

Nghiên cứu gốc

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TRONG QUY TRÌNH CHẾ BIẾN SỮA BỘT THÓC NẾP NẤY MẦM LÊN MEN

Đinh Thị Hiền✉, Hoàng Thị Minh Nguyệt

Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Xác định một số thông số công nghệ trong quy trình chế biến sữa bột thóc nếp cái hoa vàng nảy mầm lên men.

Phương pháp: Các thí nghiệm được thực hiện để đánh giá các điều kiện chế biến sữa bột thóc nếp cái hoa vàng nảy mầm lên men gồm: (i) thời gian ngâm hạt thóc: 0, 20, 25, 30, 35, 40 giờ; (ii) thời gian ủ hạt thóc: 0, 10, 20, 30, 40 giờ; (iii) bổ sung 30–70 g bột thóc nếp cái hoa vàng nảy mầm, và (iv) lên men 36 giờ ở 30°C. Một số chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm được đánh giá trong mẫu bao gồm: tỷ lệ nảy mầm, hàm lượng tinh bột, protein, đường, chất béo, độ nhớt và chất lượng cảm quan.

Kết quả: Thời gian ngâm thóc 25 giờ, ủ thóc 30 giờ, bổ sung 50 g bột thóc nếp cái hoa vàng nảy mầm, thời gian lên men 36 giờ ở 30°C là các thông số công nghệ trong sản xuất sữa hạt dinh dưỡng đạt công thức tối ưu về độ nhớt, hàm lượng tinh bột, protein, đường, và chất béo. Kết quả đánh giá cảm quan đạt trung bình 4,43 điểm về trạng thái, 4,42 điểm về màu sắc, 4,14 điểm về mùi và 4,71 điểm về vị trên tổng tối đa 5 điểm.

Kết luận: Các thông số công nghệ trong quy trình sản xuất sữa hạt dinh dưỡng từ thóc nếp cái hoa vàng nảy mầm lên men đã được xác định đạt tối ưu. Các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung đánh giá thành phần chuyển hóa sinh học như GABA, gamma-oryzanol và các chỉ tiêu an toàn vi sinh.

Từ khóa: công nghệ chế biến, sữa bột, nếp cái hoa vàng, nảy mầm, lên men.

DETERMINATION OF TECHNICAL PARAMETERS IN PROCESSING TECHNOLOGY OF GERMINATED GLUTINOUS RICE FLOUR FOR NUTRITIONAL CEREAL MILK PRODUCTION

ABSTRACT

Aims: To identify technical parameters in processing technology of germinated glutinous rice flour for nutritional cereal milk production.

Methods: Experiments were conducted to evaluate the processing conditions of fermented germinated rice milk powder including: (i) rice seed soaking time: 0, 20, 25, 30, 35, 40 hours; (ii) rice seed incubation time: 0, 10, 20, 30, 40 hours; (iii) addition of 30–70 g of germinated rice powder; and (iv) fermentation for 36 hours at 30°C. Several quality indicators of the product were evaluated, including germination rate, starch content, protein, sugar, fat, viscosity, and sensory quality.

Results: Soaking time of 25 hours, incubation time of 30 hours, addition of 50 g of germinated rice powder, fermentation time of 36 hours at 30°C were determined to be the technological parameters in the production of nutritional seed milk to achieve the optimal formula in terms of viscosity, starch content, protein, sugar, and fat.

✉ Tác giả liên hệ: Đinh Thị Hiền
Email: hienhd2001@gmail.com
Doi: 0.56283/1859-0381/895.

Nhận bài: 22/4/2025 Chính sửa: 13/5/2025
Chấp nhận đăng: 15/5/2025
Công bố online: 16/5/2025

The sensory quality achieved an average of 4.43 points for state, 4.42 points for color, 4.14 points for smell, and 4.71 points for taste out of a maximum of 5 points.

Conclusion: The technical parameters in processing technology of the nutritional cereal milk production have been determined to be optimal. Future research should focus on evaluating bioactive metabolites such as GABA, gamma-oryzanol, and microbiological safety indicators.

Keywords: *processing technology, milk powder, yellow flower sticky rice, germination, fermentation.*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong nông nghiệp, lúa (*Oryza sativa* L.) là một cây lương thực quan trọng ở Việt Nam, đồng thời cũng là nguồn thức ăn quan trọng của nhiều người dân trên thế giới. Việt Nam là một nước nông nghiệp với trên 75% dân số sống phụ thuộc chủ yếu vào nông nghiệp, vào lúa gạo và các sản phẩm từ lúa gạo [1]. Lúa là một trong số các cây ngũ cốc chính cung cấp lương thực toàn thế giới. 90% lúa của thế giới được gieo trồng và tiêu thụ ở châu Á, nơi có 60% dân số của hành tinh đang sinh sống. Ở Việt Nam, lúa gạo là lương thực quan trọng số một, cung cấp 80% nhu cầu tinh bột của người dân Việt Nam.

