

THIẾT KẾ CHẾ TẠO VÀ KHẢO NGHIỆM MÁY NGHIÊN BÃ HÈM BIA DESIGNING, MANUFACTURING AND TESTING A BREWERS GRAINS MILLER

Lê Anh Đức¹, Trương Văn Rảnh²

¹ Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Trường Cao đẳng Bến Tre, Việt Nam

Ngày tòa soạn nhận bài 13/4/2020, ngày phản biện đánh giá 18/5/2020, ngày chấp nhận đăng 9/7/2020.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy nghiền bã hèm bia làm thức ăn chăn nuôi. Kết quả tính toán thiết kế đã xác định được các thông số cấu tạo của máy nghiền bã hèm bia kiểu búa nằm ngang. Máy nghiền đã được chế tạo với năng suất 20 g/h. Vật liệu nghiền là bã hèm có ẩm độ $10 \pm 1\%$. Yêu cầu độ nhỏ bột nghiền 0,2 – 0,8 mm. Nghiên cứu thực nghiệm đã được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của các thông số hoạt động của máy như lượng cấp liệu, vận tốc của đầu búa, khe hở giữa đầu búa và buồng nghiền đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng. Mối quan hệ giữa các thông số đã được xây dựng bằng các mô hình toán thông qua các số liệu thực nghiệm.

Từ khóa: Máy nghiền; bã hèm bia; bột nghiền; chất lượng bột nghiền; tiêu thụ điện năng riêng.

ABSTRACT

The study aims to design, manufacture and test a brewers grains miller for animal feed. Design and calculation results have identified structural parameters of the horizontal hammer mill for brewer grains milling. The miller has been manufactured with capacity 20 kg/h. The milling material is brewer grains with moisture content of $10 \pm 1\%$. The required fineness of milling powder is from 0.2 to 0.8 mm.

Experimental studies have been conducted to evaluate the effects of operating parameters of the miller to powdered quality and specific energy consumption, namely, amount of feed, speed of hammer mill, clearance between hammers mill and milling chamber. The relationship of the parameters was built by mathematical models through experimental data.

Keywords: Miller; brewer grains; milled powder; powdered quality; specific energy consumption.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bã hèm bia là sản phẩm tách ra sau khi lên men bia ở các nhà máy sản xuất bia. Phần nước được sử dụng để làm bia. Phần bã còn lại chứa các chất dinh dưỡng, các chất men và xác vi sinh vật. Hàm lượng khoáng, vitamin (chủ yếu là vitamin nhóm B) và đặc biệt là hàm lượng đạm trong bã hèm bia cao. Do đó, bã hèm bia có thể được coi là loại thức ăn bổ sung đạm trong chăn nuôi gia súc, gia cầm và thủy sản. Hơn nữa, thành phần xơ trong bã hèm bia rất dễ tiêu hóa nên có tác dụng kích thích vi sinh vật phân giải xơ trong dạ cỏ phát triển. Ngoài ra, bã hèm bia còn chứa các sản phẩm lên men có tác dụng kích thích tính ngon miệng và kích thích tiết sữa

rất tốt. Chính vì thế, bã hèm bia ngày càng được sử dụng rất rộng rãi trong chăn nuôi bò sữa, heo, gà,...

Bã hèm bia có hai loại là bã hèm bia tươi và bã hèm bia khô sau khi được phơi nắng hoặc sấy khô. Bã hèm bia tươi dễ bị phân giải làm mất dinh dưỡng và tăng độ chua, chỉ có thể cho gia súc ăn trong vòng 48 giờ.

Bã hèm bia sau khi phơi nắng hoặc sấy khô có thể bảo quản được lâu hơn. Tuy nhiên còn có nhược điểm là khó tiêu hoá trong dạ dày gia súc, gia cầm.

Qua tìm hiểu được biết hiện nay tại Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu về kỹ thuật nghiền bã hèm bia. Bã hèm bia chủ yếu

được sử dụng ở dạng thô, cho vật nuôi ăn trực tiếp. Các loại bột bã hèm bia hiện có trên thị trường được nhập khẩu từ nước ngoài.

Tại Việt Nam cũng như các nước đang phát triển, có rất nhiều nhà máy, cơ sở chế biến thức ăn chăn nuôi quy mô nhỏ nhằm đáp ứng cho việc chế biến thức ăn chăn nuôi cho các địa phương [1], [2], vì vậy việc nghiên cứu các máy chế biến thức ăn đáp ứng quy mô này là cần thiết thay cho các loại máy quy mô công nghiệp được nhập khẩu.

