

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY CẮT BĂM CÂY NGÔ LÀM THỨC ĂN CHO ĐẠI GIA SÚC

Bùi Việt Đức*, Đỗ Hữu Quyết

Viện phát triển công nghệ Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: bvdudc@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 27.07.2017

Ngày chấp nhận: 31.08.2017

TÓM TẮT

Chăn nuôi đại gia súc theo hướng tập trung quy mô lớn là mô hình phổ biến và hiệu quả hiện nay. Để có thể cung cấp nguồn thức ăn thô xanh với số lượng lớn, đáp ứng nhu cầu chăn nuôi, cần tăng cường thực hiện đồng bộ vấn đề cơ giới hóa từ gieo trồng, chăm sóc, thu hoạch và chế biến cây nguyên liệu làm thức ăn cho gia súc, đặc biệt là ứng dụng phát triển các loại máy thu hoạch và sơ chế thức ăn, hiện còn rất hạn chế về mức độ trang bị. Nội dung bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thiết kế chế tạo máy thu hoạch cây nguyên liệu, một loại máy hiện đang còn hạn chế cả về số lượng và chất lượng trong hệ thống máy đồng bộ sản xuất và chế biến thức ăn chăn nuôi đại gia súc.

Từ khóa: Liên hợp máy thu hoạch, máy thu hoạch cây nguyên liệu, cơ giới hóa sản xuất thức ăn gia súc.

Starting Results of Design and Manufacturing of Forage Harvester for Livestock

ABSTRACT

Livestock farming in the direction of large-scale focus is a popular and effective model today. In order to provide large quantities of forage for livestock production, it is necessary to strengthen synchronized implementation of mechanization from planting, tending, harvesting and processing of raw materials. For animal feed, especially for the development of harvesting and pre-processing machines, there is still limited availability of equipment. Content of the article introduces the results of research and design of Forage harvester for raw materials, a machine is limited in both quantity and quality in synchronous machine production and processing of feed Raising livestock.

Keywords: Combine forage harvester, forage harvester of raw materials, mechanization for livestock. production.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuyên môn hóa sản xuất thức ăn thô xanh cho đại gia súc là xu hướng tất yếu để đáp ứng nhu cầu để đáp ứng nhu cầu về số lượng lớn, chất lượng cao thức ăn cho đại gia súc, đặc biệt là các khu vực chăn nuôi tập trung, quy mô lớn ở Việt Nam.

Hiện nay, tại các vùng chuyên canh sản xuất thức ăn thô xanh cho đại gia súc, mức độ cơ giới hóa một số khâu công việc như làm đất, gieo trồng, chăm sóc khá cao, tuy nhiên khâu công việc có khối lượng công việc lớn, thời gian thực hiện ngắn là khâu thu hoạch và sơ chế có

mức độ trang bị cơ giới hóa còn rất hạn chế, chưa đồng bộ với các khâu công việc khác, phần lớn các công đoạn như cắt, thu gom, vận chuyển, băm thái vẫn thực hiện thủ công hoặc với các máy tĩnh tại, chi phí nhiều công lao động, làm giảm hiệu quả sản xuất thức ăn chăn nuôi.

Việc ứng dụng phát triển hoặc thiết kế chế tạo mới máy thu hoạch phù hợp với điều kiện sản xuất cho các vùng chuyên canh cây nguyên liệu làm thức ăn cho đại gia súc là cấp thiết, đáp ứng yêu cầu cơ giới hóa đồng bộ và nâng cao hiệu quả sản xuất thức ăn chăn nuôi. Theo hướng tạo ra sản phẩm mới, nhóm nghiên cứu thuộc Viện phát triển công nghệ Cơ - Điện phối

hợp cùng Bộ môn Cây lương thực, Học viện Nông nghiệp Việt Nam và Trung tâm bò và đồng cỏ Ba Vì, Viện Chăn nuôi đã thiết kế, chế tạo và thử nghiệm mẫu máy cắt băm cây nguyên liệu làm thức ăn đại gia súc liên hợp với máy kéo trên cơ sở kết quả nghiên cứu của đề tài trọng điểm cấp Học viện.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Để thực hiện và hoàn thành các nội dung của đề tài, bên cạnh các tính toán, lựa chọn vật liệu thì các nghiên cứu về đặc điểm sinh trưởng phát triển, kích thước, cơ lý tính, độ ẩm... của cây nguyên liệu, quy trình gieo trồng, chăm sóc và thu hoạch cây, đặc điểm địa hình, đồng ruộng là các nội dung cần phải thực hiện. Đây cũng chính là các thông số, dữ liệu đầu vào quan trọng cho tính toán thiết kế kết cấu, lựa chọn nguyên lý làm việc của hệ thống máy.

