

Thông tin

CÔNG THÔN

Công nghiệp hóa nông nghiệp

và

xây dựng nông thôn

Số 1, 2023



Biên tập: Phan Hiếu Hiền

SÀI GÒN / THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, VIỆT NAM

MỤC LỤC

(Tác giả và Nguồn tin: Xem trong bài)

STT	Trang
1	Lời giới thiệu2
2	Nông quang điện (Nông nghiệp và Quang điện).....3
3	Lựa chọn cây trồng cho các hệ thống AGRI-PV: Tổng quan về hiệu quả, tiềm năng, và viễn cảnh cho nước Đức9
4	Đạt 30% diện tích canh tác hữu cơ sẽ tiết kiệm mỗi năm 4 tỉ Euro chi phí môi trường (Nghiên cứu của Đại học Kỹ thuật Munich).....12
5	Đánh giá các thách thức và khuynh hướng sấy tương lai trong công nghiệp tổ yến ở Malaysia.....15
6	Lò đốt trấu ghi hình nón dùng cho máy sấy hạt.....21
7	Robot thu hoạch táo.....33
8	Các đoạn phim video42

Các bản dịch tóm tắt từ bài báo gốc (STT 7) được Nhà xuất bản (ASABE, the American Society of Agricultural and Biological Engineers) đồng ý cho phép. Người dịch cảm ơn Nhà xuất bản, nhưng vẫn chịu hoàn toàn trách nhiệm về độ chính xác của bản dịch. Có thể truy cập toàn văn các bài viết nguyên gốc ở <https://elibrary.asabe.org/> .

The summarized translations of the original articles (Sections 7) are prepared with permission of the publisher (the American Society of Agricultural and Biological Engineers). The translator is grateful to this permission grant, but takes all responsibility for the accuracy of the translation. The full text of the article can be found at <https://elibrary.asabe.org/>.

Ảnh bìa: Năng lượng mặt trời phục vụ trồng trọt và thủy sản tại Trang trại Điện Gió Phú Lạc, Công ty Năng lượng Thuận Bình (Huyện Tuy Phong, Bình Thuận).

1 Lời giới thiệu

Tập “*Thông tin Công Thôn*” số đầu tiên của năm 2023 có các bài của nhiều cộng tác viên thân hữu. TS Phạm Hải Hồ gửi một bài tổng hợp và của bài dịch về “*Nông quang điện*” (kết hợp điện mặt trời và nông nghiệp trên cùng một diện tích đất). Quang điện Việt Nam từ 2019 đến nay đã tăng gấp hơn 100 lần, cũng rất cần tăng ứng dụng cho nông nghiệp, như nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu và áp dụng. TS Nguyễn Ngọc Luân có bài dịch về *Nông nghiệp hữu cơ* ở Đức, giảm chi phí nhờ giảm năng lượng, giảm lượng phát thải nhà kính, ước tính hàng năm có thể tiết kiệm ở mức hàng tỉ Euro. Tuy nhiên cũng cần phân hữu cơ với số lượng lớn để đạt năng suất so sánh với nông nghiệp thông thường, nghĩa là cần nhiều thiết bị cơ khí cho sản xuất phân. TS Nguyễn Lê Hưng lược dịch bài về *Sấy tổ yến* ở Malaysia, chú ý đến các yêu cầu sinh hóa để ứng dụng phương pháp sấy phù hợp, bảo đảm tính bền vững cho công nghiệp yến sào.

Tiếp theo là bài dịch về *Lò đốt trấu* cấp nhiệt cho máy sấy lúa, từ nghiên cứu cơ bản đến triển khai ứng dụng, đến nay đã có vài ngàn lò đốt kiểu này ở Đồng bằng Sông Cửu Long và các vùng khác.

Bài dịch cuối về *Robot Thu hoạch táo*. Tuy Việt Nam không trồng táo, nhưng rất nhiều loại trái cây khác (xoài, ổi, mận, cam v.v.) vẫn chỉ được thu hoạch thủ công; nên có thể tham khảo ý tưởng và phương pháp đã thực hiện với táo. Kết cấu cơ khí của bộ phận thu hoạch cũng không quá phức tạp. Các cảm biến (sensor) và thuật toán điều khiển có lẽ không quá tầm các kỹ sư công nghệ thông tin Việt Nam. Nhưng cần nghiên cứu chi tiết để phù hợp với đặc điểm của mỗi loại trái cây nhiệt đới. Cơ giới hóa và tự động hóa thu hoạch sẽ giảm được công đoạn tốn nhiều lao động trong sản xuất, sẽ giảm chi phí, ổn định chất lượng, giúp trái cây Việt Nam cạnh tranh tốt trên thị trường...

Mong ý kiến phản hồi của bạn đọc; và mong các bạn gửi bài để duy trì được Bản tin với nhịp độ 3 tháng một số. Trân trọng kính chào.

Phan Hiếu Hiền
phhien1948@gmail.com

Có thể tải file PDF “*Thông tin CÔNG THÔN*” (2018-2022) ở các website sau:

- 1) <https://drive.google.com/> (GOOGLE DRIVE) có thể vào trực tiếp, <https://drive.google.com/drive/folders/1bvUREu9dmU1FNTGblSBC CcxFaOpSKmTl> hoặc vào Facebook “*AE Công Thôn*” để tìm đường dẫn. trên
- 2) <http://maysaynonglam.com/in-an-khoa-hoc.html>
(Ấn phẩm khoa học của trang web “*Máy Sấy Nông Lâm*”)

2 Nông quang điện (Nông nghiệp và Quang điện)

Phạm Hải Hồ (tổng hợp)

Dẫn nhập

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và dân số địa cầu ngày càng tăng, cải thiện an ninh lương thực và năng lượng cùng một lúc là điều thiết yếu. Sản xuất nông nghiệp và năng lượng như thông thường đều phát thải rất nhiều khí nhà kính, nguyên nhân chủ yếu khiến khí hậu thay đổi một cách đáng lo ngại. Vì thế, nhằm đảm bảo an ninh lương thực và năng lượng đồng thời giảm thiểu khí nhà kính, cần phải phát triển nông nghiệp theo hướng thân thiện môi trường và xây dựng rất nhiều cơ sở sản xuất điện mặt trời, điện gió v.v, thay thế những nhà máy sử dụng các nguồn năng lượng hóa thạch.

Cả hai ngành nói trên đều đòi hỏi những khu đất lớn. Tuy nhiên, tổng diện tích đất có thể sử dụng trên toàn cầu nói chung và trong mỗi nước nói riêng lại có giới hạn, thậm chí ngày càng thu hẹp bởi quá trình đô thị hóa và mở mang đường sá. Từ đó phát sinh mâu thuẫn trong việc sử dụng đất cho nông nghiệp và cho sản xuất điện, nhất là điện mặt trời quy mô công nghiệp. Mâu thuẫn này được gọi là sự “cạnh tranh sử dụng đất” của hai ngành sản xuất. Một giải pháp làm giảm bớt mâu thuẫn là xây dựng khu điện gió trên thềm lục địa, ví dụ như khu điện gió Bạc Liêu ^{*#1}. Trong khi đó, đa số các cánh đồng quang điện đều được quy hoạch và vận hành trên mặt đất. Sự cạnh tranh sử dụng đất giữa sản xuất quang điện và nông sản có thể được giải quyết bằng cách kết hợp sản xuất cả hai trên cùng một khu đất, nghĩa là đất được sử dụng kép. Phương thức này được gọi là “*quang điện nông nghiệp*” hoặc ngắn hơn, “*nông quang điện*”. Hệ thống nông quang điện đơn giản là một giàn mô-đun quang điện (tấm pin mặt trời) nằm trên những trụ đỡ ở độ cao thích hợp để phía dưới giàn có thể gieo trồng, chăm sóc cây nông nghiệp và thu hoạch nông sản. Một dạng khác là những “bức tường” làm bằng tấm quang điện được dựng lên giữa những dải đất trồng trọt.

Công nghệ nông quang điện đã được nghiên cứu, thử nghiệm và ứng dụng ở nhiều nước phát triển. Công suất lắp đặt tăng theo cấp số mũ từ 5 MWp năm 2012 lên tới 14 GWp năm 2021, chủ yếu nhờ các chương trình hỗ trợ chính phủ ở Nhật Bản (từ 2012), Trung Quốc (khoảng 2014), Pháp (từ 2017), Hoa Kỳ (từ 2018), Hàn Quốc (2019).

Sau đây là phần tóm tắt về phát triển quang điện nông nghiệp tại Mỹ, Đức, Đông Á và Việt Nam.

*#1 Nguyệt Nhi: *Cánh đồng điện gió lớn nhất Việt Nam*. vnexpress.net 12.05.2020. <https://vnexpress.net/canh-dong-dien-gio-lon-nhat-viet-nam-4097450.html>

Hoa Kỳ

Trong một dự án kéo dài nhiều năm, nhóm khoa học gia Mỹ thuộc Đại học bang Arizona thử nghiệm nông quang điện với một dãy mô-đun quang điện có độ nghiêng 32° và cạnh dưới cách mặt đất 3,3 m. Dưới các mô-đun quang điện họ trồng ba loại cây thích nghi với môi trường khô hạn: ớt chiltepin (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*), ớt jalapeno (*Capsicum annuum* var. *annuum*) và cà chua bi (*Solanum lycopersicum* var. *cerasi-forme*). Họ đo các điều kiện vi khí hậu trong hệ thống nông quang điện như ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm không khí; các thông số nhiệt độ mô-đun, độ ẩm đất, lượng nước tiêu dùng cũng như sự phát triển của cây và đối chiếu với khu đất trồng cây theo cách thông thường. Kết quả đạt được:

- Bóng các mô-đun khiến khu đất trồng ban ngày mát hơn, ban đêm ấm hơn.
- Độ ẩm cao hơn và lượng nước tiêu dùng thấp hơn.
- Công suất các mô-đun tăng lên do được làm mát bởi độ ẩm tương đối cao trong hệ thống.
- Sản lượng ớt chiltepin và cà chua bi tăng lên rõ rệt, sản lượng ớt jalapeno tương tự như khi trồng ngoài trời.

Nhóm các nhà nghiên cứu Arizona dự kiến năng lượng mặt trời sẽ tăng cao ở Mỹ: Năm 2030, các cơ sở quang điện sẽ đạt tổng năng suất thiết kế 330 GW (đáp ứng 14% nhu cầu điện toàn quốc), trong đó 209 GW lắp đặt trên đất trống sẽ cần khoảng 8 000 km² đất. Cũng vì thế, họ hợp tác với phòng thí nghiệm lớn nhất của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ (National Renewable Energy Laboratory) để mở rộng nông quang điện ra những vùng khác và hỗ trợ các dự án như thế ^{*#2}. Năm 2022, Bộ Năng lượng Hoa Kỳ cấp 8 triệu USD cho sáu nhóm nghiên cứu thuộc đại học của 5 bang và một viện nghiên cứu của bang thứ 6 để nghiên cứu nhiều đề tài liên quan đến nông quang điện ^{*#3}.



Hình 1. Hệ thống nông quang điện ở bang Arizona, Hoa Kỳ. (Nguồn: Đại học Arizona)

^{*#2} Barron-Gafford, G.A., Pavao-Zuckerman, M.A., Minor, R.L. et. al.: *Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands*. *Nature Sustainability* 2, 848–855 (2019).

^{*#3} Fischer, Anne: *US government allocates \$8 million to support agrivoltaics*. *PV Magazine* 15 December 2022. [US government allocates \\$8 million to support agrivoltaics – pv magazine International \(pv-magazine.com\)](https://www.pv-magazine.com/2022/12/15/us-government-allocates-8-million-to-support-agrivoltaics/).

CHLB Đức

Trong khuôn khổ của dự án APV-RESOLA, năm 2016, một cơ sở nghiên cứu nông quang điện, rộng 3 400 m² với công suất thiết kế 194 kWp được xây dựng tại Heggelbach (bang Baden-Wuerttemberg) với những mô-đun quang điện hai mặt lắp đặt cách quãng ở độ cao 5 m trên đất canh tác. Tham gia dự án có nhiều tổ chức khoa học và doanh nghiệp, cũng như cơ quan quy hoạch vùng và cộng đồng nông trại Heggelbach dưới sự điều phối của Viện *Fraunhofer về Hệ thống Năng lượng Mặt trời*. Cây trồng thử nghiệm bao gồm lúa mì mùa đông, khoai tây, cần tây, cỏ ba lá. Ngay trong năm đầu thực hiện dự án (từ tháng 9-2016 đến tháng 9-2017), tỷ lệ sử dụng đất đã lên tới 160%. Nếu như cũng diện tích đất đó chỉ dùng để sản xuất riêng nông nghiệp hoặc năng lượng, thì tỷ lệ sử dụng sẽ là 100 %; sản lượng nông sản đạt được bằng 80% so với đất trồng trọt thông thường. Mùa hè 2017, sản lượng điện gần đủ để đáp ứng nhu cầu của cộng đồng nông trại Heggelbach. Mùa hè nóng bức năm sau, kết quả đạt được còn cao hơn năm trước; sự che nắng một phần của các mô-đun mặt trời nâng cao tỷ lệ sử dụng đất, nhất là đối với đất trồng khoai tây (186%). Sản xuất điện năm 2018 tăng 2 %; ngoại trừ sản lượng thấp hơn của cỏ ba lá, sản lượng khoai tây và cần tây tăng 11-12 %, lúa mì mùa đông tăng 3 %, độ ẩm của đất trồng lúa mì cũng cao hơn so với năm trước. Điều này chứng tỏ nông quang điện đặc biệt có hiệu quả cao trong giai đoạn nóng bức và ở những vùng khô hạn. Tuy nhiên, công nghệ này cũng đòi hỏi sự lựa chọn loại cây trồng thích hợp^{*#4} và biện pháp chống xói mòn đất do nước mưa chảy xuống từ những khoảng trống giữa các mô-đun quang điện.



Hình 2. Cơ sở nông quang điện (cơ sở Agri-PV) tại cộng đồng nông trại Heggelbach, Bang Baden-Wuerttemberg, CHLB Đức. (Nguồn: Asumnipal/Wikimedia Commons)

Một phần dựa trên kinh nghiệm từ Heggelbach, hai cơ sở nghiên cứu khác được lần lượt thành lập năm 2018 (tại xã Grafenschaft, bang Rhineland-Palatinate) và 2019 (tại xã Merzenich, bang North Rhine-Westphalia), cả hai đều có công suất thiết kế lớn hơn cơ sở ở Heggelbach. Hai cơ sở này nghiên cứu những khía cạnh bổ sung cho Heggelbach, ví dụ như quản lý nước hoặc sử dụng hệ thống quang điện quay theo mặt trời.

^{*#4} Gruber, Simon; Högy, Petra; Trommsdorff, Maximilian: *Crop selection for APV systems: overview of performances, potentials, and perspectives for Germany*. agrisolarclearinghouse.org 2022.
<https://www.agrisolarclearinghouse.org/wp-content/uploads/2022/02/Crop-Selection-for-APV-Systems-Overview-of-Performances-Potentials-and-Perspectives-for-Germany.pdf>



Hình 3. Cơ sở Agri-PV ở Heggelbach. Khoảng cách khá lớn giữa các dãy mô-đun quang điện cho phép máy nông nghiệp nặng hoạt động. (Nguồn: Max Trommsdorff/Wikipedia Commons)

Trong khoảng thời gian từ 2018 đến 2021, năm cơ sở sản xuất kinh doanh của tư nhân đi vào hoạt động, trong đó ba cơ sở trang bị hệ thống quang điện quay theo mặt trời và hai cơ sở dựng những bức tường mô-đun quang điện giữa các dải đất canh tác. Cả năm cơ sở đều có công suất thiết kế lớn hơn Heggelbach rất nhiều, kết hợp phát điện với sản xuất thức ăn gia súc, quả mọng, rau cải, cây trồng chuyên biệt, cũng như với chăn nuôi và nuôi ong lấy mật. Đặc biệt sản lượng việt quất rất tốt, còn sản lượng dâu tây hơi kém trong năm đầu; táo chưa có kết quả ^{*#5}.

Như thế, nông quang điện cho thấy sự khả thi về mặt kỹ thuật và kinh tế. Tuy nhiên, vì phải lắp đặt hệ thống giàn, trụ đỡ vững chắc, các cơ sở Agri-PV cần được đầu tư lớn hơn những cơ sở quang điện thông thường và cần được chính phủ tài trợ. Một khó khăn lớn cho việc phát triển nông quang điện ở Đức là luật lệ và thủ tục cấp phép xây dựng phức tạp của nước này. Ví dụ: Sau bốn năm nghiên cứu & phát triển và chờ được chính quyền chấp thuận, đến tháng 5-2021 cơ sở Agri-PV tại xã Graftschafft mới có thể khởi công xây dựng ^{*#6}. Lần đầu tiên, Luật năng lượng tái tạo sửa đổi năm 2021 của Đức cho phép Agri-PV được tham gia đấu thầu trong lĩnh vực đổi mới kỹ thuật năng lượng tái tạo, nhưng phải cạnh tranh với các hệ thống quang điện trên bãi đậu xe hoặc nổi trên mặt nước, với tổng công suất thiết kế là 50 MW ^{*#7}. Sau đó, mức công suất thiết kế được nâng lên 150 MW.

Đông Á

Hiện nay, quang điện nông nghiệp trên toàn cầu đạt tổng công suất thiết kế khoảng 14 GWp. **Trung Quốc** đứng đầu với 12 GWp (tính đến tháng 7-2021). Tại nước này, cơ sở nông quang điện lớn nhất thế giới với công suất thiết kế 700 MWp được xây dựng ở rìa sa mạc

^{*#5} Trommsdorff, Max; Gruber, Simon; Keinath, Tobias et. al.: *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland* [Nông quang điện: cơ may cho nông nghiệp và chuyển đổi năng lượng – một cẩm nang cho nước Đức]. Fraunhofer ISE, 2. Ausgabe, April 2022. [Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende - Fraunhofer ISE](#)

^{*#6} Gözl, Sebastian; Larisch, Franziska: *Agrivoltaics, Field report*. Fraunhofer ISE.
<https://agri-pv.org/en/community/testimonials/>

^{*#7} Wille, Joachim: *Grüner Strom vom Acker* [Điện xanh trên đất canh tác]. Klimareporter 05. Oktober 2022.

Gobi. Dưới các tấm pin mặt trời, người ta trồng cây quả mọng; điều này góp phần chống sa mạc hóa.

Nhật Bản và **Hàn Quốc** cũng nhận thấy tầm quan trọng của nông quang điện, nhưng họ chủ yếu lắp đặt những cơ sở nhỏ. Đến nay, Nhật đã hoàn thành 3 000 hệ thống. Còn Hàn Quốc lập kế hoạch xây dựng 100 000 hệ thống nông quang điện ở các nông trại nhằm giúp nông dân có nguồn dự phòng khi về già nhờ việc bán điện tự sản xuất (hàng tháng khoảng 1000 USD). Hẳn nguyên nhân đằng sau là xu hướng già hóa và suy giảm dân số, cũng như tình trạng nghèo phổ biến của người già ở Hàn Quốc (47,7 % người trên 65 tuổi sống dưới mức nghèo, tính đến năm 2016) ^{##8}.

Việt Nam

Trước những thử thách của biến đổi khí hậu và phát triển kinh tế, *Đồng bằng sông Cửu Long* cần có những giải pháp cho vấn đề tiêu thụ năng lượng ngày càng cao, vấn đề đất và nước bị ô nhiễm, vấn đề cạnh tranh đất giữa nông nghiệp, sản xuất điện và mở rộng hạ tầng cơ sở. Một trong những giải pháp đó là tích hợp quang điện với nuôi trồng thủy sản trên cùng một khu đất (*Aquavoltaics* hay *Aqua-PV*). Nhằm mục đích thử nghiệm khả năng này, dự án SHRIMPS được xây dựng tại Bạc Liêu và An Giang do Bộ Giáo dục và Nghiên cứu của CHLB Đức (BMBF) hỗ trợ thông qua sáng kiến Client II. Dự án kéo dài từ 15.08.2019 đến 14.05.2023 với tổng kinh phí 1,67 triệu euro. Tham gia dự án SHRIMPS, về phía Đức có Viện Fraunhofer ISE (điều phối), Viện Johann Heinrich von Thünen, Công ty SMA Sunbelt Energy và Công ty Suntrace; về phía Việt Nam: Đại học Cần Thơ, Đại học Nông Lâm TP.Hồ Chí Minh, Viện Năng lượng, và Tập đoàn Thủy sản Việt Úc.