Để tăng độ trộn đều trong quá trình phối trộn với các loại thức ăn chăn nuôi, cũng như để thức ăn dễ tiêu hóa trong dạ dày gia súc, gia cầm nhằm cung cấp đầy đủ dinh dưỡng và năng lượng cần thiết cho gia súc, gia cầm thì các loại thức ăn cần được nghiền thành bột nhỏ [3],[4],[5]. Các máy nghiền hiện nay được sử dụng trong nước để nghiền bã hèm bia bao gồm loại máy nghiền theo nguyên lý cắt nghiền bằng lưỡi dao, máy xay nghiền kiểu đĩa, máy nghiền dạng cặp trục. Các loại máy nghiền này có nhược điểm là độ đồng nhất về kích thước bột nghiền thấp, để bột đạt yêu cầu cần qua sàng phân loại và nghiền lại lần hai. Trên thế giới, máy nghiền dạng búa trục đứng hiện đang được sử dụng, tuy nhiên loại này có chi phí đầu tư cao.

Trên cơ sở đó, việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm xác định khả năng làm việc của máy nghiền bã hèm bia có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và giá trị thực tiễn nhằm đáp ứng nhu cầu chăn nuôi hiện nay.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu là bã hèm bia, đây là sản phẩm tách ra sau khi lên men bia. Trước khi đưa vào nghiền bã hèm bia đã được làm khô đến ẩm độ $10 \pm 1\%$.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tính toán thiết kế: dựa vào lý thuyết tính toán máy nghiền thức ăn gia súc cho quá trình tính toán máy nghiền được nghiên cứu. Các dữ liệu thiết kế bao gồm các thông số công nghệ và các tính chất cơ, lý

của bã hèm bia. Mặc dù vậy, việc tính toán thiết kế cho mỗi loại máy nghiền thức ăn chăn nuôi có những yêu cầu riêng biệt [6].

Trên cơ sở lý thuyết tính toán máy nghiền búa và các dữ liệu thiết kế để tính toán các thông số hình học, động học cho máy thiết kế. Bộ phận truyền động và các chi tiết khác được tính toán theo chi tiết máy và truyền động cơ khí [7].

Phương pháp chế tạo: máy được chế tạo đơn chiếc theo các chi tiết của bản vẽ thiết kế. Đối với cụm chi tiết vỏ hộp và khung được chế tạo bằng phương pháp hàn ghép và định hình chi tiết theo kích thước bản vẽ, các vị trí lắp ghép cần độ chính xác đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Đối với cụm chi tiết trục, moay-ơ, có số vòng quay nhanh như trục máy, roto lắp búa được gia công theo phương pháp cắt gọt theo hình dạng, dung sai, độ bóng bề mặt theo yêu cầu công nghệ lắp ghép và yêu cầu nguyên lý làm việc. Các chi tiết dùng chung thuộc các chi tiết đặt hàng hợp tác hay mua trên thị trường như: puli, dây đai, ổ bi, bulông - đai ốc các loại.

Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm: sử dụng các dụng cụ chuyên dùng để đo trực tiếp các thông số như đo khối lượng, đo số vòng quay, đo điện năng tiêu thụ...

Phương pháp đo đạc thực nghiệm: các số liệu thí nghiệm cần xác định có hai loại: số liệu đo đạc trực tiếp và số liệu xác định gián tiếp. Các số liệu đo đạc trực tiếp gồm: khối lượng sản phẩm, thời gian, công suất điện,... Tất cả được xác định bằng các dụng cụ đo. Còn lại, hầu hết các số liệu kỹ thuật đều xác định bằng các công thức tính toán sau khi đã đo đạc trực tiếp các số liệu thành phần.

Các tham số thống kê như giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, khoảng tin cậy được sử dụng để xử lý các kết quả thực nghiệm. Kiểm tra sự khác biệt của các số liệu thí nghiệm về mặt thống kê được bằng phương pháp LSD (Least Significant Difference - Giới hạn sai khác nhỏ nhất) [8].

Theo các kết quả đã công bố, trong quá trình nghiên cứu máy nghiền búa sẽ tạo ra các phần tử nghiền có kích thước rất khác nhau,

trong đó có nhiều hạt có kích thước rất nhỏ, điều này sẽ làm giảm chất lượng của sản phẩm, có thể gây sặc cho gia súc gia cầm khi ăn và khó tạo được hỗn hợp đồng nhất về độ trộn đều trong khâu phối trộn.

