

마늘의 건조과정 중 Alliinase 활성 변화에 관한 연구

채수규

을지대학교 보건산업대학 식품과학부

Studies on the Changes in the Alliinase Activity during the Drying of Garlic

Soo-Kyu Chae

*School of Natural Food Science, College of Health Industry., Eulji University, Sungnam
461-713 Korea*

Abstract

Changes in the alliinase activity during the hot air drying and vacuum freeze drying of garlic samples treated as the whole, sliced and crushed state were investigated. The specific activity of alliinase in raw garlic was 8.52 units/mg protein. The activity in the whole garlic prepared by the hot air drying for 8 hrs was reduced remarkably to 5.22 units/mg protein with 61% remaining and to 4.25 units/mg protein with 50% remaining for 36 hrs. The activity in the sliced garlic prepared by the hot air drying for 36 hrs was reduced to 3.55 units/mg protein with 42% remaining and the activity in the crushed garlic prepared by the hot air drying for 36 hrs was reduced to 3.12 units/mg protein with 37% remaining. The garlic sample sliced or crushed was higher than the whole state in the efficiency of drying but was lower in the remaining activity of alliinase. The activity in the whole garlic prepared by the vacuum freeze drying for 8 hrs was reduced to 7.21 units/mg protein with 85% remaining and to 5.53 units/mg protein with 65% remaining for 36 hrs. The activity in the sliced garlic prepared by the vacuum freeze drying for 36 hrs was reduced to 4.55 units/mg protein with 53% remaining and the activity in the crushed garlic prepared by the vacuum freeze drying for 36 hrs was reduced to 4.16 units/mg protein with 49% remaining. The remaining activity of alliinase in the garlic samples prepared by the vacuum freeze drying was higher than the remaining activity in the garlic samples prepared by the hot air drying.

Key words : garlic, *allium sativum*, freeze drying, alliinase activity

*Corresponding author E-mail : skchae@sh.ac.kr

I. 서론

마늘(*Allium sativum* Linnaeus)은 백합과(Liliaceae) 파속(*Allium*)의 식물¹⁾로서 향신료나 의약품으로 이용되어 왔다. 우리나라에서 마늘은 주로 생마늘로서 김치, 나물, 스프 등에 향신료로 소비되고 있으며 식생활 수준의 향상에 따라 분말이나 절임류 형태의 다양한 가공제품으로도 이용이 현저하게 증가되고 있다.^{2~6)}

마늘은 상처를 받기 전까지는 냄새를 내지 않으나 절단하거나 마쇄하면 강렬한 냄새가 난다. 마늘이 상처를 받으면 alliin이 세포내에 공존하고 있는 alliinase(EC 4.4.1.4. alliin alkyl-sulfenate-lyase)의 작용으로 allicin과 pyruvic acid로 분해되고 allicin은 다시 diallyl disulfide로 분해되어 이들이 pyruvic acid와 작용하여 저급 황화합물 및 카르보닐 화합물을 생성함으로써 독특한 향기 성분과 매운맛을 발생한다.⁷⁾

최초의 마늘에 관한 연구는 1844년 Wertheim⁸⁾이 마늘을 수증기증류 시켜 정유를 얻은 것이었고, Cavallito 등^{9~10)}은 마늘의 가수 에탄올추출액의 증류물에서 향균성 물질인 allyl-2-propenthiosulfinate를 얻고 allicin이라 하였다. Stoll 등^{11~12)}은 마늘의 메탄올 추출액에서 (+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide를 분리하여 alliin이라 명명하였다. 이것은 마늘에 존재하는 alliinase의 작용으로 allicin과 pyruvic acid 및 암모니아로 분해된다고 하였다. 또한 마늘의 alliinase의 최적 pH는 4~8이고 최적 온도는 37℃라고 하였다. Mazelis와 Crews¹³⁾에 의하면 alliinase는 S-methyl-L-cysteine sulfoxide를 기질로 하였을 때 최적 pH가 6.5이었고 S-alkyl-L-cysteine sulfoxide에 대해서 가장 높은

