

Changes in Allicin Contents of Garlic via Light Irradiation

Hoon Jeong, Sun-Ho Lee, Hong-Sun Yun[†], and Seung-Ryul Choi

*Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-100, Korea*

광 조사에 의한 마늘의 알리신 함량 변화

정훈 · 이선호 · 윤홍선[†] · 최승렬
농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Abstract

Agri-food garlic has been recognized as healthful because of its antibacterial, anticancer and antioxidant effects. As such, its consumption is steadily increasing. This study was conducted to amplify the healthful ingredient of garlic, allicin, using light irradiation. The following conclusions were drawn from the investigation of peeled garlic under various conditions like fluorescent lighting, color (green, yellow, blue and red) and ultraviolet light (UV-A, UV-B and UV-C). The allicin content increased most with the 15-second 0.129 W/m² (40 W) UV-B treatment of the garlic at a 700 mm distance from the light source. At the treatment of the garlic with 126 lx (40W) red light for 24 hours at a 700 mm distance from the light source, its allicin content increased from 15.15±0.25 mg/g to 15.15±0.34 mg/g, for a 10-percent amplification effect. Therefore, it is believed that the healthfulness of garlic can be amplified through irradiation processing of its healthful ingredient, allicin, and the development of its processing unit.

Key words : Light irradiation, garlic, allicin, UV-B, red lamp

서 론

건강에 관한 관심이 높아지면서 기능성 식품에 대한 수요도 꾸준히 증가하고 있으며 음료 등 다양한 기능성 식품이 판매되고 있다. 고혈압, 동맥경화, 뇌졸중 등 심혈관계 질환 및 암이 활성산소로 인한 생체 내의 산화적 스트레스에 기인함이 밝혀지고, 이러한 질병의 예방과 치료의 목적으로 활성산소종의 과잉 생성을 억제하고, 생성된 활성산소를 효율적으로 제거할 수 있는 항산화 방어 시스템이 필요하다(1). 이러한 항산화물질의 성분을 음료 등의 기능성 식품에 적용하기 위해 농산물 등의 원료에서 추출하여 사용하게 된다.

농산물 등의 원료에 광 조사(照射) 등의 자극을 주어 기능성 성분의 함량을 증폭시키는 호르메시스(hormesis) 관련 연구는 최근 채소나 과일에 적용하여 수행되고 있다. 호르

메시스(hormesis)란 ‘잠재적으로 위험한 수단이지만 낮은 용량으로 주는 자극’이라고 정의하고 있으며(2), 광 등의 자극에 의해 농산물의 방어적 대사를 조절하여 항산화물질 등의 성분 함량을 증폭시키는 효과를 가져 온다고 알려져 있다(3). 미국 농무부 농업연구청(USDA-ARS)의 Lester 등(4)의 연구원은 시금치를 형광등 불빛 아래에서 3일 동안 저장했을 때 건강에 유익한 루테인(lutein)과 제아잔틴(zeaxanthin) 뿐만 아니라 비타민 C, K, E 및 엽산(folate)의 함량도 상당 수준 증가하는 것으로 보고하였다. Avena-Bustillos 등(5)은 자외선 UV-B를 당근에 1.3~12 kJ/m² 강도로 쬐어 주었을 때 항산화 물질의 함량이 1.4~6.6배로 증가되었다고 보고한 바 있다. 국내에서는 광 조사에 의한 기능성 증폭에 대한 연구를 Cho 등(3,6)이 수행하였으며, 수확된 딸기에 UV-A와 UV-C를 이용하여 자극을 주었을 때 펠라곤인(pelargonin)은 10.6% 유의수준에서, 그리고 시아닌(cyanine)은 2.9% 유의수준에서 함량의 변화를 초래한 것으로 나타났고, 수확 후 포도에 UV-A와 UV-C를 조사하였을 때 5배까지 레스베라트롤(resveratrol) 함량을 증폭할 수 있

[†]Corresponding author. E-mail : hsyoon@korea.kr,
Phone : 82-31-290-1895, Fax : 82-31-290-1900

다고 하였다.

