

마늘장아찌 숙성 중 Alliinase 활성 변화에 관한 연구

채 수 규

서울보건대학 식품가공과

Studies on the Changes in the Alliinase Activity during the Aging of Pickled Garlic

Soo-Kyu Chae

Dept. of Food Technology, Seoul Health College, Sungnam 461-713, Korea

Abstract

Changes in the alliinase activity during the aging of pickled garlic samples prepared by the several methods were investigated. The activity of alliinase in raw garlic was 8.73 units/mg protein. The activity in the garlic pickled with soy sauce was reduced to 4.57 units/mg protein with 52% remaining by 1st week of pickling and to 1.05 units/mg protein with 12% remaining by 2nd week of pickling. The activity of alliinase in the garlic pickled with vinegar was 2.79 units/mg protein with 32% remaining by 1st week of pickling and was 0.26 units/mg protein only with 3% remaining by 2nd week of pickling. The activity of alliinase in the garlic pickled with 10% salt solution was 5.06 units/mg protein with 58% remaining by 1st week of pickling. After one week pickling the juice of pickled garlic was removed. Then, garlics were pickled again with vinegar. The alliinase activity was reduced to 0.85 units/mg protein with 10% remaining by 2nd week of pickling. The activity of alliinase in the garlic pickled with vinegar was 2.79 units/mg protein with 32% remaining by 1st week of pickling. The juice of pickled garlic was removed after one week. Then the garlics were again pickled with soy sauce. The alliinase activity in the garlic pickled again with soy sauce was reduced to 0.43 units/mg protein with 5% remaining by 2 week of pickling.

Key words : pickled garlic, alliinase activity.

서 론

마늘 (*Allium sativum* Linnaeus)은 백합과 (*Liliaceae*) 파속 (*Allium*)의 식물¹⁾로서 향신료나 의약품으로 이용되어 왔다. 우리나라에서는 주요 양념의 하나로 각종 음식에 사용되고 있으며, 그 자체로서도 하나의 식품으로 애용되고 있다.^{2,3)} 현재 마늘은 90% 이상이 생마늘로서 주로 김치, 나물, 스프 등에 향신료로 소비되고 있고 단지 일부만이 분말이나 절임류 형태로 생산되고 있으나 식생활 수준의 향상에 따라 마늘 가공제품도 다양화 되고 고급화 되어 가고 있다.⁴⁻⁶⁾

마늘은 상처를 받기 전까지는 냄새를 내지 않으나 절단하거나 마쇄하면 강렬한 냄새가 난다. 마늘이 상

처를 받으면 alliin이 세포내에 공존하고 있는 alliinase (EC 4.4.1.4, alliin alkylsulfenate-lyase)의 작용으로 alliin과 pyruvic acid로 분해되고 alliin은 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 수증기증류시켜 정유를 얻은 것이었고, Cavallito 등^{9,10)}은 마늘의 가수 에탄올 추출액의 증류물에서 항균성 물질인 allyl-2-propenthiosulfinate를 얻고 alliin이라 하였다. Stoll 등^{11,12)}은 마늘의 메탄올추출액에서 (+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide를

분리하여 알린이라 명명하였다. 이것은 마늘에 존재하는 alliinase의 작용으로 알리신과 피루브산 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 때는 최적 pH가 6.5이었고 S-alkyl-L-cysteine sulfoxide에 대해서 가장 높은 활성을 나타내었다고 하였다. Brodnitz 등¹⁴⁾은 allicin이 신선한 마늘 추출액의 주요 성분으로, 알리신이 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 알리신 때문이며, 이 알리신의 thiosulfinate기가 생체내의 티올기와 강하게 반응하여 세포대사를 억제하여 항균작용, 동맥경화 예방, 중금속 해독작용 등 각종 효능을 나타내는 것으로 밝혀지고 있다. 또한 마늘의 정유성분도 유충사멸작용, 혈소판 응집 억제작용, 저 콜레스테롤작용 등의 효과를 나타내는 것으로 알려지고 있다.^{16~30)}

