

## SỰ BIẾN ĐỔI THÀNH PHẦN HÓA SINH CỦA TỎI XUẤT XỨ TỪ MỘT SỐ TỈNH MIỀN BẮC VIỆT NAM TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN TỎI ĐEN

Đào Văn Minh<sup>1</sup>, Lê Tất Khương<sup>2</sup>, Tạ Thu Hằng<sup>3</sup>, Đoàn Thị Bắc<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng – Bộ Khoa học và Công nghệ

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá sự thay đổi hàm lượng các hợp chất hóa sinh của tỏi được trồng ở một số vùng khác nhau trong quá trình chế biến tỏi đen. Tỏi trắng tươi thu thập ở 4 tỉnh Sơn La, Hải Phòng, Bắc Giang và Thái Bình được xử lý và chế biến theo quy trình có kiểm soát nhiệt độ 70°C và độ ẩm 80%. Sau thời gian chế biến 30 ngày, tỏi được trồng từ các vùng nguyên liệu có sự thay đổi khác nhau. Tỏi đen được chế biến từ tỏi trồng ở Hải Phòng có hàm lượng đường tổng, hàm lượng protein, hàm lượng acid tổng cao nhất. Tỏi được trồng ở Sơn La và Hải Phòng có hàm lượng polyphenol, hàm lượng flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa cao hơn ở nguyên liệu và tỏi đen thành phẩm khi so sánh với tỏi trồng ở các vùng khác. Tuy nhiên, chất lượng cảm quan của tỏi đen Sơn La kém nhất so với các tỉnh còn lại, chất lượng cảm quan đạt cao nhất là tỏi đen ở Hải Phòng. Do vậy, tỏi được trồng ở Hải Phòng là nguồn tỏi thích hợp nhất để chế biến tỏi đen.

**Từ khóa:** *Allium sativum* L., cảm quan, lên men, tỏi đen, tỏi trắng.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây tỏi có tên khoa học là *Allium sativum* L., thuộc họ hành tỏi Alliaceae cùng họ với hành ta, hành tây, họ, tỏi tây... bộ Liliales. Cây tỏi có nguồn gốc ở khu vực Trung Á, đến nay tỏi được trồng hầu khắp các châu lục trên thế giới. Tỏi tươi chứa khoảng 63% nước, 28% carbohydrate (fructans), 2,3% hợp chất organosulfur, 2% protein (alliinase), 1,2% acid amin tự do (arginine), và 1,5% chất xơ (Santhosa S.G, 2013), ngoài ra tỏi tươi cũng chứa nhiều  $\gamma$ -glutamylcysteines (Amagase et al., 2001).

Tỏi đen được tạo ra bởi các phản ứng hóa học và sinh hóa xảy ra trong quá trình chế biến tỏi tươi nhờ sự kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm. Không có chất phụ gia hoặc các chất khác được sử dụng hoặc thêm vào trong quá trình chuyển đổi tỏi tươi thành tỏi đen. Đặc biệt tỏi đen có hương vị ngon, ngọt và không gây ra mùi khó chịu sau khi sử dụng. Quá trình chuyển hóa này đã được báo cáo là do sự phá hủy một số hợp chất trong quá trình xử lý nhiệt (Fant et al., 2012). Khi so sánh với tỏi tươi, tỏi đen không giải phóng mùi vị mạnh do sự giảm hàm lượng allicin, được chuyển thành hợp chất chống oxy hóa như S-allyl cysteine (SAC), hợp chất có hoạt tính sinh học như alkaloid và các hợp chất flavonoid (Yuan et al., 2016).

Một số nghiên cứu cho rằng trong tỏi đen chứa nhiều thành phần có khả năng chống lại bệnh tật cao hơn so với tỏi tươi, đặc biệt là

polyphenol, flavonoid và một số chất trung gian của phản ứng Maillard (Choi et al., 2014). Hơn nữa, hoạt tính chống oxy hóa của tỏi thay đổi giữa các vùng trồng tỏi (Vokk et al., 2014; Sato et al., 2006).

