

마늘 분쇄물의 대두유에 대한 항산화 효과

강민정¹ · 서종권¹ · 이수정² · 차지영² · 성낙주² · 신정혜^{3*}

남해군 농업기술센터, ¹한국국제대학교 식품과학부
²경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원, ³경남도립남해대학 호텔조리제빵과

Antioxidant Activity of Shred garlic on Soybean Oil

Min-Jung Kang, Jong-Kwon Seo¹, Soo-Jung Lee², Ji-Young Cha², Nak-Ju Sung² and Jung-Hye Shin^{3*}

Namhaegun Agricultural Technology Center, ¹Division of Food Science, International University of Korea
²Department of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University
³Department of Hotel Culinary Arts & Bakery, Gyeongnam Provincial Namhae College

Abstract

The antioxidant activity of shared fresh, steamed, and black garlic on soybean oil was assessed at levels of 0, 5, 10, 20, 40 g/100 g, respectively, and these samples were stored for 28 days at 60°C. The color of the oil was increased during storage. The anisidine value was increased dramatically at 14 days of storage, after which it continually increased. The acid values of the samples to which fresh and steamed garlic were added did not differ significantly, but were increased in proportion to the sample concentration after 14 days of storage in the samples to which black garlic was added. The peroxide value was lower in the samples to which shred garlic was added, as compared to the samples to which α -tocopherol and BHT were added. Garlic had an inhibitory effect on peroxides when the sample volume was larger. The TBA value was increased during storage and was inhibited with larger volumes of added shred garlic. After 28 days of storage, the TBA volumes of all samples were lower than those of the controls (335.63), with the exception of the sample to which 5 g/100 g of steamed garlic was added, particular, the shred garlics evidenced more profound antioxidant activity in the 40 g/100 g added samples than in the sample to which 0.02% BHT was added.

Key words: garlic, black garlic, peroxide value, TBA

1. 서론

몽고어 'manggir'를 어원으로 하는 마늘이 인류의 역사에 최초로 등장한 것은 기원전 4,500년경 나일강을 중심으로 한 고대 이집트이며, 원산지는 확실하지 않으나 대체로 중앙아시아 지역이고 지중해 연안이 2차적인 중추라고 추정되고 있는데, 우리나라에서는 단군신화에 마늘설화를 시작으로 삼국사기 신라본기, 향약구급방, 도문대작 등에서 마늘에 관한 내용을 찾아볼 수 있으며 우리의 식생활과 밀접한 관계가 있는 향신료로 인식되고 있다(정동효와 정성욱 2005).

마늘은 오랜 섭취 역사와 더불어 민간 한방요법의 약재로도 널리 사용되어 왔는데 강장, 구충, 항균, 신경안정,

진해작용 등에 효능이 알려져 있다(신동원 등 1999). 마늘에 관한 다양한 연구의 진행 결과 심장질환에 대한 효과, 항돌연변이적 기능, 대장암 세포 성장억제(Jang HS와 Hong GH 1998), 간보호 및 간질환 치료작용(Wang EJ 등 1996), 혈중콜레스테롤 저하작용(Jo HJ와 Choi MJ 2002), DNA 손상 억제작용(Kang JH 등 1988), 체내 항산화 효과에 따른 항노화작용(Choi JH와 Byun DS 1986), 항균, 항진균 및 살충작용(Lau BH 등 1983) 등의 생리활성이 보고되어 있다.

다양한 생리활성의 주체로서 마늘의 성분을 살펴보면 가장 많은 것은 당질로서 그 대부분은 과당이며 이외 pentosan과 조섬유, 올리고당이 많다(Jang HS와 Hong GH 1998). 또, 다른 생물체에 비하여 훨씬 많은 양의 유기황이 함유되어 있는데 황화합물은 자극적이고 독특한 향과 항균성, 항암성, 항혈전 및 항산화 작용을 나타내는 주체로 알려져 있다(Bae HJ와 Chun HJ 2002). 마늘의 주요 기능성 성분으로서 황화합물은 전처리 조건에 의하여 영향을 받는데 다진 마늘이 통마늘에 비하여 휘발성 함황

*Corresponding author: Jung-Hye Shin, Department of Hotel Culinary Arts & Bakery, Gyeongnam Provincial Namhae College
Tel: 055-860-5375
Fax: 055-860-5371
E-mail: whanbee@hanmail.net

화합물의 발현이 많으며, 조리조건으로는 볶기, 튀기기, 찌기, 끓이기 순이고 전자레인지와 압력솥으로 조리할 때는 생마늘에 비해 황화합물이 감소하며, 30분 이상 끓일 경우에도 함황화합물은 감소된다고 보고되어 있다(Bae HJ와 Chun HJ 2002).