Ở Bạc Liêu, dự án thí điểm được thực hiện với một nhà kính lắp đặt những tấm pin mặt trời che kín nhiều ao nuôi tôm. Hệ thống quang điện có công suất 1 MW. Tôm được nuôi bằng công nghệ *Biofloc* dùng vi sinh vật nuôi cấy đặc biệt, có khả năng tạo protein vi sinh từ chất thải cá và những chất thải hữu cơ khác. Qua đó, không những đồng thời sản xuất điện và tôm trên cùng một khu đất, mà còn tiết kiệm chi phí thức ăn và chất kháng sinh cho tôm, cũng như làm sạch nước ô nhiễm. Dự án này góp phần bảo vệ rừng được thường bị phá để làm chỗ nuôi tôm theo tập quán, đồng thời tránh gây ô nhiễm nguồn nước. Ngoài ra, phân tích ban đầu cho thấy nó cũng làm giảm thải khoảng 15 000 tấn CO₂/năm và 75% lượng nước tiêu thụ so với trại nuôi tôm thông thường ^{##9}.

Một cơ sở nông quang điện khác được xây dựng ở An Giang, gồm một bồn nuôi cá basa và mái che lắp đặt mô-đun năng lượng mặt trời với tổng công suất 400 kW. Toàn bộ điện tạo ra được sử dụng cho chính cơ sở này, tiết kiệm dầu diesel cho máy phát điện và tránh thải khí CO₂.

^{##8} Erdmann, Kathrin: *Armut und Ausgrenzung in Südkorea. Game in echt* [Tình trạng nghèo và bị xã hội ruồng bỏ ở Hàn Quốc]. deutschlandfunk 16.11.2021. [Armut und Ausgrenzung in Südkorea - Squid Game in echt | deutschlandfunkkultur.de](https://www.deutschlandfunkkultur.de/Armut-und-Ausgrenzung-in-Suedkorea-Squid-Game-in-echt-100.html)

^{##9} Client II, Bộ Giáo dục và nghiên cứu của CHLB Đức *SHRIMPS – Chứng minh tính khả thi về kinh tế và kỹ thuật của việc sử dụng đất với mục đích kép là sản xuất điện mặt trời và nuôi trồng thủy sản*, . [2020-10-07_Projektblatt SHRIMPS_VIET_2.pdf \(bmbf-client.de\)](https://www.bmbf-client.de/2020-10-07_Projektblatt_SHRIMPS_VIET_2.pdf)

Dự án Shrimps gồm ba giai đoạn. Sau giai đoạn nghiên cứu kỹ thuật và lập kế hoạch hoạt động là giai đoạn xây dựng hai cơ sở thử nghiệm và thực hiện các bước chuẩn bị cần thiết. Trong giai đoạn cuối, trước tiên là giám sát, theo dõi xem các cơ sở ấy có hoạt động tốt và có thể dùng để tham chiếu ở Việt Nam cũng như ở những nước khác hay không. Các bên tham gia dự án cũng nhắm đến việc đưa công nghệ Aqua-PV ra thị trường cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa ^{*#10}.

Hội nghị quốc tế về nông quang điện

Từ năm 2020, Hội nghị quốc tế về Agri-PV đã được tổ chức hàng năm nhằm kết nối cộng đồng khoa học, cũng như trao đổi, thảo luận về nhiều khía cạnh của quang nông nghiệp như kỹ thuật, kinh tế, chính sách, nghiên cứu những trường hợp điển hình, tạo mô hình tối ưu hóa hệ thống Agri-PV v.v.

Hội nghị quốc tế **năm 2020** được dự tính sẽ họp tại Pháp, nhưng vì Covid19 phải chuyển sang họp trực tuyến, với sự tham gia của hơn 350 nhà khoa học, doanh nhân, nhà nông, chính khách và đại diện nhiều cơ quan từ 38 quốc gia ^{*#11}. Tương tự, hội nghị quốc tế năm 2021 được tổ chức *online* thay vì tại Đức như theo dự định; 420 người từ 38 nước đã tham gia hội nghị này ^{*#12}.

Năm 2021, ngành nông quang điện phát triển đáng kể và càng ngày càng được quan tâm hơn. Sự tiêu chuẩn hóa Agri-PV ở Đức và Pháp tiến triển tốt. Đặc biệt Agri-PV được xem là có tiềm năng lớn trong nghề trồng trái cây, quả mọng và nho. Tiêu biểu là trại trồng mâm xôi ở Hà Lan với hệ thống quang điện có công suất 1,2 MW nhận được giải *The Smarter E Award* dành cho những “Dự án năng lượng mặt trời nổi bật”. Giữa tháng 01-2022, Bộ Môi trường bang Rhineland-Palatinate, CHLB Đức thông báo sẽ cấp 2,5 triệu euro cho năm cơ sở Agri-PV với tổng công suất ít nhất 1 650 kW để trồng trình diễn cây quả hạch và quả mọng. Italy sẵn sàng hỗ trợ 1,1 tỉ euro để xây dựng những cơ sở Agri-PV với tổng công suất 2 GW ^{*#13}.

Hội nghị AgriVoltaics **năm 2022** diễn ra đồng thời trực tuyến và tại thành phố Piacenza, Italy được 488 người đến từ 46 nước tham gia ^{*#14}.

Năm nay (2023), thành phố Daegu, Hàn Quốc có vinh dự chào đón người tham gia từ khắp nơi trên thế giới đến với hội nghị quốc tế lần thứ tư về quang nông nghiệp ^{*#15}.



^{*#10} [SHRIMPS – Nachweis der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit einer dualen Landnutzung zur solaren Stromerzeugung und Aquakulturhaltung in Teichwirtschaft | CLIENT II \(bmbf-client.de\)](#)

^{*#11} [AgriVoltaics2020 Conference Launching Agrivoltaics World-Wide. Preface: AgriVoltaics2020 Conference Launching Agrivoltaics World-Wide: AIP Conference Proceedings: Vol 2361, No 1 \(scitation.org\)](#)

^{*#12} [agrivoltaics 2021 - Online Conference and Exhibition: Home \(agrivoltaics-conference.org\)](#)

^{*#13} [60e4795be819ea26e731c9cc \(intersolar.de\)](#)

^{*#14} [History | AgriVoltaics Conference \(agrivoltaics-conference.org\)](#)

^{*#15} [AgriVoltaics | AgriVoltaics Conference \(agrivoltaics-conference.org\)](#)

3 Lựa chọn cây trồng cho các hệ thống AGRI-PV: Tổng quan về hiệu quả, tiềm năng, và viễn cảnh cho nước Đức

Nguồn: Gruber S¹., P. Högy², M. Trommsdorff¹ ^{##1}. 2022. *Crop selection for AGRI-PV systems: overview of performances, potentials, and perspectives for Germany*, agrisolarclearinghouse.org 2022.

<https://www.agrisolarclearinghouse.org/wp-content/uploads/2022/02/Crop-Selection-for-AGRI-PV-Systems-Overview-of-Performances-Potentials-and-Perspectives-for-Germany.pdf>

Lời mở đầu

Những năm gần đây, các nghiên cứu về *quang điện nông nghiệp (Agri-PV)* đã thu hút sự quan tâm lớn trên toàn cầu. Agri-PV hoặc *Nông quang điện* được định nghĩa là sự kết hợp các tấm pin mặt trời lắp đặt trên những cấu trúc đỡ mà phía dưới là đất canh tác có thể trồng trọt như thông thường. Được đề xuất năm 1982 [1] ^{##2}, phương pháp sử dụng đất kép này để sản xuất thực phẩm và năng lượng đã được Dupraz và cộng sự đề cập đến vào năm 2011 [2]. Kể từ đó, nó đã nhận được sự quan tâm ngày càng tăng từ cả hai ngành năng lượng và nông nghiệp ([3], [4]). Nhiều nghiên cứu cho thấy khả năng nâng cao năng suất đất của Agri-PV ([2], [7]). Xét diện tích đất nông nghiệp của Đức là 16,7 triệu km² thì Agri-PV có tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo. Tuy nhiên, kinh nghiệm với năng lượng gió và năng lượng sinh học ở Đức [5] cũng như những nơi khác [6] cho thấy việc khai thác nguồn năng lượng tái tạo phải được thực hiện cẩn thận để tránh sự phản kháng xã hội. Vì vậy, để áp dụng thành công Agri-PV ở Đức và để được xã hội chấp nhận, việc lựa chọn các loại cây thích hợp để trồng dưới bóng râm của những tấm quang điện là rất quan trọng và chủ yếu tùy thuộc vào điều kiện môi trường. Bài này có thể cung cấp một cái nhìn bao quát về những loại cây trồng chính ở Đức có tiềm năng thích hợp với các hệ thống nông quang điện. Bằng cách đối chiếu hiệu quả của Agri-PV, những hạn chế và khả năng kết hợp với quang điện của những loại cây trồng quy mô lớn so với những loại chuyên biệt trồng trên diện tích nhỏ (cây lâu năm), bài này giúp xác định các loại cây trồng thích hợp để áp dụng Agri-PV trên quy mô lớn ở Đức.

^{##1} ¹ Viện Fraunhofer về Hệ thống Năng lượng Mặt trời ISE, Heidenhofstr. 2, D-79110 Freiburg, Đức, simon.gruber@ise.fraunhofer.de

² Viện Nghiên cứu Sinh thái Cảnh quan và Thực vật, Đại học Hohenheim, D-70593 Stuttgart, Đức .

^{##2} Số trong ngoặc vuông [] chỉ tài liệu tham khảo ở cuối bài.

So sánh hiệu quả, những hạn chế và thế mạnh của cây lương thực và cây lâu năm (một quan điểm ở Đức)

Đất nông nghiệp của Đức được phân chia thành 70% đất canh tác, khoảng 28,5% đồng cỏ, và một phần nhỏ đất trồng cây lâu năm (cây lưu niên) [8]. Các loại cây lương thực (lúa mì, lúa mạch, cải dầu và ngô) chiếm khoảng 70% diện tích đất canh tác. Các loại ngũ cốc khác (1 triệu ha), cây ăn củ (0,7 triệu ha), cây họ đậu (0,5 triệu ha), rau cải (0,15 triệu ha) và cây lâu năm như nho (0,1 triệu ha) hoặc cây ăn quả (0,06 triệu ha) hoàn thiện bức tranh tổng thể. Độ hấp thụ ánh sáng của cây trồng dưới các tấm PV là yếu tố chính để xác định sự phù hợp với hệ thống Agri-PV. Ví dụ, táo là loại trái cây phổ biến nhất ở Đức sử dụng khoảng 60 % bức xạ tới [9] khẳng định khả năng thích hợp với các hệ thống nông quang điện. Gần đây việc trồng nho cho thấy lợi ích từ bóng râm vừa phải khi trời nóng bức [10]. Kết quả hai năm thử nghiệm ở Heggelbach (Đức) chứng tỏ khả năng ổn định sản lượng của Agri-PV đối với lúa mì phụ thuộc vào mưa, khoai tây và cần tây [11]. Để xem xét các thử nghiệm về ảnh hưởng của Agri-PV trên những loại cây trồng khác nhau (bao gồm cả cây lương thực), xem [12]. Tuy nhiên, nếu chỉ che nắng trong những giai đoạn nhạy cảm, thì kết quả chỉ có liên quan một phần đến Agri-PV, bởi vì thực vật thích nghi về mặt sinh lý với bóng râm kéo dài [13]. Vì vậy, để rút ra kết luận từ những nghiên cứu về bóng râm của các hệ thống Agri-PV, chúng phải được diễn giải cẩn thận. Hiệu ứng che nắng đối với sự phát triển của thực vật, thậm chí giữa các giống khác nhau (của một loài) là khá đa dạng, không đồng nhất nên chưa có thể kết luận gì được. Việc xem xét những cây tiềm năng đối với Agri-PV sẽ dẫn đến hiệu ứng đồng vận, khiến Agri-PV có hiệu quả kinh tế lớn như có thể. Mặc dù những cây lâu năm chỉ chiếm một phần đất nhỏ, *hiệu ứng đồng vận* ^{###} dự kiến là lớn nhất trong các loại cây trồng kể trên, vì dù sao chúng cũng cần những cấu trúc bảo vệ (chống nắng, gió, mưa, mưa đá). Bằng cách tích hợp các cấu trúc này vào hệ thống Agri-PV, có thể giảm chi phí mà không mất thêm diện tích đất cho các mục đích sản xuất. Trong khi đó, đối với những loại cây trồng hàng năm hoặc hai năm một lần, một lượng đất đáng kể không được sử dụng [11]. Hơn nữa, yêu cầu về chiều cao tối thiểu đối với thiết bị thông thường trong vườn nho hoặc vườn cây ăn quả nhỏ hơn (< 3 m) so với thiết bị tiêu chuẩn trong các hệ thống canh tác quy mô lớn (< 5 m) khiến chi phí xây dựng Agri-PV còn giảm hơn nữa. Vì cây lương thực thường được canh tác trên những cánh đồng tương đối lớn, phải bù đắp cho nhược điểm này bằng hiệu ứng quy mô để có thể cạnh tranh với cây lâu năm. Mặc dù cây lưu niên có lợi thế về hiệu ứng đồng vận, diện tích có thể sử dụng của chúng khá nhỏ so với cây lương thực (nhỏ hơn 70 lần).

Thảo luận và kết luận

Các kết quả từ Heggelbach cho thấy lợi ích của hệ thống Agri-PV đối với một số loại cây trồng chính ở Đức, độ ổn định hiệu suất chiếu sáng cao. Xem xét điều này, bạn có thể cho rằng lựa chọn địa điểm quan trọng hơn lựa chọn cây trồng, vì vậy nên tập trung áp dụng Agri-PV vào những nơi bị hạn ở Đức thường xuyên hơn. Tuy nhiên, nếu lưu ý đến hiệu ứng đồng vận tích cực đối với cấu trúc hỗ trợ và bảo vệ thực vật, cũng như đến lợi ích kinh tế, thì những vườn cây lâu năm như vườn nho và cây ăn quả là bước đầu tiên hợp lý trong việc giới

^{###} [ND] *Hiệu ứng đồng vận*: Synergistic effect (tiếng Anh) = hiệu ứng tạo ra do những sự vật đồng thời vận hành thì lớn hơn so với tổng hiệu ứng của các sự vật này khi vận hành riêng biệt.

thiệt Agri-PV với thị trường Đức. Vì các vườn này thường nằm ở những khu du lịch, ảnh hưởng của hệ thống Agri-PV đối với phong cảnh cần được xem xét khi triển khai công nghệ nông quang điện trên quy mô lớn. Mặc dù tác dụng đồng vận tương đối ít thuận lợi ở các loại ngũ cốc chính của Đức, sự phân bố rộng rãi của chúng cho phép chọn nơi lắp đặt hệ thống Agri-PV khá linh hoạt, đồng thời có thể ít bị xã hội phản đối hơn. Ngoài ra, điều này cũng thuận lợi cho việc cung cấp điện phi tập trung. Xét viễn cảnh của biến đổi khí hậu với nhiều hiện tượng cực đoan như những đợt nóng bức [14], các biện pháp thích ứng như che nắng thông qua hệ thống Agri-PV sẽ thu hút nhiều sự chú ý hơn đến các loại cây trồng đang phổ biến ở Đức.

Tóm lại, cây lâu năm mang lại một cơ hội lớn cho việc tung ra thị trường các hệ thống Agri-PV. Tuy nhiên, có những rủi ro không thể lường trước như sự chấp nhận của xã hội khi tập trung vào những loại cây trồng riêng lẻ và những vùng liên quan. Do đó, nghiên cứu cũng nên đặt trọng tâm vào việc nâng cao hiệu quả kinh tế của Agri-PV với các loại ngũ cốc chính.

Người dịch: **Phạm Hải Hồ**

Tài liệu tham khảo

- [1] Goetzberger, A.; Zastrow, A. (1982). *On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation*. Int. J. Sol. Energy 1: 55–69.
- [2] Dupraz, C.; Marrou, H.; Talbot, G. et al. (2011). *Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes*. Renew. Energ. 36: 2725–2732.
- [3] Barron-Gafford, G. A.; Pavao-Zuckerman, M. A.; Minor et al. (2019). *Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands*. Nat. Sustain. 2: 848–855.
- [4] Dinesh, H.; Pearce, J. M. (2016). *The potential of agrivoltaic systems*. Renew. Sustain. Energy. Rev 54: 299–308.
- [5] Zilles, J.; Schwarz, C. (2015). *Bürgerproteste gegen Windkraft in Deutschland. Organisation und Handlungsstrategien* [Phản đối của người dân về điện gió. Tổ chức và chiến lược hành động]. In: Ausbaukontroverse Wind, Heft 6.2015: 669–679.
- [6] Pasqualetti, M. J. (2011). *Social Barriers to Renewable Energy Landscapes*. Geogr. Rev. 101: 202–223.
- [7] Valle, B.; Simonneau, T.; Sourd, F. et al. (2017). *Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops*. Appl. Energ. 206: 1495–1507.
- [8] Statistisches Bundesamt (2019). Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Landwirtschaftliche Bodennutzung. Anbau auf dem Ackerland [Nông lâm nghiệp, ngư nghiệp. Sử dụng đất nông nghiệp]. Accessed 24 March 2020: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen/Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/anbau-ackerlandvorbericht-2030312198004.html>
- [9] Lakso, A. N. (1994). *Apple*. In: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. CRC Press.
- [10] Abeysinghe, S. K.; Greer, D. H.; Rogiers, S. Y. (2019). *The effect of light intensity and temperature on berry growth and sugar accumulation in Vitis vinifera 'Shiraz' under vineyard conditions*. Vitis 58: 7–16.
- [11] Schindele, S.; Trommsdorff, M.; Schlaak, A. et al. (2020). *Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications*. Applied Energy 265:114737.
- [12] Weselek, A.; Ehmman, A.; Zikeli, S. et al. (2019). *Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review*. Agron. Sustain. Dev. 39, 35.
- [13] Boardman, N. K. (1977). *Comparative Photosynthesis of Sun and Shade Plants*. Ann Rev Plant Phys 28: 355–377.
- [14] Ballester, J.; Rodó, X.; Giorgi, F. (2010). *Future changes in Central Europe heat waves expected to mostly follow summer mean warming*. Clim. Dynam. 35: 1191–1205.

4 Đạt 30% diện tích canh tác hữu cơ sẽ tiết kiệm mỗi năm 4 tỉ Euro chi phí môi trường (Nghiên cứu của Đại học Kỹ thuật Munich)

Nguồn: Thông cáo báo chí (ngày 24 /01/ 2023) công bố Tài liệu nghiên cứu của đại học kỹ thuật Munich (TUM) tại gian hàng của Bộ Nông nghiệp Đức (BMEL) nằm trong Hội chợ Tuần lễ Xanh Quốc tế (International Green Week) ở Berlin.

