SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP.HCM

TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KH&CN

BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ

Chuyên đề:

HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM

Biên soạn: **Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ**

***Với sự cộng tác của*:**

- **TS. Nguyễn Đình Uyên**

Công ty cổ phần Giải pháp Nông nghiệp 5D.

- **Thạc sĩ Trần Văn Sư**

Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia Tp.HCM

- **Ông Đào Quốc Hưng**

Tổng Giám Đốc - Công ty cổ phần Máy và Thiết bị Công nghiệp Quốc tế.

TP.Hồ Chí Minh, 04/2019

MỤC LỤC

I. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM..... 1

1. Phương pháp và công nghệ sấy vi sóng..... 1

2. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trên thế giới và tại Việt Nam 7

3. Những ưu điểm sấy và khử trùng bằng vi sóng: 11

4. Những khó khăn, hạn chế và tương lai của gia công nhiệt cho thực phẩm bằng vi sóng..... 12

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ..... 13

1. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm..... 13

2. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm tại các quốc gia..... 14

3. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo các hướng nghiên cứu..... 17

4. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu số lượng công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm 17

5. Một số sáng chế tiêu biểu..... 18

Kết luận 20

III. GIỚI THIỆU THIẾT BỊ SẤY VI SÓNG DẠNG HỞ - BĂNG CHUYỀN TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN GIẢI PHÁP NÔNG NGHIỆP 5D VÀ CÔNG TY CỔ PHẦN MÁY VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP QUỐC TẾ..... 21

1. Thiết kế hệ thống sấy vi sóng dạng hở - băng chuyền cho nước yến đóng chai..... 21

2. Tích hợp và thử nghiệm hệ thống sấy vi sóng cho nước Yến đóng chai.... 39

HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM

****

I. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

1. Phương pháp và công nghệ sấy vi sóng

Sấy là quá trình sử dụng nhiệt để làm giảm hàm lượng ẩm có trong nguyên liệu dựa trên sự chênh lệch áp suất hơi riêng phần của nước trên bề mặt nguyên liệu và môi trường xung quanh. Trong quá trình sấy, nước di chuyển từ nguyên liệu ra môi trường xung quanh được chia ra làm hai quá trình: nước khuếch tán từ bên trong nguyên liệu ra bề mặt của nguyên liệu do sự chênh lệch về hàm lượng ẩm bên trong và bề mặt; và sự khuếch tán của nước từ bề mặt nguyên liệu ra môi trường xung quanh do sự chênh lệch về áp suất hơi riêng phần của hơi nước.

Quá trình sấy được chia làm hai giai đoạn:

- Giai đoạn đẳng tốc: tốc độ bay hơi ẩm không thay đổi. Trong giai đoạn này, lượng ẩm mất đi chủ yếu là ẩm tự do.

- Giai đoạn giảm tốc: tốc độ bay hơi ẩm giảm dần theo thời gian. Trong giai đoạn này, ẩm mất đi chủ yếu là ẩm liên kết.

Trong công nghệ bảo quản sau thu hoạch và chế biến nông sản, thực phẩm, sấy là một trong những phương pháp có lịch sử hình thành từ lâu đời và được sử dụng phổ biến nhất. Mục tiêu của quá trình sấy trong bảo quản và chế biến nông sản, thực phẩm là giảm hàm lượng ẩm có trong nguyên liệu; từ đó, làm giảm hoạt độ của nước, ức chế các biến đổi do có sự hiện diện của nước như: sự phát triển của vi sinh vật, sự xúc tác của các enzyme. Bên cạnh đó, của quá trình sấy còn góp phần tạo những biến đổi về mặt hóa học và cảm quan; từ đó tạo ra những thuộc tính đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng. Nói cách khác, mục đích của quá trình sấy là để kéo dài thời gian bảo quản, chế biến nông sản, thực phẩm giúp nâng cao giá trị và chất lượng sản phẩm.

Các yếu tố quan trọng trong quá trình sấy:

- **Vi sinh vật trong quá trình sấy:** Bản chất của quá trình sấy là làm giảm hoạt độ nước, giúp ức chế sự phát triển của vi sinh vật. Quá trình sấy không tiêu diệt vi sinh vật như các quá trình tiệt trùng hay thanh trùng, vi sinh vật không hoàn toàn bị tiêu diệt như các sản phẩm vô trùng. Do đó, thông qua quá trình sấy, dưới tác dụng của nhiệt độ cũng như việc giảm hoạt độ của nước, khả năng kháng nhiệt của vi sinh vật sẽ giảm đi đáng kể, vi sinh vật bị ức chế nên các độc tố cũng như các hư hỏng do quá trình sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật tạo ra cũng được ức chế. Tuy nhiên, trong trường hợp với những loại nông sản có mật độ vi sinh vật ban đầu cao, quá trình hư hỏng do vi sinh vật cũng như độc tố có thể sinh ra trong giai đoạn đầu của quá trình sấy. Khi đó, các quá trình tiền xử lý cần được thực hiện để khắc phục hiện tượng này.

- **Các phản ứng tạo màu:** Phản ứng tạo màu phổ biến trong quá trình sấy các loại nông sản là phản ứng Maillard. Đây là phản ứng đặc trưng đối với việc sấy các loại nguyên liệu có sự hiện diện đồng thời các axit amin tự do và đường khử. Phản ứng này phụ thuộc vào nhiệt độ, để hạn chế phản ứng này, có thể sử dụng các phương pháp sấy có nhiệt độ của quá trình sấy thấp.

- Các phản ứng oxi hóa: Trong quá trình sấy, một trong những phản ứng oxi hóa có ảnh hưởng xấu đến chất lượng của nông sản là phản ứng oxi hóa chất béo. Quá trình oxi hóa chất béo dẫn đến việc hình thành các hợp chất có khả năng tạo mùi xấu (thường gọi là ôi dầu). Đặc biệt, khi trong nguyên liệu có các enzyme lipase, quá trình oxi hóa này diễn ra càng mạnh. Để khắc phục hiện tượng này, có thể thực hiện quá trình sấy ở nhiệt độ thấp hoặc trong điều kiện ít sự hiện diện oxy càng tốt.

- Sự thay đổi về tính chất vật lý của nguyên liệu: Quá trình sấy thường tạo ra những biến đổi đáng kể về cấu trúc. Một trong những biến đổi quan trong nhất là hiện tượng co lại của nguyên liệu (shrinkage). Nguyên nhân của hiện tượng này là do khi mất nước, các mô có xu hướng co lại, dẫn đến sự co lại của cả nguyên liệu. Cùng với hiện tượng co lại, khả năng tái hút ẩm (hoàn nguyên) cũng là một thuộc tính quan trọng. Khả năng tái hút ẩm thường tỷ lệ nghịch với sự co

lại của nguyên liệu. Sự thay đổi của hai thuộc tính này quyết định đến các tính chất vật lý còn lại như độ xốp, cấu trúc lỗ xốp, độ giòn… Sự thay đổi về tính chất vật lý phụ thuộc vào nhiệt độ, tốc độ bay hơi nước và thành phần hóa học của nguyên liệu.

- Sự biến đổi của các thành phần dinh dưỡng trong nguyên liệu: Trong các loại nguyên liệu giàu vitamin và các hoạt chất sinh học như trái cây, dưới tác dụng của nhiệt độ, các thành phần này dễ bị tổn thất, từ đó, làm giảm giá trị dinh dưỡng của nguyên liệu. Ví dụ, khi sấy trái cây, vitamin C bị tổn thất gần như hoàn toàn trong điều kiện không khí nóng. Hay khi sấy dâu tây bằng không khí nóng ở điều kiện 60^{o}C, hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxi hóa giảm đến 80%. Để hạn chế tổn thất này, cần thực hiện quá trình sấy ở điều kiện nhiệt độ thấp và ít sự hiện diện của oxi.

1.1 Phương pháp sấy

Hiện tại, theo phương pháp cung cấp nhiệt, sấy nhiệt được chia làm các nhóm:

- Sấy đối lưu
- Sấy tần số cao
- Sấy bức xạ
- Sấy điện trường cao tần

Trong đó sấy vi sóng thuộc nhóm điện trường cao tần, công nghệ sấy vi sóng được ra nghiên cứu từ năm 1930 được ứng dụng nhiều trong công nghiệp sấy gỗ, thực phẩm. Nhưng còn vấp nhiều vấn đề về chất lượng thực phẩm trong thời gian dài.

Đến năm 2009, hiệp hội bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng Mỹ đã công nhận công nghệ sấy vi sóng không ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng. Từ đó công nghệ sấy vi sóng bắt đầu được triển khai rộng rãi công nghệ này tại nhiều nơi.

1.2 Giới thiệu công nghệ sấy vi sóng

Thực phẩm và nông sản sau khi được chế biến luôn chịu các tác nhân gây bệnh như nấm, vi khuẩn, virus, các dạng bào tử,… có sẵn trong thực phẩm, nông

sản, vật liệu bao bì hoặc trong không khí. Các tác nhân này có thể làm hỏng sản phẩm trước khi đến với người dùng, có thể gây độc tố, bệnh,….Vì vậy các sản phẩm này cần có biện pháp bảo quản, tiệt trùng nhằm đảm báo chất lượng. Đây được xem là thách thức lớn cho ngành bảo quản sau thu hoạch và chế biến nông sản và thực phẩm.

Trước đây, người dân và các doanh nghiệp nhỏ thường sử dụng các phương pháp sấy nhiệt như phơi nắng, sấy lò hơi trong bảo quản và chế biến sản phẩm. Tuy nhiên, phương pháp này mất nhiều thời gian, khó giữ lại được đầy đủ chất dinh dưỡng có sẵn trong nông sản, đồng thời tiềm ẩn nguy cơ bị các vi khuẩn có hại xâm nhập như E.coli, nấm mốc.

Ứng dụng công nghệ vi sóng có thể giúp người dân, doanh nghiệp nhỏ có hướng đi mới trong chế biến và bảo quản nông sản, thực phẩm.

Ưu điểm của công nghệ sấy vi sóng là nhiệt được thâm nhập bằng những tia sóng siêu nhỏ khiến cho tất cả các thành phần trong sản phẩm đều được làm khô trong thời gian rất ngắn. Phương pháp này không chỉ giúp tiết kiệm điện năng mà còn giữ lại hầu hết các chất dinh dưỡng và màu sắc ban đầu của nông sản, thực phẩm. Vi sóng (sóng siêu cao tần - microwave) là một dạng bức xạ điện từ không ion hóa, có tần số trong khoảng từ 300 MHz tới 300 GHZ (bước sóng λ trong khoảng từ 1m tới 1 mm), nằm giữa vùng sóng radio (RF) và vùng hồng ngoại + ánh sáng khả kiến. Trong dải vi sóng, các tần số 915 MHz và 2,45 GHz thường sử dụng cho lò vi sóng. Lò vi sóng dân dụng thường sử dụng tần số 2,45 GHz, bước sóng 12,2 cm (4.80 inch), khả năng đâm xuyên vào môi trường vật chất từ 3 - 8 cm. Lò vi sóng công nghiệp/thương mại lớn thường sử dụng tần số 915 MHz, bước sóng 32,8 cm (12,9 inch), khả năng đâm xuyên cao hơn - từ 8 – 22 cm.

Vi sóng khi truyền qua thực phẩm sẽ gia nhiệt cho chúng. Nước, chất béo, và các chất trong thực phẩm hấp thụ năng lượng từ lò vi sóng trong một quá trình gọi là gia nhiệt điện môi. Năng lượng vi sóng được cung cấp ở mức độ phân tử thông qua sự tương tác phân tử vật chất với trường điện từ, đặc biệt, là thông qua ma sát phân tử, là kết quả của sự quay của lưỡng cực điện của phân tử theo dao động của trường điện từ. Cơ chế chính gia nhiệt bằng vi sóng là sự quay của

lưỡng cực điện và phân cực ion (cơ chế phân cực hoá lưỡng cực- Dipolar polarization Mechanism). Ngoài ra, còn có cơ chế gia nhiệt phụ, khi dưới tác dụng của điện trường, các ion trong một dung dịch sẽ di chuyển trong toàn bộ dung dịch và va chạm nhau và chuyển năng lượng động học thành nhiệt (cơ chế dẫn - Conduction mechanism).

Như vậy, chỉ có những vật liệu có độ phân cực đủ lớn thì tác dụng gia nhiệt bằng vi sóng mới có kết quả mong đợi. Nước trong thực phẩm là thành phần chủ yếu có lưỡng cực điện, có vai trò rất lớn trong gia nhiệt điện môi. Với cấu trúc lưỡng cực điện, có các điện tích dương và âm ở 2 đầu, do đó, các phân tử nước sẽ quay theo chiều song song với điện trường ngoài. Dao động điện trường xoay chiều làm quay đảo chiều các phân tử, va chạm với các phân tử khác và buộc chúng chuyển động, dẫn tới sự chuyển hoá năng lượng phân tán này thành năng lượng nhiệt. Ở tần số siêu cao, các phân tử đảo chiều liên tục, tạo ra sự chuyển hoá năng lượng cao, dẫn tới sự gia nhiệt rất nhanh.

Tốc độ gia nhiệt thể tích (Q) của vi sóng tại một vị trí tỷ lệ với cường độ điện trường theo biểu thức:

$$Q = 2\pi f \varepsilon_o \varepsilon'' E^2$$

Trong đó f là tần số của vi sóng, E là cường độ điện trường của sóng tại địa điểm quan sát, ε0 là hằng số điện môi chân không, và ε” là thừa số mất mát năng lượng trong vật liệu điện môi đại diện cho khả năng hấp thụ vi sóng của vật liệu.

1.3 Ứng dụng của sấy vi sóng

Ứng dụng của vi sóng để gia nhiệt thực phẩm ra đời cách đây hơn 70 năm, được bắt đầu như là một sản phẩm của công nghệ radar phát triển trong Thế chiến II. Sau đó, Percy Spencer được coi là người phát minh ra lò vi sóng hiện đại từ công nghệ radar phát triển trong chiến tranh. Sản phẩm được đặt tên là "Radarange" và được bán lần đầu tiên vào năm 1946. Một lò vi sóng gia đình do Tappan chế tạo vào năm 1955 được cấp bằng sáng chế. Tuy nhiên kích thước lớn và giá thành cao nên việc triển khai rộng sản phẩm này trên thị trường bị hạn chế. Mãi đến 1967, lò vi sóng Countertop của Tổng công ty Amana mới bắt đầu được sử dụng trong các hộ gia đình.

Việc phát triển kỹ thuật vi sóng để tiệt trùng thực phẩm đòi hỏi đẩy mạnh các nghiên cứu sau:

1) Nghiên cứu khoa học và công nghệ nhằm cung cấp mô hình trường điện từ ổn định, phân bố đều với hiệu quả năng lượng cao.
2) Đáp ứng các chỉ tiêu, bao gồm:
   - Tính ổn định của hệ thống và quy trình.
   - Cơ sở khoa học/ phương tiện để phát triển quá trình xử lý.
   - An toàn thực phẩm.

(Các chỉ tiêu này được Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ FDA (USA Food & Drug Administration) phê duyệt).

3) Đảm bảo thực phẩm chất lượng cao.
4) Đem lại hiệu quả kinh tế.

Như vậy, vi sóng có khả năng gia nhiệt nhanh, mạnh đối với thực phẩm, đặc biệt là những sản phẩm có ẩm độ hoặc chứa nước và đã được sử dụng thành công để làm nóng, sấy khô, tiệt trùng nhiều loại sản phẩm thực phẩm.

Hệ thống sấy và tiệt trùng bằng vi sóng bao gồm hệ thống phát vi sóng, dẫn sóng tới vị trí đặt thực phẩm và sử dụng gia nhiệt trong thực phẩm để tiệt trùng.

Sấy và tiệt trùng bằng vi sóng cũng tương tự như nhiều phương pháp sử dụng nhiệt khác, bao gồm:

- Phương pháp sử dụng nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tối đa của vi sinh vật làm biến tính các phân tử (cấu trúc, chức năng) của tế bào vi sinh vật để tiêu diệt chúng. Các thiết bị phổ biến để hấp khử trùng /hấp tiệt trùng là autoclave, thiết bị đun sôi, buồng khí nóng…Đặc điểm của phương pháp này là đòi hỏi duy trì nhiệt độ và thời gian cần thiết để diệt mỗi loại khuẩn. Việc đun sôi chất lỏng (100^0C trong 30 phút) có thể diệt đa số tế bào vi sinh vật, ngoại trừ một số loài ở dạng bào tử. Ngoài ra, sử dụng hơi nước bão hoà dưới áp suất cao (nồi áp suất tới 121^0C) Có thể tiêu diệt các nội bào tử kháng nhiệt.