다양한 생리활성 기능을 가진 마늘을 이용하는 방법으로는 일반 조미 채소로 다지거나 썰어서 조리에 활용하거나 생식하는 방법, 동결건조 또는 열풍건조를 통하여 분말화하여 사용하는 방법, 환제로 이용하는 방법, flake로 이용하는 방법, 추출 농축하여 juice로 이용하는 방법 등이 주로 활용되고 있고 다양한 가공품들이 개발 시판되고 있다. 최근에는 통마늘을 적당한 고온과 습도를 조절된 조건에서 숙성 시켜 생성되는 흑마늘이 개발되어 다양한 2차 가공품으로까지 그 활용범위가 증가되고 있으며, 생마늘에 비하여 매운맛이 감소하고, 단맛이 증가되며, 전체적으로 흑변되는 특성으로 인하여 향후 많은 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

그러나 흑마늘의 경우 최근 개발되어 다양한 기능성을 가질 것으로 추정되고 있으나 아직까지 그 기능성이나 특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 흑마늘의 기능성 규명을 위한 연구의 일환으로 대표적인 항산화식품인 마늘을 찌마늘 및 흑마늘로 가공함에 따라 항산화 활성의 변화 정도를 생마늘과 비교하고자 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘 분쇄물을 대두유에 첨가하여 저장기간에 따른 산화 정도를 비교·분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험용 유지는 시판 대두유(CJ Corp., Korea)를 구입하여 사용하였다. 생마늘 및 흑마늘은 영농조합법인 도올농산(경남 남해군)으로부터 제공받아 사용하였다. 생마늘은 1등급 깎마늘의 꼭지부분을 제거한 후 흐르는 물에서 2회 세척하고 자연건조시켜 물기를 제거한 것을 사용하였고, 흑마늘은 영농조합법인 도올농산에서 자체 개발 방법(특허출원번호 : 10-2007-0070551)에 따라 제조한 것을 제공받아 껍질을 제거한 후 사용하였다. 찌마늘은 생마늘을 2중 찌솥을 이용하여 100°C에서 20분간 가열하여 속까지 충분히 익혀 사용하였다. 각 마늘 시료 300 g씩을 믹서(HMF-1000, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 1회당 2분씩 총 5회 반복 분쇄한 다음 즉시 실험에 사용하였다.

2. 대두유에 대한 항산화력 측정용 시료의 제조

대두유 200 g에 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘 분쇄물을 각각 5, 10, 20, 40 g/100 g의 농도로 첨가하였다. 첨가된 마늘 시료는 유지 중에 침전되므로 각 시료는 삼각플라스크에 넣어 입구를 가볍게 봉하고 60±2°C의 shaking incu-

bator(SW-90F, Sangwoo Scientific Co., Seoul, Korea)에서 250 rpm의 속도로 1일 3회씩 각 3분간 혼합하였으며 7, 14, 21 및 28일에 시료를 취하여 각 분석에 사용하였다. 이때 시료를 첨가하지 않은 대두유를 대조군으로 하고 BHT와 α -tocopherol을 각각 대두유에 0.02% 첨가한 것을 동일한 조건에 보관하면서 positive control로 하여 동일한 분석을 행하였다.

3. 대두유의 색도 및 anisidine value

색도는 시료 유지 2 g을 CCl₄ 2 mL에 용해시킨 후 분광광도계를 이용하여 430 nm에서 흡광도를 측정하고 이 값을 색도로 표시하였다(Kim US 등 2002).

Anisidine value는 각 시료와 iso-octane을 1 : 49의 비율로 섞은 용액 5 mL에 무수 초산에 희석한 0.25% *p*-anisidine 시약 1 mL을 혼합한 후 25°C 암소에서 10분간 보관하였다가 350 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 시료액 5 mL과 빙초산을 1 mL 가하여 동일한 조작을 거친 것을 비반응 시험용액으로 하고, 시험용액 대신 trimethylpentan을 사용하여 실험한 것을 바탕용액으로 하여 이들의 흡광도 값으로부터 anisidine value를 산출하였다(한국표준협회 2003).

4. 대두유의 산가, 과산화물가 및 TBA가 측정

산가는 유지 5 g에 100 mL ether-ethanol solution(2 : 1)과 5% phenolphthalein 몇 방울을 가한 후 0.1 N KOH 용액으로 적정하였다.

과산화물가는 시료 1 g에 35 mL의 chloroform-acetic acid(2 : 3)와 1 mL 포화 KI 용액을 넣은 후 5분간 암실에 방치한 다음 75 mL의 증류수를 첨가하고 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N sodium thiosulfate로 적정하였다.

