

황색과 자색 양파의 화학성분

정창호 · 김진희 · 심기환[†]

경상대학교 대학원 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원

Chemical Components of Yellow and Red Onion

Chang Ho Jeong, Jin-Hee Kim and Ki Hwan Shim[†]

Division of Applied Life Sciences, Graduate School, Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

The chemical properties of yellow and red onion were investigated and analyzed to provide basic data for functional food materialization and processing. The moisture and nitrogen free extract contents of yellow and red onion were 92.80%, 5.13% and 92.47%, 5.59%, respectively. Mineral components of yellow and red onion were rich in K (123.64 and 114.41 mg%), Na (34.09 and 33.57 mg%) and P (27.04 and 20.56 mg%). The major free sugar of yellow onion were glucose (744.2 mg%) and fructose (705.9 mg%). Whereas major free sugar of red onion were sucrose (692.8 mg%) and fructose (517.3 mg%). Glutamic acid, phenylalanine and aspartic acid in yellow and red onion were major amino acids. Abundant free amino acids in yellow onion were hydroxy-L-proline (27.34 mg%), L-serine (27.34 mg%) and L-arginine (26.25 mg%). Abundant free amino acids in red onion were L-glutamic acid (16.35 mg%), ammonium chloride (15.22 mg%) and L-serine (10.93 mg%). Ascorbic acid contents are higher in red onion (28.34 mg%) than in yellow onion (19.20 mg%). Quercetin and total polyphenol of yellow and red onion were 15.24 mg%, 5.70 mg% and 0.319 mg/g and 0.248 mg/g, respectively.

Key words: yellow and red onion, minerals, free sugar, amino acid, ascorbic acid, quercetin, total polyphenol

서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 다년생 식물로 우리나라의 남부지방 특히 전남 무안, 함평, 경남 창녕, 경북 영천 일대에서 전국 재배면적의 87.3%를 차지하고 있는데, 독특한 향기와 풍미를 가지고 있어 주로 향신채소로서 널리 사용되고 있다(1). 종류로는 줄기의 색깔에 따라 흰 양파(white onion), 노란 양파(yellow onion) 및 붉은 양파(red onion)로 구분되고 맛에 따라서는 단 양파와 매운 양파로 구분된다(2). 양파는 민간요법에서 스테미너 식품으로 정력을 좋게 하고, 신진대사를 높여주며, 각종 균을 죽일 수 있고, 장에서 소화효소의 작용을 높여주며, 모세혈관을 보호하여 피의 흐름을 좋게 할 뿐 아니라 혈압이나 동맥경화증의 예방에 좋다고 하였고, 콩팥의 기능을 증진시킨다고 하였다. 또한 예로부터 양파는 이뇨제, 거담제로 애용되어 왔다(3). 그리고 양파에는 항균효과를 비롯하여 중금속의 해독작용(4), 콜레스테롤의 감소 및 항동맥 경화효과(5), 혈당 저하효과(6), 심혈관계 질환 예방효과(7,8), xanthine oxidase 저해작용(9), tyrosinase 저해작용(10), 항암효과(11), angiotensin

converting enzyme 저해활성(12) 등이 보고되어 있으며, 양파에 함유되어 있는 flavonoid계 성분인 quercetin, quercitrin 및 rutin 등과 함황 화합물인 allyl propyl disulfide 및 diallyl disulfide 성분 등은 항산화작용을 나타내는 것으로 보고되어 있다(13,14). 이와 같이 양파는 여러 가지 이로운 약효성분과 비타민, 미네랄 등의 영양성분이 다량 함유된 채소로서 주로 육류의 불쾌취, 육가공품, 스프, 소스 등의 향신료와 조미료로 그 용도가 다양하고 소비량이 증가하는데 반해 저장성이 극히 불량하여 그 대부분이 생산시기에 맞추어 애용되거나 거의 가공되지 않은 상태로 홍수 출하되어 가격하락과 아울러 자원낭비도 초래되는 실정이다. 이와 같이 수급이 불안정한 양파의 가격 안정화를 위한 개선으로 생산시기 조절, 과잉 생산 시 수출촉진, 간이저장시설, 정부지원의 저장창고 시설 등이 이루어졌으나 육종연구, 재배생리 연구 등의 품종개량 및 건조 연구 등(15,16)에 제한되어 있을 뿐이다. 또한 국내에서는 양파를 품종별로 나누어 식품학적 성분분석에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 잉여의 양파를 대량으로 소모하면서 고 기능성을 함유한 고부가가치 가공식품의 개발을 위한 기초자료로 황

