

GIỚI THIỆU MỘT SỐ KỸ THUẬT, CÔNG NGHỆ SẤY SẢN PHẨM NÔNG NGHIỆP NHƯ RAU, CỦ, QUẢ, TRÁI CÂY

I. TỔNG QUAN

Sự gia tăng dân số toàn cầu và nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm nông nghiệp đã đặt ra một thách thức lớn về bảo quản và lưu trữ sản phẩm một cách hiệu quả. Kỹ thuật, công nghệ ứng dụng trong sấy sản phẩm nông nghiệp đã trở thành một lĩnh vực quan trọng của quá trình này, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng, giá trị dinh dưỡng và an toàn thực phẩm của các sản phẩm này. Công nghệ sấy cũng góp phần tăng giá trị gia tăng, mở rộng thị trường và nâng cao thu nhập cho người nông dân. Do đó, việc nghiên cứu và ứng dụng các công nghệ sấy tiên tiến là một xu hướng không thể thiếu trong lĩnh vực nông nghiệp hiện đại.

- Ưu điểm của công nghệ sấy:

+ Bảo quản chất lượng sản phẩm: Công nghệ sấy cho phép loại bỏ nước mà không làm mất chất lượng dinh dưỡng, màu sắc và hương vị của sản phẩm.

+ Tăng giá trị thương mại: Sấy sản phẩm cho phép lưu trữ lâu hơn và thời gian sử dụng sản phẩm được dài hơn, tăng giá trị thương mại cho người sản xuất.

+ Giảm lãng phí thất thoát: Sấy giúp ngăn chặn sự hủy hoại của vi khuẩn và nấm mốc, giảm lãng phí thất thoát trong chuỗi cung ứng thực phẩm.

- Một số công nghệ sấy sản phẩm nông nghiệp tiên tiến ở Việt Nam hiện nay có thể kể đến như sau:

+ Công nghệ sấy bằng hơi quá nhiệt: Đây là công nghệ sấy hiệu quả, tiết kiệm năng lượng, bảo toàn được chất lượng và đặc tính của sản phẩm. Công nghệ này sử dụng hơi quá nhiệt ở nhiệt độ cao (trên 100 độ C) để truyền nhiệt cho sản phẩm, giúp giảm thời gian sấy và tăng khả năng kiểm soát quá trình sấy. Công nghệ này đã được áp dụng thành công trong sấy các loại trái cây, rau củ, thực phẩm chế biến.

+ Công nghệ sấy ở nhiệt độ thấp có sự hỗ trợ bơm nhiệt và năng lượng mặt trời: Đây là công nghệ sấy thân thiện với môi trường, giảm thiểu chi phí vận hành, duy trì được chất lượng và giá trị dinh dưỡng của sản phẩm. Công nghệ này sử dụng bơm nhiệt để tăng hiệu suất của quá trình sấy ở nhiệt độ thấp (dưới 60 độ C), và sử dụng năng lượng mặt trời để cung cấp điện cho bơm nhiệt. Công nghệ

này đã được áp dụng trong sấy các loại hoa quả, cà phê, gạo.

+ Công nghệ sấy thông thoáng: Đây là công nghệ sấy đơn giản, dễ thực hiện, phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam. Công nghệ này sử dụng không khí tự nhiên hoặc không khí được làm nóng để làm khô sản phẩm. Công nghệ này có thể kết hợp với các thiết bị thông minh như cảm biến, điều khiển tự động để tối ưu hóa quá trình sấy. Công nghệ này đã được áp dụng trong sấy các loại lúa, ngô, khoai.

II. THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ

1. Đề tài “Nghiên cứu quy trình sản xuất bột chè xanh hòa tan hương vị gừng sử dụng công nghệ chiết xuất và sấy chân không” do KS. Trần Ngọc Tuấn, Trung tâm Nghiên cứu, Chuyển giao công nghệ và Đổi mới sáng tạo Quảng Trị đang triển khai thực hiện, dự kiến đến tháng 6/2025 hoàn thành. Kết quả, đề tài dự kiến đưa ra 4 Quy trình hoàn chỉnh gồm: Bộ tiêu chuẩn nguyên liệu đầu vào và quy trình sơ chế nguyên liệu; quy trình chiết xuất chân không chè

xanh; quy trình sấy chè xanh bằng phương pháp sấy tối ưu; quy trình nghiên, phối trộn, bảo quản sản phẩm.

