

열풍, 진공 및 동결건조 양파분말의 품질특성

강난숙 · 김준한¹ · 김종국[†]

상주대학교 식품영양학과, ¹대구신기술사업단 바이오산업지원센터

Modification of Quality Characteristics of Onion Powder By Hot-air, Vacuum and Freeze Drying Methods

Nan-Suk Kang, Jun-Han Kim¹ and Jong-Kuk Kim[†]

Department of Food Nutrition, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

¹Bio Industry Ceter, Daegu New Technology Agency, Daegu, 704-230, Korea

Abstract

This study investigated changes in physicochemical properties of onion powders during various drying conditions. The moisture content during vacuum drying at 40°C remained at 5.23% for 5 days of drying, and it was possible to quickly obtain dry powder. Weight reduction upon -70°C vacuum drying was 90% after 7 days. The large change in browning caused by vacuum freeze drying was lowest (OD₄₂₀ of 1.173) after 7 days of drying. The content of vitamin C increased with vacuum freeze drying. The major free sugars were fructose, glucose and sucrose. Of organic acids, citric acid was prominent and, after vacuum freeze drying, showed a high value of 1,965 mg/100 g. Free amino acids noted were L-arginine, β-alanine, L-alanine and L-threonine. In summary, vacuum freeze drying at -70°C is optimal.

Key words : drying conditions, moisture content, color, free amino acids

서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 마늘과 함께 재배 역사가 가장 오래된 식물의 하나로 비늘줄기가 발달되어 있는 백합과에 속하는 두해살이식물로 지하부의 비대한 비늘줄기를 식용으로 하는 채소의 하나로, 원산지는 이란, 서파키스탄, 중앙아시아·지중해연안 등으로, 아직 야생종이 발견되지 않아 확실하지는 않다. 양파는 중국에서는 후충, 일본에서는 다마네기로 불리며 우리나라에서는 일본식으로 옥파 또는 모양에 따라 둥근파로 불리다가 서양에서 들어온 파라는 뜻으로 양파로 호칭하고 있다. 양파는 매우 맛이 약한 감미종과 매우 맛이 강한 신미종으로 크게 나누어지고, 다시 비늘줄기의 색깔에 따라 황색·적색·백색계로 나누어진다. 감미종은 생식하는 데 많이 이용되고, 신미종은 조리

주로 이용된다. 한국에서 재배되는 대부분의 품종은 신미종의 황색계이며, 대표적인 종이 천주황(泉州黃)이다(1).

양파는 우리나라의 대표적인 향신료로 특유의 맛과 향기를 지니며 식품의 조리 및 가공 중 중요한 향신 조미료 소재로서 오래 전부터 널리 이용되어 왔는데, quercetin, quercetin, rutin 등의 flavonoid계 성분과 체내 지방수준 저하에 효과적인 diallyl disulfide, allyl propyl disulfide 등의 함유 황화합물이 함유하고 있어 항산화작용이 있는 것으로 알려지고 있으며(2,3) 심혈관계 질환 예방, 항혈전, 혈당 저하 등의 여러 대사 장애에 조절 효능을 갖는 생리활성물질이 있는 것으로 밝혀지고 있다(4,5). 또한 양파의 특수한 냄새는 방부효과를 가지며, 육류의 좋지 못한 냄새와 맛을 제거하는데 효과적이므로 육가공품, 수프, 소스의 조리 등에 많이 쓰인다. 양파는 높은 수분함량으로 저장성이 매우 약하여 저장기간 중 중량감소 및 부패가 많이 일어나며, 맹아, 발근 및 위조에 의해 상품가치를 상실하는 경우가 많이 발생한다(6-8). 건조는 식품을 보존하는 수단으로 오랫동안 사용되어져 왔으며, 양파의 저장성을 향상시키기 위한 방

[†]Corresponding author. E-mail : kjk@sangju.ac.kr
Phone : 83-54-530-5305, Fax : 82-54-530-5309

법으로는 열처리, 저온저장, 방사선처리, 첨가제나 천연 부 재료를 첨가하는 방법 등이 꾸준히 연구되고 있고(9), 양파 를 건조하여 분말화 시키거나 용매를 이용한 추출액의 제조 또는 효소 처리한 조미액 제조 등의 가공방법이 있으나 아직까지 연구가 미진한 실정이다.