마늘(*Allium sativum*)은 김치 등 양념으로 널리 이용되고 있으며, 항균, 항암, 혈중 지질함량 감소, 항비루스, 항산화, 항혈전, 해독, 그리고 기타 여러 가지 효소의 활성을 저해하는 등 다양한 효능을 나타내어 건강을 위한 약재로도 널리 이용되어 왔다(7,8). 마늘의 항균작용은 alliin이 alliinase에 의해 분해되어 생성되는 allicin에 의해 특정되어진다(9,10). 해독작용에 대한 연구로 쥐에 대한 실험에서 청산가리의 해독에 있어서의 마늘과 알리신이 효과가 있는 것으로 보고 되었으며(11), 마늘의 알리신 성분이 폐렴을 일으키는 연쇄상구균 독성물질의 용혈성을 억제하는 것으로 나타났다(12). 또한 마늘의 세 가지 주요 성분인 alliin, allicin, disulphide가 생체면역력을 증대시키는 것으로 보고되었다(13).

이러한 마늘의 건강에 대한 기능성 효과를 식품에 적용시키기 위해 음료의 제조(14), 생치즈의 개발(15) 및 마늘즙 첨가에 따른 쿠키의 품질특성 연구(16) 등이 다양하게 수행되었다.

따라서 본 연구에서는 건강에 뛰어난 기능을 가지고 있는 마늘의 기능성 물질인 알리신을 증폭하기 위하여 여러 가지 광원을 사용하여 다양한 조건에서 깎 마늘을 대상으로 광 조사 실험을 수행하였으며, 알리신 증폭효과를 비교 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 마늘은 국내 한지형 마늘의 주요 산지인 의성에서 2011년 6월에 수확되어 예건 후 줄기가 잘린 구의 형태로 저온저장고에서 저장된 것을 11월에 구입하여 사용하였다. 광 조사 조건 선정시험에서는 11월에 구입한 마늘 시료를 11월 말과 12월 중순 사이에 실험하였으며, 유의성 검증을 위한 시험에서는 구입한 마늘을 구의 형태로 0°C의 통풍이 잘 되는 저온저장고에서 익년 5월 하순까지 저장하여 깎 마늘 형태로 실험에 사용하였다.

광 조사 시험장치

다양한 조건의 광을 마늘 시료에 조사하기 위해 시험장치를 Fig. 1과 같이 제작하여 실험하였다. 광이 조사되는 챔버의 규격은 1,370×1,370×850 (L×W×H) mm 로 하여 제작하였으며, 25 mm 사각 앵글로 뼈대를 구성하고 광을 조사하는 챔버 부분은 알미늄판을 사용하였다. 챔버 상부 천장에 형광등, 컬러등, 자외선등을 설치할 수 있도록 소켓과 안정기를 장착하였으며, 시험 조건에 따라 천장 알미늄판을 교체하여 부착할 수 있도록 하였다. 광원과 시료와의 거리 조절을 위해서 시료가 적재되는 알미늄판은 하부에

높이를 조절 할 수 있는 받침을 꺾어서 상하로 이동할 수 있도록 하였다. 형광등의 배치는 30 W의 경우 10 W 3개를 배열하였으며, 40 W의 경우 15 W, 10 W, 15 W의 순으로 배치하여 장착하였다. 컬러등의 경우 녹색등, 적색등, 청색등, 황색등을 40 W 1개로 하여 장착할 수 있도록 하였다. 자외선 UV-A등과 UV-B등은 40 W 램프 1개로 하여 장착할 수 있게 하였으며, UV-C등은 20 W 램프 3개를 배열하여 60 W로 장착할 수 있게 하였다. 자외선등의 파장대는 UV-A등의 경우 360 nm 부근에서 피크를 갖는 형광체를 사용한 등을 사용하였고, UV-B등의 경우 피크파장이 306 nm인 램프를 사용하였으며, UV-C등은 공기살균용으로 사용되는 살균력이 가장 강한 253.7 nm 대의 피크파장을 갖는 램프를 사용하였다.

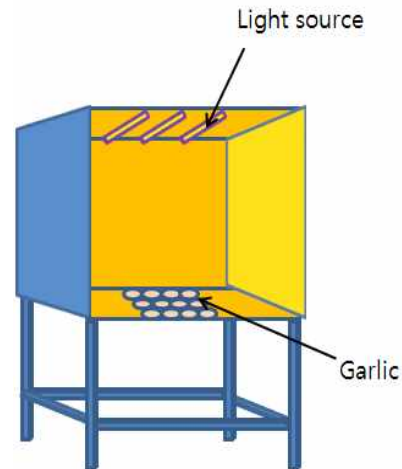


Fig. 1. Experimental setup for light irradiation.