Ở Việt Nam, sản lượng tỏi hàng năm rất lớn với sản phẩm tỏi nổi tiếng như tỏi Lý Sơn (Quảng Ngãi), Phù Yên (Sơn La) và các vùng chuyên canh tỏi ở các tỉnh phía Bắc như Thái Bình, Hải Phòng, Bắc Giang. Với nguồn nguyên liệu phong phú như vậy dẫn đến giá thành tỏi rẻ, khi sản xuất tỏi đen sẽ nâng cao giá trị thương phẩm của tỏi mang lại giá trị kinh tế cho người nông dân. Tuy nhiên, hiện nay vẫn chưa có nghiên cứu nào đánh giá chất lượng tỏi đen được chế biến từ tỏi nguyên liệu ở các vùng khác nhau, do đó chúng tôi thực hiện đánh giá sự thay đổi chất lượng của tỏi được trồng ở một số tỉnh ở miền Bắc Việt Nam trong quá trình chế biến tỏi đen, giúp cho việc đánh giá chất lượng cũng như chọn lựa tỏi nguyên liệu thích hợp để sản xuất tỏi đen.

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Vật liệu

Tỏi trắng tươi được thu thập ở 4 tỉnh Sơn La (xã Gia Phù - Phù Yên), Hải Phòng (xã Vinh Quang - Tiên Lãng), Bắc Giang (xã Quế Nham - Tân Yên), Thái Bình (xã Thụy An - Thái Thụy). Các mẫu tỏi được lựa chọn đồng đều về: nguyên củ, không bị nấm mốc, không mọc mầm, sâu bệnh, vỏ trắng, tép chắc...

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phương pháp chế biến tối đen

Thí nghiệm được bố trí thành 4 công thức. Mỗi công thức là tối được thu thập ở 4 tỉnh khác nhau. Tối được chế biến trong 30 ngày theo quy trình sau:

Tối khô → Xử lý → Chế biến ở độ ẩm 80%; nhiệt độ 70°C → Làm khô tối đen → Sản phẩm tối đen.

### 2.2.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

- Xác định độ ẩm nguyên liệu bằng phương pháp sấy đến trọng lượng không đổi TCVN 1867:2001;

- Xác định hàm lượng đường tổng theo TCVN: 5483-91;

- Xác định hàm lượng protein theo phương pháp Bradford (Bradford, 1976);

- Xác định hàm lượng acid tổng số theo TCVN 5483-91;

- Xác định hàm lượng polyphenol tổng (TPC): TPC được xác định bằng phương pháp Folin- Ciocalteu (Rumbaoa et al., 2009);

- Xác định hàm lượng flavonoid: Được xác định theo phương pháp phương pháp tạo màu với AlCl<sub>3</sub> trong môi trường kiềm - trắc quang (Marinova et al., 2005);

- Xác định hoạt tính chống oxi hóa: dựa trên phương pháp DPPH (Rufino et al., 2007a);

- Đánh giá chất lượng cảm quan bằng phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79;

### 2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu:

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Irristat 4.0 và phần mềm Excel.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Sự thay đổi một số chỉ tiêu dinh dưỡng của tối nguyên liệu và tối đen

Chất lượng của một sản phẩm thể hiện bởi hàm lượng dinh dưỡng, đặc tính hóa học, vật lý và hóa lý của sản phẩm đó. Hàm lượng các chất dinh dưỡng của tối được trồng ở một số vùng và sau khi chế biến tối đen được trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. Sự thay đổi một số chỉ tiêu dinh dưỡng của tối trồng ở một số vùng khác nhau trong quá trình chế biến tối đen**