양파의 분말화는 양파의 과잉생산에 따른 가격폭락으로 인한 농민들의 피해를 방지하고 안정적인 양파 생산을 장려 하기 위해 큰 기여를 할 것이며, 기능성 식품소재로 큰 활용 을 할 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 일시에 대량 수확되는 양파의 소 비를 촉진시키고자 양파분말을 제조하여 식품의 원·부재 료로서의 이용성을 제고하기 위해 열풍, 진공 및 동결건조 등의 건조방법을 달리하여 건조 중 양파분말의 이화학적 성분을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 양파는 천주황 품종으로 2003년 6월에 상주농협 공판장에서 40 kg을 구입하여 사용하였다.

양파분말의 제조

시료의 전처리과정은 양파의 껍질을 벗긴 후 구근의 줄 기와 뿌리 부분을 제거하고 수온이 15°C인 흐르는 물에서 수세과정을 거친 후 야채 절단기(Yong Woo Precision Co., Korea)로 양파의 종축에 대해 5 mm 두께로 세로 방향으로 8등분하여 세절, 분리 후 50°C 열풍건조, 40°C 진공건조는 초기, 1, 2, 3, 5 및 7일간 건조과정 중 품질변화를, 또한 -70°C 동결건조방법은 초기 및 7일의 건조과정 중 품질변화 를 측정하였다.

수분함량 및 중량감소율 측정

시료 10 g을 105°C에서 60분간 적외선수분측정기로 수분 함량을 측정하였다. 중량감소율은 초기중량에 대한 건조 후 중량을 백분율로 나타내었다.

갈색도 측정

갈색도 측정은 시료 5 g에 증류수 40 mL와 해사 2스푼을 첨가하여 격렬히 혼합한 후 증류수 40 mL를 다시 첨가하고 10% trichloroacetic acid 용액 20 mL를 삼각플라스크에 넣은 후 실온에서 2시간 방치 후 여과하여 분광광도계(shimadzu UV-1601, Shimadzu Co., Japan) 420 nm에서 흡광도를 측정 하였다.

색도 측정

색도측정은 색차계(Chromatometer CR-300, Minolta, Japen)를 사용하여 백색도(L value, lightness), 적색도(a

value, redness) 및 황색도(b value, yellowness) 값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내고 total color difference (ΔE)로 나타내었다. 이때의 표준백색판(standard plate)은 $L=94.17$, $a=1.85$, $b=1.92$, $\Delta E=5.23$ 값의 표준색을 사용하였다(10).

Vitamin C 함량 측정

Vitamin C 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine (DNP)비색 법(11)에 의해 측정하였다. 즉, 시료에 metaphosphoric acid 용액을 넣어 추출한 후 그 액에 indophenol과 thio urea-metaphosphoric acid를 넣고 충분히 혼합하였다. 여기에 DNP 5 mL를 가하여 37°C 항온기에서 60분간 반응시키고 H₂SO₄ 용액을 넣어 30분간 방치시킨 후 spectrophotometer (Shimadzu, UV-1601, Japan)로 540 nm에서 흡광도를 측정 하였다.

유리당 분석

유리당 분석은 시료 10 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시 간 반복추출 후 여과지(Whatman No. 2)로 여과하였다. 여과 액은 hexane으로 지질을 제거하고 40°C 진공 농축 건조 후 증류수 5 mL로 정용한 다음 Sep-pak C₁₈를 통과시켜 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC(Alliance XE system, Waters, USA)분석용 시료로 사용하였다. 이때 column은 carbohydrate column (ID 3.96×300 mm, Waters Co., USA)을 사용하였으며, column oven 온도는 30°C, mobile phase는 acetonitrile : water(80 : 20, v/v), flow rate는 1.5 mL/min, 시료주입량은 20 μ L의 조건으로 RI detector(Model 2414, Waters Co., USA)에서 검출하였다(12).

