

마늘의 가공 조리 방법에 따른 lipoxygenase 활성도 저해 효과

김미리 · 모은경 · 이근종

충남대학교 가정대학 식품영양학과

Inhibition of Lipoxygenase Activity by the Extract of Various Processed Garlic

Mee Ree Kim, Eun Kyung Mo and Kun-Jong Lee

Department of Food Science & Nutrition, Chungnam National University

Abstract

Bioactivity of the extract from various processed garlic was evaluated based on the inhibition of lipoxygenase(LPO), and the effect of some stabilizers on the bioactivity was investigated. Water, ethanol or chloroform extract of 30 min boiled garlic showed 75%, 76% or 70% inhibition, respectively, compared to extracts of fresh garlic. In pickled garlic, LPO inhibition decreased gradually during storage. Chloroform extract of 40 day-stored pickled garlic inhibited LPO by 77%, and even on 60th day storage it still retained inhibitory effect of 73%, compared to that of fresh garlic. Meanwhile, the powdered (freeze-dried) garlic showed more bioactivity(80%) than the other processed garlics, and moreover, the irreversible/unstable components seem to be stabilized by freeze-drying. The optimum pH for stabilization of bioactive components in garlic macerate was pH 3 for 48 hr incubation and pH 11 for 6 hr incubation. In addition, the effect of NaCl was not so great, although but maximal stabilization was observed at 150 mM. Stabilizing effect of α -tocopherol was markedly great, and at 6 mM it showed 308% stabilizing effect after 48 hr incubation. More stabilizing effect was observed at lower concentrations of ascorbic acid(≤ 0.6 mM) than higher concentrations. The stabilizing effect of soybean oil was found to be remarkable only during initial period(6 hr) of incubation.

1. 서 론

Lipoxygenase(Linoleate : oxydoreductase, EC 1. 13. 11. 12)는 non-heme을 함유한 dioxygenase로 cis, cis-1,4-pentadiene 구조를 지닌 불포화 지방산에 산소를 도입시켜 hydroperoxy acid를 생성하는 효소이다¹⁾. Lipoxygenase(LPO)는 여러 식물 조직이나 동물세포 내에 존재하는 효소로, 식물중의 LPO는 carotene, chlorophyll 등의 색소파괴나 불포화 지방산의 산화에 의한 영양소 파괴 및 식품의 품질저하에 관여한다²⁾. 반면에, 동물생체중의 LPO는 혈소판 또는 백혈구 내에 존재하는 arachidonic acid를 산화시킨다³⁾. 혈소판의 12-LPO는 세포활성화에 관여하는 12-hydroperoxyeicosatetraenoic acid의 형성⁴⁾에, 백혈구 내에 존재하는 5-LPO는 천식, 알레르기, 염증 등의 매개체인 leukotriene의 형성⁵⁻⁷⁾에, 15-LPO는 5-LPO의 존재하에 새로운 매개체인 lipoxin의 형성⁸⁾에 각각 관여한다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 오래전부터 특유의 자극적인 맛과 냄새를 지니고 있어 조미, 향신료로서 이용

되었을 뿐만 아니라 약리작용을 나타내어 약용으로도 사용되었다. 특히, 향신료로서 사용되는 마늘은 음식에 소량 첨가되지만 굵거나 삶은 마늘, 마늘장아찌, 마늘주(酒)등은 성인병 예방과 치료를 위해 민간에서 다량 섭취하는 방법이다. 따라서, 마늘 중의 유효성분인 여러가지 함유성분을 분리하여 각각의 성분에 의한 혈소판 응집 억제정도 또는 lipoxygenase(LPO) 저해정도를 측정하여 보고한 논문이 많이 있으나 주로 불안정한 allcin, ajoene등의 효과를 강조하였다⁹⁻¹³⁾. 최근에는 마늘의 정유성분(garlic oil)을 capsule에 싸서 시판하여 약처럼 이용되는 경우가 점점 증가되고 있는 추세이어서 이에 대한 연구도 활발하다^{14,15)}. 그러나 식품으로서의 마늘은 단일 성분이 아닌 마늘 전체를 섭취하게 되므로, 여러 성분에 의한 복합적인 효과를 살펴보는 것이 더 중요할 것으로 사료된다. 허등^{16,17)}은 마늘 투여에 의한 생체내 xanthine oxidase, aldehyde oxidase의 활성에 미치는 영향을 보고하였으며 황등¹⁸⁾은 동결건조된 마늘에 의한 항암효과를 보고하였으나, 마늘의 조리가공 방법에 따른 마늘의 유효성분이 LPO 활성에 미치는 영향에 대하여는 보고된 바 없다. 전보에서는 생마늘의 용매 추출분획이 LPO 활성도 저해에 미치는 영향을 보고¹⁹⁾하였으며, 본보에서는 가공 조리한 마늘의 용매 추출분획이 LPO 활성도 저해에 미치는 영향과 다진 마늘에 넣은 첨가물이

본 연구는 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비와 한국음식문화원 연구비의 일부에 의해 수행되었으므로 이에 깊은 사의를 표합니다.