광원의 조사 강도 측정

각각의 광원에 대한 조사강도를 측정하기 위해 마늘 시료가 적재되는 챔버 하부 500×500 mm 면적의 5개 지점을 측정하여 평균하였다. 형광등과 컬러등 광원의 강도는 0.01 ~ 199,900 lx 대의 조도를 측정할 수 있는 조도계(IM-3, Topcon, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 자외선은 UV-A, UV-B, UV-C 세가지 광원에 대한 파장이 모두 다르므로, 각각의 광원에 맞는 센서 및 측정기를 사용하였다. UV-A 광원의 강도는 320~390 nm 대의 파장의 강도를 측정할 수 있는 UVA LIGHT METER(UVA-365, Lutron Electronics Co, Coopersburg, USA)를 사용하여 측정하였다. UV-B와 UV-C는 동일한 Data logger(ALMEMO 2690-8A, Ahlborn, Holzkirchen, Germany)를 사용하고, 센서는 265 ~ 315 nm 대의 파장의 강도를 측정할 수 있는 UVB Probe Head (FL A623-UVB, Ahlborn, Holzkirchen, Germany)와 220~280 nm 대의 파장의 강도를 측정할 수 있는 UVC Probe Head (FL A623-UVC, Ahlborn, Holzkirchen, Germany)를 사용하여 측정하였다.

알리신 성분 함량 분석

광 조사 처리된 마늘 시료의 알리신 성분 함량 측정은 (재)남해마늘연구소에 의뢰하여 분석하였다. 분석에 사용된 표준 알리신은 LTK Laboratories Inc. (Wako, Japan)로부터 구입하였으며, 또한 추출 및 분석에 사용된 유기용매는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

시료 전처리를 위해 시료 30 g에 3차 증류수 300 ml를 가해 파쇄 후 1시간 추출한 다음 0.45 μm syringe filter를 이용하여 여과 후 알리신의 함량을 HPLC (Agilent1260, Agilent technologies Inc, Santa Clara, USA)을 이용하여 분석을 실시하였다. 분석용 컬럼은 Watchers 120 ODS-BP (5 μm . 4.6 mm \times 250 mm, Watchers, Isu industry Co, Seoul, Korea)을 이용하였으며, 이동 용매는 Acetonitrile과 Water (0.1% acetic acid)를 이용하였고, A:W=30:70에서 시작하여 순차적으로 10 분간 A:W=60:40으로 30 분까지 A:W=80:20으로 조절하였으며 컬럼 온도는 30 $^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였다. DAD 검출기를 이용하여 210 nm에서 확인 정량하였다. 표준물질인 알리신을 동일한 조건에서 분석하여 표준곡선을 작성하여 정량하였다. 모든 항목은 3회 이상 반복하여 실험을 실시하였으며, 결과는 $\text{mean} \pm \text{S.D.}$ 로 표현하였다.

적정 광 조사 조건 선정

광 조사 처리에 의한 마늘 알리신 성분 함량 증폭 효과를 분석한 후 적정 광 조사 조건을 선정하기 위한 실험을 수행하였다. 광 조사 시험은 광 조사 시험 장치를 사용하여 1 $^{\circ}\text{C}$ 온도, 78 %의 상대습도인 저온저장고 내에서 실시하였으며, 광 조사 처리후 처리구당 10쪽씩의 간 마늘을 채취하여 평균 지퍼백에 0~5 $^{\circ}\text{C}$ 의 저온에 보관한 후 알리신 함량을 분석하였다.

형광등 광원의 경우에는 6, 24, 48시간의 광 조사 시간과 30 W(마늘과 광원의 거리 600 mm), 40 W(마늘과 광원의 거리 700 mm) 광원 전력의 처리구로 하여 실험하였다. 컬러등 광원의 경우에는 6, 24, 48시간의 광 조사 시간과 40 W의 광원 전력의 처리구로 하였으며, 컬러등의 종류별 광원과 마늘 시료와의 거리는 청색 700 mm, 녹색 600 mm, 황색 600 mm, 적색 700 mm로 하여 실험하였다. 자외선등의 경우에는 UV-A와 UV-B등의 처리 시간은 15초, 30초, 1시간, 3시간으로 하였고, UV-C등의 처리 시간은 15초, 30초 1시간으로 하였다. UV-A와 UV-B등은 40 W, UV-C등은 60W의 전력으로 실험하였으며, 광원과 마늘 시료와의 거리는 400 mm와 700 mm의 두 조건으로 하였다. 대조구로 사용한 마늘은 10쪽씩 총 8봉지를 각각 3반복 측정한 데이터를 전체 평균하여 처리구별 알리신 성분 함량 변화값과 비교하도록 하였다.