Heidi Kelbetz, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V. (LVÖ)
Landsberger Straße 527 81241 München. Mail: heidi.kelbetz@lvoe.de

Nông nghiệp hữu cơ giảm thiệt hại môi trường, do đó giúp giảm bớt gánh nặng cho chi phí quốc gia: Nghiên cứu mới nhất của Đại học Kỹ thuật Munich chỉ ra những yếu tố giảm chi phí nhờ giảm lượng phát thải nhà kính và khí nitơ 750- 800 Euro/ha khi so sánh với nông nghiệp thông thường. Tổng chi phí tiết kiệm được hàng năm cho diện tích nông nghiệp hữu cơ hiện tại ở Đức vào khoảng 1,5 tỉ Euro (tỉ = 1000 triệu). Nếu diện tích nông nghiệp hữu cơ phát triển được 30% theo như mục tiêu của chính phủ Đức thì chi phí tiết kiệm sẽ đạt được 4 tỉ Euro mỗi năm. Các kết quả của nghiên cứu này được trình bày lần đầu tiên tại Hội thảo ở Hội chợ Quốc tế IGW Berlin ngày 23 /01/ 2023.



Công bố tài liệu nghiên cứu của đại học kỹ thuật Munich (TUM) tại gian hàng của bộ Nông nghiệp Đức (BMEL) nằm trong hội chợ Tuần lễ Xanh Quốc tế (ở Berlin).

Thứ ba từ trái sang: Giáo sư Kurt-Jürgen Hülsbergen, đại học TUM

Hubert Heigl, chủ tịch của Liên hiệp các Tổ chức Nông nghiệp Hữu cơ bang Bayern (LVÖ) phát biểu: “Những ai gây thiệt hại môi trường, làm phát sinh chi phí, rốt cuộc tạo thêm gánh nặng cho toàn xã hội. Những ai giảm thiệt hại môi trường, sẽ giúp giảm bớt những chi phí này cho xã hội. Những số liệu thuyết phục từ nghiên cứu mới này của Đại học Munich xác nhận rõ: Chuyển đổi ngành nông nghiệp sang canh tác hữu cơ là một yêu cầu thiết yếu về mặt kinh tế.”

“Chúng ta đã biết trong báo cáo tổng kết của Hội đồng Tương lai về Nông nghiệp rằng thiệt hại về môi trường (và hệ sinh thái) từ sản xuất nông nghiệp riêng ở Đức lên đến 90 tỉ Euro mỗi năm. Đây là một hậu quả nghiêm trọng của sự thất bại thị trường (market failure) – bởi vì những chi phí môi trường (tài nguyên) không tính vào giá cả của sản phẩm. Ở đây nông nghiệp hữu cơ đã có những hướng giải quyết. Chúng ta cần nông nghiệp hữu cơ vì hỗ trợ cho phát triển bền vững như đa dạng sinh học, giữ độ phì đất, nguồn nước sạch, giảm khí thải. Chúng ta cần phải làm bài toán thực tế, cụ thể hơn như nghiên cứu của đại học Munich đã chỉ rõ chi phí tiết kiệm sẽ mang lại giá trị kinh tế bằng tiền, nếu chúng ta nhanh chóng đạt được mục tiêu 30% nông nghiệp hữu cơ”.

Nông nghiệp hữu cơ: giảm một nửa tiêu thụ năng lượng

Nghiên cứu của đại học Munich cho thấy không những chỉ giảm phát thải đến 50% tính trên diện tích canh tác hữu cơ. Nhờ *không sử dụng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật tổng hợp*, nông nghiệp hữu cơ giảm một nửa mức tiêu thụ năng lượng khi so sánh với nông nghiệp thông thường. Do vậy giảm được 50% phát thải và đồng thời giảm lệ thuộc vào nguồn năng lượng hóa thạch.

Giáo sư Hülsbergen cũng đưa ra trong bài trình bày về chi phí môi trường trên đơn vị sản phẩm: Các tính toán thực tế trong dự án nghiên cứu này về giá thành sản phẩm hữu cơ cuối cùng, bao gồm chi phí về năng lượng và phát thải, thì thấp hơn 20% so với sản phẩm của nông nghiệp thông thường.

Kiến nghị về việc thúc đẩy nông nghiệp hữu cơ

Dự án nghiên cứu này có tên “*Tác động môi trường và phát thải của nông nghiệp hữu cơ*” do bộ môn Nông nghiệp Hữu cơ và Hệ thống Cây trồng của đại học kỹ thuật Munich do Giáo sư Hülsbergen chủ trì. Kết quả nghiên cứu của Dự án dựa trên cơ sở khảo sát các trang trại điển hình khắp nước Đức và kết quả của các mô hình khảo nghiệm lâu năm (long-term field experiments). Các chỉ số nghiên cứu chính bao gồm chu trình đạm, phát thải ni-tơ, cân bằng năng lượng và hiệu suất năng lượng, chu trình chất mùn trong đất và liên kết carbon trong đất, cân bằng các khí thải và tác động khí hậu. Chi phí môi trường trung bình do các phát thải khí nhà kính và ni-tơ được tính toán và so sánh với chi phí tương ứng từ nông nghiệp thông thường.

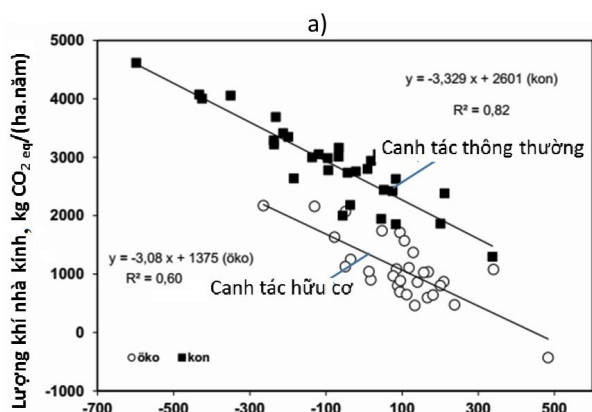
Kết luận của nghiên cứu: “Việc chuyển đổi sang nông nghiệp hữu cơ càng nhanh và diện tích canh tác hữu cơ càng tăng thì càng giảm thiệt hại môi trường và càng tiết kiệm chi phí cho quốc gia (xã hội)”.

Người dịch: **Nguyễn Ngọc Luân**

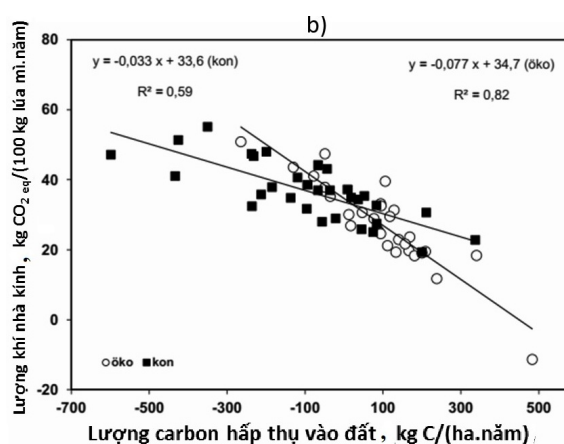
Lời bàn thêm [ND]

Bộ Nông nghiệp Đức rất quan tâm đến kết quả dự án nghiên cứu để giúp cho việc hoạch định chính sách nông nghiệp. Họ đã tài trợ cho dự án nghiên cứu dài hạn này từ năm 2009 trên cơ sở thực nghiệm của 80 trang trại thí điểm (40 trang trại canh tác hữu cơ kế cận 40 trang trại canh tác bình thường). Mặc dù nông nghiệp hữu cơ mang lại những lợi ích rõ rệt về mặt môi trường (Hình 1a) tính trên đơn vị diện tích, nhưng do năng suất thấp nên không thực sự có lợi khi so sánh với nông nghiệp thông thường trên đơn vị sản phẩm (Hình 1b). Đây là yếu tố then chốt trong việc tranh luận một cách khoa học về khả năng mở rộng diện tích canh tác nông nghiệp hữu cơ sẽ dẫn đến gia tăng mở rộng đất nông nghiệp từ chuyển đổi đất tự nhiên ở mức độ toàn cầu. Do đó, tùy theo điều kiện từng nước mà nông nghiệp hữu cơ được khuyến khích mở rộng ở quy mô vừa phải.

Ở Việt Nam nông nghiệp sinh thái và nông nghiệp hữu cơ do nông dân và doanh nghiệp khởi xướng và đi tiên phong, mặc dù quy mô còn nhỏ. Tiềm năng sản xuất và thị trường cho nông nghiệp hữu cơ nhiệt đới còn rất nhiều cơ hội. Tuy nhiên, muốn mở rộng (scale-up), nông nghiệp hữu cơ cần ngành cơ khí và chế tạo phát triển tương ứng để đáp ứng quy mô sản xuất, bao gồm sản xuất phân bón hữu cơ; chế biến sản phẩm từ mức nông hộ, trang trại lên mức canh tác vùng và HTX/doanh nghiệp. Tận dụng những phụ phẩm hữu cơ ở địa phương và tuần hoàn dinh dưỡng từng trang trại, từng vùng canh tác là nguyên tắc căn bản của nông nghiệp hữu cơ.



Lượng carbon hấp thụ vào đất, kg C/(ha.năm)
Hình 1a. Tương quan giữa lượng carbon hấp thụ trong đất và lượng phát thải trên đơn vị diện tích.



Hình 1b. Tương quan giữa lượng carbon hấp thụ trong đất và lượng phát thải trên đơn vị sản phẩm.

Nguồn: Sách “Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus”, Nxb Dr. Kössler, Berlin, 2023

5 **Đánh giá các thách thức và khuynh hướng sấy tương lai trong công nghiệp tổ yến ở Malaysia**

Nguồn: Gan, S.H., Law, C.L. and S.P. Ong (2015). *Review on challenges and future drying trend in edible bird's nest industry in Malaysia* in: *Processing of Foods, Vegetables and Fruits: Recent advances*, Ed. Hii, C.L., Jangam, S.V., Ong, S.Z., Show, P.L., Mujumdar, A.S. 2015, ISBN - 978-981-09-6284-5, Published in Singapore, pp. 45-60.

DẪN NHẬP

Phần lớn các tổ yến được giao dịch trên toàn thế giới đến từ hai loài bị khai thác nhiều, tổ yến trắng (*Aerodramus fuciphogus*) và tổ yến đen (*Aerodramus maximus*). Tổ yến được phân loại theo vị trí làm tổ, khả năng ăn được, đặc điểm bên ngoài, màu sắc, chất lượng và độ sạch và về cơ bản có thể được phân thành hai loại chính, đó là tổ yến trong hang và tổ yến (nuôi trong) trang trại.

Cho đến nay, một số quần thể chim yến nhất định đã ghi nhận sự suy giảm lớn và có nguy cơ tuyệt chủng. Với nhu cầu cao và giá trị thị trường của tổ yến, ngày càng có nhiều cơ hội để giả mạo tổ yến bằng cách sử dụng vật liệu rẻ tiền hơn và các phương pháp không trung thực khác (Sims 1961). Gần đây, tổ yến đã giảm giá ở thị trường Trung Quốc do các vấn đề liên quan đến chất lượng. Hàm lượng nitrit cao được tìm thấy trong tổ yến khiến dư luận lo ngại, nghi ngờ liệu những tổ yến này có thực sự “ăn được” và an toàn.

Hơn nữa, các kỹ thuật làm khô khác nhau sẽ ảnh hưởng đến màu sắc, hình dạng, chất dinh dưỡng và hương vị của tổ yến. Trước đây, các nghiên cứu về ảnh hưởng của việc làm khô lên chất lượng của tổ yến chủ yếu được thực hiện bằng cách sử dụng máy sấy không khí nóng và bằng cách thổi không khí. Không có nghiên cứu nào cố gắng áp dụng công nghệ sấy tiên tiến để nâng cao chất lượng tổ yến. Các nghiên cứu khác nhau đã báo cáo việc sử dụng sấy ở nhiệt độ thấp và sấy dùng tia hồng ngoại gián đoạn để làm khô thực phẩm và các cây trồng (Ginzburg 1969; Beary 1988; Chua và Chou 2005; Law và cộng sự 2011). Các nghiên cứu đã kết luận rằng nhiệt độ thấp và sấy gián đoạn cho chất lượng sản phẩm tốt hơn và ít tiêu thụ năng lượng hơn so với phương pháp sấy bằng không khí nóng (Law và cộng sự 2011; Putranto và cộng sự 2011).

Mục tiêu của bài này là thảo luận, phân tích và đánh giá các thách thức gần đây và công nghệ sấy tiên tiến áp dụng được cho công nghiệp sản xuất tổ yến, lấy năng lượng và chất lượng làm trọng tâm. Các hạn chế và các điểm chưa rõ trong nghiên cứu sẽ được xác định, và hướng nghiên cứu trong tương lai về sấy sẽ được khuyến nghị.

CÁC THÁCH THỨC CỦA CÔNG NGHIỆP TỔ YẾN

Khả năng sinh sản của chim yến

Quần thể chim yến hạn chế ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới kéo dài từ phía Tây Ấn Độ Dương (quần đảo Seychelles) qua Nam lục địa Châu Á, Indonesia, Palawan ở Philippines, New Guinea, miền Bắc Australia và các đảo ở phía Tây Nam của Thái Bình Dương (Chantler và Driessens 1995). Tổ yến chủ yếu là từ các nước Đông Nam Á như Sumatra, Java, Kalimantan và Quần đảo Lesser Sunda ở Indonesia, Thái Lan, Sabah và Sarawak ở Malaysia, Việt Nam (Nguyen 1990; 1994) và Myanmar (Chantler và Driessens 1995). Trong vài năm qua, Trung Quốc đang nhập khẩu một lượng lớn tổ yến từ các quốc gia như Malaysia và Indonesia.

Đến nay, áp lực thu hoạch đã tăng lên và có thể liên tục trong suốt cả năm, trứng và chim non bị hư/giết vào thời điểm thu hoạch. Do đó, một số quần thể yến đã giảm đáng kể (Hobbs 2004). Lau và Melville (1994) đã điều tra rằng một sự suy giảm khoảng 48% trong quần thể yến đen tại Niah giữa 1935 và 1987, và ở Baram có sự sụt giảm khoảng 43% tổng thể tổ yến sau 17 năm (Lau và Melville 1994).

Làm giả tổ yến

Nghiên cứu khoa học về các đặc tính dược liệu và dinh dưỡng của tổ yến vẫn còn nhiều hạn chế, nhất là khi các đặc tính này thay đổi theo thời gian và địa điểm thu hoạch. Điều này đã tạo cơ hội pha trộn tổ yến trong quá trình chế biến, sử dụng nguyên liệu rẻ tiền hơn như gum karaya, rong biển đỏ, da heo chiên, lòng trắng trứng, gelatine, đậu nành, gạo, tinh bột, agar, bong bóng cá và nấm Tremella. Các phương pháp khác cũng được áp dụng như nhuộm màu, tẩy trắng và pha trộn tổ yến rẻ hơn với loại đắt tiền hơn (Norhayati và cộng sự 2010).

Tổ yến thường có màu trắng nhưng loại được tìm thấy trong hang động thì có màu nâu xin hoặc đỏ cam. Trên thị trường, tổ yến huyết đỏ đắt hơn nhiều so với tổ yến trắng và được cho là tốt hơn cho sức khỏe. Người ta cho rằng tổ yến màu đỏ là máu của chim yến lẫn với nước bọt hoặc do loại thức ăn đặc biệt mà chim yến đã tiêu thụ. Những người khác tin rằng các hang động chứa khoáng chất và sắt làm tổ chuyển sang màu đỏ (Shaw và cộng sự 2013). Tuy nhiên, tổ yến quá đỏ có thể do bị nhiễm chất phụ gia thuốc nhuộm gây nguy hiểm cho sức khỏe.

Để giải quyết vấn đề, công nghệ phát hiện mới, chính xác và nhanh chóng nên được phát triển. Sự khác biệt giữa tổ yến được xử lý hóa chất có thể dễ dàng phát hiện nhờ độ bóng của sợi kết dính sau khi ngâm trong nước 30 phút. Hóa chất phụ gia có thể làm cho tổ quá bóng. Tổ yến bị pha tạp chất sẽ có bề mặt nhẵn và sắp xếp đồng đều với mùi thuốc nhẹ sau khi ngâm trong nước trong 30 phút (Wu và cộng sự 2007). Ngoài ra, dưới kính hiển vi quang học, tổ yến thật có màu nửa trong suốt (semi-transparent) và có nhiều kết cấu mịn, còn tổ yến có nấm Tremella không trong suốt và có kết cấu thô (Ma và Liu 2012; Wu và cộng sự, 2007; Yang và cộng sự 2013).

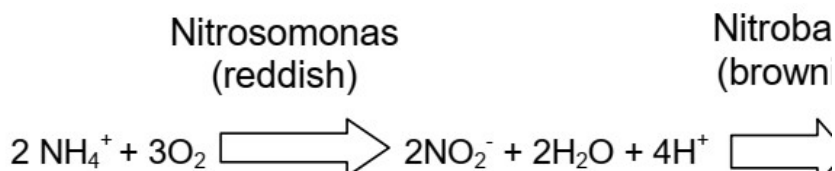
Hàm lượng Nitrit trong tổ yến

a) Nitrit là gì?

Năm 2011, các giám sát đã được thực hiện bởi chính quyền Trung Quốc đại lục và địa phương. Các nghiên cứu cho thấy nitrit có mặt trong nhiều loại tổ yến khác nhau, đặc biệt là

trong tổ yến huyết đỏ bán ngoài chợ (Trung tâm An toàn Vệ sinh Thực phẩm Hồng Kông 2011). Paydar và cộng sự (2013) đưa ra giả thuyết rằng các nguồn nitrit và nitrat có thể đã được bắt nguồn từ amoniac thông qua quá trình lên men kỵ khí bằng vi khuẩn Nitrobacter.

Nitrit và nitrat được tạo ra thông qua quá trình nitrat hóa. Nitrat hóa là quá trình chuyển đổi amoniac thành nitrat được thực hiện chủ yếu bởi vi khuẩn sống trong đất và các vi khuẩn nitrat hóa khác (phản ứng như hình bên dưới).



Theo Fritz Industries (2012), vi khuẩn nitrat hóa nhạy cảm với ánh sáng, đặc biệt là ánh sáng mờ và tia cực tím. Sau khi chúng tạo thành quần thể trên bề mặt có ánh sáng này, tổ yến sẽ không chứa nhiều hàm lượng nitrit và nitrat.

b) Ảnh hưởng của Nitrit

Nitrit đã được sử dụng như một chất bảo quản thực phẩm và chất chống độc tố trong công nghiệp thực phẩm, để ngăn sự phát triển của vi sinh vật. Tuy nhiên, mức độ của nó được kiểm soát chặt chẽ để ngăn ngừa ngộ độc thực phẩm, vì nitrit có thể phản ứng với chất thứ cấp amin trong các sản phẩm thực phẩm hoặc trong hệ thống tiêu hóa để tạo thành nitrosamine, một nhóm hợp chất gây ung thư (DSM 2011). Một tác dụng phụ khác là nitrit có thể oxy hóa huyết sắc tố trong máu và khiến nó không thể mang oxy đến các mô cơ thể, do đó bệnh nhân có thể phát triển màu xanh hoặc tím và tình trạng này được gọi là bệnh thiếu máu methemoglobin (methemoglobin anemia). Lượng nitrit quá mức cũng có thể khiến các bà mẹ mang thai có nguy cơ sinh non cao do thiếu oxy trong máu (DSM, 2011).