Lúa nếp là giống lúa phổ biến được trồng chủ yếu ở Đông Nam Á, trong đó có Việt Nam. Lúa nếp là một trong những giống lúa đặc sản của Việt Nam, được trồng từ lâu đời và sử dụng với nhiều mục đích khác nhau. Lúa nếp được trồng từ Bắc đến Nam, mỗi vùng có giống nếp đặc sản đặc trưng từng vùng: Miền Bắc có giống nếp rất thơm và dẻo như nếp Cái, nếp Hoa vàng, nếp Quýt, nếp Mơ, nếp Nàng Hương, nếp Nương, nếp Cái Lào, nếp Com trắng [2].

Phương pháp nảy mầm hạt thóc làm tăng lượng chất hoà tan và khả năng tiêu hóa, đồng thời làm giảm các hợp chất kháng dinh dưỡng như phytates, tannin và oxalate, có thể ức chế sự hấp thu các

khoáng chất như sắt và kẽm [3]. Nảy mầm là một phương pháp hiệu quả để cải thiện giá trị dinh dưỡng và đặc tính kết cấu của hạt gạo [4] Quá trình nảy mầm có thể được chia thành hai bước: ngâm và ủ, dẫn đến sự phân hủy một số thành phần của hạt thành các hợp chất đơn giản hơn cụ thể: tinh bột bị thủy phân nhanh chóng nhờ tác dụng của α -, β -amylase và α -glucosidase thành dextrin và đường đơn, giúp cải thiện khả năng tiêu hóa tinh bột và giá trị chỉ số đường huyết (GI) cao hơn [5]. Những hợp chất đơn giản này làm tăng kết cấu, mùi thơm và vị của hạt thóc. Ngoài ra, quá trình nảy mầm còn tăng cường tổng hợp enzyme thủy phân, giúp sản xuất hàm lượng chất phytochemical như gamma-oryzanol, GABA và vitamin nhóm B [6]. Thành phần dinh dưỡng của hạt gạo lứt sau khi ngâm và ủ chứa nhiều chất xơ, vitamin và chất khoáng hơn. Cụ thể gạo lứt đã ngâm chứa gấp 3 lần lysine, một loại acid amin cần thiết cho sự tăng trưởng và bảo trì các mô tế bào trong cơ thể con người, hàm lượng γ -aminobutyric acid (một acid tốt cho thận) tăng gấp 10 lần, đồng thời trong mầm gạo lứt có chứa một loại enzyme có tác dụng ngăn chặn polyendopeptidase và điều hòa hoạt động ở trung ương não bộ [7]. Theo nghiên cứu [8] đã chỉ ra rằng quá trình nảy mầm làm giảm hàm lượng chất béo cũng như carbohydrate, giảm hàm

lượng chất xơ và β -glucan trong hạt lúa mạch. Quá trình nảy mầm cũng có liên quan đến việc giảm các chất kháng dinh dưỡng như tannin và axit phytic để ngũ cốc có thể được vật nuôi tiêu hóa và sử dụng một cách tối ưu hơn, [9, 10, 11] đã chỉ ra rằng sự nảy mầm làm giảm hàm lượng axit phytic trong ngô.

Bột ngũ cốc lên men được ứng dụng rất rộng rãi trong chế biến thực phẩm, góp phần làm gia tăng giá trị dinh dưỡng, chất lượng và an toàn cho sản phẩm. Có nhiều loại thức uống truyền thống được lên men từ hạt ngũ cốc như “Boza” của Thổ Nhĩ Kỳ, Rumani, Bulgari... “Kunun zaki” của Nigeria, “Sobia” của Ả Rập Saudi... Các loại đồ uống này không chứa cồn, có vị chua ngọt, giàu dinh dưỡng [12].

Nghiên cứu của Almeida và cs đã khảo đồ uống ở Nam Mỹ với tên gọi đồ uống “Cauim”. Nguyên liệu được sử dụng từ các loại hạt, củ khác nhau như gạo, ngô, kê, lạc, sắn. Sử dụng chủng nấm men, vi khuẩn để lên men với nấm men

đạt 3,7 log (CFU/ml) và vi khuẩn đạt 6,8 log (CFU/ml) [13].

Tác giả Kuntal và cs đã nghiên cứu lên men dịch gạo tạo đồ uống, sử dụng chủng vi khuẩn lactic *L. fermentum KKL1* để lên men (*Microbial, saccharifying and antioxydant properties of an Indian rice based fermented beverage*) [14].

