous cold hydrolysis and fermentation of fresh sweet potato. *Biomass and Bioenergy*, 70, 174-183.
19. Mesías, M., & Delgado-Andrade, C. (2017). Melanoidins as potential functional food ingredient. *Current Opinion in Food Science*, 14, 37-42.
20. 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* ISSN 1745-4549.
21. Rahman, M. Shafiur (2017). Handbook of food preservation, editor M. Shafiur Rahman. -- 2nd ed. p. cm. -- (Food science and technology; 167) Includes bibliographical references and index. ISBN-13: 978-1-57444-606-7 (alk. paper) ISBN-10: 1-57444-606-1 (alk. paper) I. Food--Preservation. I. Rahman, Shafiur. II. Title. III. Series.
22. Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M et al (2003). Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes containing anthocyanins and their utilization in Foods. Department of Crop and Food Science, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, National Agricultural Research Organization (Nishigishi, Kumamoto 861-1192, Japan). *JARQ* 37 (3), 167 - 173 <http://www.jircas.affrc.go.jp>.
23. Sui, X (2017). Changes in the color, chemical stability and antioxidant capacity of thermally treated anthocyanin aqueous solution over storage. In *Impact of Food Processing on Anthocyanins*, pp. 49-65. Springer: Singapore.
24. Tith, S., Withayagiat, U., Lorjaroenphon, Y et al (2019). *Reduction of diacetyl content in lager beer affected by valine supplementation*. Proceedings of 57th Kasetsart University Annual Conference: Science and Genetic Engineering, Architecture and Engineering, Agro-Industry, Natural Resources and Environment. Bangkok (Thailand). p. 805-814.
25. Trần Công Tước (2016). *Sản xuất bia: Lý thuyết và thực hành*. Nhà xuất bản Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh.
26. Wang, F., Zhang, S., Deng, G., Xu, K., Xu, H., Liu, J. (2022). Extracting Total Anthocyanin from Purple Sweet Potato Using an Effective Ultrasound-Assisted compound Enzymatic Extraction Technology. *Molecules*, 27, 4344, 1-15.
27. Weber, F.; Boch, K.; Schieber, A. (2017). Influence of copigmentation on the stability of spray dried anthocyanins from blackberry. *LWT-Food Sci. Technol* 75, 72-77.
28. Yamakawa, O. (2000). New cultivation and utilization system for sweet potato toward the 21st century. In *Potential of Root Crops for Food and Industrial Resources, Twelfth Symposium of International Society of Tropical Root Crops (ISTRC)* (M. Nakatani and K. Komaki, eds.) pp. 8-13, ISTRC, Tsukuba, Japan.
29. Zhao, M.; Luo, Y.; Li, Y.; Liu, X.; Wu, J.; Liao, X.; Chen, F. (2013). The identification of degradation products and degradation pathway of malvidin-3-glucoside and malvidin-3,5-diglucoside under microwave treatment. *Food Chem.* 2013, 141, 3260-3267.

Ngày nhận bài: 10/7/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 7/8/2022

Ngày chấp nhận đăng bài: 17/8/2022

Thông tin tác giả:

1. KS. ĐINH THÁI PHI BẰNG¹

2. KS. NGUYỄN NGỌC NHI²

3. TS. BÙI HỮU THUẬN³

4. ThS. LƯƠNG THỊ PHƯƠNG LIÊN⁴

5. TS. BÙI THẾ VINH³

¹Nhà máy Bia Sài Gòn - Vĩnh Long

²Nhà máy Bia Sài Gòn - Bến Tre

³Trường Đại học Cửu Long

⁴Trường Cao đẳng Cơ điện và Nông nghiệp Nam Bộ

A STUDY ON THE USE OF PURPLE SWEET POTATO POWDER (*IPOMOEA BATATAS (L.) LAM*) AS AN ALTERNATIVE INGREDIENT FOR BREWING

● Eng. DINH THAI PHI BANG¹

● Eng. NGUYEN NGOC NHI²

● Ph.D BUI HUU THUAN³

● Master. LUONG THI PHUONG LIEN⁴

● Ph.D BUI THE VINH³

¹Saigon - Vinh Long Brewery

²Ben Tre Brewery

³Mekong University

⁴Southern Electrical Engineering and Agriculture College

ABSTRACT:

The global beer consumption has increased and consumers are more interested in different types of beer rather than traditional type or beer made from malted barley. Hence, it is important to look for unique potential substrates like purple sweet potato powder (PSPP) for brewing. This study is to determine the PSPP to malt ratio based on physicochemical and sensory properties of beer samples after 24-day fermentation. The result show that the PSPP to malt ratio at 20 percent is suitable for brewing. The obtained beer sample has good sensory values and physicochemical properties with the apparent solubility of 3.1°P, pH of 4.53, alcohol content of 4.47% (v/v), color units of 10.75 EBC, bitterness units of 14.48 BU, diacetyl content of 0.155 mg/L, and anthocyanin content of 5.04 mg/L. After being pasteurized at 60°C for 10.8 minutes, this beer sample can be stored at 10°C and 25°C for 45 days with the anthocyanin content of 2.70 and 3.69 mg/L, respectively. It also meets microbiological requirements of QCVN 6:3/2010 BYT.

Keywords: anthocyanin, purple sweet potato, alternative ingredient, brewing.