활성을 나타내었다고 하였다. Brodnitz 등¹⁴⁾은 allicin이 신선한 마늘 추출액의 주요 성분으로, allicin이 비효소적으로 분해되면 mono-, di-, trisulfide와 sulfurdioxide가 생성된다고 하였다. Saghir 등¹⁵⁾은 allicin이 신선한 마늘 냄새인 반면 disulfide, trisulfide는 조리된 마늘냄새라고 하였다.

마늘의 생리적 활성은 불활성 전구체로부터 세포가 파괴되면서 효소적으로 생성된 allicin 때문이며, 이 allicin의 thiosulfinate기가 생체내의 thiol기와 강하게 반응하여 세포대사를 억제하여 항균 작용, 동맥경화 예방, 중금속 해독작용 등 각종 효능을 나타내는 것으로 밝혀지고 있다. 또한 마늘의 정유성분도 유충 사멸작용, 혈소판 응집 억제작용, 저 콜레스테롤작용 등의 효과를 나타내는 것으로 알려지고 있다.^{16~30)}

이와 같이 마늘에 대한 연구는 주로 유효성분인 allicin의 생리적 활성에 관해서 이루어져 있으며 실제로 마늘 가공제품에 있어서 allicin 형성에 주요 영향을 미치는 alliinase의 활성에 관한 연구는 그다지 많지 않다.^{31~33)} 따라서 본 연구에서는 마늘 가공제품의 품질 유지 및 향상을 위하여 생마늘을 원형 그대로, 얇게 절편으로 하여 그리고 마쇄한 것을 저온 열건조 및 진공 동결건조 처리하여 각각 건조과정 중 수분함량 및 alliinase 활성 변화를 측정하여 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 마늘은 2004년도 경북 의성 지역에서 수확한 시판 마늘로서 가락시장으로부터 구입하였다. 시판 마늘의 껍질을 상처가 나지 않도록 주의하여 벗기고 크기가 비슷

한 것(중량 약 4.5g)을 모아 원형 그대로, 얇게 절편으로 하여(약 2mm 두께) 그리고 마쇄한 것을 각각 시료로 하였다.

2. 실험방법

2.1. 시료의 건조

시료 형태별로 각각 저온 열건조 및 진공 동결건조 시켰다. 저온 열건조는 시료를 건조기 선반 위에 올려놓고 온도를 55℃로 조절하여 건조시켰으며, 진공 동결건조는 Deep Freezer(Forma Scientific Inc., Model 8423)로 -75℃에서 2시간 이상 예비 동결시킨 후 Freeze Dryer(일신엔지니어링, Model FD5512-01)를 사용하여 0.005-0.05 Torr(mmHg) 및 -50℃ 이하에서 완전하게 진공 동결건조 시켰다.

2.2. 수분 정량

시료 중의 수분은 적외선 수분 측정기(AND Co.)를 이용하여 측정하였다.

2.3. Alliinase 활성 측정

2.3.1. 기질 alliin의 조제

Stoll 등¹¹⁾의 방법을 약간 변형하여 마늘 중에 함유된 alliin (S-allyl-L-cysteine sulfoxide)을 메탄올로 추출하여 효소 반응의 기질로 조제하였다.

2.3.2. 조효소액의 조제

Mazelis 등의 방법에 따라 시료 50g을 취해 glycerol이 10%(v/v) 함유된 냉각시킨 0.02M sodium-potassium phosphate buffer(pH 7.5) 용액을 250ml 가하여 2분간 균질기로 마쇄하였다. 이것을 거르로 짜서 25,000g에서 30분간 원심 분리시켰다. 상정액 100ml당 1% protamine sulfate 15ml을 가하여 10분간 정치시킨 후 다시 원심 분리하여 침전을 제거시키고 상정액에 ammonium sulfate를 35% 포화되도록 가하였다. 이것을 원심 분리하여 침전을 모아 증류수에 용해하여 24시간 투석시킨 다음 조효소액으로 하였다.

