

양파의 진공 동결 건조 과정 중 Alliinase 활성 변화에 관한 연구

채 수 규, 윤 미 숙[¶]
을지대학교 보건산업대학 식품과학부

A Study on the Changes in the Alliinase Activity during the Vacuum Freeze Drying of Onions(*Allium cepa* L.)

Soo-Kyu Chae, Mi-Suk Yun[¶]

School of Natural Food Science, College of Health Industry, Eulji University

Abstract

This study investigated the changes in the contents of allicin and diallyl disulfide and in the alliinase activity during the vacuum freeze drying of onion samples treated as the whole, sliced and crushed forms. The contents of allicin and diallyl disulfide in raw onions were 26.40ppm and 2.78ppm respectively. The contents of allicin and diallyl disulfide of onion samples treated as the whole, sliced and crushed forms increased with the progress of vacuum freeze drying. The degree of increase was different in each onion sample form prepared by vacuum freeze drying($p<0.05$). The specific activity of alliinase in raw onions was 7.536 units/mg protein. The activity in onion samples treated as the whole, sliced and crushed forms decreased with the progress of vacuum freeze drying. The activity in the whole onion prepared by the vacuum freeze drying for 8 hrs reduced to 5.516 units/mg protein with 73.2% remaining and to 3.304 units/mg protein with 43.8% remaining for 36 hrs. The activity in the sliced onion prepared by the vacuum freeze drying for 36 hrs reduced to 2.366 units/mg protein with 31.4% remaining and the activity in the crushed onion prepared by the vacuum freeze drying for 36 hrs reduced to 2.232 units/mg protein with 29.6% remaining. The alliinase in onion sample treated as the whole form showed the highest remaining activity during the vacuum freeze drying.

Key words : onion(*Allium cepa* L.), allicin, diallyl disulfide, alliinase, vacuum freeze drying.

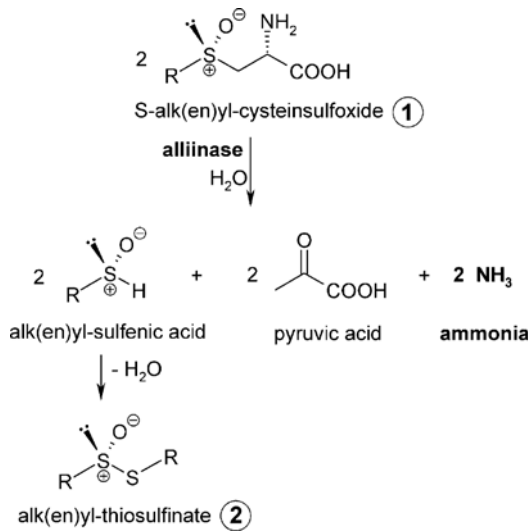
I. 서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 마늘, 파, 부추 등과 함께 백합과(Liliaceae)에 속하는 다년생 식물로서 오랜 세월이 걸쳐 세계 각지에서 생식 및 향신 조미료 등으로 식생활에 자주 애용되는 채소이다(정동효 1998; Kim & Chun 2001; National Onion Association 2007).

양파, 마늘 등 *Allium*속 식물의 고유 풍미는 효소 alliinase가 S-alk(en)yl-L-cystein sulfoxide를 pyruvate, ammonia 및 기타 휘발성 유황화합물로 가수분해할 때 나타난다(Fig. 1).

세포가 파괴되기 전까지 기질인 S-alk(en)yl-L-cystein sulfoxide는 세포질에 존재하는데 반해 효소 alliinase는 액포에 구획되어 있다. 세포가 파괴되면 기질은 alliinase 반응에 의해 allicin, sul-

¶ : 교신저자, 019-293-2158, yunms@eulji.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 양지동 212번지



<Fig. 1> Alliinase catalyzed reaction of cysteine sulfoxides (1) to thiosulfates (2), pyruvic acid and ammonia.
 Analytica Chimica Acta 469 (2002) : 155-164.

fenic acid, diallyl disulfide 등의 휘발성 유황화합물을 생성함으로써 *Allium*속 식물의 독특한 향기 성분과 매운맛을 발생한다(Brodnitz et al. 1971; Freeman & Mossadeghi 1971; Hanum et al. 1995; Lancaster et al. 2000; Stoll & Seebeck 1951).

