

양파 Oleoresin의 저장중 품질 변화

최 옥 수 · 배 태 진*

순천공업전문대학 여성교양과, *여수수산대학교 식품공학과

Quality Stability of Oleoresin Onion

Ok-Soo Choi and Tae-Jin Bae*

Dept. of Women's Liberal Arts, Suncheon Juninor Technical College, Suncheon 540-744, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-250, Korea

Abstract

As a way of mass process of onion, *Allium cepa* L., the oleoresin decompressed and concentrated is an alternative process to minimize lowering in the quality of onion during storage, to improve the original flavor and taste, and to increase variety as processing aids. This study was performed to investigate on the quality stability during storage of oleoresin. Oleoresin product was manufactured by mixing a concentration of onion juice and ethanol extract homogenously, emulsified by an additional 2% PGDR (polyglycerol condensed ricinoleate) and 1% cysteine. During 60 days storage at 5°C, 25°C and 40°C the total sugar content in oleoresin product was very stable, and absorbances at 420nm as browning reaction index were 0.38, 1.53 and 3.32, respectively, addition of 1% cysteine retarded the browning reaction effectively. When oleoresin product was centrifuged(2000 × G, 60 minutes), the volumes of emulsion level without separation were 96.8%, 94.1% and 90.6%, respectively during 20 days, 40 days and 60 days storage at 5°C, and those during 60 days storage at 25°C and 40°C were appeared to be 83.2% and 75.4%. Showing lower level as increasing storage temperature. Antioxidant indexes(AI) of soybean oil added 1% oleoresin without storage and 0.02% BHA were 1.39 and 1.72. The former showed 80.8% antioxidant activity on induction time extension effect of the latter. Antioxidant indexes of oleoresin decreased slightly as increasing storage temperature and were 1.37, 1.30 and 1.08. Total pyruvate contents were 89.9%, 79.7% and 65.2%, respectively during 60 days storage at 5°C, 25°C and 40°C. Rate constant, Q_{10} value and activation energy were 1.381~4.735 mmol / ℓ · hr, 1.537~1.694 and 11.649 kcal / g mole for the reduction of pyruvates in the range of storage temperatures during oleoresin storage.

Key words : onion, oleoresin, emulsification, browning reaction, antioxidant index, pyruvate, rate constant.

서 론

최근 수년간 우리나라에서 양파는 연간 생산량이 대략 40~80만 M/T¹⁾ 정도로 조미채소류중 양적으로는 파와 더불어 최대생산량을 차지하고 있는 주요 농작물로서, 특유의 맛과 향기를 지녀 식품의 조리 및 가공중 중요한 향신조미료 소재로 오래 전부터 널리 이용되어 왔으며²⁾, 또한 flavonoids 물질³⁾과 함황화

합물⁴⁾ 등이 함유되어 항산화 작용뿐 아니라 여러 대사 장애에 조절효능을 갖는 생리활성기능이 있는 것으로 밝혀졌다^{5~7)}.

양파는 수분을 많이 함유하여 그 저장성이 매우 약하고 또한 저장 중에도 발아, 발근 등의 품질저하가 심하며⁸⁾, 특히 적절하지 못한 저장조건에서는 맛과 향기의 소실뿐만 아니라 미생물에 의한 부패가 크게 일어나며, 이러한 변화는 저장온도와 상대습도에 따

라서 크게 영향을 받는다^{9~12)}. 최근에는 양파의 가공이나 장기저장 및 유통 중 발생하는 문제점을 개선하기 위하여 양파를 생체로 또는 가열 연화후 압착하여 농축하는 양파 농축액의 제조가 시도되었으나, 장기저장 중 제품의 갈색화 반응에 의한 색택유지가 쉽지 않은 것으로 나타났다^{13~15)}.