Vật liệu chế tạo máy được lựa chọn là các loại thép hình, bản mã có kích thước và tính chất phù hợp theo các tính toán thiết kế, được sử dụng để chế tạo khung, giá đỡ liên kết, mặt xích..., một số chi tiết như dao đĩa cắt cây, dao băm, xích tải, hộp giảm tốc, khớp các đăng được lựa chọn trên cơ sở các sản phẩm được sản xuất chế tạo theo tiêu chuẩn với các thông số kỹ thuật được tính toán hợp lý.

Đối tượng tác động của hệ thống máy được lựa chọn là cây ngô giống NK4300 đã thu hoạch bắp và cây ngô còn bắp ở giai đoạn chín sữa. Các thông số liên quan cần xác định là kích thước cây (chiều cao, đường kính gốc), độ ẩm, mật độ cây, khoảng cách giữa các cây, khoảng cách hàng, tỷ trọng cây... Các số liệu được định bằng phương pháp đo trực tiếp tại ruộng trước khi tiến hành thử nghiệm máy.

Dựa trên cơ sở các phân tích tổng hợp về khả năng và hạn chế của các loại máy thu hoạch cây nguyên liệu đã và đang được sử dụng trong và ngoài nước để lựa chọn, xác định kết cấu, nguyên lý làm việc, tính toán thông số cho một số bộ phận công tác chính như bộ phận cắt, chuyển và băm cây. Các chi tiết máy được thiết

kế, chế tạo theo bản vẽ kỹ thuật với các thông số được tính toán hợp lý. Mẫu máy được lắp ráp, thử nghiệm kiểm tra xác định các thông số năng suất, chất lượng làm việc và đánh giá tính năng kỹ thuật theo phương pháp thử máy thu hoạch cây làm thức ăn cho gia súc (TCVN 8802-3:2012-ISO).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm, tính chất cây ngô sử dụng làm thức ăn cho đại gia súc

Cây ngô sử dụng làm thức ăn chăn nuôi có hai dạng là đã thu hoạch bắp hoặc còn bắp ở giai đoạn chín sữa. Cây được cắt, băm nhỏ, sau đó có thể cho gia súc ăn tươi hoặc ủ chua làm thức ăn dự trữ, thức ăn ủ chua từ cây ngô còn bắp non được đánh giá là loại thức ăn tốt nhất cho gia súc, đặc biệt là bò sữa. Ngô trồng làm thức ăn gia súc thường sử dụng các loại giống có thân cao, lá to, nhiều bắp, thường được trồng theo hàng với khoảng cách 45 - 65 cm, khoảng cách cây 15 - 25 cm, gieo bằng máy hoặc trồng bầu trên đất đã được làm nhỏ có độ sâu canh tác 10 - 15 cm, mật độ cây trung bình 70 - 80 nghìn cây/ha, trong điều kiện canh tác tốt, có thể trồng dày tới 120 nghìn cây/ha, năng suất trung bình 60 - 80 tấn/ha, có thể trồng và thu hoạch quanh năm với thời gian trung bình 70 - 80 ngày/vụ. Như vậy nếu quy hoạch đồng ruộng và tổ chức sản xuất tốt với sự hỗ trợ của hệ thống máy đồng bộ, có thể trồng và thu hoạch 5 - 6 vụ/năm, sản lượng 300 - 500 tấn/ha/năm, lợi nhuận thu được từ 200 - 350 triệu VNĐ/ha/năm (Dự án bò sữa Việt Bỉ, 2006).

