

NGHIÊN CỨU BẢO QUẢN CÀ CHUA SỬ DỤNG CHẾ PHẨM BACTERIOCIN CHIẾT XUẤT TỪ CHỦNG *Bacillus safensis* NBRC 100820

Đến tòa soạn 21-11-2022

Trần Thị Thanh Thảo, Bùi Đình Nhi*, Nguyễn Thị Thanh Huyền, Nguyễn Thị Hiền

Khoa Công nghệ Hóa học và Môi Trường, Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì

*Email: nhibd@vui.edu.vn

SUMMARY

STUDY ON PRESERVATION OF TOMATOES USING BACTERIOCIN EXTRACTED FROM *Bacillus safensis* NBRC 100820

In this paper, preservation of tomatoes using bacteriocin extracted from Bacillus safensis NBRC 100820 was studied. Results showed that the method of soaking in bacteriocin increased the storage time of tomatoes by 1.5 times compared to the control and the method of spraying bacteriocin on the surface increased the storage time of tomatoes by 2.0 times compared to the control. Tomatoes preserved with probiotics did not change color, taste, composition, and microbiological criteria, heavy metals are within the allowable limits.

Keywords: bacteriocin, tomato, *Bacillus safensis*, preservation

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay trên thế giới có sự gia tăng đáng kể về tỷ lệ hư hỏng các loại rau, củ, quả. Theo số liệu thống kê thì thiệt hại trong quá trình bảo quản các loại rau, củ, quả chiếm khoảng 40% tổng thu hoạch, đây là một vấn đề lớn đối với ngành công nghiệp thực phẩm [1].

Hư hỏng thực phẩm là một quá trình phức tạp do sự thay đổi các yếu tố sinh lý và sinh hóa dẫn đến sự phân hủy vi sinh, từ đó dẫn đến suy giảm màu sắc, kết cấu và mùi vị [2].

Đã có một số biện pháp kiểm soát khác nhau để ức chế/giết chết vi khuẩn trong các loại rau, củ, quả bao gồm việc sử dụng hóa chất (các chất tẩy rửa, diệt trùng và kháng sinh) [3, 4]. Sử dụng hóa chất có thể dẫn đến sự thay đổi thành phần, dinh dưỡng và các tính chất hữu ích của thực phẩm và cũng có thể dẫn tới độc tính đối với con người.

Việc nghiên cứu chế tạo chất bảo quản sinh học dựa trên bacteriocin của các vi sinh vật là một phương pháp đầy hứa hẹn để tăng thời hạn

sử dụng của các loại rau, củ, quả, do thực tế vi khuẩn có đặc tính đối kháng và có một số lợi thế so với chất bảo quản hóa học và kháng sinh [5]. Do đặc tính bền nhiệt, bền trong điều kiện pH axit hoặc trung tính, bacteriocin là một giải pháp hay trong bảo quản thực phẩm lên men cũng như không lên men [6]. Khi bổ sung vào thực phẩm lên men các chủng vi khuẩn lactic phân lập từ thịt, chúng giúp tạo ra môi trường pH thấp và bacteriocin ức chế các vi sinh vật có hại khác trong đó [7, 8]. Do đó, sản phẩm lên men vừa có hương vị thơm ngon lại vừa an toàn cho sử dụng. Ngoài ra, bacteriocin đóng vai trò là chất bảo quản cho thực phẩm không lên men (thịt, cá, rau xanh...), chúng ức chế sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật có hại do đó giúp thực phẩm được tươi sống lâu hơn [9, 10]. Bacteriocin không những bảo quản thực phẩm được lâu hơn, tươi hơn mà còn không tạo ra màu sắc, mùi khó chịu cho sản phẩm bảo quản và được coi là an toàn đối với người sử dụng [11].

Chủng *Bacillus safensis* NBRC 100820 được phân lập từ bề mặt hành tây, khi nuôi cấy trong các điều kiện tối ưu đã sản sinh ra bacteriocin với hoạt tính kháng khuẩn khá cao [12, 13]. Do đó, việc nghiên cứu bảo quản cà chua sử dụng chế phẩm bacteriocin chiết xuất từ chủng *Bacillus safensis* NBRC 100820 là rất cần thiết.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Chế phẩm bacteriocin chiết xuất từ chủng *Bacillus safensis* NBRC 100820 được cung cấp là kết quả từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường Đại học Công nghiệp Việt Trì. Nồng độ protein trong chế phẩm là $17,5 \pm 0,2$ mg/ml, đơn vị hoạt tính là 732,2 AU/mg [14]. Cà chua sử dụng trong nghiên cứu thuộc cà chua Hạng I theo TCVN 9765 : 2013.