[†]Corresponding author. E-mail: khshim@nongae.gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5479. Fax: 82-55-753-4630

용하기 위하여 황색양파와 자색양파의 화학성분을 조사하였다.

재료 및 방법

시료 및 추출물의 조제

황색 및 자색 양파는 2005년 10월 경남 진주 초전동 농산물도매시장에서 6월에 수확된 창녕산 양파를 구입하여 냉장 보관하면서 껍질 및 뿌리와 같은 비가식 부위는 제거한 후 본 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

수분은 105°C 건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조섬유는 1.25% H₂SO₄ 및 NaOH 분해법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였으며, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물로 나타내었다(17).

무기성분 분석

무기성분을 분석하기 위하여 각 시료 0.1 g에 분해용액(HClO₄:H₂SO₄:H₂O₂=9:2:5) 25 mL를 가하여 열판에서 무색, 투명하게 변할 때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(Whatman No. 2)한 후 ICP(Perkin Elmer Optima 4300DV, USA)로 분석하였다. 분석조건 중 RF power는 1,300 W이며, analysis pump flow rate는 1.5 mL/min으로 하였고, gas flows는 plasma: 15, auxiliary: 0.2, nebulizer: 0.8 L/min으로 하여 분석하였다.

유리당 분석

유리당 분석은 Choi 등의 방법(18)으로 유리당 회분을 얻은 다음 0.45 µm syringe filter로 여과한 후 Sep-pak C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거한 다음 HPLC(Waters 486, USA)로 분석하였다. Column은 Aminex carbohydrate HPX42-A를 사용하였고, solvent와 flow rate는 80% acetonitrile과 1.0 mL/min, detector는 RI로 하였고, column 온도와 injection volume은 각각 40°C와 20 µL였다.

총아미노산 분석

총아미노산 분석은 시료를 일정량 취하여 6 N-HCl 용액을 가하고 진공밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전 진공농축기(EYLYA, N-N series, Japan)를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 µm syringe filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech, Biochrom 20, England)를 이용하여 분석하였다. 분석에 이용한 column은 ultrapac 11 cation exchange resin (11 µm±2 µm)를 사용하였고, flow rate와 buffer는 각각 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column

온도와 reaction 온도는 각각 46°C와 88°C로 하였고, 분석시간은 44분이었다.

유리아미노산 분석

시료 10 g에 75% ethanol 50 mL를 첨가하여 homogenize한 다음 원심분리(3,000×g, 20 min)하고, 그 상정액을 회전 진공농축기(EYLYA, N-N series, Japan)로 ethanol을 제거한 후 상기의 방법을 2회 반복하였다. Ethanol을 모두 제거한 후 D.W.를 이용하여 25 mL로 정용하여 5-sulfosalicylic acid(50 mg/mL)를 첨가한 다음 0.22 µm syringe filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech, Biochrom 20, England)를 이용하여 분석하였다.