이와 같이 많은 연구가 이루어지고 있으나 마늘 가공식품에 대한 연구는 그다지 많지 않다. 마늘 가공식품의 하나인 마늘장아찌는 한국 고유의 전통음식으로 간장, 식초 등으로 담금하여 제조하고 있다. 이들은 숙성중 신선한 마늘의 강한 매운맛이 제거되지만 매운맛에 주요 영향을 미치는 alliinase의 활성에 관한 연구는 거의 없다. 본 연구는 마늘장아찌 제조 조건에 따른 숙성과정 중의 마늘의 매운맛에 영향을 미치는 알리신 성분과 직접 관계가 있는 alliinase의 활성의

변화를 측정하고 액즙 및 고형물 중의 염분, pH 등이 alliinase 활성에 미치는 영향을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

1. 실험재료

마늘은 1998년도 충남 서산 지역에서 수확한 것을 서울 가락시장에서 구입하였다. 간장은 시판 양조간장(샘표 양조간장 501)을 사용하였고, 식초는 시판 양조식초(화영 양조식초)를, 설탕은 시판 설탕(제일제당 백설탕)을 사용하였다.

2. 마늘장아찌 시제품 제조

시판 마늘의 껍질을 상처가 나지 않도록 주의하여 벗기고 물로 깨끗이 씻은 후에 크기가 비슷한 것(중량 약 4.5g)을 모아 Table 1의 방법으로 마늘장아찌를 담금하여 시제품을 제조하였다.

3. 염도측정

시료 10g에 증류수 90ml를 가해 3분간 균질화한 후 여과하고, 액즙을 적당히 희석하여 염도계(TOA Salimeter Japan)로 측정하였다.

4. pH 측정

시료 10g에 증류수 90ml를 가해 3분간 균질화한 후 pH 미터(ORION Model 720A, U.S.A)로 측정하였다.

5. Pyruvic acid 정량

Freeman 등³¹⁾과 Schwimmer 등³²⁾의 방법에 따라 측정하였다.

Table 1. The methods of preparation of pickled garlic

Sample	Method of preparation
SO	300ml of soy sauce was added to 300g of garlic. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃.
VI	300ml of vinegar was added to 300g of garlic. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃.
SV	300ml of 10% salt solution was added to 300g of garlic. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃. After one week the mixture was filtered with a gauze. To the garlic residue without juice 30g of sugar and 300ml of vinegar were added. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃
VS	300ml of vinegar was added to 300g of garlic. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃. After one week the mixture was filtered with a gauze. To the garlic residue without juice 30g of sugar and 300ml of soy sauce were added. The mixture was put into plastic bottle and aged at 20℃

6. Alliinase 활성 측정

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) 조효소액의 조제

Mazelis 등¹³⁾의 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 거즈로 짜서 25,000g에서 30분간 원심분리시켰다. 상정액 100ml당 1% protamine sulfate 15ml를 가하여 10분간 정치시킨 후 다시 원심분리하여 침전을 제거시키고 상정액에 황산암모늄을 35% 포화되도록 가하였다. 이것을 원심분리하여 침전을 모아 증류수에 용해하여 24시간 투석시킨 다음 조효소액으로 하였다.

3) Alliinase 활성 측정

Alliinase 활성은 Table 2와 같은 효소 반응액을 만들어 37℃에서 20분간 진탕 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 용액 4ml를 가해 효소 반응을 중지시키고 여과하여 여액의 피루브산의 양을 정량하여 측정하였다.

Alliinase의 활성은 Table 2의 효소 반응 조건 하에서 1분간에 피루브산 1μmole 생성에 필요한 효소의 활성을 1 unit로 하여 단백질 mg당의 units로 계산하였다.

7. 단백질 정량

단백질 정량은 Gornall 등³³⁾의 Biuret 방법에 따라 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 측정하였다.