2.2. Hóa chất và thiết bị

2.2.1. Hóa chất

Các hóa chất được sử dụng cho nghiên cứu là các hóa chất tinh khiết (Trung Quốc), được sử dụng ngay không qua tinh chế.

2.2.2. Thiết bị

- Nồi hấp tiệt trùng ALP
- Tủ ẩm Memmert
- Máy đo vòng vô khuẩn IUL.
- Tủ cấy vô trùng Sanyo

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Nghiên cứu bảo quản cà chua

Phương pháp ngâm: Cà chua được rửa sạch và làm khô trong không khí. Chế phẩm bacteriocin được pha loãng trong nước với tỷ lệ bacteriocin:nước = 0,5ml:1L. Tiếp theo, cà chua được ngâm trong chế phẩm đã chuẩn bị với tỷ lệ cà chua:chế phẩm (kg/l) = 1:1 ở nhiệt độ 25 ± 2 °C trong 60 giây, sau đó được để khô trong buồng vô trùng. Cuối cùng, cà chua được đóng gói trong các túi nhựa và bảo quản ở 4 ± 2 °C.

Phương pháp phun: Cà chua được rửa sạch và làm khô trong không khí. Chế phẩm bacteriocin được pha loãng trong nước với tỷ lệ bacteriocin:nước = 0,5ml:1L. Tiếp theo, phun chế phẩm đều lên bề mặt cà chua với tỷ lệ cà chua:chế phẩm (kg/l) = 10:1 ở nhiệt độ 25 ± 2 °C, sau đó cà chua được để khô trong buồng vô trùng. Cuối cùng, cà chua được đóng gói trong các túi nhựa và bảo quản ở 4 ± 2 °C.

Nghiên cứu khả năng tái sử dụng chế phẩm sinh học được tiến hành như sau: bảo quản cà chua bằng phương pháp ngâm, sau khi mẻ thứ nhất được ngâm xong, tiếp tục tiến hành đưa mẻ thứ 2 (1kg cà chua) vào ngâm trong 60 giây, tiến hành tương tự đối với các mẻ tiếp theo.

Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần và lấy giá trị trung bình.

2.3.2. Đánh giá tính chất của cà chua

Chất lượng cảm quan của quả cà chua được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3215-79.

Các chỉ tiêu vi sinh và hàm lượng các kim loại nặng được xác định theo TCVN như tổng VSV hiếu khí (TCVN 4884-1:2015), tổng số nấm men, nấm mốc (TCVN 8275-1:2010), *Escherichia coli* (TCVN 7924-2:2008), *Salmonella* (TCVN 10780-1:2017), *Staphylococcus aureus* (TCVN 4830-1:2005), hàm lượng Hg (TCVN 7604:2007), hàm lượng Cd (TCVN 8126:2009), hàm lượng Pb (TCVN 8126:2009), hàm lượng As (TCVN 9521:2012).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi tính chất của cà chua đối chứng trong quá trình bảo quản

Nhiễm vi sinh vật là nguyên nhân chính gây ra sự hư hỏng rau quả tươi. Sự nhiễm khuẩn có thể xảy ra trong quá trình trồng trọt, thu hoạch rau quả, ở tất cả các giai đoạn của quá trình chế biến, cũng như trong quá trình bảo quản, vận chuyển và bán sản phẩm. Nhiễm khuẩn có thể xảy ra vì nhiều lý do, chẳng hạn như không tuân thủ các quy tắc và quy định vệ sinh: thiết bị và dụng cụ sử dụng trong sản xuất, bàn tay của nhân viên, côn trùng và động vật gặm nhấm. Tất cả những yếu tố này có thể dẫn đến sự gia tăng mạnh số lượng vi sinh vật gây hư hỏng rau quả.

Mẫu cà chua sau khi được rửa sạch và làm khô trong không khí, được đóng gói trong các túi nhựa và bảo quản ở 4 ± 2 °C. Khi xác định các chỉ số cảm quan của các mẫu cà chua đối chứng, thấy rằng các chỉ tiêu cảm quan của cà chua suy giảm theo thời gian, sau 23 ngày bảo quản cà chua được bảo quản đã trở nên rất kém chất lượng. Như vậy có thể xác định thời hạn sử dụng của các mẫu cà chua đối chứng không quá 23 ngày (Bảng 1).