유기산 분석

유기산 분석은 시료 10 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시 간 반복추출 후 여과지(Whatman No. 5)로 여과하였다. 여과 액은 hexane으로 지질을 제거 후 40°C 진공 농축 건조 후 증류수 5 mL로 정용하고, Sep-Pak C₁₈ cartridges 및 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC (Alliance XE system, Waters, USA)로 분석하였다. 이때 column은 Sdex RSpak KC-811를 사용하였으며, column 온도는 30°C, 이동상은 0.1% phosphoric acid, 유속은 0.7 mL/min, 검출기는 RI (waters 2414, Waters, USA)로 215 nm에서 분석하였다(13).

유리아미노산 분석

유리 아미노산은 시료 10 g에 75% ethanol 100 mL를 가하여 80°C에서 2시간 반복추출 여과한 여액을 45°C 감압 농축하여 0.2 M sodium citrate buffer(pH 2.2)용액 5 mL로 정용하고, Sep-Pak C₁₈ (Waters Co.)처리한 후 0.45 μ m membrane filler로 재여과하여 아미노산자동분석기(Model

Biochrom-30, Pharmacia Biotech Co., Swiss)로 분석하였다. 칼럼은 U-1631 (4.6 mm ID×200 mm)로 분석하였다(14).

결과 및 고찰

수분함량 변화

건조방법을 달리한 양파분말의 수분함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 수분함량변화는 50℃ 열풍건조의 경우 건조 5일에 수분함량 10%이하로 건조가 되었으며 건조 7일에 수분함량 5.30%로 분말화상태가 가능하였다. 또한, 40℃ 진공건조의 경우는 건조기간 3일째에 수분함량이 6.05%로 거의 건조가 완료된 상태였으며 건조 5일째는 수분함량 5.23%를 나타내어 분말화가 가능하였다. -70℃ 동결건조의 경우 건조 7일째에 수분함량 5.10%를 유지하여 분말화가 가능하였다.

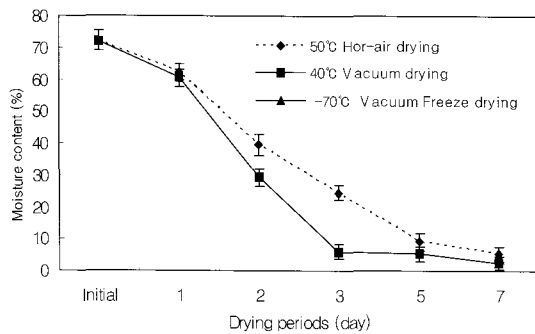


Fig. 1. Change of moisture content of onion by various drying conditions during drying periods.

Values are means±SD of three experiments.

중량감소율 변화

건조과정 중 양파의 중량감소율 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 50℃ 열풍건조의 경우 건조 3일째 중량감소율이

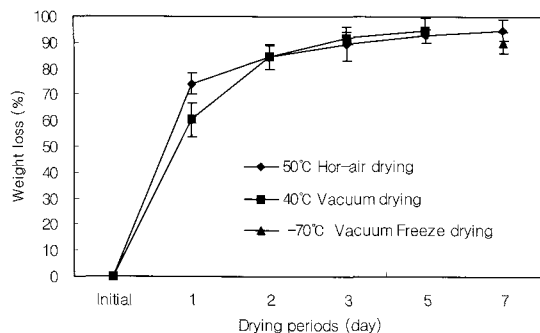


Fig. 2. Change of weight loss of onion by various drying conditions during drying periods.

Values are means±SD of three experiments.