LPO 활성도 저해에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

마늘은 1992년 6월에 연기군 금남면에서 수확된 육쪽 마늘을 구입하여 껍질을 벗겨 크기가 비슷한 것(2.5 g/1 쪽)을 실험에 사용하였으며, linoleic acid(99.9%), lipoxygenase(type IV), Tween 20은 Sigma 제품을, 그외 시약은 GR등급을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) Lipoxygenase(LPO) 활성도 측정

LPO 활성도는 전보¹⁹⁾에서와 같이 측정하였으며, 효소활성도 1 unit는 linoleic acid를 기질로 하여 25°C, pH 9.0의 반응 조건하에서, 1분당 흡광도(234 nm)를 0.001 증가시키는 효소양으로 하였다. 생마늘 또는 가공 조리한 마늘의 용매 추출분획(30 mg/ml)을 lipoxygenase 효소 반응액 15 ml(pH 9.0, 0.1 N borate buffer)에 넣어 preincubation(10분~30분)시키거나 또는 preincubation시키지 않고 즉시로 일정량(100 µl)을 취해 효소반응을 시켜 잔존 효소활성도를 측정하였다. 효소의 저해정도는 대조군의 총활성도에 대한 상대활성도를 percentage(%)로 표시하였다.

(2) 마늘의 가공 조리 방법

1) 가열 처리 마늘

마늘 10 g을 polyethylene film으로 싸서 끓는 증류수 속에 푹 잠기도록 한 후, 7.5, 15, 30분간 각각 가열한 후 막자사발에서 3분간 마쇄하여 30분간 실온에서 방치한 후 15 ml의 용매(수용액 또는 에탄올 또는 클로로포름)를 넣고 magnetic stirrer에서 5분간 각각 추출하여 전보¹⁹⁾에서와 같이 처리한 추출액(30 mg/ml)을 시료로 사용하였다.

2) 마늘장아찌

마늘 30 g을 2% 초산(1% NaCl 함유) 60 ml에 넣고 밀봉하여 20±3°C 의 항온실에 보관하면서 저장 60일까지 10일 간격으로 장아찌 마늘 30 g을 증류수로 씻어 물기를 제거하여 막자사발에서 10분간 곱게 마쇄한 후 45 ml의 용매(수용액 또는 에탄올 또는 클로로포름)를 넣고 상기에서와 같은 방법으로 처리하여 시료(30 mg/ml)로 사용하였다.

3) 분말화 마늘

마늘을 막자사발에서 곱게 마쇄하여 동결건조(-40°C, 10 mHg, 일신기계(주)) 시킨 후 분쇄기로 분쇄한 마늘 분말에 용매(수용액 또는 에탄올 또는 클로로포름)를 생마늘 무게를 기준으로 하여 각각 1.5배씩 넣고 magnetic stirrer에서 30분씩 추출하여 원침시킨 상정액을 시료(30 mg/ml)로 사용하였다.

3. 다진 마늘에 넣은 첨가물이 LPO 활성도 저해에 미

한국조리과학회지 제 9 권 제 3 호 (1993)

치는 영향

생마늘 10 g을 막자사발에서 3분간 곱게 마쇄하여 30분간 실온에 방치한 후 다음의 물질을 각각 첨가하여 magnetic stirrer에서 5분간 stirring한 후 실온에 방치하면서 상정액(100 µl/ml)을 취하여 LPO 활성도 저해정도를 비교하였다.

1) pH변화 : 1.0 M sodium hydroxide와 1.0 M hydrochloric acid를 적당량 넣어 다진 마늘의 pH를 pH 3에서 pH 11까지 조절하였다.

2) Ascorbic acid : Ascorbic acid 수용액 15 ml를 넣어 ascorbic acid의 농도가 0.06 mM에서 6.0 mM이 되도록 하였다.

3) NaCl : NaCl 수용액 15 ml를 넣어 NaCl의 농도가 30 mM에서 0.3 M이 되도록 하였다.

