

## 단호박과 늪은 호박의 영양성분 및 항산화활성 비교

김성란\* · 하태열 · 송효남<sup>1</sup> · 김윤숙 · 박용곤  
한국식품연구원, <sup>1</sup>세명대학교 한방식품영양학과

### Comparison of Nutritional Composition and Antioxidative Activity for Kabocha Squash and Pumpkin

Sung-Ran Kim\*, Tae-Youl Ha, Hyo-Nam Song<sup>1</sup>, Yoon-Suk Kim, and Yong-Kon Park

Korea Food Research Institute

<sup>1</sup>Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Semyung University

Nutritional compositions and antioxidative activity of Kabocha squash (*Cucurbita maxima* Duch) as health food were compared with those of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch). Kabocha squash had higher soluble solids and twofold harder flesh than pumpkin. Crude protein, crude lipid and total amino acid contents of Kabocha squash were higher than those of pumpkin. Major free sugar in Kabocha squash was sucrose, and its content were 2.1 times higher than that of pumpkin. Major organic acids of Kabocha squash and pumpkin were succinic and malic acid, respectively. Kabocha squash had higher amounts of vitamins A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, and C than pumpkin, while both showed similar mineral contents except for iron. Contents of total pectin and hydrochloric acid soluble pectin of Kabocha squash were 17.00 and 7.37 g/100 g AIS, respectively. In pumpkin, total pectin content was 25.14 g/100 g AIS, and water soluble pectin content was higher than those of other pectin fractions. Contents of carotenoid in Kabocha squash and pumpkin were 285.91 and 24.62 mg% d.b., respectively. Kabocha squash had higher electron-donating radical-scavenging activity, SOD-like activity and nitrite-scavenging effect than pumpkin.

**Key words:** Kabocha squash, pumpkin, nutritional composition, antioxidant activity

## 서 론

우리나라에서 완숙과로 이용하는 호박(*Cucurbita* spp.)은 동양계 호박인 늪은 호박 (*C. moschata* Duch.)과 서양계 호박인 단호박 (*C. maxima* Duch.)이 있으며, 특히 위장이 약한 사람, 회복기의 환자, 산후 부종제거 등에 좋은 식품으로 많이 이용되어 왔다. 호박의 이용과 관련하여 품종별 호박의 영양성분, 생호박과 통조림 호박의 카로티노이드 조성(1,2) 및 호박의 맛과 향기성분 등과 같은 기초적인 연구에서부터 호박음료의 가공(3) 등 다양한 연구가 이루어져 왔다. 국내에서는 늪은 호박을 대상으로 원료의 독특한 향미성분, 조직감과 관련된 성분 연구(4)와 호박 꿀차(5) 및 고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조 연구(6)가 보고되어 있으며 호박의 기능성에 대하여 간의 항산화 효소계 활성 증가 효과, 분만전 암컷 생쥐의 빠른 체중 회복 효과 및 위암 및 유선암 억제 효과가 있다는 연구 결과

가 보고되었다(7). 또한 호박건조분말의 제조 및 특성연구, 식물조직 분해효소를 이용한 호박농축액 제조에 관한 연구가 보고되었고(7), 호박차, 당과, 잼, 젤 등이 개발되어 있으며, 음료형인 펌킨스, 재성형 호박당과 등이 제품화되었다. 이밖에도 호박술의 제조방법, 호박음료, 호박스네 제조에 관한 특허가 보고되었고 호박씨로부터 여러 유용성분을 분리·이용하는 연구 등 많은 연구가 진행되어 왔다.

한편, 단호박은 고랭지대가 원산지로 1.5kg 내외의 작은 크기이며 진한 녹색의 과피를 가지고, 진황색을 띤 과육은 두껍고 치밀하며 당도가 재래 호박보다 6-7°Brix 더 높은 특징이 있다. 단호박은 90년대 후반부터 국내에 재배가 급증하였고 β-carotene의 함량이 높을 뿐만 아니라 비타민류, Ca, Na, P 등의 영양소와 섬유질이 풍부한 건강식품으로 소비가 증가하고 있다.

단호박은 주로 수출용으로 재배되고 있으나 생과로서의 저장기간이 짧기 때문에 단호박의 저장 및 가공에 대한 기술적 연구가 필요하며 건강식품으로서의 단호박에 대한 일반인들의 기호도가 높아지고 있으므로 단호박의 기능성에 관한 연구가 필요하다. 단호박 관련 연구들은 성분 및 저장 중의 변화(8,9), 유통기한의 연장(10)에 대한 연구가 많고 최근 단호박의 이용 측면에서 떡류, 이유식, 푸레, 최소가공 편이제품 관련 연구는 문들이 발표되고 있다(11-15).

