

DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.109

## BỂ RỬA ỨNG DỤNG SÓNG SIÊU ÂM

Trần Hữu Danh, Lương Vinh Quốc Danh, Trần Thanh Quang, Nguyễn thị Trâm, Huỳnh Minh Trí và Trần Hữu Nghi

Bộ môn Điện tử Viễn thông, Khoa Công nghệ

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 05/12/2016

Ngày nhận bài sửa: 08/03/2017

Ngày duyệt đăng: 30/10/2017

### Title:

Ultrasonic washing tank design and application to remove chemical residues on agricultural products

### Từ khóa:

Phương pháp bảo quản nông sản, chế biến thực phẩm, siêu âm, bể rửa siêu âm, những ứng dụng sóng siêu âm

### Keywords:

Methods of agricultural product preservation, food processing, ultrasound, ultrasonic washing tank, ultrasonic wave application

### ABSTRACT

Currently, overusing agro-chemicals on agricultural plants affects consumer health. The urgent issue, so, is to have a high-tech solution to remove the chemical residue in post-harvest agricultural products. Thus, designing ultrasonic washing tanks used to clean agricultural products out of chemical residues would be a research contributing to save consumer's health from food poisoning. The tank was designed to allow adjusting transmission frequency and intensity of ultrasonic waves suitable to different agro-products and the primary experiment results indicated that using the designed ultrasonic tank is effective in reducing a kind of insecticide residue from some vegetables.

### TÓM TẮT

Hiện nay, việc lạm dụng thuốc hóa học bảo vệ thực vật trên các loại cây nông nghiệp đã làm ảnh hưởng không nhỏ đến sức khỏe người tiêu dùng. Vì thế, vấn đề cấp bách đặt ra là phải có một giải pháp công nghệ cao để loại bỏ các dư lượng hóa chất còn trong các sản phẩm nông nghiệp sau thu hoạch. Do đó, đề tài thiết kế "Bể rửa ứng dụng sóng siêu âm" có thể làm sạch các sản phẩm nông nghiệp khỏi dư lượng hóa chất còn tồn đọng là một nghiên cứu nhằm góp phần giảm thiểu nguy cơ ngộ độc thực phẩm và bảo vệ sức khỏe của người tiêu dùng. Bể rửa được thiết kế có khả năng điều chỉnh thay đổi tần số phát, cường độ sóng siêu âm cho phù hợp với các sản phẩm nông nghiệp khác nhau và kết quả thực nghiệm bước đầu cho thấy sử dụng bể rửa siêu âm có hiệu quả trong việc giảm dư lượng thuốc hóa học bảo vệ thực vật còn sót lại từ một số loại rau.

Trích dẫn: Trần Hữu Danh, Lương Vinh Quốc Danh, Trần Thanh Quang, Nguyễn thị Trâm, Huỳnh Minh Trí và Trần Hữu Nghi, 2017. Bể rửa ứng dụng sóng siêu âm. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 52a: 46-53.

## 1 GIỚI THIỆU

Hiện nay, trên thị trường có rất nhiều sản phẩm bể rửa siêu âm của nhiều hãng khác nhau với kích thước khác nhau, sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau và chủ yếu sử dụng để làm sạch các vật thể rắn bằng kim loại và thủy tinh, đặc biệt dùng để rửa các chi tiết máy, cơ khí và dụng cụ vật tư y tế, dụng cụ hóa học,.... Giá thành một máy rửa siêu âm dung tích 2 lít đến 13 lít và công suất siêu âm 80W

đến 300W có giá dao động từ 5 triệu đồng đến 30 triệu đồng tùy theo xuất xứ hàng hóa. Bể rửa siêu âm là một thiết bị sử dụng bộ phát sóng siêu âm tần số cao ghép nối trực tiếp vào loa siêu âm để tạo ra dao động cơ học với tần số siêu âm. Dao động cơ học sẽ làm cho các phân tử chất lỏng chuyển động hỗn loạn liên tục dưới dạng bọt khí, va chạm vào mọi bề mặt và ngóc ngách của vật cần tẩy rửa. Với tần suất tiếp xúc liên tục và lớn dần sẽ làm sạch vật thể cần tẩy rửa.