2.3.3. Alliinase 활성 측정

Alliinase 활성은 Table 1과 같은 효소 반응액을 만들어 37℃에서 20분간 진탕 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 용액 4ml를 가해 효소 반응을 중지시키고 여과하여 여액의 pyruvic acid의 양을 정량하여 측정하였다. Alliinase의 활성은 Table 1의 효소 반응 조건 하에서 1분간에 pyruvic acid 1μmole 생성에 필요한 효소의 활성을 1 unit로 하여 단백질 mg당의 units로 계산하였다.

Table 1. Composition of the enzyme reaction mixture

Reagents	Concentration
0.1M Sodium potassium phosphate buffer(pH 6.5)	1 ml
25μM Pyridoxal 5'-phosphate	1 ml
10% Crude alliin	1 ml
Crude enzyme solution	1 ml

2.3.4. Pyruvic acid 정량

Freeman 등³⁴⁾과 Schwimmer 등³⁵⁾의 방법에 따라 측정하였다.

2.3.5. 단백질 정량

단백질 정량은 Gornall 등³⁶⁾의 방법에 따라 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 측정하였다.

같았고 alliinase 활성 변화는 Table 3 및 Fig. 2와 같았다. 건조 과정 중 마늘의 수분함량은 시료의 형태에 따라 큰 차이를 나타내었다. 즉 생마늘을 원형 그대로 건조시킨 것은 생마늘의 수분함량 64.5%에서 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분함량이 각각 31.5%, 20.7%, 16.8%로서 얇게 절편으로 하여 건조시킨 것 25.2%, 17.1%, 14.6% 및 마쇄하여 건조시킨 것 21.2%, 15.2%, 13.8%에 비하여 건조속도가 늦었으며 최종 수분함량도 높았다. 또한 절편하거나 마쇄하여 건조시킨 것이 건조 초기에 수분함량이 급감하였으며 건조속도도 생마늘 원형 그대로 건조시키는 것보다 빠름을 알 수 있었다.

III. 결과 및 고찰

1. 마늘의 저온 열건조 과정 중 alliinase 활성 변화

마늘의 저온 열건조 과정 중 시료 형태별 수분 함량 변화는 Table 2 및 Fig. 1과

Table 2. Moisture content of garlic samples during the hot air drying

Sample form	Time (hrs)					
	0	4	8	12	24	36
Whole	64.5	58.5	47.2	31.5	20.7	16.8
Sliced	64.5	45.2	33.0	25.2	17.1	14.6
Crushed	64.5	36.5	27.1	21.2	15.2	13.8