TBA가는 유지에 benzene 10 mL을 혼합하여 용해시킨 후 TBA(2-thiobarbituric acid) 혼합액 10 mL를 가하고 가끔 흔들어 주면서 4분간 방치한 다음 아래층을 회수하여 95°C water bath 상에서 30분간 가열 한 후 빙수 중에서 급냉시켜 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 통계처리

각 실험은 5회 이상 반복실험을 통하여 결과를 얻어 SPSS 12.0을 사용하여 통계처리 하였으며, 각각의 시료에 대해 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색도의 변화

대두유에 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘 분쇄물을 농도별

로 가하여 60°C(Table 1)에서 저장하면서 유지의 변색 정도를 측정된 결과 저장기간이 경과할수록 유지의 색도가 높아짐을 확인할 수 있었다. 대부분의 시료에서 14일에 유의적인 색도의 증가를 나타내었으며, 마늘의 농도가 높을수록 색도가 더 높아 생마늘의 경우 5 g/100 g 농도에서 저장 7일과 28일에 각각 유지색의 흡광도는 0.01과 0.08이었는데 40 g/100 g 농도에서는 각각 0.06과 0.18이었다. 저장 28일에 대조군의 색도는 0.04, α-tocopherol과 BHT는 각각 0.05와 0.06으로 저장 기간의 경과와 더불어 증가하였으나 마늘 시료 첨가군들에 비해서는 낮은 범위였다. 생마늘은 모든 농도에서 저장 14일까지는 저장 28일의 BHT 첨가군과 유사한 범위였고 흑마늘 첨가군도 저장 21일까지는 BHT 첨가군과 유사한 색의 범위였다. 그러나 찢마늘의 경우 저장 14일부터 5 g/100 g 농도를 제외한 모든 시료들에서 27일의 BHT 첨가군보다 더 높은 범위였다. 마늘의 첨가 농도가 높을수록 색도는 오히려 낮았으며, 저장 28일의 색도는 흑마늘 시료에서 가장 낮았다.

유지는 고온으로 가열할 경우 착색현상이 관찰되는데 이에 대한 정확한 메커니즘은 규명된 바가 없으나 가열 대두유에서 생성된 carbonyl기와 그 공액 위치에서의 ethylene기의 유무가 발색에 관여하는 것으로 추정되고 있다 (Kim US 등 2002).

2. Anisidine value 변화

Anisidine value는 유지 중의 2,4-dienal과 이와 유사한

conjugated dien이 p-anisidin과 반응하여 황색의 정색반응이 일어나는 성질을 이용한 것으로 anisidine value가 낮을수록 항산화 능력이 좋은 것으로 생각한다(Kim US 등 2002).

전처리 방법을 달리한 마늘 분쇄물을 대두유에 첨가하고 저장온도 및 기간에 따른 anisidine value의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. Anisidine value는 저장기간의 경과와 더불어 유의적으로 증가하였는데, 대조군의 경우 저장 7일에 1.89±0.11에서 28일에는 12.86±0.27로 약 6.8배 증가하였으며 α-tocopherol과 BHT의 경우 저장 7일에 1.45±0.08과 1.46±0.14이던 것이 저장 28일에는 각각 14.64±1.41과 11.60±1.14로 증가하였다. Anisidine value는 마늘의 처리 방법에 따라 증가 양상이 다소 상이하여, 생마늘의 경우 저장 7일에는 40 g/100 g 농도에서 2.32±0.08로 가장 높았으나 저장 28일에는 20 g/100 g 농도에서 24.13±0.67로 40 g/100 g 농도보다 더 높은 값이었다. 찢마늘에서는 마늘 시료의 첨가농도가 높을수록 anisidine value도 유의적으로 높았으며, 흑마늘에서는 40 g/100 g 농도에서 유의적으로 낮았으며 10 g/100 g과 20 g/100 g 농도간의 anisidine value는 유의차를 나타내지 않았다. 또한 생마늘과 찢마늘은 5 g/100 g 농도에만, 흑마늘은 5 g/100 g과 40 g/100 g 농도에만 α-tocopherol보다 anisidine value가 더 낮았다. 따라서 본 실험의 결과 마늘의 대두유에 대한 항산화능은 마늘의 처리방법 및 첨가농도에 따라 그 양상이 상이함을 확인할 수 있었으며, anisidine value를 중심으로 볼 때 고농도 보다는 저농도에서 더 항산화능이 우수하였다.

Table 1. Changes of chromaticity in soybean oil containing fresh, steamed and black garlic during storage at 60°C (O.D value)