2. Đề tài **“Nghiên cứu hoàn thiện thiết bị sấy bơm nhiệt có hỗ trợ gia nhiệt bằng nguồn năng lượng tái tạo ứng dụng sấy một số loại nông sản, được liệu có giá trị kinh tế tại tỉnh Đắk Lắk”** do TS. Đoàn Văn Bình và TS. Đoàn Văn Bình đồng chủ nhiệm, Viện Khoa học Năng lượng - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đang triển khai thực hiện, dự kiến đến tháng 7/2024 hoàn thành. Trong đó, các nội dung được triển khai: Nghiên cứu, hoàn thiện thiết kế hệ thống sấy; gia công chế tạo hệ thống sấy; sấy thực nghiệm và xây dựng các quy trình sấy các sản phẩm (xoài, măng cầu xiêm, nghệ thái lát, lá đinh lăng, củ đinh lăng thái lát); hoàn thiện quy trình chiết cao quả măng cầu, đinh lăng và một số loại dược liệu phụ trợ với quy mô sản xuất (100 kg nguyên liệu/mẻ); thử các hoạt tính sinh học và hoạt tính giảm cân của cao chiết măng cầu, đinh lăng, lá sen, trái nhàu; xây dựng quy trình sản xuất thực phẩm bảo vệ sức khỏe từ cao quả măng cầu, đinh lăng và một số dược liệu (trái nhàu, lá sen) hỗ trợ phục hồi sức khỏe, hỗ trợ bảo vệ gan và giảm cân; xây dựng tài liệu hướng dẫn sử dụng và chuyển giao công nghệ, tổ chức

hội thảo, tập huấn chuyển giao công nghệ; đánh giá hiệu quả kinh tế kỹ thuật của thiết bị sấy và các sản phẩm được tạo ra từ đề tài với điều kiện kinh tế, xã hội của Đắk Lắk.

3. Đề tài **“Nghiên cứu, thiết kế hệ thống máy sấy thông minh có khử khuẩn cho sấy nông sản trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên”** do ThS. Tăng Cẩm Nhung chủ nhiệm, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đang triển khai thực hiện, dự kiến hoàn thành vào tháng 6/2024. Đề tài tiến hành phân tích đặc tính của vật liệu sấy và ảnh hưởng của nhiệt đến chất lượng sản phẩm; phân tích công nghệ sấy và khử khuẩn cho nông sản kiểu bơm nhiệt; nghiên cứu, thiết kế hệ thống đo và điều khiển tự động cho tủ sấy; chế tạo 01 mô hình máy sấy thông minh; thiết lập mô hình và tối ưu hóa qui trình sấy sử dụng AI kết hợp phương pháp điều khiển vòng kín; xây dựng Website và AppMobile thu thập, giám sát điều khiển hệ sấy; tổng hợp, thử nghiệm, hiệu chỉnh hệ thống và chuyển giao.

4. Đề tài **“Ứng dụng công nghệ chế biến trái cây sấy dẻo để tạo các sản phẩm chế biến định hình tận dụng nguồn nguyên liệu tại thành phố Cần Thơ”** ThS. Tống Thị Quý làm chủ nhiệm, Vườn ươm Công nghệ Công nghiệp Việt Nam - Hàn Quốc tại thành phố Cần Thơ chủ trì thực hiện,

dự kiến nghiệm thu vào Quý IV/2023. Đề tài tập trung vào xác định các thông số kỹ thuật tối ưu cho quy trình chế biến 5 loại trái cây sấy dẻo định hình; xác định thời gian bảo quản cho 5 loại sản phẩm trái cây sấy dẻo định hình; hoàn thiện quy trình chế biến 5 sản phẩm trái cây sấy dẻo định hình ở quy mô thực tế; triển khai quy trình chế biến và bảo quản trái cây sấy dẻo định hình cho Trung tâm ứng dụng tiến bộ Khoa học và Công nghệ Cần Thơ và giới thiệu sản phẩm và công bố quy trình chế biến và bảo quản 5 loại trái cây sấy dẻo định hình.

5. Đề tài **“Hoàn thiện thiết kế và chế tạo máy sấy phun trong dây chuyền sản xuất cà phê hòa tan chất lượng cao, năng suất 250kg/giờ”** do KS. Đặng Trung Lộc thực hiện, Công ty Cổ phần Cơ khí Vina Nha Trang chủ trì, đây là nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp quốc gia. Kết quả đề tài đã nghiên cứu hoàn thiện công nghệ sấy phun tiên tiến đáp ứng sản xuất cà phê hòa tan chất lượng cao; thiết kế và chế tạo được thiết bị sấy phun đạt trình độ kỹ thuật công nghệ tương đương với sản phẩm hiện hành đang ứng dụng của các nước phát triển, giá thành bằng 60 - 70% giá thiết bị nhập khẩu từ Châu Âu. Thiết kế, chế tạo máy sấy phun cà phê hòa tan năng suất 250kg/h. Thiết kế, chế tạo bổ sung 01 máy sấy

phun cà phê hòa tan năng suất 25kg/h, lắp đặt đồng bộ 01 dây chuyền sản xuất cà phê hòa tan chất lượng cao năng suất 25kg/giờ đạt các chỉ tiêu: bột cà phê hòa tan đạt TCVN, độ ẩm $\leq 5\%$, pH (1%, 25°C) từ 4,9 - 5,5, độ màu từ 27 - 33,5, hàm lượng cafein $\geq 3\%$ (với cà phê vối R2).