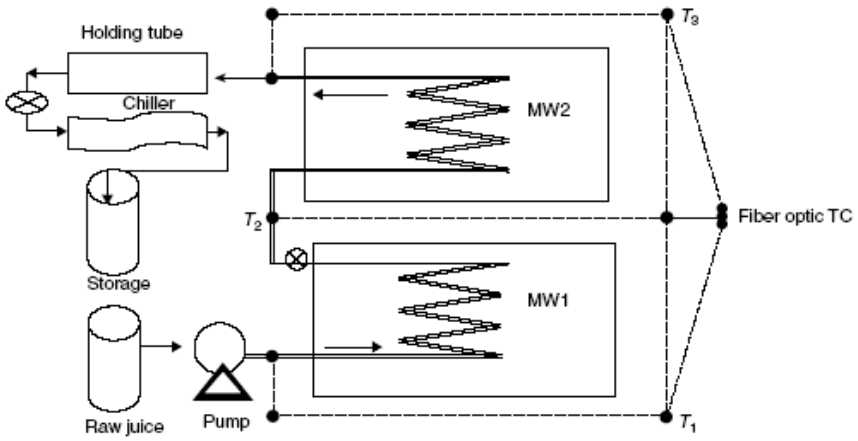
- Phương pháp sử dụng nhiệt ở mức độ vừa phải (Phương pháp thanh trùng Pasteu) cũng là phương pháp được sử dụng rộng rãi. Phương pháp này không diệt tất cả tế bào vi sinh vật mà thực hiện kiểm soát chúng, làm chậm sự

sinh trưởng và phát triển của chúng trong sản phẩm. Ví dụ, để thanh trùng sữa nhiệt độ thường ở khoảng 71^0C trong 15 giây, cho phép diệt các vi khuẩn gây bệnh như vi khuẩn lao Tuberculosis, Brucellosis, sốt Q, sốt thương hàn,… Phương pháp này đơn giản, khá hiệu quả. Tuy nhiên, khi tiệt trùng ở thiết bị lớn, quá trình trao đổi nhiệt lâu, giải pháp này không hiệu quả.

Tiệt trùng bằng vi sóng thường theo phương pháp nhiệt độ cao, tới 121^0C.

2. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trên thế giới và tại Việt Nam

Thiết bị vi sóng cho dòng chất lỏng chảy liên tục có thể được sử dụng cho sữa và nước trái cây chế biến (Hình 1). Máy vi sóng cho suất ăn sẵn cũng thành công khi được thương mại ở các nước châu Âu, mặc dù ngành công nghiệp Mỹ vẫn còn miễn cưỡng chấp nhận công nghệ.



Hình 1: Hệ tiệt trùng bằng vi sóng cho dòng thực phẩm lỏng chảy liên tục

Không thể đơn giản hoá việc thay thế việc gia nhiệt thông thường bằng nguồn năng lượng của vi sóng. Để giải quyết vấn đề này chúng ta cần hiểu đầy đủ quá trình gia nhiệt đối với loại sản phẩm thực tế và cơ chế bất hoạt, phân bố nhiệt độ trong các loại thực phẩm nhiều lớp và các yếu tố quan trọng khác. Sự biến đổi về chất lượng và đáng kể trong vùng gia nhiệt phải được đưa vào xem xét trong các tính toán về hiệu quả ghi nhận theo kết nối điện từ với truyền năng lượng trong khử trùng bằng sóng siêu cao tần. Hiện nay, sấy và khử trùng sử dụng năng lượng vi sóng đang được dành trọng tâm cho các loại thực phẩm rắn. Thiết bị vi

sóng kích thước thương mại hiện nay đã sẵn sàng cho các ứng dụng để sấy hoặc thanh trùng Pasteur và tiệt trùng sản phẩm theo nhu cầu của con người.

Công nghệ dùng vi sóng - để sấy, tiệt trùng, hoặc kết hợp cả hai - là công nghệ tiên tiến không dùng hóa chất, tiết kiệm năng lượng, năng suất, hiệu quả cao và bảo vệ môi trường.

2.1 Tình hình nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng tại Việt Nam

Trên thực tế, phương pháp tiệt trùng bằng vi sóng vẫn chưa được ứng dụng vào thực tiễn sâu rộng tại Việt Nam. Lý do chủ yếu là thiết bị và công nghệ phụ thuộc vào nước ngoài, thiết bị nhập đắt tiền làm tăng chi phí sản xuất.

Công nghệ tiệt trùng bằng vi sóng là công nghệ mới, tiên tiến, có thể xử lý tiệt trùng nhiều sản phẩm khác nhau, nên cần được nghiên cứu thấu đáo tại Việt Nam. Để có thể sử dụng, thiết bị phải không phức tạp, tự động, dễ chế tạo, vận hành an toàn có khả năng tiệt trùng cho các thực phẩm chế biến phục vụ xuất khẩu.

Qua khảo sát tình hình nghiên cứu ứng dụng sóng siêu cao tần trong nước, có thể nhận xét là các ứng dụng sóng siêu cao tần tập trung cho quá trình gia công nhiệt trong sản xuất công nghiệp:

- Công ty Vạn Thành đã đầu tư công nghệ sản xuất theo dây chuyền khép kín, hoàn toàn tự động trong tất cả các giai đoạn hấp, lưu hóa, định hình cao su, tẩy rửa dạng nước dàn mưa, sấy vi sóng tiệt trùng, tới sấy khô thành phẩm.
- Công ty TNHH Thông tin Minh Dư (70Bis Trần Đình Xu, phường Cô Giang, quận 1, TP.HCM) vừa nghiên cứu và chế tạo thành công máy sấy gỗ tươi hiệu Gosaviba 20. Đây là loại máy sấy gỗ đầu tiên được một doanh nghiệp trong nước chế tạo theo nguyên lý dùng vi sóng phá vỡ các phần tử nước ra khỏi gỗ.
- Đề tài (Sở KH & CN TP.HCM - 2012) của TS. Lê Anh Đức (ĐH Nông Lâm Tp.HCM) nghiên cứu công nghệ và thiết bị sấy phấn hoa theo mẻ bằng vi sóng.

Trong lĩnh vực tiệt trùng, trên thị trường trong nước đã có những máy nhỏ tiệt trùng chai sữa cho trẻ em dùng trong gia đình.

Trong lĩnh vực sản xuất công nghiệp, hiện chưa thấy các nghiên cứu sử dụng sóng siêu cao tần để tiệt trùng.

2.2 Tình hình nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trên thế giới

Ở nước ngoài, sóng siêu cao tần được nghiên cứu và ứng dụng rất mạnh. Lò vi sóng được đề xuất từ 1940, hiện nay được sử dụng phổ biến ở khắp nơi trên thế giới. Ngoài ra có rất nhiều các loại máy nhỏ sử dụng sóng siêu cao tần như máy dán nylon, bếp đun,…

Trong lĩnh vực chế biến thực phẩm ở quy mô công nghiệp, các nghiên cứu và ứng dụng rất phong phú. Chúng ta có thể kể vài điểm nhấn như sau:

- Hossein Ameri Mahabadi và các tác giả khác của Khoa Kỹ thuật Xử lý Sinh học trường Đại học Teknologi ở Malaysia dùng sóng siêu cao tần 2.45 GHz để kiểm soát côn trùng trong lúa mì.

- Bằng sáng chế Châu Âu số 88110896 ngày 7/7/1988 đề xuất cách giảm rò rỉ lò siêu cao tần trong xử lý.

- D. Martin và các tác giả khác của tạp chí IEEE đề cập vấn đề điều khiển công suất đèn magnetron cho các lò siêu cao tần.

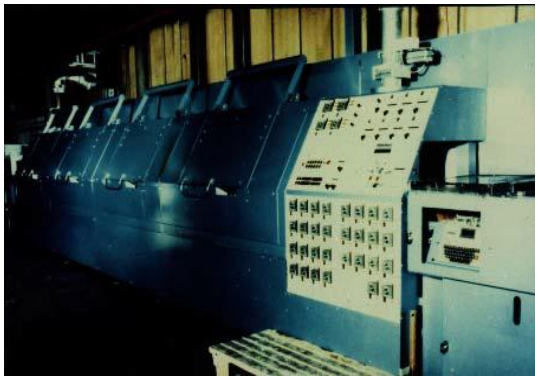
- Abderraouf Methlouthi và các tác giả khác của hội nghị COMSOL ở Paris năm 2010 trình bày nghiên cứu về lò siêu cao tần với dây chuyền sản phẩm đi qua.

- Panya Daungvilailux của hội nghị TSME năm 2011 về kỹ thuật cơ khí trình bày về sấy khô hạt điều trên băng chuyền liên tục.

- Công ty APV Baker (Anh) trình bày về hệ thống sấy bánh bằng siêu cao tần.

Hình 2: Hệ thống sấy bánh bằng siêu cao tần của Công ty APV Baker (Anh).

- Công ty Microwave Heating trình bày ứng dụng lò siêu cao tần trong lưu hóa cao su.



Hình 3: Lò siêu cao tần trong lưu hóa cao su của Công ty Microwave Heating.

- Thiết bị tiệt trùng sữa được chào bán trên mạng alibaba.com

Hình 4: Thiết bị tiệt trùng cho sản phẩm sữa đóng chai bằng vi sóng

- Các công trình nghiên cứu của Đại học Bang Washington (WSU) cho kết quả khi xử lý thực phẩm đóng gói trong nước nóng áp lực và nung nóng đồng thời sản phẩm bằng sóng siêu cao tần ở tần số 915 MHz. Ở tần số này, sóng đi sâu hơn vào sản phẩm so với sóng 2,45 GHz của lò vi sóng gia đình. Thời gian xử lý từ 5 đến 8 phút và chất lượng sản phẩm được giữ cao hơn so với các phương pháp xử lý đồ ăn chế biến sẵn. Từ năm 2012, các kết quả nghiên cứu đã được chuyển giao cho doanh nghiệp sản xuất thiết bị.

Hình 5: Hệ thống tiệt trùng bằng microwave cho suất ăn sẵn của WSU

- Hệ thống tiệt trùng thịt bằng hệ thống vi sóng của Hãng Grandtek.

Hình 6: Hệ thống tiệt trùng thịt bằng hệ thống vi sóng của Hãng Grandtek

- Hệ thống vi sóng công nghiệp của Hãng MAX là hệ thống băng chuyền tunnel thực hiện sấy, tiệt trùng vật liệu có thể tích lớn.

Hình 7: Hệ thống sấy-tiệt trùng bằng vi sóng của Hãng Max Industrial Microwave

3. Những ưu điểm sấy và khử trùng bằng vi sóng:

- Sóng siêu cao tần thâm nhập sâu vào bên trong nguyên liệu thực phẩm, do đó, gia nhiệt xảy ra trong toàn bộ khối lượng của thực phẩm cần được xử lý và xảy ra đồng nhất, nhanh chóng, làm giảm đáng kể thời gian xử lý và năng lượng tiêu tốn;

- Bởi vì việc truyền nhiệt xảy ra nhanh, chất dinh dưỡng và các vitamin, cũng như hương vị, đặc tính nhạy cảm, và màu sắc của thực phẩm được giữ tốt;
- Sự thanh trùng Pasteur hoặc tiệt trùng cực nhanh cho chất lỏng làm giảm tối đa sự mất mát dinh dưỡng, màu sắc, hương vị;
- Giảm tối thiểu cặn bám, kết tủa do đã loại bỏ việc truyền nhiệt qua bề mặt.
- Hiệu quả nhiệt cao (80% hoặc cao hơn);
- Cấu trúc hình học lò vi sóng thuận lợi để làm vệ sinh tại chỗ (CIP);
- Thích hợp cho chất lỏng nhạy nhiệt, có độ nhớt cao, và nhiều pha lỏng;
- Chi phí bảo trì hệ thống thấp;
- Hệ thống không gây tiếng ồn và không tạo ra khí thải;
- Thông số nhiệt độ xuyên tâm giống nhau đối với hầu hết các sản phẩm;
- Có thể được kết hợp với các công nghệ khác, ví dụ như trao đổi nhiệt tái sinh và gia nhiệt hồng ngoại nhằm tạo chức năng xử lý tốt hơn.

4. Những khó khăn, hạn chế và tương lai của gia công nhiệt cho thực phẩm bằng vi sóng

a) Khử trùng bằng vi sóng đã được nghiên cứu rộng rãi về cả học thuật và công nghiệp. Tuy nhiên, việc thương mại hóa quá trình này đã thành công mỹ mãn ở dạng các lò vi sóng gia đình. Hạn chế lớn nhất trong việc sấy và khử trùng bằng vi sóng công nghiệp là không có sẵn các đặc tính (profile) nhiệt độ thực tế của sản phẩm, vì vậy cần nghiên cứu xác định các đặc tính này. Ngoài ra, bản chất của lò vi sóng là nhiệt phân bố không đồng đều do đó sản phẩm sấy hoặc khử trùng hàng loạt có thể không có độ đồng nhất cao.

b) Quá trình gia nhiệt bằng vi sóng nếu không được thực hiện ở điều kiện tối ưu, thì sẽ không đảm bảo chất lượng tốt hơn cho thực phẩm sau khi xử lý. Trước đây, nhà khoa học Thụy Sĩ Hans Hertel, là người đầu tiên nghiên cứu các nguy cơ mà vi sóng gây ra đối với dinh dưỡng. Khi các bức xạ vi sóng phá hủy và biến dạng phân tử thức ăn, hình thành hợp chất có hại mới (hợp chất radiolytic). Những hợp chất này gây hại cho cơ thể bằng nhiều cách.

Sự suy giảm của chất lượng, chất mẫn cảm, dinh dưỡng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như bản chất của các thực phẩm, cấu hình hình học, tính chất điện môi, và thiết kế của lò gia nhiệt so sánh với cách xử lý nhiệt thông thường. Các tính chất điện môi của các thực phẩm khác nhau đáng kể trong quá trình xử lý nhiệt và đặc biệt là ở mức trên 80^0C cho protein và tinh bột, và đồng thời quá trình hấp thụ nhiệt. Những thay đổi về tính chất điện môi có thể ảnh hưởng đến chất lượng các vùng gia nhiệt, trong khi xử lý nhiệt theo cách thông thường các yếu tố này là không quan trọng. Kết nối truyền nhiệt và trường điện từ có thể phục vụ để tính cho những thay đổi trong tính chất điện môi khi xử lý nhiệt.

Các hạn chế nêu trên đã được nhiều nhà khoa học, công nghệ, kỹ thuật đã tập trung giải quyết. Kết quả là hiện nay các lò vi sóng đã được sử dụng phổ biến trong chế biến thức ăn và thực phẩm.

c) Tính mới trong quá trình sấy và khử trùng bằng vi sóng phụ thuộc vào việc lựa chọn đúng thiết bị và bao bì, đảm bảo sự thành công trong các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm. Thiết bị xử lý trong phòng thí nghiệm cũng rất cần thiết cho quá trình lọc lựa và để nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình lưu trữ và thời gian lưu trữ lên các thuộc tính chất lượng sản phẩm, và các yếu tố an toàn vi sinh.