Cây ngô sử dụng làm thức ăn cho gia súc ở giai đoạn thu hoạch trong thành phần có chứa nhiều nước (60 - 74%) và chất xơ (6 - 8%). Hai thành phần này có ảnh hưởng lớn tới năng suất, chất lượng làm việc của máy thu hoạch.

Để sử dụng làm cơ sở cho tính toán thiết kế máy công tác và xây dựng chế độ làm việc cho liên hợp máy thu hoạch, các thông số về đặc điểm, tính chất cây ngô được xác định theo bảng 1 (Amer Eissa, 2008).

Bảng 1. Đặc điểm, tính chất cây ngô sử dụng làm thức ăn đại gia súc

Loại cây/ Thông số	Độ ẩm TB (%)	Mật độ TB (cây/ha)	Tr.lượng TB (g/cây)	Chiều dài TB (cm)	Đường kính TB (mm)	Ứng suất cắt (N/mm ²)	Công suất (mJ/mm ²)
Ngô	65	80.000	640,2	235	20,5	2,65	21

3.2. Lựa chọn nguyên lý, kết cấu và tính toán thông số các bộ phận làm việc chính

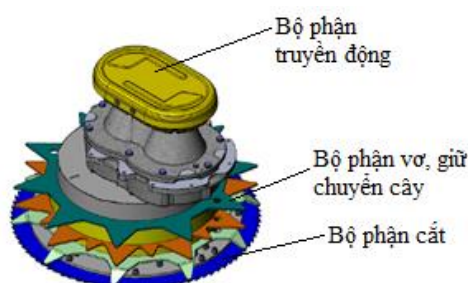
Máy thu hoạch (cắt, băm) cây nguyên liệu làm thức ăn cho đại gia súc đã và đang được sử dụng phổ biến tại các vùng chăn nuôi và sản xuất thức ăn tập trung quy mô lớn trên thế giới và Việt Nam, khá đa dạng về chủng loại, kết cấu và tính năng, có kích thước lớn, năng suất cao, được thiết kế dưới dạng máy tự hành chuyên dụng hoặc dạng modul liên hợp với máy kéo. Trên cơ sở tiếp cận, kế thừa và phát triển kết cấu, nguyên lý các bộ phận làm việc chính (băm cắt) của các loại máy thu hoạch hiện có, kết hợp với các thông tin tổng hợp về thực trạng sản xuất thức ăn thô xanh, điều kiện canh tác, thu hoạch, quy hoạch đồng ruộng, đối tượng tác động và mức độ cơ giới hóa khâu thu hoạch cây nguyên liệu, đề tài đã xác định lựa chọn kết cấu, nguyên lý, tính toán thông số và thiết kế mẫu máy cắt băm cây nguyên liệu làm thức ăn cho đại gia súc năng suất 10 tấn/h, liên hợp với máy kéo công suất < 35 mã lực (Bùi Việt Đức, 2016).

Các bộ phận làm việc chính của máy băm cắt bao gồm trống cắt, cơ cấu cấp liệu và bộ phận băm thái, được lựa chọn kết cấu và tính toán thông số theo các yêu cầu và điều kiện thực tế với khả năng thông qua 2,5 - 3 kg/s.

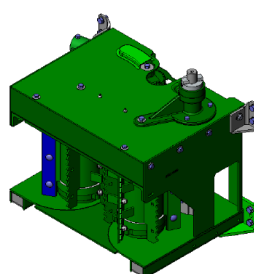
Bộ phận cắt cây thiết kế dạng trống gồm các chi tiết dao đĩa, trống quay (vỡ giữ, chuyển cây) và cơ cấu dẫn động. Dao đĩa và trống được thiết kế đồng trục nhưng quay với tốc độ khác nhau. Kết cấu và nguyên lý làm việc của bộ phận cắt cây dạng trống phức tạp hơn một số bộ phận cắt khác, nhưng có thể làm việc tốt trên toàn bộ bề rộng, cắt được tất cả các loại cây và kết hợp được bộ phận vỡ, chuyển cây trên trống, phù hợp với điều kiện canh tác và thu hoạch cây nguyên liệu của Việt Nam.

