

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LƯỠI THU HOẠCH TRONG LIÊN HỢP MÁY THU HOẠCH VÀ VẬN CHUYỂN HÀNH TÍM

INVESTIGATING, MEASURING AND DESIGNING THE HARVESTING BLADE IN THE COMBINATION OF SHALLOT HARVESTING AND TRANSPORTING MACHINES

CAO HÙNG PHI^{1, a*}, NGUYỄN THUẬN HẢI ĐĂNG^{1, b},
LÊ TRUNG HẬU^{1, c}, HUỖNH CHÍ LINH^{1, d}

¹Trường Đại học SPKT Vĩnh Long

Email: caohungphi@vlute.edu.vn^{a*}, dangnth@vlute.edu.vn^b,
hault@vlute.edu.vn^c, linhhc@vlute.edu.vn^d

Nhận bài (Received): 14/7/2022; Phản biện (Reviewed): 17/7/2022; Chấp nhận (Accepted): 26/7/2022

TÓM TẮT:

Nghiên cứu về công nghệ thu hoạch hành tím là một phần không thể thiếu trong liên hợp máy thu hoạch và vận chuyển hành tím, đây là cơ cấu quan trọng quyết định việc đào và tách củ hành ra khỏi đất trồng, vì thế quyết định đến năng suất thu hoạch. Lưỡi thu hoạch làm việc trong môi trường có nhiều ngoại lực tác động do tiếp xúc trực tiếp với đất và làm nhiệm vụ bóc tách củ hành ra khỏi đất. Nghiên cứu tính toán và thiết kế lưỡi thu hoạch trong liên hợp máy thu hoạch và vận chuyển hành tím được tiến hành trên phần mềm Autodesk Inventor Professional. Công việc nghiên cứu thiết kế và định hướng chế tạo, thử nghiệm ứng dụng lần đầu tiên cho vùng chuyên canh trồng hành tím tại huyện Vĩnh Châu, Sóc Trăng.

Từ khóa: Thu hoạch hành, lưỡi thu hoạch, chuyển vị, ứng suất, trồng hành giống

ABSTRACT:

The study on shallot harvesting technology is an integral part of the combination of shallot harvesting and transporting machines, which is an important mechanism that determines the digging and separation of shallot from the soil, thus affecting the yield. The harvesting blade works in an environment with many external forces due to direct contact with the soil and is responsible for removing shallot from the soil. The study on the measurement and design of harvesting blades in the combination of shallot harvesting and transporting machines was conducted on Autodesk Inventor Professional software. The study involves the design, the manufacturing orientation, and the first-time application test in the specialized cultivation area of shallot in Vinh Chau district, Soc Trang province.

Keywords: Shallot harvesting, harvesting blades, displacement, stress, shallot seed planting

1. Đặt vấn đề

Đề tăng năng suất trong việc sản xuất

hành tím ở vùng chuyên canh tại huyện Vĩnh Châu, Sóc Trăng [1], tất cả các khâu

n như trồng, chăm sóc, thu hoạch đều cần cơ giới hóa [2] nhằm giảm thiểu việc sử dụng sức lao động của con người trong tình trạng thiếu lao động nông nghiệp như hiện nay [3]. Một trong những cơ cấu quan trọng quyết định đến hiệu quả của việc thu hoạch hành tím là lấy hành từ đất trồng để đưa vào bộ phận băng tải. Lưỡi thu hoạch là cơ cấu quan trọng trong máy thu hoạch, trong quá trình làm việc lưỡi thu hoạch sẽ trực tiếp xúc đất và bóc tách hành ra khỏi đất nên sẽ chịu nhiều lực tác động. Vì thế cần tính toán, mô phỏng và chọn lựa thiết kế lưỡi thu hoạch sao cho phù hợp là một trong những yếu tố quyết định đến hiệu quả của liên hợp máy thu hoạch hành tím.



Hình 1. Thu hoạch hành thủ công ở Vĩnh Châu, Sóc Trăng.

Theo khảo sát thực địa vùng chuyên canh hành tím ở Vĩnh Châu, Sóc Trăng và khảo sát thực tế ở các hợp tác xã, hộ nông dân trồng hành tím, nhóm tác giả đã nghiên cứu tính toán, thiết kế và mô phỏng lưỡi thu hoạch với 2 dạng các lưỡi bằng nhau và không bằng nhau, từ đó đưa ra thiết kế lưỡi phù hợp cho bộ phận thu hoạch.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được trình bày trong bài báo này sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, tính toán thiết kế mô hình hóa 3D cơ cấu lưỡi thu hoạch trên phần mềm Autodesk Inventor Professional [4], khảo

sát ứng suất, chuyển vị và độ bền của lưỡi thu hoạch dưới tác dụng của các lực khi lưỡi làm việc.