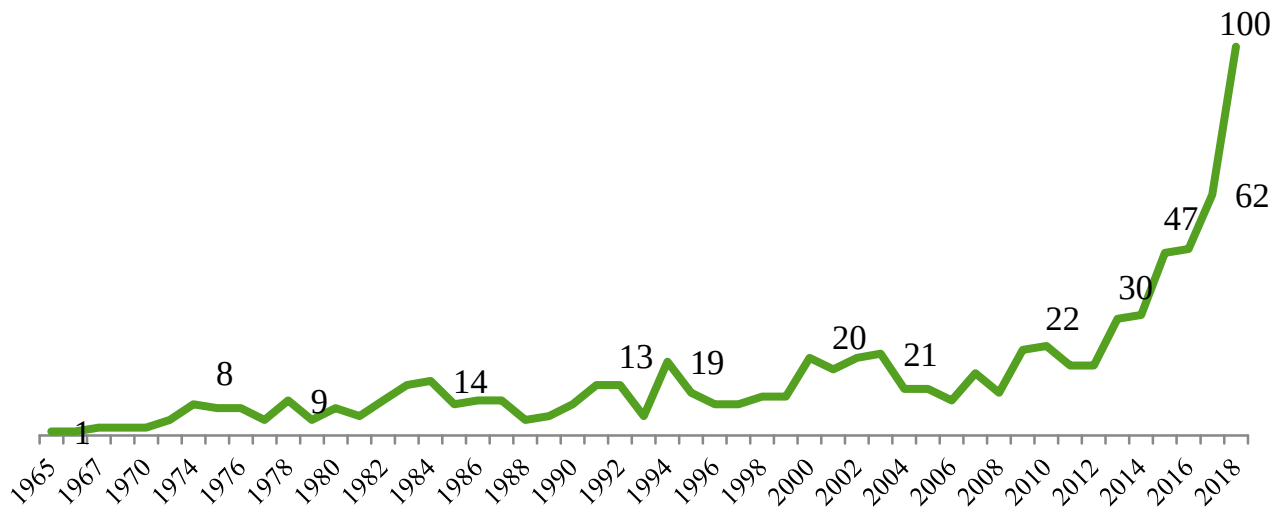
Thực tế đã ghi nhận rằng sấy và khử trùng bằng vi sóng có thể cung cấp các thực phẩm có hạn sử dụng ổn định, chất lượng cao. Một số công trình nghiên cứu công nhận sự cần thiết phải có vật liệu rào cản (bao bì) phù hợp. Điều này đã được một số nhà cung cấp vật liệu đóng gói quan tâm giải quyết.

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY VI SÓNG TRONG BẢO QUẢN, CHẾ BIẾN NÔNG SẢN VÀ THỰC PHẨM TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ.

1. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm

Theo cơ sở số liệu sáng chế quốc tế Derwent Innovation, đến tháng 4/2019, có 795 sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm được công bố. Sáng chế đầu tiên được công bố

vào năm 1965 tại Anh, đề cập đến nghiên cứu thiết bị xử lý thực phẩm bằng vi sóng.



Biểu đồ 1: Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo thời gian

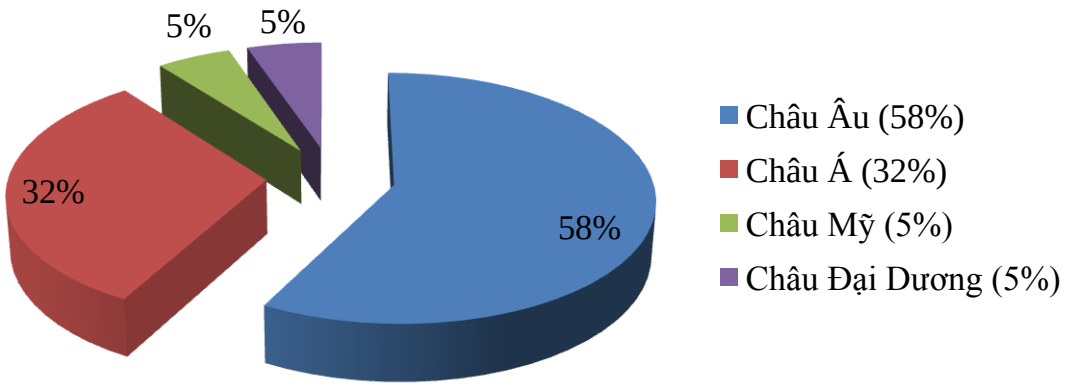
Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo thời gian được chia làm 02 giai đoạn:

- Giai đoạn từ năm 1965 đến 2009: số lượng công bố sáng chế ít, khoảng 309 sáng chế. Tập trung nhiều tại các quốc gia: Nhật, Mỹ, Đức, Pháp, Canada. Trong đó, Nhật và Mỹ là hai quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế.

- Giai đoạn từ 2010 đến nay: số lượng công bố sáng chế bắt đầu tăng nhanh, đạt 486 sáng chế, chiếm 61% tổng số lượng công bố sáng chế. Đặc biệt, năm 2018 là năm có số lượng sáng chế được công bố cao nhất so với các năm, đạt 100 sáng chế. Tập trung nhiều tại quốc gia: Trung Quốc, Nhật, Hàn Quốc, Mỹ, Đức, Canada,…. Điều đó chứng tỏ, nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm đang được quan tâm và nghiên cứu trên thế giới trong những năm gần đây.

2. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm tại các quốc gia

Các sáng chế về công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm được công bố tại 38 quốc gia và 2 tổ chức WO, EP và được phân bổ tại 04 châu lục:



Biểu đồ 2: Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo châu lục

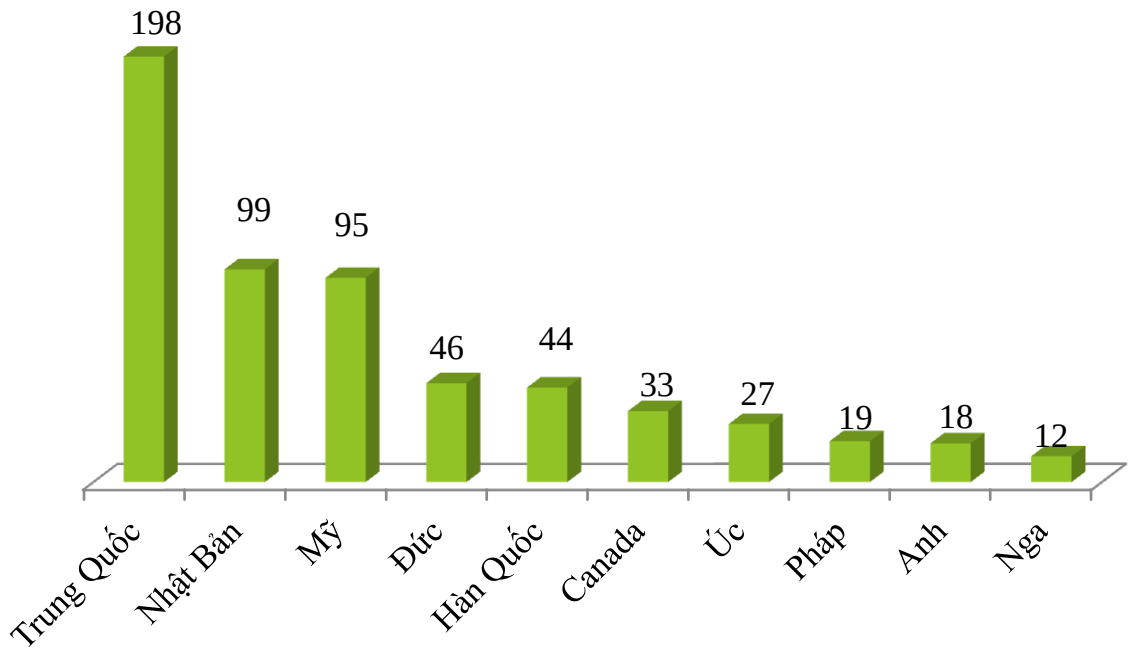
- Châu Âu: 22 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 58% tổng số lượng quốc gia có công bố sáng chế.

- Châu Á: 12 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 32% tổng số lượng quốc gia có công bố sáng chế.

- Châu Mỹ: 02 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 5% tổng số lượng quốc gia có công bố sáng chế.

- Châu Đại Dương: 02 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 5% tổng số lượng quốc gia có công bố sáng chế.

Trong 38 quốc gia có công bố sáng chế thì Trung Quốc, Nhật Bản, Mỹ, Đức, Hàn Quốc, Canada, Úc, Pháp, Anh, Nga là 10 quốc gia dẫn đầu về số lượng sáng chế công bố về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm.



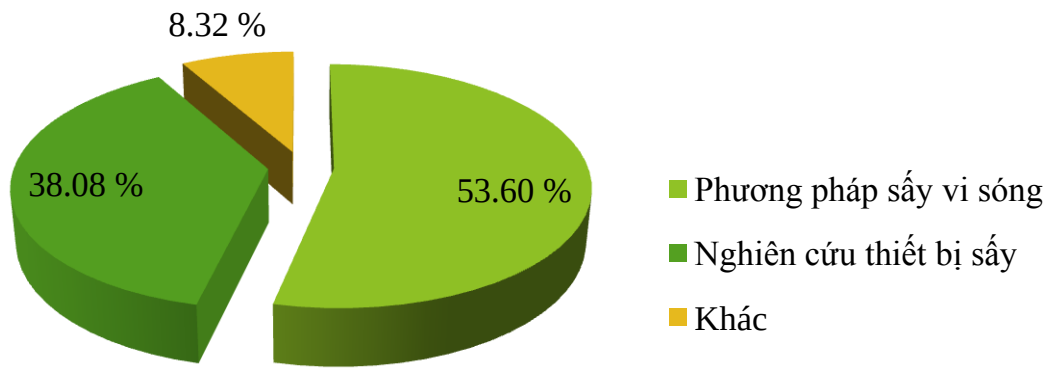
Biểu đồ 3: 10 quốc gia dẫn đầu số lượng công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm

- Trung Quốc là quốc gia có số lượng công bố sáng chế cao nhất thế giới với 198 sáng chế, chiếm khoảng 25% trên tổng số lượng sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm. Sáng chế đầu tiên được công bố tại nước này là năm 1994. Từ năm 2009 đến hiện nay, số lượng sáng chế bắt đầu tăng nhanh. Đặc biệt từ năm 2012, số lượng sáng chế công bố tăng nhanh và vươn lên đứng nhất thế giới cho đến thời điểm hiện nay. Năm 2018 là năm có số lượng sáng chế được công bố cao nhất so với các năm, đạt 64 sáng chế.

- Nhật là quốc gia Châu Á có công bố sáng chế đầu tiên trên thế giới vào năm 1982, số lượng sáng chế đạt 99 sáng chế, chiếm khoảng 12% trên tổng số lượng sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm. Trong giai đoạn từ năm 1982 đến 2006, Nhật liên tục nằm trong nhóm 02 quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế nhiều nhất thế giới về công nghệ này. Từ năm 2007 đến 2011, số lượng sáng chế tăng nhanh, đã đưa Nhật vươn lên đứng đầu thế giới. Giai đoạn từ năm 2012 đến hiện tại, Nhật xếp vị trí thứ 3 trên thế giới, sau Trung Quốc và Hàn Quốc.

- Mỹ có công bố sáng chế đầu tiên vào năm 1970, số lượng sáng chế đạt 95 sáng chế, chiếm khoảng 11% trên tổng số lượng sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm. Từ năm 1970 đến năm 2006, số lượng sáng chế công bố tại Mỹ bắt đầu tăng nhanh và thường xuyên nằm trong nhóm 2 quốc gia sở hữu số lượng sáng chế nhiều nhất thế giới. Từ năm 2009 đến nay, số lượng sáng chế tăng và thường xuyên nằm trong nhóm 05 quốc gia dẫn đầu số lượng sáng chế nhiều nhất thế giới.

3. Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo các hướng nghiên cứu

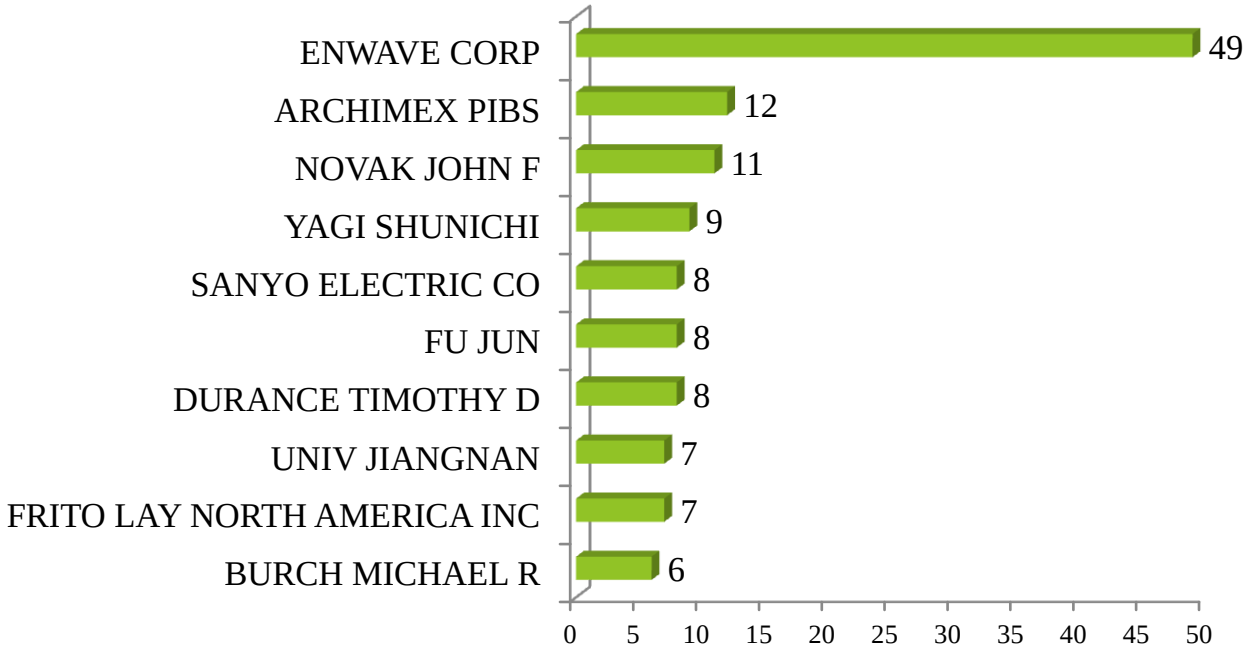


Biểu đồ 4: Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm theo các hướng nghiên cứu

Trên cơ sở dữ liệu sáng chế công bố, về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm hiện nay có 2 hướng nghiên cứu chính, đó là phương pháp sấy bằng vi sóng; nghiên cứu thiết bị sấy. Trong đó, hướng nghiên cứu về phương pháp sấy bằng vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm là hướng nghiên cứu rất được các nhà sáng chế quan tâm.

4. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu số lượng công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm

10 đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm, như sau:



Biểu đồ 5: 10 đơn vị dẫn đầu sở hữu công bố sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm

Trong các đơn vị dẫn đầu sở hữu công bố sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm, xuất hiện các các đơn vị lớn trên thế giới như Enwave Corp., Sanyo Electric Co, Archimex Pibs, Durance Timothy, Novak John, Yagi Shunichi… Đây là các đơn vị sở hữu số lượng công bố sáng chế nhiều nhất hiện nay và các sáng chế đa phần tập trung tại Nhật, Mỹ, Canada, Đức, Hàn Quốc, Trung Quốc.

5. Một số sáng chế tiêu biểu

- Phương pháp sấy kết hợp năng lượng vi sóng, hồng ngoại để điều chỉnh chất lượng khoai môn

Tác giả: ZHANG Zhong-yuan, LIU Chun-quan, LI Da-jing, WEI Qiu-yu, JIANG Ning, XIAO Ya-dong

Thời điểm công bố: 03/2019

Số công bố: CN105509416B

Quốc gia công bố: Trung Quốc

Đơn vị sở hữu: Jiangsu Academy of Agricultural Sciences

Sáng chế đề cập đến phương pháp sấy kết hợp năng lượng vi sóng, hồng ngoại để điều chỉnh chất lượng khoai môn. Nguyên liệu sấy là khoai môn tươi,

nó sẽ được làm sạch và cắt, rửa sạch, làm ấm và bảo vệ màu, tiếp theo đem đóng băng. Sau đó khoai môn được đưa qua vi sóng kết hợp hồng ngoại để sấy khô và đóng gói. Công nghệ sấy kết hợp năng lượng vi sóng và hồng ngoại sẽ giúp khoai môn giòn, có độ đồng đều tốt và chất lượng cao. Công nghệ phục vụ cho sản xuất liên tục và tự động, xử lý số lượng lớn nguyên liệu và đem lại lợi ích kinh tế cao.

- Thiết bị vi sóng sấy khô trái cây, rau quả và thực phẩm

Tác giả: YIKILMAZCINAR Sezgi, TR GUR Metin, Istanbul, TR GUVEN Merve, TR ELMAS Serdal, TR KARATAS Haluk

Thời điểm công bố: 01/2019

Số công bố: US20190021143A1

Quốc gia công bố: Mỹ

Đơn vị sở hữu: ARCELIK AS

Sáng chế đề cập đến thiết bị vi sóng sấy khô trái cây, rau quả và thực phẩm. Cấu tạo lò vi sóng bao gồm một máy phát vi sóng, một bộ điều khiển điều khiển máy phát vi sóng, một khay chứa được sản xuất từ vật liệu thấm vi sóng. Các thực phẩm như rau và trái cây sẽ được đặt vào một khoang chứa của lò để sấy khô.