Table 2. 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

결과 및 고찰

1. 간장에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성
간장에 담근 마늘장아찌의 숙성기간 중 화학성분 및 alliinase 활성의 변화는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

즉 생마늘의 염분함량은 0.14%이었으나 간장에 담근 마늘장아찌 고형물은 담금 1주일 후에 0.38%, 담금 4주일 후에 0.74%로 숙성기간이 경과할수록 점차로 증가되었다. 마늘장아찌 액즙의 염농도는 담금 1주일 후에 13.0%, 담금 4주일 후에 10.6%로 담금용 간장의 염농도 16.2%에 비해 숙성기간이 경과할수록 마늘 조직의 수분의 침출로 인해 희석되어 감소하였다.

또한 생마늘 즙액의 pH는 6.88이었으나 마늘장아찌 고형물 즙액은 담금 3일 후에 6.98, 담금 1주일 후에 7.41, 담금 4주일 후에 7.51로 숙성기간이 경과할수록 약알칼리성으로 변화되었다. 마늘장아찌 액즙의 pH는 담금 1주일 후에 5.43, 담금 4주일 후에 5.91로 담금용 간장의 pH 5.46에 비하여 약간 증가되었다. 마늘장아찌 숙성 중 pH의 상승은 마늘 성분인 alliin이 암모니아로 분해되었기 때문으로 생각된다.

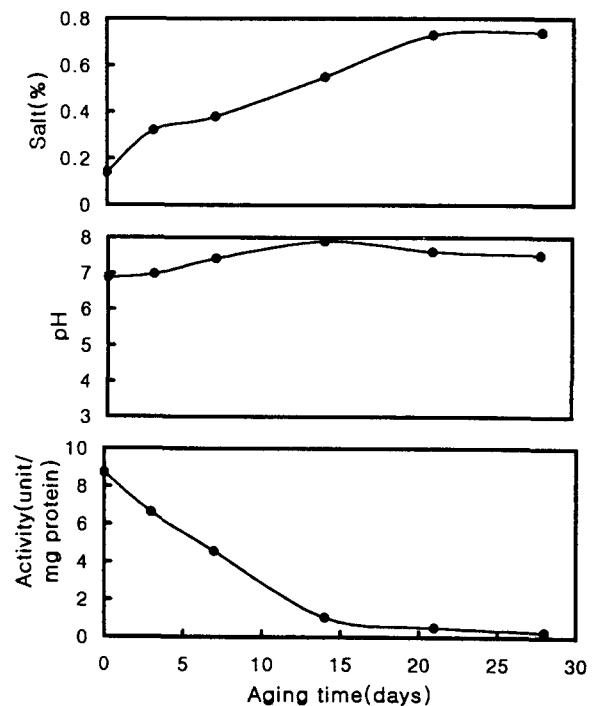


Fig. 1. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic solid pickled with soy sauce on the aging at 20℃.

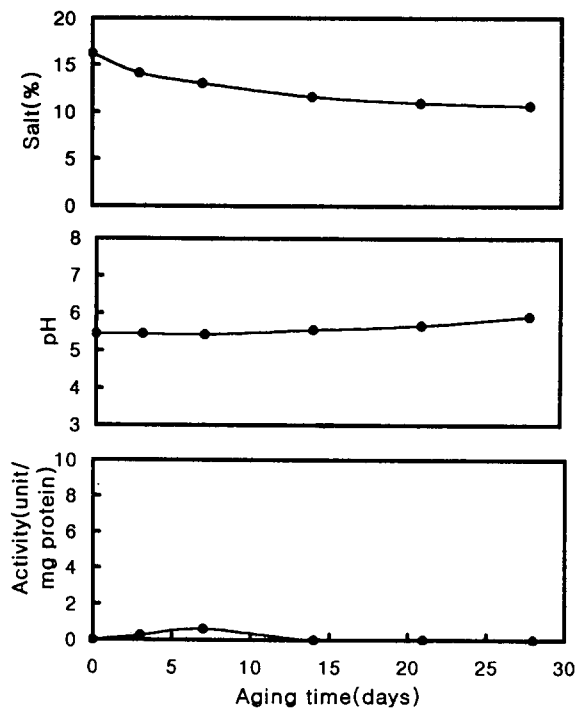


Fig. 2. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic juice pickled with soy sauce on the aging at 20°C.