양파의 주요 생리활성 성분으로는 quercetin, quercitrin, rutin 등 flavonoid계 색소와 함황 화합물인 allicin, diallyl disulfide, allyl propyl disulfide, thiosulfinate 등의 물질이 함유되어 있어 항산화작용, 항균작용, 중금속 해독작용, 혈청콜레스테롤의 감소, 동맥경화 억제 등을 나타내는 것으로 알려져 있다(Benkeblia 2004 ; Cavallito & Bailey 1944; Kim & Kim 2006; Rao & Venkatinama 1946; Sheo 1999). 동의보감(허준 1981)에도 양파의 효능 중 간사(肝邪)를 제(除)하고 오장(五臟)을 통리(通利)하고 백약(百藥)의 독(毒)을 죽이고 각기(脚氣)를 고친다고 기록되어 있다. Block(1986)은 양파의 매운맛 성분의 전구물질인 trans-S-(1-propenyl)-L-cystein sulfoxide가 마늘의 alliin과 구조 이성체임을 규명하였고, Gupta(1966)는 양파의 심혈관계 질환 예방 효과, Mensen & Kendal(1968)

은 혈전증 치료 효과, Jain & Vyas(1973)은 혈당 저하 효과, Kwak et al.(2000)은 항산화 효과, Son et al.(1996)은 항갈색화 효과 등 각종 대사 장애에 대한 조절 효과를 갖고 있다고 보고하였다. 이와 같이 양파의 유효 성분인 flavonoid계 및 함황 화합물의 생리적 활성에 관한 연구가 주로 이루어져 있다. 또한, 같은 *Allium*속 식물인 마늘에 대해서는 조리, 가공 중 allicin 성분 및 alliinase 활성 변화 등의 많은 연구 보고(Chae 1999; Chae 2007; Ryoo et al. 1995)가 있으나, 양파에 대해서는 실제적 가공, 조리 등을 통한 이용 시에 성분의 변화 등을 조사한 연구는 그다지 많지 않다.

따라서 본 연구에서는 양파에 대해서 진공 동결 건조 제품의 품질 유지 및 향상을 위한 효율적인 가공 방법을 검토하기 위하여 생양파를 원형 그대로, 절편으로 하여 그리고 마쇄한 것을 진공 동결 건조 처리하여 시료 형태별로 건조 과정 중 주요 유효성분인 allicin 및 diallyl disulfide의 함량과 alliinase 활성 변화를 측정하여 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 양파는 2005년도 경남 창원 지역에서 수확한 시판 양파로서 서울 가락시장으로부터 구입하였다. 시판 양파의 껍질을 벗긴 후 수세하여 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 시료의 동결건조

수세한 양파 시료를 원형 그대로의 것, 2cm 정도 길이의 조각으로 절단한 것 그리고 마쇄한 것을 각각 진공 동결 건조시켰다. 즉, 시료 형태별로 먼저 Deep Freezer(Forma Scientific Inc., Model 8423, USA)로 -75℃에서 2시간 이상 예비 동결시킨 후 Freeze Dryer(일신엔지니어링, Model FD5512-

01)를 사용하여 0.005~0.05 Torr(mmHg) 및 -50°C 이하에서 4~36시간 진공 동결 건조시켰다.

2) 일반성분 분석

시료 중의 일반성분 분석은 각각 AOAC 시험법(AOAC 1995)에 준하여 실시하였다.

3) 유효성분 분석

(1) Allicin 분석

시료 1 kg을 믹서에 취하여 먼저 마쇄하고 마쇄한 시료 0.1 kg에 0.2 L의 n-hexane을 가하여 혼합하고 magnetic stirrer로 3시간 동안 교반하였다. 그 다음 상정액을 rotary evaporator(EYELA Model N-1000S, Japan)로 30°C 에서 감압 농축하여 $0.5\ \mu\text{m}$ 지용성 여과지로 여과한 후 gas chromatography(Hewlett-Packard 5890 A, USA)를 이용하여 allicin 성분을 분석하였다. Allicin 분석시의 gas chromatography의 조건은 <Table 1>과 같다.

(2) Diallyl Disulfide 분석

Diallyl disulfide의 분석 방법 및 gas chromatography의 분석 조건은 allicin 분석 시와 동일하였다.