광 조사 조건 유의성 검증

광 조사 처리 후 대조구에 비해 알리신 성분 함량의 변화

가 가장 큰 2개의 처리구에 대해 각각 간마늘 시료 50쪽을 5봉지에 나누어 담아서 대조구 5봉지와 유의성 검증실험을 광 조사 시험 장치를 사용하여 저온저장고 내에서 실시하였다. 각각의 봉지는 3반복씩 측정되었으므로 처리구당 총 15개의 데이터를 바탕으로 대조구와 처리구와의 t-검증(t-Test)을 실시하였다. 반복 대조구와 처리구와의 알리신 성분 함량 평균값의 유의성($p < 0.05$)을 검증하기 위해 SAS (version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

적정 광 조사 조건 선정

광 조사 조건별 마늘의 알리신 함량의 변화는 Table 1에 나타내었다. 광원을 형광등, 컬러등, 자외선등 등으로 다양하게 하고 조사 시간 및 강도를 달리하여 실험 한 것은 국내 및 국외의 유사 연구를 참고하여 다양한 조건에서 알리신 성분이 최대로 증폭되는 조건을 구명하기 위한 것이다(3-6). 대조구로 사용한 마늘의 8봉지의 평균 알리신 함량은 $13.77 \pm 0.95 \text{ mg/g}$ 으로 나타났다. 가장 높은 함량 변화를 보인 처리구는 대조구 평균값에 비해 10%가 향상된 UV-B 등의 700 mm 광원 거리에서 15초 동안 조사한 0.129 W/m^2 (40 W) 강도의 처리구와 적색등의 700 mm 광원 거리에서 24시간 동안 조사한 126 lx (40 W) 조도의 처리구이며, 각각의 알리신 함량 변화는 $15.15 \pm 0.25 \text{ mg/g}$ 과 $15.15 \pm 0.34 \text{ mg/g}$ 으로 나타났다.

Fig. 2에는 대조구와 형광등을 조사했을 때의 알리신 함량 변화를 나타내었다. 형광등의 경우는 광의 조도가 높고, 조사 시간이 길어질수록 함량변화는 큰 것으로 나타났으며, 가장 높은 함량의 변화를 나타낸 처리구는 600 mm 광원 거리에서 48시간 동안 조사한 418.4 lx (30 W) 조도의 처리구로 나타났다. 컬러등의 알리신 함량 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 대조구 평균값에 비해 시간과 조도값에 비례해서 알리신 함량이 일정하게 증가되는 처리구는 녹색등 처리구로 나타났으며 단순회귀 결과 결정계수가 0.91로 나타났다. 컬러등의 경우 가장 높은 함량 변화를 보인 처리구는 적색등의 700 mm 광원 거리에서 24시간 동안 조사한 126 lx (40 W) 조도의 처리구로 나타났다. UV-A등의 알리신 함량 변화는 Fig. 4에 나타내었다. UV-A등의 경우에는 700 mm 광원 거리에서 0.424 W/m^2 (40 W) 강도의 처리구에서는 대조구에 비해 함량변화가 증가되지 않은 것으로 나타났으며, 400 mm 광원 거리에서 0.424 W/m^2 (40 W) 강도로 30초간 조사한 처리구에서 알리신 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. UV-B등의 알리신 함량 변화는 Fig. 5에 나타내었다. UV-B등의 경우에는 700 mm 광원 거리에서 0.129 W/m^2 (40 W) 강도로 15초간 조사한 처리구에서 알리신