- Phương pháp và thiết bị khử nước cho trái cây

Tác giả: Gross David R., Orrville, Valenzky Robert J., Akron,

Thời điểm công bố: 08/1992

Số công bố: US5135122A

Nơi công bố: Mỹ

Đơn vị sở hữu: SMUCKER FRUIT PROCESSING COMPANY

Sáng chế đề cập thiết bị khử nước cho trái cây. Sáng chế mô tả thiết bị được gồm bình chứa trong buồng để sấy sản phẩm có chứa độ ẩm được cung cấp các thiết bị tạo ra bức xạ vi sóng để tăng nhiệt độ của độ ẩm trong sản phẩm để hơi ẩm thoát ra khỏi sản phẩm. Thiết bị cũng được cung cấp một bộ tản nhiệt để hướng bức xạ hồng ngoại về phía sản phẩm để tăng nhiệt độ của sản phẩm để góp phần thoát hơi ẩm từ đó. Bộ tản nhiệt bao gồm một số lượng lớn các tấm gia

nhiệt kim loại đồng đều và cách nhau để tạo các khe hở cho phép bức xạ vi sóng truyền đến sản phẩm.

- Thiết bị sấy vi sóng sử dụng kiểm soát côn trùng trong bảo quản nông sản dạng hạt

Tác giả: Halverson Steven L., Clinton, WI, Bigelow Timothy S., Knoxville, TN

Thời điểm công bố: 2/2001

Số công bố: US6192598B1

Quốc gia công bố: Mỹ

Đơn vị sở hữu: MICRO-GRAIN INC.

Sáng chế đề cập đến thiết bị sấy gồm dụng cụ trộn vật liệu dạng hạt với không khí, sau đó vật liệu dạng hạt sẽ tiếp tục được xử lý bằng vi sóng nhằm xử lý côn trùng. Thiết bị sẽ có một bộ khuếch tán hạt điều khiển và phân bố hạt ở đầu vào và đầu ra của thiết bị.

- Công nghệ và thiết bị sấy thực phẩm bằng vi sóng

Tác giả: Yikilmazcinar Sezgi; Gur Metin; Guven Merve; Elmas Serdal; Karatas Haluk

Thời điểm công bố: 01/2019

Số công bố: US20190021143

Quốc gia công bố: Mỹ

Sáng chế đề cập đến thiết bị sấy thực phẩm bằng vi sóng, gồm: Máy phát vi sóng; Hệ thống điều khiển; Khay sấy đựng thực phẩm; Khoang chứa khay thực phẩm; Tấm dẫn điện, Tấm hỗ trợ, Lỗ truyền năng lượng điện từ.

Kết luận

- Đến 4/2019, có 795 sáng chế về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm được công bố tại 31 quốc gia và 2 tổ chức WO và EP. Số lượng sáng chế tăng mạnh từ năm 2010 đến hiện nay, chứng tỏ vấn đề này hiện nay đang rất được quan tâm trên thế giới.

- Trung Quốc, Nhật Bản, Mỹ, Hàn Quốc và Đức là các quốc gia dẫn đầu nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm.

- Enwave Corp., Sanyo Electric Co, Archimex Pibs, Novak John, Yagi Shunichi là 05 đơn vị dẫn đầu số lượng sáng chế công bố về nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm.

- Nghiên cứu công nghệ sấy vi sóng trong chế biến, bảo quản nông sản và thực phẩm có 2 hướng nghiên cứu chính: Phướng pháp sấy vi sóng; Nghiên cứu thiết bị sấy vi sóng.

III. GIỚI THIỆU THIẾT BỊ SẤY VI SÓNG DẠNG HỞ - BĂNG CHUYỀN TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN GIẢI PHÁP NÔNG NGHIỆP 5D VÀ CÔNG TY CỔ PHẦN MÁY VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP QUỐC TẾ.

1. Thiết kế hệ thống sấy vi sóng dạng hở - băng chuyền cho nước yến đóng chai

Nhóm nghiên cứu đề xuất cấu hình cơ bản cho hệ thống tiệt trùng nước yến, lựa chọn cấu hình buồng phản ứng nhằm tạo hiệu ứng đa mode, cấu hình ống dẫn sóng antenna, cấu hình lối vào ra chống rò rỉ vi sóng ra ngoài với giải pháp dùng nước hấp thu để chống rò rỉ vi sóng và lựa chọn tần số vi sóng là 2,45 GHz, cường độ vi sóng 9 kW. Các kết quả sẽ cho phép xây dựng hệ thống tiệt trùng nước yến bằng vi sóng.

1.1 Xác định các đặc trưng kỹ thuật cho hệ thống

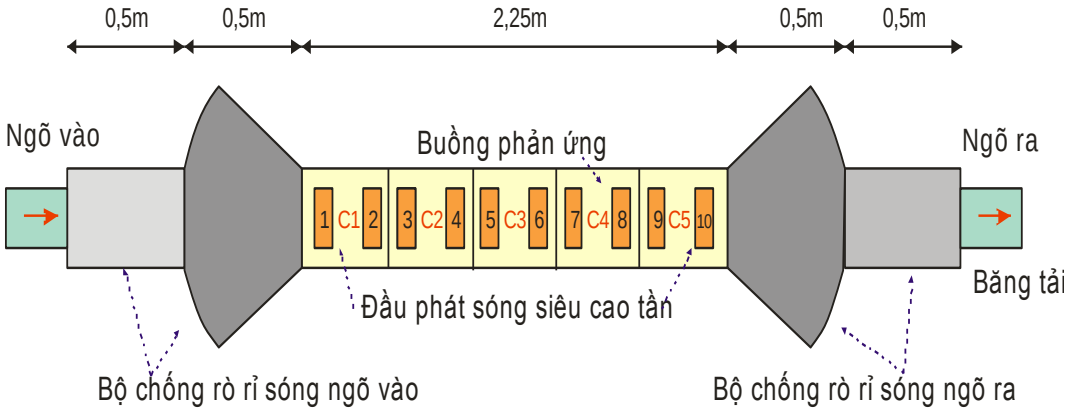
Trên cơ sở tính toán, mô phỏng, thực nghiệm và yêu cầu sản xuất, hệ thống thiết bị khử trùng dùng vi sóng cho nước yến đóng chai cần có các thông số cơ bản như sau:

Danh mục	Thông số kỹ thuật
Tần số thiết kế	2,45 GHz
Độ rò rỉ sóng trong ngưỡng an toàn	< 5 mW/cm^2

Thời gian tiệt trùng	5 ÷ 8 phút
Khoảng công suất thiết bị	Điều chỉnh từ 1 đến 9 kW
Tốc độ dây chuyền	Điều chỉnh từ 0.5 đến 5 m/p
Kích thước băng tải	270 (R) x 4500 (D) mm
Công suất băng tải	1kW
Chất lượng của nước yến đóng chai sau khi khử trùng	Đáp ứng chỉ tiêu chất lượng của Công ty Song Yến HN
Mức độ tiệt trùng của nước yến đóng chai sau khi xử lý bằng vi sóng	Tiệt trùng: Ecoli, Streptococus, Staphylococus, Mycobateria Tuberculosis

1.2 Thiết kế hệ thống tổng thể

Hệ thống tổng thể tiệt trùng chai nước yến bằng vi sóng được thiết kế như trình bày trên Hình 10.



Hình 10: Hệ thống tiệt trùng chai nước yến bằng vi sóng

Hệ thống bao gồm:

a) Buồng phản ứng có gắn các đầu phát magnetron. Theo kết quả nghiên cứu bằng mô phỏng và thực nghiệm, các đầu phát vi sóng không bố trí cách đều nhau, mà được bố trí thành các khoang riêng gắn với nhau. Giữa các khoang có

phần vách ngăn, cho phép tán xạ các vi sóng, làm tăng hiệu ứng đa mode. Kết quả là trường sóng trong buồng sẽ đều hơn. Vách ngăn giữa các khoang có ô trống kích thước 270 x 100 mm để luồn băng tải vận chuyển chai nước yến vào/ra buồng phản ứng.

b) Bộ chống rò rỉ vi sóng. Dựa trên kết quả nghiên cứu bằng mô phỏng và thực nghiệm, Bộ chống rò rỉ gồm 1 hình hộp có cung loe để phản xạ sóng truyền ra và một ống dẫn có lớp nước bao quanh vỏ hộp để hấp thu các sóng truyền ra.

1.3 Thiết kế cơ khí hệ thống tiệt trùng nước yến

1.3.1 Lựa chọn vật liệu cho phần cơ khí hệ thống tiệt trùng nước yến

Với các yêu cầu nêu trên, kim loại có độ dẫn điện tốt (Bảng 1) được chọn để gia công cơ khí hệ thống vi sóng là sắt, thép, inox là những kim loại phổ dụng, giá thành rẻ.

Bảng 1: Độ dẫn điện của một số kim loại ở khoảng 27 °C

Kim loại	**σ in S/m**
Bạc	$61{,}39 \cdot 10^6$
Đồng	$\geq 58{,}0 \cdot 10^6$
Vàng	$44{,}0 \cdot 10^6$
Nhôm	$36{,}59 \cdot 10^6$
Natri	$21 \cdot 10^6$
Wolfram	$18{,}38 \cdot 10^6$
Đồng thau (CuZn37)	$\approx 15{,}5 \cdot 10^6$
Kẽm Zn	$\mathbf{16{,}6 \text{ -} 17.10^6}$
Sắt	$\mathbf{10{,}02 \cdot 10^6}$
Crom	$8{,}74 \cdot 10^6$
Chì	$4{,}69 \cdot 10^6$
Titan (bei 273 K)	$2{,}56 \cdot 10^6$

Thép không rỉ (1.4301)	**$1{,}4 \cdot 10^6$**
Thủy ngân	$1{,}04 \cdot 10^6$
Gadolini	$0{,}74 \cdot 10^6$
Than chì (parallel zu Schichten)	$3 \cdot 10^6$

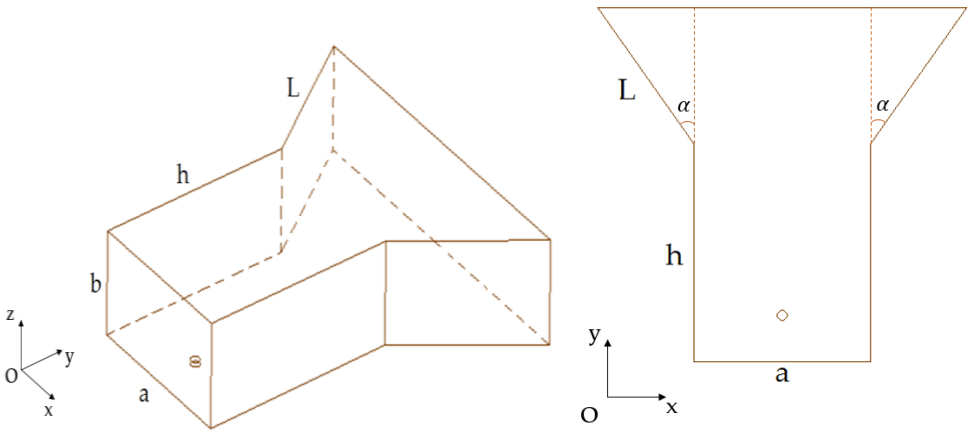
Buồng phản ứng và bộ chống rò rỉ được làm bằng thép dày 2,5 ly, sơn tĩnh điện để chống rỉ và tạo hình mỹ thuật công nghiệp.

Ống dẫn sóng và antenna được chế tạo bằng thép và có mạ kẽm, vừa chống rỉ, vừa tạo bề mặt bóng và có độ hấp thu vi sóng thấp (độ dẫn điện của kẽm cao hơn thép).

Tất cả các phần cơ khí được nối tiếp xúc điện với nhau (tiếp xúc Ôm mic) và được nối đất cẩn thận.

1.3.2. Thiết kế cụm dẫn sóng và antenna cho đèn phát magnetron

Đề tài đã nghiên cứu, tính toán, mô phỏng và kiểm tra bằng mô hình thực nghiệm cấu trúc và kích thước của bộ dẫn sóng và antenna (Hình 11).



Hình 11: H-plane sectoral horn antenna cho hệ tiệt trùng nước yến bằng vi sóng

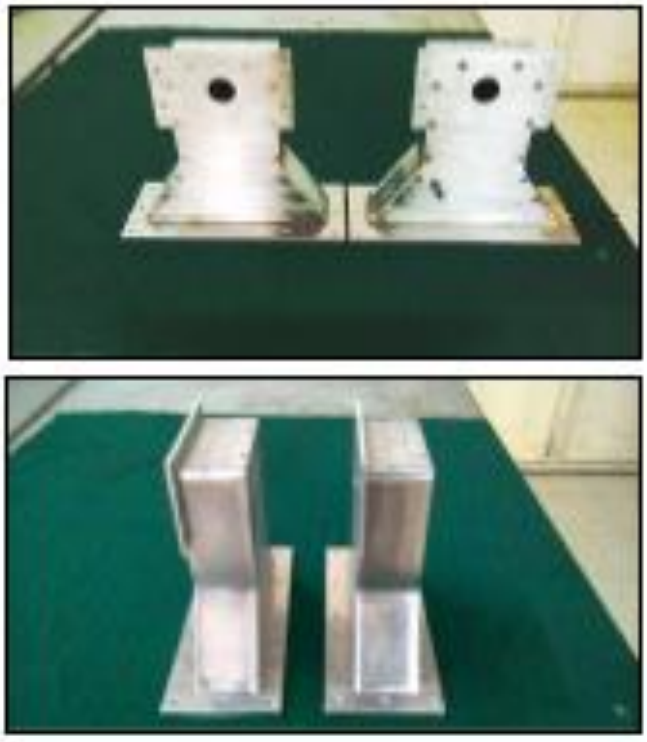
Thông số ống dẫn sóng và antenna được mô tả trong bảng 2:

Bảng 2: Thông số của antenna

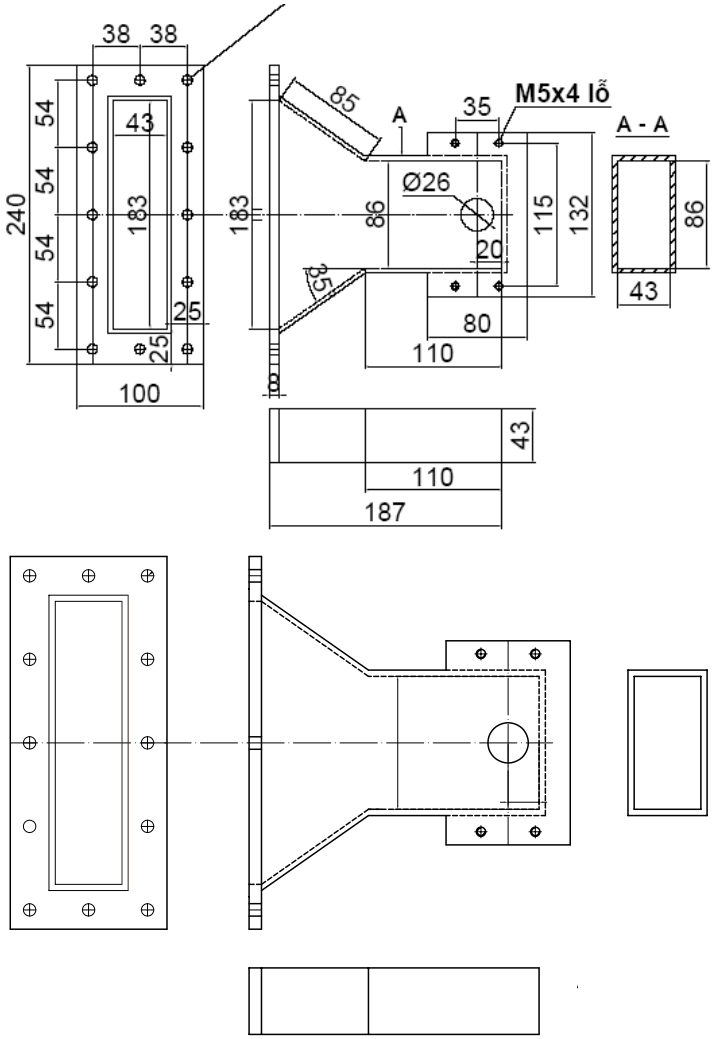
Thông số	Giá trị
a	86 mm

b	43 mm
h	110 mm
L	85 mm
α	35°
Độ dày của vật liệu antenna	Thép, 2 mm

Từ các kết quả này, sử dụng phần mềm Autocad để thiết lập các bản vẽ cơ khí. Kết quả được trình bày trên Hình 12 và 13 (chi tiết xem trong bản vẽ kỹ thuật).