Bộ phận băm thái được thiết kế phía sau trống cắt có nhiệm vụ nhận và làm nhỏ toàn bộ cây được chuyển đến từ bộ phận cắt, sau đó chuyển sản phẩm tới thùng chứa qua bộ phận dẫn hướng. Bộ phận băm thái có kết cấu đơn giản, lưỡi dao đặt nghiêng tạo độ trượt khi làm việc làm giảm lực cắt, tăng chất lượng thái, đặc biệt cho các đối tượng cây có kết cấu dạng sợi. Ngoài ra kết cấu dao cắt dạng U có tác dụng tạo luồng khí động để chuyển sản phẩm băm thái ra ngoài mà không cần thiết kế thêm cánh hút.

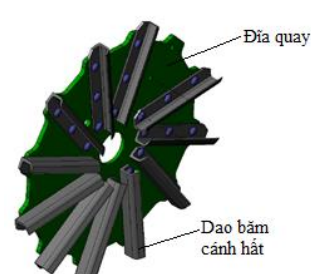
Bộ phận cấp liệu chủ động có chức năng tiếp nhận và chuyển cây sau khi cắt, kết cấu gồm 2 trục cuốn có răng quay ngược chiều nhau, tạo lực kẹp giữ bằng lò xo, có thể thay đổi khoảng cách giữa 2 trục nhờ cơ cấu liên kết động của một trục cuốn.



Hình 1. Bộ phận cắt cây dạng trống



Hình 2. Bộ phận cấp liệu chủ động



Hình 3. Bộ phận băm thái

3.3. Thiết kế, chế tạo máy

3.3.1. Tính toán thiết kế các bộ phận làm việc chính và cơ cấu dẫn động

Thông số kỹ thuật của các bộ phận làm việc chính và cơ cấu dẫn động máy cắt băm được tính toán dựa trên các công thức, quan hệ vật lý,

toán học dưới đây (Nowakowski, 2012; Chlebowski, 2012).

- Công suất cho bộ phận cắt đĩa răng (N_c)
- Công suất cho bộ phận băm cây (N_b)
- Công suất cho bộ phận chuyển, kẹp giữ cây (N_{ch})

$$N_c = \frac{\lambda_p E B D_p V_m}{2 V_p \omega_p} \left(\cos \psi_1 - \cos \psi_2 \right) \left[V_m^2 + \left(\frac{\pi D_p n_p}{60} \right)^2 + \frac{\pi D_p n_p V_m}{30} \cos \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

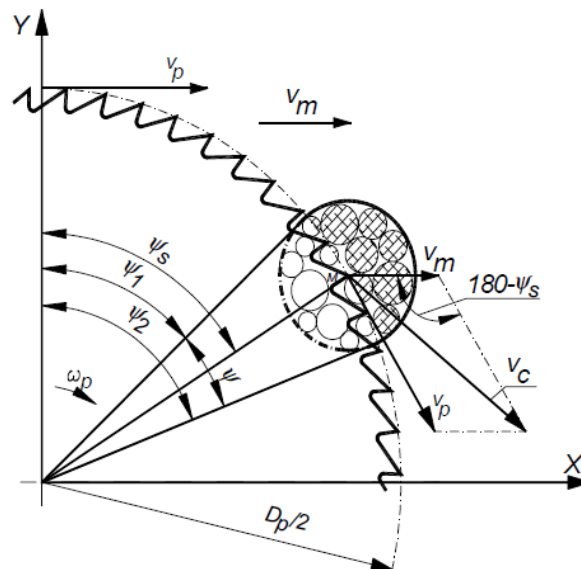
$$N_b = E_b \frac{b_g h_w \omega_b z}{2 \pi}$$

$$N_{ch} = \lambda_w \frac{F_w h_z V_{ch}}{\sqrt{h_z r_w}}$$

Công việc thiết kế được thực hiện với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế chuyên dụng Inventor với các thông số được xác định dựa trên cơ sở đặc tính cây ngô (năng suất, mật độ, độ cứng, độ ẩm...) và kết quả tính toán lựa chọn nguyên lý làm việc, thông số kỹ thuật của hệ thống máy cắt băm.