비타민 C 및 quercetin 분석

시료 2 g에 20 mL의 10% metaphosphoric acid를 가하여 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% metaphosphoric acid를 넣어 균질화한 다음 균질화된 시료를 100 mL mass flask에 옮기고 소량의 5% metaphosphoric acid액으로 용기를 씻은 후 mass flask에 합하여 100 mL로 정용한 다음 0.22 µm syringe filter로 여과하여 HPLC(Hewlett packard 1100 series, USA)로 분석하였다. Column은 µ-Bondapak C₁₈ (3.9×30 cm, I.D)를 사용하였고, solvent와 flow rate는 각각 0.05 M KH₂PO₄: acetonitrile(60:40)과 1 mL/min으로 하였으며, UV파장과 injection volume은 254 nm와 20 µL였다(19). 양파의 quercetin 분석은 1 g의 시료에 60% ethanol 40 mL와 6 M HCl 5 mL를 첨가하여 95°C 수욕상에서 2시간 동안 환류 냉각시켰다. 환류 냉각시킨 용액을 50 mL volumetric flask를 이용하여 60% ethanol로 volume을 50 mL가 되게 정용하여 0.45 µm filter로 여과한 후 HPLC(Hewlett Packard model 1100 series, USA)로 분석하였다. 분석조건 중 column은 ODS(250×4.6 mm, 5 µm)를 사용하였고, 용매는 30% acetonitrile/0.025 M KH₂PO₄ buffer solution(v/v)으로 6 M HCl로 pH를 2.5로 조정하였다. 유속은 1 mL/min, 검출기는 diode array detector, 파장은 370 nm에서 분석하였다(20).

총 polyphenol 화합물 분석

총 polyphenol 화합물 함량은 60% ethanol로 추출한 추출액 0.1 mL에 D.W. 3 mL, 0.016 M potassium ferricyanide (K₃Fe(CN)₆) 1 mL, 0.01 M FeCl₃(FeCl₃/0.1N HCl)용액 1 mL를 넣고 혼합한 후 15분간 방치하고, 안정제(H₂O:1% gum arabic:85% phosphoric acid=3:1:1, v/v/v) 5 mL 첨가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며, gallic acid로 작성한 검량곡선으로 함량을 환산하였다(21).

결과 및 고찰

일반성분 함량

황색과 자색 양파의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에

Table 1. Proximate composition in yellow and red onion

(unit: %)

| Cultivars | Moisture | Crude protein | Crude fat | Nitrogen free extract | Crude fiber | Ash |
|-----------|------------|---------------|-----------|-----------------------|-------------|-----------|
| Yellow | 92.80±0.75 | 1.09±0.14 | 0.15±0.01 | 5.13±0.46 | 0.47±0.09 | 0.36±0.02 |
| Red | 92.47±0.89 | 1.03±0.20 | 0.14±0.02 | 5.59±0.37 | 0.45±0.05 | 0.32±0.04 |

서 보는 바와 같이 황색양파에서는 수분 92.80%, 가용성 무질소물 5.13%, 조단백질 1.09%, 조섬유 0.47%, 회분 0.36% 및 조지방 0.15%로 나타났으며, 자색양파의 경우 수분 92.47%, 가용성 무질소물 5.59%, 조단백 1.03%, 조섬유 0.45%, 회분 0.32% 및 조지방 0.14%로 나타났다. Ahn과 Lee(22)는 한국 산 창녕대고, 프랑스 shallot, 인도 shallot 3종의 양파를 구입하여 일반성분을 분석한 결과 수분 89.97~90.75%, 가용성 무질소물 6.67~7.23% 및 조단백 1.03~1.10% 순으로 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

무기성분 함량

무기성분 함량을 ICP로 분석한 결과는 Table 2와 같이 황색양파와 자색양파의 주요 무기성분으로는 K, Na, Ca 및 P로 나타났으며, 황색양파에는 K이 123.64 mg%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 Na(34.09 mg%), P(27.04 mg%) 및 Ca(18.77 mg%) 순이었으며, 자색양파에서도 K이 114.41 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 Na(33.57 mg%), Ca(27.59 mg%) 및 P(20.56 mg%) 순으로 나타났다.

유리당 함량

유리당 함량을 HPLC로 분석한 결과 황색과 자색 양파의 유리당 함량을 분석한 결과 총 4종의 유리당이 분리, 동정되었으며, 주요 유리당으로서는 sucrose, glucose, fructose 및 maltose로 나타났고, 황색양파에서는 glucose가 744.2 mg%, fructose가 705.9 mg%, sucrose가 335.4 mg% 및 maltose가 미량으로 함유되어 있었다. 또한 자색양파에서는 sucrose가 692.8 mg%, fructose가 517.3 mg%, glucose가 515.0 mg%

및 maltose가 64.5 mg% 순으로 함유되어 있었다(Table 3). Shon 등(23)은 백색, 황색, 자색 3품종 양파의 총유리당 함량을 분석한 결과 총 백색양파는 629.1 µg/mg, 자색양파는 626.12 µg/mg 및 황색양파는 542.5 µg/mg 순으로 함유되어 있다고 보고하여 본 실험의 결과와는 다소 많은 차이를 나타내었다.