간장에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성은 생마늘의 경우 8.73 units/mg protein인데 비하여 담금 1주일 후의 마늘장아찌 고형물은 4.57 units/mg protein으로 잔존 활성이 52%, 담금 2주일 후에는 1.05 units/mg protein으로 잔존 활성이 12%로 감소하였다. 이와 같은 결과로 볼때 마늘장아찌 숙성 중 간장의 NaCl이 alliinase를 불활성화시켜서 마늘 조직 중에 알린 형태로 주로 존재하며, 생성된 알리신도 숙성되는 동안 diallyl disulfide로 분해되어 매운맛이 약해지는 것으로 생각된다.³⁴⁾

또한 간장에 담근 마늘장아찌 액즙은 담금 1주일 후에 alliinase 활성이 0.60 units/mg protein 정도를 나타내었다. 이것은 마늘장아찌 고형물로부터 효소 성분 및 피루브산 등이 미량이나마 담금액 중에 용출되어 존재하기 때문에 원래 액즙에 없었던 효소 활성이 초기에 미약하게 효소 활성으로 측정되어 나타난 것으로 생각된다. 그러나 담금 2주일 후부터는 거의 효소 활성을 나타내지 않았다.

2. 식초에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성

식초에 담근 마늘장아찌의 숙성기간 중 화학성분 및 alliinase 활성의 변화는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

즉 생마늘 즙액의 pH는 6.88이었으나 식초에 담근 마늘장아찌 고형물 즙액의 pH는 담금 3일 후에 5.07, 담금 1주일 후에 4.69, 담금 4주일 후에 4.36으로 담금액의 초산이 마늘 조직 내부로 침투함에 따라 pH가 크게 내려갔다. 담금액인 식초 자체의 pH가 3.28이었으나 액즙의 pH는 마늘 조직의 수분의 침출로 인해 희석되어 4.36으로 증가되었다.

생마늘의 염분농도는 0.14%이었으나 식초에 담근 마늘장아찌 고형물중의 염분함량은 숙성기간 중에 거의 변화 없이 0.09~0.1% 정도를 나타내었다.

식초에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성의 변화는 생마늘의 alliinase 활성이 8.73 units/mg protein인데 비하여 담금 1주일 후에 마늘장아찌 고형물은 2.79 units/mg protein으로 잔존 활성이 32%, 담금 2주일 후에는 0.26 units/mg protein으로 잔존 활성이 3%에 불과하였다. 이것은 담금액 중의 초산이 마늘 조직 중에 침투함에 따라 pH가 저하되어 효소가 변성 실패되었기 때문으로 생각된다.^{35,36)} 그러므로 식초에 담근 마늘장아찌가 간장에 담근 마

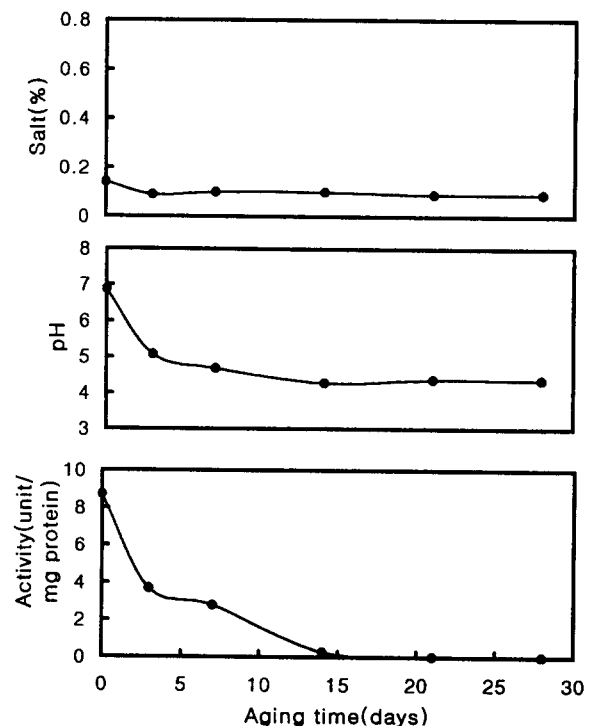


Fig. 3. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic solid pickled with vinegar on the aging at 20°C.