Chất lượng bột nghiền C_b là tỷ số giữa khối lượng các hạt sản phẩm nghiền G_{sp} đạt kích thước theo yêu cầu (độ nhỏ từ 0,2 - 0,8 mm) so với tổng khối lượng nguyên liệu G_{nl} đưa vào nghiền.

Chất lượng bột nghiền C_b xác định theo công thức:

$$C_b = \frac{G_{sp}}{G_{nl}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

G_{sp} là khối lượng các phần tử sản phẩm nghiền đạt kích thước theo yêu cầu công nghệ, kg.

G_{nl} là khối lượng nguyên liệu đưa vào nghiền, kg.

Trong thực nghiệm C_b được xác định như sau: cân tổng sản phẩm đã được nghiền và gọi khối lượng này là G_{nl} , sau đó dùng sàng phân loại có kích thước lỗ 0,2 mm nhằm tách các sản phẩm đạt kích thước từ 0,2 - 0,8 mm [9]. Cân khối lượng sản phẩm nghiền có kích thước từ 0,2 - 0,8 mm và gọi khối lượng này là G_{sp} .

Chất lượng bột nghiền là chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của máy nghiền bã hèm bia. Chất lượng bột nghiền được xác định bằng độ đồng nhất kích thước hạt sản phẩm sau khi nghiền. Thông số này phụ thuộc vào kết cấu, chế độ công nghệ và đối tượng gia công.

Mức tiêu thụ điện năng riêng để nghiền ra thành phẩm 1 kg bột bã hèm bia Se được xác định theo công thức:

$$S_e = \frac{W}{G}, \text{ kWh/kg} \quad (2)$$

Trong đó:

W là điện năng tiêu thụ để nghiền khối lượng G , kg.

G là khối lượng nguyên liệu nghiền, kg.

Trong thực nghiệm, tiêu thụ điện năng riêng cho quá trình nghiền (kWh/kg-bột) được xác định trên cơ sở đo lường điện tiêu thụ của quá trình nghiền (kWh) bằng công-tơ điện và chia cho khối lượng bột bã hèm bia đã nghiền (kg bột) [10].

S_e là thông số đặc trưng cho chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của máy nghiền bã hèm bia, thông số này cũng phụ thuộc vào kết cấu, chế độ công nghệ và đối tượng gia công.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

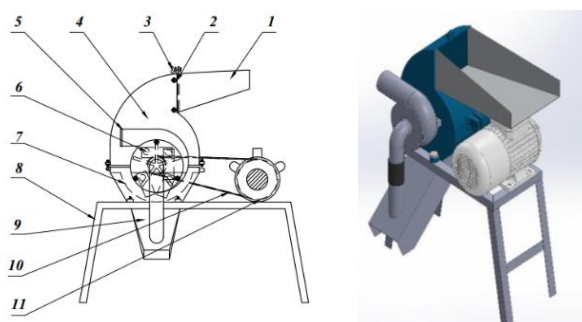
3.1 Kết quả tính toán thiết kế và chế tạo

Các số liệu thiết kế ban đầu:

- Năng suất thiết kế máy nghiền bã hèm bia 20 kg/giờ.
- Nguồn động lực truyền động cho máy là động cơ điện.
- Độ nhỏ bột nghiền có kích thước 0,2 - 0,8 mm.

Kết quả xác định nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy:

Nguyên lý cấu tạo máy nghiền bã hèm bia được trình bày trên hình 1.



1. Máng cấp liệu, 2. Tấm điều chỉnh lượng cung cấp, 3. Bulong điều chỉnh,
4. Buồng nghiền, 5. Quạt, 6. Búa nghiền,
7. Lưới sàng, 8. Khung, 9. Máng thoát liệu,
10. Bộ truyền động đai, 11. Động cơ.

Hình 1. Nguyên lý cấu tạo máy nghiền bã hèm bia

Cấu tạo máy nghiền bã hèm bia được thể hiện như hình 1, bao gồm khung máy (8) có tác dụng đỡ toàn bộ máy, động cơ điện (11) dẫn động trục roto và búa nghiền (6) qua dây đai (10). Trong buồng nghiền có lắp các tấm va đập để tăng hiệu quả quá trình nghiền. Lưới sàng (7) được lắp tại vị trí thoát liệu để thu những sản phẩm đạt yêu cầu về độ nhỏ bột nghiền về bộ phận thoát liệu (9). Ống hút và quạt phân ly (5) có công dụng tách bụi ra khỏi sản phẩm bột nghiền qua cửa (5). Nguyên liệu được chứa và cung cấp từ máng cấp liệu (1) thông qua tấm điều chỉnh (2) và bulong điều chỉnh (3) theo nguyên tắc tự chảy kiểu hướng trục.