총아미노산 함량

총아미노산 함량을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총아미노산 함량은 황색과 자색 양파에서 각각 596.99 mg%와 552.49 mg%로 황색양파가 높았고, 총아미노산에 대한 필수아미노산 함량 비교에서는 황색양파의 경우 210.38 mg%, 자색양파에서는 214.97 mg%로 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 황색양파에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 glutamic acid(157.34 mg%)로 나타났으며, 다음으로 phenylalanine(75.58 mg%), aspartic acid(50.47 mg%) 및 arginine(49.52 mg%) 순으로 함유되어 있었다. 자색양파에서도 glutamic acid(157.680 mg%)가 가장 많이 함유되어 있었으며, phenylalanine(82.14 mg%), aspartic acid

Table 2. Contents of minerals in yellow and red onion (unit: mg%)

| Minerals | Cultivars | |
|----------|---------------|-------------|
| | Yellow | Red |
| Na | 34.09±11.14 | 33.57±4.98 |
| Mg | 6.13±0.41 | 7.44±0.50 |
| Ca | 18.77±2.41 | 27.59±3.74 |
| K | 123.64±5.96 | 114.41±2.11 |
| Mn | ¹⁾ | - |
| Fe | 1.50±0.36 | 1.94±0.38 |
| Zn | 1.05±0.07 | 0.93±0.11 |
| P | 27.04±0.45 | 20.56±0.53 |

¹⁾Not detected.

Table 3. Contents of free sugar in yellow and red onion

(unit: mg%)

| Cultivars | Sucrose | Glucose | Fructose | Maltose | Rhamnose |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|
| Yellow | 335.4±11.03 | 744.2±26.46 | 705.9±11.27 | Trace | ¹⁾ |
| Red | 692.8±19.47 | 515.0±29.01 | 517.3±6.02 | 64.5±1.93 | - |

¹⁾Not detected.

Table 4. Contents of amino acid in yellow and red onion (unit: mg%)

| Total amino acids | Cultivars | |
|-------------------|--------------|--------------|
| | Yellow | Red |
| Aspartic acid | 50.47±2.38 | 50.49±1.25 |
| Threonine | 17.86±0.46 | 17.15±0.15 |
| Serine | 20.73±0.31 | 15.76±0.48 |
| Glutamic acid | 157.34±2.48 | 157.68±3.27 |
| Proline | 29.78±0.28 | 21.56±0.62 |
| Glycine | 16.65±0.75 | 15.78±0.57 |
| Alanine | 17.93±0.36 | 13.16±0.79 |
| Cystine | 19.31±0.21 | 13.15±0.44 |
| Valine | 20.98±0.27 | 17.79±0.63 |
| Methionine | 10.86±0.12 | 9.28±0.32 |
| Isoleucine | 1.71±0.04 | 13.15±0.25 |
| Leucine | 29.72±0.39 | 28.37±0.84 |
| Tyrosine | 24.88±0.63 | 23.05±0.40 |
| Phenylalanine | 75.58±0.92 | 82.14±3.29 |
| Histidine | 14.07±0.15 | 16.51±1.38 |
| Lysine | 39.60±0.68 | 30.58±0.87 |
| Arginine | 49.52±1.02 | 26.89±1.38 |
| Total AA | 596.99±13.28 | 552.49±20.17 |