4) Tocopherol : Ethanol에 녹인 α-tocopherol을 다진 마늘에 첨가하여, α-tocopherol의 농도가 0.6 mM에서 12.0 mM이 되도록 물을 넣고 잘 혼합하였다.

5) 식물성 기름 : 대두유를 6%에서 30%가 되도록 다진 마늘에 첨가하여 잘 혼합하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 마늘의 가공 조리 방법에 따른 lipoxygenase 저해 정도

(1) 가열처리 마늘

마늘을 끓는 물 속에서 7.5, 15, 30분간 각각 가열하였을 때, LPO 저해도는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서와 같이 가열시간이 길어질수록 효소저해도는 감소하여 30분 가열한 마늘의 수용액 및 에탄올 추출분획층은 각각 25 및 26%의 저해도를 나타내었다. 마늘추출액과 효소를 preincubation 시켰을 때 preincubation 시간이 길어짐에 따라 효소저해도도 약간 증가되어 부분적 비가역적 저해양상을 보여 주었으나 생마늘 추출액에 비해 저해정도는 낮았다. 생마늘에 의한 LPO 저해도를 100%로 보았을 때 마늘의 가공 조리방법에 따른 상대적인 저해도를 Table 1에 나타내었다. Table 1에서와 같이 수용액 분획의 저해도는 7.5분 가열 마늘이 84%, 30분 가열 마늘이 75%로 가열하지 않은 마늘에 비하여는 저해도가 낮았으나 크게 떨어지지 않았다. 에탄올 분획층은 수용액 분획층에 비해 저해정도가 약간 높았는데, 이는 불안정한 성분이 더 안정화되었거나 에탄올의 추출효과가 더 크기 때문으로 추측된다. 클로로포름 분획층도 역시 가열시간이 길어짐에 따라 효소 저해도가 떨어졌으나, 30분 가열시에 생마늘의 70% 저해도를 나타내므로 가열된 마늘에 남아있는 유효성분 함량은 각 용매분획층에 비슷하게 존재함을 알 수 있었다. 이같이 가열한 마늘이 비교적 높은 LPO 저해도를 나타내는 것은 각각의 용매분획층에 함유된 비교적 안정한 저해제들인 disulfides, sulfides 등에 기인된 것으로 사료된다. 이상의 결과로 볼 때, LPO 저해를 일으키는 마늘의 유효성분은 불안정한 매운맛 성

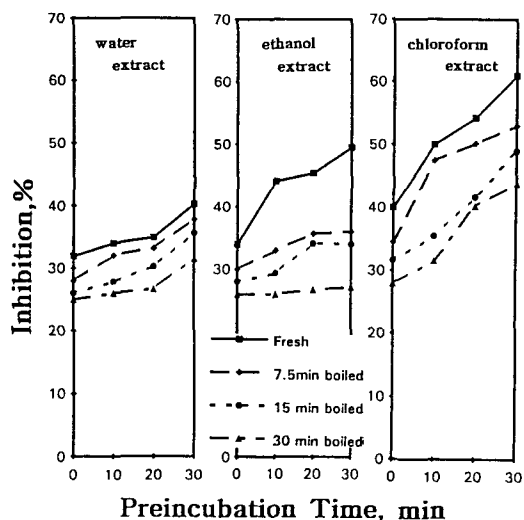


Fig. 1. Time-dependent inhibition of lipoxygenase by extract of boiled garlic.

Table 1. Relative lipoxygenase inhibition by various processed garlic

Processing Methods	Relative Inhibition(%)		
	Water Extract	Ethanol Extract	Chloroform Extract
Fresh garlic	100	100	100
7.5-min Boiled garlic	84	88	90
15-min Boiled garlic	78	82	80
30-min Boiled garlic	75	76	70
Freeze-dried	81	85	80
Pickled garlic stored for 60 days	53	71	73

분으로 알려진 allicin 외에도 수용액에서 안정한 분해 산물들도 상당량 존재하는 것으로 관찰되므로 단일 성분에 의한 저해효과보다는 마늘 중의 여러가지 성분들에 의한 복합적인 저해정도를 살펴보는 것이 적절한 것으로 사료되었다.