Samples	Added sample vol. (g/100 g corn oil)	Storage period(days)			
		7	14	21	28
Control	Control	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^b	0.03±0.00 ^b	0.04±0.00 ^c
	α-tocopherol	0.02±0.00 ^a	0.05±0.00 ^b	0.05±0.00 ^c	0.05±0.00 ^c
	BHT(0.02%)	0.02±0.00 ^a	0.04±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b	0.06±0.01 ^c
Fresh garlic	5	0.01±0.00 ^{aA}	0.04±0.00 ^{bA}	0.09±0.02 ^{cA}	0.08±0.01 ^{cA}
	10	0.05±0.00 ^{aB}	0.06±0.00 ^{aB}	0.10±0.01 ^{bAB}	0.11±0.01 ^{bB}
	20	0.06±0.00 ^{aC}	0.06±0.00 ^{bB}	0.12±0.01 ^{cB}	0.17±0.00 ^{dC}
	40	0.06±0.00 ^{aC}	0.06±0.00 ^{bB}	0.10±0.00 ^{cAB}	0.18±0.00 ^{dC}
Steamed garlic	5	0.01±0.00 ^{aA}	0.05±0.00 ^{bA}	0.08±0.00 ^{cA}	0.05±0.00 ^{bA}
	10	0.02±0.00 ^{aB}	0.07±0.01 ^{bB}	0.07±0.02 ^{bA}	0.08±0.01 ^{bB}
	20	0.06±0.00 ^{aC}	0.10±0.00 ^{bC}	0.10±0.02 ^{bB}	0.15±0.00 ^{cC}
	40	0.06±0.00 ^{aC}	0.11±0.01 ^{bD}	0.11±0.01 ^{bD}	0.23±0.01 ^{dD}
Black garlic	5	0.02±0.00 ^{aA}	0.04±0.00 ^{bA}	0.04±0.01 ^{bA}	0.06±0.00 ^{cA}
	10	0.02±0.00 ^{aB}	0.04±0.00 ^{bA}	0.05±0.01 ^{cA}	0.08±0.00 ^{dB}
	20	0.02±0.00 ^{aB}	0.05±0.00 ^{bB}	0.06±0.01 ^{bB}	0.11±0.01 ^{cC}
	40	0.03±0.00 ^{aC}	0.06±0.00 ^{bC}	0.07±0.00 ^{cC}	0.11±0.00 ^{dC}

^{a-d} Means with different superscripts in the same row significantly difference(p<0.05).

^{A-D} Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference(p<0.05).

Chromaticity of fresh corn oil was 0.02±0.01(O.D. value).

Table 2. Changes of anisidine value in soybean oil containing fresh, steamed and black garlic during storage at 60°C(O.D value)

Samples	Added sample vol. (g/100 g corn oil)	Storage period(days)			
		7	14	21	28
Control		1.89±0.11 ^a	8.50±0.45 ^b	8.44±0.28 ^b	12.86±0.27 ^c
α-tocopherol		1.45±0.08 ^a	6.79±0.12 ^b	8.71±0.20 ^c	14.64±1.41 ^d
BHT(0.02%)		1.46±0.14 ^a	6.73±0.22 ^b	7.75±0.10 ^b	11.60±1.14 ^c
Fresh garlic	5	1.47±0.06 ^{aA}	5.06±0.14 ^{bB}	8.59±0.21 ^{cA}	14.20±0.14 ^{dA}
	10	1.75±0.07 ^{aD}	6.89±0.11 ^{bC}	11.01±0.31 ^{cB}	15.10±1.26 ^{dA}
	20	1.60±0.02 ^{aB}	4.85±0.09 ^{bA}	11.84±0.30 ^{cC}	24.13±0.67 ^{dC}
	40	2.32±0.08 ^{aC}	7.42±0.08 ^{bD}	11.02±0.70 ^{cB}	18.60±0.51 ^{dB}
Steamed garlic	5	1.32±0.09 ^{aA}	4.48±0.12 ^{bA}	8.62±0.19 ^{cA}	12.93±0.65 ^{dA}
	10	1.47±0.05 ^{aA}	4.64±0.12 ^{bAB}	10.45±0.31 ^{cB}	15.31±0.54 ^{dA}
	20	1.96±0.11 ^{aB}	4.95±0.28 ^{bB}	12.11±0.08 ^{cC}	28.96±0.85 ^{dB}
	40	2.71±0.14 ^{aC}	6.30±0.14 ^{bC}	13.95±0.18 ^{cD}	33.77±2.78 ^{dC}
Black garlic	5	1.75±0.08 ^{aA}	8.19±0.23 ^{bBC}	10.19±0.26 ^{cB}	13.56±0.22 ^{dB}
	10	2.00±0.06 ^{aB}	8.52±0.22 ^{bC}	13.09±0.35 ^{cC}	19.06±0.57 ^{dC}
	20	2.25±0.06 ^{aC}	7.87±0.25 ^{bB}	13.34±0.25 ^{cC}	19.05±1.06 ^{dC}
	40	2.15±0.09 ^{aC}	5.16±0.23 ^{bA}	9.44±0.15 ^{cA}	10.47±0.32 ^{dA}

^{a-d} Means with different superscripts in the same row significantly difference(p<0.05).

^{A-D} Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference(p<0.05).

Anisidine value of fresh corn oil was 0.84±0.10(O.D. value).

3. 산가(Acid value)의 변화

산가는 유지 분자들의 가수분해로 형성된 유리지방산의 양을 나타내는데 유리지방산은 2차적 산화를 촉진하여 품질을 저하시키는 원인이 된다(Cho HS와 Park BH 2000).