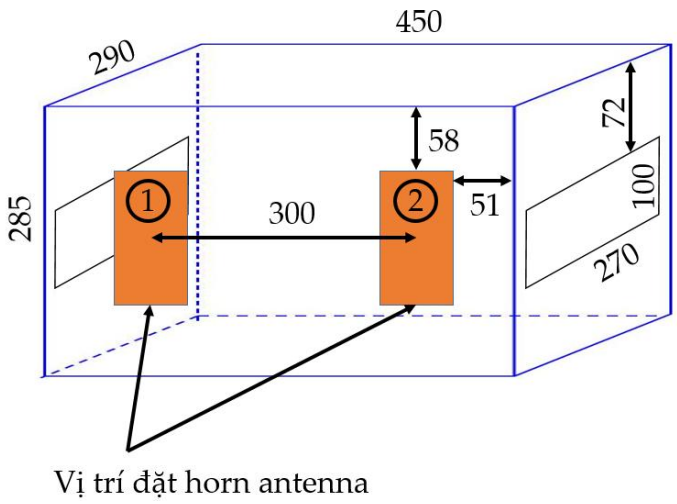
Hình 12: Bản vẽ 3D bộ dẫn sóng và antenna



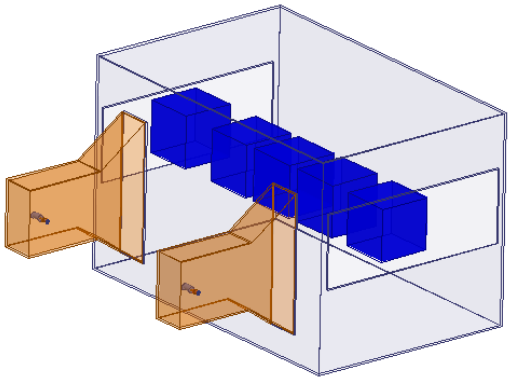
Hình 13: Bản vẽ cơ khí bộ dẫn sóng và antenna

1.3.3. Thiết kế buồng phản ứng

Đề tài đã nghiên cứu, tính toán, mô phỏng và kiểm tra bằng mô hình thực nghiệm cấu trúc và kích thước của buồng phản ứng, bao gồm các khoang, mỗi khoang có kích thước là 285 (H) x 290 (W) x 2.25 (L) mm và khoảng cách giữa 2 magnetron: 300 mm (Hình 14).

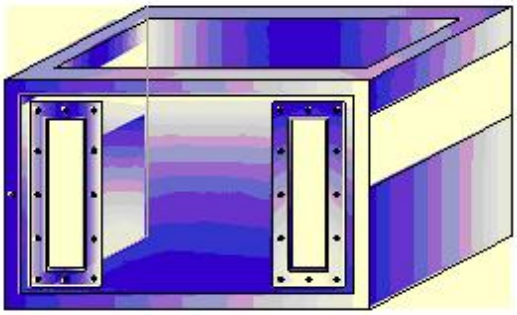


Hình 14: Cấu trúc 1 khoang của hệ thống buồng cảm ứng

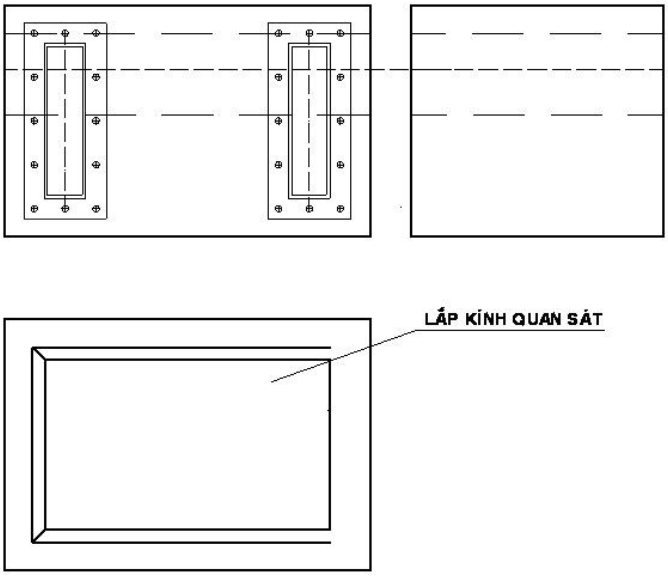


Hình 15: Bố trí 1 khoang của buồng phản ứng

Từ các kết quả này, sử dụng phần mềm Autocad để thiết lập các bản vẽ cơ khí. Kết quả được trình bày trên Hình 3.6 và 3.7 (chi tiết xem bản vẽ kỹ thuật).



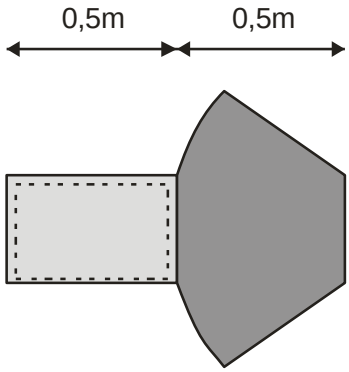
Hình 16: Bản vẽ 3D một khoang của buồng cảm ứng



Hình 17: Bản vẽ 2D một khoang của buồng cảm ứng

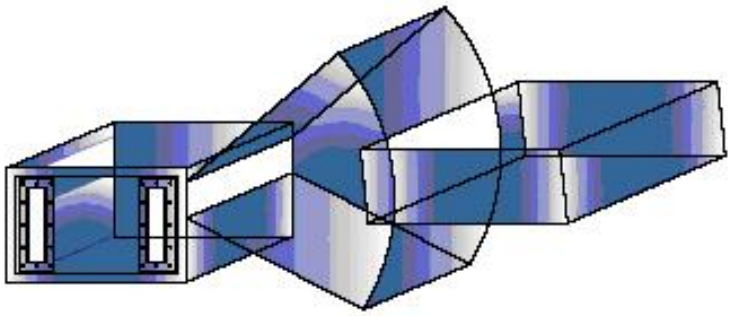
1.3.4. Thiết kế bộ chống rò rỉ vi sóng

Đề tài đã nghiên cứu, tính toán, mô phỏng và kiểm tra bằng mô hình thực nghiệm cấu trúc và kích thước của bộ chống rò rỉ vi sóng ra 2 đầu băng chuyền hở (Hình 18).

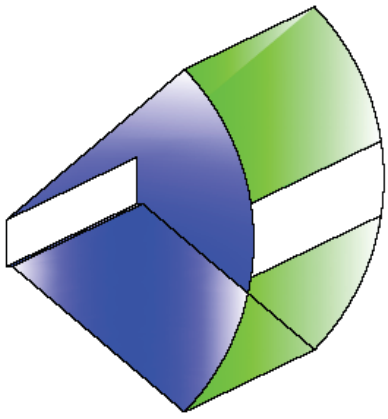


Hình 18: Cấu tạo bộ chống rò rỉ vi sóng

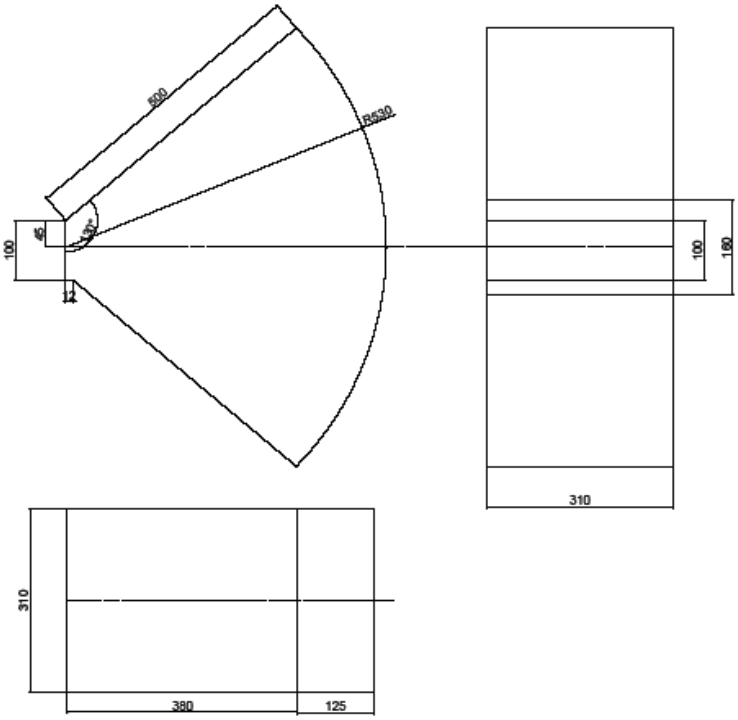
Từ các kết quả này, sử dụng phần mềm Autocad để thiết lập các bản vẽ cơ khí. Kết quả được trình bày trên Hình 19 đến 23 (chi tiết xem trong bản vẽ kỹ thuật).



Hình 19: Bản vẽ 3D cấu hình buồng phản ứng kết nối bộ chống rò rỉ vi sóng

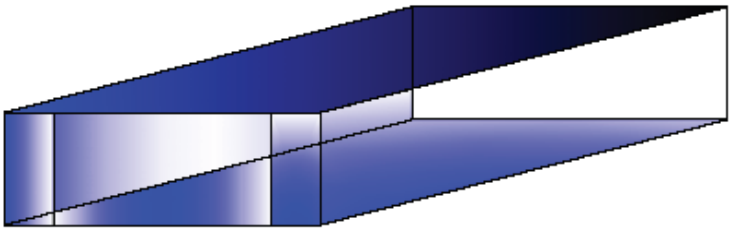


Hình 20: Bản vẽ 3D bộ phản xạ vi sóng

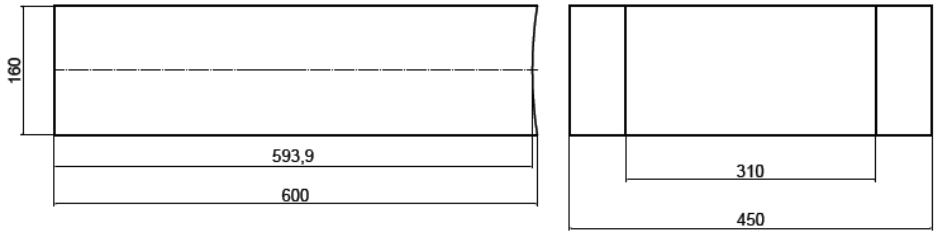


**

Hình 21: Bản vẽ 2D bộ phản xạ vi sóng

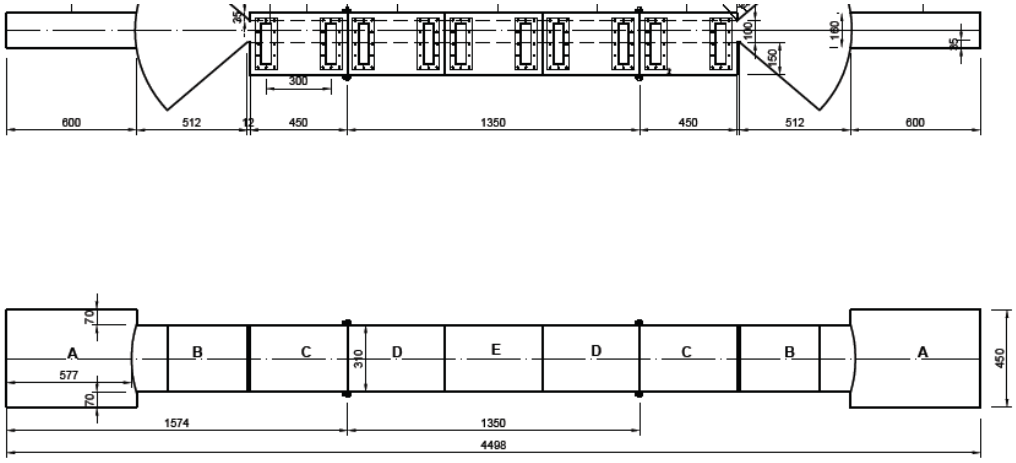


Hình 22: Bản vẽ 3D bộ hấp thụ vi sóng



Hình 23: Bản vẽ 2D bộ hấp thụ vi sóng

Trên Hình 24 là bản vẽ tổng thể cho hệ thống tiệt trùng bằng vi sóng

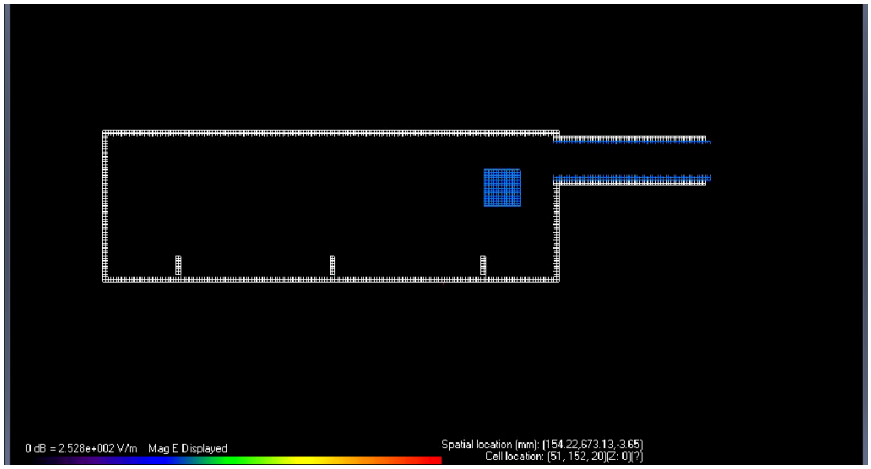


Hình 24: Bản vẽ 2D toàn bộ cơ khí hệ tiệt trùng nước yến bằng vi sóng

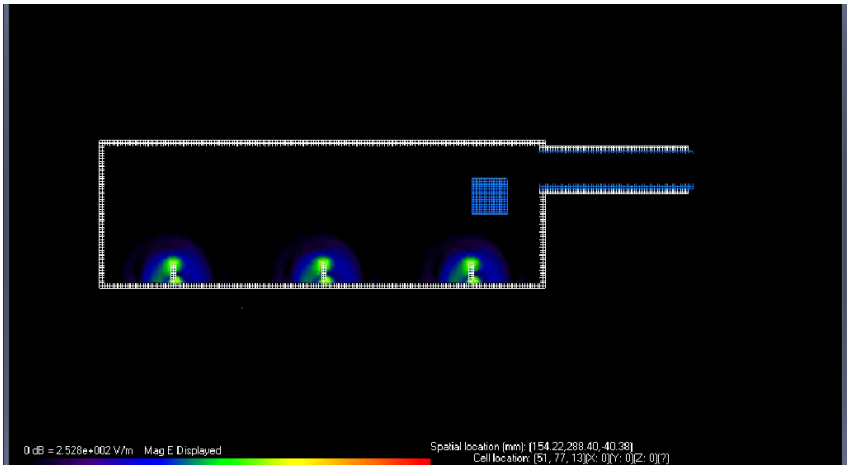
1.4. Mô phỏng hoạt động của hệ thống

1.4.1. Mô phỏng hoạt động cho trường hợp đầu phát nằm giữa khoang

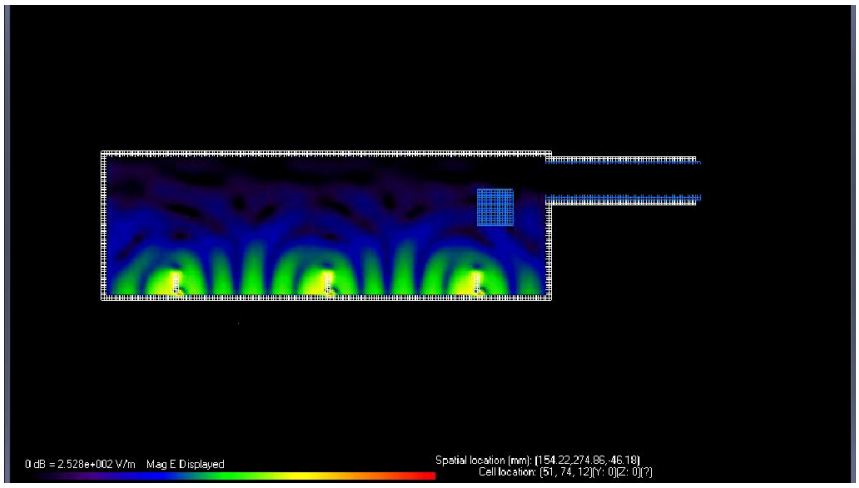
Mô phỏng hoạt động của hệ thống được thực hiện trên cơ sở phần mềm XFDTD của Remcom. Mô phỏng thực hiện cho 3 đầu phát kết nối với bộ chống rò rỉ vi sóng ra ngoài (Hình 25).