(2) 마늘 장아찌

마늘 장아찌를 담근 직후부터 저장 60일까지 10일 간격으로 LPO 저해도를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서와 같이 저장 기간이 경과됨에 따라 LPO 저해도는 감소하였으며 특히, 클로로포름 추출분획의 경우 저장 40일을 전후하여 저해도 감소폭이 커서, 저장 0일의 40%에서 저장 40일에는 30%로 감소하였고 그 이후의 감소폭은 매우 적었다. 생마늘에 대한 상대저해도는 Table 1에서와 같이 60일 저장 마늘장아찌의 수용액 추출분획은 53%, 에탄올 추출분획은 71%, 클로로포름 추출

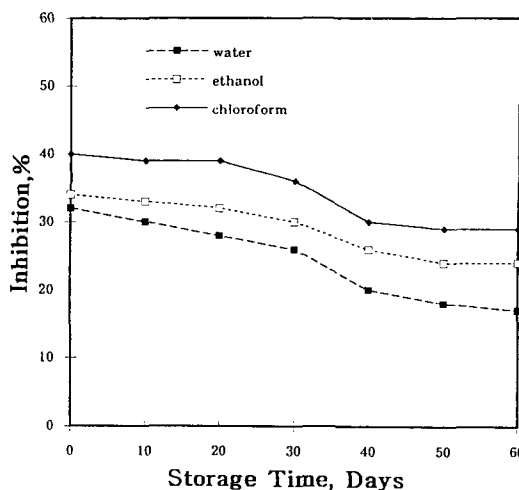


Fig. 2. Inhibition of lipoxygenase by extract of pickled garlic stored for different days.

분획은 73%로 유기용매 추출분획이 수용액 추출분획보다 저해도가 컸다. 김등²⁰⁾은 마늘 장아찌 저장 기간이 경과됨에 따라 allicin의 생성량이 감소되어 저장 40일에는 거의 존재하지 않았다고 보고하였으며, 또한, 김등²¹⁾에 의한 마늘 장아찌 저장 40일에는 alliinase 활성이 거의 없었다는 실험결과로부터 저장 60일된 마늘 장아찌의 유기용매 추출분획이 비교적 큰 LPO 저해도를 유지하는 것은 allicin등 불안정한 성분에 의한 것이 아니고, alliin등 비교적 안정한 유효성분들에 의한 것임을 시사하는 것으로 사료되었다.

(3) 분말화 마늘

동결 건조시킨 마늘을 수용액, 에탄올, 클로로포름으로 각각 추출하였을 때 LPO 저해효과는 Fig. 3에서와 같다. 분말화 마늘의 각 용매 추출분획별로 LPO 저해도는 생마늘의 가역적 및 비가역적 저해도와 비교하였을 때 크게 떨어지지 않아 allicin등의 불안정한 비가역적 저해제들이 꽤 유지되는 것으로 사료되었다. 생마늘에 대한 상대저해도는 Table 1에서와 같이, 수용액 추출분획은 81%, 에탄올 추출분획은 85%, 클로로포름 추출분획은 80%이었다. 본 실험결과로부터 분말화 마늘이 생마늘에 비해 뒤떨어지지 않는 비교적 큰 생리활성을 나타내었으므로 분말화 마늘은 생마늘의 바람직한 가공 조리법으로 사료된다. 특히, 생마늘은 장기 보관시 부패, 곰팡이 등으로 손실이 많이 일어날 뿐 아니라 매운맛도 수확 직후에 비해 절반 이하로 감소^{22,23)}되므로 마늘을 분말화하여 사용하면 저장성, 간편성면에서도 바람직한 것으로 사료된다.

2. 다진 마늘에 넣은 첨가물이 lipoxygenase 활성도 저해에 미치는 영향

(1) pH 변화

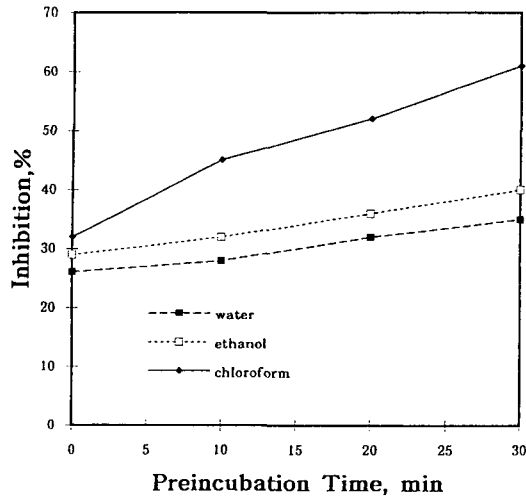


Fig. 3. Time-dependent inhibition of lipoxygenase by freeze-dried garlic.