일반적으로 oleoresin은 원료 향신료로부터 용매를 사용하여 추출한 천연의 식물성 농축액으로 분쇄·추출 및 용매제거 등의 공정을 거쳐 제조되며 향신료의 품질을 균일화, 표준화한 제품으로서 비교적 비점이 낮은 용매로 추출하기 때문에 향신료 중의 휘발성 및 비휘발성의 맛과 향미성분을 동시에 지니게 된다¹⁶⁾. 따라서 우리 국민의 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있으나 효과적인 일시적 대량생산 가공기술이 미흡하여 생산량의 과다에 따른 양파파동을 자주 겪는 현실에서 보다 효율적인 이용을 위하여 양파 oleoresin을 제조하여 저장중 품질 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용된 양파(*Allium cepa* L.)는 전남 무안지역에서 재배된 것을 1996년 9월 현지 농협을 통하여 구입, 사용하였으며, 평균적인 일반성분 조성은 수분 88.9%, 조단백질 1.97%, 조지방 0.51%, 탄수화물 8.12% 및 조회분 0.48%이었고, total pyruvate 함량은 743.8 μ g/g이었다. 또한 실험에 이용된 모든 시약은 1급품 이상을 사용하였다.

2. Oleoresin 제조 및 저장

생체로 세절한 양파를 착즙하여 먼저 액즙을 분리하여 Brix 70%까지 감압농축하였다. 이어서 남은 잔사에 5배량의 ethyl alcohol을 가하여 2시간 동안 진탕추출기에서 추출한 뒤 여과(Toyo No. 5A)시키고, 여액에 무수황산나트륨을 가하여 냉암소에서 하룻밤 방치, 수분을 제거하고 감압농축시킨 뒤 질소 가스를 통기시킨 용매추출물을 앞의 농축액즙과 혼합하고 여기에 유화제로서 2% PGDR(polyglycerol condensed ricinoleate)을 첨가하여 homogenizer(Biospec 985-370)를 이용하여 10,000rpm에서 30분간 유화시킨 것을 양파 oleoresin 제품으로 하였으며, 이것을 5 $^{\circ}$ C, 25 $^{\circ}$ C 및 40 $^{\circ}$ C의 항온기에 저장하면서 품질변화를 검토하였다.

3. 항산화성 측정

양파 oleoresin의 항산화성을 검토하기 위하여 대두유를 대조구로 하여 양파 oleoresin 1% 또는 BHA 0.02%를 첨가하여 Rancimat 679(Metrohm, Switzerland)를 사용하여 유도기간을 각각 구하여 대조구에 대한 첨가구의 비를 antioxidant index(A. I.)로 표시하였다. 사용한 측정조건은 반응 온도 120 $^{\circ}$ C, 취입공기 유속 20 l/h, 시료사용량 2.5g이었다.

4. 유화 안정성

유화 안정성 측정은 押田의 진동원심법¹⁷⁾을 사용하였다. 즉 reciprocating shaker에서 10분간 진동시킨 후 시간별로 원심분리(2000 \times G)시켰을 때 잔존하는 emulsion의 부피를 측정하여 전체에 대한 백분율을 구하였다.

5. Total pyruvate 정량

Flavor intensity를 결정하는 지표로서 total pyruvate 함량의 측정은 Schwimmer와 Weston의 방법¹⁸⁾에 따라 420nm에서 흡광도를 측정한 후 sodium pyruvate를 이용하여 미리 구한 검량선에서 함량을 산출하였다.

6. 갈색도 측정

Oleoresin 추출물의 갈색화 정도는 증류수로 5배 희석하여 UV-Vis spectrometer(LKB 4,050, Pharmacia)로 420nm에서 측정한 흡광도로서 나타내었다.

7. 통계분석

모든 실험결과는 분산분석(ANOVA test)을 수행하였으며, 각 평균간의 유의성 검정은 Tukey's multiple comparison test로 $p < 0.05$ 수준에서 행하였다.

결과 및 고찰

1. 저장중 총당함량 및 갈변도 변화

양파 oleoresin 제조는 유효성분을 효과적으로 추출하기 위하여 양파를 생체로 착즙하여 분리한 액즙을 Brix 70%까지 감압농축시킨 것과 이어서 잔사에 ethyl alcohol을 가하여 추출한 것을 농축시켜 같이 합하였다. 그리고 양파 oleoresin의 갈변을 방지하기 위한 1% cysteine의 첨가와 2% PGDR을 첨가하여

30℃에서 유화시킨 것을 5℃, 25℃ 및 40℃의 항온기에서 저장하여 총당함량 및 갈변도 변화를 측정하여 Table 1에 나타내었다.

