

EVALUATION OF ALDEHYDES PRODUCTION FROM YEAST STRAINS ISOLATED FROM FERMENTATION STARTERS IN SOME NORTHERN PROVINCES OF VIETNAM

Pham Thi Tuyet Mai¹, Luu Hong Son¹, Nguyen Thi Giang¹, Phung Thi Anh Minh², Tran Van Chi^{1*}

¹TNU - University of Agriculture and Forestry

²Ha Noi University of Science and Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 13/7/2023	In recent years, the number of cases of alcohol poisoning tends to increase. Alcohol contains not only ethanol, but also methanol, aldehyde and other toxic substances that have serious effects on human health. This study was conducted to evaluate the aldehyde-producing ability of yeast strains isolated from fermentation starters in some Northern provinces of Vietnam, thereby providing more scientific information and recommendations to users about distilled alcohol products are circulating in the market. As a result, 13 yeast strains were isolated from wine yeast samples collected in 4 provinces including: Bac Giang, Thai Nguyen, Bac Kan and Cao Bang. All isolates were capable of producing ethanol in Hansen medium with concentrations ranging from 4.0 to 18.5% v/v. In the produced alcohol samples, aldehydes appeared with different concentrations. The wine sample made from strain MRb1 isolated from fermentation starters in Cao Bang had the lowest aldehyde content (0 - 100.5 mg/l 100° ethanol). The wine sample made from strain MRdn2 isolated from fermentation starters collected in Thai Nguyen contained the highest aldehyde content (500 - 1000 mg/l 100° ethanol).
Revised: 28/9/2023	
Published: 28/9/2023	
KEYWORDS	
Yeast	
Alcohol	
Aldehyde	
Colony	
Fermentation	

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG SINH ALDEHYDE CỦA CÁC CHỦNG NẤM MEN PHÂN LẬP TỪ MEN RƯỢU Ở MỘT SỐ TỈNH PHÍA BẮC VIỆT NAM

Phạm Thị Tuyết Mai¹, Lưu Hồng Sơn¹, Nguyễn Thị Giang¹, Phùng Thị Anh Minh², Trần Văn Chí^{1*}

¹Trường Đại học Nông Lâm – ĐH Thái Nguyên, ²Đại học Bách Khoa Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 13/7/2023	Trong những năm gần đây, số vụ ngộ độc rượu có xu hướng ngày càng tăng. Trong rượu không chỉ có ethanol mà còn có thể chứa cả methanol, aldehyde và các chất độc hại khác có ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của con người. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng sinh aldehyde của các chủng nấm men được phân lập từ men rượu tại một số tỉnh phía Bắc Việt Nam, từ đó cung cấp thêm thông tin khoa học và khuyến cáo đến người sử dụng về các sản phẩm rượu chung cất đang lưu hành trên thị trường. Kết quả đã phân lập được 13 chủng nấm men từ các mẫu men rượu được thu tại 4 tỉnh bao gồm: Bắc Giang, Thái Nguyên, Bắc Kạn và Cao Bằng. Tất cả các chủng nấm men phân lập được đều có khả năng sinh rượu với hàm lượng dao động từ 4,0 - 18,5% v/v. Các mẫu rượu đều có sự hiện diện của aldehyde với nồng độ khác nhau. Mẫu rượu được tạo ra từ chủng MRb ₁ phân lập được từ bánh men rượu tại Cao Bằng có hàm lượng aldehyde thấp nhất (0-100,5 mg/l ethanol 100°). Mẫu rượu được tạo ra từ chủng MRdn2 phân lập từ bánh men ở Thái Nguyên chứa hàm lượng aldehyde cao nhất (500-1000 mg/l ethanol 100°).
Ngày hoàn thiện: 28/9/2023	
Ngày đăng: 28/9/2023	
TỪ KHÓA	
Nấm men	
Rượu	
Aldehyde	
Khuẩn lạc	
Lên men	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8331>