Chỉ tiêu	Công thức	Tối tươi (0 ngày)	Tối đen (sau 30 ngày)	Số lần tăng/giảm so với ban đầu (lần)
Hàm lượng đường tổng (mg/g)	Son La	44,27 <sup>c</sup>	112,18 <sup>c</sup>	↑2,5
	Hải Phòng	33,62 <sup>d</sup>	263,53 <sup>a</sup>	↑7,8
	Bắc Giang	96,47 <sup>a</sup>	120,23 <sup>c</sup>	↑1,2
	Thái Bình	59,56 <sup>b</sup>	186,18 <sup>b</sup>	↑3,1
	LSD <sub>0,05</sub>	10,64	12,42	
Hàm lượng protein (mg/g)	Son La	9,35 <sup>c</sup>	30,56 <sup>c</sup>	↑3,3
	Hải Phòng	13,01 <sup>b</sup>	79,89 <sup>a</sup>	↑6,1
	Bắc Giang	16,21 <sup>a</sup>	33,68 <sup>c</sup>	↑2,1
	Thái Bình	13,91 <sup>b</sup>	41,75 <sup>b</sup>	↑3,0
	LSD <sub>0,05</sub>	2,23	3,87	
Hàm lượng acid tổng số (%)	Son La	0,36 <sup>c</sup>	1,09 <sup>c</sup>	↑3,0
	Hải Phòng	0,48 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	↑2,8
	Bắc Giang	0,42 <sup>b</sup>	0,98 <sup>d</sup>	↑2,3
	Thái Bình	0,3 <sup>d</sup>	1,22 <sup>b</sup>	↑4,1
	LSD <sub>0,05</sub>	0,03	0,08	
Độ ẩm (%)	Son La	79,62 <sup>a</sup>	45,89 <sup>a</sup>	↓4,2
	Hải Phòng	69,55 <sup>b</sup>	44,02 <sup>a</sup>	↓3,7
	Bắc Giang	75,85 <sup>a</sup>	43,61 <sup>a</sup>	↓4,2
	Thái Bình	65,97 <sup>b</sup>	42,04 <sup>a</sup>	↓3,6
	LSD <sub>0,05</sub>	5,78	3,25	

(Trong cùng một cột các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%).

Từ số liệu bảng 1 cho thấy, hàm lượng đường tổng số của tỏi tươi thu tại tỉnh Bắc Giang đạt cao nhất (96,47 mg/g), thấp nhất là tỏi tươi thu tại tỉnh Hải Phòng (33,62 mg/g). Sau 30 ngày chế biến tỏi đen, hàm lượng đường tổng số của tỏi tươi có xu hướng tăng lên, mức độ tăng khác nhau ở các vùng trồng tỏi. Tỏi được thu tại tỉnh Hải Phòng có xu hướng tăng cao nhất, tăng 7,8 lần so mẫu tỏi tươi ban đầu, tăng ít nhất là ở tỏi được thu tại tỉnh Bắc Giang, chỉ tăng 1,2 lần so với tỏi tươi ban đầu. Trong quá trình chế biến tỏi đen polysaccharide trong tỏi tươi bị thủy phân tạo thành các monosaccharides hoặc oligosaccharides, mặt khác những loại đường trong tỏi đen có thể bị tiêu hao trong phản ứng Maillard (Zhang et al., 2015). Khi kiểm soát tỏi chế biến ở nhiệt độ khoảng 70°C, thì quá trình tạo thành đường nhanh hơn tốc độ tiêu hao trong phản ứng Maillard và ở nhiệt độ này quá trình chế biến cũng tạo ra một sản phẩm tỏi đen chất lượng tốt hơn (Zhang et al., 2015).

Hàm lượng protein trong tỏi tươi là quan trọng bởi vì nó được sử dụng như một thành phần của phản ứng Maillard xảy ra trong quá trình biến đổi để tạo thành tỏi đen. Số liệu ở bảng 1 cho thấy, hàm lượng protein của tỏi nguyên liệu rất khác nhau theo từng vùng. Hàm lượng protein của tỏi tươi cao nhất là ở tỉnh Bắc Giang (16,21 mg/g), thấp nhất là ở tỉnh Sơn La (9,35 mg/g). Hàm lượng protein của tỏi trồng ở tỉnh Hải Phòng và Bắc Giang không có sự khác nhau đáng kể khi xử lý thống kê. Sau khi lên men, hàm lượng protein của tỏi có sự tăng lên và cũng thay đổi theo các vùng nguyên liệu. Hàm lượng protein của tỏi trồng tại tỉnh Hải Phòng tăng nhanh và đạt giá trị cao nhất (đạt 79,89 mg/kg). Các sắc tố melanoidin, được hình thành trong phản ứng Maillard, có thể liên quan đến quá trình raxemic hóa các acid amin (Kim et al., 2008). Với giả thuyết là phản ứng Maillard có thể sử dụng các acid amin và protein của tỏi đen thấp hơn mức sử dụng trong tỏi tươi.