Nhiều nghiên cứu cho thấy sóng siêu âm có tác dụng tốt đối với vật thể cần tẩy rửa có cấu trúc rần, chưa có nghiên cứu về ứng dụng dạng bể rửa này cho rửa nông sản, thực phẩm. Mục tiêu nghiên cứu thiết kế bể rửa dùng sóng siêu âm nhằm giải quyết hai vấn đề là sử dụng để rửa thực phẩm, nông sản cụ thể làm sạch được rau, củ, quả không tiếp xúc, không phá hủy với chi phí thấp và có thể làm suy giảm hàm lượng thuốc bảo vệ thực vật, chất bảo quản có nguy cơ ngộ độc thực phẩm, ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng. Mô hình bể rửa thiết kế có dung tích tối thiểu 10 lít, công suất phát sóng siêu âm tối thiểu 200W được điều khiển hoàn toàn tự động. Kết quả thực nghiệm trên một số loại rau và có kiểm chứng của trung tâm kiểm định Phòng thí nghiệm chuyên sâu Trường Đại học Cần Thơ.

**2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Để giải quyết vấn đề đặt ra, chúng tôi đã tiến hành thực hiện theo phương pháp nghiên cứu lý thuyết ứng dụng của siêu âm, thiết kế mô hình bể rửa, xây dựng giải thuật điều khiển hệ thống và thực nghiệm kiểm chứng kết quả thiết kế.

– Về lý thuyết: tiến hành tìm hiểu cơ sở lý thuyết và ứng dụng của sóng siêu âm để thiết kế hệ thống điều khiển phát tín hiệu sóng siêu âm và khuếch đại công suất điều khiển loa phát siêu âm. Thiết kế mô hình bể rửa có dung tích tối thiểu 10 lít và công suất sóng siêu âm tối thiểu 200W. Xây dựng giải thuật điều khiển và chương trình điều khiển bể rửa.

– Về thực nghiệm: Từ mô hình bể rửa thiết kế, tiến hành kiểm chứng sự hoạt động của hệ thống, chạy thử nghiệm một số mẫu rau quả để kiểm chứng.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Tổng quan về ứng dụng sóng siêu âm**

*3.1.1 Khái niệm và đặc tính ứng dụng của sóng siêu âm*

Siêu âm là âm thanh có tần số cao hơn tần số tối đa mà tai người có thể nghe được, thông thường sóng siêu âm có dải tần từ 20 kHz trở lên và được mô tả như hình 1.



**Hình 1: Dải tần sóng siêu âm**

Siêu âm có thể lan truyền trong nhiều môi trường như không khí, các chất lỏng và rắn với tốc độ bằng tốc độ âm thanh. Do đó, siêu âm được ứng dụng (Nguyễn Đức Thuận và *ctv.*, 2003; Phan Thanh Hà, 2014; Nguyễn Tấn Minh, 2015) trong chẩn đoán hình ảnh y khoa, chụp ảnh các cấu trúc cơ khí phức tạp theo phương pháp kiểm tra không phá hủy, ứng dụng trong đo khoảng cách, đo vận tốc. Ngoài ra, còn có nhiều ứng dụng siêu âm khác nhau như làm sạch bằng siêu âm, hàn siêu âm, ứng dụng sóng siêu âm trong hóa học, sinh học,... Sóng siêu âm được tạo ra từ một số loại loa phát sóng siêu âm, từ dao động của tinh thể thạch anh áp điện.

*3.1.2 Nguyên tắc hoạt động*

Với tần số 28Khz, thiết bị truyền siêu âm sẽ truyền những dao động cơ học tần số cao đến các đối tượng cần được làm sạch (Morey M D *et al.*, 1999; Nguyễn Đức Thuận và *ctv.*, 2003). Khi sóng siêu âm được truyền trong môi trường chất lỏng sẽ làm cho các phân tử chất lỏng dao động ở áp suất cao, tạo ra những bọt khí siêu nhỏ chuyển động với cường độ mạnh và tiếp xúc trực tiếp vào bề mặt vật

thể ở tần số cao liên tục với thời gian dài sẽ làm sạch đối tượng cần tẩy rửa.

*3.1.3 Ứng dụng của sóng siêu âm*

– Ứng dụng sóng siêu trong công nghiệp (Nguyễn Đức Thuận và *ctv.*, 2003; Phan Thanh Hà, 2014): Sóng siêu âm thường dùng phổ biến trong các lĩnh vực công nghiệp như: hàn siêu âm, kiểm tra chất lượng sản phẩm, gia công vật liệu cứng,... Sóng siêu âm còn được ứng dụng trong việc sấy khô các loại vật liệu vì có những loại vật liệu, vật phẩm không thể sấy khô bằng nhiệt hoặc khi tiếp xúc nhiệt độ cao sẽ làm thay đổi các tính chất hóa, lý của chúng. Mặt khác, sóng siêu âm còn được dùng để vệ sinh, tẩy rửa các chi tiết máy, thiết bị kim loại, dụng cụ thủy tinh và thiết bị vật tư y tế.