* Corresponding author. Email: tranvanchi@tuaf.edu.vn

1. Giới thiệu

Tình trạng lạm dụng rượu và ngộ độc rượu trong thời gian qua có xu hướng tăng. Tổ chức Y tế Thế giới đã công bố, khoảng 3,3 triệu người chết hàng năm do lạm dụng rượu, chiếm tỷ lệ tử vong 5,9% toàn cầu [1]. Tại Việt Nam, thực tế cho thấy số vụ ngộ độc rượu trên cả nước ngày càng tăng. Theo nghiên cứu của C. S. Lieber (2000), trong rượu không chỉ có ethanol mà còn có thể chứa cả methanol, aldehyde và các chất độc hại khác có ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ tuần hoàn, hô hấp và thần kinh của con người [2]. Trong khi đó, sản phẩm công nghệ sinh học như các loại đồ uống có cồn, sinh khối và các sản phẩm giàu đạm, vitamin... trên toàn thế giới chiếm tới 70% là sản phẩm từ nấm men [3]. Nấm men rượu (chủ yếu là *Saccharomyces cerevisiae*) có vai trò chuyển hóa đường thành ethanol và một số hợp chất khác nhất định [4], lượng hợp chất khác được tạo ra bởi quá trình lên men của nấm men phụ thuộc vào điều kiện lên men. Do đó, các nghiên cứu về quá trình lên men thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học trên thế giới [5]. Bên cạnh đó, trong những năm gần đây, tại Việt Nam đã có những công bố về nghiên cứu tuyển chọn được chủng nấm men có hoạt lực lên men cao nhằm ứng dụng vào sản xuất một số sản phẩm rượu vang quả như dưa hấu [6], dưa [7], thốt nốt [8],... Tuy nhiên, các nghiên cứu về sản phẩm phụ có hại cho sức khỏe con người được sinh ra từ nấm men rượu trong quá trình lên men (trong đó có aldehyde) vẫn chưa được quan tâm nghiên cứu nhiều.

Aldehyde là sản phẩm phụ của quá trình chuyển hóa đường thành rượu bởi nấm men và chúng có thể ảnh hưởng đến hương vị và chất lượng của sản phẩm cuối cùng. Sự hình thành aldehyde sinh học chủ yếu ở giai đoạn đầu của quá trình lên men rượu [9]. Động học và giá trị cực đại của aldehyde trong rượu phụ thuộc rất nhiều vào chủng giống nấm men [10]. Điều quan trọng là kiểm soát nồng độ aldehyde trong quá trình sản xuất rượu để đảm bảo chất lượng và mùi hương phù hợp [11]. Ở rượu chưng cất, aldehyde tổng được tính theo tổng tất cả của aldehyde dạng tự do và aldehyde dạng bảo vệ. Trong đó, acetaldehyde tự do chiếm hơn 90% aldehyde tổng số [12]. Khi vào trong cơ thể, aldehyde có thể trải qua một số quá trình chuyển hóa khác nhau. Nhưng khi ở lượng quá nhiều, cơ thể không có khả năng chuyển hóa, khi đó aldehyde có khả năng gắn kết với các protein và DNA của tế bào gan, gây tổn thương gan, làm tăng quá trình tạo xơ và dẫn tới xơ gan [12].

Rượu chưng cất ở Việt Nam đa số được sản xuất tự do tại các hộ dân, không rõ nguồn gốc và hầu hết đều được sản xuất bằng phương pháp thủ công, thông qua việc sử dụng các loại bánh men thông thường. Đây có thể là mối nguy tiềm ẩn về khả năng ngộ độc rượu vì sự có mặt của aldehyde với nồng độ vượt ngưỡng cho phép. Do vậy, nghiên cứu này tập trung phân lập các chủng nấm men có khả năng sinh rượu từ một số loại bánh men thường, đồng thời khảo sát hàm lượng aldehyde do chúng sinh ra có trong sản phẩm rượu nhằm cung cấp thêm thông tin khoa học và khuyến cáo đến người sử dụng sản phẩm rượu chưng cất đang lưu hành khá phổ biến trên thị trường hiện nay.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân lập nấm men

Mục tiêu là phân tách riêng biệt các tế bào vi sinh vật, cấy và nuôi các tế bào nấm men đã được phân tách trong môi trường thạch Hansen để cho lên khuẩn lạc riêng rẽ, các khuẩn lạc này sẽ được trữ trong ống nghiệm [13].