Bảng 1. Sự thay đổi chỉ tiêu cảm quan của mẫu cà chua đối chứng

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu nghiên cứu					
	Trạng thái	Màu sắc	Mùi	Vị	Tổng điểm	Xếp loại
0	5,88	5,39	3,43	4,8	19,5	Tốt
5	5,64	5,06	3,15	4,5	18,35	Khá
10	5,16	4,73	2,94	4,1	16,93	Khá
15	4,68	4,07	2,38	3,6	14,73	Trung bình
20	3,84	3,3	1,96	2,7	11,8	Trung bình
21	3,36	2,97	1,75	2,4	10,48	Kém
22	2,52	1,98	1,26	1,6	7,36	Kém
23	1,8	1,32	0,77	1,1	4,99	Rất kém

Nghiên cứu sự thay đổi các đặc tính, cũng như chỉ tiêu vi sinh của mẫu cà chua đối chứng trong quá trình bảo quản được đưa ra ở Bảng 2. Kết quả cho thấy khi kiểm tra mẫu cà chua đối chứng, tất cả các chỉ tiêu vi sinh đều chưa vượt quá giới hạn cho phép sau 22 ngày bảo quản, tuy nhiên các chỉ tiêu tổng VSV hiếu khí và *Escherichia coli* đã xấp xỉ đạt đến ngưỡng giới hạn. Sau 23 ngày bảo quản, các chỉ tiêu tổng VSV hiếu khí, *Escherichia coli* và nấm men, nấm mốc đã vượt quá quy chuẩn cho phép đạt

giá trị tương ứng là 10^7 CFU/g, 10^4 CFU/25g và 10^3 CFU/g. Các vi sinh vật gây bệnh *Salmonella* và *Staphylococcus aureus* đều không phát hiện thấy trong quá trình bảo quản. Như vậy, quá trình thối mềm cà chua bắt đầu là do các vi sinh vật thuộc nhóm VSV hiếu khí và *Escherichia coli* và sau đó có sự kết hợp sự tác động của cả nấm men, nấm mốc. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hạn sử dụng của nhóm cà chua đối chứng không nên vượt quá 23 ngày.

Bảng 2. Sự thay đổi chỉ tiêu vi sinh của mẫu cà chua đối chứng trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu vi sinh									
	Tổng số VSV hiếu khí, CFU/g		<i>Staphylococcus aureus</i> , CFU/g		<i>Escherichia coli</i> , CFU/25g		<i>Salmonella</i> , CFU/25g		Nấm men, nấm mốc, CFU/g	
	QCVN 8-3: 2012/BYT	Giá trị thực tế	QCVN 8-3: 2012/BYT	Giá trị thực tế	QCVN 8-3: 2012/BYT	Giá trị thực tế	QCVN 8-3: 2012/BYT	Giá trị thực tế	QCVN 8-3: 2012/BYT	Giá trị thực tế
0	5.10 ⁵	< 10 ⁴	Không phát hiện (KPH)	KPH	10 ²	KPH	Không phát hiện (KPH)	KPH	10 ²	KPH
5		< 10 ⁴		KPH		KPH		KPH		KPH
10		< 10 ⁴		KPH		KPH		KPH		KPH
15		< 10 ⁴		KPH		KPH		KPH		KPH
20		< 10 ⁴		KPH		KPH		KPH		< 10
21		< 10 ⁴		KPH		KPH		KPH		< 10
22		2.10 ⁵		KPH		1.10 ²		KPH		50
23		1.10 ⁷		KPH		1.10 ⁴		KPH		1.10 ³

3.2. Bảo quản cà chua bằng phương pháp ngâm trong chế phẩm sinh học

Kết quả thực hiện bảo quản cà chua phương pháp ngâm trong chế phẩm sinh học cho thấy,

cà chua thay đổi các thông số cảm quan và trở nên kém sau 30 ngày bảo quản, quá trình thay đổi tiếp diễn đến ngày thứ 34 và trở nên không sử dụng được sau 35 ngày bảo quản (Bảng 3).

