

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY ĐÀO LẠC

*Phan Hoà, Trần Võ Văn May, Hồ Nhật Phong, Trần Thị Vinh
Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*

TÓM TẮT

Hiện nay, trong sản xuất lạc ở nước ta mới chỉ cơ giới hóa khâu làm đất, khâu rạch hàng, còn các khâu khác chủ yếu vẫn làm thủ công. Để nâng cao năng suất lao động và giảm chi phí sản xuất lạc thì cần phải tiến hành cơ giới hóa các khâu còn lại, đặc biệt là những vùng trồng lạc chuyên canh tập trung. Sau khâu làm đất và rạch hàng gieo lạc, một trong những khâu có thể áp dụng cơ giới hóa hiệu quả là khâu thu hoạch lạc. Trong điều kiện không thể áp dụng các kiểu máy thu hoạch lạc trên thế giới vào nước ta và trong nước vẫn chưa có mẫu máy này, việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo một mẫu máy đào lạc là hết sức cần thiết. Đề tài đã tạo được mẫu máy đào lạc có kết cấu gọn nhẹ, có thể liên hợp với các loại máy kéo 4 bánh cỡ trung (20 - 30CV) hiện phổ biến ở nước ta, có năng suất 0,32ha/h, làm việc chắc chắn và an toàn, dễ sử dụng và chăm sóc, được nông dân chấp nhận.

1. Đặt vấn đề

Lạc (có tên khoa học là *Arachis hypogaea* L) là cây công nghiệp có giá trị dinh dưỡng cao. Nó không chỉ được trồng ở khắp các tỉnh từ Bắc đến Nam trên đất nước ta mà còn được trồng ở hàng trăm nước trên thế giới.

So với nhiều cây công nghiệp khác, cây lạc là cây ngắn ngày có năng suất cao và có khả năng thích ứng rộng với nhiều điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng khác nhau. Các chất dinh dưỡng trong hạt lạc khá đầy đủ với các nguyên tố và hàm lượng khá cao. Lạc cũng là nguồn nguyên liệu cho nhiều ngành công nghiệp khác. Song thực tế hiện nay, trong sản xuất lạc chúng ta mới chỉ cơ giới hóa khâu làm đất và khâu rạch hàng, còn các khâu khác chủ yếu vẫn làm thủ công. Để tăng năng suất lao động và giảm chi phí sản xuất thì cần phải cơ giới hóa các khâu còn lại, đặc biệt là những vùng trồng lạc chuyên canh tập trung. Sau khâu làm đất và rạch hàng gieo lạc, một trong những khâu có thể áp dụng cơ giới hóa hiệu quả là khâu thu hoạch lạc.

Trong tình hình không thể áp dụng các kiểu máy thu hoạch lạc trên thế giới vào nước ta và trong nước vẫn chưa có mẫu máy đào lạc phù hợp việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo một mẫu máy đào lạc liên hợp với các loại máy kéo 4 bánh cỡ trung thông dụng là một đề tài vừa có ý nghĩa khoa học, vừa có ý nghĩa thực tiễn và rất cấp thiết hiện nay.

Xuất phát từ thực tế đó, chúng tôi tiến hành thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy đào lạc*”

Mục tiêu của đề tài đặt ra là tạo được mẫu máy đào lạc có kết cấu gọn nhẹ, có thể liên hợp với các loại máy kéo 4 bánh cỡ trung hiện phổ biến ở nước ta, có năng suất phù hợp, có giá thành vừa phải, làm việc chắc chắn và an toàn, dễ sử dụng và chăm sóc, được nông dân chấp nhận.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện mục tiêu đặt ra, đề tài đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phương pháp nghiên cứu tài liệu
- Phương pháp điều tra khảo sát
- Phương pháp xử lý số liệu bằng toán thống kê
- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết
- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

3. Nội dung và kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm của đất và cây lạc khi thu hoạch

Qua điều tra khảo sát, đặc điểm của đất và cây lạc khi thu hoạch được trình bày trên bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm của đất và cây lạc khi thu hoạch