Mẫu bánh men rượu thu về được nghiền nhỏ bằng dụng cụ vô trùng. Cân 1 gram mẫu hòa với 10 ml nước cất vô trùng, hút 1 ml dịch bơm vào bình tam giác có chứa 100 ml môi trường Hansen (glucose 5%, KH_2PO_4 0,3%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,3%, pepton 1%) đã được khử trùng ở 121°C trong 15 phút, ủ ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Dùng pipet chuyển 0,1 ml dịch đã nuôi làm giàu được cấy trải trên môi trường Hansen agar (agar 2%). Chọn khuẩn lạc nấm men khác nhau để tiếp tục cấy chuyển đến khi thu được khuẩn lạc nấm men thuần.

Phương pháp quan sát đặc điểm hình thái của khuẩn lạc và tế bào [14]

Pha loãng dịch giống nấm men ở nồng độ thích hợp, dùng pipet lấy 0,1 ml dịch nhỏ vào đĩa petri có chứa môi trường phân lập. Dùng que trang thủy tinh vô trùng trang đều dịch trên khắp mặt đĩa, mỗi độ pha loãng cấy trang 3 đĩa. Đặt ngược các đĩa thạch đã cấy lên giá nuôi ở 30°C. Sau 48 giờ tiến hành quan sát hình thái khuẩn lạc.

Làm tiêu bản sống: Dùng một lượng nhỏ sinh khối vi sinh vật trên đầu que cấy với một giọt nước cất vô trùng trên lam kính. Đặt một mép lamén sát với mép của giọt canh trường, sau đó nghiêng lá kính 1 góc 45° và từ từ hạ xuống sao cho giọt canh trường bị ép bởi lá kính và phiến kính. Quan sát tiêu bản dưới kính hiển vi.

Phương pháp lên men và chưng cất xác định nồng độ cồn

Cấy 10 ml dịch giống vào bình 500 ml chứa 300 ml môi trường Hansen (glucose 18% w/v) và lên men trong 140 giờ ở 30°C. Kết thúc quá trình lên men, thu dịch giấm chín để phục vụ cho giai đoạn chưng cất và các thí nghiệm tiếp theo.

Lấy 250 ml dịch giấm chín cho vào bình chưng cất dung tích 500 ml. Mẫu được chưng cất cho tới khi lượng rượu thô đạt 250 ml thì dừng lại và để nguội đến nhiệt độ phòng. Tráng ống đo bằng rượu vừa chưng cất được, rót rượu vào ống đo, từ từ nhúng cồn kế thủy tinh vào ống đo, đợi cồn kế ổn định rồi đọc giá trị tương ứng trên cồn kế và đồng thời xác định nhiệt độ của dịch rượu. Tra bảng hiệu chỉnh % thể tích cồn ở nhiệt độ tiêu chuẩn 20°C [13].

Tính nồng độ cồn trong giấm chín theo công thức (1):

$$N_1 = \frac{N_2 V_2}{V_1}$$

Trong đó: N_1 : Nồng độ cồn cần tính

N_2 : Nồng độ cồn chưng cất được

V_1 : Thể tích giấm đem chưng cất

V_2 : Thể tích rượu chưng cất được từ thể tích giấm V_1

Phương pháp xác định hàm lượng aldehyde bằng phương pháp so màu

Dựa trên phản ứng của aldehyde với fuchsin và NaHSO_3 tạo ra hợp chất màu hồng, lượng nhỏ aldehyde được định lượng theo phương pháp so màu [10]. Sử dụng thuốc thử fuchsin-bazơ, cho fuchsin-bazơ tác dụng với mẫu rượu thử và mẫu rượu có hàm lượng aldehyde tiêu chuẩn. Tiến hành khảo sát khoảng nồng độ (so màu) của các mẫu cần phân tích với dãy các dung dịch acetaldehyde chuẩn đã chuẩn bị có dải nồng độ bao trùm nồng độ của các mẫu. Màu của dung dịch rượu thử không được đậm hơn màu của dung dịch aldehyde tiêu chuẩn.

Hàm lượng aldehyde trong mẫu khi quy về độ cồn 100 (mg/l) được tính theo công thức (2):

$$H = \frac{X * 100}{c}$$

Trong đó: H : Hàm lượng aldehyde trong mẫu khi quy về độ cồn 100 (mg/l)

X : Hàm lượng aldehyde trong mẫu

C : Độ cồn của mẫu rượu.