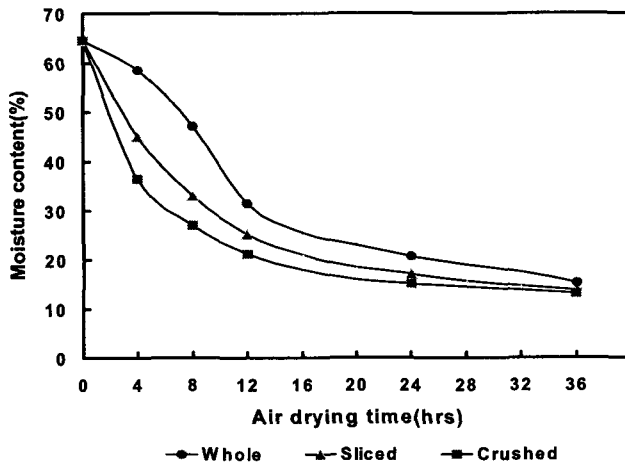


Fig. 1. Changes in moisture content of garlic samples during the hot air drying

한편 열건조 과정 중 alliinase 활성 변화는 건조 초기에는 급감하였으나 그 이후에는 건조온도가 비교적 저온인 55℃를 유지하여 효소활성의 급격한 감소 없이 완만하게 감소하였으며 시료 형태에 따른 alliinase 활성변화는 수분함량 변화와 거의 유사한 모양을 나타내었다. 즉 생마늘의 경우 alliinase의 비활성은 8.52 units/mg protein이었으며 생마늘 원형 그대로 건조시킨 것은 8시간 건조 후에 5.22 units/mg proein으로 잔존활성이 61%로 건조 초기에는 크게 감소하였으나 36시간 건조 후에는 4.25 units/mg protein으로 잔존활성이 50% 정도를 나타내었다. 또한 얇게 절편으로 하여 건조시킨 것은 8시간 건조 후에 4.56 units/mg protein 으로 잔존활성이 54%, 36시간 건조 후에 3.55 units/mg protein으로 잔존활성

이 42% 정도였으며, 마쇄하여 건조시킨 것은 8시간 건조 후에 4.21units/mg protein으로 잔존활성이 49% , 36시간 건조 후에 3.12 units/mg protein으로 잔존활성이 37% 정도를 나타내었다. 생마늘을 절편으로 하거나 마쇄하여 건조시키는 것이 생마늘 원형 그대로 건조시키는 것보다 건조 효율 면에서는 좋게 나타났으나 alliinase의 활성에 있어서는 잔존율이 크게 감소하였음을 알 수 있다. 이는 생마늘을 절편으로 하거나 마쇄할 때 이미 또는 건조시킬 때 효소가 산소와의 접촉이나 열에 의해 활성이 감소되는 것으로 생각되며 또한 시료 형태에 따른 건조과정 중의 수분함량 변화와 alliinase 활성 변화의 양상을 비교할 때 수분함량 감소에 따라 alliinase의 활성도 감소하는 경향을 나타내는 상관관계가 있는 것으로 생각된다.

Table 3. Alliinase activity of garlic samples during the hot air drying

Sample form	Time (hrs)					
	0	4	8	12	24	36
Whole	8.52	6.58	5.22	4.81	4.32	4.25
Sliced	8.52	6.03	4.56	4.22	3.71	3.55
Crushed	8.52	5.78	4.21	3.83	3.23	3.12

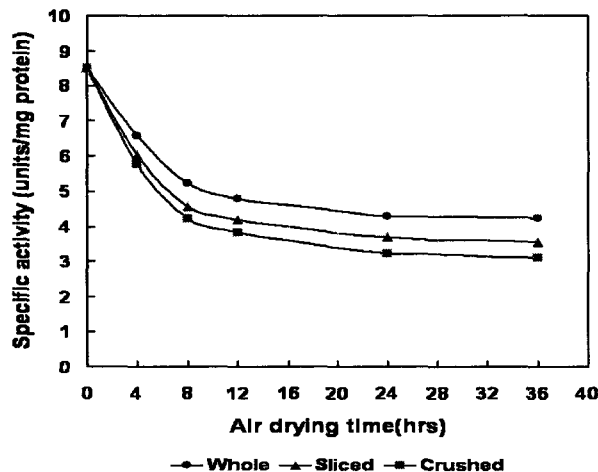


Fig. 2. Changes in alliinase activity of garlic samples during the hot air drying

2. 마늘의 진공 동결건조 과정 중 alliinase 활성 변화

마늘의 진공 동결건조 과정 중 시료 형태 별 수분 함량 변화는 Table 4 및 Fig. 3과 같았고 alliinase 활성 변화는 Table 5 및 Fig. 4와 같았다. 진공 동결건조 과정 중 마늘의 수분함량은 열건조의 경우와 같이 시료의 형태에 따라 큰 차이를 나타내었다. 즉 생마늘을 원형 그대로 건조시킨 것은 생마늘의 수분함량 64.5%에서 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분함량이 각각 34.3%, 22.1%, 11.0%, 3.6%로 감소하였다. 얇게 절편으로 하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 수분함량이 30.5%로 생마늘을 원형 그대로 건조하였을