6. Đề tài “**Xây dựng quy trình sản xuất bột Mãng cầu dai sấy thăng hoa**” do tác giả Trần Thị Nguyệt, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao, Tp. Hồ Chí Minh chủ trì thực hiện. Mục tiêu của đề tài là xây dựng được quy trình kỹ thuật sản xuất bột trái Mãng cầu dai bằng phương pháp sấy thăng hoa giữ được các tính chất đặc trưng về mùi, vị, màu sắc và hàm lượng các hợp chất tự nhiên (vitamin C, polyphenol tổng số) sử dụng trong thực phẩm và thức uống. Kết quả, đề tài đã nghiên cứu thành công sản phẩm khoa học và công nghệ là: 5kg bột măng cầu dai; Báo cáo khoa học được Hội đồng Khoa học thông qua; Quy trình chế biến bột măng cầu dai bằng phương pháp sấy thăng hoa quy mô 10-20 kg bột/mẻ.

7. Đề tài “**Nghiên cứu tạo bột sấy phun từ cao chiết hương thảo**” do tác giả Phạm Thị Hồng Thủy, Trung tâm ươm tạo doanh nghiệp nông nghiệp công nghệ cao, Tp. Hồ Chí Minh chủ trì thực hiện. Đề tài tiến hành nghiên cứu chiết

xuất hợp chất có khả năng kháng oxy hoá (polyphenol) ở quy mô phòng thí nghiệm, thử nghiệm quy trình chiết xuất hương thảo ở quy mô 10 kg lá hương thảo khô/mẻ và nghiên cứu quy trình tạo bột sấy phun hương thảo. Từ đó đánh giá khả năng kháng oxy hoá của cao chiết hương thảo và bột sấy phun hương thảo. Đồng thời đánh giá các chỉ tiêu của bột sấy phun hương thảo. Kết quả, đề tài đã nghiên cứu thành công sản phẩm khoa học và công nghệ bao gồm: 1 kg cao chiết hương thảo: Độ ẩm $< 30\%$, Hàm lượng polyphenol > 100 mg/g cao; 1 kg Bột sấy phun hương thảo: Độ ẩm $< 12\%$, Hàm lượng polyphenol > 50 mg/g bột; Quy trình chiết xuất hương thảo.

8. Đề tài: “**Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị sấy thăng hoa công suất 50kg/mẻ**” do KS. Nguyễn Trường Lợi - Công ty TNHH Công Nghệ Thực Phẩm Minh Anh chủ trì thực hiện. Kết quả đề tài đã nghiên cứu thiết kế, chế tạo thành công máy sấy thăng hoa có năng suất 50 kg/mẻ với các nguyên vật liệu có sẵn trong nước và giá thành rẻ, thông số công nghệ: Năng suất máy 50kg/mẻ, nhiệt độ tấm shelf: $-40 \div 70^\circ\text{C}$, nhiệt độ buồng ngưng tụ $\geq -40^\circ\text{C}$, áp suất chân không khi sấy thăng hoa ≤ 4 torr, khối lượng băng ngưng tụ 50kg/mẻ. Sản phẩm đã được thử nghiệm thành công để sấy gấc,

tảo spirulina, sấu riêng, măng cut,... tại chi nhánh Công ty TNHH Công Nghệ Thực Phẩm Minh Anh. Kết quả nghiên cứu đề tài đã được một số công ty tham khảo và trong đó công ty cổ phần Việt Mỹ tại Nha Trang đặt hàng chế tạo một hệ thống sấy thăng hoa dùng để sấy sản phẩm yến sào.

9. Đề tài “**Nghiên cứu xây dựng mô hình động học thoát ẩm và động học phân hủy vitamin C và polyphenol của quá trình sấy măng cầu xiêm (Annona muricata L.) bằng phương pháp sấy lạnh**” do tác giả Vũ Đức Ngọc, Trung tâm Phát triển Khoa học và Công nghệ Trẻ, Tp. Hồ Chí Minh thực hiện vào năm 2022. Đề tài tiến hành xây dựng các mô hình động học phân hủy polyphenol/vitamin C và động học thoát ẩm trong quá trình sấy lạnh dựa trên 12 mô hình cổ điển trước đây và mô hình phản ứng bậc 1, 2, chỉ ra hiệu suất thu hồi sản phẩm ở các thời điểm sấy). Kết quả nghiên cứu là nền tảng cho sự phát triển các sản phẩm liên quan đến măng cầu xiêm. Cơ sở cho sự đánh giá chuyên sâu về sự mất mát các hoạt tính sinh học và tốc độ thoát ẩm của vật liệu măng cầu xiêm. Các cơ chế được chỉ ra trong nghiên cứu là tiền đề cho các lý luận biến đổi và phân hủy các hoạt chất và dinh dưỡng trong măng cầu xiêm nói riêng và một số nguyên liệu có cùng tính chất

nói chung.