STT	Các thông số (giá trị trung bình)	Đơn vị	Vụ	
			Đông - Xuân	Hè - Thu
1	Độ chặt của đất ở độ sâu 10 cm	N/cm ²	2,28	1,65
2	Độ ẩm của đất	%	35,30	21,17
3	Hệ số ma sát đất với lưỡi đào		0,97	1,00
4	Mật độ cây	Cây/m ²	27	25
5	Khoảng cách giữa hàng cây	mm	300	300
6	Chiều cao cây tự nhiên	mm	431,6	415,0
7	Đường kính phân bố củ	mm	220	208
8	Chiều sâu chum củ	mm	75	70
9	Số củ của 1 cây	Củ/cây	15	16
10	Trọng lượng trung bình 1 củ	g	2,0	1,7
11	Củ cạn nhất so với mặt đất	mm	30	38

12	Củ sâu nhất so với mặt đất	mm	91	85
13	Lực nhổ 1 cây	N	92	97
14	Lực kéo đứt thân cây	N	450	430
15	Lực kéo đứt củ	N	118	110

3.2. Nghiên cứu lựa chọn nguyên lý máy đào lạc

3.2.1. Yêu cầu kỹ thuật của máy đào lạc

Máy đào lạc phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu sau:

- Phải đào được toàn bộ lớp đất chứa củ mà không bị sót củ.
- Phải giữ sạch đất bám vào gốc cây lạc
- Không làm rới cây, tạo thuận lợi cho việc thu gom bằng tay tiếp theo.
- Máy phải liên hợp với loại máy kéo cỡ trung (20 - 30 CV) và có cấu tạo gọn nhẹ, chắc chắn, dễ sử dụng, an toàn và giá thành hợp lý.

3.2.2. Lựa chọn sơ đồ nguyên lý máy đào lạc

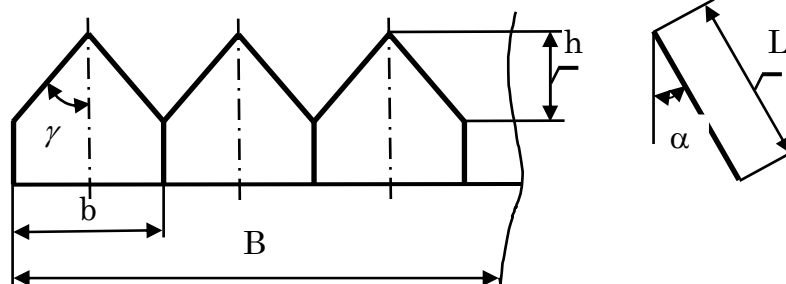
Trên thế giới, các loại máy đào lạc hiện nay chủ yếu sử dụng các bộ phận đào theo nguyên lý bị động và phối hợp.

- Bộ phận đào bị động chỉ có lưỡi đào phẳng bắt cố định trên khung máy. Khi làm việc, máy đào có nhiệm vụ cắt và nâng lớp đất chứa củ trượt trên bề mặt lưỡi. Tuy có gây biến dạng uốn lớp đất, song tác dụng phá vỡ liên kết đất không đáng kể.

- Bộ phận đào phối hợp có lưỡi đào cố định kết hợp với bộ phận làm việc chủ động lắp sau lưỡi đào để tích cực phá vỡ liên kết và phân ly một phần đất đào. Bộ phận làm việc chủ động lắp sau lưỡi đào có thể là rotor hay sàng lắc. Nhưng bộ phận đào phối hợp giữa lưỡi đào bị động kết hợp với rotor là không phù hợp nên ít được sử dụng. Do đó, chọn bộ phận đào kết hợp lưỡi đào với sàng lắc là thích hợp yêu cầu kỹ thuật của máy đào lạc.

3.3. Tính toán và thiết kế máy đào lạc

3.3.1. Tính toán và thiết kế lưỡi đào phẳng



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo lưỡi đào phẳng

Quá trình làm việc của lưỡi đào phẳng là quá trình làm việc của nêm 2 mặt với các thông số cơ bản: Góc nâng đất α , góc tách đất γ , chiều dài L và bề rộng B.