Nitrat luôn hiện diện dưới dạng natri nitrat, dạng ổn định hơn nhưng có xu hướng bị oxy hóa thành nitrit trong điều kiện tồn tại hoạt động của vi khuẩn và oxy. Vì vậy, cả nitrat và nitrit phải được theo dõi để đảm bảo chất lượng và an toàn của các sản phẩm thịt cũng như các sản phẩm thực phẩm khác. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đã ban hành lượng tiêu thụ hàng ngày tối đa cho phép của nitrat và nitrit lần lượt là 3,7 mg và 0,07 mg /kg trọng lượng cơ thể. Tiêu chuẩn kiểm soát hạn chế Nitrit của WHO ở mức 30 ppm dựa trên tiêu chuẩn tổ yến MS 2334:2010 và cũng phù hợp với Quy định Thực phẩm năm 1985.

c) Các phương pháp giảm hàm lượng Nitrit và Nitrat trong tổ yến

Paydar và cộng sự (2013) phát hiện ra rằng môi trường vi mô của tổ yến (trong nhà hoặc hang động) đóng vai trò quan trọng trong sự phổ biến của nitrit và nitrat. Phân chim yến nhà có hàm lượng nitrit và nitrat thấp hơn so với phân chim trong hang, do trong hang có phân chim hoặc phân dơi trộn lẫn với các vật liệu hữu cơ khác giàu nitrit và nitrat. Dữ liệu nghiên cứu của Paydar và cộng sự (2013) đã cung cấp bằng chứng rằng tổ yến từ các hang động thường chứa nồng độ nitrit và nitrat cao hơn so với tổ trong nhà yến, do hầu hết những người vận hành đều dọn dẹp nhà yến của họ thường xuyên bằng cách loại bỏ đất từ chim.

Thường xuyên dọn dẹp phân chim được khuyến nghị để bảo đảm thông gió thoáng đảng và thu hoạch tổ nhanh chóng khi nó đã hình thành. Đây là những cách khả thi để kiểm soát hàm lượng nitrit và nitrat trong tổ yến (Paydar và cộng sự, 2013).

Bằng phương pháp phân tích protein, người ta đã phân lập được một loại protein từ tổ yến màu đỏ, được xác định là nitrat reductase có nguồn gốc từ vi khuẩn, và enzyme này chuyển nitrat thành nitrit trong tổ yến. Bổ sung chất ức chế đặc hiệu nitrat reductase đã loại bỏ thành công sự hình thành nitrit trong tổ yến.

Chan (2013) cũng điều tra hiệu quả của phương pháp nấu tổ yến truyền thống để loại bỏ nitrit. Có đến 98% nitrit đã được loại bỏ trong bước đầu ngâm tối thiểu 1 giờ (yến nuôi) và 6 giờ (yến hoang). Nước dùng để ngâm tổ yến cũng phải được thay một hoặc hai lần trong quá trình ngâm. Việc loại bỏ thêm nitrit từ tổ yến sau khi nấu cũng đã được quan sát.

Thay đổi màu sắc trong tổ yến

Một vấn đề lớn khác liên quan đến việc chế biến là tổ yến khô đã làm sạch bị đổi màu trầm trọng. Sau khi làm sạch và sấy khô, tổ yến bị ngả vàng gây khó chịu cho người tiêu dùng. Ngành công nghiệp thường khắc phục vấn đề này bằng cách sử dụng chất tẩy trắng dựa vào hóa chất, nguy hiểm cho sức khỏe. Điều kiện chế biến không đúng như nhiệt độ cao và thời gian xử lý kéo dài làm cho tổ yến đổi màu nghiêm trọng (Law và cộng sự 2011). Do đó, cần đưa ra phương pháp chế biến phù hợp để tránh bị phản ứng nâu hóa và do đó loại bỏ được vấn nạn tẩy trắng tổ yến hiện nay.

Phương pháp sấy truyền thống trong ngành công nghiệp tổ yến

Quá trình xử lý sau thu hoạch các sản phẩm nông nghiệp, thảo dược, thực phẩm và vật liệu sinh học thường có yêu cầu làm khô để giảm hoạt độ nước xuống mức an toàn để bảo quản. Tương tự như vậy, trong ngành công nghiệp tổ yến, việc sấy khô cũng cần thiết để giảm hoạt độ nước cho các mục đích tương tự nói trên. Vì tổ yến có chứa các thành phần hoạt tính như glycoprotein và yếu tố tăng trưởng biểu bì (EGF) nhạy cảm với nhiệt (Konga và cộng sự 1987), chế biến tổ yến ở nhiệt độ quá cao sẽ tổn hại cho việc lưu giữ các thành phần có hoạt chất sinh học này (Law và cộng sự 2008).

Sự xuống cấp quá mức của các thuộc tính chất lượng, chẳng hạn như màu sắc, chất dinh dưỡng và hương vị có thể xảy ra do tiếp xúc lâu với nhiệt độ sấy cao (Zhang và cộng sự 2005). Thời gian làm khô điển hình của tổ yến bằng phương pháp này là 4-12 giờ tùy thuộc vào nhiệt độ hoạt động (Law và cộng sự 2011). Khi sấy dùng không khí nóng, thể tích tổ yến thường giảm kèm theo sự nhăn nheo, biến dạng cho thấy tổ yến có bị suy sụp. Có thể quan sát thấy sự giảm đáng kể về thể tích và độ xốp trong quá trình sấy bằng không khí nóng khi khung chất rắn của tổ yến không còn có thể hỗ trợ trọng lượng của chính nó, và điều này làm tăng độ giòn của tổ yến (Jankovic 1993; Krokida và Maroulis 1997; Ratti 1994).

Đến nay, *sấy đông khô (thăng hoa)* là phương pháp làm khô phổ biến trong công nghiệp tổ yến, và được xem như phương pháp sản xuất các sản phẩm chất lượng cao so với các phương pháp khác (Ratti 2001). Quá trình sấy này giữ nguyên bản đặc điểm của tổ yến, bao gồm chất dinh dưỡng, kết cấu, màu sắc, hương vị và hình dạng (Ratti 2001; Ismail 2013). Tuy nhiên, sấy đông khô là quá trình tốn kém nhất, có thể làm tăng chi phí vốn trong quá trình chế biến.

Theo Flink (1977b) và Judge và cộng sự (1981), phân bố *chi phí năng lượng* để làm đông là 4%, tạo chân không là 26%, thăng hoa là 45% và ngưng tụ là 25% trong sấy đông khô. Các cải tiến mới là cần thiết để nâng cao quá trình truyền nhiệt trong giai đoạn thăng hoa, rút ngắn thời gian sấy khô để giảm việc sử dụng chân không và tránh sử dụng thiết bị ngưng tụ (Flink 1977b; Judge và cộng sự 1981).

BẢO ĐẢM TÍNH BỀN VỮNG CHO CÔNG NGHIỆP TỔ YẾN

Việc bảo đảm duy trì và bảo vệ ngành công nghiệp tổ yến của Malaysia được hướng dẫn bởi các tiêu chuẩn Malaysia. Đến nay, Cục Tiêu chuẩn Malaysia đã phát triển năm tiêu chuẩn để áp dụng cho khu vực sản xuất tổ yến, đó là: Tiêu chuẩn (TC) MS 2334: 2011- Đặc điểm kỹ thuật của tổ yến; TC MS 2333:2010- Thực hành sản xuất tốt (*Good Manufacturing Practices - GMP*) để chế biến nguyên liệu tổ yến thô không sạch và tổ yến thô sạch; TC MS 2273:2009 - Thực hành chăn nuôi tốt (*Good Animal Husbandry Practices - GAHP*) về nuôi trồng tổ yến và cơ sở nuôi trồng; TC MS 2503: 2012- Thực hành chăn nuôi tốt đối với việc nuôi tổ yến trong hang động; và Thực hành sản xuất tốt cho sản phẩm tổ yến. Chính phủ đang nhấn mạnh vào việc tuân thủ thực hành chăn nuôi tốt cho các cơ sở, và quy tắc vàng của GMP về chế biến (Fadzilah 2013).

Quy trình *thách thức nhất* trong chế biến tổ yến là *làm khô*. Quá trình làm khô tổ yến thô không sạch phải được thực hiện trong điều kiện môi trường sấy khô có kiểm soát ở nhiệt độ không cao hơn 60°C để tránh mất mát các hoạt tính hoặc phân tử sinh học quan trọng trong tổ yến (Cục Dịch vụ Thú y 2009). Áp dụng việc ngâm, rửa và sấy khô quá mức trong quá trình chế biến có thể dẫn đến mất mát các phân tử sinh học hòa tan trong nước và nhạy cảm với nhiệt. Vì vậy, việc thực hiện phương pháp chuẩn hóa định lượng là cần thiết để bảo đảm chất lượng của sản phẩm tổ yến.

XU HƯỚNG SẤY TƯƠNG LAI TRONG CÔNG NGHIỆP TỔ YẾN

Sấy nhiệt độ thấp

Law và cộng sự (2011) đã nghiên cứu tiềm năng của không khí đã rút ẩm ở nhiệt độ 26°C và 27% RH (RH: ẩm độ tương đối không khí) trong việc nâng cao và giảm thiểu sự đổi màu sắc của tổ yến đã làm sạch. Phương pháp này đã được so sánh với sấy không khí nóng thông thường ở nhiệt độ 50°C-90°C và 2-24% RH. Kết quả cho thấy các mẫu tổ yến sấy ở nhiệt độ thấp mất khoảng 9 giờ để đạt được độ ẩm cân bằng và tổng thay đổi màu sắc là thấp nhất so với các phương pháp làm khô khác. Người ta cũng thấy sự thay đổi màu sắc của các mẫu nhạy cảm với nhiệt độ, đặc biệt là trong năm giờ đầu tiên sấy khô. Do đó, nhiệt độ thấp đặc biệt được khuyến nghị ở giai đoạn sấy ban đầu.

Xử lý nhiệt độ thấp được báo cáo là đã tạo ra chất lượng tốt ở nấm linh chi khô (Chin và Law 2010), lát quả da rắn (salak) khô (Ong và Law 2011), hồng xiêm cắt hạt lựu khô (Chong và Law 2010) và mít tố nữ khô (Chong và cộng sự 2008), xét về sự lưu giữ các hoạt tính sinh học và thay đổi màu sắc. Do đó, không khí ở nhiệt độ thấp đã rút ẩm là một môi trường sấy khô thích hợp cho tổ yến chứa các hoạt chất sinh học nhạy cảm với nhiệt (Law và cộng sự 2011).

Sấy hồng ngoại gián đoạn

Sấy hồng ngoại dựa trên nguyên tắc giống như sấy thông thường. Beary (1988) và Ginzburg (1969) đã gợi ý rằng bức xạ hồng ngoại hoạt động theo chế độ không liên tục có thể được áp dụng làm khô vật liệu sinh học nhạy cảm với nhiệt. Hiệu quả làm khô cũng có thể được tăng lên bằng cách sử dụng bức xạ kết hợp với đối lưu. Trong nhiều trường hợp, cách xử lý dùng bức xạ không liên tục có thể làm giảm thời gian làm khô một cách hiệu quả và do đó giảm

lượng năng lượng cần thiết. Chất lượng của các sản phẩm sấy khô cũng tốt hơn, đặc biệt là trong việc làm khô các vật liệu nhạy cảm với nhiệt (Chua và Chou 2005; Ginzburg 1969).

Paakkonen và cộng sự (1999) đã chỉ ra rằng sấy hồng ngoại gián đoạn có thể cải thiện chất lượng của các loại thảo mộc, trong khi Dontigny và cộng sự (1992) đã chứng minh việc sấy khô hỗn hợp than chì bằng tia hồng ngoại không liên tục có thể làm tăng tốc độ sấy đáng kể. Zbicinsky và cộng sự (1992) đã nghiên cứu rằng phương pháp sấy bằng không khí đối lưu kết hợp với hồng ngoại, và phương pháp sấy bức xạ hồng ngoại gián đoạn kết hợp với không khí đối lưu phù hợp với các vật liệu nhạy cảm với nhiệt. Các nhà nghiên cứu khác như Dostie và cộng sự (1989) và Carroll và Churchill (1986) cũng đã báo cáo thời gian sấy ngắn hơn với chất lượng sản phẩm được cải thiện khi dùng sấy hồng ngoại gián đoạn. Hiện nay, sấy gián đoạn là một trong những giải pháp kỹ thuật cho vấn đề này, vì sự gián đoạn áp dụng trong quá trình sấy gián đoạn cho phép đủ thời gian để độ ẩm chuyển từ trung tâm ra bề mặt trong giai đoạn ủ. Kết quả là sự suy giảm chất lượng, thiệt hại nhiệt cho bề mặt và lãng phí năng lượng nhiệt có thể được giảm thiểu một cách hiệu quả (Chandan và Mohamad 2014). Putrato và cộng sự (2011) cho rằng sấy gián đoạn có thể giảm thời gian sấy và sử dụng không khí sấy hiệu quả, do đó làm giảm tiêu thụ năng lượng.

KẾT LUẬN

Vấn đề chính liên quan đến việc chế biến tổ yến là *tỷ lệ hàm lượng nitrit* cao trong tổ yến do nhiệt độ sấy cao và thời gian chế biến lâu. Sự thay đổi màu sắc không mong muốn (mức độ vàng) thường thấy trong tổ yến khô, và trong một số trường hợp việc dùng chất tẩy trắng nguy hiểm được sử dụng để sửa đổi hình thức sản phẩm. Do đó, cần phải áp dụng phương pháp sấy phù hợp để chế biến tổ yến tại nhiệt độ dưới điểm tới hạn gây ra sự thay đổi màu không mong muốn, và có thể hoàn thành trong khoảng thời gian ngắn nhất, đồng thời duy trì chất lượng và độ an toàn của tổ yến ở hàm lượng nitrit dưới 30 ppm.

Lược dịch: **Nguyễn Lê Hưng**

6 Lò đốt trấu ghi hình nón dùng cho máy sấy hạt

Nguồn: Phan Hieu Hien, G.R. Quick, I.E. Cruz 1993. *Conical grate rice husk combustor for grain drying*. Philippine Engineering Journal, Vol.14 (1993), N^o2.

< <https://www.journals.upd.edu.ph/index.php/pej/article/view/8121> >

Dẫn nhập

Ở các nước Đông Nam Á như Việt Nam và Philippines, dùng máy sấy nông sản thu hoạch trong mùa mưa là yêu cầu cấp thiết. Tỷ lệ hạt lúa hư hỏng do thời tiết xấu nằm trong khoảng 10- 30%. Dù có sẵn nhiều công nghệ sấy, nhưng chậm áp dụng máy sấy ở các nước đang phát triển ^{#1}. Lý do đã được nhiều nghiên cứu kinh tế chỉ ra, đó là chi phí sấy. So với phơi lúa ở Việt Nam và Philippines chỉ tốn khoảng 1% giá trị hạt lúa, chi phí sấy bằng máy từ 4 đến 15%. Sai biệt khá lớn, làm cho ưu điểm của sấy máy không xóa được rủi ro do phơi vào mùa mưa. Có hai cách để giảm chi phí sấy:

(a) Giảm chi phí khấu hao: Đòi hỏi máy có năng suất sấy cao, nhưng giá rẻ, vì nông dân cần máy sấy không quá 40 ngày/năm. Đây là một vòng lẩn quẩn: Nếu chi phí sấy cao, nông dân xem máy sấy như là thiết bị cứu hộ, nghĩa là chỉ dùng khi mưa bão kéo dài “hoặc cứu được hoặc mất hết”. Nếu chỉ dùng vài ngày, chi phí khấu hao sẽ cao, lại tăng chi phí sấy cao thêm...

Ở Việt Nam, các máy sấy vĩ ngang 4-10 tấn/mẻ, được áp dụng nhiều với khoảng 250 máy vào năm 1991, có vẻ đáp ứng được yêu cầu giảm khấu hao, coi như là “kinh tế quy mô, economy of scale”

(b) Giảm chi phí năng lượng: Có thể thấy điểm này qua việc nông dân Philippines không sử dụng máy sấy đốt bằng dầu hôi (kerosene) dù Chính phủ nước này đã quảng bá hàng trăm máy. So sánh 01 Lit dầu hôi giá 0,32 USD ^{#2} nhiệt trị 36 MJ, và 1 kg sinh khối giá 0,004 USD, nhiệt trị 14 MJ, dễ dàng thấy rằng 1 đơn vị nhiệt từ dầu hôi đắt gấp 31 lần nhiệt từ sinh khối.

Trong các sinh khối để sấy lúa, trấu có sẵn dồi dào nhất. Ở Philippines, có khoảng 1,6 triệu tấn trấu được sản sinh hàng năm, như là phụ phẩm của các nhà máy xay xát (tính bằng 20% sản lượng lúa). Ở Việt Nam, lượng trấu nhiều gấp đôi (3,2 triệu tấn/năm).

^{#1} [ND]: Dữ liệu ≈1990.

^{#2} Qui đổi theo thời giá: 1 USD = 25 peso (Philippines)

Trấu được coi như nhiên liệu miễn phí; thường thấy hàng đống trấu cạnh nhà máy xay xát hay đổ rải dọc các con lộ. Thực tế phải tính đến phí chuyên chở trấu từ nhà máy xay đến nơi đặt máy sấy (ở Philippines, khoảng $0,01 \text{ peso}/(\text{km.kg}) = 0,4 \text{ USD}/(\text{km.tấn})$).

Vấn đề là thiết kế lò đốt trấu có hiệu suất nhiệt cao, phù hợp với yêu cầu sấy lúa, nhưng khá đơn giản để giảm chi phí khấu hao; vấn đề này thách thức các nhà khoa học, là mục tiêu của nghiên cứu này. Thiết kế phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- (1) Lượng tiêu thụ trấu phù hợp với yêu cầu sấy, nghĩa là khoảng 20-50 kg/giờ cho các máy sấy năng suất 4- 6 tấn/mẻ.
- (2) Có thể hoạt động liên tục khoảng 8 giờ.
- (3) Hoạt động không bị trở ngại như trấu đóng vón cục (caking), trấu đóng vòm (channeling).
- (4) Đơn giản, có thể được chế tạo tại các xưởng cơ khí nhỏ ở nông thôn. Truyền động cơ khí đơn giản đồng nghĩa với ít bị hư hỏng, độ tin cậy cao, rất quan trọng trong mùa sấy ngắn.
- (5) Khá nhẹ, để có thể đi theo máy sấy cơ động (là đề tài nghiên cứu đồng thời ở IRRI).
Ví dụ: lò đốt theo máy sấy 4 tấn/mẻ, tiêu thụ 25 kg trấu/giờ, không nặng quá 300 kg.
- (6) Bền bỉ và đáng tin cậy.

Tham khảo tài liệu cho thấy có các hệ thống đốt trấu sau (với các ưu nhược điểm, các đặc điểm thiết kế):

-Đốt trấu **trực tiếp**: •Lò đốt IRRI BD2, ghi ngang ([Hình 6](#)); •Lò đốt ghi nghiêng của Viện Công nghệ Ấn Độ ITT; •Lò đốt xy-clon nằm ngang của ITT; •Lò đốt xy-clon của Padiscor, nhà sản xuất ở Philippines; •Lò đốt xoáy (vortex) của Sukup, công ty Mỹ ([Hình 1](#)).

-Đốt trấu **hóa ga** (Gasifier combustor); •Lò đốt IRRI (hợp tác với Bộ Nông nghiệp Philippines); •Lò đốt ITDI-DOST (của Viện Kỹ thuật Công nghiệp ITDT, thuộc Bộ Khoa học-Công nghệ Philippines).

Thiết kế

Sau các thử nghiệm thăm dò với các lò đốt IRRI BD2 và ITDI-DOST, đã thiết kế chế tạo hai mẫu lò đốt sau:

I) **Mẫu thứ nhất: Lò đốt xoáy đồng tâm (Concentric vortex combustor):**

Chọn kiểu lò này vì khả năng cháy trộn vụn. Tham khảo mẫu lò Sukup ([Hình 1](#)) nhưng cần thiết kế truyền động đơn giản hơn. Đã chế tạo mẫu lò đốt trấu 25 kg/h vào tháng 5-1992 ([Hình 2](#)). Cung cấp trấu từ vít xoắn được truyền động dây đai 2 cấp từ trục quạt. Cung cấp không khí qua các đoạn ống bố trí quanh vách lò hình trụ. Ống không khí thứ cấp hơi dốc xuống, tạo luồng gió xoáy, hòa trộn với chất bốc từ nhiên liệu, cháy và đồng thời phân ly bụi tro ly tâm vào vách lò; tro rơi trở xuống. Khí cháy được hút vào quạt sau khi hòa trộn một phần với không khí trời. Tro thỉnh thoảng được cào ra bằng thủ công.