2.1. Cơ sở lý thuyết tính toán lưỡi thu hoạch.

Bộ phận thu hoạch dùng để thu hoạch củ hành nằm dưới lớp đất với độ sâu từ 3 đến 5mm. Lưỡi thu hoạch thường thì có dạng thẳng, phẳng mũi nhọn, đặt nghiêng so với mặt phẳng ngang (mặt đất) 1 góc $\alpha = 5 \div 20^\circ$, góc nhọn $\gamma = 40 \div 45^\circ$. Bề rộng lưỡi thu hoạch dành cho một hàng thường khoảng 920 mm. Các thông số cơ bản của lưỡi thu hoạch phẳng là góc α , γ và chiều dài L. Khi làm việc thì máy cần một năng lượng để thắng lực cản khi di chuyển các bộ phận làm việc chính và phụ trợ. Thường thì lực cản này chia làm hai loại: loại có ích và loại vô ích. Loại có ích làm biến dạng (phá vỡ) đất, loại vô ích là chi phí cho ma sát, cản lăn bánh xe...

Để tính lực cản kéo lên máy có nhiều công thức. Đa số là dựa trên công thức của viện sĩ V.P. Goriatskin phát triển thêm.

Công thức gồm ba thành phần:

$$P = f.G + k.a.b.n + \varepsilon.a.b.n.v^2$$

Thành phần thứ nhất $f.G$ đặc trưng lực cản vô ích không đáng kể (ma sát ở bánh xe, ma sát của lưỡi thu hoạch với thành luống v.v...) nó tỷ lệ thuận với trọng lượng lưỡi thu hoạch G (f là hằng số tỉ lệ).

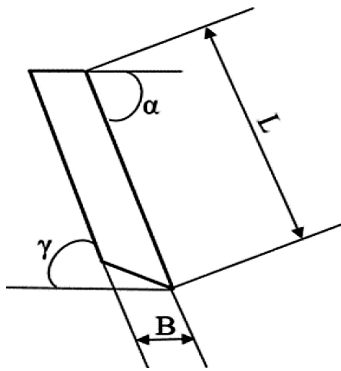
Thành phần thứ hai: $kabn$ là đặc trưng cho lực cản có ích. Xuất hiện khi lưỡi thu hoạch làm biến dạng và phá vỡ thối đất có tiết diện $(a \times b)$, k là hệ số đặc trưng khả năng chống biến dạng của đất tính bằng N/cm^2 , n là số lưỡi thu hoạch.

Thành phần thứ ba: $\varepsilon.a.b.n.v^2$ là lực cản chi phí để hất lật thối đất có tiết diện $(a \times b)$ sang bên cạnh khi thu hoạch có vận tốc chuyển động v (ε là hệ số vận tốc phụ thuộc vào dạng lưỡi thu hoạch, tính chất đất).

2.2. Tính toán thiết kế lưới thu hoạch.

Quá trình làm việc của lưới thu hoạch là quá trình làm việc của nôm 2 mặt với các thông số cơ bản: Góc nâng đất α , góc tách đất γ , chiều dài L và bề rộng B. Khi lưới đào bắt đầu cắt vào đất tại một điểm. Theo nguyên tắc lực và phản lực tại đó thuộc đất và lưới đào có lực pháp tuyến ngược chiều và cùng trị số. Phân tích thành hai thành phần lực theo phương chuyển động của lưới và theo phương trượt của thoi đất.

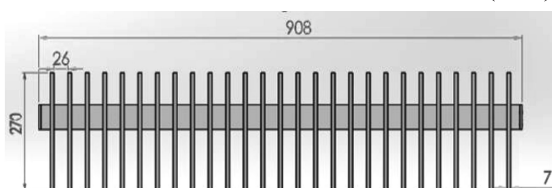
Để đảm bảo điều kiện cắt đất trượt và độ bền cho lưới đào, chọn $\gamma = 35^\circ$ và $2\gamma = 70^\circ$.