Table 5. Contents of free amino acid in yellow and red onion (unit: mg%)

| Free amino acids | Cultivars | |
|-------------------------|--------------|------------|
| | Yellow | Red |
| O-Phospho-L-serine | 0.44±0.02 | 0.41±0.02 |
| O-Phosphoethanolamine | 1.67±0.16 | 0.74±0.05 |
| Hydroxy-L-proline | 46.38±1.92 | 7.92±1.27 |
| L-Serine | 27.34±0.84 | 10.93±0.43 |
| L-Asparagine | - | 10.26±0.35 |
| L-Glutamic acid | 12.45±0.75 | 16.35±1.28 |
| L-α-aminoadipic acid | 1.30±0.06 | 0.50±0.03 |
| L-Proline | 1.45±0.04 | - |
| Glycine | 1.02±0.16 | 0.44±0.02 |
| L-Alanine | 2.58±0.27 | 1.35±0.18 |
| L-α-Aminoiso-n-butyrate | 0.90±0.05 | 0.34±0.03 |
| L-Valine | 6.50±1.29 | 2.82±0.27 |
| L-Cystine | 1.64±0.18 | - |
| L-Methionine | 0.88±0.03 | - |
| Cystathionine | 0.63±0.07 | 0.69±0.07 |
| L-Isoleucine | 3.24±0.35 | - |
| L-Leucine | 6.01±0.27 | - |
| L-Tyrosine | 4.55±0.94 | 0.72±0.03 |
| β-Alanine | 0.82±0.05 | - |
| L-Phenylalanine | 9.43±1.27 | - |
| L-Homocystine | - | 1.74±0.17 |
| γ-Amino-n-butyric acid | 1.74±0.07 | 1.27±0.08 |
| Ethanolamine | 1.00±0.04 | 0.56±0.02 |
| Ammonium chloride | 8.27±1.26 | 15.22±1.29 |
| L-Lysine | 8.63±1.75 | 2.65±0.27 |
| L-Histidine | 3.96±0.41 | 1.73±0.02 |
| L-Arginine | 26.25±3.29 | 5.49±0.77 |
| Total AA | 179.08±12.39 | 82.13±9.36 |

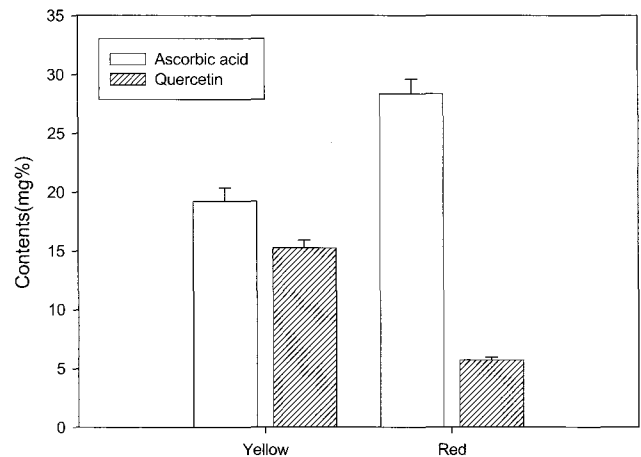
(50.49 mg%) 및 leucine(28.37 mg%) 순으로 함유되어 있었다.

유리아미노산 함량

황색과 자색 양파의 유리아미노산을 분석한 결과 총 유리아미노산의 함량은 각각 179.08 mg%와 80.99 mg%로 황색 양파가 자색양파에 비하여 유리아미노산 함량이 2배 이상 높게 나타났다. 황색양파에 함유되어 있는 주요 유리아미노산으로는 hydroxy-L-proline(46.38 mg%), L-serine(27.34 mg%) 및 L-arginine(46.38 mg%) 순으로 나타났고, 자색양파에 함유되어 있는 주요 유리아미노산은 L-glutamic acid (16.35 mg%), ammonium chloride(15.22 mg%) 및 L-serine (10.93 mg%) 순으로 나타났다(Table 5).