So với lò Sukup, thiết kế này đơn giản hơn, nhưng vẫn cần truyền động 2 cấp, và tháo tro thủ công. Cần cải tiến các chi tiết này để vận hành thuận tiện và đơn giản hơn.

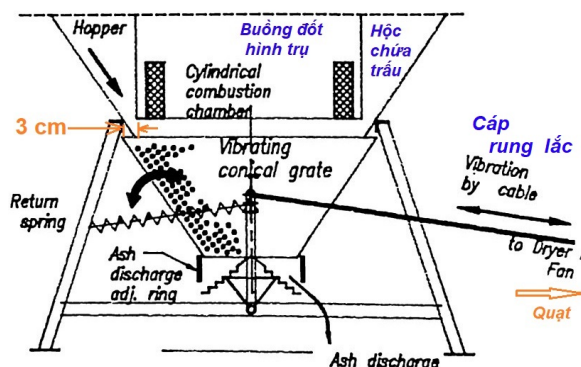
lay động khối trấu và đưa trấu chảy xuống. Khác với ghi cố định của bếp trấu được khoan lỗ $\Phi 9$ mm, ghi rung được khoan lỗ $\Phi 4$ mm để trấu chưa cháy không lọt qua lỗ.

Để điều chỉnh lượng tháo tro, ngoài việc thay đổi cường độ rung lắc của cơ cấu, còn có thêm vòng điều chỉnh (ash discharge adjusting ring, Hình 5) thay đổi khe hở để tro thoát ra.

Tính toán buồng đốt xoáy hình trụ tương tự như thiết kế thứ nhất.

Do không có số liệu thiết kế về ghi hình nón, nên đã thử nghiệm sơ bộ. Dựa theo mẫu bếp trấu đốt 1,5 kg/h (Hình 4), đã thiết kế một bếp lớn hơn, đốt 4,0 kg/h, với tính toán dựa trên lò đốt sinh khối ghi nghiêng (Gherzoi 1958).

Lập quan hệ đồng dạng hình học và nhiệt của hai bếp trấu trên, và ngoại suy cho kích thước ghi lò hình nón đốt 25-30 kg/h.

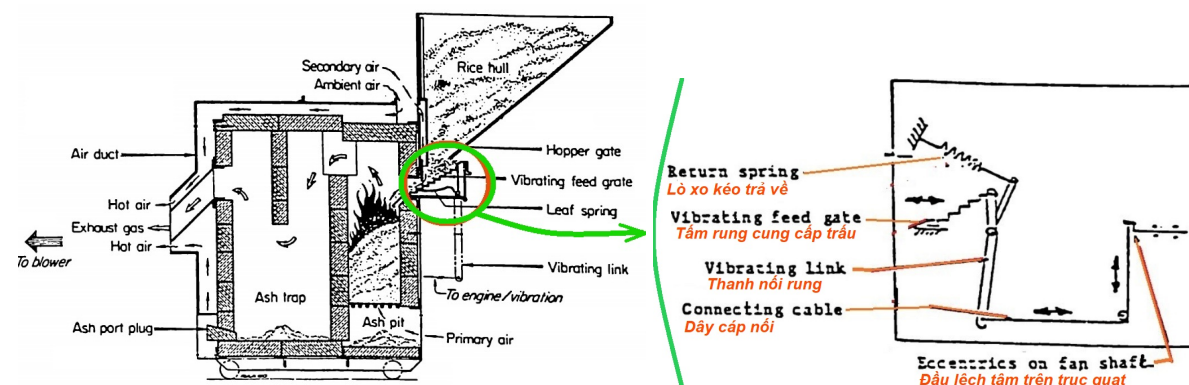


Hình 5. Cơ cấu rung lắc bằng dây cáp của ghi lò đốt hình nón “JB” (Hien 1993)

Vibrating conical grate: Ghi nón rung.

Return spring: Lò xo kéo trả về.

Ash discharge ring: Vòng điều chỉnh lượng tháo tro.



Hình 6. Lò đốt IRRI-BD2 với cơ cấu rung lắc bằng dây cáp (IRRI 1979)

Tóm tắt, lò này (đặt tên “JB”) dùng cho các thí nghiệm, được dựa trên 3 ý tưởng: • ghi lò hình nón của bếp trấu dùng ở Việt Nam; • cơ cấu rung lắc của lò đốt BD2 của IRRI ở Philippines; và • buồng đốt xoáy đồng tâm xuất phát từ Đại học Iowa State ở Mỹ.

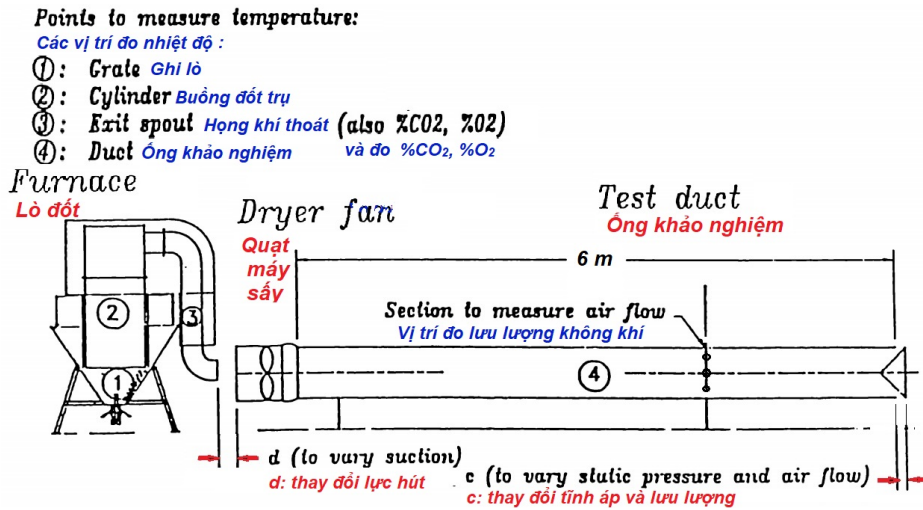
Thực nghiệm

Đã chế tạo giàn khảo nghiệm (test rig) để đo lưu lượng, áp suất, và nhiệt độ không khí vào quạt (Hình 7) giả lập luồng không khí sấy đi vào bể sấy. Đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt-K và ghi lưu với OmniData Polycorder.

Dùng quạt của máy sấy BD-2 nhưng với tốc độ quay 2400 vòng/phút (thay vì nguyên gốc 2000 rpm) để tạo lưu lượng không khí phù hợp với yêu cầu của lò đốt. Hình 8a là đường đặc tính cân chuẩn của quạt này.

Hàm lượng $\%CO_2$ và $\%O_2$ được đo bằng dụng cụ Orsat.

Đo suất tiêu thụ trấu bằng cách cân khối lượng trấu trong một thời gian đốt nhất định (thời gian tính từ 1 phút sau khi châm lửa đến khi tắt cả tro được xuống hộc chứa tro).



Hình 7. Giàn khảo nghiệm cho lò đốt “JB”

Hiệu suất nhiệt %Eff (Thermal efficiency) tính theo Định luật I Nhiệt động học:

$$\%Eff = \left[1 - \left(\frac{Q_{\text{loss}}}{L_{\text{hv}}} \right) \right] * 100$$

với

$$Q_{\text{loss}} = H_P - H_R$$

Q_{loss} = Hao tổn nhiệt của lò đốt (Heat loss).

H_P = Enthalpy của các chất phản ứng (Reactants).

H_P = Enthalpy của các sản phẩm của phản ứng (Products), kể cả các chất rắn, như Tro (SiO₂) và Carbon chưa cháy, với nhiệt dung như than graphite.

L_{hv} = Nhiệt trị thấp của trấu.

Có thể viết lại Phương trình I Nhiệt động học theo các biến số cần nghiên cứu, gồm: %Không khí dư E_x (Excess air), %Carbon chưa cháy U_c (Unburnt carbon), Hao tổn nhiệt Q_{loss} , và Nhiệt độ phản ứng T_f (Reaction temperature)

$$f(E_x, U_c, Q_{\text{loss}}, T_f) = 0$$

hoặc
$$Q_{\text{loss}} = f(E_x, U_c, T_f)$$

Nhiệt độ T_f được đo thực tế; E_x tính từ %CO₂ và O₂ đo với Orsat; U_c là hàm số của T_f và thời gian phản ứng, lấy theo số liệu trên nghiệm của Singh et al (1981) và phương trình hồi qui:

$$Y = 55,265445 - 0,076530 * X1 - 0,172297 * X2 + 0,0000301 * X1^2 + 0,0005356 * X2^2 + 0,000035 * X1 * X2. \quad [R^2 = 0,77]$$

với:

$X1$ = Nhiệt độ cháy, K (kelvin)

$X2$ = Thời gian lưu trú cháy nhiên liệu, phút.

Y = %Carbon chưa cháy.

Thời gian lưu trú cháy $X2$ được ước lượng theo hai cách: (1) Tính từ lượng trấu chảy xuống trên khoảng dài của ghi lò; (2) Quan sát thời gian từ khi các mảnh trấu cuối đi vào ghi đến khi tro được tháo hết. Cả hai cách này đều có kết quả thời gian lưu trú khoảng 10- 15 phút.

Đã thảo chương với QuickBASIC 4.5 để thực hiện nhanh các tính toán trên.

Hiệu suất khí sấy %Eff_{dry} (Drying air efficiency) phản ánh lượng nhiệt truyền từ nhiên liệu qua không khí sấy:

$$E_{dry} (\%) = \frac{M_{air} * C_p * (T_d - T_a)}{M_f * L_{hv}} * 100$$

với: M_{air} = lưu lượng khối của không khí sấy, kg /s.

M_f = lưu lượng khối của nhiên liệu, kg /s.

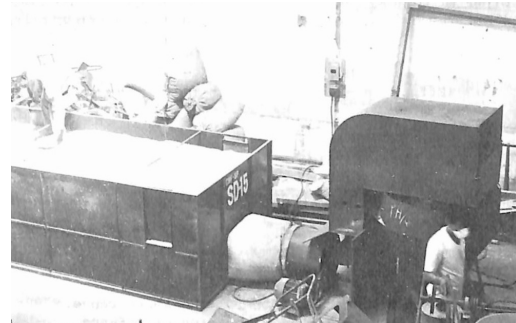
T_0 = nhiệt độ không khí lúc đầu (trong khoảng 25-30 °C).

T_d = nhiệt độ không khí sấy (trong khoảng 40-70 °C).

C_p = nhiệt dung riêng trung bình = 1,006 kJ/(kg.K) với khoảng nhiệt độ trên.

L_{hv} = nhiệt trị thấp của trấu thực sử dụng
(tính từ nhiệt trị cao và khô 13 900 MJ/kg, và ẩm độ trấu 10%)

Đã thực hiện 04 mẻ sấy vào các ngày 5, 10, 13, 19 tháng 11-1992, sử dụng bể sấy chứa 1,5 tấn; mục đích khảo nghiệm khả năng của lò đốt trong liên tục 6 giờ, theo yêu cầu từ các máy sấy vĩ ngang (Hình 8b).



Hình 8b. Thí nghiệm sấy lúa với lò đốt trấu ghi hình nón

Kết quả và Thảo luận

Ảnh hưởng của Không khí dư ^{#3}

(a) Nhiệt độ trong buồng đốt trụ (T_{cyl}) giảm khi %Không khí dư (X_e) tăng (Hình 9). Thể hiện nhiệt độ này bằng phương trình hồi qui:

$$T_{cyl} = 1245,8 - 2,2476 * X_e \quad [\text{với hệ số xác định } r^2 = 0,85].$$

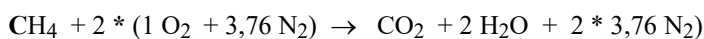
(b) %Không khí dư (X_e) tăng thì Hiệu suất chuyển đổi carbon (% $C_{convert}$) giảm (Hình 10) theo phương trình hồi qui: % $C_{convert} = 95,30 - 0,03964 * X_e$ [$r^2 = 0,85$]

với định nghĩa: % $C_{convert} = 100 - \%U_c$

và % $U_c =$ tỷ lệ %Carbon chưa cháy (Unburnt carbon).

Kết quả theo phương trình trên phù hợp với kết quả phân tích U_c sau các khảo nghiệm.

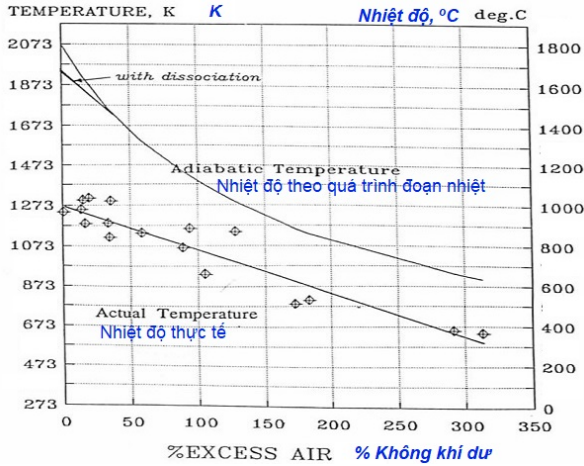
^{#3} Định nghĩa %Không khí dư (%Excess air): Ví dụ đốt methane CH_4 :



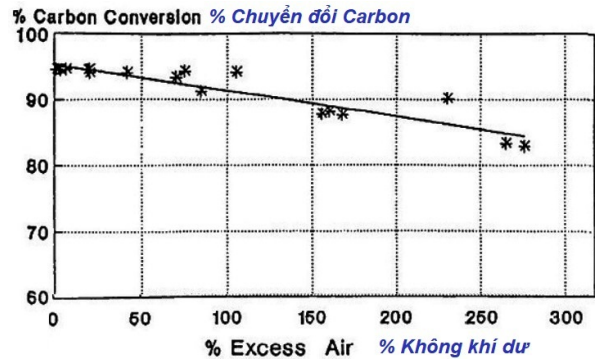
16 kg CH_4 tác dụng với $2 * (4,76 * 22,4 m^3) = 212,2 m^3$ không khí (KK).

Đây là lượng KK lý thuyết, ứng với Tỷ số $R = 1$ hay 0%Excess air ($X_e = 0\%$).

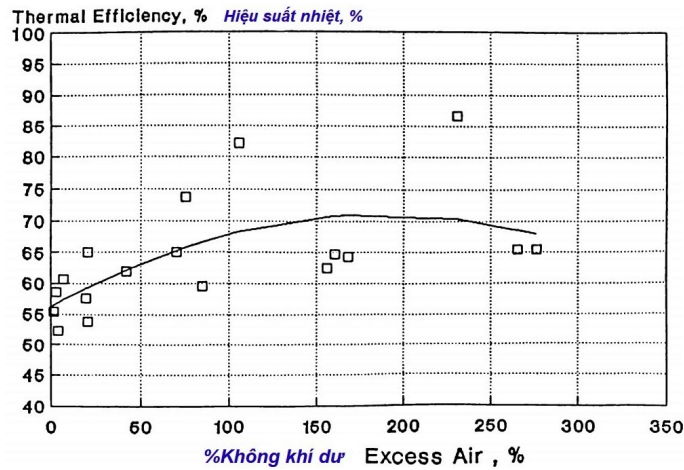
Thực tế, cần một lượng KK dư (do hòa trộn không trọn vẹn) $R > 1$; ví dụ $R = 1,5$ hay $X_e = 50\%$ KK dư.



Hình 9. Nhiệt độ đoạn nhiệt và Nhiệt độ thực tế là hàm số của %Không khí dư



Hình 10. %Chuyển đổi Carbon thay đổi theo %Không khí dư



Hình 11. Liên hệ giữa Hiệu suất nhiệt và Không khí dư

(c) Ảnh hưởng %Không khí dư đến %Hiệu suất nhiệt %Eff (Hình 11) khá phân tán; tăng hiệu suất khi không khí dư tăng đến 150%. Phương trình hồi qui bậc 2 với liên hệ không chặt:

$$\%Eff = 56,32 + 0,1573 * X_e - 0,00004172 * X_e^2 \quad [r^2 = 0,39]$$

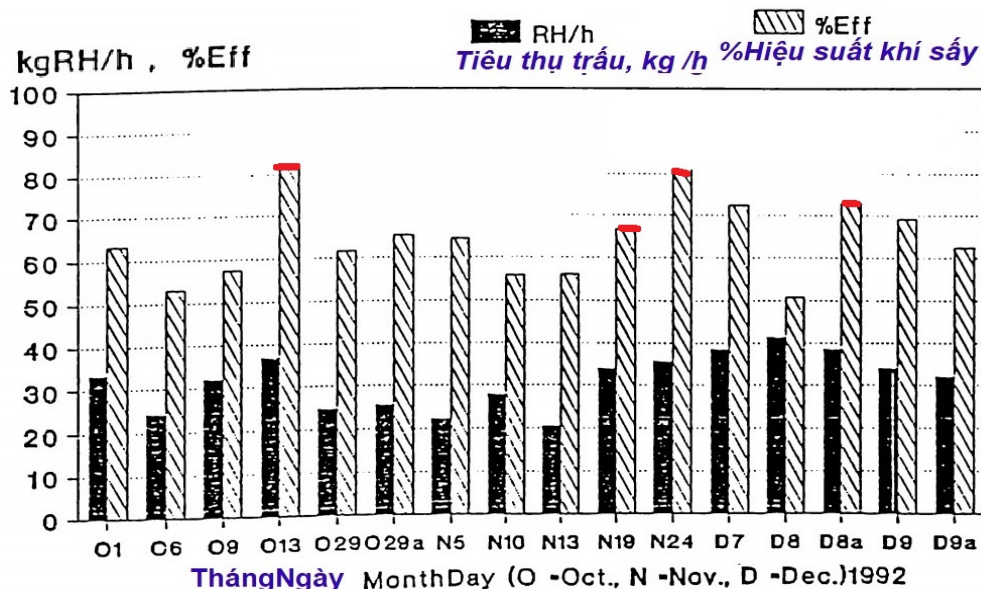
Khi vận hành nồi hơi (boiler) càng nhiều không khí dư càng mất mát nhiệt và giảm hiệu suất. Nhưng với kiểu lò trong nghiên cứu này, tất cả sản phẩm cháy được hòa trộn thành không khí sấy, nên nhiệt trong không khí dư được sử dụng, như thế không làm giảm hiệu suất. Ngoài ra để đốt sinh khối, cần có nhiều không khí dư để hòa trộn tốt với nhiên liệu mới cháy trộn được. Nếu cần nhiệt độ tối thiểu 700 °C (973 K) mới cháy tốt được (theo Rensfelt 1978; Payne 1981) thì %Không khí dư phải dưới 150% (Hình 9). Điều này cũng phù hợp với xu hướng ở Hình 11, hiệu suất nhiệt tăng với lượng không khí dư khoảng 150%.

(d) Xem xét kỹ 3 Hình 9, 10, 11 với biến số %Không khí dư X_e , có thể thấy 2 khoảng số liệu (range) khác nhau. $X_e > 50\%$, các hàm số tăng hoặc giảm khá rõ, Nhưng với $X_e < 50\%$, không thấy rõ liên hệ; nghĩa là trong khoảng này còn có các biến số ảnh hưởng khác, nhất là độ hòa trộn giữa không khí và nhiên liệu. Các kết quả nghiên cứu về đốt sinh khối đến nay đều khuyến cáo $X_e > 50\%$ để hòa trộn tốt và cháy tốt.

Tóm tắt, khoảng biến thiên của $\%X_e$, là 50- 150%, phù hợp để vận hành lò đốt “JB” này.

Hiệu suất khí sấy %Eff_{dry} (Drying air efficiency)

Hình 12 ghi Hiệu suất khí sấy của 16 khảo nghiệm từ 1/10 đến 9/12/1992. Hiệu suất cao với các mẻ được tháo tro đồng đều (13/10, 19/11, 8/12/1992) và mẻ có lượng cung cấp không khí phù hợp từ quạt (24/11-1992). Khoảng cách 130- 150 mm giữa họng thoát của lò đốt và đầu vào của quạt (*d* : Hình 7) là đủ để tạo sức hút.