Bố trí thí nghiệm xây dựng dãy chuẩn acetaldehyde [10]

Chuẩn bị 1 ống nghiệm (kí hiệu: 01) chứa mẫu trắng (10 ml ethanol 45° không chứa aldehyde). Từ dung dịch acetaldehyde (hàm lượng 160 mg/l) chuẩn bị dãy dung dịch acetaldehyde chuẩn lần lượt là 20 mg/l, 40 mg/l, 80 mg/l, 160 mg/l vào 4 ống nghiệm lần lượt đánh số: 02, 03, 04 và 05 (như bảng 1). Màu của dãy chuẩn được sử dụng để so màu với các mẫu rượu được tạo ra từ các chủng đã phân lập. Chất chuẩn ethanol và acetaldehyde sử dụng được cung cấp bởi Merck (Đức).

Bảng 1. Dãy chuẩn acetaldehyde

Ống nghiệm	02	03	04	05
Dung dịch				
Acetaldehyde 160 mg/l	1,25	2,5	5	10
Ethanol 45°	8,75	7,5	5	0

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai ANOVA trên phần mềm SPSS 20.0.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Kết quả phân lập một số chủng nấm men từ bánh men

Từ 10 mẫu bánh men rượu thu thập được tại tỉnh Bắc Giang, Thái Nguyên, Cao Bằng và Bắc Kạn đã phân lập được 13 chủng nấm men trên môi trường Hansen. Kết quả xác định các đặc điểm khuẩn lạc và hình thái tế bào của 13 chủng nấm men được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Đặc điểm hình thái khuẩn lạc và tế bào các chủng nấm men phân lập

TT	Nguồn bánh men rượu	Kí hiệu chủng	Đặc điểm hình thái khuẩn lạc	Đặc điểm hình thái tế bào
1	Bắc Giang	MRb1	Tròn, trắng đục, mô cao, bìa nguyên, bề mặt khô láng	Oval lớn
2		MRb2	Tròn, trắng đục, mô cao, bìa răng cưa, bề mặt khô láng	Cầu lớn
3		MRl	Tròn, trắng sữa, mô cao, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Cầu nhỏ
4		MRb3	Tròn, trắng sữa, đỉnh mô cao, bìa nguyên, bề mặt khô láng	Oval nhỏ
5	Thái Nguyên	MRth1	Tròn, trắng ngà, mô cao, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Elip dài
6	Bắc Kạn	MR202	Tròn, trắng sữa, đỉnh mô cao, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Oval nhỏ
7		MRdn1	Tròn, trắng sữa, mô thấp, bìa răng cưa, bề mặt khô láng	Elip ngắn
8		MRdn2	Tròn, trắng sữa, mô dẹt, bìa răng cưa, bề mặt khô láng	Cầu nhỏ
9		MR20	Tròn, trắng sữa, đỉnh mô cao, bìa nguyên, bề mặt khô láng	Oval lớn
10		MRs1	Tròn, trắng sữa, mô thấp, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Oval lớn
11		MRs3	Tròn, trắng ngà, đỉnh mô cao, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Cầu lớn
12	Cao Bằng	MRcb1	Tròn, trắng sữa, đỉnh mô cao, bìa nguyên, bề mặt láng ướt	Oval lớn
13		MRc2	Tròn, trắng sữa, mô thấp, bìa răng cưa, bề mặt láng ướt	Elip ngắn

Về đặc điểm hình thái khuẩn lạc, 13/13 chủng có hình thái khuẩn lạc là hình tròn, trong đó 2 chủng có màu trắng đục, 9 chủng có màu trắng sữa, 2 chủng có màu trắng ngà. Về độ nổi khuẩn lạc, 4 chủng có mô cao, 5 chủng có đỉnh mô cao, 3 chủng có mô thấp và 1 chủng có mô dẹt. Về dạng bìa, 9 chủng có bìa nguyên, 4 chủng bìa răng cưa. Về đặc điểm bề mặt, 8 chủng có bề mặt khô láng, 7 chủng có bề mặt láng ướt. Hình 1 thể hiện một số đặc điểm đặc trưng khuẩn lạc của 3 chủng đại diện đã phân lập được.