Bảng 3. Sự thay đổi chỉ tiêu cảm quan của mẫu cà chua được bảo quản bằng phương pháp ngâm trong chế phẩm bacteriocin

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu nghiên cứu					
	Trạng thái	Màu sắc	Mùi	Vị	Tổng điểm	Xếp loại
0	5,88	5,39	3,43	4,8	19,5	Tốt
10	5,52	4,95	3,15	4,5	18,12	Khá
20	5,16	4,62	2,73	3,9	16,41	Khá
25	4,2	3,74	2,24	3,1	13,28	Trung bình
30	3,12	2,75	1,68	2,4	9,95	Kém
32	2,28	1,98	1,26	1,7	7,22	Kém
34	1,56	1,32	0,84	1,1	4,82	Rất kém
35	1,44	0,99	0,56	0,7	3,69	Hồng

Khi phân tích sự thay đổi các chỉ tiêu vi sinh trong các mẫu cà chua được bảo quản theo phương pháp ngâm trong chế phẩm bacteriocin cho thấy, các chỉ tiêu vi sinh thay đổi trong giới hạn bình thường trong 34 ngày. Các chỉ tiêu vi sinh như tổng VSV hiếu khí, *Escherichia coli* và nấm men, nấm mốc chỉ vượt quá quy chuẩn cho phép sau 35 ngày bảo quản. Còn các vi sinh

vật gây bệnh như *Salmonella* và *Staphylococcus aureus* vẫn không phát hiện thấy trong quá trình bảo quản (Bảng 4).

Các kết quả nghiên cứu đưa đến kết luận rằng sử dụng phương pháp ngâm cà chua trong chế phẩm bacteriocin giúp cà chua tăng thời hạn sử dụng lên khoảng 34 ngày, gấp gần 1,5 lần so với mẫu đối chứng (23 ngày).

Bảng 4. Sự thay đổi chỉ tiêu vi sinh của mẫu cà chua được bảo quản bằng phương pháp ngâm trong chế phẩm bacteriocin

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu vi sinh				
	Tổng số VSV hiếu khí, CFU/g	<i>Escherichia coli</i> , CFU/25g	<i>Salmonella</i> , CFU/25g	<i>Staphylococcus aureus</i> , CFU/g	Nấm men, nấm mốc, CFU/g
0	< 10 ⁴	KPH	KPH	KPH	KPH
10	< 10 ⁴	KPH	KPH	KPH	KPH
20	< 10 ⁴	KPH	KPH	KPH	KPH
25	< 10 ⁴	KPH	KPH	KPH	KPH
30	2.10 ⁴	KPH	KPH	KPH	< 10
32	8.10 ⁴	30	KPH	KPH	10
34	3.10 ⁵	80	KPH	KPH	60
35	5.10 ⁶	1,5.10 ²	KPH	KPH	2.10 ²

Nghiên cứu khả năng tái sử dụng chế phẩm sinh học bằng phương pháp ngâm, cho thấy thời hạn bảo quản cà chua của mẻ thứ 1 đến 8

đều được giữ nguyên là khoảng 34 ngày. Đến mẻ thứ 9, 10 có sự giảm nhẹ thời gian bảo quản, chỉ còn đạt khoảng 31-33. Và sau đó đến

mê thứ 12 thì hầu như chế phẩm không còn tác dụng bảo quản nữa (Bảng 5).

Bảng 5. Khả năng tái sử dụng của chế phẩm sinh học trong bảo quản cà chua bằng phương pháp ngâm

Mê số	Thời gian bảo quản, ngày
1	34±1,0
2	34±1,0
3	34±1,0
4	34±1,0
5	34±1,0
6	34±1,0
7	34±1,0
8	34±1,0
9	33±1,0
10	31±1,0
11	27±1,0
12	25±1,0

3.3. Bảo quản cà chua bằng phương pháp phun chế phẩm lên bề mặt

Kết quả thực hiện bảo quản cà chua bằng phương pháp phun chế phẩm bacteriocin đều lên bề mặt cà chua cho thấy, sau 40 ngày, các tính chất đặc trưng của cà chua tươi vẫn được quan sát thấy như mùi vị dễ chịu đặc trưng, không có vị lạ, màu đỏ tươi, không có các đốm hư thối, cấu trúc quả rắn chắc. Các dấu hiệu thể hiện trạng thái cà chua kém chất lượng thể hiện ở ngày nghiên cứu thứ 45 và sau 46 ngày bảo quản cà chua đã trở nên rất kém chất lượng và đến ngày bảo quản thứ 47 thì các dấu hiệu hư hỏng đã được quan sát thấy rõ rệt, biểu hiện ở việc cà chua có mùi vị khó chịu, màu sắc xỉn nhạt, với sự hiện diện của các vết hư thối và cấu trúc chảy nước bất thường đối với cà chua (Bảng 6).