Table 1. Allicin content of garlic by light source, intensity and time

Light source	Light intensity		Radiation time (min)	Allicin content (mg/g)	Light power (W)	Height (mm)
Control				13.77±0.95		
Fluorecent lamp	418.4	(lx)	360.00	13.79±0.21	30	600
Fluorecent lamp	418.4	(lx)	1,440.00	14.63±0.29	30	600
Fluorecent lamp	418.4	(lx)	2,880.00	14.72±0.40	30	600
Fluorecent lamp	360.6	(lx)	360.00	13.25±0.21	40	700
Fluorecent lamp	360.6	(lx)	1,440.00	13.56±0.29	40	700
Fluorecent lamp	360.6	(lx)	2,880.00	14.06±0.18	40	700
UV-A	1.1	(W/m ²)	0.25	14.52±0.04	40	400
UV-A	1.1	(W/m ²)	0.50	14.74±0.07	40	400
UV-A	1.1	(W/m ²)	60.00	14.52±0.07	40	400
UV-A	1.1	(W/m ²)	180.00	12.91±0.11	40	400
UV-A	0.424	(W/m ²)	0.25	12.59±0.09	40	700
UV-A	0.424	(W/m ²)	0.50	13.71±0.05	40	700
UV-A	0.424	(W/m ²)	60.00	12.61±0.15	40	700
UV-A	0.424	(W/m ²)	180.00	13.64±0.09	40	700
UV-B	0.271	(W/m ²)	0.25	13.71±0.13	40	400
UV-B	0.271	(W/m ²)	0.50	14.27±0.23	40	400
UV-B	0.271	(W/m ²)	60.00	14.09±0.05	40	400
UV-B	0.271	(W/m ²)	180.00	14.09±0.11	40	400
UV-B	0.129	(W/m ²)	0.25	15.15±0.25	40	700
UV-B	0.129	(W/m ²)	0.50	11.76±0.07	40	700
UV-B	0.129	(W/m ²)	60.00	14.47±0.11	40	700
UV-B	0.129	(W/m ²)	180.00	13.21±0.15	40	700
UV-C	2.316	(W/m ²)	0.25	12.16±0.38	60	400
UV-C	2.316	(W/m ²)	0.50	13.36±0.21	60	400
UV-C	2.316	(W/m ²)	60.00	12.93±0.28	60	400
UV-C	2.123	(W/m ²)	0.25	13.60±0.44	60	700
UV-C	2.123	(W/m ²)	0.50	12.37±0.17	60	700
UV-C	2.123	(W/m ²)	60.00	13.02±0.22	60	700
Blue lamp	199	(lx)	360.00	14.15±0.27	40	700
Blue lamp	199	(lx)	1,440.00	14.86±0.29	40	700
Blue lamp	199	(lx)	2,880.00	14.60±0.42	40	700
Green lamp	922.4	(lx)	360.00	14.18±0.19	40	600
Green lamp	922.4	(lx)	1,440.00	14.39±0.13	40	600
Green lamp	922.4	(lx)	2,880.00	14.76±0.28	40	600
Yellow lamp	599.8	(lx)	360.00	13.82±0.17	40	600
Yellow lamp	599.8	(lx)	1,440.00	13.25±0.29	40	600
Yellow lamp	599.8	(lx)	2,880.00	14.33±0.15	40	600
Red lamp	126	(lx)	360.00	14.79±0.31	40	700
Red lamp	126	(lx)	1,440.00	15.15±0.34	40	700
Red lamp	126	(lx)	2,880.00	14.75±0.32	40	700

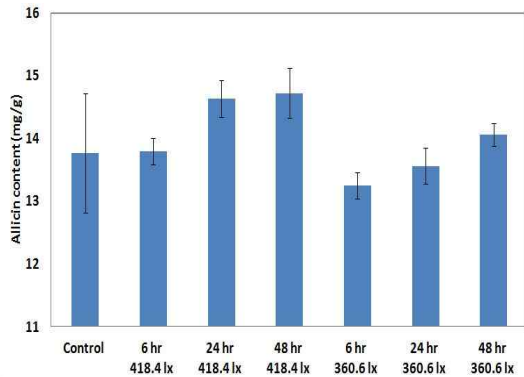


Fig. 2. Alliin content of garlic by fluorescent lamp.