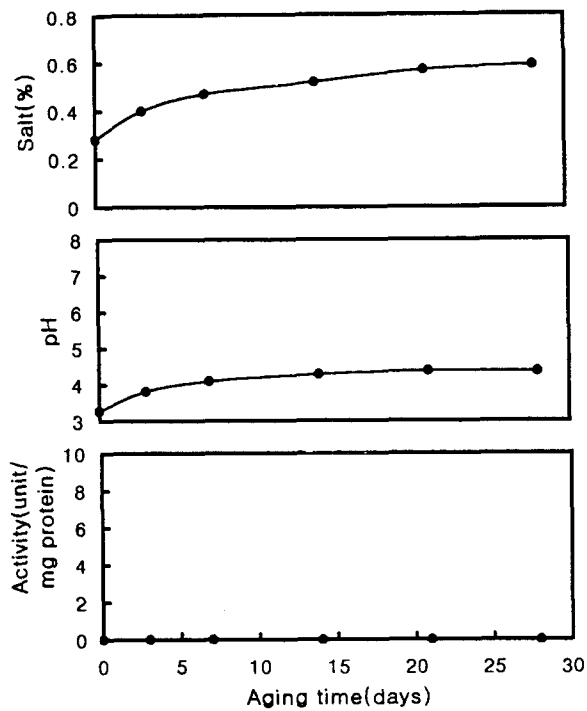


Fig. 4. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic juice pickled with vinegar on the aging at 20°C.

늘장아찌보다 숙성 초기의 alliinase의 잔존 활성이 더 감소되어 매운맛이 약할 것으로 생각된다.

식초에 담근 마늘장아찌 액즙에는 효소 활성이 거의 나타나지 않았다.

3. 소금물에 1주일 담근 후 식초에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성

마늘을 10% 소금물에 담가 1주일 경과 후에 거즈로 액즙을 제거하고 같은 양의 식초를 가하여 담근 마늘장아찌의 숙성기간 중 화학성분 및 alliinase 활성의 변화는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다.

담금 1주일째에 마늘장아찌 고형물의 염분 함량은 마늘 조직 내부로 소금물의 침투에 따라 0.37%로 증가되었으나 담금 1주일 후에 소금물 액즙을 제거하고 식초에 다시 담그므로서 담금 4주일 후의 염분 함량은 0.20%로 다시 감소되었다.

10% 소금물에 담금 직후의 액즙의 염분농도는 10.83% 이었으며, 담금 1주일째는 8.50%로 약간 감소하였으나 담금 1주일 후에 액즙을 제거하고 식초에 다시 담그므로서 담금 4주일 후의 염분농도는 2.50%였다.

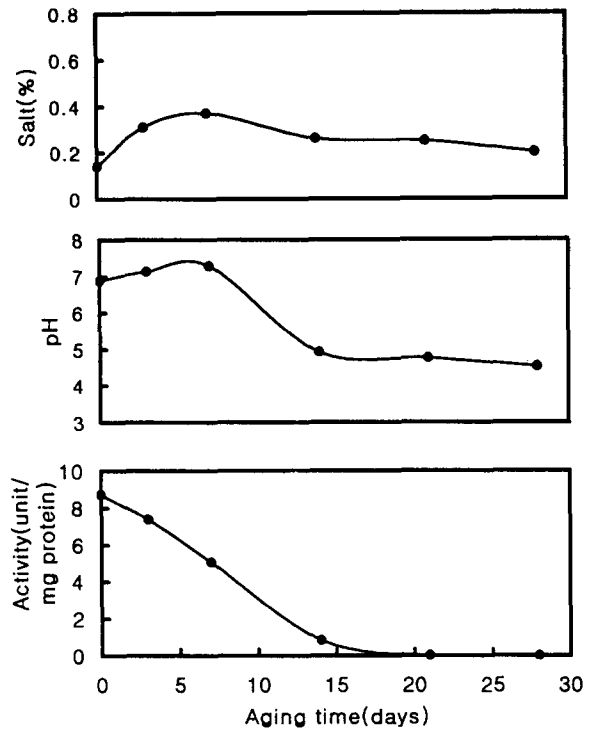


Fig. 5. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic solid pickled with 10% salt solution for a week and then pickled with vinegar on the aging at 20°C.