양파 oleoresin 제품의 총당함량은 616.4 mg/g으로 나타났다. 이것은 국내산 양파 6종의 탄수화물 함량이 7.13~8.51% 범위¹⁹⁾에 들 때 oleoresin 추출수율에 비하여 다소 낮게 나타났다. 이렇게 낮게 나타난 이유로서 양파 oleoresin의 품질은 담갈색의 색깔, 특유의 맛 및 향기가 주가 되므로 추출과정중 이러한 휘발성 및 비휘발성 성분의 회수율이 높아야 하는데 원료양파의 성분조성은 탄수화물의 함량이 매우 높아 고형물의 대부분을 차지하며, 이러한 hydrophilic component들을 효과적으로 추출하기 위해서는 methyl alcohol처럼 극성이 강한 용매가 적합하지만 농축과정중 용매를 회수시킬 때 미량이나마 잔류하게 될 때의 안전성을 고려하여 본 실험에서는 추출용매로서 극성이 다소 약한 ethyl alcohol로 추출하였기 때문이다. 그러나 oleoresin에 추출된 당은 저장온도 5℃, 25℃ 및 40℃에서 매우 안정하여 저장 60일후까지도 함량변화는 거의 일어나지 않았다. 양파농축액의 저장 중에 일어나는 갈변은 양파에 대량 함유되어 있는 polyphenol 화합물의 효소적 또는 비효소적 반응에 기인한다²⁰⁾. 그리고 저장온도가 높고, 저장기간이 길어질수록 갈변반응이 증가되는데, 손등¹⁵⁾은 양파 농축액의 갈변반응이 30~40℃ 정도의 온도보다 50℃에서 빠르게 일어난다고 보고하였다. 본 실험의 경우, 양파 oleoresin 추출 직후 갈변도를 나타내는 흡광도가 0.38로 담갈색을 띄었는데 5℃에서는 저장 60일 후에도 변화가 거의 없었으나, 25℃에서 저장한 경우는 색택이 다소 짙은 갈색을 띄어 저장 60일후 흡광도가 1.53으로 다소 증가하였다. 그러나 40℃에서 저장한 경우는 갈변반응이 급속히 일어나 저장 40일 후부터는 관능적으로 색택이 암갈색으로 변화하기 시작하였고 저장 60일 후에는 흡광도가 3.32로 크게 증가하였다. 그리고 갈색화 억제효과가

있다고 알려진 cysteine¹⁵⁾을 1% 첨가한 경우는 대조구에 비하여 갈색 억제효과가 상당히 나타나 40℃에서 60일간 저장하였을 때의 흡광도는 대조구의 절반수준으로 나타났다.

2. 저장중 유화 안정성 및 항산화 활성 변화

양파를 생채로 착즙하여 분리한 액즙의 감압농축물과 잔사에 ethyl alcohol을 가하여 추출, 농축한 용매추출물의 효과적인 균일한 혼합을 위하여 유화제로서 2% PGDR을 첨가하여 유화시키고, 5℃, 25℃ 및 40℃의 항온기에서 저장하였을 때의 유화 안정성을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다.

유화 안정성 측정은 원심분리(2000×G, 60 min)를 행하여 emulsion층이 분리되지 않는 부피를 측정하여 전체에 대한 백분율로 계산한 것으로 5℃ 저장의 경우는 20일, 40일 및 60일후에 각각 96.8%, 94.1% 및 90.6%로 매우 안정하였고, 25℃에서 60일 저

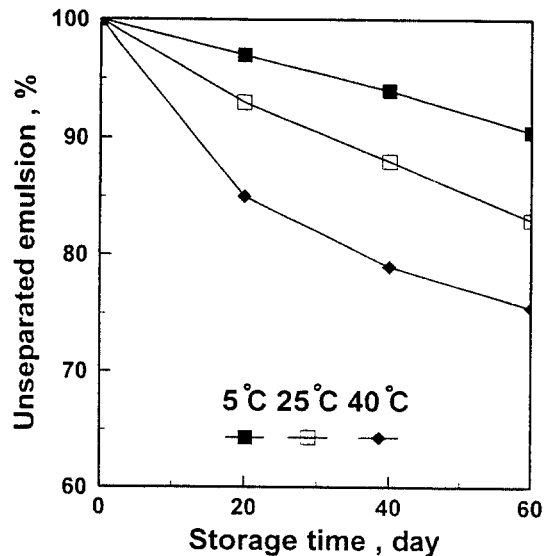


Fig. 1. Influence of centrifugation(2,000×G, 60 min) on emulsion stability of oleoresin onion during storage.