Với acid tổng số, hàm lượng tỏi trồng ở Hải Phòng có hàm lượng cao nhất, và thấp nhất là

tỏi trồng ở Sơn La. Sau 30 ngày chế biến tỏi đen, hàm lượng acid tổng số của tỏi trồng ở các vùng có cũng tăng lên, tăng mạnh nhất là tỏi trồng ở Thái Bình (tăng 4,1 lần), tuy nhiên hàm lượng acid tổng số của tỏi đen Hải Phòng vẫn đạt giá trị cao nhất (1,34%). Sự tăng lên về hàm lượng acid tổng số tương tự như các nghiên cứu Liang (Liang et al., 2015), Zhang (Zhang et al., 2015). Nguyên nhân do sự hình thành các acid cacboxylic trong quá trình oxy hóa của nhóm aldehyde trong aldohexose, các hợp chất acid và các acid amin cơ bản giảm bằng cách kết hợp với đường trong quá trình chế biến làm giảm pH trong phản ứng nâu hóa hay tăng hàm lượng acid tổng số. Bên cạnh đó, việc giảm giá trị pH không chỉ góp phần làm tăng khả năng bảo quản của tỏi đen mà còn tạo ra mùi vị chua của tỏi đen.

Độ ẩm là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến phản ứng hóa nâu của tỏi khi chế biến (Kim et al., 1992). Độ ẩm của tỏi tươi ở 4 tỉnh dao động khoảng 65,97% đến 79,62%. Trong quá trình chế biến tỏi đen, độ ẩm giảm trong 30 ngày chế biến và tỷ lệ giảm khác nhau đối với tỏi đen được chế biến từ tỏi trồng ở các vùng, đạt từ 47,61% đến 49,89%. Độ ẩm giảm nhanh nhất là ở tỏi nguyên liệu trồng ở Thái Bình sau đó đến Hải Phòng, Bắc Giang và Sơn La. Tuy nhiên khi xử lý thống kê, độ ẩm của tỏi đen ở các vùng có sự khác nhau không có ý nghĩa sau 30 ngày lên men.

### **3.2. Sự thay đổi một số hợp chất và hoạt tính chống oxi hóa của tỏi nguyên liệu và tỏi đen**

Trong quá trình chế biến tỏi đen, một số hợp chất hóa học trong tỏi tươi biến đổi thành một số hợp chất trung gian quan trọng của phản ứng Maillard, làm thay đổi hàm lượng một số hợp chất cũng như hoạt tính chống oxi hóa của tỏi tươi. Kết quả thay đổi hàm lượng polyphenol tổng, flavonoid và hoạt tính chống oxi hóa ở một số vùng được thể hiện ở bảng 2.

Số liệu bảng 2 cho thấy, tỏi trồng ở Sơn La có hàm lượng polyphenol trong tỏi tươi cao nhất (16,72 mg/g), thấp nhất là tỏi trồng Bắc Giang (10,21 mg/g). Sau quá trình chế biến tỏi đen, hàm lượng polyphenol của tỏi trồng ở các

vùng tăng lên đáng kể. Tỏi được trồng ở Hải Phòng có hàm lượng polyphenol tăng lên cao nhất, tăng 3,9 lần so với ban đầu, sự gia tăng hàm lượng polyphenol thấp nhất ở tỏi Thái Bình (chỉ tăng 3 lần). Sự tăng lên về hàm lượng polyphenol trong nghiên cứu này tương đồng

với nghiên cứu của Kim và cộng sự, các dẫn xuất acid hydroxycinnamic và các thành phần acid phenolic khác được tăng lên gấp 5 lần trong tỏi đen so với tỏi tươi. Sự gia tăng của acid phenolic cũng có thể liên quan đến sự tăng tổng acid của tỏi đen (Kim et al., 1992).