10. Đề tài “**Nghiên cứu chế tạo máy sấy chân không thanh long, năng suất 500kg/mẻ**” do tác giả Trần Anh Sơn, Trường Đại học Bách khoa, Tp. Hồ Chí Minh thực hiện vào năm 2020. Đề tài được thực hiện nhằm mục tiêu nghiên cứu và xác định được quy trình công nghệ sấy chân không cho thanh long, đáp ứng được yêu cầu chất lượng của các thị trường tiêu thụ trong và ngoài nước. Từ đó làm chủ công nghệ chế tạo máy sấy chân không quy mô sản xuất công nghiệp, thiết bị làm việc ổn định, tin cậy; ứng dụng IoT vào giám sát quá trình sấy. Và đảm bảo các yêu cầu về chất lượng, vệ sinh an toàn thực phẩm và được thị trường tiêu thụ trong nước và xuất khẩu chấp nhận đối với sản phẩm thanh long sau khi sấy.

11. Đề tài “**Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống thiết bị sấy và khử khuẩn tự động cho thanh long sấy dẻo**” ThS.Nguyễn Văn Đưa, Trung tâm Công nghệ Vi điện tử và Tin học, Bộ Khoa học và Công nghệ thực hiện vào năm 2021. Đề tài nghiên cứu, hoàn thiện và triển khai quy trình chế biến nông sản sấy từ bước tuyển chọn đầu vào, sơ chế, sấy, đóng gói và thương mại sản phẩm. Sản phẩm cũng cần thử nghiệm nhân rộng hơn nữa với các loại nông sản khác để đa dạng về

đôi tượng sấy. Xây dựng phát triển phần mềm theo hướng IoT để hỗ trợ giám sát điều khiển từ xa. Nghiên cứu hoàn thiện quy trình thiết kế, chế tạo với quy mô lớn hơn để đáp ứng quá trình chế biến đại trà.

12. Đề tài “**Xây dựng quy trình sản xuất bột bí đao uông liền bằng phương pháp sấy thăng hoa**” do tác giả Trần Thị Nguyệt, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao, Tp. Hồ Chí Minh thực hiện vào năm 2020. Mục đích của nghiên cứu là xác định chất lượng nguyên liệu đầu vào, hàm lượng chất mang bổ sung và phương pháp lạnh đông thích hợp trong quá trình sấy thăng hoa từ dịch ép bí đao. Kết quả nghiệm thức bổ sung maltodextrin 2,5% và sắn dây 3% (w/v) vào dịch bí đao cho sản phẩm bột sau sấy thăng hoa có độ ẩm là 3,67%, hiệu suất thu hồi đạt 7,37%, hàm lượng vitamin C là 221,87 (mg/100g), hàm lượng polyphenol có giá trị 5,16 (mg GAE/g), hàm lượng protein là 4,62%, đường tổng 341,82 (mg%) và hiệu suất thu hồi riêng từng chất (vitamin C, polyphenol tổng, đường tổng, protein) lần lượt đạt 63,36%, 29,11%, 86,66%, 52,98%. Lượng tro không tan trong HCl thấp 0,0033% có ý nghĩa về mặt giá trị dinh dưỡng. Ngoài ra chất lượng cảm quan của bột bí đao tốt và dịch hoàn nguyên có hàm lượng chất rắn hòa tan

97,330 brix, mùi vị đặc trưng. Bột bí đao sau sấy sẽ được đựng trong 2 lớp bao (lớp 1: bao PA/PE, lớp 2: bao tráng nhôm) với trọng lượng 20g/bao, bảo quản ở nhiệt độ lạnh ($12 \pm 20C$, độ ẩm $45C \pm 5\%$) sau 30 ngày bảo quản vẫn giữ được chất lượng sản phẩm.

13. Đề tài “**Xây dựng mô hình Ứng dụng công nghệ sấy tiên tiến để chế biến và bảo quản nâng cao giá trị chuỗi quả trên địa bàn tỉnh Quảng Trị**” do KS. Trần Ngọc Tuấn, Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quảng Trị thực hiện vào năm 2020. Đề tài đã chọn lựa và lắp đặt được hệ thống sấy lạnh, giá thành hợp lý đảm bảo các thông số kỹ thuật về dải nhiệt độ sấy, khả năng tuần hoàn gió, khả năng tự động hóa điều chỉnh các chế độ một cách linh động... như sau: Quy mô 300-400kg chuỗi quả/mẻ; diện tích khay sấy 48 m²; tiêu tốn năng lượng điện đạt: < 0.4 kW/h cho bốc hơi 1 lít nước; Nghiên cứu, xây dựng 2 quy trình: Quy trình phân loại, lựa chọn nguyên liệu đầu vào và xử lý giảm chín nguyên liệu và Quy trình sơ chế và sấy chuỗi nguyên quả; sản phẩm 100kg chuỗi sấy dẻo nguyên quả đạt các chỉ tiêu chất lượng (Độ ẩm: <20%; màu sắc: Đặc trưng, không bị caramen hóa; mùi vị: Đặc trưng thơm ngon của chuối; đạt được các chỉ tiêu về chất lượng, vi sinh, và an

toàn thực phẩm của sản phẩm; đóng gói hoàn thiện sản phẩm).