Table 1. Changes in total sugar content, pH and color intensity of oleoresin onion during storage at 5℃, 25℃ and 40℃

Storage temperature	Storage time, day									
	5℃			25℃			40℃			
Characteristics	0	20	40	60	20	40	60	20	40	60
Total sugar, mg /g	616.4	616.3	616.1	616.2	616.3	616.5	616.6	616.6	616.8	616.9
pH	6.15	6.15	6.15	6.14	6.14	6.12	6.09	6.13	6.08	6.02
Absorbance (420 nm)	0.38	0.40	0.44	0.49	0.67	1.16	1.53	1.27	2.43	3.32
Absorbance (420 nm), added 1% cysteine	0.38	0.39	0.41	0.43	0.46	0.75	0.99	0.61	1.14	1.56

장후는 분리되지 않는 emulsion층의 부피가 83.2%이었다. 高橋²¹⁾는 PGDR을 사용하여 대두유를 유회시킬 때 소량 첨가로도 emulsion생성을 및 안정성이 뛰어나고, 이를 5°C에서 1개월간 저장하여도 emulsion형성율이 86.5%를 유지하여 높은 안정성을 가진다고 하였다. 그러나 40°C에서 60일 저장후는 분리되지 않는 emulsion층의 부피가 75.4%로 낮게 나타나 높은 온도에서 저장기일이 길어질수록 유회상태가 매우 불안정하게 나타났다.

한편 식품에 있어서 유지산화가 일어나면 영양가 저하 및 기호적 품질저하 등 좋지 못한 점이 발생하여 최근에는 산화방지를 위하여 안전성에 문제가 될 수 있는 합성 항산화제 대신에 천연 항산화제에 대한 관심이 커지고 있으며, 그중 향신료가 갖는 항산화성은 주로 정유성분에서 유래된 것으로 식품유지나 가공식품에 널리 이용되고 있다^{22,23)}. 양파 oleoresin의 저장중 항산화 활성의 변화를 검토하기 위하여 대두유를 대조구로 하여 5°C, 25°C 및 40°C의 온도에서 저장한 oleoresin을 1% 첨가하고, 또한 비교를 위하여 BH-A를 0.02% 첨가하여 antioxidant index(A.I.)를 구하여 Fig. 2에 나타내었다.

생체 양파로부터 추출한 oleoresin을 저장시키지 않고 바로 대두유에 1% 첨가한 경우와 0.02% BHA를 첨가하였을 때 A.I.는 각각 1.39 및 1.72를 나타내어 0.02% BHA를 첨가한 대두유의 유도기간 연장 효과에 대하여 80.8%에 해당하는 항산화 활성을 나

타내었다. 이것은 양파 성분 중에서 flavonoid 화합물, quercetin, rutin, polyphenol 등이 많이 함유되어 이들에 의하여 항산화성을 가진다고 알려져 있다²⁴⁾. 그리고 5°C 및 25°C에서 60일 동안 저장한 양파 oleoresin을 대두유에 각각 1% 첨가하였을 때의 A.I.는 1.37 및 1.30을 나타내어 실온 또는 그 이하의 온도에서는 양파 oleoresin이 가지는 항산화 활성은 매우 안정한 것으로 생각되었다.

그러나 40°C의 비교적 높은 저장온도에서는 항산화 활성 변화의 폭이 다소 크게 나타났다. 40°C에서 저장 20일, 40일 및 60일후의 양파 oleoresin의 A.I.는 각각 1.34, 1.25 및 1.08로 나타나 고온에서 저장기일이 길어질수록 양파 oleoresin의 항산화활성은 다소 불안정하였다.

3. 저장중 pyruvate함량 변화

양파 중의 alliin은 조직이 파괴될 때 alliinase에 의해 마늘의 주요 향기성분이 되는 diallyl thiosulfate 즉, allicin과 안정한 pyruvic acid로 전환되고, allicin은 매우 불안정하여 곧 비효소적 반응을 하여 diallyl disulfide 등으로 분해되어 마늘 특유의 향기성분을 생성하게 된다²⁵⁾. 따라서 overall odor intensity의 지표로서 간편히 이용되는 안정한 효소적 분해산물인 total pyruvate 함량의 변화를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다.