다진 마늘의 pH를 3에서 11까지 각각 조절하여 5분간 stirring한 후 20°C 에서 48시간까지 경시별로 LPO 저해도를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 추출직후의 저해효과는 대조군에 비해 pH 7이 높았으나 시간이 경과됨에 따라 산성 또는 알칼리성에서 더 높은 저해도를 나타내었다. 추출 직후 pH 7이 높은 저해도를 나타내는 것은 alliinase의 최적작용 pH가 6.5²⁴⁾ 정도이므로 alliin을 생성하는 최적조건이기 때문으로 사료된다. 한편, pH 3인 경우 마쇄직후 저해도가 낮았으나 시간이 경과됨에 따라 증가되어 48시간 후에는 대조군에 대한 상대저해도가 180%까지 증대되었다. 시간 경과에 따라 pH 3에서 저해정도가 높아지는 것은 alliin이 안정화되기 때문으로 사료되며, 이러한 결과는 alliin이 약산성에서 비교적 안정하다는 결과²⁵⁾와 부합된다. Yu 등²⁶⁾은 pH조절 후 가열한 경우에 알칼리성 매질에서 diallyldisulfide 등 sulfide류들이 많이 생성된다고 보고하였으므로, pH 9나 11의 알칼리에서 LPO 저해도가 증대되는 현상은 alliin의 분해로 생성된 ajoene, dithiin, disulfide, trisulfide 등에 의한 강력한 LPO 저해작용에 기인된 것^{11,12)}으로 사료된다. 알칼리에서는 방치 12시간에 최대 저해가 관찰되었고 그 이후에는 점차 감소하였으나 48시간 후에도 마쇄 직후보다는 높은 효소저해도를 나타내었다.

(2) Ascorbic acid 첨가

다진 생마늘에 ascorbic acid를 첨가하여 0.06 mM에서 6.0 mM의 농도가 되도록 한 후 경시별로 LPO 저해도를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. Ascorbic acid의 농도가 0.06 mM 미만일 경우에는 대조군에 비해 저해효과가 거의 없었으나 0.06 mM 이상의 농도에서는 저해효과가 증가하였으며 ascorbic acid 농도가 10배로 증가한 0.6 mM의 경우 1시간 후까지는 0.06 mM과 유사하였으나, 48시간 방치 후 0.6 및 6 mM에는 0.6 mM이 0.06보다 저해도가

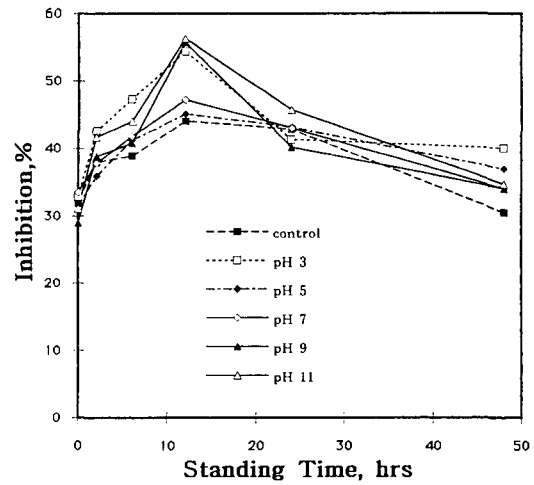


Fig. 4. Inhibition of lipoxygenase by garlic macerate adjusted at different pH values.

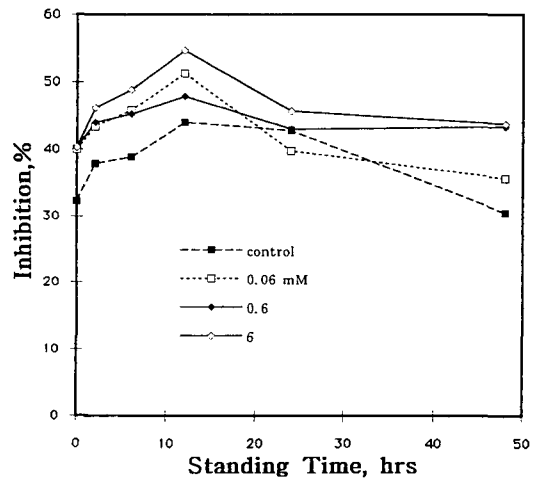


Fig. 5. Inhibition of lipoxygenase by garlic macerate containing different concentrations of ascorbic acid.

더 높았으며 0.6 및 6 mM은 대조군에 비해 각각 211 및 212%, 0.06 mM은 144%의 저해도를 나타내었다. 따라서 장기 저장시에는 ascorbic acid의 농도가 높아야 안정화에 기여하였으나 0.6 mM 이상의 농도는 비효율적인 것으로 사료되었다. 별도의 실험에서 ascorbic acid 자체가 LPO를 저해하는 효과는 0.2 mM 이하에서는 무시할 정도이었으므로, 본 실험에서 0.06 mM의 낮은 농도에서도 LPO 저해성분을 안정화시킨 결과는 의미있는 것으로 생각된다.