14. Đề tài **“Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị sấy long nhãn xoáy sử dụng năng lượng biogas tại Hưng Yên”** TS. Phạm Thị Minh Huệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, Bộ Công Thương thực hiện vào năm 2018. Đề tài chế tạo hệ thống thiết bị sấy long nhãn xoáy sử dụng năng lượng biogas với quy trình công nghệ sấy long nhãn xoáy theo hướng sấy sạch, nhằm tạo ra mặt hàng long nhãn khô có chất lượng cao, đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm đạt, góp phần thay thế nhiên liệu hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt nâng cao chất lượng và giảm giá thành sản phẩm. Nâng cao chất lượng long nhãn sấy khô cả về mặt giá trị dinh dưỡng, giá trị cảm quan và vệ sinh an toàn thực phẩm, đáp ứng yêu cầu tiêu dùng trong nước và xuất khẩu; giảm được đáng kể thời gian sấy và chi phí lao động phục vụ cho việc vận hành thiết bị sấy, đặc biệt trong thời gian thu hoạch rộ; Sử dụng năng lượng khí sinh học nên đã giảm chi phí cho quá trình sấy, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tiết kiệm năng lượng hoá thạch.

15. Đề tài **“Hoàn thiện thiết kế chế tạo dây chuyền máy vắt - sấy bã sản năng suất 1 tấn khô/giờ”** TS. Lâm Trần Vũ, Phân viện cơ điện nông nghiệp và công nghệ sau

thu hoạch, TP. Hồ Chí Minh thực hiện vào năm 2017. Đề tài nghiên cứu tổng quan, tham khảo chọn nguyên lý kết cấu lò đốt biogas; Tính toán thiết kế các đường ống, van cấp biogas; chọn loại, cỡ đầu đốt biogas; chọn và thử nghiệm quạt cấp khí lò đốt biogas; chọn vật liệu vỏ lò và vật liệu bảo ôn lò đốt biogas; bộ phận lọc nước biogas; Xây dựng quy trình công nghệ chế tạo, lắp đặt các bộ phận chính lò đốt; Thiết kế mạng điện và tủ điện điều khiển lò đốt biogas.

16. Đề tài **“Nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị sấy lạnh kết hợp nhiệt vi sóng để sản xuất một số loại rau, củ, quả khô có thể hoàn nguyên”** do TS. Lưu Xuân Cường, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Bộ Giáo dục và Đào tạo thực hiện vào năm 2017. Đề tài nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo được thiết bị sấy lạnh kết hợp nhiệt vi sóng có công suất 5kg/m², thời gian sấy giảm 65-70%. Ứng dụng thiết bị sấy lạnh kết hợp nhiệt vi sóng để sản xuất thành công bông cải xanh, khổ qua và nấm khô có thể hoàn nguyên. Sản phẩm sau sấy đạt chất lượng an toàn thực phẩm theo chuẩn tiêu chuẩn Việt Nam và có khả năng hoàn nguyên nước tăng 15-20% so với phương pháp sấy đối lưu truyền thống.

17. Đề tài **“Nghiên cứu, chế tạo hệ thống sấy nông**

sản quy mô hộ gia đình, sử dụng nhiên liệu sẵn có ở địa phương tại huyện Mù Cang Chải” do KS. Vũ Hữu Lê, Công ty TNHH cơ khí và xây lắp Hồng Hà, UBND Tỉnh Yên Bái thực hiện vào năm 2016. Đề tài Thiết kế và chế tạo hệ thống sấy cải tiến phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân trên địa bàn huyện Mù Cang Chải. Xây dựng mô hình hệ thống sấy cải tiến : 01 mô hình theo phương pháp trực tiếp để sấy nhiều sản phẩm nông sản khác nhau như: lúa, ngô, thảo quả với kích thước của hộc sấy là 3.700 x 1.250 x 600 (mm); sản lượng: 1 tấn sản phẩm/24h (1 ngày đêm) và 01 mô hình hệ thống sấy theo phương pháp gián tiếp để sấy táo mèo với kích thước của hộc sấy là: 5.000 x 3.000 x 900 (mm); sản lượng: 1 tấn sản phẩm/24h (1 ngày đêm). Đồng thời xây dựng hướng dẫn sử dụng, vận hành và bảo quản hệ thống sấy, quy trình sấy cho các loại nông sản.