<Table 1> Operating condition of gas chromatography

Instrument	Hewlett-Packard 5890 A
Column	Carbowax 20M (Glass capillary column, 0.25 mm×25m)
Detector	FID
Column programming	
Temp. 1($^{\circ}\text{C}$)	60
Time 1(min.)	3
Rate 1($^{\circ}\text{C}/\text{min.}$)	5
Temp. 2($^{\circ}\text{C}$)	180
Injection temp.($^{\circ}\text{C}$)	150
Detector temp.($^{\circ}\text{C}$)	230
Carrier gas(cm/sec)	Nitrogen 10
Injection volume	$0.5\ \mu\text{L}$

4) Alliinase 활성 측정

(1) 기질 Alliin의 조제

Stoll & Seebeck(1949)의 방법을 약간 변형하여 마늘 중에 함유된 alliin(S-allyl-L-cysteine sulfoxide)을 메탄올로 추출하여 효소 반응의 기질로 조제하였다.

(2) 조효소액의 조제

Mazelis & Crews(1968)의 방법에 따라 시료 50 g을 취해 glycerol이 10%(v/v) 함유된 냉각시킨 0.02M sodium-potassium phosphate buffer(pH 7.5) 용액을 250 mL 가하여 2분간 homogenizer(NISSEI AM-9, Japan)로 마쇄하였다. 이것을 거즈로 짜서 25,000 g에서 30분간 원심 분리시켰다. 상정액 100 mL 당 1% protamine sulfate 15 mL를 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.

(3) Alliinase 활성 측정

Alliinase 활성은 <Table 2>와 같은 효소 반응액을 만들어 37°C 에서 20분간 진탕 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 용액 4mL를 가해 효소 반응을 중지시키고 여과하여 여액의 pyruvic acid의 양을 정량하여 측정하였다. Alliinase의 활성은 <Table 2>의 효소 반응 조건 하에서 1분간에 pyruvic

<Table 2> Composition of the enzyme reaction mixture

Reagents	Concentration
0.1M Sodium potassium phosphate buffer(pH 6.5)	1mL
$25\ \mu\text{M}$ Pyridoxal 5'-phosphate	1mL
10% Crude alliin	1mL
Crude enzyme solution	1mL

acid 1 μ mole 생성에 필요한 효소의 활성을 1 unit 로 하여 단백질 mg당의 units로 계산하였다.

(4) Pyruvic Acid 정량

Pyruvic acid 정량은 Freeman & Whenham(1975) 과 Schwimmer & Weston(1961)의 방법에 따라 측정하였다.

(5) 단백질 정량

단백질 정량은 Gornall et al.(1949)의 방법에 따라 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 측정하였다.

(6) 통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였고 평균과 표준편차를 구하여 그 결과를 나타내었으며, 각 실험군의 평균값에 대한 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 분산분석과 Duncan's multiple range test 를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 양파의 일반성분

본 실험에 사용된 생양파 및 동결건조한 양파의 일반성분을 분석한 결과는 <Table 3>과 같았다.

2. 양파의 진공 동결 건조 과정 중 유효성분의 변화

<Table 3> Proximate composition of onion

(Unit: %)

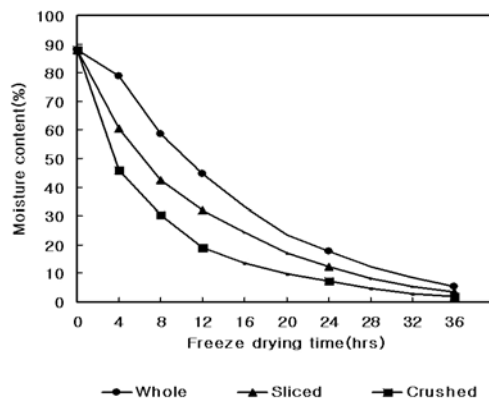
Composition	Raw onion	Freeze dried onion
Moisture	87.82 \pm 4.02 ¹⁾	5.28 \pm 0.48
Crude ash	0.53 \pm 0.11	3.87 \pm 0.37
Crude protein	1.45 \pm 0.26	11.23 \pm 0.75
Crude fat	0.22 \pm 0.09	1.51 \pm 0.19
Crude fiber	0.47 \pm 0.12	3.42 \pm 0.34
N-free extract	9.51 \pm 0.98	74.69 \pm 4.26

¹⁾ Data are shown as mean \pm S.D.