(3) NaCl의 첨가

마늘에 NaCl을 30 mM에서 300 mM까지 첨가하였을 때, Fig. 6에서의 같이 LPO 저해도를 크게 증가시키지

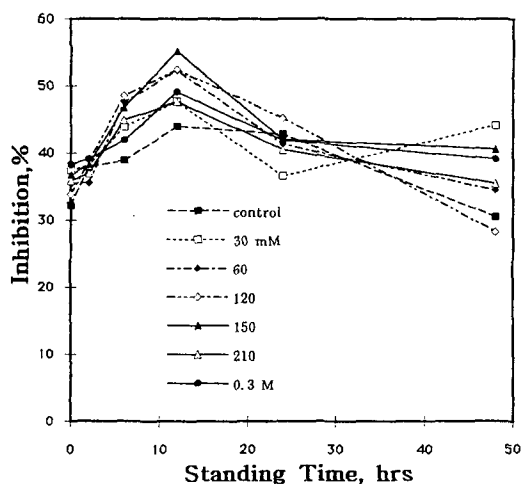


Fig. 6. Inhibition of lipoxygenase by garlic macerate containing different concentrations of NaCl.

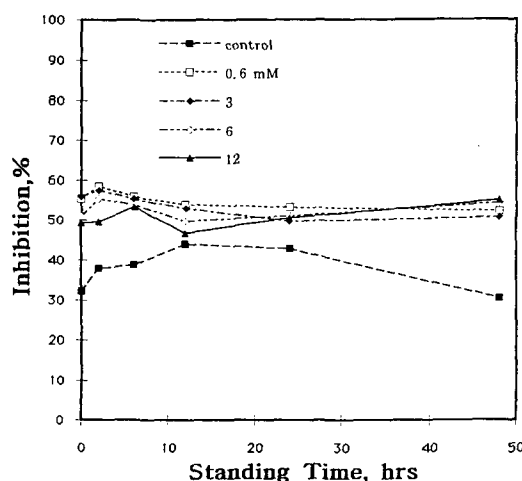


Fig. 7. Inhibition of lipoxygenase by garlic macerate containing different concentrations of α -tocopherol.

않아 시간 경과에 따른 안정화 효과는 크지 않았다. 그러나 60~150 mM 사이의 농도에서 저해도가 비교적 크게 나타났으며 150 mM에서 최대 증대효과가 관찰되어 48시간 후에 상대 저해도는 180% 이었으며 그 이상의 농도에서는 저해도가 감소하였다. 이러한 결과는 고농도의 NaCl에서 alliinase의 저해²¹⁾에 의한 것으로 해석된다. 그러나 이러한 증대효과는 12시간까지는 뚜렷하였고 24시간 후에는 농도에 따라 감소하는 추세를 보였는데 이는 LPO 저해 유효성분이 증대되나 오래 보관시 다시 분해되는 것으로 사료된다.

(4) Tocopherol의 첨가

다진 마늘에 α -tocopherol을 0.6 mM에서 12 mM까지

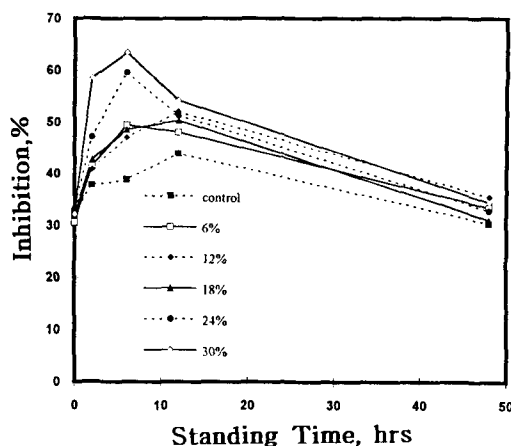


Fig. 8. Inhibition of lipoxygenase by garlic macerate containing different concentrations of soybean oil.

첨가하여 실온에 방치하면서 경시별로 LPO 저해도를 측정된 결과는 Fig. 7에서와 같이 12시간이 경과되기까지는 초기에 비해 안정화 효과가 감소되었으나 그 이후부터 증대되었다. 48시간 후에 0.6 mM은 대조군의 290%, 6.0 mM과 12 mM이 각각 308, 312%의 증대효과를 나타내어 tocopherol의 증가된 농도에 따라 LPO 저해도의 증가정도는 큰 차이가 없었으므로 6.0 mM이 적당한 농도로 사료되었다.