비타민 C 및 quercetin 함량

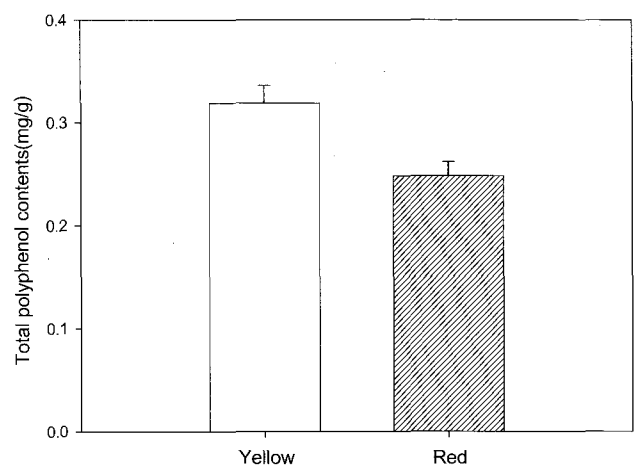
황색과 자색 양파의 비타민 C 함량은 각각 19.20 mg%와 28.34 mg%로 황색보다는 자색 양파에서 높은 비타민 C 함량을 나타내었으며, 황색과 자색 양파의 quercetin 함량은 각각 15.24 mg%와 5.70 mg%로 자색보다는 황색 양파에서 quercetin 함량이 높게 나타났다(Fig. 1). Kang 등(24)은 전남 무안지역에서 생산된 양파를 가식부위와 비가식 부위로 구분하여 quercetin 함량을 분석한 결과 가식부위와 비가식

**Fig. 1. Ascorbic acid and quercetin contents of yellow and red onion.**

부위에서 각각 4.10 mg%와 208.82 mg%가 함유되어 있다고 보고하여 본 실험결과와는 다소 차이를 나타내었는데 이는 생산시기, 재배지역 및 토양에 따른 차이로 생각된다.

총 polyphenol 함량

60% 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 황색과 자색 양파의 경우 각각 0.319 mg/g 및 0.248 mg/g으로 황색양파가 자색양파보다 높은 polyphenol 함량을 나타내었다. Ma(12)는 양파 조미액을 hexan, 에틸 에테르, 에틸 아세테이트, 부탄올 및 물로 분획한 후 페놀 함량을 측정된 결과 물층이 47.6 mg/weight, 부탄올층이 31.9 mg/weight로 높은 함량을 나타내었다고 보고하였으며, Shon 등(23)은 양파의 품종별 에틸 아세테이트 추출물을 이용하여 총 phenol 함량을 측정된 결과 흰색양파 115±4 µg/mg, 자색양파 133.7±7 µg/mg 및 황색양파 107±15 µg/mg의 함량을 나타내었다고 보고하였다.

**Fig. 2. Total polyphenol contents of yellow and red onion.**

요 약

황색과 자색 양파를 기능성식품 재료로 이용하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 화학성분을 조사하였다. 황색과 자색 양파의 수분 및 가용성 무질소물의 함량은 각각 92.80%, 5.13%와 92.47%, 5.59%로 나타났으며, 황색양파와 자색양파에 많이 함유되어 있는 무기성분으로는 K(123.64, 114.41 mg%), Na(34.09, 33.57 mg%) 및 Ca(18.77, 27.59 mg%)이었다. 황색양파의 주요 유리당은 glucose(744.2 mg%)와 fructose(705.9 mg%)였으며, 자색양파에서는 sucrose(692.8 mg%)와 fructose(517.3 mg%)였다. 황색과 자색 양파의 총 아미노산 중 glutamic acid, phenylalanine 및 aspartic acid의 함량이 높았으며, 황색양파의 유리아미노산은 hydroxy-L-proline(27.34 mg%), L-serine(27.34 mg%) 및 L-arginine(26.25 mg%) 순이었고, 자색양파에서는 L-glutamic acid(16.35 mg%), ammonium chloride(15.22 mg%) 및 L-serine(10.93 mg%) 순이었다. 비타민 C 함량은 황색양파(19.20 mg%)보다 자색양파(28.34 mg%)가 높았으며, 황색과 자색 양파의 quercetin 함량은 각각 15.24 mg%와 5.70 mg%였고, 총 폴리페놀 함량은 황색과 자색 양파에서 각각 0.319 mg/g 및 0.248 mg/g이었다.