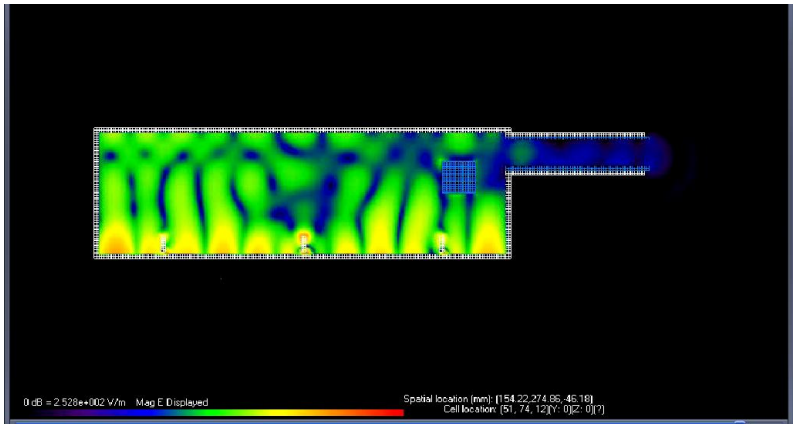
Hình 25: Kết quả Pha 1- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 1 magnetron gắn ở giữa buồng



Hình 26: Kết quả Pha 2- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 1 magnetron gắn ở giữa buồng



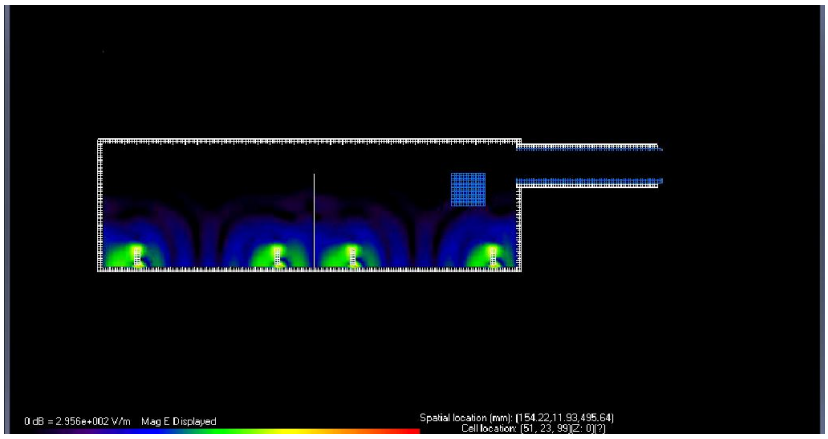
Hình 27: Kết quả Pha 3- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 1 magnetron gắn ở giữa buồng



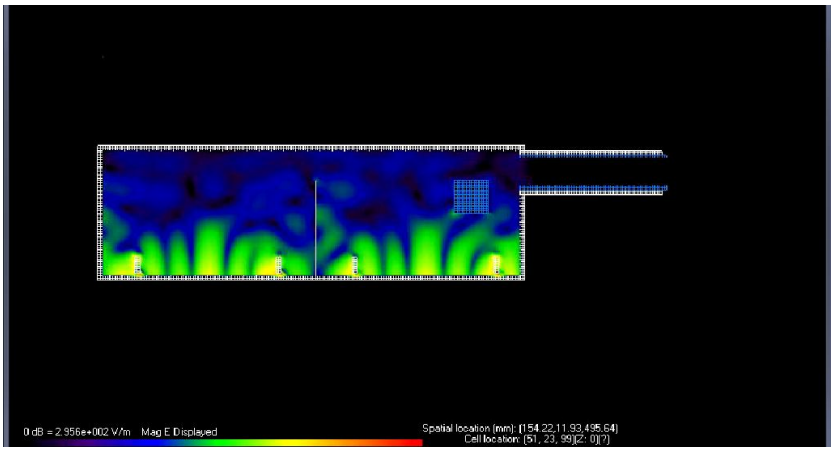
Hình 28: Kết quả Pha 4- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 1 magnetron gắn ở giữa buồng

1.4.2. Mô phỏng hoạt động cho trường hợp hai đầu phát bố trí trong 1 khoang

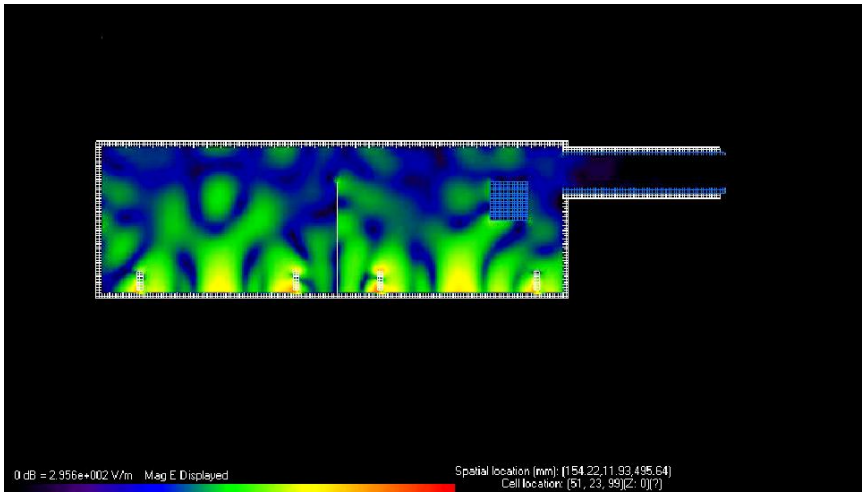
Mô phỏng thực hiện cho 2 khoang với 4 đầu phát kết nối với bộ chống rò rỉ vi sóng ra ngoài (Hình 29).



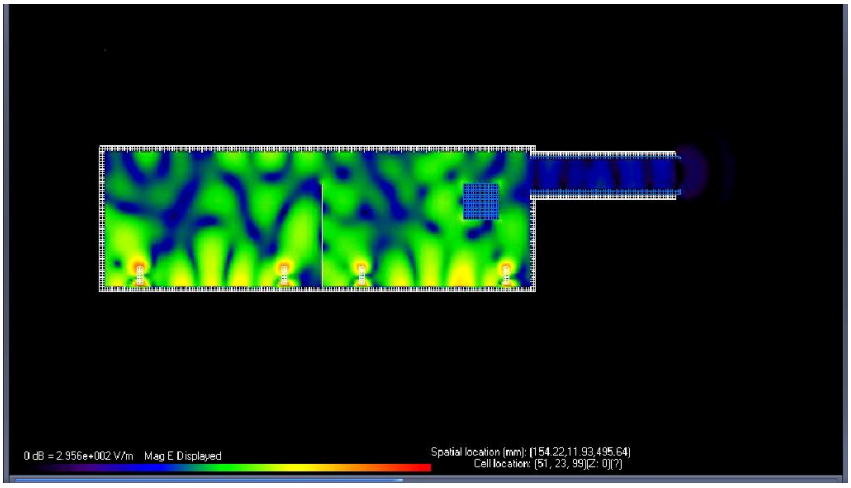
Hình 29: Kết quả Pha 1- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 2 magnetron gắn trong 1 khoang.



Hình 30: Kết quả Pha 2- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 2 magnetron gắn trong 1 khoang.



Hình 31: Kết quả Pha 3- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 2 magnetron gắn trong 1 khoang.



Hình 32: Kết quả Pha 4- mô phỏng sự phân bố vi sóng trong buồng phản ứng với 2 magnetron gắn trong 1 khoang.

Từ các kết quả mô phỏng cho hai trường hợp bố trí đầu magnetron theo kích thước hệ đã thiết kế, có thể nhận xét như sau:

- Cả hai cách bố trí đều đảm bảo phân bố trường vi sóng đồng đều sau quá trình lan truyền và phản xạ. Dĩ nhiên, với 2 đầu magnetron trong 1 khoang thì cường độ sóng sẽ mạnh hơn và phát triển đến cực đại nhanh hơn.
- Cường độ trường ở phía xa đầu magnetron sẽ thấp hơn 1 chút so với đầu gần. Vì vậy, chai nước yến ở xa đầu phát sẽ có thể nhận năng lượng ít hơn chai ở gần.

1.5 Hiệu chỉnh thiết kế

Nhận xét nêu trong quá trình mô phỏng cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm trên hệ thống thực.

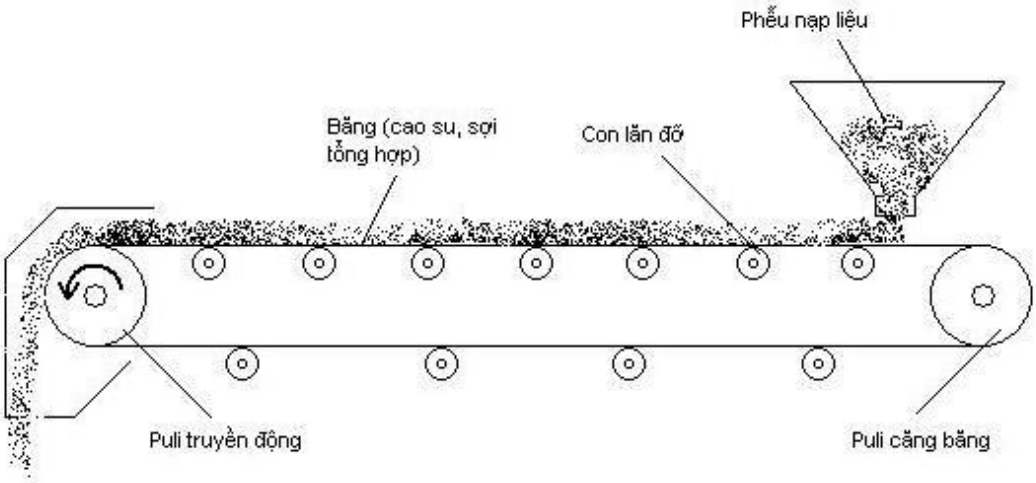
Để phù hợp cho thí nghiệm và không lãng phí, Đề tài đã quyết định hiệu chỉnh thiết kế cho các buồng chiếu. Trên vách hông đối diện với phía đặt magnetron của buồng phản ứng được khoét các hốc cho phép đặt bổ sung các đầu phát ở mặt đối diện. Nếu không sử dụng, các hốc này được che bằng nắp kim loại.

Cấu hình này cho phép thí nghiệm đặt các magnetron về một phía, hoặc xen kẽ 2 phía, hoặv có thể lắp đặt cả hai phía.

1.6 Thiết kế cơ khí cho băng tải của hệ thống

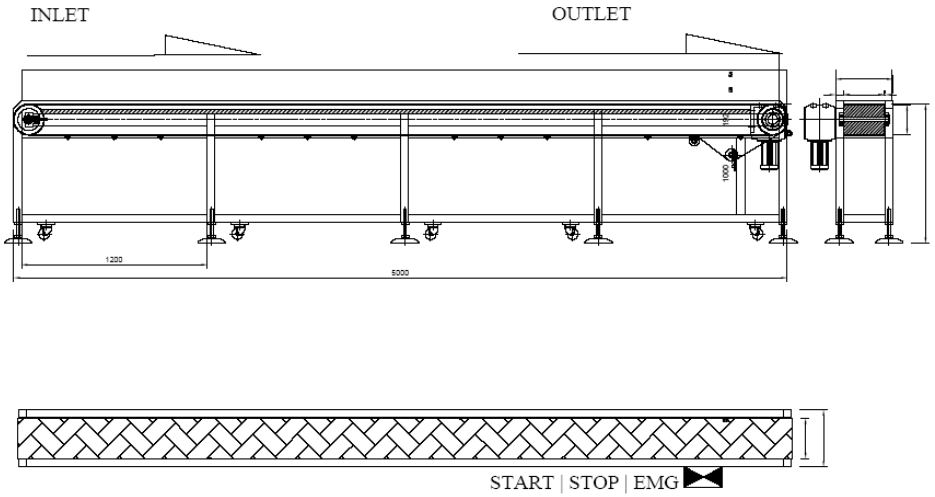
Băng tải dẫn động bằng động cơ điện, qua puli truyền động làm chạy băng chuyển vật liệu bằng băng cao su (hoặc sợi tổng hợp). Để đảm bảo vận hành chịu

tải và ma sát nhỏ, băng chuyền được đặt trên các con lăn đỡ có thể quay tự do. Một Puli khác ở đầu đối diện sử dụng để căng băng.



Hình 33: Cấu tạo một loại băng tải thẳng.

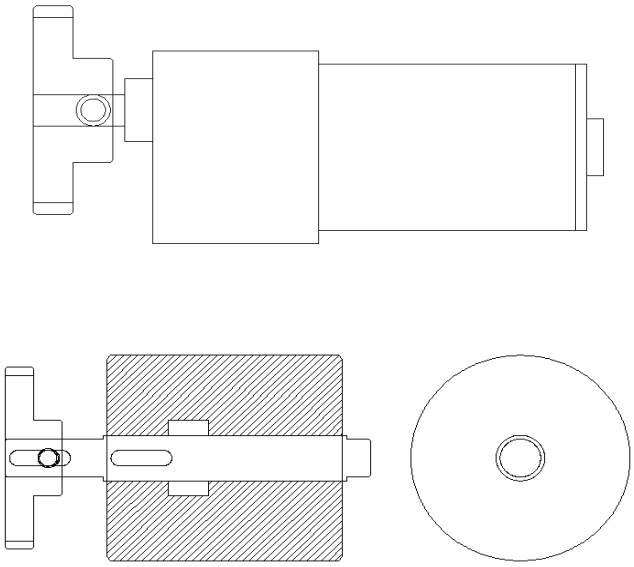
Yêu cầu đặt ra cho băng tải hệ tiệt trùng chai nước yến bằng vi sóng là phần băng tải vận chuyển chai nước yến trong buồng phản ứng phải là vật liệu phi kim loại, có hệ số hấp thụ vi sóng thấp và chịu nhiệt. Chính vì vậy, cấu hình băng tải không thể chọn con lăn đỡ có ổ bi (bạc đạn). Đề tài sử dụng băng loại teflon dày 1 mm, với cơ cấu motor dẫn động puli kéo băng (Hình 34).



Hình 34: Bản vẽ thiết kế băng tải cho hệ tiệt trùng nước yến bằng vi sóng

Băng tải được đỡ bằng tấm bakelit có mặt trơn nhẵn để giảm ma sát trượt. Tính toán hệ dẫn động và công suất động cơ được trình bày ở phần sau.

Trên hình 35 là bản vẽ cơ cấu puli truyền động cho băng tải.