즉, 양파 중의 성분은 품종, 수확 시기, 토양, 기후 등 여러 가지 환경 요인에 따라 다소 차이가 있겠지만 본 실험에 사용된 생양파의 일반성분 함량은 수분이 87.82%, 조단백질이 1.45%, 탄수화물이 9.98%이었으며, 진공 동결 건조된 양파의 일반성분은 수분이 5.28%, 조단백질이 11.23%, 탄수화물이 78.11% 함유된 것으로 나타났다. 이는 미국 농무성의 식품 성분 분석 자료와 유사하였으며(USDA 1975), 양파는 채소이지만 일반성분으로서 단백질이 비교적 많이 함유되어 있고, 특히 당질 함량이 높아 고유의 단맛을 나타내는 것을 알 수 있다.

1) 양파의 진공 동결 건조 과정 중 수분 함량의 변화

양파의 진공 동결 건조 과정 중 시료의 형태별 수분 함량 변화는 <Fig. 2>와 같았다. 진공 동결 건조 과정 중 양파의 수분 함량은 시료의 형태에 따라 큰 차이를 나타내었다($p < 0.01$). 즉, 생양파를 원형 그대로 건조시킨 것은 생양파의 수분 함량 87.82%에서 4시간, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분 함량이 각각 78.76%, 58.46%, 44.64%, 17.83%, 5.28%로 감소하였다. 2cm 정도 길이의 조각으로 절단하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 수분 함량이 60.54%로 생양파를 원형 그대로 건조하였을 경우, 8시간 경과



<Fig. 2> Changes in moisture content of onions during the vacuum freeze drying.

하였을 때의 수분 함량과 유사할 정도로 건조 초기에 급격한 감소를 나타내었으며, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분 함량이 각각 42.35%, 31.86%, 12.38%, 3.39%로 현저하게 감소하였다. 마쇄하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 수분 함량이 45.81%로 생양파를 원형 그대로 건조하였을 경우 12시간 경과하였을 때의 수분 함량과 유사하였으며, 건조 초기에 조각으로 절단하여 건조시킨 것보다도 더 급격한 감소를 나타내었다. 또한, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 수분 함량이 각각 30.23%, 19.12%, 7.42%, 1.88%로 동결 건조 시간 경과에 따라 건조 속도가 빠르게 진행됨을 알 수 있었다.

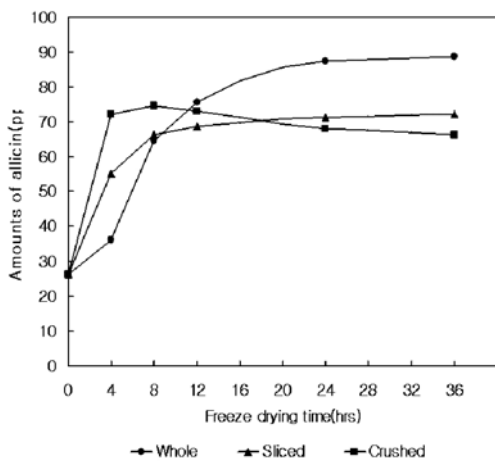
2) 양파의 진공 동결 건조 과정 중 Allicin 함량의 변화

양파의 진공 동결 건조 과정 중 시료의 형태 별 allicin 함량 변화는 <Fig. 3>과 같았다. 진공 동결 건조 과정 중 양파의 allicin 함량은 시료의 형태에 따라 큰 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 즉, 생양파의 allicin 함량은 26.40 ppm이었으나, 생양파를 원형 그대로 건조시킨 것은 4시간, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 allicin 함량이 각각 36.09 ppm, 64.43 ppm, 75.52 ppm, 87.27 ppm,