89.6%로 매우 급격한 감소현상을 보였으며, 40℃ 진공건조의 경우는 건조 2일째 중량감소율이 84.4%까지 급격한 감소현상을 나타내었고, 또한, -70℃ 동결건조의 경우는 건조 최종일인 7일째 중량감소율은 90.0%를 나타내었다. 본 연구와는 다소 다른 연구로서 Park 등(15)의 항균제처리와 열풍건조 박피양파의 선도유지 연구에서 저장기간 21일 동안 3.20%-1.12%정도의 중량감소를 나타내었다는 보고도 있다.

갈색도 변화

건조과정 중 갈색도 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 50℃ 열풍건조의 경우 건조 3일째까지 흡광도(420 nm)값을 2.119와 40℃ 진공건조의 경우 건조 2일째까지 흡광도(420 nm)값을 1.941로 급격한 증가현상을 나타낸 후 감소하는 경향을 나타내었고, -70℃ 동결건조의 경우는 건조 최종일인 7일째 흡광도(420 nm)가 1.173으로 가장 낮은 갈색도 변화를 보였다.

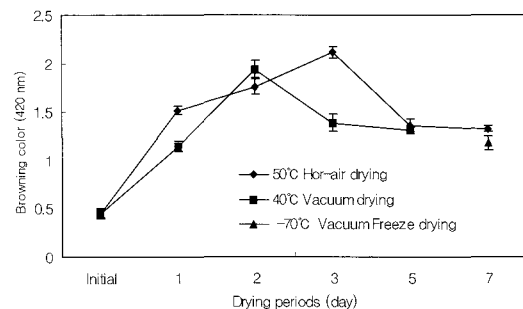


Fig. 3. Browning color of onion by various drying conditions during drying periods.

Values are means±SD of three experiments.

색도 변화

건조과정 중 색도 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 건조과정 중 색도 변화에 있어 'L'값의 변화는 50℃ 열풍건조의 경우가 초기값이 77.40에서 최종값이 63.72로, 40℃ 진공건조와 -70℃ 동결건조의 'L'값 변화 보다 큰 변화를 보였고, 또한 'a'값과 'b'값의 경우도 마찬가지로 50℃ 열풍건조의 경우가 적색도 및 황색도 변화가 크게 일어나는 경향을 나타내었다. Hong 등(16)의 연구에서는 양파의 저장 중 L값은 점차 감소하였고, a값과 b값은 상대적으로 증가하였다는 연구와 유사한 변화양상을 나타내었다.

Vitamin C 함량 변화

건조과정 중 vitamin C의 함량변화는 Fig. 5에 나타내었다. 건조과정 중 vitamin C의 함량변화는 건조에 의한 수분함량의 감소로 vitamin C의 함량은 상대적으로 증가하였고, -70℃ 동결건조의 경우가 가장 높은 vitamin C의 증가량을 나타내었고, 그와 반대로 50℃ 열풍건조의 경우는 열에 의

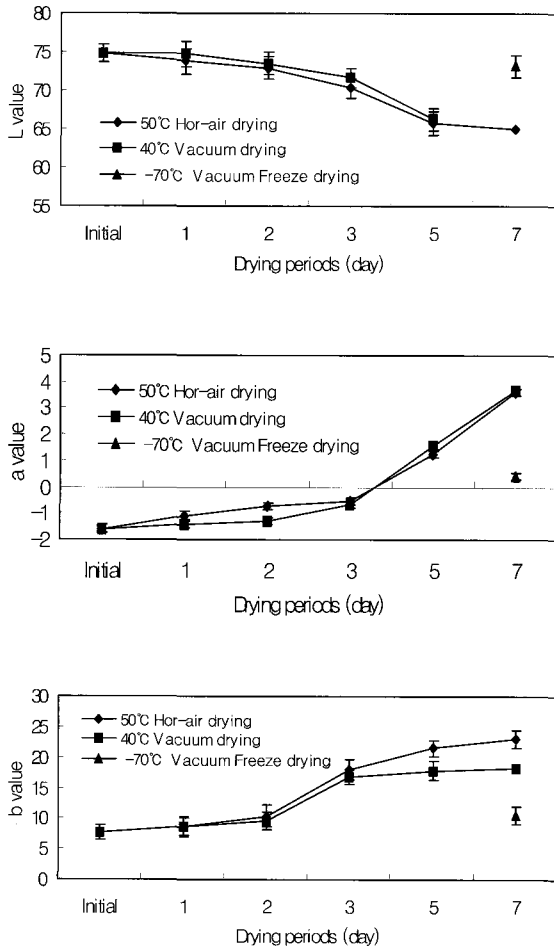


Fig. 4. Hunter's color value of onion by various drying conditions during drying periods.