– Ứng dụng sóng siêu trong y học (Nguyễn Đức Thuận và *ctv.*, 2003): Thiết bị siêu âm là một thiết bị rất có hiệu quả trong việc ghi nhận hình ảnh của các mô mềm. Những cấu trúc nằm ở bề mặt như cơ, dây chằng, não được quan sát với tần số cao (7MHz -18 MHz). Những cấu trúc nằm sâu bên trong cơ thể như gan, thận được khảo sát với sóng âm có tần số thấp hơn từ 1MHz đến 6 MHz. Hình 3 minh họa một số ứng dụng của sóng siêu âm trong y học.

– Ứng dụng sóng siêu âm trong công nghiệp thực phẩm: Dưới tác dụng của siêu âm có tần số thích hợp, cường độ xác định trong thời gian phù hợp sẽ làm tăng chất lượng của một số loại thực phẩm (Feeherry *et al.*, 2010; Farid *et al.*, 2011). Một ứng dụng của siêu âm làm đẩy nhanh quá trình già rượu nhanh hơn so với rượu được ủ bằng phương pháp thông thường khi so sánh về các thông số như: pH, nồng độ cồn, đánh giá cảm quan. Ngoài ra, siêu âm còn dùng để tiệt trùng cho thực phẩm, giúp thực phẩm được bảo quản lâu hơn và chất lượng cao hơn.

– Ứng dụng sóng siêu âm trong nông nghiệp: Các nhà khoa học Hàn Quốc (Joo-Yeol *et al.*, 2015) đã tìm ra một phương pháp mới để giữ tươi cà chua sau thu hoạch lâu hơn, góp phần hạn chế lượng nông sản hao phí do hư hại.

Cà chua sẽ bắt đầu hư 10 ngày sau khi thu hoạch và nông dân Hàn Quốc mất khoảng 20% sản lượng mỗi năm do không thể giữ tươi nông sản. Trong phương pháp giữ tươi bằng siêu âm, các nhà khoa học sẽ tác động vào cà chua xanh bằng sóng

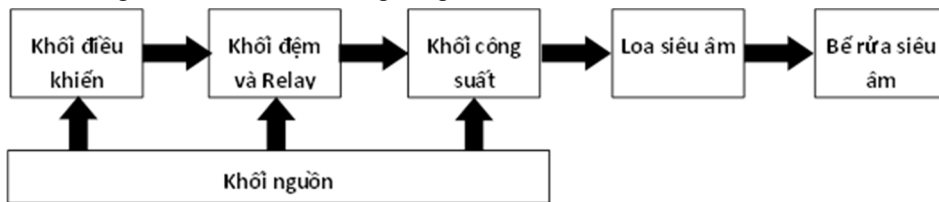
âm ở nhiều tần số khác nhau trong 6 giờ suốt 12 ngày liên tục. Kết quả những quả cà chua được thử nghiệm có thời gian tươi lâu hơn thông thường từ 3 đến 4 ngày do sóng âm làm giảm 35% lượng hormone làm chín Ethylene cũng như tiết chế quá trình hô hấp.

Do vậy, đề tài bể rửa dùng sóng siêu âm làm giảm dư lượng thuốc bảo vệ thực vật còn tồn đọng trong nông sản sau thu hoạch đã mở ra hướng nghiên cứu mới của sóng siêu âm góp phần bảo quản, an toàn vệ sinh thực phẩm cho xã hội.

**3.2 Thiết kế bể rửa ứng dụng sóng siêu âm**

**3.2.1 Tổng quan về hệ thống**

Hoạt động của hệ thống có thể được minh họa tóm tắt như hình 2. Bộ điều khiển trung tâm có vai trò tạo ra tín hiệu sóng siêu âm tần số có thể thay đổi được, tín hiệu sóng siêu âm được đưa vào bộ điều khiển đệm và cách ly. Sau đó tín hiệu sóng siêu âm được đưa đến bộ khuếch đại công suất lớn để điều khiển loa phát sóng siêu âm qua bể rửa.