Hình 12. Tiêu thụ trấu và Hiệu suất khí sấy của các khảo nghiệm lò đốt “JB”

Khả năng của lò đốt cho sấy lúa

Các khảo nghiệm với lưu lượng quạt tối đa 3,4 m³/s đã tăng từ nhiệt độ không khí trời 29 °C lên 57 °C với lượng tiêu thụ trấu trung bình 37 kg/h. Nếu sử dụng quạt có lưu lượng gấp đôi (6,8 m³/h) và đặt vị trí sao cho sức hút cũng cung cấp đủ cho lượng tiêu thụ trấu như trên, thì tính nhiệt độ sấy đạt được T_d như sau:

$$3,4 * (57 - 29) = 6,8 * (T_d - 29)$$

$$\implies T_d = 43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Nhiều tài liệu (Brooker et al 1974; De Padua 1973; IRR 1979; Hien 1991) khuyến cáo dùng nhiệt độ 43 °C với máy sấy vi ngang, để đạt tỷ lệ xay xát ra gạo nguyên cao, và độ nảy mầm cao khi sấy giống; và cũng khuyến cáo suất lượng không khí sấy (“gió”) 1,0 m³/s /tấn hạt.

Vậy lò đốt JB với mức tiêu thụ trấu 37 kg/giờ phù hợp với máy sấy 6 tấn/mẻ và lưu lượng gió 6- 8 m³/s.

Lò đốt này có thể kết hợp với các loại máy sấy khác nếu biết suất lượng gió cần thiết.

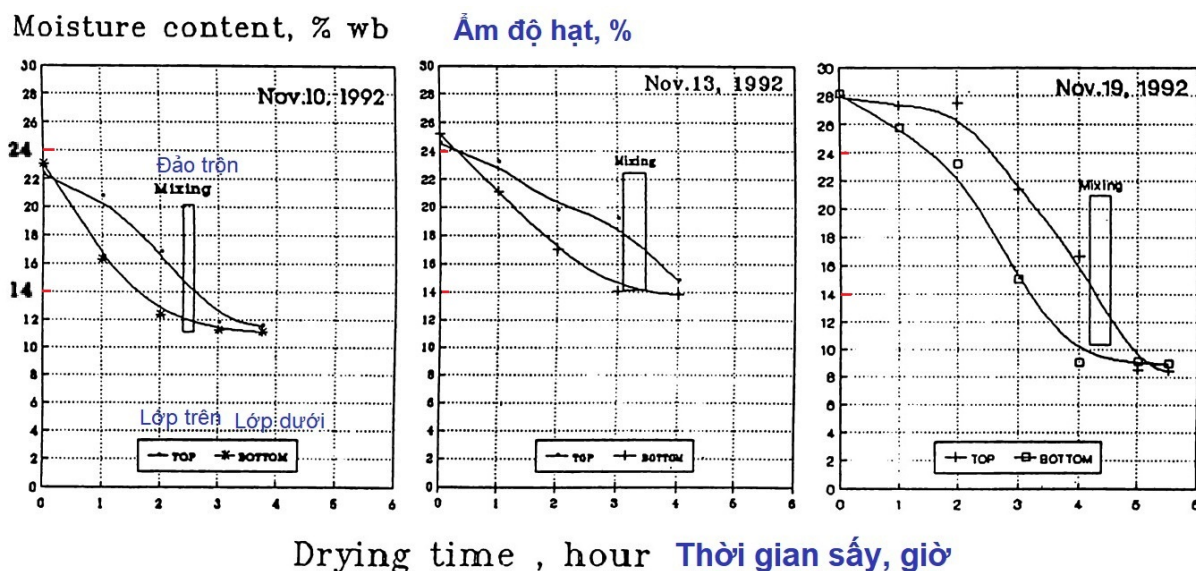
Phát thải muội than mịn (Particulate emission)

Trong lần khảo nghiệm 6 giờ (ngày 13/10-1992) đã thu được 48,5 kg tro ở thùng tro, và 1,5 kg bụi tro bay (fly ash) thu ở cuối ống khảo nghiệm. Vậy tro bay chiếm 3% tổng lượng tro, ứng 570 mg/MJ lượng nhiệt. Lượng tro bay này khá cao so với 160- 210 mg/MJ của các lò đốt củi hoặc củi bấp (Barret 1983) ở Mỹ. Anderson (1985) trích dẫn rằng 390 mg/MJ phát thải muội mịn là số tối đa được luật lệ ở Bang Iowa cho phép, nhưng cũng nói thêm “...đa số lò đốt dùng cho sấy hạt ở các nông trại được miễn trừ không theo luật này...”.

Mức phát thải tro bay cao của lò JB này là một nhược điểm cần khắc phục trong tương lai.

Khảo nghiệm sấy lúa

Hình 13 là đường giảm ẩm của các mẻ sấy, cho thấy lò đốt phù hợp với máy sấy. Với 1- 1,5 tấn hạt trong bể sấy, tốc độ giảm ẩm đạt 2,4- 3,6 điểm%/giờ, tùy thuộc ẩm độ đầu và nhiệt độ sấy. Giữ nhiệt độ không quá 43 °C, chất lượng hạt như đã rõ trong công nghệ sấy, nghĩa là đạt tỷ lệ gạo nguyên cao.



Hình 13. Đường giảm ẩm độ của ba mẻ sấy lúa

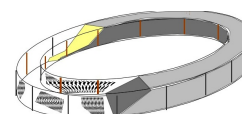
Phân tích tro

Phân tích hàm lượng tro trong tro đen, từ đó tính ra %Carbon chưa cháy (%Unburnt carbon, % U_c) trên cơ sở số liệu các thành phần của trấu.

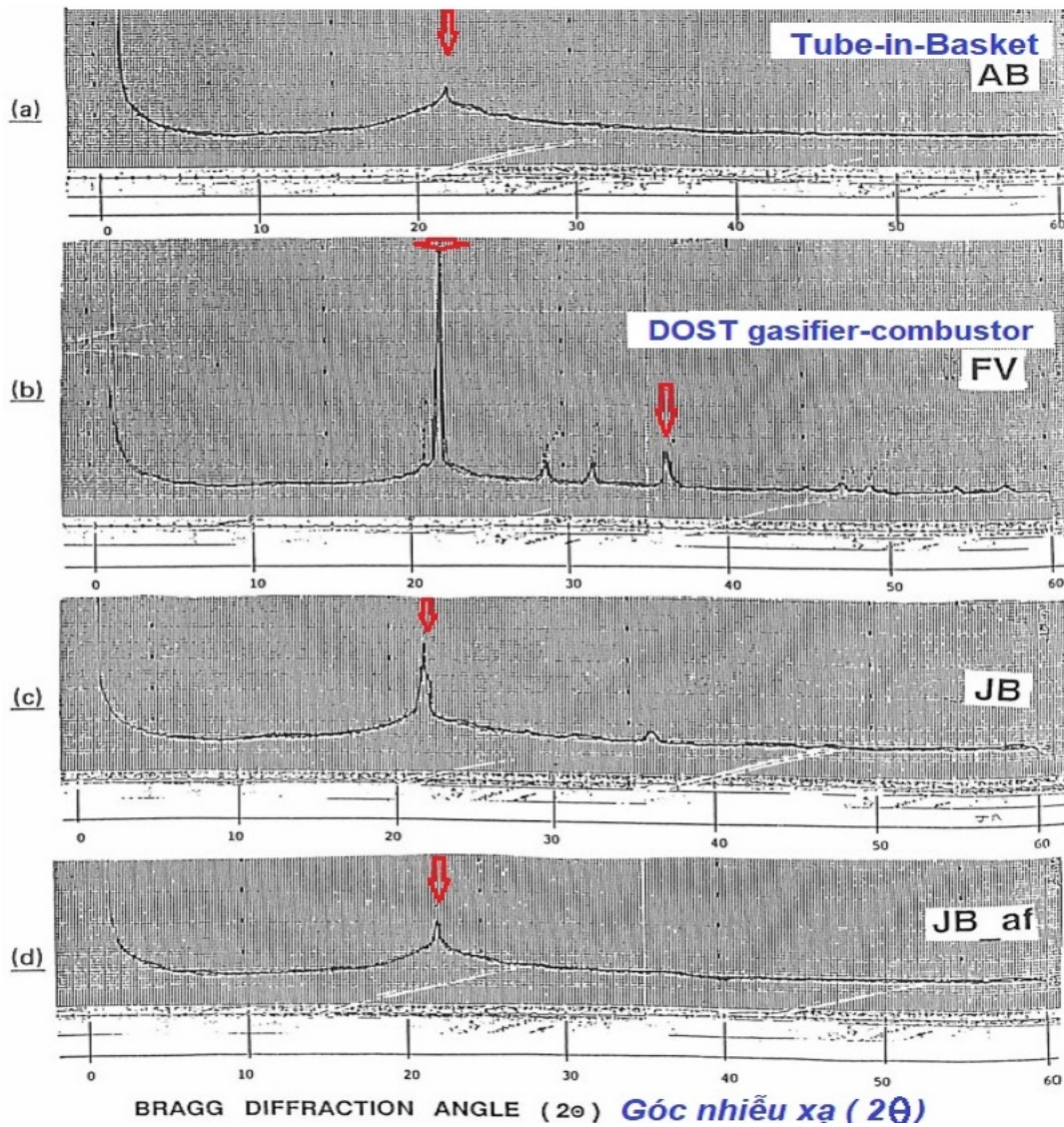
Các khảo nghiệm đạt được U_c thấp 10-16% (hay: %Chuyển đổi carbon cao) khi điều chỉnh đúng lượng tháo tro và đủ lực hút không khí cho quá trình cháy.

Thực hiện phân tích Nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction) tại Phòng Thí nghiệm Vật liệu thuộc Bộ Khoa học-Công nghệ Philippines. Biểu đồ ghi với các mẫu tro từ lò đốt ghi nón cho thấy tro silica dạng vô định hình (*amorphous*, Hình 14 b và c) cũng giống như tro từ cách đốt với “Tube-in-Basket”^{#3} (Hình 14a). Ngược lại, tro từ lò đốt hóa ga DOST (Hình 14b) cho thấy tro silica dạng tinh thể (*crystalline*) và cả tinh thể các khoáng chất khác như oxid phosphor. Các trạng thái vô định hình hay tinh thể phù hợp với đồ biểu nhiệt độ của mỗi thiết bị thí nghiệm (Hình 15a và b) và với các kết quả đã công bố: Nếu tro được giữ ở nhiệt độ 800 °C trong 01 giờ sẽ biến đổi từ vô định hình thành tinh thể.

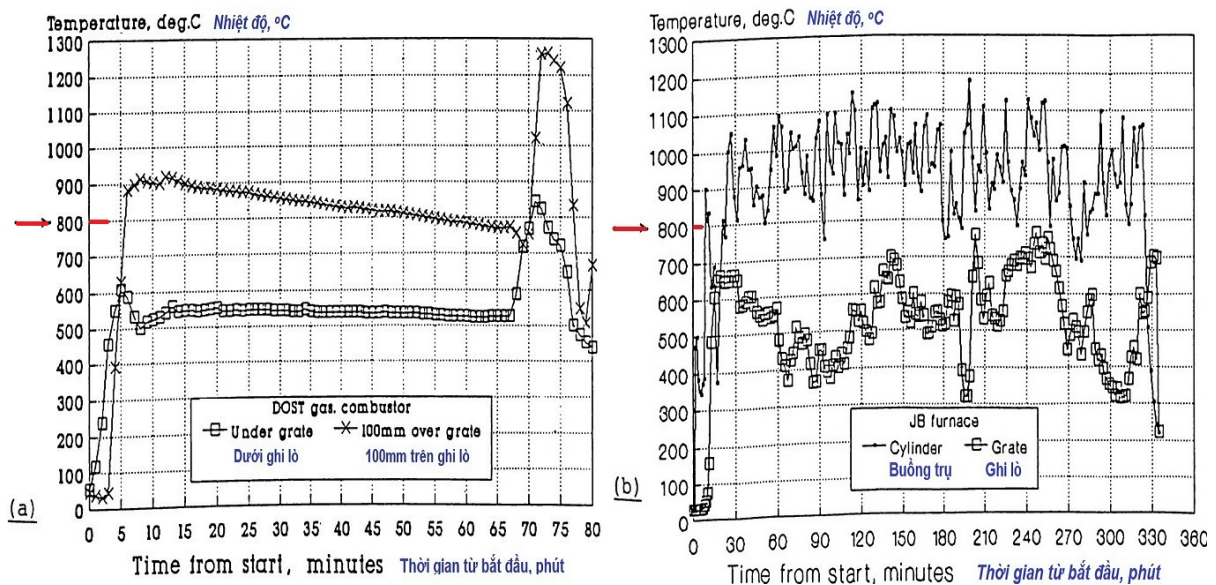
Tro vô định hình được dùng với liều lượng phù hợp thay cho xi-măng để làm bê-tông giá rẻ.



^{#3} [ND] Lò đốt “Tube-in-Basket” đốt trấu cháy chậm (hơn 12 giờ) để thu tro vô định hình. Trấu được chứa trong vòng ống lồng và cháy dần tiến trong ống (Hình)



Hình 14. Đồ biểu tro cấu:
 (a) Lò “Tube-in-Basket” ; (b) Lò đốt khí hóa DOST ; (c) & (d) Lò ghi nón JB



Hình 15. Đồ thị nhiệt độ: (a) Lò đốt hóa ga DOST (16-12-1992); (b) Lò đốt ghi nón JB (13-12-1992)

ĐỐI CHIẾU CÁC ĐẶC ĐIỂM CỦA LÒ ĐỐT GHI NÓN JB

Các khảo nghiệm chính tập trung vào lò đốt ghi nón JB, chứ không so sánh trực tiếp với các kiểu lò khác. Tuy nhiên qua vài lần đốt với lò đốt hóa ga DOST và lò đốt BD (của máy sấy 2 tấn IRRI) và tham khảo các tài liệu đã công bố, có thể tập hợp các đặc điểm như sau:

Bảng 1. So sánh các loại lò đốt trấu

	Lò đốt hóa ga DOST	Lò BD ghi phẳng	Lò JB ghi nón
Khối lượng, kg	350	290	320
Tiêu thụ trấu,	20-30 kg /mẻ 1,5 h	10 kg/h liên tục	30-40 kg/h liên tục
Hiệu suất khí sấy, %	80	70	60-80
Giá (ước tính), USD	600	480	600
ƯU ĐIỂM	+ Kết cấu đơn giản + Hiệu suất cao + Ngọn lửa sạch	+ Kết cấu đơn giản + Hiệu suất cao	+ Kết cấu đơn giản + Hiệu suất cao + Nhẹ, rẻ (so với tải nhiệt) + Đồng bộ tự động giữa tháo tro và cấp trấu. + Tro vô định hình
NHUỢC ĐIỂM	- Cần thêm 1 quạt cung cấp không khí - Đốt theo mẻ ngưng sấy 30 phút để nạp trấu sau ≈2 giờ. - Tro dạng tinh thể	- Tro bay bị hút vào quạt. - Tháo tro thủ công sau mỗi 5-10 phút để cháy ổn định.	- Tro bay bị hút vào quạt.

Tóm tắt

Đã khảo sát nhiều hệ thống đốt trấu, xem xét ưu nhược điểm của mỗi loại, đã thiết kế chế tạo mẫu lò đốt ghi nón với buồng đốt trụ, và khảo nghiệm có kết quả tốt. Tóm tắt:

- Lò đốt ghi nón có mức tiêu thụ trấu 25- 40 kg/h phù hợp với máy sấy vĩ ngang 4 tấn/mẻ; lò có thể hoạt động liên tục 6- 8 giờ.
- Cấu tạo lò đốt khá đơn giản, với truyền động dây cáp để phối hợp đồng bộ giữa cung cấp trấu và tháo tro. Quạt cung cấp không khí sấy, đồng thời tạo lực hút không khí cho lò đốt.
- Lò đốt khá nhẹ (320 kg) so với tải nhiệt tạo ra, nên có thể áp dụng cho máy sấy cơ động.
- Hiệu suất không khí sấy trong khoảng 60- 80%. Đạt hiệu suất cao (70- 80%) với lượng không khí tương ứng với mức đốt trấu 32- 38 kg/h. Hiệu suất thấp hơn khi tốc độ đốt thấp hơn vì thiếu lực hút cho không khí đốt.
- Tro tháo từ lò đốt chứa 6- 15% carbon chưa cháy. Tro có dạng vô định hình. nên có thể dùng với liều lượng phù hợp thay cho xi-măng để làm bê-tông giá rẻ.

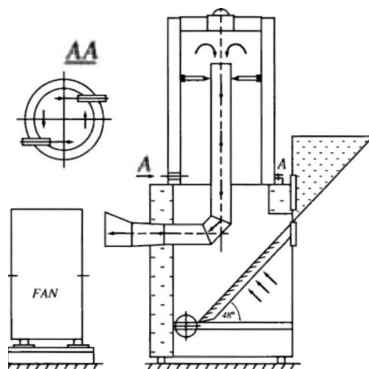
Đề nghị các nghiên cứu tiếp...

- Cải tiến họng hút từ lò đốt qua quạt để giảm tro bay.
- Liên hợp lò đốt JB với các kiểu bề sấy khác để xác định tính đa dụng của lò.
- Đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống lò đốt-máy sấy trước khi quảng bá thực tế.

Ghi chú (của người dịch)

Bài báo này trình bày Phần I là kết quả thực nghiệm của luận án Ph.D của tác giả thứ nhất (Phần II là mô hình hóa quá trình cháy của các hệ thống đốt trấu); đứng tên thứ hai và thứ ba là các Giáo sư hướng dẫn luận án.

Sau khi tốt nghiệp với luận án trên, thực hiện ở Viện Lúa Quốc tế IRRI, tác giả trở lại giảng dạy ở Trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh (ĐHNH) và tiếp tục nghiên cứu về lò đốt trấu cho máy sấy vi ngang, áp dụng kiến thức thu được từ luận án (ở Việt Nam từ 1982 đến 1989 chỉ có lò đốt ghi ngang “kiểu BD-2” của IRRI). Kết quả: năm 1994 tác giả cùng với các đồng nghiệp đã thiết kế lò đốt cho máy sấy 4 tấn/mẻ SHG-4 (Hình P1a) có buồng đốt hình trụ với gió xoáy và ghi nghiêng. Với nhiều cải tiến, khoảng 3000 lò đốt kiểu này đã được xây dựng (do ĐHNH, các cơ quan cộng tác, và thợ cơ khí địa phương) ở ĐBSCL và các vùng khác (Hình P1b), sấy lúa và các nông sản khác như cà-phê, bắp v.v. Lò được chuyển giao cho Myanmar, Lào và Campuchia qua một khóa huấn luyện 12 ngày tại ĐHNH. Trở về nước, các học viên 3 nước này đến nay đã tự xây lắp tổng cộng \approx 2000 máy sấy với lò đốt kiểu này. Các đồng nghiệp ở ĐHNH cũng đã chuyển giao máy sấy SHG-4 cho Philippines, Bangladesh, Tanzania. Tháng 1-2023, Công ty “Máy Sấy Nông Lâm” cùng các Giảng viên ĐHNH, Viện IRRI, và cơ quan JICA Nhật Bản đã hợp tác chuyển giao Bờ Biển Ngà (Côte d’Ivoire, Châu Phi) 04 máy sấy lúa theo nguyên lý tính vi ngang đảo chiều gió, với lò đốt ghi nghiêng và buồng đốt trụ (Hình P1c); chuyển giao bao gồm chế tạo, lắp đặt và vận hành máy sấy.