경우 8시간 경과하였을 때의 수분함량과 유사할 정도로 건조 초기에 급격한 감소를 나타내었으며, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분함량이 각각 20.7%, 13.8%, 6.0%, 0.6%로 현저하게 감소하였다. 마쇄하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 수분함량이 23.6%로 생마늘을 원형 그대로 건조하였을 경우 12시간 경과하였을 때의 수분함량과 유사하였으며 건조초기에 절편으로 하여 건조시킨 것보다도 더 급격한 감소를 나타내었으며, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분함량이 각각 10.8%, 4.9%, 2.5%, 0.4%로 동결건조 시간 경과에 따라 건조속도가 빠르게 진행됨을 알 수 있었다.

Table 4. Moisture content of garlic samples during the vacuum freeze drying

Sample form	Time (hrs)					
	0	4	8	12	24	36
Whole	64.5	53.8	34.3	22.1	11.0	3.6
Sliced	64.5	30.5	20.7	13.8	6.1	0.6
Crushed	64.5	23.6	10.8	4.9	2.5	0.4

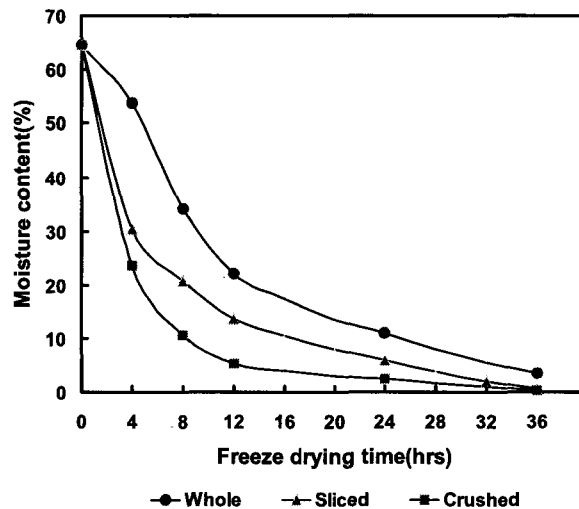


Fig. 3. Changes in moisture content of garlic samples during the vacuum freeze drying

한편 진공 동결건조 과정 중 alliinase 활성 변화는 저온 열건조의 경우와는 다른 양상을 나타내었다. 열건조에 비하여 건조과정 중 수분함량은 급감하였으나 오히려 alliinase의 잔존활성은 높게 나타났다. 즉 생마늘 원형 그대로 건조시킨 경우 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분함량이 생마늘의 수분함량 64.5%에서 각각 34.3%, 22.1%, 11.0%, 3.6% 로 급감하였으나, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 alliinase의 활성은 생마늘의 비활성 8.52 units/mg protein에서 각각 7.21 units/mg protein, 6.80 units/mg protein, 6.01 units/mg protein, 5.53 units/mg protein 으로 잔존활성이 각각 85%, 80%, 71%, 65% 정도로 저온 열건조의 경우보다 비교적 높게 나타났다.

또한 얇게 절편으로 하여 건조시킨 경우에 alliinase 활성은 8시간 건조 후에 6.75 units/mg protein 으로 잔존활성이 79%, 36시간 건조 후에 4.55 units/mg protein으로 잔존활성이 53% 정도였으며, 마쇄하여 건조시킨 경우에 alliinase 활성은 8시간 건조 후