**Bảng 2. Sự thay đổi một số hợp chất, hoạt tính chống oxy hóa của tỏi trồng ở một số vùng trong quá trình chế biến tỏi đen**

Chỉ tiêu	Công thức	Tỏi tươi (0 ngày)	Tỏi đen (sau 30 ngày)	Tỷ lệ tăng/giảm(lần)
Hàm lượng polyphenol (mg/g)	Sơn La	16,72 <sup>a</sup>	64,45 <sup>a</sup>	↑3,9
	Hải Phòng	13,00 <sup>b</sup>	54,06 <sup>b</sup>	↑4,2
	Bắc Giang	10,21 <sup>c</sup>	39,30 <sup>c</sup>	↑3,8
	Thái Bình	12,77 <sup>b</sup>	38,89 <sup>c</sup>	↑3,0
	LSD <sub>0,05</sub>	1,23	2,14	
Hàm lượng flavonoid (mg/g)	Sơn La	0,06 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	↑5,0
	Hải Phòng	0,05 <sup>ab</sup>	0,26 <sup>b</sup>	↑5,0
	Bắc Giang	0,05 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>c</sup>	↑4,5
	Thái Bình	0,04 <sup>b</sup>	0,24 <sup>c</sup>	↑6,0
	LSD <sub>0,05</sub>	0,014	0,017	
Hoạt tính chống oxy hóa (%)	Sơn La	15,6 <sup>a</sup>	82,16 <sup>a</sup>	↑5,3
	Hải Phòng	13,7 <sup>c</sup>	70,37 <sup>b</sup>	↑5,1
	Bắc Giang	12,5 <sup>d</sup>	57,49 <sup>d</sup>	↑4,6
	Thái Bình	14,8 <sup>b</sup>	66,34 <sup>c</sup>	↑4,6
	LSD <sub>0,05</sub>	0,87	2,56	

(Trong cùng một cột các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)

Trong quá trình chế biến tỏi, hàm lượng flavonoid của các công thức đều tăng lên. Hàm lượng flavonoid của tỏi tươi trồng ở Sơn La đạt (0,06 mg/g) và sau 30 ngày chế biến hàm lượng flavonoid tăng lên và đạt cao nhất (0,30 mg/g), gấp 5 lần so với hàm lượng flavonoid đầu vào. Tỏi Bắc Giang và Thái Bình có hàm lượng flavonoid không có sự sai khác đáng kể khi xử lý thống kê tại thời điểm trước và sau khi lên men. Khi so sánh với nghiên cứu của Sook Choi và cộng sự (Choi et al., 2014) có sự tương đồng về sự gia tăng hàm lượng flavonoid trong nghiên cứu này.

Sự thay đổi hoạt tính chống oxy hóa của tỏi trong quá trình chế biến đã tăng lên đáng kể. Điển hình nhất là tỏi Sơn La hoạt tính oxy hóa tăng khá mạnh từ 15,6 - 82,16% và có phần trăm hoạt tính chống oxy hóa cao nhất so với các giống tỏi còn lại. Hoạt tính chống oxy hóa của tỏi Hải Phòng cũng tăng khá cao từ 13,7 -

70,37%. Theo Choi và cộng sự (Choi et al., 2008), hàm lượng polyphenol tăng lên làm cải thiện hoạt tính chống oxy hóa của tỏi đen. Tsai và cộng sự (Tsai et al., 2005) đã chứng minh rằng có mối tương quan có ý nghĩa ( $P < 0,05$ ) tồn tại giữa hoạt tính chống oxy hóa và hàm lượng phenol tổng số.