(5) 대두유의 첨가

식물성 기름 중에서 대두유를 6%에서 30%까지 다진 마늘에 첨가하여 실온에 방치하면서 경시별로 LPO 저해도를 측정된 결과는 Fig. 8과 같다. Fig. 8에서와 같이 대두유의 첨가량이 증가함에 따라 LPO 저해도는 대조군에 비해 방치 6시간까지는 24% 이상 첨가하였을 때 상대저해도가 높았고(153~163%), 18% 이하 첨가시는 비교적 낮았다(123~127%). 방치 시간이 12시간 이상 경과됨에 따라 저해도는 감소하였으며, 대두유 첨가량 증가에 따른 안정화 효과는 크지 않았다. 다진 마늘 중의 대두유는 잘 섞이지 않아서 실험시에는 잘 혼합하여 유화액 상태로 사용하였으나 시간이 경과됨에 따라 상(相)이 분리되었다. 따라서 저해효과는 수용액 분획층에 의한 저해효과와 유사한 양상으로 나타났다.

그러나, LPO 저해도는 전체적으로 증가되는 것으로 보아 대두유도 불안정한 저해 성분의 안정화에 기여하는 것으로 사료되었다.

IV. 결 론

마늘의 가공 조리방법에 따른 lipoxygenase(LPO) 저해효과와 다진 마늘에 첨가한 물질이 LPO 저해에 미치는 영향을 살펴 보았다. 가열처리 마늘의 경우 가열시간이 길어짐에 따라 LPO 저해도는 감소하였으나, 생마늘에

비해 크게 낮아지지 않았다. 30분 가열마늘의 경우 생마늘에 대한 상대저해도가 에탄올 추출분획층(76%)이나 수용액(75%)이 클로로포름 분획층(70%)보다 저해도가 약간 더 높았다. 마늘 장아찌는 담근 직후부터 저장 기일이 경과됨에 따라 저해도가 약간 더 높았다. 마늘 장아찌는 담근 직후부터 저장 기일이 경과됨에 따라 저해도는 완만하게 감소하였으나 저장 40일에 급격히 감소하여 저장 60일에 상대저해도는 수용액 분획층이 53%, 에탄올 분획층이 71%, 클로로포름 분획층이 73%로 유기용매 분획층이 더 높은 양상을 나타내었다. 동결 건조된 분말화 마늘은 생마늘에 비해 저해정도가 낮았지만 상대저해도가 80~85%로 비교적 높았으며 비가역적 저해양상도 나타내었다. 한편, 다진 마늘의 pH를 조절한 후의 저해도는 방치시간 12시간까지는 대조군이나 중성 pH에 비해 산성(pH 3)이나 알칼리(pH 9 및 11)에서의 상대저해도가 높아 140~150% 이었으나, 48시간 후에는 pH 3이 180%로 가장 높은 저해효과를 나타내었다. Ascorbic acid의 농도를 0.6 및 6 mM 첨가하였을 때 48시간 경과후에 약 210%의 상대저해도를 나타내었으므로 0.6 mM이 적당하였다. 첨가된 NaCl의 농도별 저해도 증대효과는 크지 않았지만 150 mM이 최대 증대효과를 나타내었다. α -Tocopherol은 저해도 증대효과가 매우 커서 48시간 경과 후에 6.0 mM이 308%, 12.0 mM은 312%를 각각 나타내었다. 대두유는 초기에 안정화 효과가 컸으며 시간경과됨에 따라 첨가량 증가에 따른 안정화 효과는 크지 않았다.