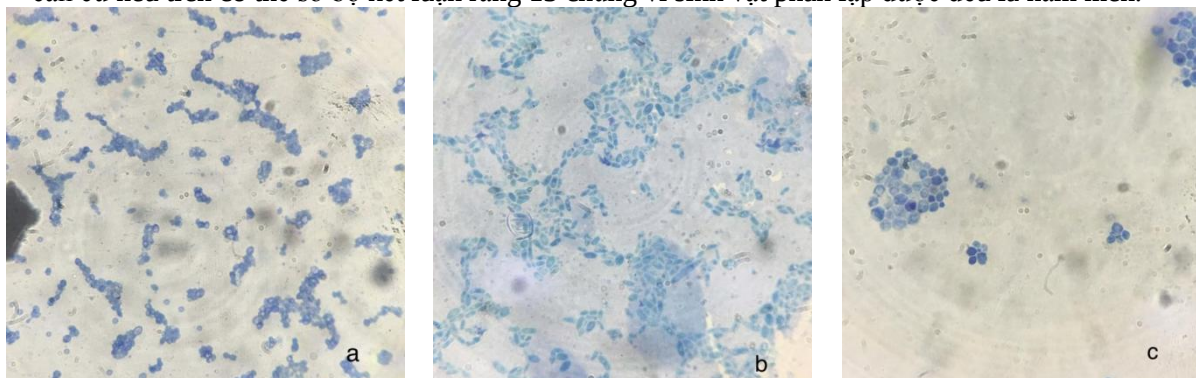


Hình 1. Đặc điểm hình thái khuẩn lạc một số chủng nấm men phân lập (a. MRl; b. MRth1; c. MRb1)

Về đặc điểm hình thái tế bào của các chủng phân lập được khá đa dạng, cụ thể gồm: hình oval lớn (4 chủng), oval nhỏ (2 chủng), cầu lớn (2 chủng), cầu nhỏ (2 chủng), elip dài (1 chủng), elip ngắn (1 chủng). Hình 2 thể hiện một số đặc điểm đặc trưng tế bào của 3 chủng đại diện đã phân lập được.

Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái khuẩn lạc và tế bào của nghiên cứu này cũng tương đồng với những mô tả về nấm men trong công bố của Đoàn Thị Ngọc Thanh và cộng sự [15] khi

phân lập và định danh các chủng nấm men từ trái hồng xiêm, trứng cá và cacao tại tỉnh Tiền Giang. Theo Lương Đức Phẩm (2009) [11], tế bào nấm men có hình dạng phổ biến như: hình oval, hình cầu, hình elip, hình trục hoặc kéo dài thành hình sợi. Đặc điểm tế bào của nấm men có thể thay đổi phụ thuộc vào điều kiện môi trường hoặc trong giai đoạn phát triển chúng. Từ những căn cứ nêu trên có thể sơ bộ kết luận rằng 13 chủng vi sinh vật phân lập được đều là nấm men.



Hình 2. Đặc điểm tế bào một số chủng nấm men phân lập (a. MR1; b. MRth1; c. MRb1)

3.2. Kết quả thử nghiệm khả năng sinh rượu của các chủng đã phân lập

Các chủng nấm men trong công nghiệp khi sản xuất rượu sẽ lên men tốt nhất ở môi trường có nồng độ đường từ 10-18% [16]. Vì vậy, trong thí nghiệm xác định khả năng sinh rượu của 13 chủng đã phân lập, môi trường Hansen được sử dụng với hàm lượng đường 18% (w/v). Sau 7 ngày lên men, tiến hành chưng cất và xác định hàm lượng rượu trong dịch sau lên men, kết quả của thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Hàm lượng ethanol được sinh ra bởi 13 chủng đã phân lập sau chưng cất

STT	Ký hiệu chủng	Hàm lượng ethanol trong dịch sau lên men (% v/v)
1	MRb1	18,5 ^b
2	MRb2	13,17 ^d
3	MR1	10,47 ^g
4	MRb3	4,9 ^j
5	MRth1	8,93 ^h
6	MR202	8,17 ⁱ
7	MRdn1	12,3 ^e
8	MRdn2	4 ^k
9	MR20	11,37 ^f
10	MRs1	16,97 ^c
11	MRs3	12,73 ^{de}
12	MRcb1	19,9 ^a
13	MRC2	12,3 ^e