Bảng 6. Sự thay đổi chỉ tiêu cảm quan của mẫu cà chua được bảo quản bằng phương pháp phun chế phẩm bacteriocin lên bề mặt

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu nghiên cứu					
	Trạng thái	Màu sắc	Mùi	Vị	Tổng điểm	Xếp loại
0	5,88	5,39	3,43	4,8	19,5	Tốt
20	5,4	4,84	3,08	4,3	17,62	Khá
30	5,04	4,51	2,8	4	16,35	Khá
35	4,32	3,85	2,31	3,2	13,68	Trung bình
40	3,48	3,19	1,89	2,7	11,26	Trung bình
45	2,88	2,31	1,4	2,1	8,69	Kém
46	1,92	1,76	0,84	1,1	5,62	Rất kém
47	1,2	0,77	0,56	0,7	3,23	Hỏng

Khi phân tích sự thay đổi các chỉ tiêu vi sinh trong các mẫu cà chua được bảo quản theo phương pháp phun chế phẩm bacteriocin đều lên bề mặt cà chua cho thấy, các chỉ tiêu vi sinh vẫn đạt quy chuẩn cho phép sau 45 ngày. Sau 46 ngày bảo quản thì các chỉ tiêu vi sinh như tổng VSV hiếu khí, *Escherichia coli* và nấm men, nấm mốc đã bắt đầu vượt quá quy chuẩn cho phép. Còn các vi sinh vật gây bệnh như *Salmonella* và *Staphylococcus aureus* vẫn không phát hiện thấy trong quá trình bảo quản (Bảng 7).

Như vậy, kết quả thực nghiệm chứng minh rằng sử dụng phương pháp phun chế phẩm bacteriocin đều lên bề mặt cà chua giúp tăng mạnh thời hạn sử dụng của cà chua lên khoảng 45 ngày, gấp gần 2,0 lần so với mẫu đối chứng.

Bảng 7. Sự thay đổi chỉ tiêu vi sinh của mẫu cà chua được bảo quản bằng phương pháp phun chế phẩm bacteriocin lên bề mặt

Thời gian bảo quản, ngày	Chỉ tiêu vi sinh				
	Tổng số VSV hiếu khí, CFU/g	<i>Escherichia coli</i> , CFU/25g	<i>Salmonella</i> , CFU/25g	<i>Staphylococcus aureus</i> , CFU/g	Nấm men, nấm mốc, CFU/g
0	$< 10^4$	KPH	KPH	KPH	KPH
20	$< 10^4$	KPH	KPH	KPH	KPH
30	$< 10^4$	KPH	KPH	KPH	KPH
35	$< 10^4$	KPH	KPH	KPH	< 10
40	$< 10^4$	KPH	KPH	KPH	20
45	10^4	10	KPH	KPH	90
46	2.10^6	4.10^2	KPH	KPH	3.10^2
47	10^8	5.10^3	KPH	KPH	10^3

3.4. Chỉ tiêu an toàn của cà chua sau bảo quản

Để nghiên cứu các chỉ số an toàn của cà chua, tiến hành xác định hàm lượng một số kim loại nặng, kết quả nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 8. Dựa vào kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng các kim loại nặng trong cà chua sau khi được bảo quản theo các phương pháp ngâm hay phun bề mặt có sử dụng chế phẩm bacteriocin không vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Từ đó có thể kết luận rằng, các phương pháp bảo quản cà chua bằng chất bảo quản sinh học được phát triển có hiệu quả và có thể được sử dụng trong sản xuất.