Qua điều tra, khảo sát ta thấy bề rộng phân bố củ lạc không lớn hơn 220 mm và chiều sâu phân bố củ không quá 91 mm. Tuy nhiên, trong quá trình cắt lớp đất xung quanh gốc cây lạc để đảm bảo không sót củ, trong khi khoảng cách giữa 2 hàng lạc là 300 mm thì lưỡi đào với cạnh sắc phải gồm nhiều lưỡi nhỏ để cắt hết phần đất chứa củ và giảm lực cản tác dụng lên lưỡi đào. Do đó, chúng tôi chọn bề rộng một lưỡi đào $b = 150$ mm và số lưỡi $n = 8$. Như vậy, bề rộng toàn bộ lưỡi đào:

$$B = b.n = 15 \times 8 = 120 \text{ (cm)}$$

Với việc lựa chọn bề rộng của lưỡi đào như trên thì lực cản kéo lên máy được tính bằng công thức của Viện sĩ V.P. Goriatskin:

$$P = fG + kabn + \epsilon abnv^2 \text{ (N)}$$

Thành phần thứ nhất: fG là đặc trưng cho lực cản vô ích không đáng kể. Thành phần thứ ba: $\epsilon abnv^2$ là lực chi phí để lật thổi đất có tiết diện $a.b$ sang bên cạnh cũng bằng không (vì $\epsilon = 0$). Thành phần thứ hai: $kabn$ là đặc trưng lực cản có ích, trong đó: k là lực cản riêng của lưỡi đào. Đối với máy đào lạc, làm việc trên đất cát pha hoặc đất thịt nhẹ, ta có $k = 5 \text{ N/cm}^2$, và độ đào sâu $a = 10 \text{ cm}$.

$$\text{Do đó: } P = 5 \times 10 \times 15 \times 8 = 6.000 \text{ (N)}$$

Với máy kéo ZL 2201G, công suất 22 CV thì lực kéo hiệu dụng tại móc kéo khi liên hợp máy chạy với tốc độ 5 km/h (số 3) là:

$$F_k = \frac{N_k}{v} = \frac{22 \times 0,736 \times 1.000 \times 3600}{5 \times 1.000} = 11.658 \text{ (N)}$$

Lực kéo thực tế của máy kéo (với độ trượt ξ khi làm việc là 15%):

$$F = F_k - \xi.F_k = 11658 - 0,15 \times 11658 = 9.909 \text{ (N)}$$

Ta có: $F > P$

Như vậy, với máy kéo công suất 22 CV được dùng để liên kết với máy đào lạc 4 hàng có bề rộng làm việc $B = 120 \text{ cm}$ là hợp lý.

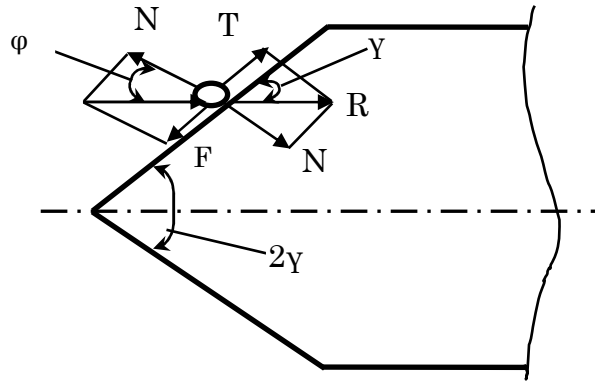
* Tính toán góc nâng đất α : Góc nâng đất trong các máy thu hoạch cây có củ thường nằm trong khoảng $13 - 20^\circ$. Với máy đào lạc, để giảm lực cản, chúng tôi chọn $\alpha = 13^\circ$.

* Tính toán góc tách đất γ (hay góc dẫn 2γ)

Điều kiện để đảm bảo cắt trượt: $T > F$

Từ hình 2, ta có thể lập biểu thức quan hệ của T với N như sau:

$$T = N/\operatorname{tg}\gamma, \quad \text{Suy ra: } \gamma < \frac{\pi}{2} - \varphi$$



Hình 2. Các lực tác dụng lên lưỡi đào

Trong đó, φ là góc ma sát trượt giữa cây lạc với cạnh lưỡi đào.

$$\text{Chọn: } \varphi = 45^\circ \rightarrow \gamma < 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ.$$

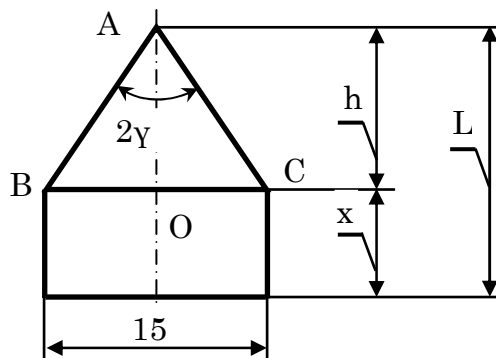
Để đảm bảo điều kiện cắt đất có trượt và độ bền của lưỡi đào, chọn $\gamma = 32^\circ$ và góc doãn lưỡi $2\gamma = 64^\circ$.