에 6.60 units/mg protein으로 잔존활성이 77%, 36시간 건조 후에 4.16 units/mg protein으로 잔존활성이 49% 정도를 나타내었다. 시료 형태에 따른 건조과정 중의 수분함량 변화와 alliinase 활성 변화의 양상을 비교할 때 열건조의 경우와 같이 수분함량 감소에 따라 alliinase의 활성도 감소하는 경향을 나타내었으나 진공 동결건조에 의해 수분이 거의 제거되었어도 alliinase의 잔존활성은 높게 나타났다. 정³⁷⁾에 의하면 마늘의 총 휘발성 향기성분의 척도인 diallyl disulfide 함량이 50℃와 60℃에서 열풍건조 시켰을 때 생마늘에 비하여 각각 70% 및 80%가 소실되었으며, -78℃에서 예비 동결시킨 후 냉동건조 시켰을 때 52%가 소실되었다. 즉 진공 동결 건조 시킨 마늘이 열풍건조 시킨 마늘에 비하여 향기성분 보유율이 양호한 것과 본 연구에서 alliinase 잔존활성이 높게 나타난 것과 일치하는 결과이었다. 또한 생마늘을 원형 그대로 건조시키는 것이 절편으로 하거나 마쇄하여 건조시키는 것보다 alliinase의 활성에 있어서 잔존율이 높음을 알 수 있다.

Table 5. Alliinase activity of garlic samples during the vacuum freeze drying

Sample form	Time (hrs)					
	0	4	8	12	24	36
Whole	8.52	7.78	7.21	6.80	6.01	5.53
Sliced	8.52	7.52	6.75	6.02	4.90	4.55
Crushed	8.52	7.25	6.60	5.81	4.51	4.16

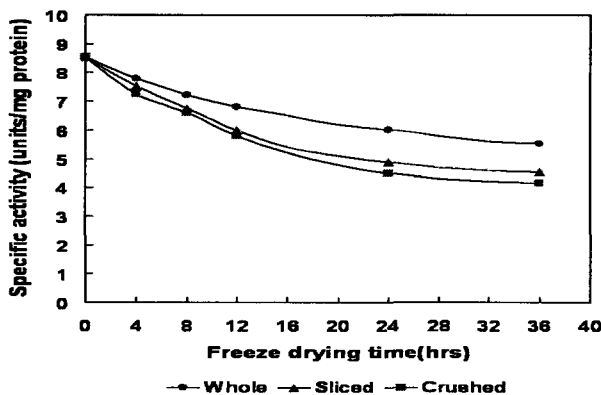


Fig. 4. Changes in alliinase activity of garlic samples during the vacuum freeze drying

IV. 결 론

마늘을 생마늘 원형 그대로, 얇게 절편으로 하여 그리고 마쇄한 것을 저온 열건조 및 진공 동결건조 처리하여 각각 건조과정 중 alliinase의 활성 변화를 조사 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. 마늘의 저온 열건조 과정 중의 alliinase 활성은 생마늘의 alliinase 비활성이 8.52 units/mg protein 인데 비하여 생마늘 원형 그대로 건조시킨 것은 8시간 건조 후에 5.22 units/mg proein으로 잔존활성이 61%로 건조 초기에 크게 감소하였으며 36시간 건조 후에는 4.25 units/mg protein으로 잔존활성이 50% 정도를 나타내었다. 또한 얇게 절편으로 하여 건조시킨 것은 36시간 건조 후에 3.55 units/mg protein으로 잔존활성이 42% 정도였으며, 마쇄하여 건조시킨 것은 36시간 건조 후에 3.12 units/mg protein으로 잔존활성이 37% 정도를 나타내었다. 생마늘을 절편으로 하거나 마쇄하여 건조시키는 것이 생마늘 원형 그대로 건조시키는 것보다 건조 효율 면에서는 좋게 나타났으나 alliinase의 활성에 있어서는 잔존율이 크게 감소하였다.