### 3.3. Đánh giá chất lượng cảm quan của tỏi đen

Chất lượng cảm quan cũng là một yếu tố quan trọng quyết định chất lượng của tỏi đen khi đưa ra thị trường có được người tiêu dùng chấp nhận hay không. Đồng thời nó cũng quyết định đến giá thành cũng như khả năng tiêu thụ của sản phẩm. Do đó, để lựa chọn một nguồn nguyên liệu thích hợp cho sản xuất chúng tôi tiến hành đánh giá chất lượng cảm quan của các sản phẩm tỏi đen được sản xuất từ tỏi nguyên liệu trồng ở các vùng. Kết quả thể hiện ở bảng 3.

**Bảng 3. Kết quả đánh giá chất lượng cảm quan của tỏi đen**

Công thức	Màu sắc bên ngoài	Cấu trúc bên trong	Mùi	Vị	Điểm trung bình có hệ số trong lượng	Xếp loại
Tỏi đen Sơn La	4,1	4,2	4,5	4	16,715	Khá
Tỏi đen Hải Phòng	4,6	4,6	4,7	4,7	18,605	Tốt
Tỏi đen Bắc Giang	4,5	4,3	4,3	4,1	17,350	Khá
Tỏi đen Thái Bình	4,5	4,2	4,3	4,3	17,305	Khá
Hệ số trọng lượng	1,0	0,95	0,85	1,2		

Số liệu từ bảng 3 cho thấy, chất lượng tỏi đen được chế biến từ tỏi nguyên liệu ở các tỉnh là có sự khác biệt rõ rệt. Chỉ có tỏi đen có nguồn gốc từ Hải Phòng đạt loại tốt, có chất lượng củ to đều, vỏ ngoài trắng đều màu, các nhánh tỏi dóc, dễ bóc, cấu trúc tỏi bên trong dẻo, thịt màu đen sẫm, vị ngọt hơi chua, hương thơm đặc trưng với điểm trung bình 18,6 điểm. Tỏi đen Sơn La có chất lượng cảm quan kém nhất, màu sắc vỏ củ bên ngoài không đồng đều, củ nhỏ, các nhánh tỏi óp, thịt bên trong khô, ăn vị ngọt hơi chua (cảm quan trung bình 16,7 điểm).

#### 4. KẾT LUẬN

Tỏi từ 4 vùng nguyên liệu được đánh giá so sánh thành phần dinh dưỡng cho thấy cả 4 loại đều có thể chế biến để tạo thành tỏi đen. Ở mỗi vùng khác nhau, chất lượng tỏi tươi cũng như sự thay đổi chất lượng trong quá trình chế biến tỏi đen có sự khác biệt. Tỏi đen ở Hải Phòng có hàm lượng đường tổng, hàm lượng protein, hàm lượng acid tổng số đạt cao nhất. Tỏi được trồng Sơn La và Hải Phòng trước và sau khi chế biến đều có hàm lượng polyphenol, hàm lượng flavonoid, hoạt tính chống oxi hóa cao hơn các vùng khác. Tuy nhiên, chất lượng cảm quan của tỏi đen Sơn La kém nhất khi so với các tỉnh còn lại, chất lượng cảm quan cao nhất là tỏi đen Hải Phòng.

Do vậy, tỏi trồng ở Hải Phòng là nguồn nguyên liệu cho chất lượng tỏi đen thích hợp nhất trong 4 vùng nguyên liệu nghiên cứu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Santhosha S.G., Jamuna P., Prabhavathi S.N. (2013). Bioactive components of garlic and their

physiological role in health maintenance: a review. *Food of Bioscience*, 3, pp. 59-74.

2. Amagase H., Petesch B.L., Matsuura H., Kasuga S., Itakura Y. (2001). Intake of garlic and its bioactive components. *Journal of Nutrien*, 131, pp. 955- 962.

3. Fant L., Noreña C. P. Z. (2012). Enzyme inactivation kinetics and colour changes in Garlic (*Allium sativum* L.) blanched under different conditions. *Journal of Food Engineering*, 108 (3), pp. 436-443.

4. Yuan H., Sun L., Chen M., Wang J. (2016). The comparison of the contents of sugar, Amadori, and Heyns compounds in fresh and black garlic. *Journal of Food Science*, 81, pp. 1662-1668.