Nguyên lý làm việc:

Nguyên liệu được cho vào máng cấp liệu (1) nhờ vào tấm điều chỉnh (2) và bulong điều chỉnh (3) mà vật liệu sẽ đi vào trong buồng nghiền (4), khi vật liệu vừa vào trong buồng nghiền sẽ được roto quay có gắn búa (6) quay với tốc độ cao sẽ ngay lập tức va đập vào vật liệu, vật liệu sẽ bị va đập và chà xát với búa nghiền và tấm va đập trong buồng nghiền. Sau quá trình va đập và chà xát, vật liệu có kích thước nhỏ hơn lỗ lưới sàng (7) sẽ đi ra ngoài qua cửa thoát liệu (9) và được thu hồi bằng bao chứa sản phẩm bột nghiền. Trong quá trình thoát liệu, ống hút và quạt phân ly (5) có công dụng tách bụi ra khỏi sản phẩm bột nghiền qua cửa thoát, vật liệu chưa qua được lỗ lưới sàng sẽ tiếp tục được va đập và chà xát trong buồng nghiền.

** Kết quả tính toán thiết kế:*

Kiểu cấp liệu: tự chảy do góc nghiêng của máng cấp liệu lớn hơn góc ma sát. Lượng cung cấp được điều chỉnh bằng cửa cung cấp. Với khối lượng thể tích của nguyên liệu là 252 kg/m^3 và khối lượng mỗi lần cấp là 5 kg nên tính được thể tích của máng cấp liệu là $0,02 \text{ m}^3$.

Kích thước roto nghiền được đặc trưng bởi hai thông số cơ bản là đường kính và bề rộng roto nghiền. Kích thước của roto nghiền được tính toán dựa vào năng suất máy theo công thức:

$$Q = D.L.q \quad (\text{kg/s}) \quad (3)$$

Trong đó Q là năng suất của máy nghiền (kg/s); D là đường kính roto (m); L là bề rộng roto (m); q là giá trị tải trọng riêng (kg/s).

Trên cơ sở đó tính được đường kính và bề rộng roto nghiền lần lượt là 214 mm và 120 mm .

Kích thước búa nghiền, bao gồm chiều dài, chiều rộng, đường kính lỗ treo búa, vị trí lỗ treo búa, được tính toán sao cho đảm bảo các điều kiện về động lực học của quá trình nghiền. Khoảng cách từ tâm chốt treo búa đến đầu va đập của búa:

$$l = \frac{4}{9} \left(\frac{D}{2} - 1 \right) = 46,2 \text{ mm} \quad (4)$$

Trên cơ sở giá trị l vừa tính được ở trên để xác định chiều dài búa nghiền là 70 mm và chiều rộng 20 mm , bề dày búa 5 mm , đường kính lỗ treo búa là 10 mm và trọng tâm búa đến tâm lỗ lắp chốt búa là 20 mm .

Đường kính đĩa lắp tính theo công thức:

$$D_d = 2.R_n + 2.h \quad (5)$$

Trong đó:

R_n là bán kính tính đến tâm treo búa (m); h là khoảng cách từ tâm treo búa đến mép ngoài đĩa (m).

Vậy đường kính đĩa lắp búa là 240 mm

Số lượng búa được tính theo công thức:

$$z = (L - \Delta L) \frac{k_z}{\delta} \quad (6)$$

Trong đó:

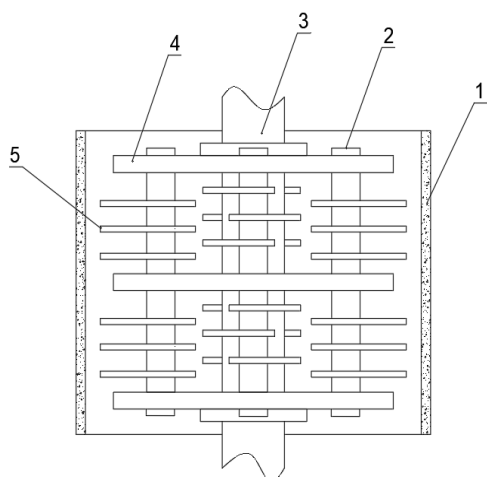
L là chiều rộng cụm roto-búa nghiền, $L = 100 \text{ mm}$.