Bảng 8. Chỉ tiêu an toàn của mẫu cà chua được bảo quản bằng bacteriocin

Tên chỉ tiêu	Tiêu chuẩn theo Quyết định 46/2007/QĐ-BYT	Phương pháp ngâm sau 30 ngày	Phương pháp phun bề mặt sau 40 ngày
Hàm lượng kim loại nặng, mg/kg			
Cd	0,05	KPH	KPH
Pb	0,1	KPH ($< 0,008$)	KPH ($< 0,008$)
As	1,0	KPH ($< 0,007$)	KPH ($< 0,007$)
Hg	0,05	KPH ($< 0,002$)	KPH ($< 0,002$)

4. KẾT LUẬN

Đã nghiên cứu bảo quản cà chua bằng phương pháp ngâm trong chế phẩm bacteriocin, kết quả cho thấy phương pháp ngâm làm tăng thời gian bảo quản cà chua lên 1,5 lần so với đối chứng.

Đã nghiên cứu bảo quản cà chua bằng phương pháp phun chế phẩm bacteriocin lên bề mặt, kết quả cho thấy phương pháp phun bề mặt làm tăng thời gian bảo quản cà chua lên 2,0 lần so với đối chứng.

Đã tiến hành đánh giá chất lượng sản phẩm cà chua sau bảo quản. Kết quả cho thấy, trong thời gian quy định cà chua được bảo quản bằng chế phẩm sinh học không thay đổi màu sắc, mùi vị, thành phần, đồng thời các chỉ tiêu vi sinh vật, kim loại nặng đều nằm trong ngưỡng cho phép.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin gửi lời chân thành cảm ơn đến Bộ Công Thương đã cấp kinh phí để thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S.Q. Ovais, Y. Basharat, K.S. Abhaya, (2015). Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks—A review. *Cogent Food & Agriculture*, **1**, 1121606.

- [2] J.Lorenzo, (2018). Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability. *Innovative Technologies for Food Preservation*, **1**, 53–107.
- [3] H. Zhang, (2021). Unravelling the fruit microbiome: The key for developing effective biological control strategies for postharvest diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food*, **20(5)**, 4906-4930.
- [4] T.P. Mamphogoro, (2020). Bacterial communities associated with the surface of fresh sweet pepper (*Capsicum annuum*) and their potential as biocontrol. *Scientific Reports*, **10**, 8560.
- [5] J. Juan , (2021). Antagonistic Activity of Lactic Acid Bacteria Against Phytopathogenic Fungi Isolated from Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). *Curr Microbiol*, **78(4)**, 1399-1408.
- [6] S.A. Shinkafi, H. Dauda, (2013). Antibacterial Activity of *Allium Cepa* (Onion) On Some Pathogenic Bacteria Associated With Ocular Infections. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*, **3**, 147-151.
- [7] R. Koffi-Nevry, (2012). Antibacterial Activity of Two Bell Pepper Extracts: *Capsicum annuum* L. and *Capsicum frutescens*. *International Journal of Food Properties*, **15**, 961-971.
- [8] L. Cheng, (2014). Microbial diversity and flavor formation in onion fermentation. *Food & Function*, **5 (9)**, 2338-47.
- [9] M.J. Foysala, A.K. Lisa, (2018). Isolation and characterization of *Bacillus* sp. strain BC01 from soil displaying potent antagonistic activity against plant and fish pathogenic fungi and bacteria. *J Genet Eng Biotechnol.*, **16(2)**, 387–392.
- [10] B. Taroub, (2019). Isolation of lactic acid bacteria from grape fruit: antifungal activities, probiotic properties, and in vitro detoxification of ochratoxin A. *Annals of Microbiology*, **69**, 17–27.
- [11] D.N. Suhartiningsih, L.W. Dipta, (2020). The exploration of *Bacillus* spp. as antagonist agents against *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* from the weed phyllosphere in soybean plantation. *J. of Trop. Ind. Agr. and Rural Development*, **1**, 17-26.
- [12] Bùi Đình Nhi, Vũ Đình Ngọc, Đàm Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Kim Thoa, (2022). Nghiên cứu phân lập chủng vi khuẩn *bacillus* từ bề mặt hành tây, cà chua và ớt chuông. *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **27 (1)**, 128-133.
- [13] Bùi Đình Nhi, Trần Thị Hằng, Trần Thị Thùy Nga, Ngô Hồng Nghĩa, (2022). Tối ưu hóa môi trường nuôi cấy giúp tăng khả năng sản xuất sinh khối của một số chủng *bacillus* spp. *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **27 (1)**, 143-147.
- [14] Bùi Đình Nhi, (2022). Nghiên cứu chế tạo chế phẩm sinh học Bacteriocin tăng cường bảo quản rau, củ, quả. *Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường Đại học Công nghiệp Việt Trì*, 96tr.