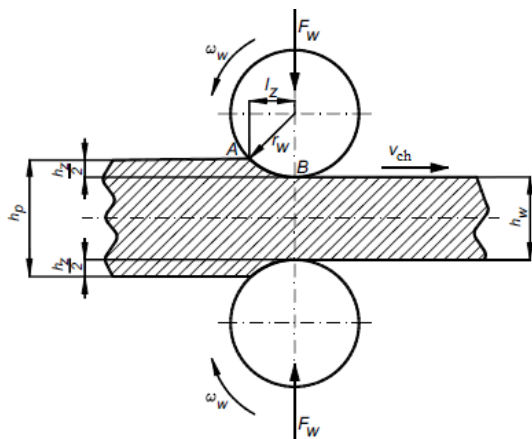
- Bộ phận cắt dạng đĩa răng được thiết kế thành 4 mảnh rời và lắp trên mâm liên kết bằng mối ghép bu lông tạo thành đĩa tròn đường kính 70 cm. Việc thiết kế dao cắt dạng mảnh làm

phức tạp hơn về chế tạo và lắp ghép nhưng cho phép việc thay thế sửa chữa thuận tiện hơn, chỉ cần thay mảnh dao bị mòn, hỏng. Dao cắt được lắp đồng trục nhưng quay với tốc độ khác với bộ phận vỏ, chuyển cây, trục dao nhận truyền động từ hộp số trung gian qua truyền động đai thang và quay với tốc độ đảm bảo tạo ra vận tốc tại đỉnh răng cắt khoảng 50 - 60 m/s, công suất truyền theo tính toán cho bộ phận cắt, vỏ chuyển là 4,2 kW.

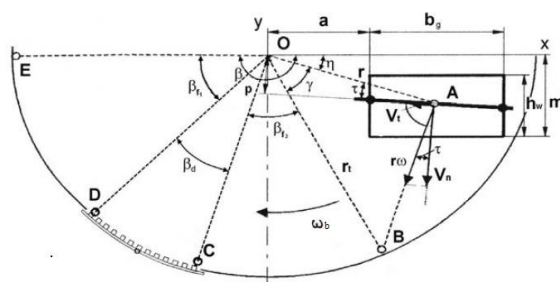


Hình 4. Sơ đồ tính toán bộ phận cắt cây

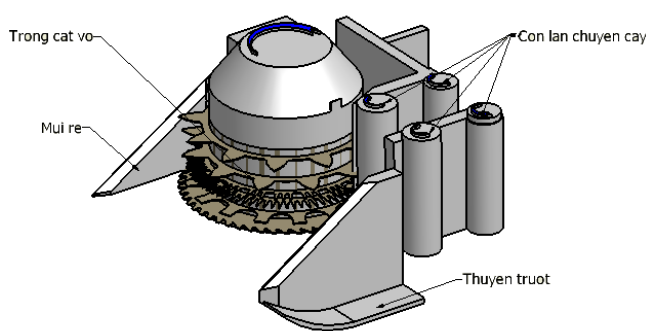
Trong đó: N_c , N_b , N_{ch} : công suất cắt, băm và chuyển cây (W); V_m , V_{ch} , V_d : vận tốc di chuyển máy, vận tốc chuyển và vận tốc cắt cây (m/s); E , B : năng lượng cắt riêng (J/m^2), bề rộng bộ phận cắt (m); E_b , F_w , D_p : công riêng cắt thái (J/m^2), lực ép (N) và đường kính đĩa cắt (m); ψ_1 , ψ_2 : góc bắt đầu và kết thúc cắt (rad); λ_p , λ_w : hệ số hoạt động của đĩa cắt và hệ số cuộn không thứ nguyên; n_p , ω_b : số vòng quay đĩa cắt (v/ph) và tốc độ góc bộ phận băm (rad/s); b_g , h_w , h_z : bề rộng họng thái, bề dày khối vật liệu, độ giảm chiều cao khối vật liệu (m); z , r_w : số dao băm, bán kính trục cuốn (m).