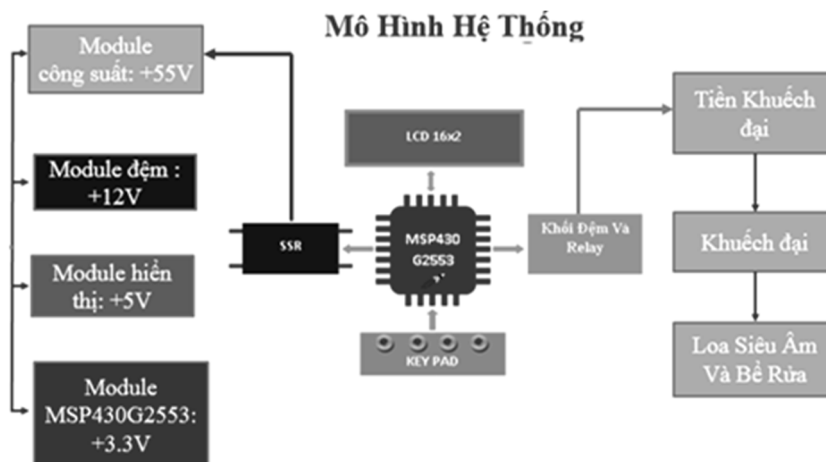


**Hình 2: Sơ đồ tổng quan về hệ thống**

**3.2.2 Thiết kế phần cứng hệ thống điều khiển**

Hình 3 là mô hình hệ thống Điện - Điện tử được sử dụng trong quá trình thiết kế hệ thống. Bộ

xử lý trung tâm (Lương Vinh Quốc Danh và Trần Hữu Danh, 2015) điều khiển mọi hoạt động của hệ thống từ phát ra sóng siêu âm có thể thay đổi tần số và công suất phát của bộ khuếch đại, ....

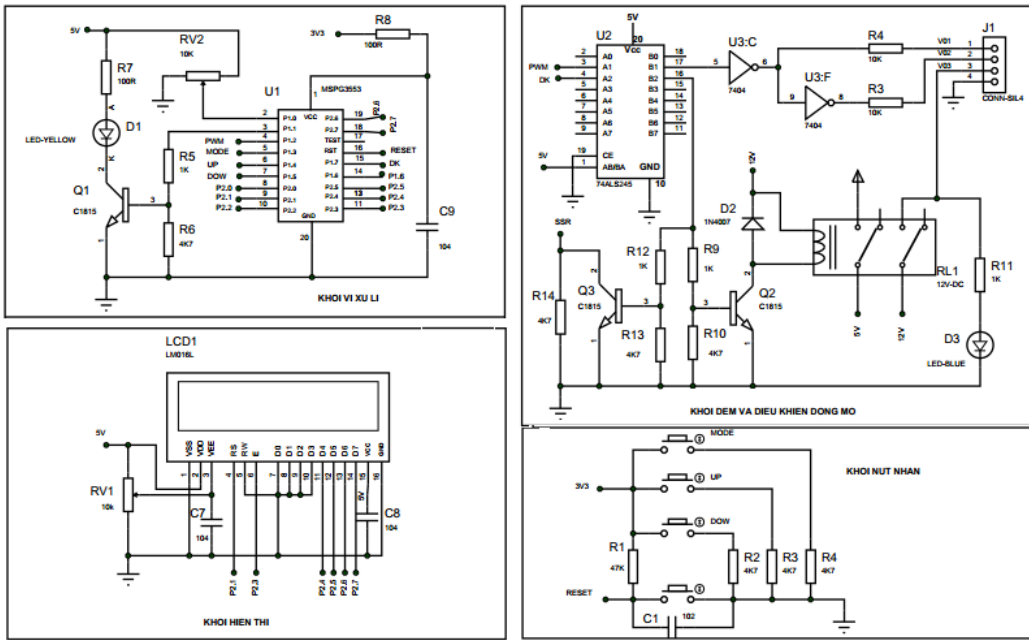


**Hình 3: Sơ đồ hệ thống điện – điện tử của bể rửa siêu âm**

**a. Khối điều khiển**

Khối điều khiển gồm có bộ điều khiển xử lý trung tâm, bộ điều khiển hiển và bộ điều khiển đệm đóng

ngắt tín hiệu sóng siêu âm. Thiết kế mạch điện chi tiết cho khối điều khiển hệ thống được thể hiện ở hình 4.



Hình 4: Sơ đồ mạch nguyên lý khối điều khiển

– Bộ xử lý trung tâm do một chip MSP430G2553 điều khiển mọi hoạt động của hệ thống: Nhận các tín hiệu điều khiển để thiết lập các thông số hoạt động của hệ thống và phát ra sóng siêu âm có thể thay đổi tần số, cường độ tín hiệu sóng siêu âm và điều khiển đóng ngắt bảo vệ bộ công suất phát sóng siêu âm.