감사의 글

본 연구는 2005년 산업자원부 지역혁신클러스터 사업(RIS)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kee HJ, Park YK. 2000. Preparation and quality properties of extruded snack using onion pomace and onion. *Korean J Food Sci Technol* 32: 578-583.
- Bang HA, Cho JS. 1998. Antioxidant effects on various solvent extract from onion peel and onion flesh. *J Korean Diet Assoc* 4: 14-19.
- Woo HS, Aan BJ, Bae JH, Kim S, Choi HJ, Han HS, Choi C. 2003. Effect of biologically active fractions from onion on physiological activity and lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 119-123.
- Sheo HJ, Lim HJ, Jung DL. 1993. Effect of onion juice on toxicity of lead in rat. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 138-143.
- Woo HS, Aan BJ, Bae JH, Kim S, Choi HJ, Han HS, Choi C. 2003. Effect of biologically active fractions from onion on physiological activity and lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 119-123.
- Sheela CG, Kumud K, Augusti KT. 1995. Antidiabetic effects of onion and garlic sulfoxide amino acids in rats. *Planta Med* 61: 356-357.
- Kang JA, Kang JS. 1997. Effect of garlic and onion on plasma and liver cholesterol and triacylglycerol and platelet aggregation in rats fed basal or cholesterol supplement diets. *Korean J Nutr* 30: 132-138.
- Sheo HJ, Jung DL. 1997. The effects of onion juice on serum lipid levels in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 1164-1172.
- Ra KS, Chung SH, Suh HJ, Son JY, Lee HK. 1998. Inhibition of xanthin oxidase from onion skin. *Korean J Food Sci Technol* 30: 697-701.
- Cho NC, Yoon YH, Lee HJ, Shon HJ, Kim YK, Choi KH, Ra MS, Jo YK, Lee HH, Chin JE. 2001. Effect of onion (*Allium cepa* L.) extract on tyrosinase gene expression. *Korean J Food Nutr* 14: 228-232.
- Lee CJ, Kim HD, Choung EH, Suh JK, Park CW, Ha YL. 2000. Reduction effect of carcinogenesis by the extract of onion wastes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 525-530.
- Ma SJ. 2000. Inhibitory effect of onion seasoning on angiotensin converting enzyme. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 395-400.
- Park PS, Lee BR, Lee MY. 1994. Effects of onion juice on ethanol-induced hepatic lipid peroxidation in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 750-756.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Korean J Food Sci Technol* 29: 349-345.
- Lee CJ, Kim HD, Lee JT, Cho YC, Song GW, Choi CK. 2004. Quality improvement of onion by cultural managements, pre-harvest treatments and storage methods under storage at room temperature. *Kor J Hort Sci Technol* 22: 162-168.
- Lee JY, Kang HA, Chang KS, Kim SS. 1995. Drying of onion and ginger using drying system controlled by micro-computer. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 38: 78-82.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
- Choi JH, Jang JG, Park KD, Park MH, Oh SK. 1981. High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J Food Sci Technol* 13: 107-113.
- Jeong CH, Bae YL, Shim KH. 2000. Physicochemical properties of *Hovenia dulcis* Thunb. leaf tea. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 117-123.
- Huafu W, Ketith H. 2001. Determination of flavonols in green and black tea leaves and green tea infusions by high-performance liquid chromatography. *Food Res Inter* 34: 223-227.
- Graham HD. 1992. Modified prussian blue assay for total phenolic compound. *J Agric Food Chem* 40: 801-805.
- Ahn BJ, Lee JT. 2001. Screening of biological activity for phenolic fraction from onion. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 224-230.
- Shon MY, Choi SD, Kahng GJ, Nam SH, Sung NJ. 2004. Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethyl acetate extracts from white, yellow and red onions. *Food Chem Toxic* 42: 659-666.
- Kang SK, Kim YD, Hyun KH, Kim YW, Song BH, Shin SC, Park YK. 1998. Development of separating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa* L.) 1. Contents and stability of quercetin-related substances in onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 682-686.

(2006년 3월 27일 접수; 2006년 6월 1일 채택)