Ở Việt Nam, hầu hết các nghiên cứu mới chỉ tập trung vào đặc tính dinh dưỡng của gạo nảy mầm, chưa có nhiều công trình tối ưu hóa quy trình sản xuất sữa bột từ thóc nảy mầm lên men. Nâng cao chất lượng sản phẩm và phát triển công nghệ sản xuất bột dinh dưỡng từ hạt thóc nảy mầm là vấn đề nên được quan tâm nghiên cứu nhằm mục đích đa dạng, phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng. Nghiên cứu này có mục tiêu xác định một số thông số công nghệ trong quy trình chế biến sữa bột thóc nếp nảy mầm lên men gồm thời gian ngâm hạt thóc, thời gian ủ hạt thóc, lượng bột thóc nảy mầm lên men cần bổ sung và thời gian lên men 36 giờ ở 30°C.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Thóc nếp cái hoa vàng được mua tại huyện Chương Mỹ, Hà Nội. Chủng nấm men bánh mỳ *Saccharomyces cerevisiae*

cung cấp bởi công ty Mauri. Nguyên liệu của sữa hạt dinh dưỡng.

2.2. Phương pháp công nghệ

Thóc nếp cái hoa vàng được làm sạch bằng nước muối 15%, loại bỏ những hạt lép, hạt lửng, hạt cỏ dại, tạp chất, nấm bệnh, sau đó đổ thóc vào dung dịch nước muối đã pha theo tỷ lệ một phần thóc ba phần nước, thời gian ngâm hạt: 0, 20, 25, 30, 35, 40 giờ ở nhiệt độ 30°C. Sau khi thóc được ngâm, tiến hành đãi sạch rồi đem ủ kín nhiệt độ 30°C với thời gian: 0, 10, 20, 30, 40 giờ.

Hạt thóc sau khi nảy mầm được sấy khô 100°C trong 7 giờ, sau khi sấy, hạt thóc đã tách nước, nồng độ chất khô tăng cao, hạt được mang đi nghiền trục, rây trâu thu được bột thóc nảy mầm. Nguyên liệu của sữa hạt dinh dưỡng bao gồm: nước (5 lít), bột ngô (450 g), hạt kê (250 g), mỡ cừu (13 g), bột mì (30 g), nấm men bánh mỳ *Saccharomyces cerevisiae* (6 g) [15], bột thóc nảy mầm với hàm lượng tương ứng: 30, 40, 50, 60 và 70 g.

2.3. Phương pháp phân tích

Sữa hạt nảy mầm được đánh giá qua các chỉ tiêu sau: Độ ẩm của nguyên liệu được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi. Định lượng hàm lượng đường bằng phương pháp chuẩn độ oxy hóa-khử với Ferricyanure [16]. Xác định hàm lượng protein theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10791:2015 [17]. Tỷ lệ nảy mầm trung bình được xác định theo TCVN 8548:2011 [18]. Độ nhớt được xác định bằng thiết bị Brookfield theo TCVN 11196:2017 [19].

Phương pháp đánh giá cảm quan dịch sữa hạt theo TCVN 3215-79 [20]. Thành viên hội đồng tham gia đánh giá cảm quan là những người đã được huấn luyện và

thực hành đánh giá cảm quan sản phẩm, sức khỏe tốt như giáo viên bộ môn, các bạn sinh viên học ngành công nghệ thực phẩm. Số người thử được chọn cho mỗi thí nghiệm này là 7 thành viên. Khi đánh giá cảm quan sản phẩm thực phẩm bằng phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79 thì tất cả các chỉ tiêu cảm quan hay từng chỉ tiêu riêng biệt của sản phẩm ta dùng hệ điểm 20 để xây dựng 1 thang thống nhất 6 bậc 5 điểm (từ 0 đến 5) trong đó điểm 0 ứng với mức chất lượng sản phẩm bị hỏng, còn từ 1-5 ứng với mức khuyết tật giảm dần. Ở điểm 5 sản phẩm coi như không có lỗi nào trong tính chất đang xét, sản phẩm có tính tốt đặc trưng và rõ rệt cho chỉ tiêu đó.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu nghiên cứu được xử lý thống kê trên phần mềm Excel và Minitab 16.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian ngâm thóc đến chất lượng bột thóc nảy mầm

Ngâm thóc là công đoạn không thể thiếu để thóc nảy mầm, để diễn ra quá trình chuyển hoá các chất dinh dưỡng trong hạt thóc, chuẩn bị cho sự nảy mầm thì hạt thóc phải hút nước để tạo độ ẩm cho hạt thóc. Trong thời gian ngâm ở nhiệt độ 30°C, một loạt các chuyển hoá phức tạp xảy ra, với tác dụng của enzyme protease và peptidase, protein mới được chuyển hoá thành peptone và peptide rồi thành axit amin. Lúc này, phần lớn axit amin được tổng hợp thành chất dinh dưỡng giúp cho phôi phát triển [21]. Trong một khoảng thời gian ngâm nhất định, nước được ngấm đồng đều vào toàn bộ hạt thóc, với mỗi mốc thời gian khác nhau sẽ cho ra mẫu thóc có chỉ tiêu chất lượng khác nhau. Chúng tôi tiến hành xác định một số chỉ tiêu chất lượng cơ bản của thóc dùng trong sản xuất bột thóc nảy mầm bao gồm: hàm lượng nước (độ ẩm),

hàm lượng tinh bột và hàm lượng protein. Kết quả được thể hiện ở Bảng 1.