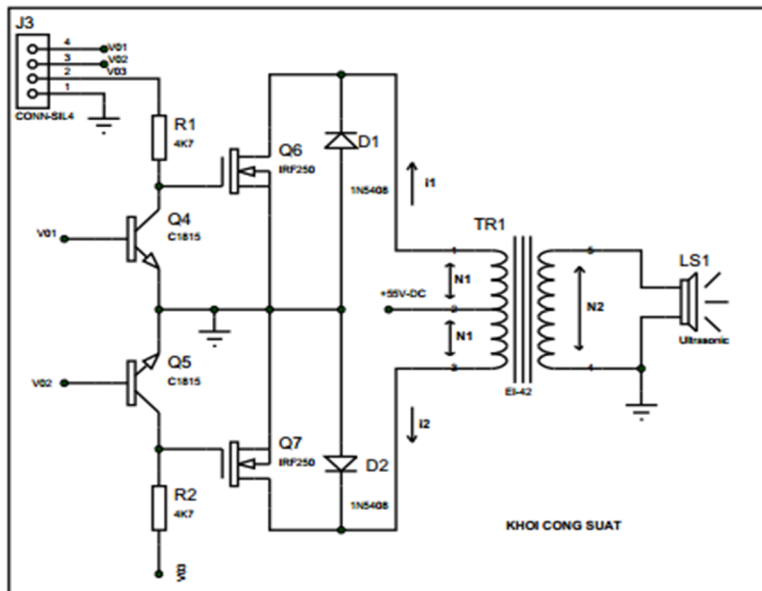
– Bộ hiển thị sẽ hiển thị các thông tin về tần số sóng siêu âm đang phát, thời gian đang thực thi quá trình.

– Bộ đệm điều khiển đệm và đóng ngắt tín hiệu sóng siêu âm nhận tín hiệu điều khiển từ bộ

xử lý trong tâm để đóng ngắt các mạch bảo vệ nguồn, công suất bộ khuếch đại khi tín hiệu sóng siêu âm phát ra không ổn định về tần số và biên độ.

a. Khối điều khiển

Hình 5 là sơ đồ bộ khuếch đại công suất dùng biến thế xuất âm. Khi tín hiệu sóng siêu âm được đưa vào bộ khuếch đại công suất, tín hiệu sẽ được khuếch đại về điện áp thông qua biến áp xuất âm TR1 và cung cấp cho loa siêu âm. Biên độ ngõ ra của mạch công suất phụ thuộc vào biến thế xuất âm TR1.



Hình 5: Sơ đồ nguyên lý khối công suất

**b. Bộ phát sóng siêu âm**

Cấu tạo bộ phát sóng siêu âm và cách lắp ghép vào bể rửa được minh họa như hình 6. Nhiệm vụ của loa siêu âm là chuyển năng lượng điện thành

dao động cơ học ở tần số siêu âm (Mason và Povey, 1998). Cấu tạo của bộ chuyển đổi này được làm từ vật liệu gốm sứ trong suốt để đáp ứng với tần số và năng lượng điện.

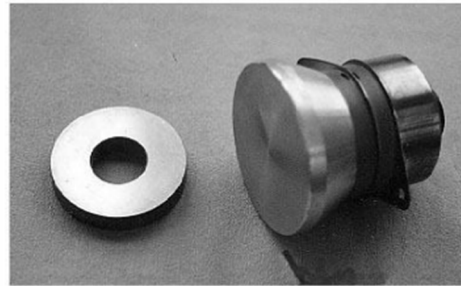
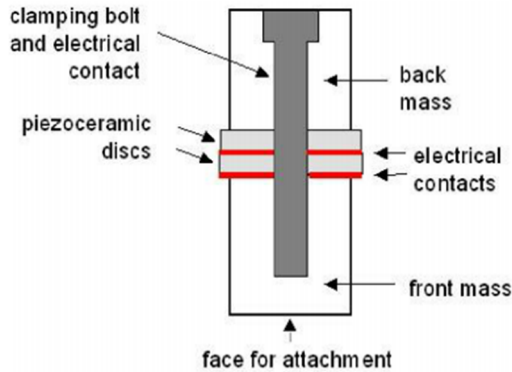


photo courtesy of Langford Ultrasonics, UK



**Hình 6: Cấu tạo loa phát sóng siêu âm và cách lắp ráp vào bể rửa**

Vật liệu gốm sứ được ghép và được nén giữa hai khối kim loại (một bằng nhôm, một bằng thép). Khi tín hiệu điện áp xoay chiều có tần số siêu âm đưa vào loa, làm cho gốm sứ co giãn ra tạo thành dao động cơ học. Khi hệ thống gồm nhiều loa siêu âm được gắn áp sát vào bể rửa sẽ tạo ra những dao động vật lý cơ học (Morey, M.D. *et al.*, 1999) tác động trực tiếp vào thành bể rửa. Chính sự dịch chuyển vật lý này làm cho sóng âm lan truyền vào

bên trong dung dịch chất lỏng chứa trong bể rửa để tác động lên mẫu vật cần làm sạch.