5°C에 저장한 경우는 저장 60일후 잔존율이 89.9%로 저온에서는 상당히 안정하였고, 25°C에 저장한

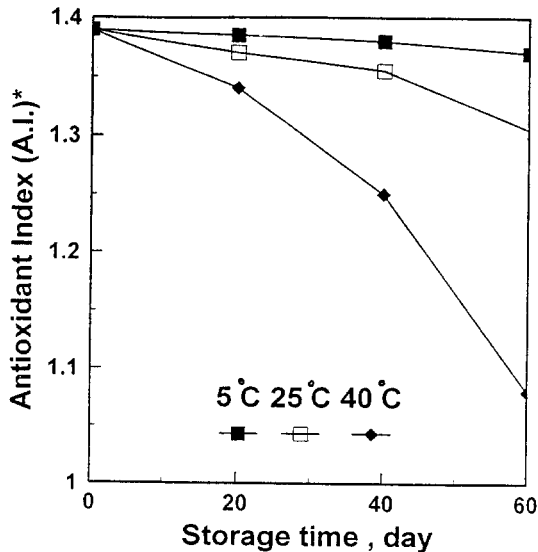


Fig. 2. Changes in antioxidative activity of oleoresin onion during storage.

* A. I. : Induction time of treated sample / Induction time of control sample.

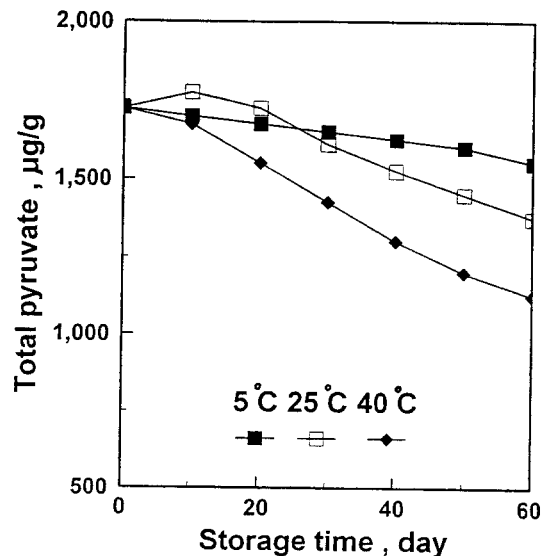


Fig. 3. Changes in total pyruvate content of oleoresin onion during storage.

Table 2. Effects of storage temperature on the pyruvate degradation rate constant and activation energy of the oleoresin onion

Rate constant (10^{-3} mmol / $\ell \cdot$ hr)			Activation energy (kcal / g mole)	Q_{10}^{*1}	
5 $^{\circ}$ C	25 $^{\circ}$ C	40 $^{\circ}$ C		5~25 $^{\circ}$ C	25~40 $^{\circ}$ C
1.381	2.863	4.735	11.649	1.537	1.694

*1Mean Q_{10} value under the range of storage temperature.

경우 전체적인 pyruvate 함량의 변화 경향은 저장 초기에 함량 증가가 조금 일어나고, 이후로 저장 일수가 경과할수록 함량이 감소하였는데 60일후 잔존율은 79.7%였다. 마늘을 수확한 직후 실온에서 저장하였을 때 저장 초기에는 pyruvate 함량이 증가하다가 다시 감소하는데²⁶⁾, 본 실험에서는 양파 oleoresin 조제시 저온에서 감압 농축과정을 행하였기 때문에 불활성화되지 않고 잔존하는 효소의 지속적인 작용으로 저장 초기에 pyruvate 함량이 증가하였고, 이후로는 생성된 pyruvate가 다시 분해됨으로써 전체적인 함량이 약간 감소하는 것으로 생각되었다. 그리고 40 $^{\circ}$ C 저장의 경우는 pyruvate 함량의 변화가 저장기 일동안 계속적으로 감소하였는데, 저장 60일후 pyruvate 함량의 잔존율은 65.2%로, 비교적 고온의 저장 조건에서는 양파 특유의 향기성분의 소실이 큰 것으로 나타났다.