Hình 2. Thông số lưới thu hoạch hành

Qua điều tra, khảo sát ta thấy bề rộng phân bố củ hành tím không lớn hơn 50 mm và chiều sâu phân bố củ không quá 90 mm. Tuy nhiên, trong quá trình cắt lớp đất xung quanh củ hành để đảm bảo không sót củ thì lưới thu hoạch với cạnh sắc phải gồm nhiều lưới nhỏ để cắt hết phần đất chứa củ và giảm lực cản tác dụng lên lưới thu hoạch. Do đó, nhóm tác giả chọn bề rộng một lưới thu hoạch $b = 7$ mm và số lưới $n = 27$.

Như vậy, bề rộng toàn bộ lưới thu hoạch: $B = 7 \times 27 + 26 \times 26 + 21.5 \times 2 = 908$ (mm)



Hình 3. Cơ cấu lưới thu hoạch hành nâng củ hành khỏi mặt đất

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

$$P = f.G + k.a.b.n + \varepsilon.a.b.n.v^2$$

Thành phần thứ nhất: fG là đặc trưng cho lực cản vô ích không đáng kể.

Thành phần thứ hai: $kabn$ là đặc trưng lực cản có ích, trong đó: k là lực cản riêng của lưới đào.

Đối với máy thu hoạch củ hành, làm việc trên đất cát pha hoặc đất thịt nhẹ, ta có $k = 5$ N/cm², và độ đào sâu $a = 27$ cm, bề rộng một lưới thu hoạch $b = 0,7$ mm và số lưới $n = 27$.

Thành phần thứ ba: $\varepsilon abnv^2$ là lực chi phí để lật lật thoi đất có tiết diện $a.b$ sang bên cạnh có giá trị bằng không (vì $\varepsilon = 0$).

Do đó, lực tác động lên lưới thu hoạch:

$$P = kabn = 5 \times 27 \times 0,7 \times 27 = 2551 \text{ (N)}$$

Với máy kéo cơ sở Kubota L4508VN, công suất 45 HP thì lực kéo hiệu dụng tại móc kéo khi liên hợp máy chạy với tốc độ 4 km/h (số 2) là:

$$F_k = N_k / v = 45 \times 0.7456 \times 1000 \times 3600 / 4 \times 1000 = 30197 \text{ (N)}$$

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

$$F = F_k - \xi.F_k = 30197 - 0,15 \times 30197 = 25667 \text{ (N)}$$

Trong đó :

F_k - Lực kéo hiệu dụng

N_k - Công suất động cơ

v - Vận tốc

ξ - Độ trượt

F - Lực kéo thực tế

Ta có: $F > P$

Như vậy, với máy kéo công suất 45 HP được dùng để liên kết với máy thu hoạch hành tím 6 hàng có bề rộng làm việc $B = 908$ mm là hợp lý.

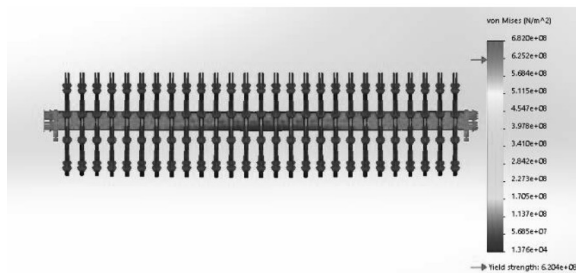
3. Khảo sát lưới thu hoạch hành tím.

Tiến hành khảo sát lưới thu hoạch với hai dạng thiết kế khác nhau, lưới đối xứng và không đối xứng, từ đó chọn ra thiết kế phù hợp. Chọn vật liệu của lưới là thép

C45, lực tác dụng phân bố lên lưới thu hoạch theo tính toán là 2551 N.

3.1. Khảo sát lưới thu hoạch đối xứng nhau.

- Khảo sát ứng suất và chuyển vị của lưới thu hoạch:

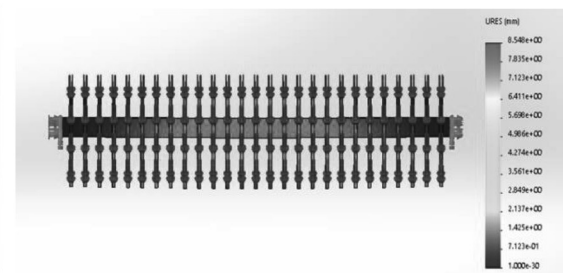


Hình 4. Ứng suất và chuyển vị của lưới thu hoạch đối xứng

Chú giải dữ liệu mô phỏng được mã hóa màu cho thấy lưới thu hoạch thép C45 là không an toàn vì ứng suất tối đa sinh ra do lực tác dụng (2551 N) là xấp xỉ $6,8.10^8$ N/m², lớn hơn cường độ chịu kéo của lưới thu hoạch ($6,2.10^8$ N/m²).