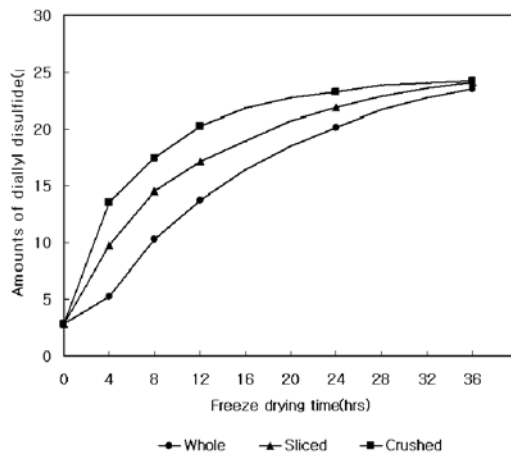
88.62 ppm으로 건조 시간 경과에 따라 증가하였다. 한편, 2 cm 정도 길이의 조각으로 절단하여 건조시킨 것과 마쇄하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 allicin 함량이 각각 55.16 ppm과 72.17 ppm으로 생양파를 원형 그대로 건조시킨 것의 36.09 ppm에 비하여 allicin 함량이 크게 증가되었음을 알 수 있다. 이는 초기 생양파의 절단과 마쇄 시에 양파 alliinase의 활성화에 의해 allicin이 생성된 것으로 생각된다. 그러나 마쇄하여 건조시킨 것은 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 건조 시간 경과에 따라 오히려 allicin 함량이 감소하였는데, 이는 allicin 성분이 건조 과정에 다른 화합물로 분해된 것으로 생각된다.

3) 양파의 진공 동결 건조 과정 중 Diallyl Disulfide 함량의 변화

양파의 진공 동결 건조 과정 중 주요 향기성분의 하나인 diallyl disulfide의 시료의 형태 별 함량 변화는 <Fig. 4>와 같았다. 진공 동결 건조 과정 중 양파의 diallyl disulfide 함량은 시료의 형태에 따라 약간 차이를 나타내었으나, 일반적으로 건조 시간 경과에 따라 증가하였다. 즉, 생양파의 diallyl disulfide 함량은 2.78 ppm이었으나, 생양파를 원형 그대로 건조시킨 것은 4시간, 8시간, 12시간,



<Fig. 3> Changes in allicin content of onions during the vacuum freeze drying.



<Fig. 4> Changes in diallyl disulfide content of onions during the vacuum freeze drying.

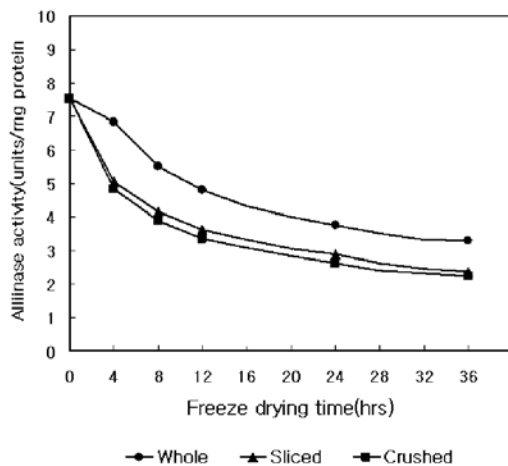
24시간, 36시간 건조 후에 diallyl disulfide 함량이 각각 5.26 ppm, 10.24 ppm, 13.75 ppm, 20.75 ppm, 23.55 ppm으로 건조 시간 경과에 따라 증가하였다. 또한, 2 cm 정도 길이의 조각으로 절단하여 건조시킨 것과 마쇄하여 건조시킨 것은 4시간 건조 후에 diallyl disulfide 함량이 각각 9.75 ppm과 13.52 ppm으로 건조 초기에는 생양파를 원형 그대로 건조시킨 것의 5.26 ppm에 비하여 diallyl disulfide 함량이 크게 증가되었으나, 건조 후기에는 즉 36시간 건조 후의 diallyl disulfide 함량은 24.12 ppm과 24.23 ppm으로서 시료 형태에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$).

3. 양파의 진공 동결 건조 과정 중 Alliinase의 활성 변화

양파의 진공 동결 건조 과정 중 시료의 형태별 alliinase 활성 변화는 (Fig. 5)와 같았다. 즉, 진공 동결 건조 과정 중 alliinase 활성 변화는 건조 시간 경과에 따른 수분 함량 변화와 거의 유사한 모양을 나타내었으나, 효소 활성이 급격히 감소하지 않고 완만하게 감소하였다. 즉, 생양파의 alliinase의 비활성은 7.536 units/mg protein이었으며, 생양파를 원형 그대로 건조시킨 경우 4시간, 8시간, 12시간, 24시간, 36시간 건조 후에 alliinase의

비활성은 각각 6.831 units/mg protein, 5.516 units/mg protein, 4.808 units/mg protein, 3.763 units/mg protein, 3.304 units/mg protein으로 잔존 활성이 각각 90.6%, 73.2%, 63.8%, 49.9%, 43.8% 정도로 건조 초기 즉 4시간, 8시간, 12시간 건조 후의 잔존 활성이 60% 이상으로서 건조 후기 즉 24시간, 36시간 건조 후에 잔존 활성에 비해 비교적 높게 나타났다.