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số mũ giống nhau, thì không có sự khác nhau với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, 13 chủng nấm men đã phân lập đều có khả năng sinh ethanol, hàm lượng dao động trong 4,0 - 18,5% v/v. Trong đó, chủng MRcb1 có khả năng lên men sinh ethanol cao nhất (18,5%), chủng MRdn2 có khả năng lên men tạo ethanol thấp nhất (4%). Kết quả nghiên cứu tương đồng với các chủng nấm men được phân lập trong công bố của Nguyễn Ngọc Thanh và cộng sự (2021) [17] khi nghiên cứu phân lập và tuyển chọn nấm men ứng dụng trong lên men rượu vang măng cầu xiêm (*Annona muricata* L.). Theo đó, chủng nấm men FBY015 có khả năng lên men tốt nhất với độ rượu đạt 10,70% v/v và được định danh là *Saccharomyces cerevisiae*. Công bố của Lý Nguyễn Bình và cộng sự (2015) [18] khi nghiên cứu phân lập và tuyển chọn nấm men có hoạt lực cao từ men rượu cho thấy 17 chủng nấm men phân lập được từ men rượu có khả năng lên men và tạo ethanol từ 2,60 - 10,16% v/v.

3.3. Kết quả đánh giá khả năng sinh aldehyde của các chủng nấm men phân lập

Căn cứ vào dãy chuẩn acetaldehyde (bảng 1), hàm lượng aldehyde có trong 13 mẫu rượu từ 13 chủng nấm men phân lập được xác định và trình bày tại bảng 4.

Bảng 4. Hàm lượng aldehyde của 13 mẫu rượu lên men từ 13 chủng nấm men phân lập

STT	Ký hiệu chủng	Hàm lượng ethanol sau chưng cất (% v/v)	Khoảng hàm lượng acetaldehyde trong mẫu (mg/l)	Hàm lượng acetaldehyde trong mẫu khi quy về độ cồn 100° (mg/l)
1	MRb1	18,5 ^b	0<M ₁ <20	0<M ₁ <108,1
2	MRb2	13,17 ^d	40<M ₂ <80	303,8<M ₂ <607,6
3	MRl	10,47 ^g	0<M ₃ <20	0<M ₃ <191,1
4	MRb3	4,9 ^j	0<M ₄ <20	0<M ₄ <408,1
5	MRth1	8,93 ^h	20<M ₅ <40	223,9<M ₅ <447,8
6	MR202	8,17 ⁱ	40<M ₆ <80	498,8<M ₆ <979,6
7	MRdn1	12,3 ^e	0<M ₇ <20	0<M ₇ <162,6
8	MRdn2	4,0 ^k	20<M ₈ <40	500<M ₈ <1000
9	MR20	11,37 ^f	20<M ₉ <40	175,9<M ₉ <351,9
10	MRs1	16,97 ^c	0<M ₁₀ <20	0<M ₁₀ <117,9
11	MRs3	12,73 ^{de}	20<M ₁₁ <40	157,1<M ₁₁ <314,1
12	MRcb1	19,9 ^a	0<M ₁₂ <20	0<M ₁₂ <100,5
13	MRC2	12,3 ^e	20<M ₁₃ <40	162,6<M ₁₃ <325,2

Kết quả bảng 4 cho thấy, tất cả các mẫu rượu tạo ra từ 13 chủng nấm men đã phân lập đều xuất hiện aldehyde. Hàm lượng aldehyde trong các mẫu rượu tương đối cao. Theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 7043:2013) [19], hàm lượng acetaldehyde quy đổi gấp 10 đến 200 lần hàm lượng aldehyde cho phép. Mẫu MRcb1 có hàm lượng acetaldehyde quy đổi thấp nhất trong khoảng 0 – 100,5 mg/l ethanol 100°; mẫu MRdn2 có hàm lượng acetaldehyde quy đổi cao nhất trong khoảng 500 - 1000 mg/l ethanol 100°.