Hình P1a. Sơ đồ lò đốt trấu hình trụ, ghi nghiêng
Nguồn: FAO 1996
(ACIAR Proceedings N° 71)



P1b. Lò đốt trấu hình trụ, ghi nghiêng, Việt Nam 2006
Photo: PHHien



P1c. Lò đốt hình trụ, ghi nghiêng, Côte d’Ivoire 2023
Nguồn: FB Máy sấy Nông Lâm

Hiện nay ở ĐHNH và ĐBSCL cũng như trên thế giới (Ấn Độ, IRRI v.v) đã có nhiều mẫu lò đốt trấu hiện đại hơn với điều khiển tự động (Xem Mục “Các đoạn phim video” ở cuối Bản tin). Tự động cung cấp, tháo tro, điều khiển nhiệt độ v.v là các tiến bộ rất đáng kể. Dĩ nhiên nguyên tắc đốt sinh khối vẫn là không khí sơ cấp và không khí thứ cấp...

7 Robot thu hoạch táo

Nguồn: Lu R., N. Dickinson, K. Lammers, K. Zhang, P. Chu, Z. Li. 2022. *Design and evaluation of end effectors for a vacuum-based robotic apple harvester*. Journal of the ASABE Vol.65 N°5 pp963-974. <https://doi.org/10.13031/ja.14970>.

Dẫn nhập

Táo là trái cây ăn tươi đứng thứ nhì ở Mỹ; nhưng vẫn thu hoạch thủ công với giá cao vì thiếu lao động. Hơn 20 năm qua, sản xuất táo đã chuyển đổi từ những vườn táo truyền thống (cây to và không sắp xếp) thành vườn cải tiến (cây nhỏ trồng dày, đều, với nhiều cấu trúc như tường đứng, giàn lưới mắt cáo thẳng đứng v.v). Các cấu trúc mới này cho năng suất và chất lượng trái tốt hơn, và cũng mở ra khả năng tự động hóa canh tác (Shamshiri et al 2018; Silwal et al 2017).

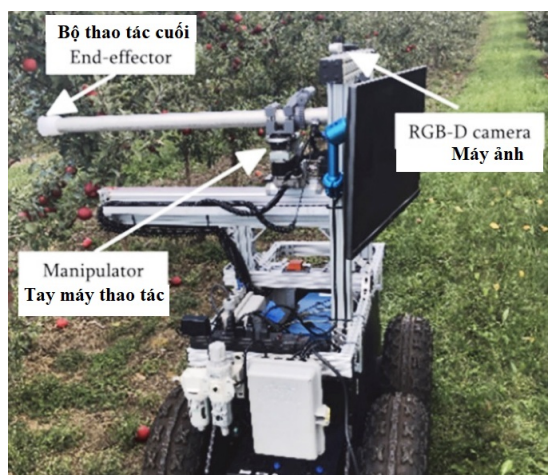
Với tiến bộ về cảm biến và trí tuệ nhân tạo, robot đã được áp dụng trong canh tác như cày bừa, gieo bón, phun thuốc (Oliviera et al 2021). Áp dụng robot để thu hoạch táo hứa hẹn giải quyết vấn đề tồn kém lao động. Nghiên cứu dùng robot thu hoạch trái cây đã có hàng chục năm, nhưng rất chậm tiến, vẫn chưa có robot thu hoạch táo nào được thương mại hóa (Monta et al 1998; Feng et al 2008; You & Burks 2016; Graham et al 2018; Shi et al.2018; Hohimer et al 2019; Wang et al 2019). Còn nhiều vấn đề kỹ thuật phải giải quyết, như: phát hiện và định vị chính xác trái cây, bề trái hoặc chùm trái bị che khuất trong tàn lá. Thách thức là làm sao thiết kế *bộ thao tác cuối* (**BTTC**, *end effector* = bộ phận làm việc ở đầu cuối) có thể nắm và tách trái nhanh và nhẹ nhàng, để trái không bị dập nát. Các nghiên cứu đến nay thường dùng các “ngón tay” và dao để cắt cuống trái (Hemming et al 2016; Kondo et al 2010; Silwal et al 2017). Các BTTC này kết cấu phức tạp, nhưng có nhiều nhược điểm như làm dập trái, khó tách trái trong chùm, độ bền kém, cồng kềnh khó di chuyển dưới tàn lá (Hohimer et al 2019).

Một ý tưởng mới là dùng *lực hút chân không* cho robot thu hoạch táo (Zhang et al 2021). Ưu điểm của phương pháp này là BTTC không vận hành bằng kết cấu cơ khí nên khá đơn giản, mà vẫn bề được chùm trái hoặc trái bị lá che khuất. Trước đây cũng có nghiên cứu dùng lực hút chân không, như của Abundant Robotics (Simonite 2017) hút trái táo vào một ống chân không lớn. Ngược lại, hệ thống mới này dùng ống nhỏ (đường kính trong 44,5 mm) để hút chặt trái táo. Rồi ống chân không xoay vòng để bứt trái ra khỏi cây, do vậy giảm thiểu hư hại trái và lá cây. Tuy nhiên các thử nghiệm sơ bộ năm 2019 cho thấy tỷ lệ hái được trái quá thấp, chỉ 30-40%. Lý do: BTTC cứng, không uốn theo biên dạng trái cây, tạo khe hở làm lọt không khí vào và không tạo được lực hút. Vì vậy, nghiên cứu này:

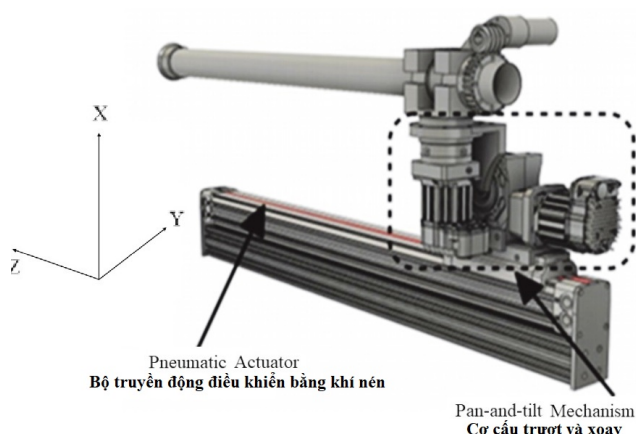
- Đánh giá tổng quan về các yêu cầu thiết kế của hệ thống hái trái cây dùng chân không.
- Đo lường, phân tích lực kéo tách trái và mo-men xoắn trái cần cho hệ thống chân không.
- Thiết kế chế tạo 3 đầu hút mới và khảo nghiệm trong phóng thí nghiệm và ngoài đồng.

Mô tả và hoạt động robot thu hoạch dùng lực hút chân không

Robot thu hoạch táo dùng lực hút chân không có 3 mô-đun (Hình 1): Một camera nhận diện; một tay máy thao tác (manipulator) bao gồm cả BTTC; và một mô-đun tạo chân không (ở ngoài Hình 1). Robot được lắp trên xe tự hành (Công ty Segway Robotics Inc., USA)



Hình 1. Robot thu hoạch táo dùng lực hút chân không



Hình 2. Mô-đun thao tác.

Mô-đun nhận diện là cảm biến Intel RealSense RGB-D camera, được cài chương trình học máy với dữ liệu thực tế từ các vườn cây, để nhận diện trái cây (Chu et al 2021). Chương trình cung cấp thông tin vị trí trái cây được phát hiện và gửi về máy tính. Máy tính dùng hệ điều hành ROS (robotic operating system) biên dịch vị trí trái cây (Zhang et al 2021) và gửi đến tay máy thao tác, gồm 02 khớp nối xoay (revolute joint) và 01 khớp nối trượt (prismatic joint). Tay máy thao tác (Hình 2) gồm cơ cấu trượt và xoay (pan-and-tilt mechanism) gắn với bộ truyền động điều khiển bằng khí nén (pneumatic actuator). Ống tạo chân không bằng nhôm, đường kính 44,5 mm, dài 710 mm, gắn vào cơ cấu trên, là cánh tay thao tác của robot. Khớp nối xoay định vị theo hai phương X và Y, còn khớp nối trượt đưa ống chân không theo phương Z đến trái cây đã nhắm.

Ống nhôm nối với hệ thống tạo chân không hiệu Craftsman công suất 5,5 HP, tạo lưu lượng hút $145 \text{ cfm} = 4,1 \text{ m}^3/\text{phút} = 246 \text{ m}^3/\text{h}$ (theo nhà sản xuất). *Đầu hút* end effector (BTTC)^{*#.1} nối với đầu ống chân không, có chức năng hút kẹp, bứt trái, và nhả trái ra. BTTC được làm bằng mút xốp polyurethane foam, nên ó thể giảm thiểu độ dập nát trái cây.

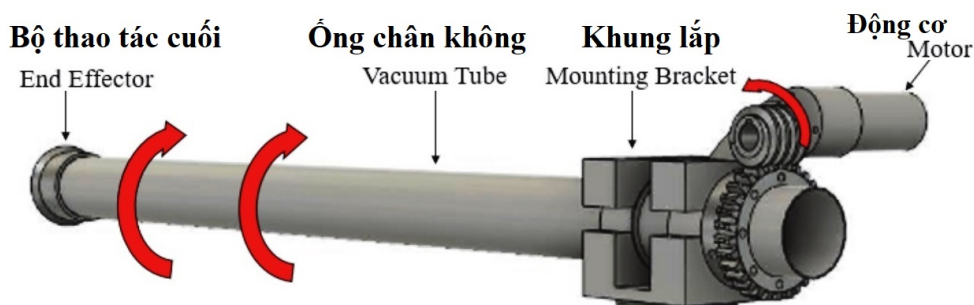
Khi hái trái (Hình 3) lưu lượng không khí do chân không tạo ra sẽ hút trái cây ở gần vào miệng đầu hút và giữ chặt. Có thể đầu hút định vị hơi sai vì các yếu tố như gió trời, robot rung lắc, cành cây lay động, và địa hình nhấp nhô... Với các robot đã có trước đây, định vị hơi sai làm đầu hút không giữ chặt trái được, thậm chí làm dập trái hoặc chùm trái gần đó. Nhưng với thiết kế mới này, sai số định vị 10- 15 mm vẫn cho phép đầu hút giữ chặt trái để bẻ, nhờ lượng không khí từ lực hút chân không.

*#.1 Từ đoạn này đến hết bài, gọi BTTC (end effector) là *đầu hút*.



Hình 3. Ống chân không và tay thao tác cuối: (a) tiến gần để trái cây; (b) giữ chặt trái cây.

Khi trái táo bám vào đầu hút, áp suất chân không giảm nhanh (có cảm biến giám sát lắp trong ống nhôm) và khi giảm đến một ngưỡng đã cài đặt, thì cơ cấu quay được kích hoạt để xoay ống và đầu hút để bẻ trái với động tác “xoay-và-kéo, twist-and-pull”. Quay theo chương trình cài đặt: Quay 90° theo chiều kim đồng hồ, rồi 180° ngược chiều kim đồng hồ, rồi trở về vị trí 0° ban đầu (Hình 4). Nếu vẫn chưa tách được trái, đầu hút sẽ được giật mạnh lui, khi ống chân không đã trở về vị trí 0° , trước khi tiếp tục với trái khác. Lúc đó, một van điều khiển cắt chân không trong ống để áp suất ống trở lại bằng áp suất khí trời, làm trái táo rơi xuống một tấm chặn mềm, rồi lăn theo một băng chuyền trái.



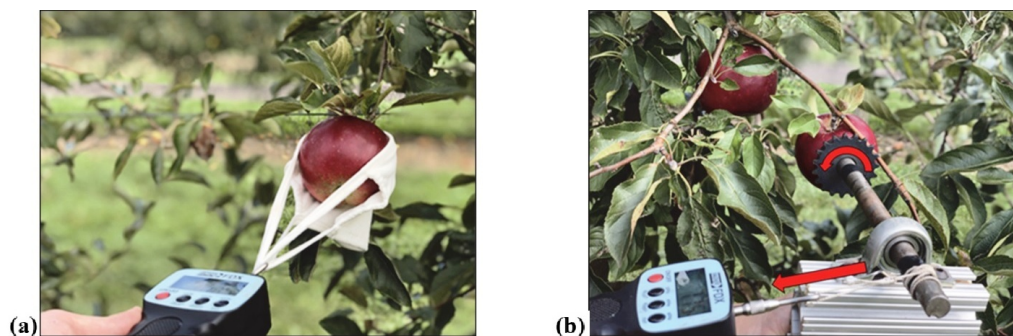
Hình 4. Cơ cấu quay để bẻ trái

Bộ thao tác cuối bằng nút xóp quá đơn giản nên không ôm trọn được theo biên dạng trái cây. Do đó áp suất hút không đủ tạo lực hút trái nên không bẻ trái được, dù đã định vị đúng. Ngoài ra, đầu hút BTTC nút xóp cũng chưa đủ mềm để tránh dập trái (nhưng mềm quá thì không tạo đủ lực ma sát để xoay trái táo). Cần thiết kế cải tiến đầu hút để tăng tỷ lệ hái trái.

Thí nghiệm về vặn xoắn và bứt trái

Để thiết kế mới *đầu hút* BTTC, cần hiểu được quá trình hái trái. Có hai phương pháp để robot bứt trái khỏi cành cây. Một là dùng lực kéo thẳng; nhưng sẽ làm hư cành cây và hư chồi mầm cho đợt trái tiếp theo. Hai là phương pháp “twist-and-pull” mà thợ hái lành nghề thường áp dụng: Nắm trái và xoay-và-kéo để bứt trái, cách này ít làm hư hại trái và cây (Li et al 2016). Robot cũng áp dụng tương tự (Hình 3). Vậy, cần biết mo-men xoắn và lực kéo cho phương pháp bứt trái kiểu này.

Tiến hành thí nghiệm với 3 giống táo (Gala, GoldenDelicious, RedDelicious) ở Michigan năm 2020; mỗi ngày đo 30 trái mỗi giống, và lặp lại ngày thứ hai. Đo lực kéo bằng lực kế có số đọc tối đa 50 N (Hình 5a) nối vào miếng bọc quanh trái táo. Đo mo-men bằng lực kế này gắn ở đầu một cánh tay đòn (Hình 5b); dùng 2 cây kim chích vào má trái táo và đo lực xoay.



Hình 5. Thí nghiệm đo với dụng cụ đo lực cầm tay: (a) lực kéo thẳng; (b) momen xoắn.

Tính momen T_t theo công thức:
$$T_t = (F_t - F_{t,0}) * r \quad (1)$$

với: F_t = lực đo đầu cánh tay đòn.

$F_{t,0}$ = lực cần để xoay cánh tay đòn khi chưa gắn trái táo (lực “bì”)

R = bán kính trục xoay = 0,00794 m

Yêu cầu là phải bẽ được 95% số trái với đầu hút. Tỷ lệ này –tra với bảng phân bố chuẩn-- ứng với trị số $z = 1,6$; từ đó xác định Lực tới hạn $F_{p,c}$ (critical force, N) cần thiết; và tính được Momen tới hạn $T_{p,c}$ (N.m) và Áp suất chân không tới hạn $Q_{p,c}$ (kPa) theo các công thức:

$$T_{p,c} = F_{p,c} * R * \varphi \quad (2)$$

$$Q_{p,c} = Q_0 - F_{p,c} / (\pi R^3 * \varphi * 1000) \quad (3)$$

với: R = đường kính trong của ống chân không = 0,02225 m.

Q_0 = áp suất không khí trời = 101,325 kPa.

φ = hệ số ma sát tĩnh giữa trái táo và bộ thao tác cuối BTTC,
chọn = 0,55 (Puchalski et al 2003).

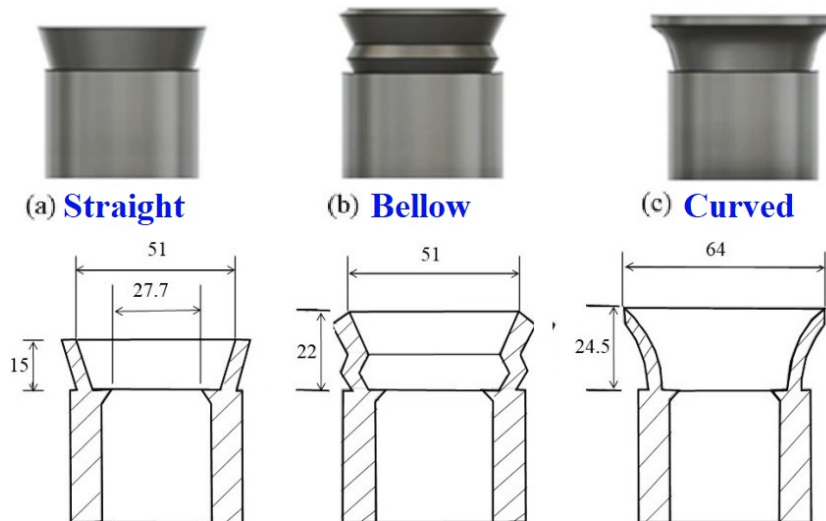
Tính được lực, mo-men, và áp suất chân không tới hạn, các trị số này được dùng để so sánh các kết quả thực đo trong phòng thí nghiệm và ngoài đồng.

Thiết kế- chế tạo- khảo nghiệm BTTC (đầu hút) mới

Thiết kế

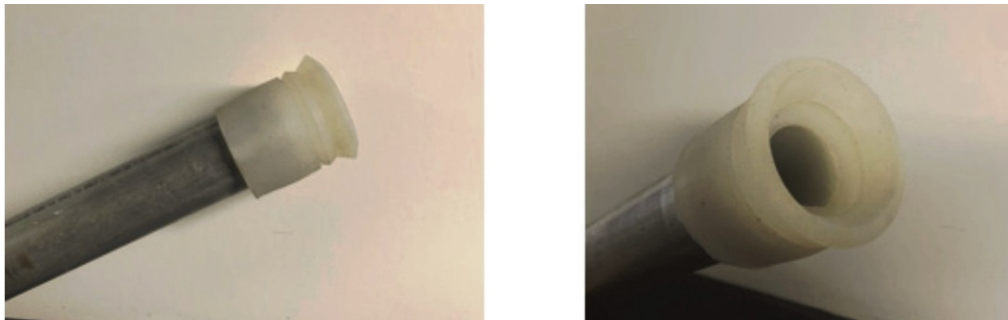
Các điểm sau đây được xem xét khi thiết kế đầu hút mới:

- 1) Chọn vật liệu: Từ các thí nghiệm sơ bộ và tham khảo chuyên gia, đã chọn *cao su silicone* có độ cứng Shore 20A, cho phép bám theo biên dạng trái để hút tốt, giảm thiểu dập trái, bền, và có hệ số ma sát tốt để xoay trái.
- 2) Hình dạng đầu hút: Đã chế tạo và đánh giá 3 thiết kế (Hình 6). Phần đuôi hình trụ của cả 3 đầu hút đều giống nhau, dài 40 mm, để trượt trong ống chân không.



Hình 6. Ba thiết kế đầu hút BTTC:

(a) Straight= Ống thẳng, (b) Bellow= Ống xếp, (c) Curved= Ống cong [Kích thước: mm]



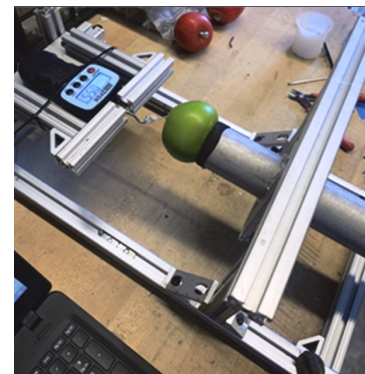
Hình 7. Nối ống chân không với đầu hút “Bellow” (xem Hình 6 b)

Chế tạo 3 đầu hút

Các thiết kế được truyền qua máy in 3D để in thành vật plastic mẫu (master). Mẫu được nhúng vào cao su silicone để thành khuôn (mold). Khuôn được quét lớp chống dính trước khi đổ “platinum-based silicone rubbers” thành đầu hút.