5. Choi S., Cha H.S., Lee Y.S. (2014). Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*, 19, pp. 16811-16823.

6. Vokk R., Tedersoo E., Lougas T., Valgma K., Rosend J. (2014). Comparative study on anti-oxidant activity of garlic grown in different regions. *Agronomy Research*, 12, pp. 821-824.

7. Sato E., Kohno M., Hamano H., Niwano Y. (2006). Increased antioxidative potency of garlic by spontaneous short-term fermentation. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61, pp.157-160.

8. Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochem*, 72, pp. 248-254.

9. Rumbaoa R.G.O., Fernandes F.A.N., Aves R.E., Brito E.S. (2009). Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato varieties. *Food Chemistry*, 113, pp. 1133-1138.

10. Marinova D., Ribarova F., Atanassova M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3), pp. 255-260.

11 Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jimenez, J., Sauracalixto, F. D. (2007a). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. EMBRAPA:

Comunicado técnico 127 – on line. Fortaleza, Brasil.

12. Zhang Z., Lei M., Liu R., Gao Y., Xu M., Zhang M. (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39 (1), pp. 39-47.

13. Kim J.S., Lee Y.S. (2008). Effect of reaction pH on enolization and racemization reactions of glucose and fructose on heating with amino acid enantiomers and formation of melanoidins as result of the Maillard reaction. *Food Chemistry*, 108, pp. 582-592.

14. Liang T., Wei F., Lu Y., Kodani Y., Nakada M., Miyakawa T., Tanokura M. (2015). Comprehensive NMR Analysis of Compositional Changes of Black Garlic during Thermal Processing. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 63, pp. 683-691.

15. Zhang Z., Lei M., Liu R., Gao Y., Xu M., Zhang M. (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and

antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39 (1), pp. 39-47.

16. Kim H.K., Jo K.S., Kwon D.Y., and Park M.H. (1992). Effects of drying temperature and sulfiting on the qualities of dried garlic slices. *Journal of Korean Agricultural Chemical Society*, 35(1), pp. 6-9.

17. Choi S., Cha H.S. and Lee Y. S. (2014). Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic, *Molecules*, 19, pp.16811-16823

18. Choi D.J., Lee S.J., Kang M.J., Cho H.S., Sung N.J. and Shin J.H. (2008). Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37, pp. 465-471.

19. Tsai T.H., Tsai P.J., Ho S.C. (2005). Antioxidant and anti-inflammatory activities of several commonly used spices. *Journal of Food Science*, 70, pp. 93-97.

## CHANGES IN QUALITY OF WHITE HAD GROWN AT THE NORTH OF VIET NAM BLACK GARLIC FERMENTATION

**Dao Van Minh<sup>1</sup>, Le Tat Khuong<sup>2</sup>, Ta Thu Hang<sup>3</sup>, Doan Thi Bac<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>*Institute of Regional Research and Development, Ministry of Science and Technology*

### SUMMARY

This study aimed to evaluate the changes quality of garlic grown in different areas in black garlic fermentation. Fresh white garlic collected in 4 provinces of Son La, Hai Phong, Bac Giang, and Thai Binh were processed and fermented under a controlled temperature of 70°C and moisture content of 80%. After 30 days of fermentation, garlic had grown in different areas had with different variations. Black garlic is fermented from garlic grown in Hai Phong with total sugar content, protein content and total acid content were highest. Garlic had grown in Son La and Hai Phong has polyphenol content, flavonoid content, antioxidant activity was higher in raw materials and black garlic compared to garlic grown in other regions. However, the sensory quality of Son La black garlic was the worst compared to the other provinces, the highest of sensory quality was the black garlic in Hai Phong. Therefore, garlic had grown Hai Phong sources best garlic to ferment garlic black.

**Keywords:** *Allium sativum* L., black garlic, fermentation, sensory quality, white garlic.

**Ngày nhận bài** : 06/10/2018

**Ngày phản biện** : 21/01/2019

**Ngày quyết định đăng** : 29/01/2019