δ là chiều dày 1 búa nghiền, $\delta = 5 \text{ mm}$.

ΔL là tổng chiều dày các đĩa lắp chốt treo búa.

Số lượng búa nghiền tính được là 24 búa. Vận tốc búa nghiền là 40 m/s .

Lưới sàng: bố trí trước cửa tháo liệu, được chế tạo bằng thép tấm được dập thành lưới dạng lỗ có cấu tạo theo kiểu đan xen với bề dày $1,5 \text{ mm}$ và kích thước lỗ sàng là $0,8 \text{ mm}$.



Hình 2. Cấu tạo cụm rôto - búa- buồng nghiền

1. Lưới sàng, 2. trục lắp búa, 3. Trục roto, 4. Đĩa lắp búa, 5. Búa nghiền

Nguồn truyền động của máy nghiền được thiết kế là động cơ điện 3 pha công suất 2,2 kW, số vòng quay của động cơ 2.800 vòng/phút, được điều khiển bằng biến tần thay đổi tần số từ 0 - 50 Hz để thay đổi số vòng quay của rô to. Quạt nhận truyền động từ động cơ điện thông qua cụm roto búa nghiền với số vòng quay bằng với số vòng quay của roto. Công suất quạt 0,55 kW.

Từ các kết quả tính toán và bản vẽ thiết kế, máy nghiền bã hèm bia đã được chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh như hình 3.



Hình 3. Máy nghiền bã hèm bia được chế tạo hoàn chỉnh

3.2 Kết quả khảo nghiệm

Trên cơ sở tính toán các thông số làm việc cho máy nghiền bã hèm bia đã được xác định, nghiên cứu tiến hành khảo nghiệm sơ bộ các chế độ làm việc khác nhau nhằm có những đánh giá chính xác hơn thông qua khảo nghiệm và so sánh kết quả khảo nghiệm thực tế với các kết quả lý thuyết tìm được.

Đối với máy nghiền búa, chất lượng bột nghiền (độ đồng đều về độ nhỏ của bột bã hèm bia sau khi nghiền) và mức tiêu thụ điện năng riêng cho quá trình nghiền là hai chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng cần xác định. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hai chỉ tiêu này, tuy nhiên các yếu tố có ảnh hưởng chính bao gồm vận tốc búa nghiền, lượng cấp liệu, khe hở giữa búa và buồng nghiền. Giá trị của các các yếu tố này khi tăng hay giảm đều có ảnh hưởng nhiều đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng cho quá trình nghiền.

3.2.1 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc búa đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng.

Để thay đổi vận tốc dài của búa nghiền bằng biến tần Senlan SB 70. Cho vận tốc đầu búa thay đổi ở 3 mức, $v = 35 - 40 - 45$ m/s, lượng cung cấp và khe hở đầu búa giữ cố định ở mức cơ sở là $q = 20$ kg/h và $e = 6$ mm. Kết quả được trình bày trong bảng 1.

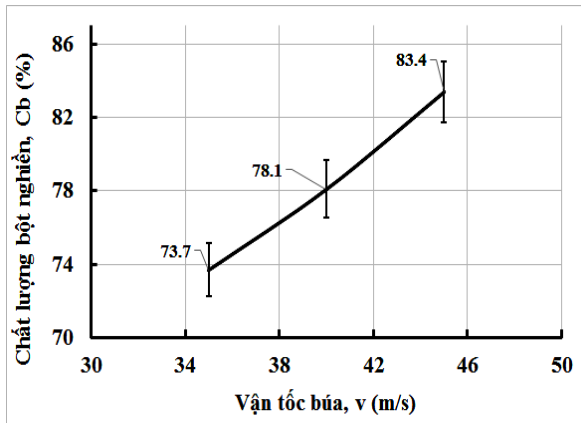
Bảng 1. Kết quả khảo nghiệm xác định C_b và S_e khi thay đổi v .

Stt	v (m/s)	C_b (%)	S_e (kWh/kg)
1	35	73,7 ^c	0,104 ^a
2	40	78,1 ^b	0,129 ^b
3	45	83,4 ^a	0,145 ^c

Các ký hiệu khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả xử lý số liệu theo phương pháp LSD (Least Significant Difference - Giới hạn sai khác nhỏ nhất) cho thấy vận tốc đầu búa thực sự ảnh hưởng đến các chỉ tiêu đang nghiên cứu. Từ đó xác định được mối quan hệ giữa các thông số vận tốc búa, chất lượng

bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng (hình 4 và 5).