4. Kết luận

Từ 4 mẫu bánh men thu tại Bắc Giang, Thái Nguyên, Bắc Kạn và Cao Bằng đã phân lập được 13 chủng nấm men đều có khả năng sinh ethanol với hàm lượng dao động trong khoảng 4,0 - 18,5% v/v. Trong các mẫu rượu được tạo ra từ 13 chủng nấm men đã phân lập đều xuất hiện aldehyde với nồng độ khác nhau. Trong đó, rượu được tạo ra từ chủng MRcb1 phân lập từ bánh men thu tại Cao Bằng chứa hàm lượng aldehyde thấp nhất (0 - 100,5 mg/l ethanol 100°). Trong khi đó, rượu được tạo ra từ chủng MRdn2 phân lập từ bánh men thu tại Thái Nguyên chứa hàm lượng aldehyde cao nhất (500 - 1000 mg/l ethanol 100°).

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] World Health Organization, "Global status report on alcohol and health," ISBN 978 92 4 069276 3, L'IV Com Sàrl, Villars-sous-Yens, Switzerland, 2014.
- [2] C. S. Lieber, "Alcohol and the liver: Metabolism of alcohol and its role in hepatic and extrahepatic diseases," *The Mount Sinai Journal of Medicine*, vol. 67, no. 1, pp. 84-94, 2000.
- [3] T. H. Nguyen, *Malt và Beer*. Science and Technics Publishing House, 2009.
- [4] X. Li, B. Yu, P. Curran, and S. Q. Liu, "Chemical and volatile composition of mango wines fermented with different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains," *South African Journal of Enology and Viticulture*, vol. 32, no. 1, pp. 117-128, 2016.
- [5] H. L. Wildenradt and V. L. Singleton, "The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging," *Am J. Enol Vitic.*, vol. 25, pp. 119-126, 1974.
- [6] N. T. P. Dung, L. H. L. Huong, and H. X. Phong, "Isolation, selection of yeasts and determination of conditions affecting watermelon wine fermentation," (in Vietnamese), *Journal of Scientific - Can Tho University*, vol. 18b, pp. 137-145, 2011.

-
- [7] N. V. Thanh, N. M. Thuy, T. T. Que, N. T. M. Tuyen, N. P. Cuong, and H. T. Toan, "Fermentation of pineapple wine (*Ananas comosus*) Cau Duc (Hau Giang) by isolated and purebred yeast," (in Vietnamese), *Journal of Science - Can Tho University*, vol. 27, pp. 56-63, 2013.
- [8] N. M. Thuy, N. V. Thanh, and B. T. T. Ngan, "Selection of yeast strains isolated from jaggery juice," (in Vietnamese), *Journal of Science - Can Tho University*, vol. 18b, pp. 117-126, 2011.
- [9] S. Q. Liu and G. J. Pilone, "An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 35, no. 1, pp. 49-61, 2001.
- [10] E. Li, "Evaluation of the acetaldehyde production and degradation potential of 26 enological *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeast strains in a resting cell model system," *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, vol. 38, no. 9, pp. 1391-1398, 2011.
- [11] L. D. Pham, *Industrial Yeast*. Science and Technics Publishing House, 2006.
- [12] K. A. Jacques, T. P. Lyons, and D. R. Kelsal, *The Alcohol Textbook-A Reference for the Beverage, Fuel and Industrial Alcohol Industry*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2003.
- [13] T. T. Thuy, *Practical guide to microbiology*. Vietnam Education Publishing House, 1999.
- [14] T. L. Thuoc, *Methods of microbiological analysis in water, food and cosmetics*. Vietnam Education Publishing House, 2007.
- [15] Đ. T. N. Thanh and N. T. K. Hang, *Isolation and identification of yeast strains from sapodilla fruit, caviar and cocoa in Tien Giang province*, Institute of Biotechnology - Hue University, Full text scientific report, pp. 414-419, 2020.
- [16] National Standard – TCVN 8009 – 2009: "Distilled liquors - Determination of aldehydes content", 2009.
- [17] N. N. Thanh, H. V. Kiet, L. T. Tin, L. M. Chau, D. T. K. Tien và H. X. Phong, "Isolation and selection of yeasts for application in wine fermentation with soursop," (in Vietnamese), *Journal of Science - Can Tho University*, vol. 4b, pp. 131-138, 2021.
- [18] L. N. Binh, T. V. Khanh, H. P. Thao and N. V. Thanh, "Isolation and selection of highly active yeasts from alcohol yeasts," (in Vietnamese), *Journal of Scientific - Can Tho University*, vol. 39, pp. 18-28, 2015.
- [19] National Standard – TCVN 7043:2013: "White distilled spirit", 2013.