향신료의 overall odor intensity 지표로서 이용되는 pyruvate 함량 변화에 대하여 $A=A_0+kt$ 식에서 반응속도 상수를 구하였고, 여기서 A_0 및 A 는 초기 및 t 시간 후의 pyruvate 농도이고 k 는 반응속도 상수이다. 또한 각 저장온도에서의 반응속도 상수 k 로부터 Arrhenius 온도의존식, $k_0 = A \cdot \exp(-E_a/RT)$ 를 이용하여 활성화 에너지를 구하였으며, 이때 A , R 및 T 는 빈도계수, 기체상수 및 절대온도이고, 이들을 Table 2에 나타내었다.

양파 oleoresin의 저장중 pyruvate 감소에 대한 반응속도 상수는 저장온도 범위 5~40 $^{\circ}$ C에서 1.381~4.735 mmol / $\ell \cdot$ hr, 그리고 이 반응속도 상수로부터 구한 Q_{10} 값은 1.537~1.694 범위로 나타났으며, 또한 각 저장온도에서의 반응속도 상수와 절대온도의 역수($1/T$)와의 Arrhenius plot의 기울기에서 구한 활성화 에너지는 11.649 kcal / g mole로 나타났다.

요 약

양파를 생채로 착즙하여 분리한 액즙을 Brix 70% 까지 감압농축시킨 것과 이어서 잔사에 ethyl al-

cohol을 가하여 추출한 것을 농축시켜 같이 합하고, 갈변방지를 위하여 1% cysteine의 첨가와 유화제로서 2% PGDR을 첨가하여 양파 oleoresin을 제조하고 저장중 품질 안정성을 검토하였다. 양파로부터 oleoresin에 추출된 당은 저장온도 5 $^{\circ}$ C, 25 $^{\circ}$ C 및 40 $^{\circ}$ C에서 매우 안정하여 저장 60일후까지도 함량변화는 거의 일어나지 않았다. 양파 oleoresin 추출 직후 갈변도를 나타내는 흡광도가 0.38로 담갈색을 띄었는데 5 $^{\circ}$ C에서는 저장 60일 후에도 변화가 거의 없었으나, 25 $^{\circ}$ C 및 40 $^{\circ}$ C에서 저장한 경우는 60일후 흡광도가 1.53 및 3.32로 증가하였고, cysteine을 1% 첨가한 경우는 대조구에 비하여 갈색 억제효과가 상당히 나타나 40 $^{\circ}$ C에서 60일간 저장하였을 때의 흡광도는 대조구의 절반 수준으로 나타났다. 유화 안정성은 5 $^{\circ}$ C 저장의 경우 20일, 40일 및 60일후에 분리되지 않는 emulsion 층의 부피가 각각 96.8%, 94.1% 및 90.6%로 매우 안정하였고, 25 $^{\circ}$ C 및 40 $^{\circ}$ C에서 60일 저장후는 83.2% 및 75.4%로 유화상태가 다소 불안정하였다. 생채 양파로부터 추출한 oleoresin을 저장시키지 않고 바로 대두유에 1% 첨가한 경우와 0.02% BHA를 첨가하였을 때 A.I. 는 각각 1.39 및 1.72를 나타내어 0.02% BHA를 첨가한 대두유의 유도기간 연장효과에 대하여 80.8%에 해당하는 항산화 활성을 나타내었고, 5 $^{\circ}$ C 및 25 $^{\circ}$ C에서 60일 동안 저장한 양파 oleoresin을 대두유에 각각 1% 첨가하였을 때의 A. I. 는 1.37 및 1.30을 나타내어 실온 또는 그 이하의 온도에서는 양파 oleoresin이 가지는 항산화 활성은 매우 안정하였으며, 40 $^{\circ}$ C에서 저장 60일후의 양파 oleoresin의 A.I. 는 1.08로 나타나 고온에서 저장기일이 길어질수록 양파 oleoresin의 항산화활성은 다소 불안정하였다. Overall odor intensity의 지표로서 total pyruvate 함량변화는 5 $^{\circ}$ C, 25 $^{\circ}$ C 및 40 $^{\circ}$ C에서 저장 60일후 잔존율이 각각 89.9%, 79.7% 및 65.2%로 저온에서는 상당히 안정하였다. 양파 oleoresin의 저장중 pyruvate 감소에 대한 반응속도 상수는 저장온도 범위 5~40 $^{\circ}$ C에서 1.381~4.735 mmol / $\ell \cdot$ hr, Q_{10} 값은 1.537~1.694, 그리고 활성화 에너지는 11.649kcal / g mole이었다.