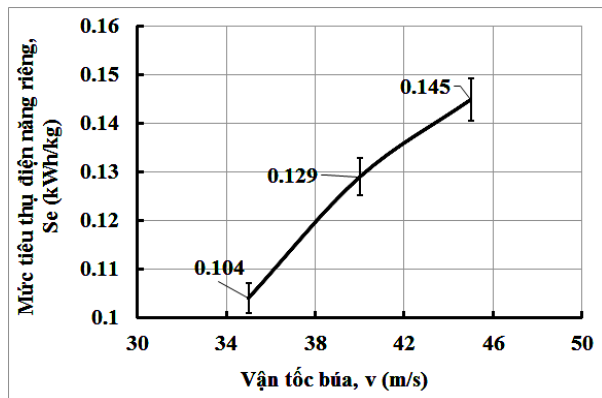


Hình 4. Ảnh hưởng của vận tốc búa đến chất lượng bột nghiền

Ảnh hưởng của vận tốc búa nghiền đến chất lượng bột nghiền được biểu diễn bằng phương trình (7).

$$C_b = 68,1 - 0,47.v + 0,018.v^2 \quad (7)$$

Vận tốc búa nghiền v là thông số quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bột nghiền. Khi tăng dần v từ 35 – 45 m/s thì chất lượng bột nghiền C_b sẽ tăng vì khi đó lực va đập sẽ càng lớn.



Hình 5. Ảnh hưởng của vận tốc búa đến mức tiêu thụ điện năng riêng

Ảnh hưởng của vận tốc búa nghiền đến mức tiêu thụ điện năng riêng được biểu diễn bằng phương trình (8).

$$S_e = -0,323 + 0,0185.v - 0,0002.v^2 \quad (8)$$

Vận tốc búa nghiền v tăng từ 35 – 40 m/s thì mức tiêu thụ điện năng riêng S_e tăng, Tiếp tục tăng v cao hơn nữa lên 40 m/s thì S_e có xu hướng tăng chậm lại.

3.2.2 *Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của lượng cấp liệu đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng.*

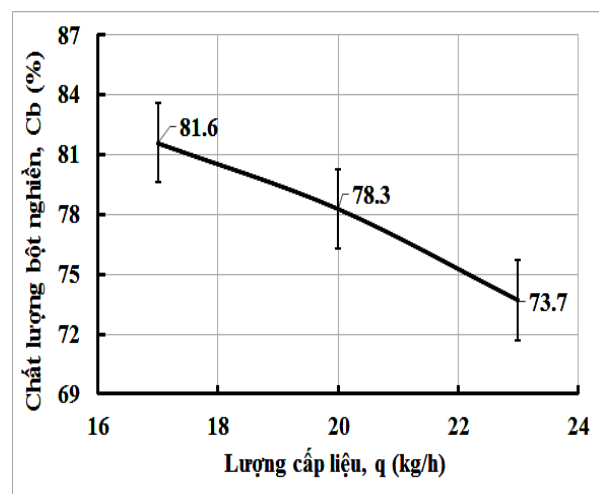
Cho lượng cung cấp thay đổi ở 3 mức, $q = 17 - 20 - 23$ kg/h, vận tốc đầu búa và khe hở đầu búa giữ cố định ở mức cơ sở là $v = 40$ m/s và $e = 6$ mm. Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả khảo nghiệm xác định C_b và S_e khi thay đổi q.

Stt	q (kg/h)	C_b (%)	S_e (kWh/kg)
1	17	81,6 ^a	0,152 ^c
2	20	78,3 ^b	0,134 ^b
3	23	73,7 ^c	0,112 ^a

Các ký hiệu khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả xử lý số liệu theo phương pháp LSD đã cho thấy lượng cung cấp có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu đang nghiên cứu hình 6 và 7.