마늘분쇄물을 첨가하고 60°C에 저장한 대두유의 산가는 저장기간의 경과와 더불어 증가하였다(Table 3). 산가는 시료의 첨가 농도에 따라서 증가 정도가 다소 상이하였는데, 5 g/100 g 농도에서는 저장 28일의 쯔마늘 및 흑마

Table 3. Changes of acid value in soybean oil containing fresh, steamed and black garlic during storage at 60°C (mg/g)

Samples	Added sample vol. (g/100 g corn oil)	Storage period(days)			
		7	14	21	28
Control		0.29±0.03 ^a	0.95±0.14 ^b	0.95±0.14 ^b	1.06±0.03 ^b
α-tocopherol		0.28±0.03 ^a	0.70±0.15 ^b	0.87±0.10 ^b	1.05±0.03 ^c
BHT (0.02%)		0.27±0.02 ^a	0.62±0.15 ^b	0.87±0.08 ^c	1.03±0.05 ^c
Fresh garlic	5	0.53±0.01 ^{aA}	0.83±0.05 ^{bA}	0.90±0.13 ^{bA}	1.05±0.05 ^{cA}
	10	0.62±0.14 ^{aA}	0.70±0.15 ^{abA}	0.94±0.13 ^{bA}	1.32±0.02 ^{cA}
	20	0.53±0.02 ^{aA}	0.82±0.03 ^{bA}	0.79±0.02 ^{bA}	1.69±0.14 ^{cA}
	40	0.55±0.04 ^{aA}	0.62±0.15 ^{aA}	0.88±0.10 ^{bA}	1.70±0.14 ^{cA}
Steamed garlic	5	0.56±0.04 ^{aA}	0.79±0.00 ^{bA}	0.79±0.03 ^{bA}	1.36±0.04 ^{cA}
	10	0.54±0.03 ^{aA}	0.79±0.00 ^{bA}	0.88±0.09 ^{cA}	1.33±0.02 ^{dA}
	20	0.55±0.02 ^{aA}	0.84±0.09 ^{bA}	0.94±0.13 ^{bA}	1.61±0.04 ^{cB}
	40	0.53±0.03 ^{aA}	0.62±0.15 ^{aA}	0.94±0.13 ^{bA}	1.97±0.13 ^{cC}
Black garlic	5	0.62±0.15 ^{aA}	1.16±0.14 ^{bA}	1.42±0.14 ^{bcB}	1.46±0.13 ^{cA}
	10	0.54±0.02 ^{aA}	0.79±0.02 ^{bA}	1.04±0.06 ^{cA}	1.32±0.11 ^{dA}
	20	0.58±0.03 ^{aA}	1.07±0.03 ^{bA}	1.55±0.05 ^{cBC}	1.95±0.09 ^{dB}
	40	0.67±0.13 ^{aA}	0.73±0.53 ^{aA}	1.58±0.02 ^{bcC}	2.20±0.09 ^{cC}

^{a-d} Means with different superscripts in the same row significantly difference(p<0.05).

^{A-D} Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference(p<0.05).

Acid value of fresh corn oil was 0.06±0.01 mg/g.

늘 첨가구에서 각각 1.36 mg/g과 0.47 mg/g이었는데 40 g/100 g의 농도에서는 각각 1.97 mg/g과 2.20 mg/g으로 5 g/100 g 농도 첨가시에 비해 유의적으로 높은 값이었으며, 대조군이나 α -tocopherol 및 BHT 첨가군에 비해서도 더 높았다. 특히 흑마늘의 경우 저장 28일에 5 g/100 g 첨가시에는 α -tocopherol 및 BHT 첨가군보다 산가가 더 낮았으나 10 g/100 g 이상 첨가시는 산가가 더 높았고, 40 g/100 g 첨가시는 시료 중 가장 산가가 높아 오히려 고 농도에서는 유리지방산의 생성을 촉진하였다.

항산화제의 효과는 반응계의 조건에 따라 다르게 나타날 수 있는데, 상대적인 극성 지질의 지질체계, 유화제, pH 그리고 온도 등의 영향을 받는다고 알려져 있다(Park SI와 Son JY 2004). 대두유 기질에서 알로에 추출물의 항산화 활성을 분석한 결과 3% 첨가시 보다는 1% 첨가시 산패억제 효과가 더 크며 이는 대두유 기질에 대한 확산, 용해도가 1% 초과시에는 한계가 있기 때문이라는 보고도 있다(Woo N 등 1995). 본 실험의 결과에서 시료 첨가 농도가 높을 때 오히려 과산화물의 생성이 많은 것도와 유사한 이유 때문인 것으로 판단된다.

4. 과산화물가(Peroxide value)의 변화

마늘 분쇄물을 첨가한 대두유의 과산화물가를 측정할 결과는 Table 4와 같다. 대두유 중의 과산화물은 저장기간의 경과와 더불어 증가하였으며 마늘의 첨가 농도가 높을수록 과산화물의 생성억제에 더 효과적이었다. 저장

28일에 대조군의 경우 과산화물가는 147.09 meq/kg oil, α -tocopherol과 BHT 첨가군은 각각 135.10과 137.82 meq/kg oil이었으나 마늘 시료 첨가군들에서는 52.78~129.78 meq/kg oil으로 이들에 비해 더 낮은 범위였다.