2. 마늘의 진공 동결건조 과정 중의 alliinase 활성은 생마늘의 alliinase 비활성이 8.52 units/mg protein 인데 비하여 생마늘 원형 그대로 건조시킨 것은 8시간 건조 후에 7.21 units/mg proein으로 잔존활성이 85%, 36시간 건조 후에는 5.53 units/mg protein으로 잔존활성이 65% 정도로 비교적 높게 나타났다. 또한 얇게 절편으로 하여 건조시킨 것은 36시간 건조 후에 4.55 units/mg protein으로 잔존활성이 53% 정도였으며, 마쇄하여 건조시킨 것은 36시간 건조 후에 4.16 units/mg protein으로 잔존활성이 49% 정도를 나타내었다. 진공 동결건조에 의해 수분이 거의 제거되었어도 alliinase의 잔존활성은

높게 나타났다. 또한 생마늘을 원형 그대로 건조시키는 것이 절편으로 하거나 마쇄하여 건조시키는 것보다 alliinase의 활성에 있어서 잔존율이 높게 나타났다.

참고문헌

1. 李昌福: 大韓植物圖鑑, 郷文社, p. 203, 1979.
2. 李盛雨: 高麗以前의 韓國食生活史 研究, 郷文社, p. 121, 1978.
3. 永井勝次: ニンニクの 新藥效, 主婦と生活社, pp. 13~36, 1990.
4. 유희중, 채수규, 진문진: 마늘의 조리 과정에서 Allicin 성분 변화에 관한 연구, *고려대학교 자연자원논집*, 35, 15~20, 1995.
5. 현구, 조길석, 강통삼, 신호선: 상대습도와 저장온도에 따른 건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습 특성, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 19, 176~182, 1987.
6. 병삼, 박노현, 박무현, 한봉호, 배태진: 마늘 착즙의 제조 및 비점 상승의 추정, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 486~491, 1990.
7. hitaker, J. R.: Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic, *Adv. Food Res.*, 22, 73~133, 1976.
8. Wertheim, T.: Investigation of garlic oil, *Ann.*, 51, 289~315, 1844, Cited from *Adv. Food Res.*, 22, 73~133, 1976.
9. Cavallito, C. J. and Bailey, J. H. : Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* - I. Isolation, physical properties, and antibacterial action, *J. Am. Chem. Soc.*, 66, 1950~1951, 1944.
10. Cavallito, C. J., Buck, J. S. and Suter, C. M. : Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* - II.