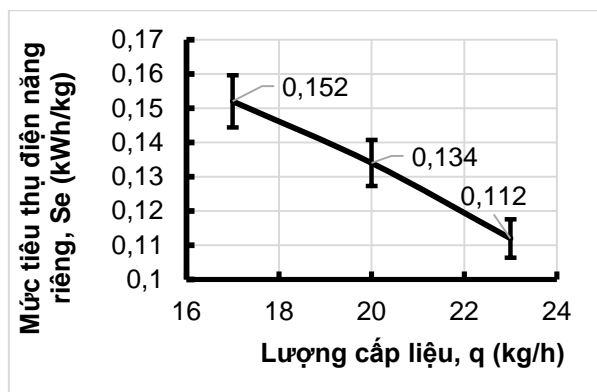


Hình 6. Ảnh hưởng của lượng cấp liệu đến chất lượng bột nghiền

Ảnh hưởng của lượng cấp liệu đến chất lượng bột nghiền được biểu diễn bằng phương trình (9).

$$C_b = 75,7444 + 1,5722.q - 0,0722.q^2 \quad (9)$$

Khi tăng lượng cấp liệu q từ 17 – 20 kg/h thì chất lượng bột nghiền C_b có giảm nhưng không nhiều, khi tiếp tục tăng q từ 20 – 23 kg/h thì C_b có dấu hiệu giảm nhanh.



Hình 7. Ảnh hưởng của lượng cấp liệu đến mức tiêu thụ điện năng riêng

Ảnh hưởng của lượng cấp liệu đến chất mức tiêu thụ điện năng riêng được biểu diễn bằng phương trình (10).

$$S_e = 0,1784 + 0,0022.q - 0,0002.q^2 \quad (10)$$

Khi tăng lượng cấp liệu q từ 17 – 20 kg/h thì mức tiêu thụ điện năng riêng S_e có giảm nhưng không nhiều, khi tiếp tục tăng q từ 20 – 23 kg/h thì S_e sẽ giảm nhanh.

3.2.3 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của khe hở giữa búa và buồng nghiền đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng.

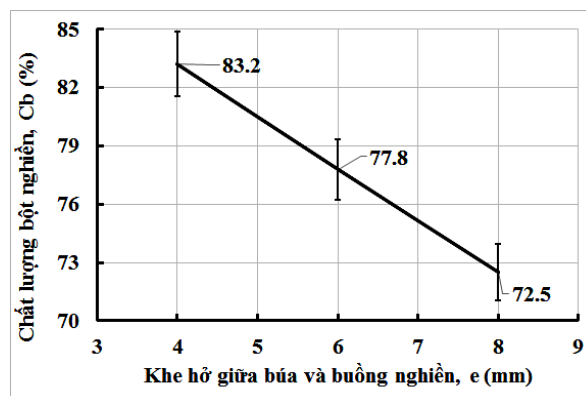
Cho khe hở đầu búa thay đổi ở 3 mức, $e = 4 - 6 - 8$ mm, vận tốc đầu búa và lượng cung cấp giữ cố định ở mức cơ sở là $v = 40$ m/s và $q = 20$ kg/h. Kết quả được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả khảo nghiệm xác định C_b và S_e khi thay đổi e .

Stt	e (mm)	C_b (%)	S_e (kWh/kg)
1	4	83,2 ^a	0,104 ^a
2	6	77,8 ^b	0,136 ^b
3	8	72,5 ^c	0,149 ^c

Các ký hiệu khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả xử lý số liệu theo phương pháp LSD đã cho thấy khe hở đầu búa và buồng nghiền có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu đang nghiên cứu hình 8 và 9.



Hình 8. Ảnh hưởng của khe hở giữa búa và buồng nghiền đến chất lượng bột nghiền

Ảnh hưởng của khe hở giữa búa và buồng nghiền đến chất lượng bột nghiền được biểu diễn bằng phương trình (11).

$$C_b = 94,3 - 2,825.e + 0,0125.e^2 \quad (11)$$

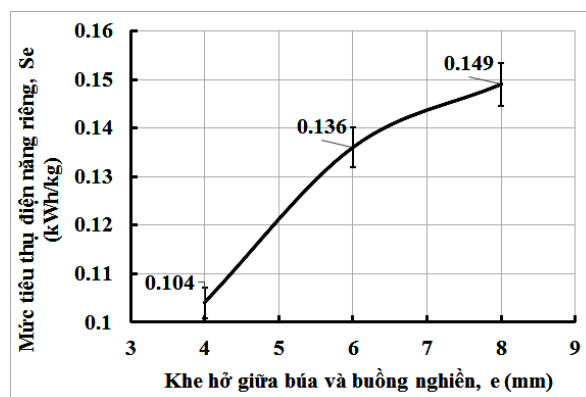
Khe hở giữa đầu búa và buồng nghiền e là yếu tố có ảnh hưởng nhiều đến chất lượng bột nghiền C_b . Khi e tăng từ 4 – 6 mm thì C_b giảm nhanh, tiếp tục tăng e từ 6 – 8 mm thì C_b giảm chậm lại.