Khảo sát chuyển vị của lưới thu hoạch qua mô phỏng, ta nhận được kết quả chuyển vị cao nhất là 8,5 mm.

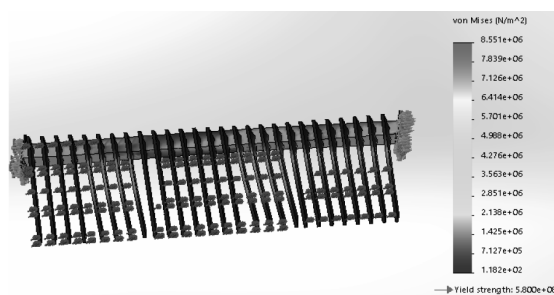
- Khảo sát độ bền tĩnh của lưới thu hoạch, ta nhận được kết quả biến dạng là $2,3.10^{-3}$ mm:



Hình 5. Độ bền của lưới thu hoạch

3.2. Khảo sát lưới thu hoạch không đối xứng nhau.

- Khảo sát ứng suất và chuyển vị của lưới thu hoạch:

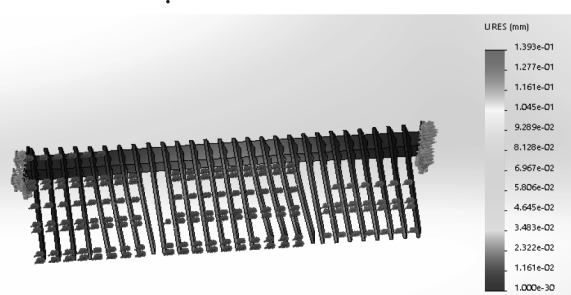


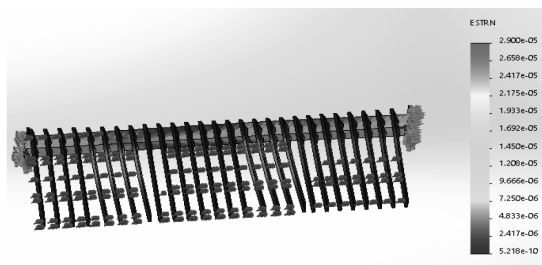
Hình 6. Ứng suất và chuyển vị của lưới thu hoạch không đối xứng

Chú giải dữ liệu mô phỏng được mã hóa màu cho thấy lưới thu hoạch với thép C45 là đảm bảo an toàn vì ứng suất tối đa sinh ra do lực tác dụng (2551 N) là xấp xỉ $8,5.10^6$ N/m², thấp hơn cường độ chịu kéo của lưới thu hoạch ($5,8.10^8$ N/m²).

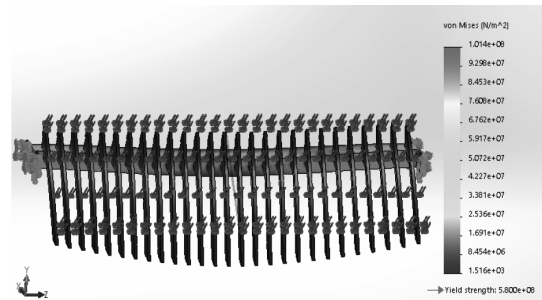
Khảo sát chuyển vị của lưới thu hoạch qua mô phỏng, ta nhận được kết quả chuyển vị cao nhất là 0,14 mm.

- Khảo sát độ bền tĩnh của lưới thu hoạch, ta nhận được kết quả biến dạng là $2,9.10^{-5}$ mm.:





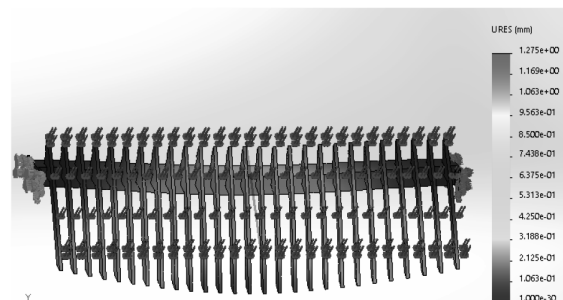
Hình 7. Khảo sát độ bền của lưới thu hoạch không đối xứng