18. Đề tài **“Kết hợp công nghệ sấy tĩnh vĩ ngang với công nghệ sấy tháp của Nhật Bản để sấy nông sản tại Nhà máy chế biến, bảo quản nông sản Ninh Bình”** do CN. Vũ Văn Nga, Công ty Cổ phần Tổng công ty Giống cây trồng con nuôi Ninh Bình thực hiện vào năm 2016. Đề tài tích hợp được 2 hệ thống: sấy tĩnh hiện có công suất 30

tấn/mê và hệ thống sấy tháp có quy mô công suất 20 tấn/mê để nâng công suất sấy nông sản của nhà máy lên 60 tấn/mê. Tổ chức sấy thử nghiệm trên dây truyền mới 120 tấn lúa giống, 180 tấn lúa thương phẩm và 60 tấn ngô giống theo Quy chuẩn chất lượng giống lúa, ngô của Bộ Nông nghiệp và PTNT quy định về chất lượng giống lúa, ngô và tiêu chuẩn gạo của khách hàng đặt mua.

19. Đề tài **“Nghiên cứu thiết kế chế tạo máy sấy tinh bột sắn kiểu khí động cải tiến năng suất 200kg/h sử dụng nhiều nguồn nhiên liệu đầu vào khác nhau”** do ThS. Nguyễn Văn Thành, Viện nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp, Bộ Công Thương thực hiện vào năm 2015. Đề tài nghiên cứu tổng quan tình hình trồng và chế biến tinh bột sắn trong những năm gần đây, tổng quan về một số phương pháp sấy tinh bột sắn trong và ngoài nước và phân tích ưu nhược điểm. Nêu được tầm quan trọng của việc cần phải cải tiến thiết bị sấy. Nghiên cứu tính toán, thiết kế mẫu máy phù hợp và từ kết quả tính toán thiết kế tiến hành chế tạo và khảo nghiệm mẫu máy. Khắc phục một số khuyết điểm mà các thiết bị sấy tinh bột kiểu khí động hiện tại đang mắc phải như: Thiết bị cồng kềnh, chi phí năng lượng sấy cao, sử dụng được nhiều loại nhiên liệu...; Hướng tới ứng dụng để giúp cho việc sản xuất

tinh bột tại các nhà máy chế biến được thuận lợi từ khâu lắp đặt, vận hành đến sản xuất, tăng thêm lợi nhuận của đơn vị.

20. Đề tài **“Xây dựng mô hình sấy cà phê sau thu hoạch tại huyện Lâm Hà, tỉnh Lâm Đồng”** do CN. Lê Thành Trung, Trung tâm Ứng dụng khoa học và công nghệ Lâm Đồng thực hiện vào năm 2015. Đề tài ứng dụng các tiến bộ khoa học và công nghệ về sấy nông sản phù hợp với tình hình sản xuất cà phê tại huyện Lâm Hà để xây dựng mô hình sấy cà phê quy mô trang trại, nhóm hộ gia đình nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm cà phê, giảm giá thành chế biến và đảm bảo vệ sinh, an toàn lao động. Thông qua mô hình trình diễn công nghệ và thiết bị sấy cà phê làm cơ sở khoa học và thực tiễn để giới thiệu, phổ biến và nhân rộng kỹ thuật sấy nông sản cho nông dân trong vùng nhằm giảm tỷ lệ hao hụt trong quá trình thu hoạch, nâng cao chất lượng sản phẩm, và hiệu quả kinh tế cho nông dân.

21. Đề tài **“Nghiên cứu, tính toán, thiết kế, chế tạo mẫu lò đốt sinh khối dùng cho máy sấy nông sản kiểu xe rơ mooc di động”** do KS. Nguyễn Đình Quý, Viện nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp, Bộ Công Thương thực hiện vào năm 2014. Báo cáo giới thiệu tổng quan tình hình nghiên cứu về nguyên lý, cấu tạo của một số mẫu lò đốt sinh

khối ở Việt Nam và ở nước ngoài. Trình bày kết quả nghiên cứu tính toán quá trình đốt cháy, tính toán thiết kế hệ thống sấy, hệ thống lò đốt. Trình bày kết quả tính toán lựa chọn các thông số quá trình, thông số kỹ thuật. Trình bày kết quả thiết kế mẫu lò trên cơ sở số liệu đã lựa chọn và tính toán. Đánh giá kết quả khảo nghiệm chế tạo mẫu lò trên cơ sở bản vẽ thiết kế. Khảo nghiệm và đánh giá tính hợp lý cho mẫu lò đã chế tạo.

22. Đề tài **“Nghiên cứu hoàn thiện thiết kế hệ thống máy sấy cà phê kiểu thùng quay phù hợp với điều kiện sản xuất của Việt Nam, có giá thành hạ và nâng cao chất lượng cà phê nhập khẩu”** do KS. Trần Xuân Trinh, Viện nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp, Bộ Công Thương thực hiện năm 2014. Báo cáo giới thiệu tổng quan tình hình trồng, chế biến và tiêu thụ cà phê ở Việt Nam. Trình bày tổng quan về máy sấy cà phê và các phương pháp làm khô cà phê ở Việt Nam. Tính toán thiết kế máy sấy cà phê kiểu thùng quay, bao gồm tính toán kích thước cơ bản cho thiết bị, tính toán phân cấp nhiệt máy sấy, tính toán quá trình sấy lý thuyết, tính toán quá trình sấy thực, tính toán dàn trao đổi nhiệt calorifer, tính toán khí động trong hệ thống sấy cà phê kiểu thùng quay, tính toán quạt sấy. Thiết kế và chế tạo thiết bị, khảo nghiệm và đánh giá thiết bị.