또한, 2 cm 정도 길이의 조각으로 절단하여 건조시킨 경우에 alliinase 비활성은 8시간 건조 후에 4.167 units/mg protein으로 잔존 활성이 55.3%, 36시간 건조 후에 2.366 units/mg protein으로 잔존 활성이 31.4% 정도였으며, 마쇄하여 건조시킨 경우에 alliinase 비활성은 8시간 건조 후에 3.891 units/mg protein으로 잔존 활성이 51.6%, 36시간 건조 후에 2.232 units/mg protein으로 잔존 활성이 29.6% 정도를 나타내었다. Lawson & Wang (2001)은 생마늘과 마늘 분말의 alliinase 효소 활성을 조사한 결과 55°C 오븐에서 건조한 경우 48%의 손실을 나타낸 반면에 냉동 건조한 경우에는 22%의 평균 손실을 나타내었다고 보고하였다. 한편, alliin 함량에 있어서는 냉동 건조시킨 경우에는 손실을 가져오지 않았으나, 55°C 오븐에서 건조한 경우에는 16%의 손실을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구에 의한 결과, 시료 형태에 따른 건조 과정 중 수분 함량의 변화와 alliinase 활성 변화를 비교할 때 일반적으로 수분 함량 감소에 따라 alliinase 활성도 감소하는 경향을 나타내었으며, 생양파를 원형 그대로 건조시키는 것이 조각으로 절단하거나 마쇄하여 건조시키는 것보다 alliinase의 활성에 있어서 잔존율이 높게 나타났음을 알 수 있었다.



<Fig. 5> Changes in alliinase activity of onions during the vacuum freeze drying.

IV. 요약

양파를 원형 그대로, 절편으로 하여 그리고 마쇄한 것을 진공 동결 건조 처리하여 각각 건조 과정 중 alliin 및 diallyl disulfide의 함량과 alliinase

활성 변화를 측정하였다. 생양파의 allicin 및 diallyl disulfide의 함량은 각각 26.40 ppm, 2.78 ppm이었다. 양파를 원형 그대로, 절편으로 하여 그리고 마쇄한 시료의 allicin 및 diallyl disulfide의 함량은 진공 동결 건조가 진행함에 따라 증가되었으며, 증가 정도는 시료의 형태에 따라 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 생양파의 alliinase 비활성은 7.536 units/mg protein이었으며, 양파를 원형 그대로, 절편으로 하여 그리고 마쇄한 시료의 alliinase 활성은 진공 동결 건조가 진행함에 따라 감소되었다. 양파를 원형 그대로 8시간 동안 진공 동결 건조하였을 때 효소의 비활성은 5.516 units/mg protein로 감소되었으며 73.2%의 잔존율을 나타내었고, 36시간 동안 진공 동결 건조하였을 때 효소의 비활성은 3.304 units/mg protein로 감소되었으며 43.8%의 잔존율을 나타내었다. 양파를 절편으로 하여 36시간 동안 진공 동결 건조하였을 때 효소의 비활성은 2.366 units/mg protein로 감소되었으며 31.4%의 잔존율을 나타내었고, 양파를 마쇄하여 36시간 동안 진공 동결 건조하였을 때 효소의 비활성은 2.232 units/mg protein로 감소되었으며 29.6%의 잔존율을 나타내었다. 양파를 원형 그대로 진공 동결 건조하였을 때 alliinase 활성에 있어서 가장 높은 잔존율을 나타내었다.