Hình 5. Sơ đồ tính toán bộ phận kẹp, chuyển cây



Hình 6. Sơ đồ tính toán bộ phân băm cây



Hình 7. Bộ phận cắt, vơ và chuyển cây



Hình 8. Bộ phận bấm thái cây

- Bộ phận kẹp giữ và chuyển cây có kết cấu dạng trụ đường kính 15 cm, trên thân có các thanh răng làm tăng khả năng kẹp giữ cây. Khe hở giữa hai trục cuốn có thể thay đổi linh hoạt theo bề dày khối vật liệu nhờ cơ cấu lò xo. Cơ cấu truyền động đai nhận truyền động từ hộp phân phối, tạo chuyển động quay ngược chiều nhau trên hai trục cuốn với số vòng quay 250 v/ph, công suất tính toán cho bộ phận công tác này là 1.2 kW.

- Bộ phận băm thái đường kính 75 cm, có 6 dao lắp trên đĩa bằng mối ghép bu lông, tốc độ quay bộ phận băm thái 750 v/p, công suất truyền theo tính toán 5,3 kW.

3.3.2. Chế tạo, lắp ráp chi tiết, cụm chi tiết và tổng thành máy

Phần lớn các chi tiết của máy bơm cắt gồm khung, trống vợ, chuyển cây, bộ phân kẹp giữ,

bộ phận bơm và cơ cấu dẫn động được chế tạo và lắp ráp tại Viện phát triển công nghệ Cơ - Điện theo bản vẽ, hồ sơ kỹ thuật, quy trình công nghệ và yêu cầu chế tạo chi tiết máy nông nghiệp.

Sau khi lắp ráp, máy cắt bầm được kết nối, truyền động với máy kéo và thử nghiệm không tải. Các thông số tốc độ quay của các bộ phận làm việc chính đạt yêu cầu, các cơ cấu truyền động các đăng, xích, đai và bánh răng làm việc ổn định, không tạo tiếng ồn và phát sinh nhiệt trong quá trình hoạt động.

3.3. Thử nghiệm liên hợp máy

Máy bấm cắt cây nguyên liệu được kết nối với máy kéo qua cơ cấu treo phía sau, nhận truyền động từ trục thu công suất của máy kéo với tốc độ quay 540 v/ph. Công suất chi phí cho các bộ phận làm việc của máy bấm cắt theo tính toán khoảng 10,7 kW, thấp hơn so với công



Hình 9. lắp ráp máy cắt băm



Hình 10. Kết nối và truyền động máy công tác và máy kéo



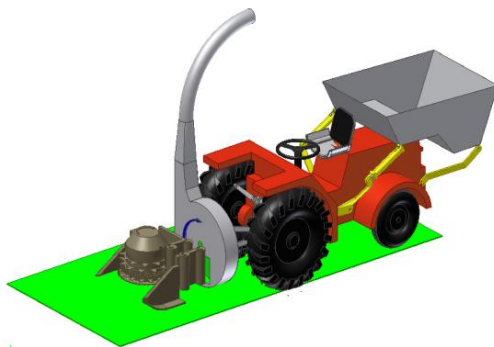
Hình 11. Liên hợp máy kéo - máy băm cắt cây nguyên liệu

suất của máy kéo tại trục thu công suất (15 kW). Nguồn động lực liên hợp với máy công tác là máy kéo Kubota L1-285 có công suất 28,5 Hp (21 kW), máy kéo có trục thu công suất 4 tốc độ (540; 750; 980 và 1250), hộp tốc độ 8 số truyền cho chuyển động tiến và 8 số lùi (có bộ phận đảo chiều), đặc biệt máy kéo có thể thay đổi vị trí các cơ cấu, bộ phận điều khiển (tay lái, chân phanh, ly hợp) linh hoạt từ phía trước ra phía sau, thuận tiện cho người điều khiển máy thực hiện các công việc với máy công tác lắp ở phía sau máy khi chuyển động lùi.

Công việc thử nghiệm liên hợp máy thu hoạch được thực hiện trên ruộng ngô thí nghiệm của Khoa Nông học, diện tích khoảng 250 m² cho cây ngô sau khi thu hoạch bắp và cây ngô

còn bắp non. Qua thử nghiệm thực tế đã xác định được một số thông số kỹ thuật và tính năng làm việc chính của máy thu hoạch cây nguyên liệu làm thức ăn gia súc theo các yêu cầu đặt ra của đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Học viện trọng điểm với các kết quả cụ thể trong bảng 2.