23. Đề tài “**Nghiên cứu công nghệ và thiết bị sấy mật ong theo phương pháp cô đặc chân không**” do tác giả Nguyễn Hay, Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM thực hiện vào năm 2012. Đề tài nghiên cứu tính toán, thiết kế và chế tạo một máy sấy mật ong theo nguyên lý cô đặc chân không kết hợp đảo trộn, gia nhiệt trực tiếp mật ong trong buồng sấy thông qua lớp áo nước, năng suất 20 kg/m²; Xây dựng được các phương trình toán học mô tả mối quan hệ giữa các thông số làm việc của thiết bị đến các chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm; Xác định được các thông số công nghệ tối ưu của thiết bị.

24. Đề tài “**Nghiên cứu công nghệ và thiết bị sấy phần hoa**” do tác giả Lê Anh Đức Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM thực hiện vào năm 2012. Đề tài nghiên cứu tổng quan về công nghệ và thiết bị làm khô phần hoa hiện đang được sử dụng. Phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp sấy, chế độ sấy dựa trên đặc tính của phần hoa, từ đó làm cơ sở để lựa chọn công nghệ và thiết bị sấy phần hoa phù hợp; tính toán, thiết kế và chế tạo máy sấy phần hoa theo nguyên lý sấy chân không gia nhiệt bằng vi sóng năng suất 10 kg/m²; xây dựng phương trình hồi quy mô tả ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và chiều dày lớp phần hoa trên khay sấy đến tỷ lệ hàm lượng vitamin C của phần hoa sau khi sấy so với hàm lượng vitamin

C có trong mẫu phần hoa ban đầu và chi phí điện năng riêng cho sấy; xác định các thông số tối ưu và các chỉ tiêu tối ưu của máy sấy.

25. Đề tài “**Hoàn thiện quy trình công nghệ, thiết bị đánh bóng theo phương pháp ướt và máy sấy trong dây chuyền phân loại cà phê nhân xuất khẩu, năng suất 4 tấn/h**” do Nguyễn Văn Hoàng, Công ty cổ phần Cơ khí Vina Nha Trang thực hiện vào năm 2010. Đề tài giới thiệu tổng quan tình hình sử dụng nước công nghệ và thiết bị đánh bóng cà phê trên thế giới và trong nước. Thiết kế các thiết bị chính, chi tiết, cụm chi tiết chính trong dây chuyền. Hoàn thiện quy trình kiểm tra sản phẩm gia công chế tạo. Hoàn thiện quy trình vận hành thiết bị, kiểm tra chất lượng sản phẩm cà phê chế biến.

III. XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ SẤY CHO SẢN PHẨM NÔNG NGHIỆP

Tương lai của công nghệ sấy sản phẩm nông sản là sự kết hợp giữa hiệu suất và bền vững. Chúng ta cần tập trung vào việc phát triển công nghệ sấy tiên tiến hơn, kết hợp với các nguồn năng lượng sạch, để đáp ứng nhu cầu thực phẩm toàn cầu và bảo vệ môi trường. Công nghệ IoT và trí tuệ nhân tạo sẽ tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quy trình sấy và quản lý sản phẩm nông nghiệp:

- Xu hướng ứng dụng công

nghệ Internet of Things (IoT) trong sấy nông sản: Đây là công nghệ kết nối các thiết bị thông minh với nhau thông qua mạng internet, cho phép thu thập, xử lý và truyền tải dữ liệu một cách tự động và liên tục. Công nghệ IoT có thể cải thiện hiệu quả và chất lượng của quá trình sấy bằng cách giám sát từ xa các thông số như độ ẩm, nhiệt độ, tốc độ gió, lượng mưa... của đất, cây trồng và không khí. Công nghệ IoT cũng có thể kết hợp với các công nghệ khác như máy bay không người lái, robot và hình ảnh máy tính để tăng tính linh hoạt, chính xác và an toàn của các quy trình trang trại. Thông qua phân tích số liệu về tình hình đăng ký sáng chế liên quan đến công nghệ sấy nông sản trên thế giới từ năm 2001 đến năm 2020 có thể chia làm 2 giai đoạn:

+ Giai đoạn 2001 - 2018: số lượng đơn đăng ký sáng chế được công bố có xu hướng tăng dần theo thời gian. Khi khảo sát lượng đơn đăng ký sáng chế qua các năm, có thể thấy năm 2001 chỉ có 909 đơn đăng ký sáng chế được công bố; đến năm 2018, số lượng đơn đăng ký sáng chế được công bố cao nhất với 2175 đơn.