**3.2.3 Thiết kế mô hình bể rửa siêu âm**

Mô hình bể rửa siêu âm được thiết kế có kích thước như hình 7. Bể rửa có dung tích 20 lít, công suất phát sóng siêu âm 200W. Hệ thống có thể điều chỉnh thời gian hoạt động và lựa chọn thay đổi tần số, công suất phát sóng siêu âm để phù hợp với nhiều đối tượng vật thể cần rửa khác nhau trong thực tế.



**Hình 7: Mô hình bể rửa dùng sóng siêu âm được thiết kế**

3.2.4 Nguyên lý hoạt động của hệ thống

Nguyên tắc hoạt động của bể rửa rất đơn giản và dễ sử dụng, phù hợp cho mọi đối tượng. Khi cấp nguồn, hệ thống hoạt động ở chế độ mặc định phát sóng siêu âm tần số 28KHz. Người dùng có thể thiết lập chế độ hoạt động của hệ thống như cho phép thiết lập các tham số về thời gian hoạt động của hệ thống, tần số phát sóng siêu âm và biên độ tín hiệu sóng siêu âm. Mọi trạng thái hoạt động của hệ thống đều được hiển thị trên LCD để quan sát.

3.3 Kết quả thực nghiệm

Trong các thí nghiệm này chỉ dùng thuốc bảo vệ thực vật nhãn hiệu “Reasgant” có hàm lượng Abamectin 3,6% w/v (thông số của nhà sản xuất cung cấp) vì được sử dụng phổ biến để trừ sâu bệnh sinh học đặc trị sâu cuốn lá, đục thân, rầy, rệp sáp trên cây ăn quả và lương thực thực phẩm ở nước ta. Mặt khác, do đây là nghiên cứu bước đầu, mục tiêu các thực nghiệm nhằm kiểm chứng bể rửa siêu âm có ảnh hưởng đến việc tẩy rửa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật còn tồn đọng trên nông sản sau thu hoạch hay không. Các thí nghiệm được lặp lại với cùng một phương pháp tạo mẫu, dùng cùng một loại thuốc bảo vệ thực vật nhãn hiệu

“Reasgant” có hàm lượng Abamectin 3,6% w/v trên một số loại rau nhất định.

3.3.1 Thí nghiệm 1: Kiểm tra phương pháp tạo mẫu thử trên loại rau húng lủi

Do rau húng lủi khi mua ngoài thị trường không biết còn tồn đọng dư lượng thuốc bảo vệ thực vật hay không. Thí nghiệm này nhằm kiểm tra phương pháp tạo mẫu thử có bị nhiễm thuốc bảo vệ thực vật hay không. Cách tạo mẫu như sau: Mua ngẫu nhiên rau húng lủi ngoài chợ đem về tách ra làm hai mẫu. Mẫu A là nguyên mẫu – (không ngâm thuốc bảo vệ thực vật). Mẫu B là mẫu có ngâm thuốc bảo vệ thực vật nhãn hiệu “Reasgant” có hàm lượng Abamectin 3,6% w/v (thông số của nhà sản xuất cung cấp). Cho 5 ml dung dịch thuốc vào 5 lít nước khuấy đều và ngâm mẫu thử B trong thời gian 1 giờ. Sau đó, lấy mẫu B ngâm thuốc ra để ráo trong thời gian 4 giờ.

Các mẫu A và B được mang đến Phòng thí nghiệm chuyên sâu Trường Đại học Cần Thơ để kiểm định kết quả theo phương pháp kiểm nghiệm được áp dụng theo tiêu chuẩn AOAC2000. AOAC2000 là một tiêu chuẩn quốc tế áp dụng cho thử nghiệm vi sinh và hóa học trong thực phẩm và được phẩm. Kết quả kiểm định như Bảng 1.

**Bảng 1: Kết quả kiểm nghiệm phương pháp tạo mẫu thử**

Mẫu thử	Mẫu A	Mẫu B
	Nguyên mẫu – Không ngâm thuốc	Nguyên mẫu – được ngâm thuốc như thí nghiệm 1
Hàm lượng trên mẫu	67 µg/Kg	150 µg/Kg
Tỉ lệ tương ứng	100%	223,9%

Như vậy, dựa vào kết quả xét nghiệm hàm lượng thuốc bảo vệ thực vật bị nhiễm ở mẫu B tăng thêm 123,9% hay cao gấp 2,24 lần so với mẫu A. Có thể thấy rằng có sự ảnh hưởng rõ ràng của thuốc bảo vệ thực vật lên rau quả khi áp dụng phương pháp tạo mẫu như thí nghiệm 1 và đây sẽ là cơ sở để đánh giá phương pháp tạo mẫu trong các thí nghiệm tiếp theo.