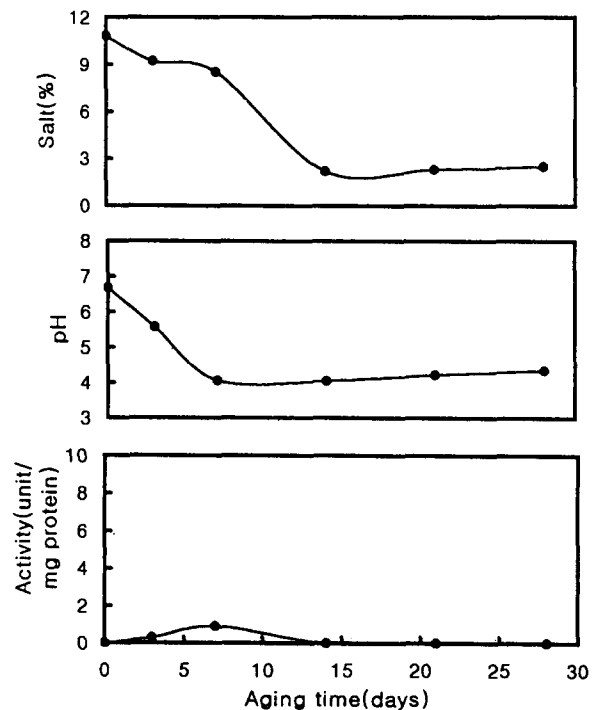


Fig. 6. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic juice pickled with 10% salt solution for a week and then pickled with vinegar on the aging at 20°C.

생마늘즙액의 pH는 6.88이었으나 10% 소금물에 1주일간 담근 마늘장아찌 고형물즙액의 pH는 7.28로서 약알칼리성을 띄었으나 담근 1주일 후에 액즙을 제거하고 식초에 다시 담근 것은 담근 4주일 후에 pH 4.52로 급격하게 감소하였다. 10% 소금물에 담근 직후의 마늘장아찌 액즙의 pH는 6.68이었으나 담근 초기 3일째에는 5.57, 담근 1주일째에는 4.06으로 감소하다가 식초에 다시 담그므로서 담근 2주일 후에는 pH 4.05를 나타내었고, 담근 4주일 후에는 4.36으로 약간 변화하였다.

소금물에 1주일 담근 후 식초에 담근 마늘장아찌의 alliinase 활성은 10% 소금물에 담근 1주일째에 5.06 units/mg protein으로 간장에 담그었을 때보다 약간 높은 잔존 활성 58%를 나타내었으나 액즙을 제거하고 식초에 다시 담그므로서 담근 2주일 후의 alliinase 활성은 0.85 units/mg protein으로 잔존 활성이 10% 이하로 감소하였다.

또한 10% 소금물에 담근 마늘장아찌 액즙은 담근 1주일째의 alliinase 활성은 0.92 units/mg protein이었다. 그러나 담근 1주일 후에 액즙을 제거하고 식초에 다시 담갔기 때문에 이것은 의미가 없었으며 담근 1주일 후부터는 효소 활성을 나타내지 않았다.

4. 식초에 1주일 담근 후 간장에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성

마늘을 식초에 담가 1주일 경과 후에 거즈로 액즙을 제거하고 같은 양의 간장을 가하여 담근 마늘장아찌 숙성기간 중 화학성분 및 alliinase의 활성의 변화는 Fig. 7 및 Fig. 8과 같다.