Oh SH 등(2005)은 유포추출물을 대두유에 첨가하여 60°C에 저장할 경우 과산화물가는 저장 28일까지 지속적으로 증가하였으며, 저장온도의 차이에 따라 항산화력이 차이가 있다고 보고하였다. 이러한 경향은 죽초액을 대두유에 농도별로 첨가한 경우도 마찬가지로 저장 25일까지 과산화물가는 증가하였으며 시료의 첨가농도가 높을수록 항산화효과가 가장 크다고 보도되어 있다(Lee FZ 등 2006). 본 실험의 결과에서도 상기의 보고들과 유사한 경향으로 저장 28일 동안 저장기간의 경과와 더불어 과산화물가는 증가하였으며, 시료의 첨가 농도가 높을수록 항산화효과가 더 높았다.

식물성 유지의 경우 과산화물가가 60~100 meq/kg oil, 동물성 지방의 경우에는 과산화물가가 20~40 meq/kg fat에 도달하는데 소요되는 시간을 그 유지의 잠정적인 산화 유도기간으로 하고 있으며(Lee HR 등 2003), Kim MH 등(2001)은 과산화물가의 변화에 따른 유도기간 설정을 과산화물가가 80 meq/kg oil에 도달하는데 걸리는 시간(일)으로 하고 있다. 이에 따라 본 실험의 결과를 살펴보면 마늘의 첨가량이 40 g/100 g에서는 28일 이상의 유도기간을 가지며 20 g/100 g 농도에서는 유도기간이 21일 이상으로 비교적 산화에 안정하였으며 5 및 10 g/100 g 농

Table 4. Changes of peroxide value in soybean oil containing fresh, steamed and black garlic during storage at 60°C (meq/kg)

Samples	Added sample vol. (g/100 g corn oil)	Storage period(days)			
		7	14	21	28
Control	Control	48.63±0.45 ^a	93.11±1.00 ^b	126.95±5.24 ^c	147.09±17.79 ^d
	α -tocopherol	48.30±0.72 ^a	90.14±0.92 ^b	111.65±0.47 ^c	135.10±0.92 ^d
	BHT (0.02%)	37.00±0.50 ^a	86.89±0.74 ^b	116.44±0.58 ^c	137.82±0.54 ^d
Fresh garlic	5	29.17±1.07 ^{aD}	65.17±0.49 ^{bD}	108.86±0.56 ^{cD}	125.07±0.90 ^{dA}
	10	24.97±0.15 ^{aC}	60.87±1.31 ^{aC}	81.70±0.41 ^{aC}	79.92±63.55 ^{aB}
	20	21.93±0.40 ^{aB}	49.40±0.44 ^{bB}	69.40±2.18 ^{cB}	85.51±0.65 ^{dC}
	40	8.55±0.45 ^{aA}	28.08±0.88 ^{bA}	49.33±1.15 ^{cA}	52.78±5.88 ^{cC}
Steamed garlic	5	38.57±0.15 ^{aD}	77.69±0.77 ^{bD}	114.66±0.40 ^{cD}	129.62±0.35 ^{dD}
	10	33.77±0.25 ^{aC}	70.74±0.43 ^{bC}	97.52±0.50 ^{cC}	113.81±0.51 ^{dC}
	20	28.50±0.50 ^{aB}	60.71±0.42 ^{bB}	78.80±0.60 ^{cB}	91.52±0.49 ^{dB}
	40	23.70±0.26 ^{aA}	50.74±0.31 ^{bA}	59.40±0.19 ^{cA}	69.27±0.17 ^{dA}
Black garlic	5	34.90±0.82 ^{aD}	76.84±0.26 ^{bD}	99.49±0.44 ^{cD}	129.78±0.34 ^{dD}
	10	23.20±0.26 ^{aC}	57.77±0.39 ^{bC}	91.55±0.38 ^{cC}	120.07±0.47 ^{dC}
	20	11.50±0.50 ^{aB}	43.46±0.48 ^{bB}	71.33±0.30 ^{cB}	92.52±0.46 ^{dB}
	40	6.99±0.10 ^{aA}	27.83±0.52 ^{bA}	41.65±0.38 ^{cA}	56.57±0.40 ^{dA}

^{a-d} Means with different superscripts in the same row significantly difference(p<0.05).

^{A-D} Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference(p<0.05).

Peroxide value of fresh corn oil was 1.43±0.22 meq/kg.