3.3.2 Thí nghiệm 2: Áp dụng trên loại rau húng lủi

Dùng thuốc bảo vệ thực vật “Reasgant” có hàm lượng Abamectin 3,6% w/v (thông số của nhà sản xuất cung cấp). Cho 5 ml dung dịch vào 5 lít nước khuấy đều và ngâm mẫu thử trong thời gian 1 giờ. Sau đó, lấy mẫu ngâm

thuốc ra để ráo trong thời gian 4 giờ. Tách ra 4 mẫu độc lập như sau:

- Mẫu 1: nguyên mẫu - ngâm với thuốc bảo vệ thực vật “Reasgant” nhưng không rửa.
- Mẫu 2: nguyên mẫu được rửa bằng bể rửa siêu âm với thời gian rửa 20 phút. Sau đó xả qua nước sạch 3 lần (chỉ xả nước, không dùng tay rửa tiếp xúc).
- Mẫu 3: nguyên mẫu nhưng được rửa bằng bể rửa siêu âm với thời gian rửa 30 phút. Sau đó xả qua nước sạch 3 lần (chỉ xả nước, không dùng tay rửa tiếp xúc).
- Mẫu 4: lấy mẫu 1 đem ra rửa bằng tay (dùng tay rửa trực tiếp và xả nước). Sau đó xả qua nước sạch 3 lần.

**Bảng 2: Kết quả kiểm nghiệm với rau húng lủi**

Mẫu thử	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4
Thời gian xử lý		20 phút	30 phút	Rửa bằng tay
Hàm lượng trên mẫu	4.50 µg/Kg	2.60 µg/Kg	2.90 µg/Kg	2.90 µg/Kg
Tỉ lệ tương ứng	100%	57,8%	64,4%	64,4%

Các mẫu sau khi được xử lý được mang đến Phòng thí nghiệm chuyên sâu Trường Đại học Cần Thơ để kiểm định kết quả theo phương pháp kiểm nghiệm được áp dụng theo tiêu chuẩn AOAC2000. Kết quả xử lý được thể hiện qua Bảng 2. Tỷ lệ giảm dư lượng thuốc trừ sâu sau khi kiểm nghiệm như sau: mẫu 2 giảm 42,2%, mẫu 3 giảm 35,5% và mẫu 4 giảm 35,5% so với mẫu 1. Đối với mẫu 3 và mẫu 4, rau bị dập khi được rửa với bể rửa siêu âm với thời gian lâu hơn (thời gian 30 phút) hoặc rửa bằng tay khiến một phần thuốc sâu tồn dư thẩm thấu ngược lại các mô rau bị dập nên dư lượng thu ôc có tăng hơn so với mẫu 2.

### 3.3.3 Thí nghiệm 3: Áp dụng trên loại rau xà lách xoong

Cách tạo mẫu như thí nghiệm 2 và phương pháp kiểm định giống như thí nghiệm 1. Kết quả xử lý được thể hiện qua Bảng 3. Tỷ lệ giảm dư lượng thuốc trừ sâu sau khi kiểm nghiệm như sau: mẫu 2 giảm 20,2%, mẫu 3 tăng 20,3% và mẫu 4 giảm 7,2% so với mẫu 1 (nguyên mẫu không được rửa bởi bể rửa siêu âm hoặc rửa bằng tay). Ở thí nghiệm này, ta thấy rau xà lách xoong mẫu 3 lại tăng 20,2% so với mẫu 1 vì khi rửa với thời gian lâu hơn, sóng siêu âm làm hồng các mô lá bảo vệ và gây ra hiện tượng thẩm thấu ngược vào bên trong rau quả.

**Bảng 3: Kết quả kiểm nghiệm với rau xà lách xoong**

Mẫu thử	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4
Thời gian xử lý		20 phút	30 phút	Rửa bằng tay
Hàm lượng trên mẫu	0,69 µg/Kg	0,55 µg/Kg	0,83 µg/Kg	0,64 µg/Kg
Tỉ lệ tương ứng	100%	79,7%	120,3%	92,8%

#### 3.3.4 Thí nghiệm 4: Áp dụng trên trái khổ qua

Cách tạo mẫu như thí nghiệm 2 và phương pháp kiểm định giống như thí nghiệm 1. Kết quả xử lý được thể hiện qua Bảng 4. Kết quả phân tích không thấy được dư lượng cho cả 4 mẫu thử vì cấu

tạo vỏ của trái khổ qua có độ bóng nhất định nên với thời gian ngâm thuốc tạo mẫu ngắn không đủ để thuốc ngấm vào bề mặt quả hoặc cũng có thể loại thuốc chọn thử mẫu không ảnh hưởng nhiều lên trái khổ qua.