Values are means±SD of three experiments.

한 vitamin C의 변화로 인한 상대적 증가량은 감소하는 경향을 나타내었다. Hou와 Go는(17) 양파음료 제조를 위한 기능성분 추출에서 양파의 vitamin C의 함량이 83.54 ug/mL에서 110.69 ug/mL이었다는 연구보고도 있으며 본 연구에서는

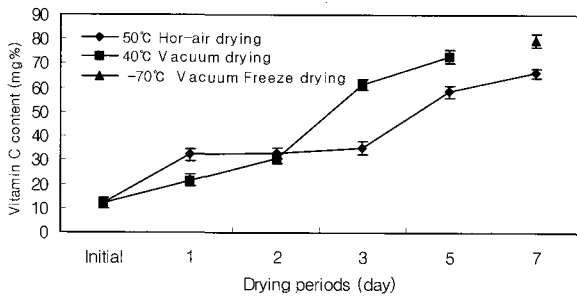


Fig. 5. Change of vitamin C content in onion by various drying conditions during drying periods.

Values are means±SD of three experiments.

양파건조분말의 vitamin C의 함량은 12.39 mg%에서 80.67 mg%를 나타내었다.

유리당 조성

건조양파분말의 유리당 함량은 Fig. 6에 나타내었다. fructose는 진공건조가 286 mg%, 열풍건조가 262 mg%, -70°C 동결건조가 238 mg%이었고, glucose는 -70°C 동결건조가 287 mg%로 가장 많았고, sucrose는 열풍건조가 216 mg%로 많았다. 열풍 예건처리에 따른 양파의 저장 중 유리당변화를 조사한 Eum 등(18)의 연구에서 양파의 주요 유리당으로 sucrose, glucose 및 fructose이었다는 보고와 동일하게 본 연구에서도 양파의 주요 유리당으로 sucrose, glucose 및 fructose가 유사하게 분석되었다.

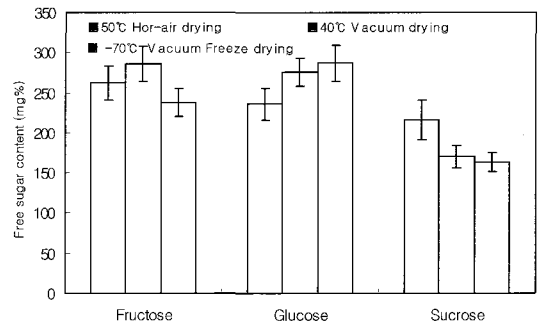


Fig. 6. Free-sugar contents of onion powder by various drying methods.

Values are means±SD of three experiments.

유기산 조성

건조과정 중 유기산의 함량변화는 Fig. 7에 나타내었다. citric acid가 주된 유기산으로 -70°C 동결건조가 1965 mg/100 g로 가장 많았다. 진공건조의 경우 benzoic acid가 893 mg/100 g, citric acid가 837 mg/100 g, malic acid가 816 mg/100 g으로 비슷한 함량을 나타내었다. Shin 등(19)은 양파식초제조 중 유기산 조성을 분석한 결과 acetic, succinic, malic, lactic, citric, oxalic 및 tartaric 등이 분리 확인되었다는 보고도 있다.