Kết quả khảo nghiệm sơ bộ cho thấy liên hợp máy làm việc ổn định, vận hành điều khiển máy dễ dàng, thuận tiện, chỉ tiêu năng suất kỹ thuật thuần túy của liên hợp máy phù hợp với yêu cầu thiết kế là 0,21 ha/h tương đương với năng suất quy đổi 10 tấn/h, các chỉ tiêu kỹ thuật khác như chiều dài đoạn băm thái, độ sót cây đạt yêu cầu so với các tiêu chuẩn chung của máy thu hoạch.



Hình 7. Mô hình liên hợp máy thu hoạch cây nguyên liệu làm thức ăn gia súc



Hình 8. Thử nghiệm liên hợp máy thu hoạch cây ngô

Bảng 2. Kết quả khảo nghiệm liên hợp máy

Thông số	Đơn vị	Kết quả khảo nghiệm	Chỉ tiêu đăng ký
Vận tốc làm việc trung bình	km/h	2,9	
Bề rộng làm việc	m	0,7	0,7
Năng suất làm việc thuần túy	ha/h	0,21	0,2
Độ sót cây	%	0,3	
Chiều dài đoạn băm thái	cm	1 - 5	1 - 5

4. KẾT LUẬN

Máy cắt băm cây nguyên liệu làm thức ăn cho đại gia súc đã được thiết kế chế tạo, lắp ráp và thử nghiệm sơ bộ, cơ bản đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đặt ra, cụ thể là:

- Kết cấu nhỏ gọn với tổng khối lượng máy 175 kg, bộ phận cắt cây dạng trống làm việc ổn định, cắt hết cây trong phạm vi bề rộng làm việc.

- Có thể kết nối và truyền động ổn định, chắc chắn với máy kéo qua cơ cấu treo và trực trích công suất phía sau máy kéo.

- Chi phí công suất theo tính toán cho máy công tác là 10,7 kW, phù hợp với máy kéo cỡ công suất động cơ từ 24 Hp, là các loại máy kéo công suất nhỏ phổ biến hiện nay.

- Qua khảo nghiệm sơ bộ, các chỉ tiêu về năng suất (0,21 ha/h tương đương với 10 tấn/h), chất lượng (độ sót 0,3%, độ dài đoạn băm 1 - 5 cm) đạt yêu cầu kỹ thuật theo các chỉ tiêu đăng ký.

Cần khảo nghiệm máy trong thời gian dài, khối lượng công việc lớn, đa dạng đối tượng tác động để đánh giá chính xác hơn các thông số, tính năng kỹ thuật máy, xác định các hạn chế tồn tại và đề xuất các giải pháp cải tiến, hoàn thiện nâng cao chất lượng và độ tin cậy làm việc của hệ thống máy.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn các cán bộ kỹ thuật Viện phát triển công nghệ Cơ - Điện đã phối hợp tham gia thiết kế, chế tạo và thử nghiệm máy, cảm ơn Ban Giám đốc, Ban quản lý khoa học, Ban tài chính kế toán Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã tạo điều kiện thuận lợi và hỗ trợ kinh phí cho đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 8802-3:2012-ISO. Máy thu hoạch cây làm thức ăn cho gia súc - Phần 3: Phương pháp thử.
- Dự án bò sữa Việt - Bỉ (2006). Dinh dưỡng và thức ăn trong chăn nuôi bò sữa.
- Amer Eissa A.H., Goma A.H., Baiomy M.H., and Ibrahim A. A (2008). Physical and Mechanical characteristics for some agricultural residus. *Misr J. Ag. Eng.*, 25(1): 121-146.
- Bùi Việt Đức, Trần Hữu Thành, Đỗ Hữu Quyết (2016). Nghiên cứu lựa chọn nguyên lý, kết cấu liên hợp máy cắt băm cây nguyên liệu làm thức ăn gia súc. *Tạp chí công nghiệp Nông thôn*, 22
- Tomasz Nowakowski (2012). Energetic loads of header cutting unit for harvesting the energetic plants. *Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 60: 35-49.
- Jaroslav Chlebowski (2012). Mathematical model for energetic loads of the header for long-stem plants harvesting. *Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 59: 49-58.