418.4 lx : 30 W 600 mm, 360.6 lx : 40 W 700 mm

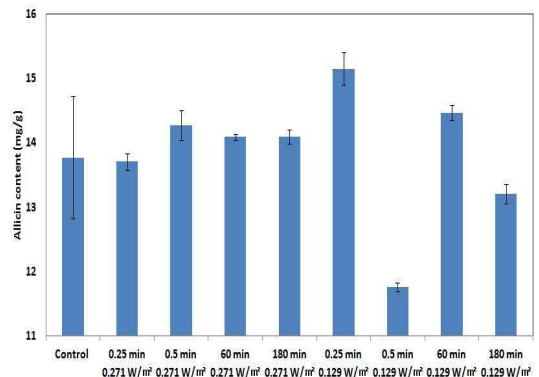


Fig. 5. Alliin content of garlic by UV-B lamp.

0.271 W/m² : 40 W 400 mm, 0.129 W/m² : 40 W 700 mm

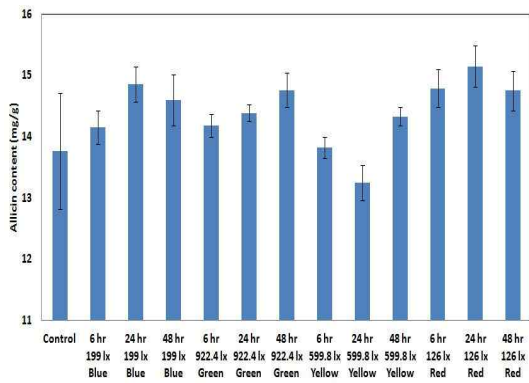


Fig. 3. Alliin content of garlic by color lamp.

Blue : 40 W 700 mm, Green : 40 W 600 mm, Yellow : 40 W 600 mm, Red : 40 W 700 mm

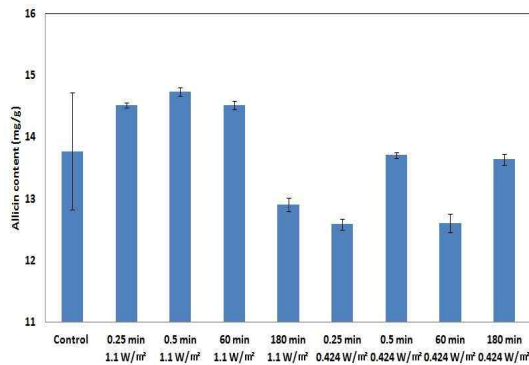


Fig. 4. Alliin content of garlic by UV-A lamp.

1.1 W/m² : 40 W 400 mm, 0.424 W/m² : 40 W 700 mm

함량이 가장 높은 것으로 나타났다. UV-B등 0.129 W/m² (40 W) 강도로 30초간 조사한 처리구에서 알리신 함량이 다른 조건에 비해 크게 낮은 것은 실험상의 오차로 판단되어진다. UV-C등의 알리신 함량 변화는 Fig. 6에 나타내었다. UV-C등의 경우에는 대조구의 평균값에 비해 전체 처리구에서 알리신 함량이 높지 않은 것으로 나타났다. UV-C등은 살균을 목적으로 하는 파장대로 인해 마늘의 내부까지 광이 침투하지 않은 원인으로 추정된다.

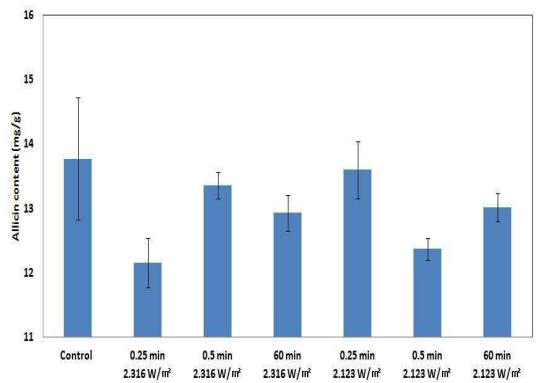


Fig. 6. Alliin content of garlic by UV-C lamp.