Từ Bảng 1 cho thấy, thời gian ngâm thóc có ảnh hưởng nhiều đến chỉ tiêu độ ẩm. Độ ẩm tăng dần qua các giai đoạn. Giá trị trung bình của độ ẩm trong hạt nguyên liệu là tăng lên gấp 3 lần từ 13,01% đến 39,02% khi ngâm 40 h. Độ ẩm tăng theo thời gian ngâm khác nhau là kết quả của sự phá vỡ thành tế bào của hạt thóc, từ đó hấp thụ nước nhanh. Điều này có thể giải thích rằng, khi thời gian ngâm lâu hay nhanh đều ảnh hưởng lớn đến độ ẩm của thóc do thóc có khả năng hút nước tốt, hàm lượng giữa các công thức có độ chênh lệch cao, khi hạt thóc hút quá nhiều nước, tinh bột trong hạt phân giải thành đường rồi hoà tan vào trong nước làm tiêu hao chất dự trữ trong hạt, đồng thời dễ làm cho hạt bị

chua, tạo điều kiện cho mầm bệnh phát triển, dẫn đến hạt sẽ bị thối hoặc mầm thóc yếu [1].

Bảng 1. Thành phần hóa học của hạt thóc nếp sau khi ngâm.

Chỉ tiêu	Thời gian ngâm hạt thóc nếp, giờ					
	0	20	25	30	35	40
Độ ẩm, %	13,01 ^d	28,80 ^d	29,175 ^d	33,876 ^c	36,498 ^b	39,02 ^a
Hàm lượng protein, mg/g CK	7,01 ^a	7,13 ^a	7,106 ^a	7,07 ^a	7,01 ^a	7,04 ^a
Hàm lượng tinh bột, mg/g CK	69,206 ^a	69,206 ^a	69,20 ^a	69,142 ^{ab}	69,13 ^{abc}	69,044 ^{bc}
Tỷ lệ nảy mầm, %	0 ^a	30,1 ^b	50,5 ^c	70,5 ^d	88,7 ^e	97,6 ^f

Trong mỗi hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$)

Đối với chỉ tiêu hàm lượng protein, các công thức không có sự chênh lệch quá nhiều với hàm lượng thấp nhất là 7,01 g ở 0 giờ và cao nhất là 7,13 g tại thời điểm ngâm 20 giờ, kết quả thu được giữa các thời gian ngâm không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0.05$, sự khác biệt nhỏ này có thể giải thích do protein không tan trong nước, các kết quả của hàm lượng protein đo được cũng tương đương với hàm lượng protein ban đầu của thóc sau khi thu hoạch. Do vậy, với thời gian ngâm thóc nhiều hay ít không xảy ra phản ứng hóa học quá nhiều dẫn đến thay đổi hàm lượng protein.

Đối với chỉ tiêu hàm lượng tinh bột lần lượt giảm dần nhưng không nhiều, từ 69,206% tương ứng thời gian ngâm 0 giờ xuống còn 69,044% sau 40 giờ. Việc giảm các hợp chất sinh hóa có thể được

giải thích là do các enzyme thủy phân được kích hoạt, chúng phân hủy carbohydrate, lipid và axit amin để tạo ra năng lượng cần thiết cho các biến đổi sinh hóa và hóa lý. Theo báo cáo của Trung và cộng sự 2016 [22], tinh bột, protein, chất béo chuyển hóa thành chất đơn giản cung cấp chất dinh dưỡng nuôi dưỡng phôi cho mầm phát triển, nảy mầm. Các tác giả này cũng cho biết, khi thời gian ngâm và nảy mầm kéo dài, giá trị dinh dưỡng của thóc nảy mầm bị giảm, có thể tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển, làm giảm giá trị dinh dưỡng của sản phẩm.