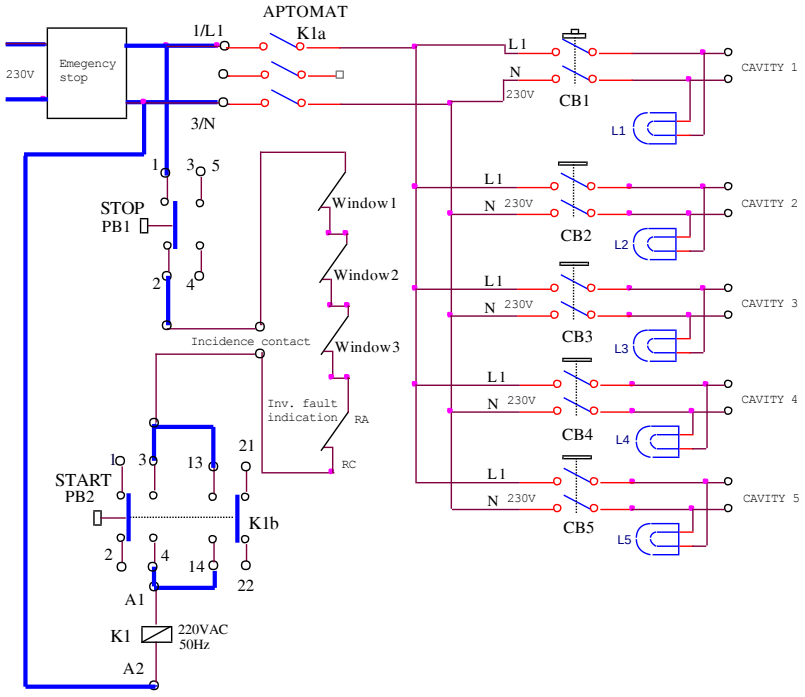


Hình 35: Bản vẽ cụm dẫn động cho băng tải của hệ vi sóng tiệt trùng nước yến

1.7 Thiết kế hệ cấp điện cho toàn thiết bị và dẫn động băng tải

1.7.1 Hệ cấp điện cho hệ thống

Sơ đồ tủ điện cấp điện cho hệ thống được trình bày trên Hình 36.



Hình 36: Hệ thống cấp điện cho thiết bị tiệt trùng bằng vi sóng

- Điện cấp qua công tắc emergency, cho phép tắt nhanh nguồn khi có sự cố.
- Điện cấp cho toàn hệ được cấp qua khởi động từ K1, điều khiển bằng nút start/stop. Khi có sự cố, ví dụ rơ le cửa sổ buồng phản ứng (window 1, 2, 3),

cảm biến nhiệt đầu phát, lỗi biến tần Inv. Fault indication),…tất các các công tắc này mắc nối tiếp, khi có 1 trong các sự cố, công tắc tương ứng sẽ ngắt, làm ngắt điện mạch nuôi khởi động từ và ngắt điện cấp cho toàn hệ thống.

- Điện áp từ lối ra khởi động từ được cấp cho các thiết bị gắn trên buồng phản ứng qua các CB riêng (CB1: CB5). Việc dùng CB cho mỗi bộ riêng cho phép cách ly hệ có sự cố, hoặc thuận tiện trong vận hành, điều chỉnh, thử nghiệm.

1.7.2 Thiết kế hệ thống dẫn động băng tải

Tính chọn công suất động cơ:

Băng tải có chiều dài 4,4 m, rộng 0,25 m

Chai đặt cách nhau 10 cm (đường kính chai 5 cm) thì trên băng tải có số vị trí xếp chai là 4,4 m : 0,01 m = 44 vị trí.

Nếu mỗi vị trí đặt 1 cột gồm 5 chai, thì trên băng tải sẽ chứa cực đại 44 x 5 = 220 chai.

Mỗi chai nặng 150 g, thì trọng lượng tối đa sản phẩm trên băng tải là: 220 chai x 0,15 kg = 33 kg. Trường hợp cực đại: 60 kg.

Trọng lượng toàn băng tải M = 120 kg;

g = 9,8 m/s^2;

Hệ số ma sát (kém nhất) f = 0,8

- *Lực kéo trọng lượng băng tải* T_K *:*

$$T_K = M \times g \times f \ [N] = 120 \times 9{,}8 \times 0{,}8 = 940{,}8 \text{ N}$$

- *Lực quán tính do trọng lượng băng tải :*

$$T_{BT} = M \times \alpha = M \times (dv / dt)$$

với α = gia tốc cực đại (m/s^2).

dv = biến thiên tốc độ (m/s).

dt = khoảng thời gian khi sự thay đổi xảy ra (s).

Giả thiết rằng băng tải sẽ hoạt động ở tốc độ không đổi với tốc độ cực đại 2m/phút. Khi băng tải bắt đầu vận hành, nếu tốc độ được tăng lên tới 2 m/phút trong 0,2 giây, thì:

dv = 2/60 = 0,033 m/s; dt = 0,2 s

$$T_{BT} = M \times \alpha = M \times (dv / dt) = 120 \times (0.033/0{,}2) = 20 \text{ N}$$

- *Lực quán tính của tổng khối lượng sản phẩm trên băng tải T_{SP}:*

$$T_{SP} = 60 \times (0{,}033 / 0{,}2) = 10 \text{ N}$$

- *Tổng lực kéo cực đại T_{max}:*

$$T_{max} = T_K + T_{BT} + T_{SP} = 940{,}8 + 20 + 10 = 970{,}8 \text{ N}$$

- Công suất motor:

Công suất động cơ (kW) = $(T_{max} \times V) / 54.5 \times (1 / \eta)$

với η = 0.85 hiệu suất động cơ, V : tốc độ băng tải max = 2 m/phút.

P (motor) = (970,8 x 2) /54, 5 x (1/0,85) = 420 W

Chọn động cơ 1 HP = 750 W.

- **Tính chọn hệ số truyền động:**

Motor 3 pha gắn với hộp số trực tiếp.

Với tốc độ băng tải là 0.4 m/phút, Đường kính tang chủ động: 200mm, và tốc độ băng tải (chưa điều khiển bằng biến tần) khoảng 48 v/phút.

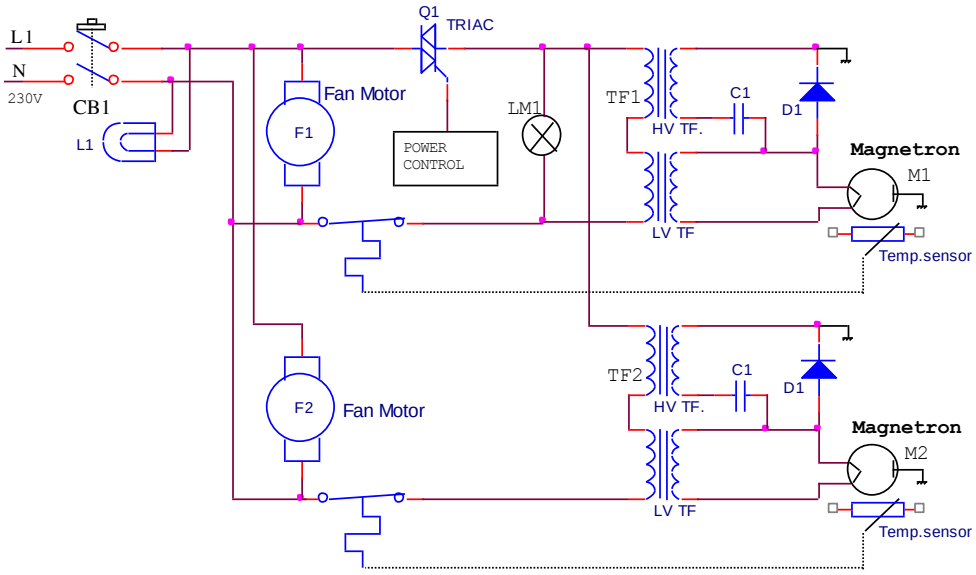
Hộp số có tỷ số truyền chọn cỡ 1/30 (tốc độ motor 1450, tốc độ sau hộp số đạt 1450/30=48v/ph).

Tùy theo năng suất sẽ điều chỉnh tốc độ băng tải phù hợp.

1.8. Thiết kế hệ thống điều khiển

1.8.1. Sơ đồ tổng thể điều khiển hệ vi sóng

Hệ thống tiệt trùng vi sóng được tạo bởi 5 khoang buồng chiếu có cấu trúc giống nhau. Mỗi khoang được cấp nguồn theo sơ đồ Hình 37.



Hình 37: Sơ đồ điều khiển và cấp điện cho 1 khoang buồng phản ứng

Magnetron sử dụng là loại 2M261M1 (Panasonic) có các thông số kỹ thuật:

- Công suất ra: 1000W;
- Tần số (có gắn tải): 2455 MHz;
- Thế đốt Filament: 3.3 VAC;
- Dòng đốt Filament: 10 A;
- Điện áp đỉnh (Peak) trên anode: 4.4 KV

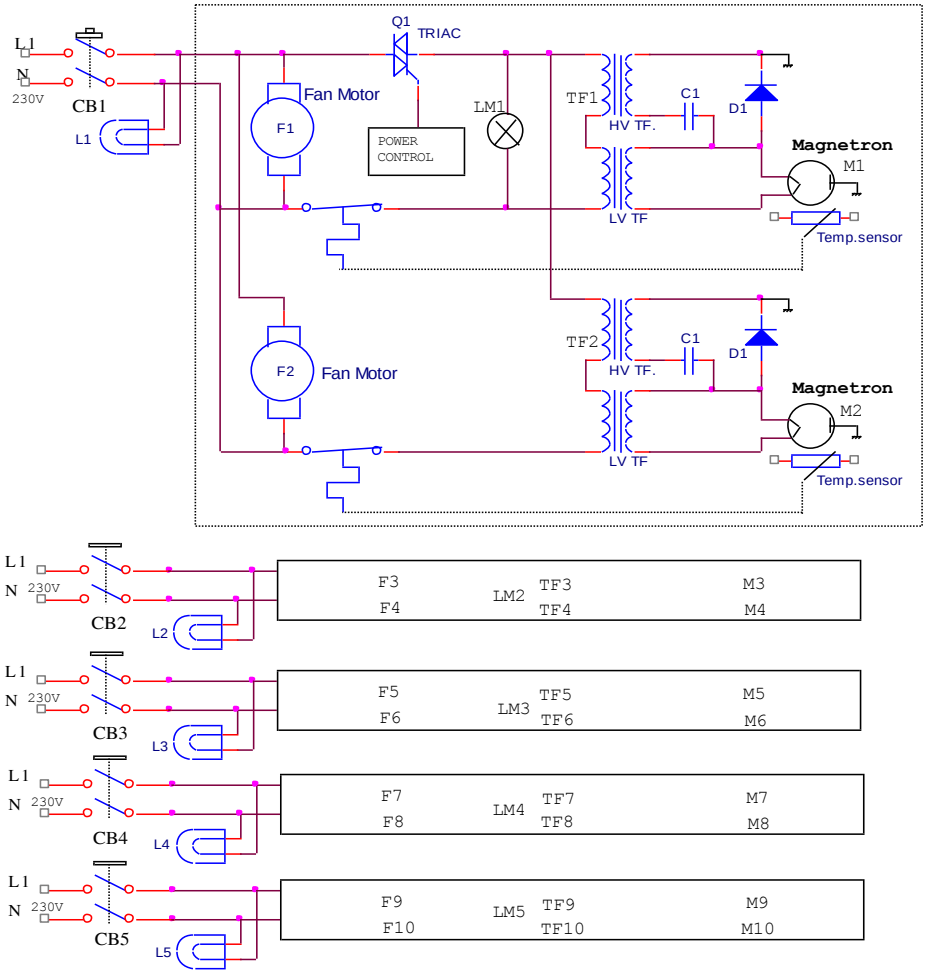
Điện áp lưới 220 V: 230 V cấp cho cuộn sơ cấp biến áp TF1. Biến áp có 2 cuộn thứ cấp: điện áp cao vôn (HV) được chỉnh lưu thành điện áp DC cho nuôi magnetron, và điện áp thấp vôn cho đốt filament.

Khi biến áp nuôi magnetron được cấp điện, đèn magnetron hoạt động, đồng thời các thiết bị phụ trợ như quạt làm mát, đèn báo cũng được vận hành kèm theo.

Mạch bảo vệ nhiệt là 1 rơ le nhiệt, thực hiện ngắt điện nguồn cho biến thế nuôi khi nhiệt độ cụm đèn phát cao hơn giá trị đặt.

Để điều khiển công suất phát, sơ đồ sử dụng là mạch điều khiển điện áp AC (sử dụng linh kiện công suất triac) cấp cho biến thế, từ đó làm thay đổi điện áp DC đặt trên đèn phát.

Trên Hình 38 là sơ đồ điều khiển và cấp điện cho toàn bộ 5 khoang của hệ buồng phản ứng.



Hình 38: Sơ đồ điều khiển và cấp điện cho toàn bộ 5 khoang buồng phản ứng

2. Tích hợp và thử nghiệm hệ thống sấy vi sóng cho nước Yến đóng chai

Trên cơ sở các sản phẩm cơ khí - điện - điện tử đã được chế tạo, Thiết bị sẽ tích hợp hệ thống, vận hành, đo lường thử nghiệm tiệt trùng với nước yến đóng chai và điều chỉnh, hoàn chỉnh thiết bị.

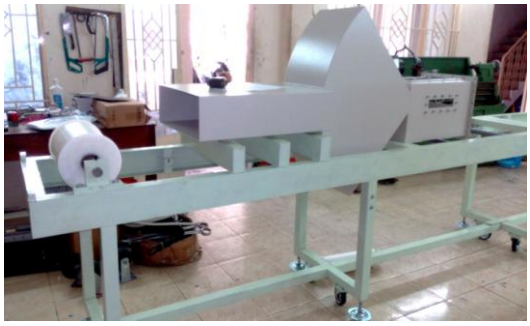
2.1. Tích hợp và vận hành hệ thống

2.1.1. Tích hợp phần cơ khí

Băng tải dài 5 m nên sẽ khó khăn trong vận chuyển. Vì vậy, băng tải được được thiết kế thành 2 phần với kết nối tại vị trí giữa (Hình 39).

Hình 39: Kết nối hai phần của băng tải

Lắp đặt buồng phản ứng và bộ chống rò rỉ vi sóng lên băng tải (Hình 40)

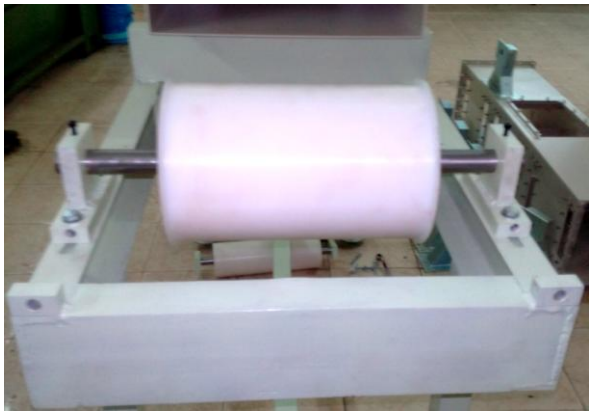


Hình 40: Lắp đặt bộ chống rò rỉ + buồng phản ứng trên băng tải

Lắp đặt các bộ dẫn sóng + antenna lên buồng phản ứng (Hình 41)

Hình 41: Lắp đặt các bộ dẫn sóng + antenna lên buồng phản ứng

Lắp đặt hệ dẫn động băng tải (Hình 42 và 43)

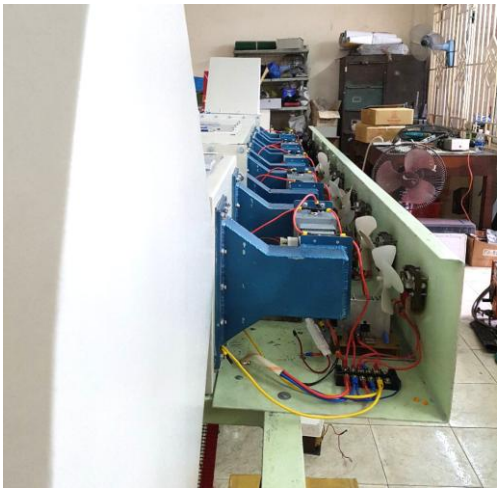


Hình 42: Lắp đặt lô chủ lực dẫn động băng tải

Hình 43: Lắp đặt hệ dẫn động băng tải và băng tải bằng teflon

Lắp đặt thiết bị điều khiển (Hình 44 và 45)

Hình 44: Lắp đặt tủ điều khiển



Hình 45: Lắp đặt thiết bị công suất cho các đèn phát (magnetrons)

2.2 Điều chỉnh thông số kỹ thuật

Dây chuyền đã được vận hành thử nghiệm tại PTN của đơn vị (Hình 46)

Hình 46: Dây chuyền hoàn chỉnh tại PTN

2.2.1. Điều khiển tốc độ băng tải

Motor 3 pha gắn với hộp số chọn là 1/30, điều khiển motor bằng biến tần.

* Thử nghiệm điều chỉnh tốc độ băng tải:

- Điều khiển trực tiếp không sử dụng biến tần: Đường kính tang chủ động là 200 mm, và tốc độ trục lô chủ động là 48 v/phút, tốc độ băng tải là 0.4 m/phút.
- Điều khiển với biến tần cho phép thay đổi tốc độ băng tải là từ 0.1 m/phút đến 4 m/ phút.