감사의 글

이 연구는 1997학년도 순천공업전문대학 학술연구 조성비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드린다.

참고문헌

1. 농림부 : 농림통계연보. p. 121(1997).
2. Hui, Y. U. : *Encyclopedia of food science and technology*. Vol. 3 John Wiley & Sons, Inc., New York. p. 1946(1992).
3. Part, D. E. : Lipid antioxidants in plant tissue. *J. Food Sci.*, 30, 737(1965).
4. Borida, A., Bansal, H. C., Arora, S. K. and Singh, S. V. : Effect of the essential oils of garlic and onion on alimentary hyperlipemia. *Atherosclerosis*, 21, 15(1975).
5. Gupta, N. N. : Effect of onion on serum cholesterol, blood coagulation factors and fibrinolytic activity in alimentary lipaemia. *Ind. J. Med., Res.*, 54, 48(1966).
6. Menon, I. S. and Kendal, R. Y. : Effect of onion on blood fibrinolytic activity. *Brit. Med. J.*, 21, 351(1968).
7. Jain, R. C., Vyas, C. R. and Vyas, C. R. : Hypoglycemic action of onion and garlic. *Lancet*, 29, 1491(1973).
8. Farrell, K. T. : *Spices, Condiments, and Seasonings*. Van Nostrand Company. New York. p. 160(1985).
9. Macrae, R., Robinson, R. K. and Sadler, M. J. : *Encyclopaedia of Food science food technology and nutrition*. Vol. 5. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, New York. p. 3361(1993).
10. Hui, Y. U. : *Encyclopedia of food science and technology*. Vol. 3 John Wiley & Sons, Inc., New York. p. 1951(1992).
11. Garcia-Villanova, R., Mariscal, L. and Galvez, V. : Microbial content in fresh vegetables : roots, tubera and bulbs. *Revista Latinoamericana de Microbiologia*, 29, 107(1987).
12. Sato, E. and Rodrigues, L. : Microbiology of fresh salads. II. Microorganisms in different vegetables. *Anales de Bromatologia*, 40, 383(1988).
13. Nava, L. J. and Ewing, N. L. : Process for the producing dry discrete agglomerated garlic and onion and resulting products. USP, US 4, 394(1983).
14. Anon : Onions processed into a variety of forms food processors. *Processed Prepared Food*, 151, 135(1982).
15. 손종연, 손홍수, 조원대 : 양파농축액에 대한 일부 항갈색화제의 효과. *한국영양식량학회지*, 25, 529(1996).
16. Pajington, J. S. : A review of oleoresin black pepper and its extraction solvents. *Perfumer & Flavorist*, 8, 29(1983).
17. 押田一夫 : マヨネズの製造に関する基礎的研究. 3. 卵黃のhigh-density fraction及び high-density fraction의乳化力と安定性に及ぼす食鹽及び酢酸の影響について. *日本食品工業學會誌* 23, 250(1976).
18. Schwimmer, S. and Weston, W. J. : Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agric. Food Chem.*, 9, 301(1961).
19. 서형주, 정수현, 손종연, 손홍수, 조원대, 마상조 : 효소에 의한 양파가수분해액의 제조. *한국식품영양과학회지*, 25, 786(1996).
20. Huang, M. T., Ho, C. T. and Lee, C. T. : Phenolic compounds in food and their effects on health. II. American Chemical Society, Washington, p. 219(1992).
21. 高橋康之 : W/O/W型複合製造方法應用. *調理科學*, 23, 12(1970).
22. Andres, C. and Duxbury, D. D. : Antioxidant : past, present and future. *Food Processing*, 51, 100(1990).
23. 徳丸七恵 : 香辛料の抗菌性と抗酸化性. *New Food Industry*, 30, 86(1988).
24. Ong, A. S. H., and Packer, L. : *Lipid-Soluble Antioxidants : Biochemistry and Clinical Application*. Birkhauser Verlag, Basel. pp. 296-306(1992).
25. Whitaker, J. R. : Development of flavor, odor and pungency onion and garlic. *Adv. Food Res.*, 22, 73(1976).
26. Ceci, L. N., Curzo, O. A. and Pomilio, A. B. : Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs. *J. Food Sci.*, 56, 44(1991).

(1998년 2월 7일 접수)