**Bảng 4: Kết quả kiểm nghiệm trên trái khổ qua**

Mẫu thử	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4
Thời gian xử lý		20 phút	30 phút	Rửa bằng tay
Hàm lượng trên mẫu	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện

## 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

### 4.1 Kết luận

Qua thực nghiệm và kiểm nghiệm có thể kết luận rằng với mô hình bể rửa ứng dụng sóng siêu âm thiết kế, bước đầu cho thấy có thể làm giảm dư lượng thuốc bảo vệ thực vật nhất định trong nông sản sau thu hoạch. Thời gian rửa và cường độ phát sóng siêu âm dùng để rửa cho mỗi loại nông sản là khác nhau, nếu thời gian rửa và công suất phát siêu âm không hợp lý sẽ làm hồng các mô bảo vệ bên ngoài nông sản và gây thẩm thấu ngược dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trở lại nông sản. Do đó, cần thiết phải thực nghiệm và kiểm nghiệm phân tích kết quả trên rất nhiều mẫu nông sản khác nhau với nhiều loại thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng phổ biến khác để tìm ra quy trình chuẩn cho bể rửa. Đây là một sản phẩm có nhiều triển vọng phát triển góp phần đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm ở nước ta.

### 4.2 Đề xuất

Đề tài chỉ thử nghiệm sự ảnh hưởng của thuốc

bảo vệ thực vật loại Reasant trên ba mẫu rau quả húng lủi, xà lách xoong và trái khổ qua. Kết quả cho thấy bể rửa siêu âm có ảnh hưởng đến quá trình rửa thực phẩm dạng không tiếp xúc, không phá hủy và có làm giảm dư lượng thuốc bảo vệ thực vật còn tồn đọng trong nông sản sau thu hoạch ở mức độ nhất định. Tuy nhiên, để có thể thương mại sản phẩm này nhóm tác giả có những đề xuất như sau:

- Cần thực nghiệm và kiểm nghiệm với nhiều mẫu rau quả hơn.
- Cần thực nghiệm để tìm thời gian rửa và công suất phát sóng siêu âm hợp lý cho từng loại nông sản để không ảnh hưởng đến sự thẩm thấu ngược của dư lượng thuốc bảo vệ thực vật vào nông sản.
- Cần kiểm nghiệm trên nhiều nhóm thuốc và loại thuốc bảo vệ thực vật khác nhau để đảm bảo đạt chuẩn độ an toàn vệ sinh thực phẩm.
- Đặc biệt, cần nhà tài trợ kinh phí để hoàn thiện nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Feecherry, F., Doona, C. and Kustin, K., 2010. Case Studies in Novel Food Processing Technologies. Industrial applications of high power ultrasonics in the food, beverage and wine industry. Woodhead Publishing Limited. pp. 119 – 138.
- Chemat, F. and Khan, M.K., 2011. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. Ultrasonics sonochemistry, 18(4): pp.813-835.
- Kim, J.Y., Lee, J.S., Kwon, T.R., Lee, S.I., Kim, J.A., Lee, G.M., Park, S.C. and Jeong, M.J., 2015. Sound waves delay tomato fruit ripening by negatively regulating ethylene biosynthesis and signaling genes. Postharvest Biology and Technology, 110: pp.43-50.
- Lương Vinh Quốc Danh và Trần Hữu Danh, 2017. Giáo trình Vi điều khiển MSP430. NXB Đại học Cần Thơ, 331 trang.
- Phan Thanh Hà, 2014. Một vài ứng dụng của siêu âm. Tạp chí thông tin Khoa học và Công nghệ Quảng Bình. 3/2014: 36-41.
- Morey, M.D., Deshpande, N.S. and Barigou, M., 1999. Foam destabilization by mechanical and ultrasonic vibrations. Journal of Colloid and Interface Science, 219(1): pp.90-98.
- Mason, T.J., Povey, M.J.W., 1998. Power ultrasound in food processing: the way forward. High Energy Chem, 38: pp. 285–294.
- Nguyễn Đức Thuận, Nguyễn Vũ Sơn và Trần Anh Vũ, 2003. Cơ sở Kỹ thuật siêu âm. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 348 trang.
- Nguyễn Tấn Minh, 2015. Siêu âm và ứng dụng, 29-07-2015.  
<http://www.ttud.com.vn/Default.aspx?tabid=169&ndid=561&language=en-US>