* Thử nghiệm vận hành với chai nước yến

Thử nghiệm với 400 chai nước yến đặt trên băng tải ở các tốc độ khác nhau.Kết quả băng tải vận hành êm, khi khởi động ở các tốc độ khác nhau không làm đổ các chai nước yến.

2.2.2. Điều khiển công suất vi sóng

* Đo công suất cho mỗi cặp đèn magnetron

Nhằm đảm bảo được năng suất hoạt động và tránh rò rỉ sóng điện từ, bộ điều chỉnh công suất được tích hợp vào hệ thống tiệt trùng. Hệ thống này sẽ bao gồm 5 mức điều chỉnh tương ứng với 5 mức công suất khác nhau chỗ mỗi cặp bộ đèn magnetron (2 đèn), bắt đầu từ 0 Watt cho đến tối đa 12256 watt, và được liệt kê như bảng bên dưới:

Kết quả đo với các mức điều chỉnh công suất cho trong Bảng 3.

Bảng 3. Các mức điều chỉnh công suất cho mỗi cặp đèn magnetron

Mức	Công suất tương đương (W)
1	0
2	2420
3	8339
4	10535
5	12256

* Thử nghiệm bộ tự động điều chỉnh và bật tắt công suất đã được tích hợp vào hệ thống tiệt trùng:

Ở hai đầu của dây chuyền tiệt trùng, cảm biến hồng ngoại được lắp đặt để phát hiện sản phẩm trên dây chuyền tự động và gửi tín hiệu về cho bộ vi điều khiển.

Đối với lần chạy tiệt trùng đầu tiên (sau khi khởi động), nhằm đảm bảo việc chống rò rỉ sóng điện từ, hệ thống chờ các chai yến phải được nạp đầy vào dây chuyền. Kết quả cho thấy khi cảm biến hồng ngoại đặt ở cuối dây chuyền phát hiện có sản phẩm đầu ra, thì các cặp bộ đèn đã được kích hoạt lần lượt sau mỗi 5 giây.

Theo dõi sự xuất hiện của chai yến ở đầu vào và đầu ra, hệ thống đã điều khiển bật tắt các bộ đèn tương ứng với số lượng chai yến có trong dây chuyền.

Trường hợp đầu vào sản phẩm đã hết, hệ điều khiển tắt 2 cặp bộ đèn ở đầu dây chuyền.

Trường hợp không còn sản phẩm nào, hệ thống tự động tắt hết tất cả các đèn.

Trường hợp điều khiển dừng băng tải, hệ thống sẽ tự động tắt các đèn.

Kết luận: Hệ thống khử trùng bằng vi sóng đã vận hành với đầy đủ chức năng thiết kế.

2.3. Thử nghiệm tiệt trùng với nước yến đóng chai

Thực nghiệm sử dụng hệ thống đã thiết kế, chế tạo để khử trùng sản phẩm nước yến đóng chai được thực hiện tại PTN.

Thực nghiệm được tiến hành để xác định thời gian và công suất để khử trùng hoàn toàn vi khuẩn E. Coli và vi khuẩn Salmonella.

Đầu tiên, số lượng vi khuẩn được cấy vào các loại mẫu thử bằng phương pháp mật độ quang, sao cho ứng với mỗi mililit có 0,8-1 x 109 đơn vị vi khuẩn hình thành (CFU/ml). Số lượng vi khuẩn sau đó được pha loãng 1000 lần để đạt được khoảng 0,8-1 × 10^6 CFU / ml. Để có được mẫu vi khuẩn ứng với 25 ml, số lượng vi khuẩn được pha loãng thêm 1000 lần tới khoảng 0,8-1 × 10^3 CFU / ml. Các mẫu nhỏ là vệt trên đĩa thạch và ủ ở 37^{o}C trong 24 đến 48 giờ và kiểm tra bằng mắt và đếm để có được nồng độ thật sự của vi khuẩn.

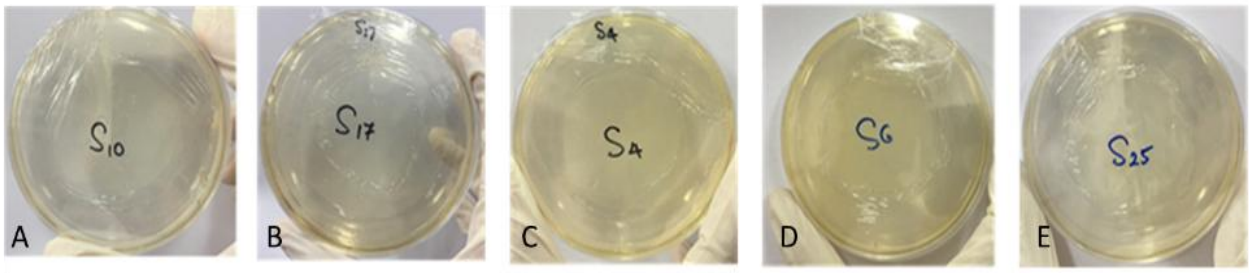
Để chuẩn bị các mẫu cho việc thực nghiệm khử trùng, các mẫu nhỏ 0,1 ml vi khuẩn được trộn với nước yến để tạo ra 80 mẫu thức uống hư hỏng với mật độ vi khuẩn trung bình 21.176 CFU / ml.

Tất cả 80 chai yến được sẽ dụng trong thí nghiệm này, trong đó có 38 mẫu chứa vi khuẩn E. Coli, 38 mẫu chứa vi khuẩn Salmonella và 4 mẫu kiểm soát dương tính.

Sau khi tiệt trùng bằng thiết bị vi sóng, để kiểm tra hiệu quả của quá trình khử trùng bằng lò vi sóng với nước yến, mỗi mẫu được khử trùng 0.25 ml và các chất kiểm soát dương tính được truyền sang đĩa thạch và ủ ở 37oC trong 48 giờ. Sau quá trình ủ bệnh, các mẫu được kiểm tra để xác định sự tồn tại của vi khuẩn dựa trên việc quan sát vi khuẩn cấy trên đĩa thạch.

Đối với các mẫu nhiễm khuẩn Salmonella bị khử trùng bằng vi sóng, vi khuẩn Salmonella được loại bỏ hoàn toàn trong suốt thời gian tiếp xúc với các mức công suất khác nhau.

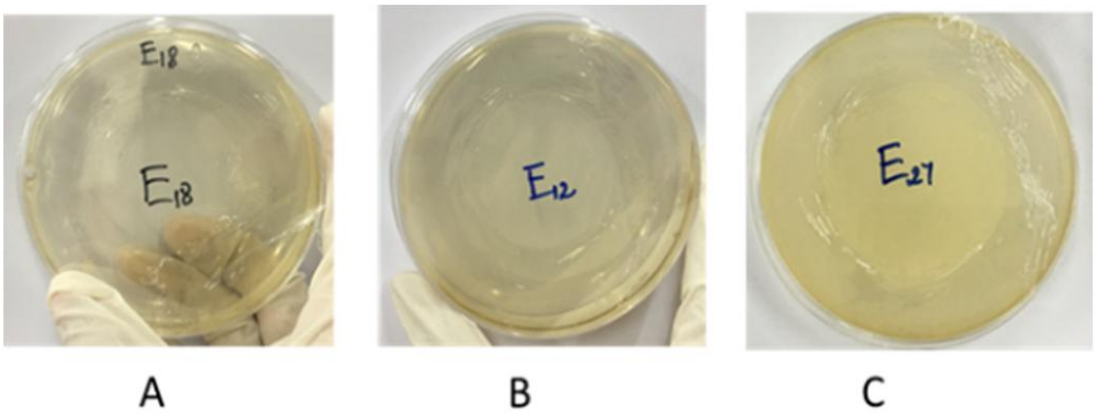
Kết quả là, vi khuẩn Salmonella bị giết chết hoàn toàn ở công suất 900-1300W (Hình 5.6a), 700-900W (Hình 5.6b), 600-700W (Hình 5.6C), 600-700W (Hình 5.6d) và 500-600W (Hình 5.6e), tương ứng với thời gian là 1, 2, 3, 4, và 5 phút.



Hình 47. Kết quả tiệt trùng mẫu nhiễm khuẩn Salmonella.

Đối với các mẫu nhiễm khuẩn E.coli sau khi khử trùng, vi khuẩn E.coli chỉ bị loại trừ hoàn toàn sau 3 phút với các mức công suất khác nhau.

Kết quả là, vi khuẩn E.coli đã chết hoàn toàn với công suất 600-700 W trong 3 phút (Hình 5.7a) và 500-600 W cho cả 4 và 5 phút (Hình 5.7b và 5.7c).



Hình 48. Kết quả tiệt trùng mẫu nhiễm khuẩn E. Coli.

Các kết quả này được tóm tắt như bảng 4 sau đây:

Bảng 4. Công suất và thời gian thực hiện khử được trùng vi khuẩn E. Coli và vi khuẩn Salmonella.

Salmonella		***E.coli***
Số phút	**Công suất (W)**	**Công suất (W)**
1	900-1300	Vẫn còn nhiễm khuẩn
2	700-900	Vẫn còn nhiễm khuẩn
3	600-700	600-700
4	500-600	500-600
5	500-600	500-600

Kết luận: Thực nghiệm tại PTN cho thấy Hệ thống khử trùng bằng vi sóng đã chứng tỏ khả năng tiệt trùng các vi khuẩn E. Coli và vi khuẩn Salmonella. Thời gian gia nhiệt ngắn, về nguyên tắc sự mất mát về dinh dưỡng sẽ nhỏ hơn so với gia nhiệt bằng hơi nước bão hoà kéo dài trong 30 phút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Lê Anh Đức,“ Nghiên cứu công nghệ và thiết bị sấy phấn hoa bằng vi sóng”, Đề tài Sở KH & CN TP.HCM, Đơn vị CT: ĐH Nông Lâm Tp.HCM, 2012.*
2. *Taylor & Francis Group, LLC, Xu hướng ứng dụng bức xạ ion hóa , www.Cesti/khong-gian-cong-nghe, 10-2015.*
3. *Hoàng Nam, Song Yến, Giới thiệu sản phẩm nước yến, www. Hoangnam.com, 2016.*
4. *Boda Microwave, Food additives microwave drying and sterilization machine, China, www. Alibaba.com, 2016.*
5. *Guoxin Machinery, Stainless Steel CE Certification Microwave Mesh Belt Food Sterilizer, China, www. Alibaba.com, 2016.*
6. *Taylor & Francis Group, LLC, Microwave Pasteurization and Sterilization of Foods, 2007.*
7. *Rory Harrington, Microwave Sterilisation system may revolutionize food processing, 2010.*
8. *Federal Food, Drug and cosmestic Act (FFDCA), Chapter V, Sub chapter C- Electronic Product Radiation Control, Laws, Regulations and Standards, 2015.*
9. *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008, Centers for Disease Control and Prevention, USA.*
10. *Jasim Ahmed and Hosahalli S. Ramaswamy, Microwave Pasteurization and Sterilization of Foods, 2012.*
11. *Hossein Ameri Mahabadi et al. Electromagnetic solution for the agricultural problems, Department of Bioprocess Engineering, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Malaysia, 2010.*
12. *D. Martin et al., A method for the 2.45 GHz magnetron output power control, IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques, Vol. 49, NO. 3, MARCH 2001.*

13. *Abderraouf Methlouthi et al., Microwave Applicator with conveyor belt system, 2010, COMSOL conference, Paris.*
14. *Panya Daungvilailux, Development drying of cashew kernel with microwave by using a continous belt, TSME International conference on mechanical engineering, 2011.*
15. *Food Processing, Industrial Microwave Technology Inches Toward Mainstream, 2015, http://www.foodprocessing.com/articles/2015/industrial-microwave-technology/*
16. *GrandTek, Microwave puffing System, Products, http://grandtekco.com/1-2-microwave-puffing-system/161797, 2016.*
17. *MAX Industrial Microwave, Commercial microwave tunnel dryer and belt sterile machine, 2016.*
18. *Juming Tang, Microwave (and RF) Heating in Food Processing Application, 2012.*
19. *Juming Tang, Microwave Sterilization, A Potetial Technology for MREs, NXTGeEN NanoFiber, 2010.*
20. *Metaxas, A. C. and R. J. Meredith. 1983. Industrial Microwave Heating. IEE PowerEngineering Series 4. Peter Peregrinus Ltd., London,UK.*
21. *University of Virginia, Charlottesville, http://faculty.virginia.edu/consciousness/new_page_5.htm*
22. *Goldblith, S. A. and D. I. C. Wang. 1967. Effect of microwaves on Escherichia coli and Bacillus subtilis. Applied and Environmental Microbiology 15(6): 1371.*
23. *Horst Linn, Malte Möller, Dielectric Heating, Pueschner publ., 1986.*
24. *Buffler, C. R. 1993. Microwave cooking and processing: Engineering fundamentals for the food scientist. New York: Van Nostrand Reinhold.*
25. *Metaxas, A. C. and R. J. Meredith. 1983. Industrial Microwave Heating. IEE PowerEngineering Series 4. Peter Peregrinus Ltd., London,UK.*

26. *Baker-Jarvis, J., R. G. Geyer, J. H. Grosvenor Jr, M. D. Janezic, C. A. Jones, B. Riddle, C. M. Weil and J. Krupka. 2002. Dielectric characterization of low-loss materials a comparison of techniques. Dielectrics and Electrical Insulation, IEEE Transactions on 5(4): 571-577.*
27. *Kuang, W. and S. O. Nelson. 1998. Low-frequency dielectric properties of biological tissues: a review with some new insights. Transactions of ASAE 41(1): 173-184.*
28. *Metaxas, A.C.; Meredith, R.J., Industrial Microwave Heating, 1988, Peter Peregrinus Ltd.*
29. *Püschner GMBH + CO KG, Dielectric Heating With Microwave Energy, MicrowavePowerSystems , 1997.*
30. *PPG Industries, Inc., Glass Technical Document TD-151, Radio and Microwave Frequency Attenuation in Glass, 2016.*
31. *Khử trùng, https://vi.wikipedia.org/wiki/Khử trùng, 2016.*
32. *Juming Tang, Microwave (and RF) Heating in Food Processing Application, 2012.*
33. *Mikell Knights, Microwave sterilization for packaged meals, Engineering R&D, www. Foodengineeringmag.com/Food engineering, october, 2013.*
34. *Federal Food, Drug and cosmestic Act (FFDCA), Chapter V, Sub chapter C- Electronic Product Radiation Control, Laws, Regulations and Standards, 2015.*
35. *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008, Centers for Disease Control and Prevention, USA .*
36. *Jasim Ahmed and Hosahalli S. Ramaswamy, Microwave Pasteurization and Sterilization of Foods, 2012.*
37. *Metaxas, A.C.; Microwave Heating, IEE Power Engineering Journal 5(5) in September 1991.*

38. *Yang, H. W. and S. Gunasekaran. 2004. Comparison of temperature distribution in model food cylinders based on Maxwell's equations and Lambert's law during pulsed microwave heating. Journal of Food Engineering 64(4): 445-453).*
39. *Liu, C. M., Q. Z. Wang and N. Sakai. 2005. Power and temperature distribution during microwave thawing, simulated by using Maxwell's equations and Lambert's law. International Journal of Food Science & Technology 40(1): 9-21.*
40. *Curet, S., O. Rouaud and L. Boillereaux. 2006. Heat Transfer Models for Microwave Thawing Applications.*
41. *International Electrotechnical Commission (IEC) (1999). Household microwave ovens – methods for measuring performance. IEC Publication 60705:1999.*
42. *Jasim Ahmed and Hosahalli S. Ramaswamy, Microwave Pasteurization and Sterilization of Foods, 2012.*
43. *W. Choe, Gi-Chung Kwon, Junghee Kim, Jayhyun Kim, Sang-Jean Jeon, and Songwhe Huh, Simple microwave preionization source for ohmic plasmas, Review of Scientific Instruments 71(7):2728-2732 · July 2000.*
44. *Ian Poole, Microwave Horn Antenna Theory & Equations, 2016. http://www.radio-electronics.com/info/antennas/horn_antenna/theory.php.*
45. *Tsubakimoto Chain Co., The Complete Guide to Chain, 1995.*
46. *http://chain-guide.com/basics/2-chain-dynamics.html*
47. *http://www.tutorvista.com/physics/electromagnetic-radiation-field*