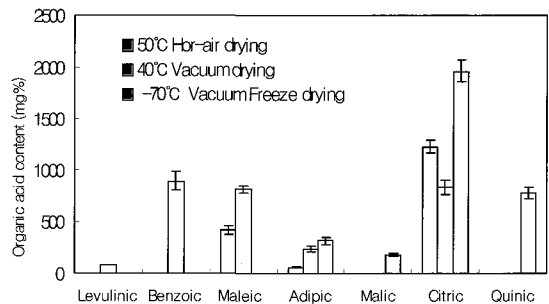


Fig. 7. Organic acid contents of onion powder by various drying methods

Values are means±SD of three experiments.

유리아미노산 조성

건조과정 중 유리아미노산의 함량변화는 Table 1에 나타내었다. L-arginine, β -alanine, alanine, L-threonine 등이 주된 유리아미노산으로 확인 되었으며, L-arginine의 경우는 -70°C 동결건조와 진공건조에서 각각 1,820 mg/100 g와 1431 mg/100 g로 매우 높은 함유량이었다. 열풍건조과 -70°C 동결건조에는 β -alanine이 각각 574 mg/100 g와 560 mg/100 g로 많았고, 진공건조에는 β -alanine이 734 mg/100 g로 가장 높은 함유량이었다.

Table 1. Free-amino acid content of onion powder by various drying methods

Amino acid	Drying method (unit : mg%, dry basis)		
	Hot-air	Vacuum	Vacuum freeze
Aspartic acid	127.6	225.8	288.6
Hydroxy-L-proline	2143.2	358.7	425.4
Threonine	195.8	232.1	468.8
Serine	81.8	178.0	88.9
Glutamic acid	88.8	188.3	246.4
Sarcosine	288.0	327.8	351.6
Aminoadipic Acid	182.1	179.6	167.3
Proline	157.6	163.4	151.9
Glycine	53.3	122.6	123.7
Alanine	207.4	441.9	221.8
Citrulline	0	26.8	26.2
α -Amino-n-butyric acid	174.4	158.8	95.0
Valine	73.7	169.7	205.8
Cystine	181.2	114.9	74.9
Methionine	140.1	126.1	117.3
Cystathionine	36.9	29.2	28.1
Isoleucine	33.7	88.4	103.0
Leucine	155.9	246.7	243.1
Tyrosine	86.9	196.9	247.7
Alanine	573.6	734.4	560.1
Phenylalanine	67.9	179.4	196.4
β -Aminoisobutyric acid	118.5	119.7	127.6
Homocystine	64.0	72.5	68.8
γ -Amino-n-butyric acid	74.9	264.1	85.9
δ -Hydroxylysine	0	48.1	48.3
Ornithine	3.3	28.7	31.1
Lysine	32.1	200.0	252.9
1-Methyl-L-histidine	2.2	2.6	3.3
Histidine	23.8	84.4	125.5
Tryptophan	43.0	167.0	203.5
3-Methyl-L-histidine	1.2	0.8	0.8
Anserine	14.8	11.3	12.2
Carnosine	260.3	25.2	10.1
Arginine	309.8	1431.1	1820.4
Total	5,997	5,513.9	7,222

Values are means \pm SD of three experiments.

요 약

일시에 대량 수확되는 양파의 소비를 촉진시키고 식품의 원·부재료로서의 이용성을 제고하기 위하여 50°C 열풍건조, 40°C 진공건조, -70°C 동결건조 중의 품질특성 변화를 조사하였다. 수분함량은 진공건조가 건조 5일째에 수분함량 5.23%를 유지하여 가장 빨리 분말화가 가능하였다. 또한 중량감소율은 동결건조가 건조 7일째 중량감소율이 90.0%를 나타내었다. 갈색도는 동결건조가 건조 7일째에 흡광도 1.173으로 가장 낮은 갈색도 변화를 보였다. 색도 중 백색도(L값)는 열풍건조가 큰 변화를 보였고, 적색도(a값)과 황색도(b값)의 경우도 마찬가지로 열풍건조가 변화가 크게 일어나는 경향을 나타내었다. Vitamin C의 함량은 건조가 진행됨에 따라 상대적으로 증가하였다. 유리당은 fructose, glucose, sucrose가 주된 유리당이였다. Citric acid가 주된 유기산으로 동결건조가 1,965 mg%로 가장 높게 나타났다. 유리아미노산은 L-arginine, β -alanine, alanine, L-threonine 등이 주된 유리아미노산으로 확인 되었다. 본 연구의 결과로 양파건조분말제조는 -70°C 동결건조가 가장 바람직한 방법으로 판단된다.