Ảnh hưởng của khe hở giữa búa nghiền và buồng nghiền đến mức tiêu thụ điện năng riêng được biểu diễn bằng phương trình (12).

$$S_e = -0,017 + 0,0397.e - 0,0024.e^2 \quad (12)$$

Khi e tăng từ 4 – 6 mm thì S_e tăng nhanh, tiếp tục tăng e từ 6 – 8 mm thì S_e tăng nhưng có xu hướng chậm lại.

Từ các kết quả khảo nghiệm như trên có thể nhận định:



Hình 9. Ảnh hưởng của khe hở búa nghiền đến mức tiêu thụ điện năng riêng

- Các thông số vận tốc đầu búa v , lượng cung cấp q và khe hở giữa đầu búa nghiền và buồng nghiền e là những thông số độc lập thực sự ảnh hưởng đến hai chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của máy là chất lượng bột nghiền C_b và tiêu thụ điện năng riêng cho quá trình nghiền S_e .

- Hàm chất lượng bột nghiền C_b và hàm mức tiêu thụ điện năng riêng S_e là các hàm phi tuyến.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu tổng quan về bã hèm bia, tình hình sản xuất, chế biến, các thiết bị nghiền bã hèm bia trên thế giới và tại Việt nam; phân tích, đánh giá ưu, nhược điểm và từ đó đã đưa ra mô hình nghiền bã hèm bia phù hợp.

Trên cơ sở tính toán thiết kế, máy nghiền búa lắp lồng va đập tự do năng suất 20 kg/h đã được chế tạo, số vòng quay của rôto là 2951 vg/ph, công suất động cơ 2,2 kW. Các thông số làm việc của máy như: số vòng quay, lượng cấp liệu, khe hở giữa đầu búa và buồng nghiền có thể điều chỉnh được.

Đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm nhằm đánh giá ảnh hưởng của các thông số vận hành của máy như: lượng cấp liệu, vận tốc dài của đầu búa, khe hở giữa đầu búa và buồng nghiền đến chất lượng bột nghiền và mức tiêu thụ điện năng riêng. Mối quan hệ giữa các thông số đã được xây dựng dạng mô hình toán thông qua các số liệu thực nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Babatunde Adetifa, Oyewole Okewole, 2015. *Characterisation of small scale feed mills in a developing country*. Agric. Eng Int, CIGR Journal, Vol. 7(3): 208-215.
- [2] Olugboji1 O.A., Abolarin M.S., Owolewa M.O., Ajani K.C., 2015. Design, construction and testing of a poultry feed pellet machine. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Vol. 22 (4): 167-172.
- [3] Amaefule K.U., Onwudike O.C, Ibe S.N., Abasiokong S.F., 2009. Nutrient utilization and digestibility of growing pigs fed diets of different proportions of palm kernel and brewers dried grain. Pakistan Journal of Nutrition, Vol. 8(4): 361-367.
- [4] Siti Zulaiha Hanapi, Hassan, M. Awad, Siti Hajar Mat Sarip, Ramlan Aziz, Mohamad Roji Sarmidi, Sheikh Imranuddin Sheikh Ali, 2012. Chapter 15. *Animal feed*. Biotechnology Development in Agriculture, Industry and Health. <https://www.researchgate.net/publication/316463851>
- [5] Udo, I.U., Umoren U.E., 2011. *Nutritional evaluation of some locally available ingredients used for least-cost ration formulation for African Cat fish (Clarias gariepinus) in Nigeria*. Asian Journal of Agricultural Resource, Vol. 5(3): 164-175.
- [6] Kurt A. Rosentrater, Gregory D. Williams, 2004. *Design considerations for the construction and operation of feed milling facilities. Part II: Process engineering considerations*. ASAE/CSAE Annual International Meeting. Paper No. 044144.
- [7] Nguyễn Văn Lãm, 1995. *Thiết kế chi tiết máy*. Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh.
- [8] Bùi Minh Trí, 2005. *Xác suất thống kê và qui hoạch thực nghiệm*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- [9] Nguyễn Minh Vương, Nguyễn Thị Minh Thuận, 1999. *Máy phục vụ chăn nuôi*. Nhà xuất bản Giáo dục
- [10] Tôn Thất Minh, 2010. *Máy và thiết bị chế biến lương thực*. Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

PGS.TS. Lê Anh Đức
 Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh
 Email: leanhduc@hcmuaf.edu.vn