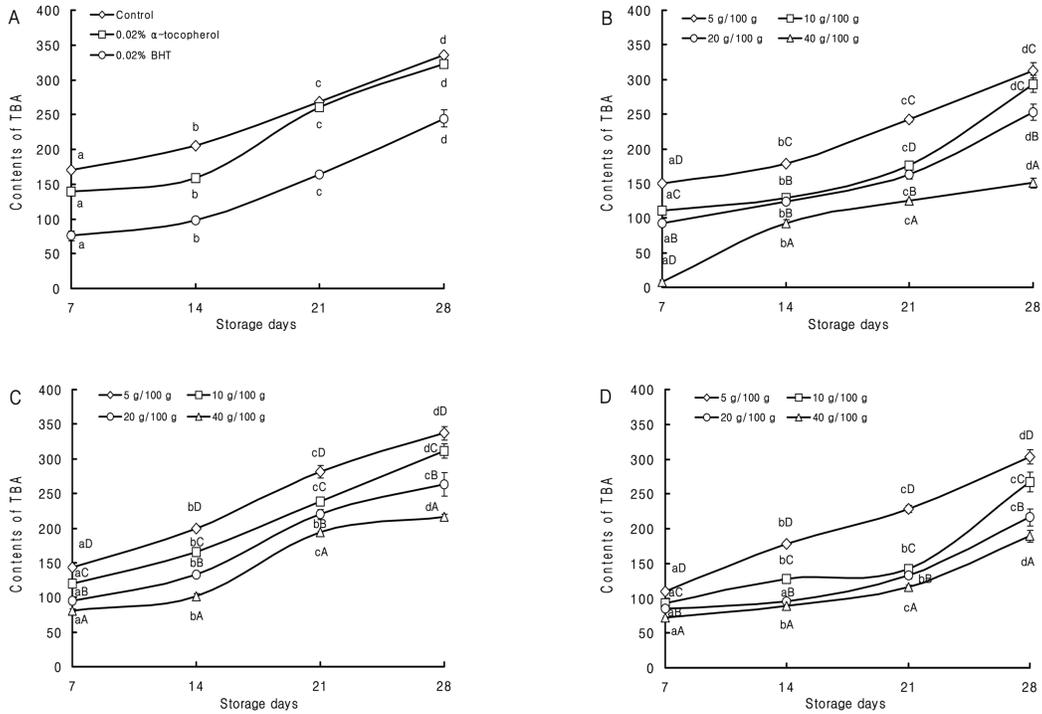


Fig. 1. Changes of TBA value in soybean oil containing fresh, steamed and black garlic during storage at 60°C.

^{a-d} Means with different superscripts in the same line significantly difference(p<0.05).

^{A-D} Means with different superscripts in the same storage days significantly difference(p<0.05).

TBA value of fresh corn oil was 0.34±0.11.

A: control and positive control, B: Fresh garlic, C: Steamed garlic, D: Black garlic.

도에서 유효기간은 14~21일 사이로 확인되었다.

5. TBA가의 변화

불포화 지질들을 중심으로 하는 지질들이 산소와 반응하면 과산화 반응이 일어나고, 이 과정이 계속 진행되면 활성산소들의 연쇄반응이 일어나게 되어 이차 분해산물로 aldehyde기인 malondialdehyde(MDA)를 생성하게 되는데, 이 물질은 thiobarbituric acid(TBA)와 반응하여 적자색의 복합체를 형성하게 되며 이는 유지의 산패를 나타낸다(Park YH 등 2007).

마늘 분쇄물을 농도별로 첨가하고 대두유에 대한 TBA 생성 억제 효과를 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. TBA 값은 저장기간이 경과할수록 시료의 첨가 농도가 낮을수록 높아졌는데, 저장 28일에 대조군은 335.63으로 가장 높았고 α-tocopherol 0.02% 첨가군도 322.03이었으며, BHT 첨가군은 244.20으로 비교적 낮았다. 마늘 분쇄물 첨가군들의 경우 저장 28일에 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘의 40 g/100 g 첨가시와 흑마늘 20 g/100 g 첨가군은 BHT 첨가군보다 TBA 생성량이 더 낮았고 이들을 제외한 모든 시료에서 BHT 첨가군보다 오히려 TBA 값이 더 높았다.

Kim MW 등(2003)은 대두유에 빵잎 추출물을 첨가할 경우 TBA 값은 첨가농도가 증가할수록 더 낮아 항산화

효과가 더 크다고 하였다. 죽초액을 첨가한 Lee FZ 등(2006)은 저장 15일까지는 TBA의 생성이 적어 항산화 효과가 있었으나 이후 급속히 산패가 일어났으며 시료의 첨가 농도가 높을수록 산패억제 효과는 더 크다고 보고하였다. 본 실험의 결과도 상기의 보고와 유사한 결과로 저장 28일까지 TBA 값은 지속적으로 증가하였으며 시료의 첨가 농도가 높을수록 생성량이 적었는데 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘 모두에서 40 g/100 g의 농도에서만 항산화 효과를 확인할 수 있었다.