담근 1주일째에 마늘장아찌 고형물의 염분함량은 0.1% 정도로 변화가 없었으나 담근 1주일 후에 식초 액즙을 제거하고 간장에 다시 담그므로서 담근 4주일 후의 염분함량은 0.56%로 크게 증가하였다.

마늘장아찌 액즙의 염분 농도는 식초에 담근 직후에 0.28%이었으며 담근 1주일째에는 0.46%로 약간 증가하였으나 담근 1주일 후에 액즙을 제거하고 간장에 다시 담그므로서 담근 2주일 후에는 12.20%, 담근 4주일 후에는 10.20%를 나타내었다.

숙성 중 마늘장아찌 고형물즙액의 pH는 식초에 1주일간 담근 후 4.69로 감소하였으나 담근 1주일 후에 액즙을 제거하고 간장에 다시 담그므로서 담근 4주일 후의 pH는 5.29로 약간 변화하였다.

식초에 담근 직후의 마늘장아찌 액즙의 pH가 3.28이었으나 담근 1주일 후에는 4.09로 약간 증가하다가 간장에 다시 담그므로서 담근 4주일 후에는 5.09로

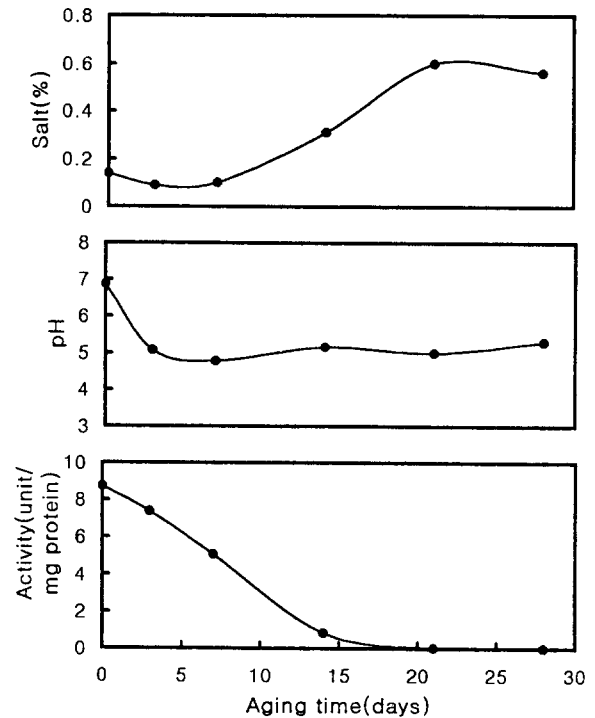


Fig. 7. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic solid pickled with vinegar for a week and then pickled with soy sauce on the aging at 20°C.

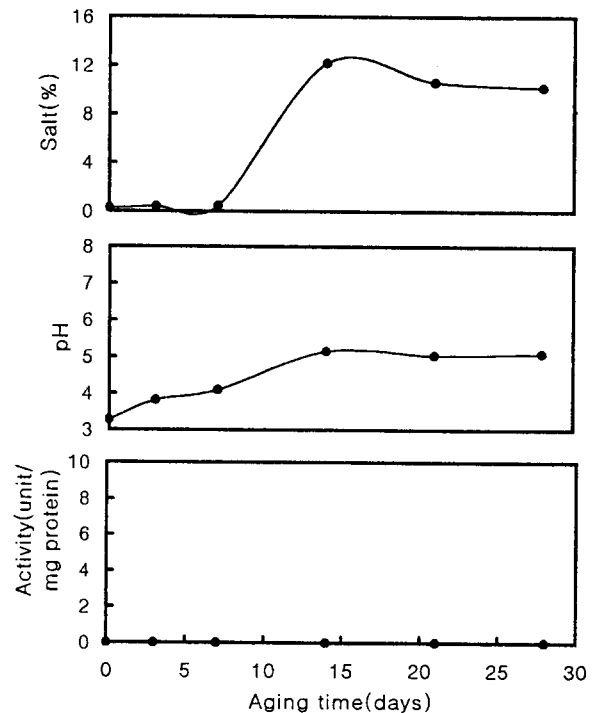


Fig. 8. Changes in the salt concentration, pH and alliinase activity of the garlic juice pickled with vinegar for a week and then pickled with soy sauce on the aging at 20°C.