* Tính toán xác định chiều dài lưỡi đào L

Chiều dài của lưỡi L phải đủ để chứa được một cây lạc có cả đất bám vào củ. Đồng thời hạn chế chiều dài L để giảm lực cản kéo và hạn chế sự ùn tắc của đất và củ lạc trên bề mặt lưỡi đào.

Chiều dài toàn bộ của lưỡi đào là:

$$L = h + x = 15/2 \times \operatorname{cotg}32^\circ + x = 12 + 8 = 20 \text{ (cm)}$$



Hình 3. Sơ đồ một lưỡi đào

Sau khi tính toán các thông số cấu tạo của lưỡi đào, chúng tôi thiết kế lưỡi đào với vật liệu là thép 45 dày 6 mm, tôi cứng và góc mài cạnh sắc 30° .

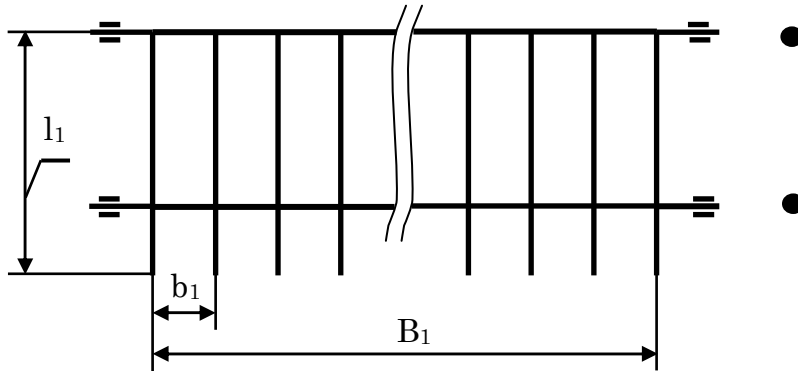
4.3.2. Tính toán và thiết kế sàng lọc

* Tính toán các thông số cấu tạo của sàng lọc

Về cấu tạo, sàng lắc cần đạt các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Phân ly được đất bám vào gốc cây lạc
- Không kẹt cây, cỏ rác
- Không kẹt đất khi làm việc trong điều kiện đất ẩm
- Không gây hư hỏng củ
- Việc điều chỉnh, sửa chữa thuận tiện và nhanh chóng

Sàng lắc có dạng kiểu thanh (hình 4). Sau khi tính toán, chúng tôi chọn chiều dài làm việc của sàng lắc (B_1) bằng với chiều rộng của lưỡi đào (B) = 120 cm, chiều rộng sàng lắc: $l_1 = 42$ cm và khe hở giữa các thanh của sàng lắc: $b_1 = 7$ cm.



Hình 4. Sơ đồ cấu tạo sàng lắc

* Tính toán các thông số làm việc của sàng lắc

Biên độ và tần số dao động của sàng lắc có ảnh hưởng đến khả năng phân ly đất và củ lạc. Trong máy đào lạc này, chọn biên độ dao của sàng lắc $S = 10$ cm và tần số dao động $f = 240$ lần/phút.

Khi thiết kế sàng lắc, chúng tôi chọn trục sàng làm bằng thép 45 có $\Phi = 16$ mm, quay trong gối đỡ trượt bằng hợp kim đồng và các thanh của sàng lắc làm bằng thép thường có $\Phi = 8$ mm.

4.3.3. Tính toán và thiết kế bộ phận truyền động

Truyền động cho sàng lắc từ trục thu công suất của máy kéo qua 3 cấp truyền: Từ trục thu công suất đến hộp giảm tốc, qua truyền động đai rồi đến cơ cấu 4 khâu bản lề.