Khảo nghiệm lực kẹp của các đầu hút

Gá đo lường trong phòng thí nghiệm gồm một khung trượt lắp ống chân không với các BTTC ở một đầu và lực kế ở đầu đối diện (Hình 8).



Hình 8. Bố trí khảo nghiệm lực kẹp của các BTTC

Đã sử dụng 2 trái táo “nhân tạo” bằng plastic, để dễ so sánh giữa các thiết kế; trái “lớn” hình ellip có hai đường kính 79 mm và 64 mm; trái “nhỏ” có hai đường kính 66 mm và 51 mm. Áp sát trái táo vào đầu hút và kéo trượt lực kế sẽ đọc được lực kẹp. Lặp lại 25 lần cho mỗi cỡ táo và mỗi đầu hút; “đối chứng” là đầu hút BTTC bằng mút xốp của thiết kế đầu tiên.

Lưu ý rằng trái táo plastic nhẹ hơn trái táo thực, nên lực kẹp thấp hơn so với lực hái thực sự. Với lực trung bình và độ lệch chuẩn, sẽ tính được lực tới hạn 95%, mo-men tới hạn, và áp suất chân không. Khi so sánh với thực tế, trở ngại là ước lượng diện tích tiếp xúc giữa đầu hút và trái táo thiếu chính xác. Ví dụ với đầu hút “Straight” (Hình 6a), đã giả định:

•1) trái táo tiếp xúc hoàn toàn tới mép trong của vòng đầu hút; •2) diện tích tiếp xúc được coi như là giữa hai mặt phẳng, không cong. Vậy phương trình ma sát sau (Baker & Haynes 2020) được dùng để ước lượng momen tương đương \tilde{T}_g (đơn vị: N.m)

$$\tilde{T}_g = \frac{2}{3} \phi \cdot F_g \left(\frac{R_o^3 - R_i^3}{R_o^2 - R_i^2} \right) \quad (6)$$

với: F_g = lực kẹp đo được (N).

R_o = bán kính vành ngoài của BTTC = 0,0251 m.

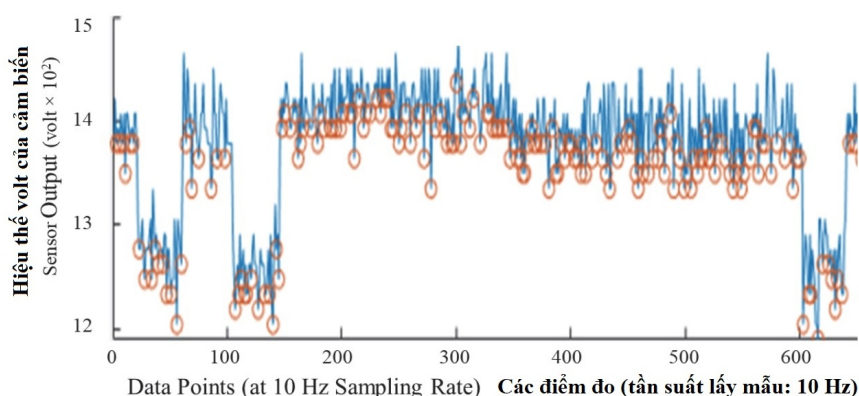
R_i = bán kính vành trong của BTTC = 0,0139 m.

Đối chiếu \tilde{T}_g tính và T_c tới hạn xác định từ thực nghiệm “kéo-và-xoay” sẽ cho phép biết chắc thiết kế đầu hút mới có đáp ứng được yêu cầu tách được 95% số trái hay không.

Khảo nghiệm ngoài đồng

Khảo nghiệm 3 đầu hút BTTC mới đối chiếu với đầu hút mút xộp cũ, gắn trên xe tự hành (Hình 1) với giống táo “Ida Red” thu hoạch năm 2020 ở Michigan. Ghi lưu bằng máy quay video, và phân tích các chỉ tiêu sau: áp suất chân không tạo ra, tỷ lệ hái trái thành công với cả cơ cấu xoay và kéo, thành công với các góc độ so với chính diện trái, và thành công với chỉ dùng cơ cấu xoay trái.

Đo áp suất chân không bằng cảm biến với số đọc gián tiếp là hiệu điện thế volt (Hình 9). Áp suất giảm khi trái táo dính vào đầu hút; trái rơi xuống khi bề xong thì áp suất tăng trở lại. Hình 9 cho thấy 3 thời điểm áp suất giảm rõ rệt, tương ứng với 3 trái táo bám vào đầu hút.



Hình 9. Số liệu ghi hiệu điện thế volt của cảm biến áp suất (các vòng tròn màu cam là các điểm để phân tích số liệu)

Đối chiếu bằng video quay được với số liệu áp suất, có thể đánh giá tỷ lệ hái thành công tùy thuộc vào các điều kiện hái, ví dụ như góc độ của ống hái so với mặt triệu của trái.

Mặc dù cảm biến áp suất đo được hiệu thế volt, nhưng không thể chuyển đổi thành trị số áp suất chân không, vì bảng qui đổi do nhà sản xuất cung cấp chỉ đúng với áp suất cao hơn áp suất không khí. Vì thế, mức độ chân không được đánh giá qua đại lượng ΔV theo công thức:

$$\Delta V, \% = (V_h - V_l) / V_h * 100 \quad (7)$$

với: V_h = trung bình của 5 số liệu cuối trước khi giảm hiệu thế.

V_l = trung bình của tất cả số liệu khi trái bám vào đầu hút (các điểm ở dưới thấp).

ΔV là độ giảm hiệu thế tương đối, được dùng để đánh giá kết quả đầu hút của robot.

Khảo nghiệm với mỗi đầu hút cho đến khi đạt 40 lần hái thành công (tổng số lần N thay đổi theo kiểu đầu hút). Tỷ lệ hái thành công = $40/N * 100\%$. Biến số góc độ so với trái có 3 mức: trên, giữa, và dưới (top/stem section, middle/cheek section, and bottom/calyx section) tùy vị trí của đầu hút so với trái táo.

Động tác quay của đầu hút giảm thiểu hư hại trái và cần ít áp suất chân không hơn, có ảnh hưởng đến tỷ lệ hái thành công, nên được đánh giá như một yếu tố độc lập. Nếu không đạt, vẫn còn cơ hội khi cơ cấu quay trở về vị trí ban đầu và lực kéo đầu hút thẳng ra; nên lực kéo thẳng cũng là yếu tố độc lập được đánh giá.

Kết quả và thảo luận

Lực hái và mo-men tới hạn (Critical picking force and torque)

Phân tích ANOVA (Bảng 3) không cho thấy khác biệt có ý nghĩa giữa 3 giống táo đến lực hái (xác suất $p = 0,33$). Do đó, đã dùng số trung bình chung (combined) để tiếp tục phân tích với các đầu hút. Lực kéo thẳng tới hạn để bứt 95% số trái là 28,3 N dựa trên trị số $z = 1,6$ của phân bố chuẩn.

Bảng 1. Trung bình (và độ lệch chuẩn) của lực hái, với 3 giống táo.

Fruit Variety	Giống táo	Pulling Force ^[a] Lực kéo (N)		
		Ngày Day 1	Ngày Day 2	Chung Combined
Gala		15,9	18,9	17,4 (9,0)
Golden Delicious		16,6	14,6	15,6 (6,9)
Red Delicious		15,2	16,4	15,8 (6,0)
Combined		-	-	16,3 (7,5)

^[a] Số trung bình của mỗi ngày từ 30 mẫu đo; của số trung bình chung từ 60 mẫu đo.

Bảng 2 (không dịch) cho kết quả về momen xoắn; cũng không khác biệt giữa 3 giống táo (Anova, $p = 0,06 > \alpha = 0,05$). Momen tới hạn T_c để bứt 95% số trái là 0,257 N.m, cũng dựa trên trị số $z = 1,6$ của phân bố chuẩn.

Bảng 3 ghi trị số đối chiếu giữa đo thực tế (in đậm) và tính theo các phương trình (2) đến (6).

Bảng 3. Lực, Momen, và Áp suất chân không khi kéo hoặc xoắn để tách được 95% số trái

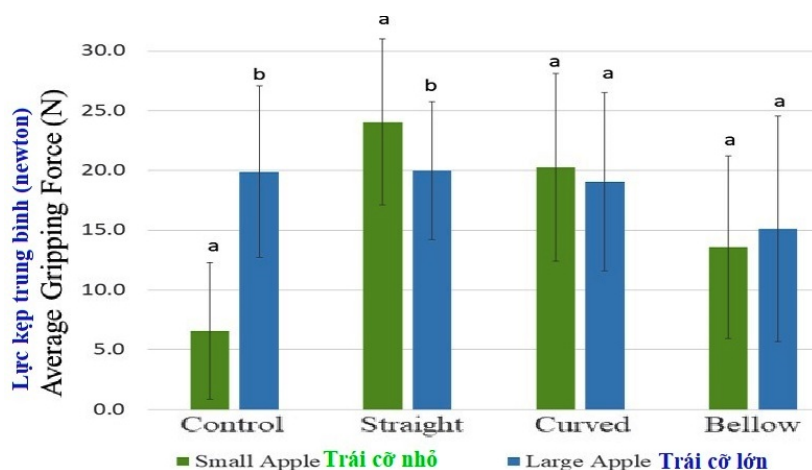
Parameter	Equivalent Critical Value Trị số tới hạn	
	Pulling Action Kéo	Twisting Action Xoắn
Force (N) Lực kéo	28,30	21,00
Torque (N-m) Mo-men	0,346	0,257
Vacuum Pressure (kPa) Áp suất chân không	83,13	87,82

Như vậy, tác động xoắn làm giảm lực tách trái (21 N) so với chỉ kéo thẳng (28,3 N); nghĩa là giảm hư hại trái và cành lá. Hệ thống cần tạo được lực kéo 21 N và momen 0,257 N.m (với đầu hút “Straight”) để hái được 95% số trái.

Kết quả về lực kẹp (gripping force)

Hình 10 cho thấy 3 đầu hút mới dùng silicone có lực kẹp tốt hơn so với đối chứng dùng nút xốp; do silicone bám theo biên dạng trái táo tốt hơn. Với đầu hút đối chứng, lực hút với trái lớn (19,9 N) cao hơn nhiều so với trái nhỏ (6,6 N) vì nút xốp khó theo biên dạng trái. Với trái cỡ lớn, lực hút của đối chứng không khác với hai đầu hút “Straight” và “Curved”. Lý do:

trái lớn bám tốt hơn vào đầu hút; bán kính cong của trái nhỏ làm cho trái không ôm chặt đầu hút, không làm kín tốt. Vật liệu silicone bám tốt vào trái táo nên lực kẹp mạnh hơn mút xốp.



Hình 10. Lực kẹp của 3 đầu hút mới và của đầu đối chứng dùng mút xốp. Các đoạn râu (whisker) là 2 lần độ lệch chuẩn (số mẫu = 25). Mỗi cặp cột có khác chữ (a, b) chỉ khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Từ lực kẹp đo được (Hình 10), tính được momen xoắn cho 4 kiểu đầu hút (Bảng 4). Momen của đầu hút đối chứng (0,163 N.m) thấp hơn nhiều so với yêu cầu (0,257 N.m) để hái được 95% số trái. Đầu hút “Straight” có lực kéo 22,1 N cao hơn yêu cầu 21 N, nhưng momen 0,242 N.m thì thấp hơn 4% so với yêu cầu, nên có thể không đạt mục tiêu hái 95% số trái.

Bảng 4. Lực kẹp trung bình đo được với 2 cỡ táo, và tính momen xoắn tương ứng

Đầu hút End Effector Design	Lực kẹp trung bình Average Gripping Force (N) (n = 50)	Độ lệch chuẩn Standard Deviation (N)	Mo-men Average Equivalent Torque (N-m)	Áp suất chân không Average Equivalent Vacuum Pressure (kPa)
Control ^[a]	13,3	9,2	0,163	101,774
Straight	22,1	6,5	0,242	[b]
Curved	19,7	7,5	[b]	[b]
Bellow	14,4	8,5	[b]	[b]

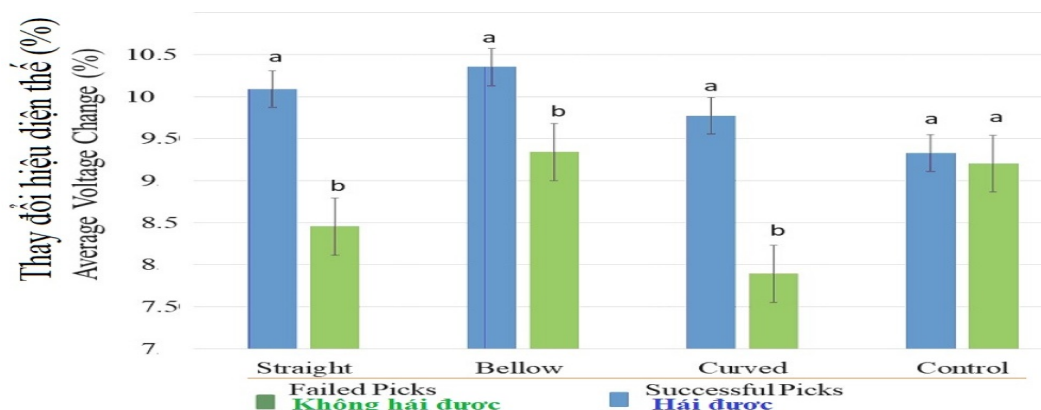
Không tính được momen của hai đầu hút “Curved” và “Bellow” vì khó ước lượng diện tích tiếp xúc giữa trái táo và đầu hút. Nhưng tiên đoán hai đầu hút này không hơn đầu “Straight” vì lực kẹp thấp hơn (Bảng 4).

Khảo nghiệm ngoài đồng

Tỷ lệ hái thành công (Bảng 5, không chép lại) với đầu hút “Straight”, “Curved”, “Bellow” lần lượt là 87%, 83%, 83% và 49% (số lần lặp lại $n = 46-48$) cao hơn nhiều so với Đối chứng, chỉ 49% ($n = 82$). Kết quả tốt nhất với thiết kế “Straight”. Thiết kế “Bellow” cũng làm tốt ngoài đồng, mặc dù lực hút kém hơn trong phòng thí nghiệm (Bảng 4 và Hình 10); có thể do dạng đầu hút này tạo momen lớn hơn dù lực hút nhỏ.

Hình 11 chỉ sự thay đổi tương đối điện thế (tỷ lệ với sự thay đổi áp suất chân không) của 4 kiểu đầu hút. Nói chung, với 3 đầu hút silicone, áp suất thay đổi rõ rệt khi hái được so với không hái được (a, b); và thay đổi lớn hơn nhiều so với đầu hút mút xốp (mức xác suất 0,05).

Lưu ý là với đầu hút mút xộp đối chứng, giảm áp suất không khác nhau giữa hái và không hái được; nghĩa là đầu hút này không bám sát biên dạng của trái táo.



Hình 11. Sự thay đổi tương đối điện thế/(áp suất chân không) của 4 kiểu đầu hút. Các đoạn râu (whisker) là 2 lần độ lệch chuẩn. Mỗi cặp cột có khác chữ (a, b) chỉ khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Cơ cấu xoắn trái ảnh hưởng đến tỷ lệ bẽ trái thành công (Bảng 7, không chép lại) với các đầu hút “Straight”, “Bellow” và “Curved” lần lượt là 65,2%, 57,4%, và 48,9%; trong khi với đầu hút đối chứng mút xộp chỉ đạt 27,2%. Sau khi xoắn, tác động kéo thẳng cũng góp vào tỷ lệ thành công từ 21 đến 34% tùy kiểu đầu hút. Phối hợp xoắn và kéo thì tốt hơn từng tác động riêng rẽ.

Nói chung, thiết kế “Straight” đạt tỷ lệ hái trái tốt nhất, 87% (hơn xa đầu hút mút xộp) nhưng vẫn chưa đạt yêu cầu 95%. Sai biệt chưa đạt này tương ứng với momen xoắn còn thấp hơn 4% so với yêu cầu momen để hái 95% trái. Cần cải tiến thêm để thiết kế “Straight” được tối ưu, xem xét các kích thước của vành hút, diện tích tiếp xúc, góc tiếp cận hút v.v. Cũng cần nghiên cứu thêm để đánh giá ảnh hưởng của đầu hút silicone đến độ bám dập trái và độ hư hại cành và lá cây.

Kết luận

- Đã xác định lực kéo và momen để hái trái không khác nhau giữa 3 giống táo.
- Momen tới hạn để hái 95% số trái là 0,257 N.m
- Lực kẹp cần thiết cho tác động xoắn là 21 N, và cho tác động kéo là 28,3 N.
- Vì vậy nên dùng tác động xoắn, vì nhẹ nhàng hơn, ít làm hư hại trái hơn.
- Vật liệu silicone phù hợp hơn mút xộp, theo kết quả thử cả trong phòng thí nghiệm và ngoài đồng.
- Đầu hút (bộ thao tác cuối, end effector) “Straight” đạt tỷ lệ hái thành công 87%, trong đó 65% do tác động vặn xoắn. Vì vậy, khuyến cáo dùng thiết kế này cho các nghiên cứu tiếp.
- Nhưng cần cải tiến thiết kế “Straight” để đạt tỷ lệ 95% hái trái thành công.

8 Các đoạn phim video

Các đoạn phim video sau được tải từ Internet. Nguồn tài liệu này rất phong phú, nhưng độ tin cậy có thể rất khác nhau. Chúng tôi đã cố gắng chọn, nhưng có thể vẫn sai sót chọn nhầm. Nên người nghe ---ngoài chuyện giải trí--- cần xem xét kỹ lưỡng nếu muốn ứng dụng thực tế...

Đề vào các video clip này từ Google: • Hoặc chép /gõ các đề tựa, kể cả dấu “ ” .
• Hoặc chép /gõ địa chỉ mạng, [https://....](https://...)

Nông quang điện

YouTube: “Mô hình Nông nghiệp kết hợp Điện mặt trời tại Tri Tôn, An Giang (Truyền hình An Giang ATV)”	https://www.youtube.com/
YouTube: “Agri-PV: The future of farming”	https://www.youtube.com/watch?v=IY8tLe-9TNI
YouTube: “Agri-PV: Harvesting the Opportunities of Solar+Farming Solarplaza Webinar”	https://www.youtube.com/watch?v=9qzAdkDdq58
YouTube: “Agrivoltaics. APV - what does it mean?”	https://www.youtube.com/watch?v=pNaGwsM2eO4

Lò đốt trấu cho máy sấy hạt

YouTube: “Lò đốt trấu tự động cho mẻ lúa 10- 15 tấn/mẻ_ Máy Sấy Nông Lâm”	https://www.youtube.com/watch?v=YNkQYHmTAzQ
YouTube: “Bangladesh's first 5-ton flatbed rice dryer is installed at Rupdia, Jessore”	https://www.youtube.com/watch?v=-ifZrU3xM8&t=150s
YouTube: “Husk furnace use with air dryers -PT Indira Dwi Mitra in Indonesia”	https://www.youtube.com/watch?v=5Yk3LH8oajQ
YouTube: “Demonstration of IRRI's semiautomatic-fed downdraft rice hull furnace (dRHF)”	https://www.youtube.com/watch?v=LzSIuyaP004&t=4s
YouTube: “Reversible airflow flatbed dryer in the Philippines (Dubbed in English)”	https://www.youtube.com/watch?v=sZvB8b6vPro&t=499s
YouTube: “Low Cost Flatbed Paddy Dryer under Operation Hmaw Bi Rice Research Center!”	https://www.youtube.com/watch?v=ax5kbwFMYB4

Sấy tổ yến

YouTube: “Automatic Bird Nest Forming, Drying & Filling Machine OBT-2-R (Baklava Machines)”	https://www.youtube.com/watch?v=0ZFp6oZUzjc
YouTube: “freeze dried edible bird's nest”	https://www.youtube.com/watch?v=BXQ04oBU16g