Vì vậy, chúng tôi quyết định chọn mẫu hạt thóc ngâm trong 25 giờ với độ ẩm đạt yêu cầu, hàm lượng protein cao nhất và hàm lượng tinh bột chưa bị phân giải quá nhiều để tiến hành bước tiếp theo trong sản xuất bột thóc nảy mầm.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian ủ thóc đến chất lượng bột thóc nảy mầm

Ủ thóc là công đoạn cuối cùng, trực tiếp tác động đến hạt thóc trong quá trình nảy mầm. Hạt thóc trước đó đã hút đủ nước sau khi ngâm 25 giờ, trong giai đoạn ủ ở nhiệt độ 30° C, phôi được cung cấp glucose, axit amin... các tế bào phôi lập tức phân chia và lớn lên, trục phôi trương to và đẩy mầm, rễ ra khỏi vỏ trấu, hạt nứt

nhanh rồi nảy mầm trong một khoảng thời gian nhất định được mô tả trong mục 2.2, hạt thóc nảy mầm sẽ được mang đi sấy trước khi nghiền trục để thu được bột. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu chất lượng của thóc sau khi nảy mầm được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học của hạt thóc nếp trong quá trình ủ.

Chi tiêu	Thời gian ngâm hạt thóc nếp, giờ				
	0	10	20	30	40
Hàm lượng chất béo, mg/g CK	2,78 ^a	2,71 ^b	2,30 ^c	2,02 ^d	1,97 ^d
Hàm lượng protein, mg/g CK	7,39 ^a	7,21 ^b	7,13 ^c	7,01 ^c	6,91 ^d
Hàm lượng tinh bột, mg/g CK	69,27 ^a	68,01 ^b	64,71 ^c	60,04 ^d	58,67 ^e
Hàm lượng đường, mg/100g CK	2,10 ^c	5,21 ^d	8,13 ^c	12,75 ^b	13,25 ^a

Trong mỗi hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$).

Hàm lượng protein hòa tan tổng số trong hạt thóc nếp nảy mầm giảm từ 7,39 xuống 6,91 mg/g vào thời điểm 0 giờ và 40 giờ trong quá trình ủ, kết quả này phù hợp Van và cộng sự, 2020 [23] thực hiện trên gạo nếp trắng và gạo nếp đen (N97 và DH6), chứng minh rằng lượng protein tổng số giảm đáng kể trong quá trình nảy mầm.

Hàm lượng tinh bột là thành phần chính trong hạt gạo. Ngoài ra, sự nảy mầm có thể làm giảm hàm lượng tinh bột tổng số, nguyên nhân là do quá trình thủy phân của enzyme α -amylase thành đường [24, 25]. Sau khi quá trình nảy mầm hoàn tất, hoạt tính của α -amylase trong hạt thóc nhanh chóng tăng lên và quá trình ủ tiếp tục kéo dài từ 24–48 giờ. Chính sự gia tăng hoạt độ của enzyme α -amylase đã

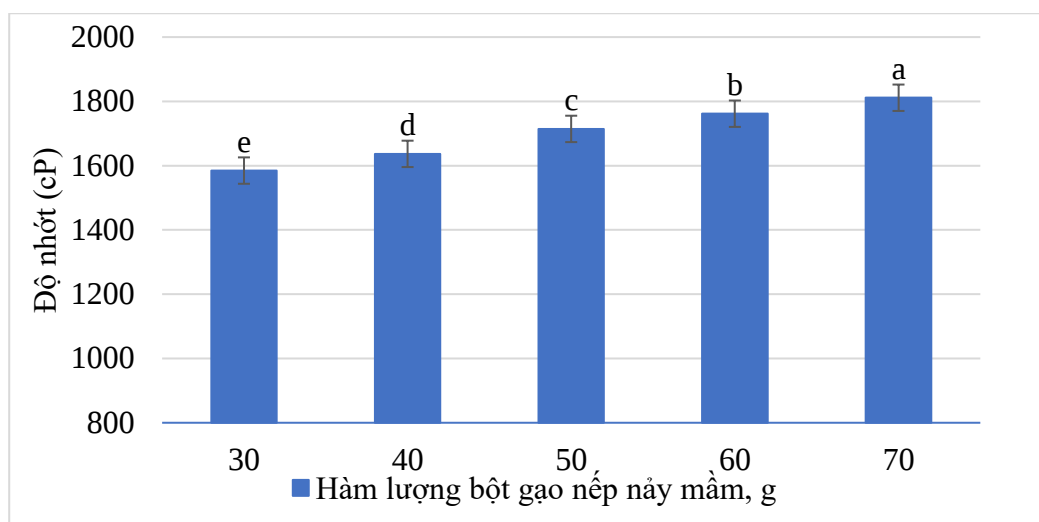
đẩy nhanh quá trình thủy phân carbohydrate dự trữ (tinh bột) trong nội nhũ thành đường [26].

Có bốn loại đường hòa tan chính trong hạt thóc: fructose, glucose, sucrose và maltose [27, 28]. Theo kết quả thu được trong quá trình ủ mầm, đường tổng số tăng từ: 5,21 mg/g tại thời điểm 10h lên 13,25 mg/g tại thời điểm 40 h, nguyên nhân là do hoạt động của các enzyme α -amylase và β -amylase tăng, kết quả của quá trình nảy mầm dẫn đến giảm hàm lượng carbohydrate và hàm lượng đường tăng phù hợp với nghiên cứu của Tatsadjieu và Warle [29, 30]. Nhìn chung, tất cả các thành phần: đường, protein, lipid đều giảm nhanh ở giai đoạn ủ quá lâu do xảy ra quá trình hình thành cây con nên chúng tôi quyết định dừng quá trình ủ tại thời điểm 40 giờ [29].