Hộp giảm tốc là một cặp bánh răng côn, với tỷ số truyền: $i_1 = n_1/n_2 = 1,8$, trong đó n_1 là số vòng quay của trục thu công suất máy kéo ($n_1 = 312$ vòng/phút), n_2 là số vòng quay của trục bị động ($n_2 = 173$ vòng/phút). Hộp giảm tốc được thiết kế có vỏ ngoài bằng thép tấm dày 4 mm hàn ghép lại, trục chủ động nối với trục thu công suất máy kéo, còn trục bị động làm bằng thép 45 có $\Phi = 34$ mm.

Truyền động đai có bánh đai chủ động với $d_1 = 140$ mm, $n_1 = 173$ vòng/phút, và bánh đai bị động với $d_2 = 200$ mm, $n_2 = 120$ vòng/phút, khoảng cách giữa hai bánh đai là 660 mm, và dùng loại đai thang ký hiệu B.

Cơ cấu 4 khâu bản lề truyền động cho sàng lắc có bán kính tay quay $r = 5$ cm.

3.3.4. Tính toán và thiết kế các bộ phận khác của máy

* Bánh giới hạn độ sâu

Bánh giới hạn độ sâu gồm vành bánh xe bằng thép với đường kính $D = 30$ cm và bề rộng $b = 10$ cm. Trụ của bánh xe được lắp trên khung của máy và có thể điều chỉnh lên xuống được bằng trục vít để thay đổi độ đào sâu.

* Khung máy

Khung máy đào lạc được liên kết treo với máy kéo nên phía trước khung được chế tạo thêm cơ cấu treo 3 điểm phù hợp với kích thước ba điểm treo của máy kéo. Khung máy được thiết kế bằng thép chữ U10 với kích thước bao như sau:

Chiều rộng x chiều dài x chiều cao: 120 x 100 x 60 (cm).

3.4. Chế tạo máy đào lạc

Khi tiến hành chế tạo máy đào lạc, liên hợp với máy kéo ZL 2201G, chúng tôi đề ra một số nguyên tắc sau:

Dựa vào bản vẽ thiết kế và quy trình chế tạo.

Chọn các loại vật liệu thông dụng có sẵn trên thị trường.

Ưu tiên sử dụng các chi tiết máy công dụng chung để thuận tiện cho việc thay thế.

Máy phải đảm bảo làm việc vững chắc, có kết cấu gọn nhẹ, giá thành hạ nhưng cũng phải đảm bảo mỹ thuật công nghiệp.

Máy phải dễ sử dụng, chăm sóc và bảo dưỡng.

Máy được chế tạo tại xưởng Cơ khí của khoa Cơ khí - Công nghệ, trường Đại học Nông Lâm Huế và tại xưởng Cơ khí Hữu Lành, xã Hương Văn, huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế. Máy có bề rộng làm việc 1,2m, do đó chúng tôi đặt tên máy là MĐL-1,2.

Vật liệu chế tạo bao gồm các loại thép tấm, thép góc, thép chữ U, thép thanh, thép tròn, thép ống... Các chi tiết máy như bánh răng, bánh đai, đai truyền, gối đỡ, bu lông, đai ốc, vít... và bánh giới hạn độ sâu được tính toán thiết kế và mua trên thị trường.

Thiết bị để chế tạo máy đào lạc bao gồm các loại máy như: Máy tiện, máy mài, máy hàn, máy cắt, máy khoan, máy phay và các dụng cụ, đồ nghề cơ khí.

Công nghệ chế tạo, bao gồm: cắt, tiện, khoan, mài, gò, hàn, rèn, nhiệt luyện và gia công nguội.

3.5. Khảo nghiệm máy

Sau khi chế tạo, chúng tôi tiến hành thử nghiệm khả năng làm việc của từng bộ phận, đặc biệt là lưỡi đào và bộ phận giữ đất. Tiến hành hiệu chỉnh để đạt được yêu cầu đặt ra, sau đó đưa máy đi khảo nghiệm trên ruộng trồng lạc.



Hình 6. Máy đào lạc MĐL - 1,2 đang làm việc trên đồng

Qua khảo nghiệm trên các loại đất pha cát và đất thịt nhẹ với các giống lạc L14, L18, có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Máy đào lạc làm việc tốt, chắc chắn, quay vòng nhẹ nhàng, dễ sử dụng. Máy đã đáp ứng được cơ bản các yêu cầu kỹ thuật nông học đặt ra. Cây lạc sau khi đào lên, cơ bản giữ sạch đất và rải đều trên đồng. Tỷ lệ đào sót từ 2,7 - 3,1% , nhưng có thể thu nhặt bằng tay nên nông dân chấp nhận. Độ sạch sản phẩm đạt từ 98% đối với đất pha cát và đạt 91% đối với đất thịt nhẹ là đạt yêu cầu đề ra.