IV. 요약

전처리 방법을 달리한 마늘의 항산화 활성을 비교하고자 대두유에 생마늘, 찌마늘 및 흑마늘 분쇄물을 농도별로 가하여 60°C에 저장하면서 유지의 산패 정도를 비교 분석하였다. 저장기간이 경과할수록 유지의 색도가 높아졌으며, anisidine value는 저장 14일에 급격히 증가하여 저장 28일까지 지속적으로 증가하였다. 산가는 생마늘과 찌마늘 첨가구에서는 시료의 첨가 농도 따른 유의적인 차이가 없었으며, 흑마늘의 경우는 저장 14일 이후부터는 시료의 첨가 농도가 증가할수록 산가가 증가하는 경향이 었다. 과산화물가는 α-tocopherol이나 BHT 첨가군에 비해

여 마늘 분쇄물 첨가군에서 더 낮아 마늘 분쇄물이 과산화물의 생성을 효과적으로 억제함을 확인할 수 있었다. TBA 값은 저장기간이 경과할수록 증가하였으며, 시료의 첨가 농도가 높을수록 생성억제 효과가 더 컸는데 저장 28일에 대조군(335.63)에 비해 찐마늘 5 g/100 g 농도(336.97)를 제외한 모든 시료의 TBA 값이 더 낮아 TBA 생성억제 효과를 확인할 수 있었으며, 40 g/100 g의 농도에서는 BHT보다 더 효과적으로 산패를 억제함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- 신동원, 김남일, 여인석. 1999. 한권으로 읽는 동의보감. 들녘출판사. 서울. p 885
- 정동효, 정성욱. 2005. 마늘의 과학. 도서출판 월드사이언스. 서울. pp 2-4
- 한국표준협회. 2003. 한국식품규격. HISO6885.
- Bae HJ, Chun HJ. 2002. Changes in volatile sulfur compounds of garlic under various cooking conditions. *Korean J Food Cookery Sci* 18(3):365-371
- Cho HS, Park BH. 2000. Effects of onion and garlic juice on the lipid oxidation and quality characteristics during the storage of conger eel(*Astroconger myriaster*). *Korean J Soc Food Sci* 16(2):135-142
- Choi JH, Byun DS. 1986. Studies on Anti-aging action of garlic, *Allium sativum* L. (1). Comparative study of garlic and ginseng components on anti-aging action. *Korean Biochem J* 19(2):140-146
- Jang HS, Hong GH. 1998. Consideration of physiological functional characteristics in garlic *Allium sativum* L. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5(2):191-197
- Jo HJ, Choi MJ. 2002. Effect of 1% garlic powder on serum and liver lipid and plasma amino acid concentration in rats fed cholesterol diet. *Korean J Food Sci Nutr* 31(1):98-103
- Kang JH, Ahn BW, Lee DH, Byun HS, Kim SB, Park YH. 1988. Inhibitory effects of ginger and garlic extracts on the DNA damage. *Korean J Food Sci Technol* 20(3):287-292
- Kim MH, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. 2001. The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 33(1):12-18
- Kim MW, Ahn MS, Lim YH. 2003. The antioxidative activities of mulberry leaves extracts on edible soybean oil. *Korean J Food Culture* 18(1):1-8
- Kim US, Choi EM, Koo SJ. 2002. Effects of the addition of vegetables on oxidized frying oil. *Korean J Food Cookery Sci* 18(6):557-561
- Lau BHS, Adetumbi MA, Sanchez A. 1983. *Allium sativum* (garlic) and atherosclerosis ; a review. *Nutr Res* 3(1):119-128
- Lee FZ, Lee BD, Eun JB. 2006. Antimicrobial activity and oxidative stability of bamboo smoke distillate on soybean oil during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38(6):816-822
- Lee HR, Lee JM, Choi NS, Lee JM. 2003. The antioxidative and antimicrobial ability of ethanol extracts from *Rosa Hybrid*. *Korean J Food Sci Technol* 35(3):373-378
- Oh SH, Kim YW, Kim MA. 2005. The antioxidant activities of three solvent(ether, buthanol, water) extracts from chestnut inner shell in soybean oil. *Korean J Food Culture* 20(6):703-708
- Park YH, Boo O, Park YL, Cho DH, Lee HH. 2007. Antioxidant activity of *Momordica charantia* L. extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15(1):56-61
- Park SI, Son JY. 2004. Effects of clove extracts on the autoxidation and thermal oxidation of soybean oil. *Korean J Food Cookery Sci* 20(1):81-85
- Wang EJ, Li Y, Lin M, Chen L, Stein AP, Reuhl KR, Yang CS. 1996. Protective effects of garlic and related organosulfur compounds on acetaminophene-induced hepatotoxicity in mice. *Toxicol Appl Pharmacol* 136(1):146-154
- Woo N, Ahn MS, Lee KY. 1995. Antioxidative effect of aloe(*Aloe arborescences*) extracts on linoleic acid and soybean oil. *Korean J Soc Food Sci* 11(5):536-541

2008년 6월 2일 접수; 2008년 9월 16일 심사(수정); 2008년 9월 16일 채택