3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ bột thóc nảy mầm trong sản xuất sữa hạt dinh dưỡng lên men

Với mỗi một tỉ lệ bột thóc nảy mầm, thành phẩm sữa hạt dinh dưỡng sẽ cho ra những mẫu khác nhau với chất lượng cảm quan khác nhau do sự phối trộn nhiều hay ít của từng mức tỉ lệ bột thóc với các nguyên liệu khác trong quá trình làm nguội và lên men. Trong quá trình phối

trộn và hồ hoá, lên men sữa hạt dinh dưỡng chuyển từ dạng đặc thành dạng huyền phù. Kết quả ảnh hưởng của tỉ lệ bột thóc nảy mầm đến độ nhớt của thành phẩm sữa hạt dinh dưỡng được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Kết quả ảnh hưởng của các tỉ lệ bột thóc nảy mầm đến độ nhớt của dịch sữa hạt dinh dưỡng. Trong mỗi hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$).

Kết quả từ Hình 1 cho thấy, tỉ lệ bột thóc nảy mầm có ảnh hưởng đáng kể đến chỉ tiêu độ nhớt của thành phẩm sữa hạt dinh dưỡng và độ nhớt tỉ lệ thuận với lượng bột thóc sử dụng trong quy trình sản xuất. Với 30g, độ nhớt đạt 1584,67 cP và tăng mạnh khi bổ sung nhiều hơn với các tỉ lệ của các công thức tiếp theo, ở 70 g, độ nhớt đạt tới 1811,33 cP, các kết quả thu được khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$. Điều này

có thể giải thích rằng, khi được thêm vào trong giai đoạn cuối của quy trình, tinh bột trong thóc hòa trộn mạnh mẽ với các nguyên liệu còn lại trong quá trình lên men, cộng thêm lignin là hợp chất phân tử vô định hình có trong vỏ trấu tạo nên liên kết với các phân tử cellulose của bột ngô, bột kê và bột mì để tạo độ kết dính.

Kết quả đánh giá chất lượng cảm quan của sữa hạt dinh dưỡng thành phẩm được trình bày trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Ảnh hưởng tỉ lệ bột thóc nảy mầm đến chất lượng cảm quan của sữa hạt dinh dưỡng

Các biến số	Hàm lượng bột thóc nảy mầm (g)				
	30	40	50	60	70
Trạng thái	4,71 ^a ±0,49	4,57 ^a ±0,53	4,43 ^a ±0,53	2,71 ^b ±0,49	2,43 ^b ±0,53
Màu sắc	2,57 ^b ±0,53	2,71 ^b ±0,49	4,42 ^a ±0,53	4,14 ^a ±0,38	4,28 ^a ±0,49
Mùi	3,43 ^c ±0,53	3,71 ^{bc} ±0,49	4,14 ^{abc} ±0,38	4,42 ^{ab} ±0,53	4,57 ^a ±0,49
Vị	4,14 ^b ±0,38	4,29 ^{ab} ±0,49	4,71 ^{ab} ±0,49	4,86 ^a ±0,38	4,86 ^a ±0,38

Trong mỗi hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$).

Việc bổ sung các tỉ lệ bột thóc nảy mầm khác nhau làm ảnh hưởng khá nhiều đến các chỉ tiêu cảm quan, chủ yếu là

trạng thái và màu sắc, mùi và vị ít bị ảnh hưởng hơn bởi lượng bột thóc nảy mầm so với màu và trạng thái. Cụ thể với 30 g,

trạng thái của sản phẩm đạt điểm 4,71 (sữa thành phẩm có độ trong cao), nhưng chỉ đạt điểm 2,43 với 70 g bột thóc cho thấy khả năng tồn dư của bột thóc khi hòa trộn vào các thành phần khác trong nguyên liệu, một phần bột thóc sẽ không được hòa tan và lắng cặn, hình thành vẩn đục nhẹ trong thành phẩm. Đối với màu sắc, thành phẩm đạt điểm tốt nhất khi sử dụng 50 g bột thóc, khi bổ sung 60-70 g bột thóc, một phần lượng bột thóc không thể hòa tan vào trong các nguyên liệu khác và bị lắng lại, tạo thành cặn, vẩn đục, điều này cũng giải thích vì sao khi bổ sung 60 g và 70 g bột thóc, chỉ tiêu trạng thái lại đạt điểm thấp nhất. Về chỉ tiêu mùi, kết quả cảm quan cho thấy khi sử dụng càng nhiều bột thóc, sản phẩm sẽ càng có được mùi thơm đặc trưng do khả năng kết hợp hài hòa của nguyên liệu và sau khi trải qua quá trình lên men. Điểm chất lượng chỉ tiêu vị của sản phẩm tăng dần đối với các tỉ lệ, càng sử dụng nhiều