- Determination of the chemical structure, *J. Am. Chem. Soc.*, 66, 1952~1954, 1944.
11. Stoll A. and Seebeck E.: Uber den enzymertischen abbau des alliiins und die eigenschaften der alliinase, *Helv. Chim. Acta.*, 32, 197~205, 1949.
 12. Stoll A. and Seebeck E.: Chemical investigations on alliin, The specific principle of garlic, *Adv. Enzymol.* 11, 377~400, 1951.
 13. Mazelis, M. and Crews, L.: Purification of the alliin lyase of garlic, *Allium sativum L.*, *Biochem. J.* 108, 725~730, 1968.
 14. Brodnitz, M. H., Pascale, J. V. and Derslic, L. V.: Flavor components of garlic extracts, *J. Agr. Food Chem.*, 19, 273~275, 1971.
 15. Saghir, A. R., Mann, L. K., Bergard, R. A. and Jacobsen, J. B.: Determination of aliphatic mono- and disulfides in allium by gas chromatography and their distribution in the common food species, *Pro. Am. Soc. Hort. Sci.*, 84, 386~397, 1964.
 16. Bogin, E. and Abrams, M.: The effect of garlic extract on the activity of some enzymes, *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 14, 417~419, 1976.
 17. Shashikanth, K. N., Basappa, S. C. and Murthy, V. S.: Studies on the antimicrobial and stimulatory factors of garlic(*Allium sativum L.*), *J. Food Sci. Technol.*, 18, 44~47, 1981.
 18. Al-Delaimy, K. S. and Barakat, M. M.: Antimicrobial and preservative activity of garlic on fresh ground camel meat- I. Effect of fresh ground garlic segments, *J. Sci. Food Agric.*, 22, 96~98, 1971.
 19. 황우익, 이성동, 손홍수, 백나경, 지유환: 마늘성분에 의한 면역 증강 및 항암 효과, *J. Korean Soci. Food Nutr.*, 19, 494~508, 1990.
 20. 長澤滋治: ネギ類の含イオウアミノ酸と抗菌作用ならびに催涙作用について, *蛋白質核酸酵素*, 12, 39~45, 1967.
 21. 山田保雄, 東敬三: Allicin의 抗真菌作用 - 特に *Candida*, *Cryptococcus* 及び *Aspergillus*에 對して-, *醫學と生物學*, 91, 199~203, 1975.
 22. 山田保雄, 東敬三: Allicin의 抗皮膚絲狀菌, *醫學と生物學*, 91, 237~241, 1975.
 23. 中田利一: 腫瘍發育에 及ぼす生ニンニク抽出液의 影響、*日本衛生學雜誌*、27、538~543, 1973.
 24. Sharma, K. K., Sharma, A. L., Dwivedi, K. K. and Sharma, P. K.: Effect of raw and boiled garlic on blood cholesterol in butter fat lipaemia, *Ind. J. Nutr. Dietet.*, 13, 7~10, 1976.
 25. Chi, M. S., Koh, E. T. and Stewart, T. J.: Effect of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard, *J. Nutr.*, 112, 241~248, 1982.
 26. Rain, R. C.: Effect of garlic on serum lipids- Coagulability and fibrinolytic activity of blood, *Am. J. Cli. Nutr.*, 39, 1380~1381, 1977.
 27. 서중화, 임현지, 정두례: 양파즙 투여가 Rat의 납 독성에 미치는 영향, *J. Korean Soci. Food Nutr.*, 22, 138~143, 1993.
 28. Aminu Bobby, Augusti, K. T. and Joseph, P. K.: Hypolipidemic effects

- of onion oil and garlic oil in ethanol-fed rats, *Indian. J. Biochem. Biophys.*, **21**, 211 ~ 213, 1984.
29. Sodimu, O., Joseph, P. K. and Augusti, K. T.: Certain biochemical effects of garlic oil on rats maintained on high fat-high cholesterol diet, *Experientia*, **40**, 78 ~ 80, 1984.
 30. Kamanna, V. S. and Chandrasekhara, N.: Hypocholesteremic activity of different fractions of garlic, *Indian J. Med. Res.*, **79**, 580 ~ 583, 1984.
 31. Kim, M. R, Yun, J. H. and Sok, D. E.: Correlation between pungency and alliin content of pickled garlic during aging, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 805 ~ 810, 1994.
 32. 채수규: 마늘 장아찌 숙성 중 Alliinase 활성 변화에 관한 연구, *Korean J. Food & Nutr*, **12**, 55 ~ 62, 1999.
 33. Lawson, L. D. and Wang, Z. J: Low alliin release from garlic supplements: a major problem due to the sensitivities of alliinase activity, *J. Agric. Food Chem.*, **49**, 2592 ~ 2599, 2001.
 34. Freeman, G. G. and Whenham, R. J. : A rapid spectrophotometric method of determination of thiopropanol S-oxide(Lachrymator) in onion and its significance in flavor studies, *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 1529 ~ 1543, 1975.
 35. Schwimmer, S. and Weston, W. J.: Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency, *J. Agr. Food Chem.*, **9**, 301 ~ 304, 1961.
 36. Gornall, A. G., Burdawell, C. J. and David, M. M.: Determination of serum protein by means of the biuret reaction, *J. Biol. Chem.*, **177**, 751 ~ 756, 1949.
 37. 정신교, 최중욱: 건조방법이 분말마늘의 품질에 미치는 영향, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 44 ~ 49, 1990.