Hình 8. Ứng suất và chuyển vị của lưới thu hoạch chịu lực lớn nhất

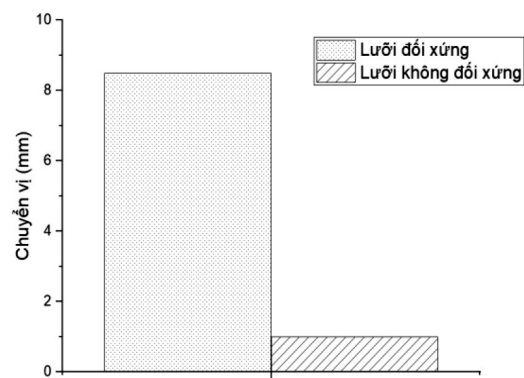
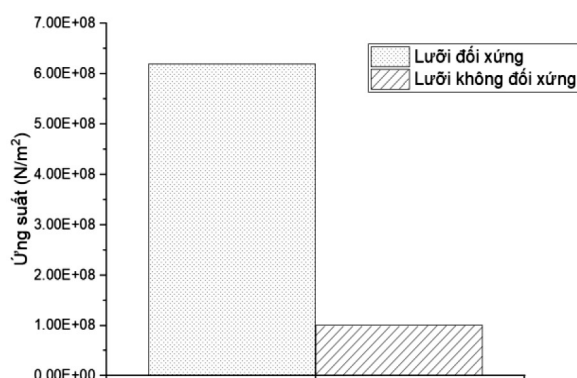
Sự phân bố ứng suất của lưới thu hoạch được trình bày bởi phần tử hữu hạn sinh ra do lực tác dụng (10 KN) là 10^8 N/m^2 , thấp hơn so với cường độ chảy của lưới thu hoạch ($5,8 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$). Khảo sát chuyển vị của lưới thu hoạch qua mô phỏng, ta nhận được kết quả chuyển vị cao nhất là 1,3 mm. Dữ liệu cho thấy lưới thu hoạch với vật liệu và kích thước đã chọn vẫn đảm bảo an toàn.

Khảo sát độ bền tĩnh của lưới thu hoạch, ta nhận được kết quả biến dạng là $3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$:



Hình 9. Khảo sát độ bền của lưới thu hoạch chịu lực lớn nhất

Trên cơ sở tính toán và mô phỏng hai cấu tạo của lưới thu hoạch, nhóm tác giả đã lập ra biểu đồ so sánh kết quả như sau:



Hình 10. Biểu đồ so sánh ứng suất và chuyển vị theo cấu tạo của lưới thu hoạch

4. Kết luận.

Qua biểu đồ ta nhận thấy thiết kế lưỡi thu hoạch với các lưỡi không đối xứng có ưu thế hơn trong việc chịu được lực tác động theo tính toán. Với việc thử mô phỏng với lực tác động 10 KN vẫn cho thấy lưỡi

thu hoạch làm việc an toàn.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Vĩnh Long đã tạo điều kiện thuận lợi cho nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phi Cao Hung, Van Nguyen Thai, Ky Le Hong. *Design and manufacturing of a Non-Standard chain parts for a chain conveyor for a harvest shallot: A case Study*, Applied Mechanics and Materials (Volume 902), 2020.
- [2]. Tran Duc Dung, Ngo Ngoc Anh, Tran Van Hue. *Agricultural machinery and equipment; Hanoi Publishing House*, 2005.
- [3]. Nguyen Duc Khanh. *Vinh Chau shallots meets Global GAP standard; Journal of Agriculture and Rural Development*, 2012.
- [4]. Tran Vinh Hung, Mac Thi Bich, Nguyen Van Cuong, Than Van The. *CAD technology for detailed design of actuators*, Natural Science and Technology Publishing House, 2020.
- [5]. William J. Palm III. *System Dynamics; Published by McGraw-Hill Education*, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121. Copyright c 2021 by McGraw-Hill Education.
- [6]. Aleksey Zavaliy, Sergey Volozhaninov, Olga Shiian, Dmitriy Rudoy, Anastasiya Olshevskaya. *Load and thermal characteristics of a conveyor device for infrared drying and cleaning seeds; INTERAGROMASH* 2020.
- [7]. D M Mukhammadiev, Kh A Akhmedov, O Kh Abzoirov, O S Mallaev and N B Esanova. *Study of the machine unit of the saw gin seed-retracting device*, Journal of Physic ICMSIT-II 2021.
- [8]. Kumar G V P, Raheman H. *Development of a walk-behindtype hand tractor powered vegetable transplanter for paperpot seedlings*. Biosystems Engineering, 2011.