bột thóc nảy mầm, sản phẩm thu được sẽ càng ngọt do tinh bột từ bột thóc tham gia vào quá trình lên men sau khi bổ sung men bánh mỳ *Saccharomyces cerevisiae* tạo thành các axit hữu cơ chính; axit oxalic, lactic, pyruvic và axetic và các sản phẩm khác tạo nên loại đồ uống bổ dưỡng, có tác dụng tích cực đến tiêu hóa và hệ vi khuẩn đường ruột [31].

Như vậy, thông qua kết quả đo độ nhớt, kết quả đánh giá cảm quan, chúng tôi lựa chọn được tỉ lệ sử dụng 50 g bột thóc nảy mầm trong sản xuất sữa hạt dinh dưỡng với độ nhớt vừa phải và điểm chất lượng cảm quan trung bình cao nhất giữa các chỉ tiêu. Nghiên cứu có ưu điểm là quy trình đơn giản, dễ thực hiện, sử dụng nguyên liệu trong nước. Tuy nhiên, cần nghiên cứu sâu hơn về thành phần chuyển hóa sinh học trong sản phẩm lên men, cũng như kiểm soát an toàn vi sinh vật để phục vụ ứng dụng thực tế trong sản xuất thực phẩm chức năng.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được các thông số công nghệ tối ưu trong quy trình sản xuất sữa hạt dinh dưỡng từ thóc nếp nảy mầm lên men. Cụ thể, thời gian ngâm 25 giờ và ủ 30 giờ cho thấy nguyên liệu có độ ẩm phù hợp, hạn chế hao hụt dinh dưỡng và rút ngắn thời gian sấy. Việc bổ sung 50g bột thóc nảy mầm vào công thức phối trộn, kết hợp lên men trong 36 giờ ở 30°C, tạo ra sản phẩm sữa hạt lên men bằng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* có độ nhớt vừa phải, màu sắc và trạng thái ổn định, đồng thời đạt chất lượng cảm quan tốt.