+ Giai đoạn 2018 - 2020: số lượng đơn đăng ký sáng chế được công bố có xu hướng giảm, thấp nhất ghi nhận vào năm 2020 với 1670 đơn được công bố.

Phương thức sản xuất

nông nghiệp trên thế giới khá đa dạng và khác nhau như đối với các nước phát triển và các nước đang phát triển. Đối với những nước phát triển như Mỹ, Úc, Châu Âu thì sản xuất nông nghiệp theo hướng tập trung, quy mô lớn và mức tự động hóa cao. Do đó, công nghệ sấy nông sản đối với những nước phát triển với công nghệ cao, quy mô lớn và tập trung. Những công nghệ như sấy tháp, sấy tầng sôi, sấy thông thoáng bảo quản đang được ứng dụng phổ biến. Trong khi đối với những nước đang phát triển, đặc biệt là khu vực Đông Nam Á như: Philippines, Indonesia, Myanmar... sản xuất nông nghiệp vẫn còn manh mún, nhỏ lẻ nên công nghệ sấy nông sản cũng chỉ là các công nghệ sấy đơn giản, nhưng mang lại hiệu quả thiết thực, tiết kiệm chi phí sản xuất cho hộ nông dân, như là sấy đảo chiều bằng không khí nóng,...

- Xu hướng ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) trong sấy nông sản: Đây là công nghệ mô phỏng khả năng học hỏi, suy luận và ra quyết định của con người bằng máy tính. Công nghệ AI có thể cung cấp những hiểu biết cho người nông dân về thời gian thực trong sấy nông sản, giúp họ chủ động hơn. AI cung cấp thông tin chi tiết dự đoán để dự báo dữ liệu thời tiết, năng suất cây trồng và giá cả, từ đó giúp họ ra quyết định

tốt ưu cho việc sấy. AI cũng có thể điều khiển các thiết bị sấy thông minh để điều chỉnh các thông số như lượng không khí, áp suất, độ ẩm... để đạt được kết quả mong muốn.

Điển hình, AgroSavfe là một công ty khởi nghiệp đặt trụ sở tại Bỉ, chuyên trong việc sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và các phương pháp sấy hiện đại để bảo vệ và bảo quản nông sản. Họ đã phát triển một hệ thống sấy thông minh dựa trên AI giúp dự đoán và điều chỉnh các thông số quan trọng như nhiệt độ, độ ẩm và thời gian sấy để đảm bảo chất lượng tối ưu của sản phẩm sau quá trình sấy. AgroSavfe cung cấp các giải pháp tùy chỉnh cho từng loại sản phẩm nông nghiệp, giúp người sản xuất tối ưu hóa quá trình sấy và giảm lãng phí.

Và CropIn là một công ty khởi nghiệp Ấn Độ chuyên trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh. Họ sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI), IoT và dữ liệu vùng miền để giúp nông dân quản lý và tối ưu hóa quy trình sản xuất nông nghiệp của họ. Một phần của giải pháp của CropIn bao gồm việc sử dụng dữ liệu và AI để dự đoán thời tiết và điều kiện môi trường, bao gồm cả việc quản lý việc sấy sản phẩm nông nghiệp. Họ cung cấp giải pháp sấy thông minh để giảm lãng phí và bảo quản chất lượng sản phẩm.

- Xu hướng ứng dụng công

nghệ sấy bằng hơi quá nhiệt: Đây là công nghệ sấy hiệu quả, tiết kiệm năng lượng, bảo toàn được chất lượng và đặc tính của sản phẩm. Công nghệ này sử dụng hơi quá nhiệt ở nhiệt độ cao (trên 100 độ C) để truyền nhiệt cho sản phẩm, giúp giảm thời gian sấy và tăng khả năng kiểm soát quá trình sấy. Công nghệ này đã được áp dụng thành công trong sấy các loại trái cây, rau củ, thực phẩm chế biến.

Điển hình, Dry4Good là một công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Tây Ban Nha, chuyên trong việc phát triển giải pháp sấy bằng hơi quá nhiệt để bảo quản và lưu trữ các sản phẩm nông nghiệp, đặc biệt là quả và rau. Họ đã phát triển một hệ thống sấy tiên tiến sử dụng hơi quá nhiệt để nhanh chóng loại bỏ nước từ sản phẩm mà không làm mất chất lượng. Công nghệ này giúp sản phẩm giữ được hương vị và chất dinh dưỡng ban đầu, đồng thời gia tăng tuổi thọ lưu trữ.

Drynks Unlimited là một công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Anh, tập trung vào việc sấy các loại trái cây và rau bằng hơi quá nhiệt để tạo ra thực phẩm tự nhiên và không cần dành cho người không uống rượu. Họ sử dụng công nghệ sấy bằng hơi quá nhiệt để loại bỏ nước từ các nguyên liệu và tạo ra các sản phẩm thay thế rượu với hương vị tự nhiên và độ tươi ngon. □

Nguyễn Trung Tính