2.316 W/m² : 60 W 400 mm, 2.123 W/m² : 60 W 700 mm

광 조사 조건 유의성 검증

광 조사에 의한 마늘의 알리신 성분 함량 증폭이 가장 높은 처리구인 UV-B등의 700 mm 광원 거리에서 15초 동안 조사한 0.129 W/m² (40 W) 강도의 처리구와 적색등의 700 mm 광원 거리에서 24시간 동안 조사한 126 lx (40 W) 조도의 처리구에 대해 대조구와 알리신 성분 함량 증폭효과에 대한 유의성 검증 실험을 수행하였다. Table 2에 대조구와 처리구별 알리신 성분 함량 및 t-검증을 통한 유의성 통계값을 나타내었다. UV-B등을 자연시간 없이 15초간 0.135 W/m²의 강도로 조사했을 때 분석된 알리신 함량의 15회 평균값은 16.74 mg/g 으로 나타났으며, 대조구인 16.07 mg/g 보다 4.2배 증폭된 값을 나타내었다(p<0.05). UV-B등을 켜고 15분간 자연시켜 예열한 후 15초간 0.135 W/m²의 강도로 마늘에 조사했을 때 분석된 알리신 함량의 15회 평균값은 16.78 mg/g 으로 나타났으며, 대조구에 비해 4.4배 증폭된 값을 나타내어 미량의 추가 증폭효과가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 적색등을 24시간동안 124.7 lx의 조도로 마늘에 조사했을 때 분석된 알리신 함량의 15회 평균값은 16.79 mg/g 으로 나타났으며, 대조구에 비해 4.5배 증폭된 값을 나타내어 증폭된 비율로 따졌을 때는 적정 광 조사 조건 선정시험에서와 같은 결과를 얻었다(p<0.05). 1개월

후의 중량감모율을 조사했을 때 중량감모율의 범위는 0.44~0.6% 이었고 대조구와 비교하여 최고 0.16% 차이를 나타내어 특별히 광 처리에 의한 중량감모는 영향이 적으로 판단된다. 광 조사 처리한 마늘의 1개월 후의 색차(ΔE) 범위는 12.48~12.71 였고 대조구와 비교하여 최고 0.37 값의 차이를 나타내어 광 처리에 의한 색변화도 영향이 적은 것으로 판단된다. 그러나 마늘 수확 후 5개월 후에 실험한 결과는 대조구(13.77±0.95 mg/g)에 비해 10% 증폭되고 수확 후 11개월 후에 실험한 결과는 대조구(16.07±0.65 mg/g)에 비해 4.5% 증폭된 것으로 나타나 마늘의 저장 기간이나 품질 상태에 따라서 증폭효과도 차이가 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Significance probability for allicin content of garlic by light irradiation

Exp.No.	(mg/g)			
	Control	UV-B1 ¹⁾	UV-B2 ²⁾	Red lamp ³⁾
1	17.32	17.76	16.49	16.95
2	17.12	17.43	16.23	16.69
3	16.81	17.15	16.02	16.28
4	16.07	16.44	18.06	18.23
5	15.78	16.27	17.82	17.98
6	15.52	16.12	17.45	17.70
7	16.01	17.83	15.76	15.97
8	15.79	17.52	15.37	15.72
9	15.67	17.18	15.05	15.36
10	15.61	15.84	17.65	17.68
11	15.31	15.56	17.31	17.45
12	15.11	15.17	17.03	17.26
13	16.56	17.08	17.35	16.55
14	16.35	16.99	17.16	16.21
15	16.03	16.83	17.01	15.87
Mean±SD	16.07±0.65	16.74±0.81	16.78±0.92	16.79±0.89
t-value		-2.51*	-2.46*	-2.54*

¹⁾UV-B1: No delay time (0.135 W/m² for 15 sec by UV-B irradiation).

²⁾UV-B2: 15 min delay time (0.200 W/m² for 15 sec by UV-B irradiation).

³⁾Red lamp: 124.7 lx for 24 hr by red lamp irradiation.

*: Significant at p<0.05.

요 약

최근 국민의 생활수준이 높아지면서 건강과 먹거리에 대한 관심도 높아지고 있다. 따라서 항암효과나 항산화물질을 함유한 기능성 농산물이나 식품 등의 소비도 증가되고 있는 실정이다. 마늘은 항균, 항암, 항산화 등의 여러 가지 기능성 효과 때문에 건강 농식품으로 인정받고 있으며 꾸준