Quy trình sản xuất sữa hạt từ thóc nếp nảy mầm được đề xuất trong nghiên cứu có tính ứng dụng cao nhờ sử dụng nguyên liệu bản địa, dễ triển khai ở quy mô nhỏ và vừa. Sản phẩm thu được có tiềm năng phát triển thành thực phẩm chức năng giàu dinh dưỡng và thân thiện với sức khỏe người tiêu dùng. Trong tương lai, các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung đánh giá thành phần chuyển hóa sinh học như GABA, gamma-oryzanol và các chỉ tiêu an toàn vi sinh để hoàn thiện quy trình và nâng cao giá trị sản phẩm.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Quang Hoàng Vũ và Hoàng Thị Kim Hồng. Ảnh hưởng của nano bạc lên khả năng nảy mầm và một số chỉ tiêu hóa sinh của hạt giống lúa dài thơm. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế, Khoa học Tự nhiên*: 2018;127(1C):81–191.
2. Nguyễn Văn Vương và Nguyễn Xuân Dũng. Kết quả điều tra tình hình sản xuất lúa nếp ở miền bắc Việt Nam. *Tạp chí khoa học và công nghệ nông nghiệp Việt Nam*. 2014; 2:12-19.
3. Nelson K, Stojanovska L, Vasiljevic T & Mathal M. Germinated grains: A superior whole grain functional food. *Physiol Pharmacol*. 2013;91:429–441.
4. Moongngarm A & Saetung N. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chem*. 2010;122(3):782-788.
5. Benincasa P, Falcinelli B., Lutts S, Stagnari F & Galieni A. Sprouted grains: A comprehensive review. *Nutrients*. 2019;11:421.
6. Lean Teik Ng, Huang SH, Chen YT & Su CH. Changes of tocopherols, tocotrienols, gamma-oryzanol, and gamma-aminobutyric acid levels in the germinated brown rice of pigmented and nonpigmented cultivars. *J Agric Food Chem*. 2013;61(51):1264-12611.
7. Kayahara H. Germinated Brown Rice. *Department of Sciences of Functional Foods. Shinshu University, Japan*. 2004:1-32.
8. Rico D, Peñas E, García MDC, Martínez-Villaluenga C, Rai DK, Birsan R, Frias J & Martín-Diana AB. Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient. *Foods*. 2020; 9:296.
9. Malama F, Nyau V, Marinda P & Munyinda K. Effect of sprouting on selected macronutrients and physical properties of four Zambian common bean (*Phaseolus Vulgaris*) varieties. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020;8:238-243.
10. Tizazu S, Urga K, Belay A, Abuye C & Retta N. Effect of germination on mineral bioavailability of sorghum-based complementary foods. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 2011; 11:5083-5095.
11. Sokrab AM, Ahmed IAM & Babiker EE. Effect of germination on antinutritional factors, total, and extractable minerals of high and low phytate corn (*Zea mays L.*) genotypes. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2012;11: 123-128.
12. Akpınar-Bayazit A, Lutfiye Yılmaz-Ersan, Tulay Ozcan. Determination of boza's organic acid composition as it is affected by raw material and fermentation. 2010. *International Journal of food Properties*. 2010;13:648–656.
13. Almeida EG, Rachid CC, Schwan RF. Microbial population present in fermented beverage 'cauim' produced by Brazilian Amerindian. *Int J Food Microbiol*. 2007;120:146–151.
14. Kuntal G, Mousumi R, Keshab C, Bikas RP. Role of probiotic *Lactobacillus fermentum* KKL1 in the preparation of a rice based fermented beverage. *Bioresource Technology*. 2015; 88:161-168.
15. Zorba M, Hancioglu O, Genc M, Karapinar M and Ova G. The Use of Starter Culture in the Fermentation of Boza, a Traditional Turkish Beverage. *Process Biochem*. 2003;38:1405–1411.
16. Tiêu chuẩn Việt Nam: Xác định lượng đường khử sử dụng thuốc thử DNS theo TCVN 11470:2016.
17. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10791:2015 về Malt - Xác định hàm lượng nitơ tổng số và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl.
18. Tiêu chuẩn Việt Nam: Tỷ lệ nảy mầm trung bình được xác định theo TCVN 8548:2011.
19. Tiêu chuẩn Việt Nam: Độ nhớt được xác định bằng thiết bị Brookfield theo TCVN 11196:2017.
20. Tiêu chuẩn Việt Nam: Phương pháp đánh giá cảm quan theo TCVN 3215-79.
21. Chaiyasut C, Sivamaruthi BS, Pengkumsri N, Saelee M, Kesika P & Sirilun S. Optimization of conditions to achieve high content of gamma amino butyric acid in germinated black rice, and changes in bioactivities. *Food Sci Technol*. 2017; 37:83-93.
22. Trung PQ & Ha NC. Changes of chemical properties and functional compounds during the germination of various brown rice in Mekong delta. *J Agric Food Technology* 2016; 6(2):1-6.
23. Van M Phan, Chi H Tran, Huu H P. Thi & Thanh T Le. The study of soaking and germination times to improve the nutritional quality of white and black glutinous rice. *Asia-*

- Pacific Journal of Science and Technology*: 2020;27(03).
24. Qin Zhang, Jenifer Pritchard Jos Micog, Keren Byrne, Michelle L. Colgrave, Ji-Rui Wang, & Jean-Philippe F. Over-Expression of a Wheat Late Maturity Alpha-Amylase Type 1 Impact on Starch Properties During Grain Development and Germination. *The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information*. 2022;13: 811728.
 25. Subajiny S, Ketheeswary N, Seevaratnam V, Balakumar S. Biochemical Changes Associated with Germinating Rice Grains and Germination Improvement. *Rice Science*. 2009; 16(3):240-242.
 26. Chatchavanthatri N, Junyusen T, Moolkaew P, Arjharn W & Junyusen P. Effect of soaking and sprouting treatment on germination rate of paddy. *Biological Science. E3S Web of Conferences*. 2020; 187:04016.
 27. Xianqiao Hu, Trường Văn Phương, Lin Lu, Zhanqiang Hu, Yafang Shao, Zhiwei Zhu. Determination of soluble sugar profile in rice. *Journal of Chromatography B*. 2017;1058(15):19-23.
 28. Yinping Cao, Fuguo Jia, Yanlong Han, Yang Liu, Qiang Zhang. Study on the optimal moisture adding rate of brown rice during germination by using segmented moisture conditioning method. *J Food Scie Technology*. 2015; 52(10):6599-606.
 29. Tatsadjieu N L, Etoa FX & Mbofung CMF. Drying Kinetics, physicochemical and Nutritional Characteristics of “Kindimu”, a Fermented Milk- Based Sorghum-Flour. *The Journal of Food Technology in Africa*. 2004; 9(1):17-22.
 30. Warle BM, Riar CS, Gaikwad SS, Mane VA & Sakhale BK. Effect of germination on nutritional quality of sorghum. *International Journal of Current Research*. 2015; 7(05):16029-16033.
 31. Iskakova J, Hutzler M, Kemelov K, Grothusheikamp D, M Michel M. Screening a Bozo starter culture for potential application in beer fermentation. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2017;77(1):54 – 61.