참고문헌

- Hamberg, M., and Samuelsson, B., On the specificity of the oxygenation of unsaturated fatty acids catalyzed by soybean lipoxygenase J.Biol. Chem. 242: 5329 (1967).
- King, D.L., and Klein, B.P., Effect of flavonoids and related compounds on soybean lipoxygenase-1 activity. 52(1): 220 (1987).
- Murphy, R.C., Hammarström, S., and Samuelsson, B., Leukotriene C, a slow reacting substance (SRS) from mouse mastocytoma cells. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 76: 4275 (1979).
- Vanderhoek, J.Y., Bryant, R.W., and Bailey, J.M., 15-Hydroxy-5,8,11,13-eicosatetraenoic acid: A potent and selective inhibitor of platelet lipoxygenase. J. Biol. Chem. 255(3): 5996 (1980).
- Hammarström, S., Murphy, R.C., Samuelsson, B., Clark, D.A., Mioskowski, C. and Corey, E.J., Structure of leukotriene C.: Identification of the amino acid part. Biochem. Biophys. Res. Comm. 91: 1226 (1979).
- Jakschick, B.A., Sams, A.R., Spencer, H. and Needleman, P., Fatty acid structural requirements for leukotriene biosynthesis. Prostaglandins. 20: 401 (1980).
- Sok, D-E., Pai, J.-K., Atrache, V. and Sih, C.J., Characterization of slow reacting substances(SRSs) of rat basophilic leukemia(RBL-1) cell: Effect of cysteine on SRS profile. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 77: 6481 (1980).
- Sok, D-E., Phi, T.S., Jung, C.H., Chung, Y.S. and Kang, J.B., Soybean lipoxygenase-catalyzed formation of lipoxin B isomers from arachidonic acid via 5, 15-dihydroperoxyeicosatetraenoic acid. Biochem. Biophys. Res. Comm. 153(2): 840 (1988).
- Block, E. and Ahmad, S., (E,Z)-Ajoene: A potent antithrombotic agent from garlic. J. Am. Chem. Soc. 106: 8295 (1984).
- Block, E., Ahmad, S., Catalfamo, J., Jain, M.K. and Apitz-Castro, R., Antithrombotic organosulfur compounds from garlic: Structural mechanistic, and synthetic studies. J.Am. Chem. Soc. 108: 7045 (1986).
- Egan, R.W. and Gale, P.H., Inhibition of mechanism 5-lipoxygenase by aromatic disulfides. J. Biol. Chem. 260(21): 11554 (1985).
- Nishimura, H., Wijaya, C.H. and Mizutani, J., Volatile flavor components and antithrombotic agents: Vinyl-dithiols from *Allium victorialis* L.J. Agric. Food Chem. 36: 563 (1988).
- Morimitsu, Y., Morioka, Y. and Kawakishi, S., Inhibitors of platelet aggregation generated from mixtures of *Allium* species and/or S-Alk(en)nyl-L-cysteine sulfoxides. J. Agric. Food Chem. 40: 368 (1992).
- Vanderhoek, J.Y., Nakheja, A.N. and Baley, J.M., Inhibition of fatty acid oxygenases by onion and garlic oils. Biochem. Pharmacology 29: 3169 (1980).
- Lawson, L.D., Wang, Z.J. and Hughes, B.G., Identification and HPLC quantitation of the sulfides and dialkyl thiosulfonates in commercial garlic products. Planta Med. 57: 363 (1991).
- 허근, 최종원, 조수열, 김석환, 마늘 성분인 xanthine oxidase 활성에 미치는 영향. 자원문제연구 2: 111 (1983).
- Huh, K., Lee, S., Kim, Y., Park, J. and Kim, S., Effect of garlic on the hepatic aldehyde oxidase in mice and rabbits. Korean Biochem. J. 20(1): 24 (1987).
- 황우익, 이성동, 손홍수, 백나경, 지유환, 마늘 성분에 의한 면역 증강 및 항암 효과. 한국영양식량학회지 19(5): 494 (1990).
- Kim, M.R., Mo, E.K., Kim, S.H. and Sok, D.-E., Inhibition of lipoxygenase activity by the extract of various processed garlic -Inhibitory effect of garlic extracts on soybean lipoxygenase activity-, 한국영양식량학회지 22(3): 280 (1993).
- Kim, M.R., Yun, J.H. and Mo, E.K., Change of pungency in pickled garlic during storage, presented at Advances in Sensory Food Science, Aug 2-6, 1992, Helsinki, Finland.
- Kim, M.R., Song, M.J. and Ahn, S.Y., Decrease of alliinase activity in pickled garlic during storage., presented at Insitute of Food Technologists 93 Annual Meeting, July 10-14, 1993, Chicago.
- Singh, L.J., Pruthi, J.S., Sreenivasamurthy, V. and Lal, G., Effect of regional variability on the quality of garlic powder. Food Sci. 8: 431 (1959).
- 박무현, 고태영, 신동화, 서기봉, 마늘 장기 저장방법, 한국농화학회지 24: 218 (1981).

24. Mazelis, M. and Crews, L., Purification of alliin lyase of garlic *Allium sativum* L. Biochem. J. 108: 725 (1968).
25. Akema, R., Okazaki, N. and Takizawa, K., On the anti-bacterial substance contained in marketed plant of genus *Allium*. Bull. Kanagawa P.H. Lab. No. 17: 39 (1987).
26. Yu, T., Wu, C. and Liou, Y., Effect of pH adjustment and subsequent heat treatment on the formation of volatile compounds of garlic. J. Food Science 54(3): 632 (1989).