- Máy đào lạc có năng suất đạt khoảng 0,32 ha/h. So với nhổ bằng tay thì năng suất của máy cao hơn nhiều lần.

Sơ bộ xác định hiệu quả kinh tế của máy đào lạc:

Sơ bộ tính toán, so sánh với việc nhổ bằng tay thì đào bằng máy, sau đó thu gom bằng tay vừa đáp ứng được thời vụ, đảm bảo yêu cầu nông học, giảm nhẹ cường độ lao động cho người nông dân vừa tiết kiệm được 526.000 đ/ha.

4. Kết luận và khuyến nghị

4.1. Kết luận

- Trên cơ sở nghiên cứu đã xác định được nguyên lý hoạt động, tính toán các thông số cấu tạo và chế độ làm việc của máy đào lạc.

- Máy đào lạc MDL - 1,2 có kết cấu gọn nhẹ, được thiết kế, chế tạo đơn giản, các xí nghiệp cơ khí địa phương có thể chế tạo được bằng các loại vật liệu thông dụng, có sẵn trên thị trường.

- Qua khảo nghiệm trong thực tiễn sản xuất, tuy còn một vài nhược điểm nhỏ cần phải khắc phục nhưng có thể kết luận: Máy làm việc chắc chắn, đáp ứng được yêu cầu về kỹ thuật nông học của việc đào lạc và có năng suất phù hợp với quy mô sản xuất của các nông hộ trồng lạc ở miền Trung.

4.2. Khuyến nghị

Máy đào lạc chưa thực hiện được việc thu gom và bứt quả liên hoàn cây lạc khi thu hoạch. Chúng tôi đề nghị được tiếp tục nghiên cứu bộ phận gom lạc và bứt quả lạc nhằm tạo ra được mẫu máy liên hợp thu hoạch lạc, góp phần cơ khí hoá đồng bộ sản xuất lạc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Văn Điện - Nguyễn Bằng. *Lý thuyết tính toán máy nông nghiệp*. NXB Trường Đại học Nông Lâm thành phố HCM, 1987.
2. Trần Đức Dũng. *Giáo trình máy và thiết bị nông nghiệp (tập II)*. NXB Hà Nội, 2005.
3. Nguyễn Minh Hiếu và cộng sự. *Giáo trình cây công nghiệp*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2003.
4. Đỗ Hữu Khi. *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy liên hợp thu hoạch lạc*. Báo cáo khoa học, Hà Nội, 2007.
5. Nguyễn Quang Lộc. *Hệ thống máy nông nghiệp phục vụ sản xuất cây trồng*. NXB Giáo dục, 1999.
6. Phạm Xuân Vượng. *Lý thuyết tính toán máy thu hoạch nông nghiệp*. NXB Giáo dục, 2000.
7. Kubota Corporation. *Fundamentals of farm machinery*. Tractor, 1991.
8. *Development of peanut combine harvester*. National Chung Hsing University Taichung, Taiwan, 1995.

STUDY ON DESIGN AND MANUFACTURE OF PEANUT DIGGING MACHINE

*Phan Hoa, Tran Vo Van May, Ho Nhat Phong, Tran Thi Vinh
College of Agriculture and Forestry, Hue University*

SUMMARY

Currently, groundnut production in our country is only mechanized to land preparation, canals stage, in the other hand, the others are mostly done manually. To improve labor productivity and reduce production costs, it needs to be mechanized the rest stages, especially the intensive farming areas. After land preparation and canals stages, one of the stages can be applied mechanization effectively is harvesting stage. When application of the peanut harvesting machines of the world into Vietnam is impossible and there is no model harvesting machine in our country, the study of designing and manufacturing of digging peanut machine is urgently needed. The project had been manufactured of digging peanut machine, which is lightweight structure, possibly associated with the type of medium-sized 4-wheel tractors (20-30CV) to be used common in our country, yield 0.32 ha/h; sure and safe working; easy using and care; the farmers can accept.