약간 변화하였다.

식초에 1주일 담근 후 간장에 담근 마늘장아찌의 alliinase 활성은 2.79 units/mg protein으로 잔존 활성이 32%를 나타내었으나 액즙을 제거하고 간장에 다시 담그므로서 담금 2주일 후에는 0.43 units/mg protein으로 잔존 활성이 5% 이하로 감소하였다.

요 약

마늘장아찌를 여러 가지 방법으로 담금하여 시제품을 제조한 후 숙성과정 중 alliinase 활성의 변화를 조사 분석한 결과는 다음과 같았다.

간장에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성은 생마늘의 alliinase 활성이 8.73 units/mg protein인데 비하여 담금 1주일 후의 마늘장아찌 고형물은 4.57 units/mg protein으로 잔존 활성이 52%, 담금 2주일 후에는 1.05 units/mg protein으로 잔존 활성이 12% 정도로 급속히 감소하였다. 식초에 담근 마늘장아찌 숙성 중의 alliinase 활성은 생마늘의 alliinase 활성이 8.73 units/mg protein인데 비하여 담금 1주일 후에 마늘장아찌 고형물은 2.79 units/mg protein으로 잔존 활성이 32%, 담금 2주일 후에는 0.26 units/mg protein으로 잔존 활성이 3%로 저하하였다. 소금물에 1주일 담근 후 식초에 담근 마늘장아찌의 alliinase 활성은 10% 소금물에 담금 1주일째에 alliinase의 활성이 5.06 units/mg protein으로 간장에 담그었을 때보다 약간 높은 잔존 활성 58%를 나타내었으나 액즙을 제거하고 식초에 다시 담그므로서 담금 2주일 후에는 0.85 units/mg protein으로 잔존 활성이 10% 이하로 감소하였다. 식초에 1주일 담근 후 간장에 담근 마늘장아찌의 alliinase 활성은 식초에 담금 1주일째에 alliinase의 활성이 2.79 units/mg protein으로 잔존 활성 32%를 나타내었으나 액즙을 제거하고 간장에 다시 담그므로서 담금 2주일 후에는 0.43 units/mg protein으로 잔존 활성이 5% 이하로 감소하였다.

참고문헌

1. 李昌福: 大韓植物圖鑑, 鄉文社, p. 203 (1979).
2. 李盛雨: 高麗以前의 韓國食生活史 研究, 鄉文社, p. 121 (1978).
3. 永井勝次: ニンニクの新藥效, 主婦と生活社, p. 13~36 (1990).
4. 유희중, 채수규, 전문진: 마늘의 조리 과정중 Allicin 성분 변화에 관한 연구, 고려대학교 자연자원논집, 35,

- 15~20 (1995).
5. 김현구, 조길석, 강통삼, 신효선: 상대습도와 저장온도에 따른 건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습 특성, 한국식품과학회지, 19, 176 (1987).
6. 김병삼, 박노현, 박무현, 한봉호, 배태진: 마늘 착즙의 제조 및 비점 상승의 추정, 한국식품과학회지, 22, 486~491 (1990).
7. Whitaker, 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 Soc. 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 : 腫瘍發育に及ぼす生ニンニク抽出液の影響, *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. 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).
 32. 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).
 33. 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).
 34. Kim, M. R, Yun, J. H. and Sok, D. E. : Correlation between pungency and allicin content of pickled garlic during aging, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 805~810 (1994).
 35. 권중호 : 방사선 조사가 마늘의 저장성과 그 향신성분에 미치는 영향, 경북대학교 박사학위 논문, (1983).
 36. Nock, L. P. and Mazelis, M. : The C-S Lyases of Higher Plants : Preparation of properties of homogeneous alliin lyase from garlic, *Arch. Biochem. Biophys.*, 249, 27-33 (1986).

(1999년 1월 20일 접수)