참고문헌

1. Park, Y.K. (1995) Source and processing technology of vegetable juices and the trend of study. *Bulletin of food Technology*, 8, 59-68
2. An, B.J. and Lee, J.T. (2001) Screening of Biological Activity for Phenolic Fraction from Onion. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 224-230
3. Sharma, K.K., Chowdhury, N.K., Sharma, A.L. and Misra, M.B. (1975) Studies on hypocholestraemic activity of onion. I. Effect on serum cholesterol in alimentary lipaemia in mam. *Ind. J. Nutr. Dietet.*, 12, 288-291
4. 赤松金方 (1974) 新訂和漢藥, 醫齒藥出版社, 東京, p.587-588
5. Kee, H.J. and Park, Y.K. (2000) Effects of Antibrowning Agents on the Quality and Browning of Dried Onions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 979-984
6. Lee, H.C., Kim, H.K., Park, M.H. and Shin, D.H. (1984) Confirmation of saprophytes of onions in Korea and effects of temperature, humidity and fumigation on Boyrtis-rot. *Kor. J. Appl. Miceobiol. Bioeng.*, 12, 299-304.
7. Kim, H.K., Lee, H.C., Park, M.H. and Shin, D.H. (1986) Microflora of decayed onion bulbs and their suppression

- by fumigation treatment. Korean J. Food Sci. Technol., 18, 1-5
8. Chung, H.D. (1982) Control of onion bulb rot during storage at low temperature by postharvest treatment of fungicides. J. Korean Soc. Hort. Sci., 23, 17-22
 9. Da-Mota, V.M. and Palau, E. (1999) Acoustic drying of onion. Drying Technol., 17, 855-867
 10. A.O.A.C. (1990) Official Methods of Analysis, 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. p.210-219
 11. 정동효, 장현기 (1990) 식품분석, 진로연구소, 서울, p.250
 12. Wilson, A.M. and Work, T.M. (1981) HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. J Food Sci., 46, 300-304
 13. Kim, C.S. and Choi, K.J. (1998) Controls of the hydrolysis of ginseng saponins by neutralization of organic acids in red ginseng extract preparations. Korean J. Ginseng Sci., 22, 205-210
 14. Lee, M.K. and Park, H.(1987) Free amino acids of xylem-pith in panax ginseng root. Korean J. Ginseng Sci., 11, 32-38
 15. Park, B.K., Choi, Y.S., Yoo, M.Y., Yun, J.W., Park, S.J. and Oh, D.H. Extended shelf-life of Peeled Onions by Using Antibicrobial Agents and Heat drying. Inst. Agr. Sci. Kangwon Nat. Univ. J. Agr. Sci., 12, 21-342
 16. Hong, S.I., Lee, H.H., Son, S.M. and Kim, D.M. (2004) Effect of Hot Water Treatment on Storage Quality of Minimally Processed Onion. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 239-245
 17. Hou, W.N. and Go, E.K. (2004) Extractive Optimization of Functional components for Processing of Onion Health Promotion Drink. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 403-409
 18. Eum, H.L., Lee, I.K., Hong, S.J., Park, S.W. and Park, Y.M. (2001) Effects of Heat Predrying Treatments on Bulb Quality of " Higura " Onion during Storage. Kor. Soc. Hort. Sci., 42, 703-706
 19. Shin, J.S., Lee, O.S. and Jeong, Y.J. (2002) Changes in the Components of Onion Vinegars by Two Stages Fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 1079-1084
-
- (접수 2006년 11월 6일, 채택 2007년 1월 26일)