참고문헌

1. 정동호 (1998) : 식품의 생리활성. 선진문화사, 78-79.
2. 허준 원저 (1981): 중보 동의보감. 남산당, 1172.
3. AOAC (1995): Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
4. Benkeblia N (2004) : Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *Lebensm-Wissu-Technol* 37:263-268.
5. Block E (1986) : Antithrombotic organosulfur compounds from garlic. *J. Am. Chem. Soc.* 108:1045-1047.
6. Brodnitz MH · Pascale JV · Derslic LV (1971) : Flavor components of garlic extracts. *J. Agr. Food Chem.*, 19:273-275.
7. Cavallito CJ · Bailey JH (1944) : Allicin, the bacterial principle of *Allium sativum*, I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J. Am. Chem. Soc.* 66:1950-1951.
8. Chae SK (1999) : Studies on the changes in the alliinase activity during the aging of pickled garlic. *Korean J. Food & Nutr.* 12:55-62.
9. Chae SK (2007) : Studies on the changes in the alliinase activity during the drying of garlic. *Korean J. Sanitation* 22:57-66.
10. Freeman GG · Mossadeghi N (1971) : Influence of sulfate nutrition on the flavor components of garlic and wild onion. *J. Sci. Fd. Agric.* 22:330-334.
13. Gupta NN (1966) : Effect of onion on serum cholesterol blood coagulation factors and fibrinolytic activity in alimentary lipaemia. *Ind. J. Med. Res.* 54:48-51.
14. Hanum T · Sinha NK · Cash JN (1995) : Characteristics of γ -glutamyl transpeptidase and alliinase of onion and their effects on the enhancements of pyruvate formation in onion macerates. *J. Food Biochem* 19:51-63.
15. Jain RC · Vyas CR · Mahatma OP (1973) : Hypoglycemic action of onion and garlic. *Lancet.* 29(2):1491-1495.
16. Kim MY · Chun SS (2001) : Effect of onions on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17(4): 316-322.
17. Kim SJ · Kim GH (2006) : Quantification of quercetin in different parts of onion and its DPPH radical scavenging and antibacterial acti-

- vity. *Food Sci. Biotechnol.* 15:39-43.
18. Kwak HJ · Kwon YJ · Jeong PH · Kwon JH · Kim HK (2000) : Physiological activity and antioxidative effect of methanol extract from onion(*Allium cepa* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29:349-355.
 19. Lancaster JE · Shaw ML · Pither Joyce MD · McCallum JA · McManus MT (2000) : A novel alliinase from onion roots. Biochemical characterization and cDNA cloning. *Plant Physiol* 122:1269-1280.
 20. Lawson LD · Wang ZJ (2001): Low allicin release from garlic supplements: a major problem due to the sensitivities of alliinase activity. *J. Agric. Food Chem.* 49:2592-2599
 21. Mazelis M · Crews L (1968) : Purification of the alliin lyase of garlic. *Allium sativum* L. *Biochem. J.* 108:725-730.
 22. Mensen IS · Kendal RY (1968) : Effect of onion on blood fibrinolytic activity. *Brit. Med. J.* 21:351-354.
 23. National Onion Association. Onions - Phytochemical and Health Properties 2007. 2007. 8. 16 http://www.onions-usa.org/pdf_files/phytochemical.pdf,
 24. Rao SS · Venkatainama PR (1946) : Investigation on plant antibiotics studies on allicin, the antibacterial principles of *Allium sativum*. L. *J. Sci. Ind. Research* 18:31-34.
 25. Ryoo HJ · Chae SK · Chun MJ (1995) : Studies on the changes in allicin content of garlic during cooking, *Research Reports, College Natu. Resou.* Korea Univ. 35(2):15-20.
 26. Schwimmer S · Weston WJ (1961) : Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* 9: 301-304.
 27. Sheo HJ (1999) : The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.* 28:94-99.
 28. Son JY · Son HS · Cho WD (1996) : Effects of some antibrowning agent on onion juice concentrate. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25:529-534.
 29. Stoll A · Seebeck E (1949) : Uber den enzymertischen abbau des alliiins und die eigenschaften der alliinase. *Helv. Chim. Acta.* 32: 197-205.
 30. Stoll A · Seebeck E (1951) : Chemical investigations of alliin. The specific principle of garlic. *Advan. Enzymol.* 11:377-400.
 31. United States Department of Agriculture (1975) : *Handbook of the Nutritional Contents of Foods.* Dover Publications, INC, New York, 41.

2008년 2월 1일 접수
2008년 3월 4일 게재확정