히 소비가 되고 있는 농산물이다. 특히 마늘의 알리신 성분의 증폭을 위해 최근 연구되고 있는 광 조사에 의한 알리신 성분 향상에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구를 통해 도출한 연구의 결론은 다음과 같다. 갠 마늘에 형광등, 컬러등(녹색, 황색, 청색, 적색), 자외선등(UV-A, UV-B, UV-C) 등을 다양한 조건으로 조사 했을 때, 알리신 성분의 함량이 가장 많이 증가한 처리구는 UV-B 자외선등으로 700 mm 광원 거리에서 15초 동안 조사한 0.129 W/m² (40 W) 강도의 처리구와 적색등의 700 mm 광원 거리에서 24시간 동안 조사한 126 lx (40 W) 조도의 처리구이며, 각각의 알리신 함량 변화는 15.15±0.25 mg/g 과 15.15±0.34 mg/g 으로 나타나 대조구에 비해 10%의 증폭효과가 나타났다. 또한 이들 두 처리구에 대해 광 조사 처리를 하지 않은 마늘과의 유의성 검증 결과, 5% 이하의 유의수준에서 광 조사 미처리구에 비해서 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 광 조사 처리에 의한 마늘의 알리신 등의 기능성 성분이 증폭될 수 있는 것으로 판단되며, 대량으로 마늘의 기능성을 향상시킬 수 있는 처리장치의 개발 등으로 산업화 할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호: PJ907100)의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Park YS (2007), Development of functional beverages using distilled extract of korean medicinal herb. J East Asian Soc Dietary Life, 17, 384-392
2. Luckey TD (1980) Hormesis with ionizing radiation. CRC press, Boca Raton, Florida, USA
3. Cho YJ, Kim CJ, Kim CT, Kim TE, Bae KS, Kihl JY, Pyee J, Lee SK (2008) Effect of UV hormesis on phenolics contents in strawberries. Food Engn Prog, 12, 143-148
4. Lester GE, Makus DJ, Hodges DM (2010) Relationship between fresh-packaged spinach leaves exposed to continuous light or dark and bioactive contents: effects of cultivar, leaf size, and storage duration. J Agric Food Chem, 58, 2980-2987
5. Avena-Bustillos RJ, Di WX, Woods R, Olson D, Breksa AP 3rd, McHugh TH (2012), Ultraviolet-B light treatment increases antioxidant capacity of carrot products. J Sci

- Food Agric, 92, 2341-2348
6. Cho YJ, Maeng JS, Kim CT, Pyee J (2011) Enrichment of resveratrol content in harvested grape using modulation of cell metabolism with UV treatment. *J East Asian Soc Dietary Life*, 21, 739-745
 7. Kyung KH (2006) Growth inhibitory activity of sulfur compounds of garlic against pathogenic microorganisms. *J Fd Hyg Safety*, 21, 145-152
 8. Lawson LD, Koch HP (1996) Garlic: the science and therapeutic application of *Allium sativum* L. and related species. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA
 9. Cavallito CJ, Bailey JH (1944) Allicin, the antibacterial principle of *allium sativum*. I. Isolation, physical properties, and antibacterial action. *J Am Chem Soc*, 66, 1950-1951
 10. Stoll A, Seebeck E (1951) Chemical investigations on alliin, the specific principle of garlic. *Adv Enzymol*, 11, 377-400
 11. Aslani MR, Mohri M, Chekani M (2006), Effects of garlic (*Allium sativum*) and its chief compound, allicin, on acute lethality of cyanide in rats. *Comp Clin Pathol*, 15, 211-213
 12. Arzanlou M, Bohlooli S, Jannati E, Miranejad-Asl H (2010), Allicin from garlic neutralizes the hemolytic activity of intra- and extra-cellular pneumolysin O *in vitro*. *Toxicon*, 57, 540-545
 13. Natsuko O, Fumihide T, Shouta M, Tetsuro K, Yasuhito I, Nobuo Y, Tomohisa O (2012), Garlic extract and its selected organosulphur constituents promote ileal immune responses *ex vivo*. *J Func Foods*, 4, 243-252
 14. Chung DO, Park YK (1999) The study of softdrinks production and functional food in onions. *Korean J Soc Food Sci*, 15, 158-162
 15. Park ID, Hong YH (1992) Development of fresh cheeses and whey drinks using milk components. *Korean J Food Sci Technol*, 24, 209-214
 16. Shin JH, Lee SJ, Choi DJ, Kwen OC (2007) Quality characteristics of cookies with added concentrations of garlic juice. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 609-614

(접수 2012년 9월 25일 수정 2013년 2월 14일 채택 2013년 2월 14일)