본 연구에서는 대일 수출 품목과 농가 소득작물로 주목받고

\*Corresponding author: Sung-Ran Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Backhyun-dong, Bundang-gu, Sungnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea  
Tel: 82-31-780-9066  
Fax: 82-31-780-9225  
E-mail: ran@kfri.re.kr

있는 단호박의 영양성분과 항산화 특성을 늙은 호박과 비교분석함으로써, 생과 저장기간이 짧아 가공수요가 증가하고 있는 단호박의 이용 확대에 기여하고 새로운 건강식품으로 활용하기 위한 결과를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

국내산 단호박은 에비스 품종으로 99년 8월에 수확된 전라남도 해남산을 사용하였으며 늙은 호박은 99년 10월에 수확된 전라남도 해남산을 서울 가락시장에서 구입하여 사용하였다. 총 아미노산, 유리당, 유기산, 무기질 및 비타민의 함량 분석을 위한 시료는 이를 동결건조하여 이용하였다.

### 일반성분 및 당도

단호박과 늙은 호박의 일반성분은 AOCC 방법에 따라 다음과 같이 분석하였다(16). 수분함량은 air-oven법(AOCC 44-15A)으로, 단백질 함량은 Kjeltac analyzer(Auto 1030, Tecator Co., Sweden)를 이용하여 micro-Kjeldahl법(AOCC 46-13), 회분은 건식회화법(AOCC 08-01)으로 분석하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 법으로, 조섬유 함량은 Fiber-Tec(M-6, Tecator Co., Sweden) 장치를 이용하여 분석하였으며, 탄수화물의 함량은 100%에서 상기의 함량을 제한 값으로 계산하였다. 생과를 압착하여 얻은 과즙의 당도는 hand refractometer(PAL-1; 0-53%, Atago Co, Japan)로 측정하였다.

### 부위별 비율, 과육의 경도 및 색도

단호박과 늙은 호박을 각각 꼭지(stem), 과피(skin), 과육(flesh), 씨(seed) 및 내부섬유(fiber)로 분리한 후 각 부위의 비율을 측정하였다. 과육의 경도는 원형 링을 이용하여 직경 20 mm, 두께 7 mm의 절편을 제조한 후 texturometer(XT-2, Stable Microsystem, England)를 사용하여 2 mm의 원형 plunger로 50%의 변형을 일으키도록 압착했을 때 받는 힘으로 측정하였다. 과육의 색은 색차계(CQ II, Hunter Lab, USA)를 이용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값으로 측정하였다.

### 영양성분 분석

**총 아미노산 함량:** 총 아미노산은 Heinrikson and Meredith (17)의 방법에 따라 HPLC(Hewlett Packard 1100, Waters System, MA, USA)를 이용하여 PicoTag 방법에 의하여 분석하였다. 동결건조한 단호박과 늙은 호박 분말을 5 mg/mL로 분산시키고 10 µL씩 분취하여 완전히 건조시켰으며 이를 110°C에서 산 가수분해하고 PITC(phenylisothiocyanate)로 유도체화 시킨 후 분석하였다.

**유리당 함량:** 동결건조한 단호박과 늙은 호박 분말 5 g을 80% ethanol로 열수추출하고 추출액을 여과한 후 정용하였다. 이를 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Jasco, Japan)로 유리당 함량과 조성을 측정하였다. 컬럼은 YMC-Pack Polyamine II, 검출기는 RI 검출기(Jasco 1530, Japan), 용매는 78% acetonitrile을 사용하였다.

**유기산 함량:** 동결건조한 단호박과 늙은 호박 분말시료 5 g을 80% ethanol로 열수추출 후 여과하여 농축한 것을 amberlite IRA-900 컬럼에 통과시켜 당을 제거한 후 6 N formic acid로

흡착된 유기산을 탈착시켜 농축 후 정용하였다. 이를 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 유기산의 함량을 측정하였다. HPLC는 Jasco PU-980을 사용하였으며 컬럼은 Aminex HPX-87H(Biorad, USA)을 사용하였으며, 210 nm에서 UV검출기(Jasco 975, Japan)로 분석하였다. 용매는 0.008 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 사용하였으며 유속은 0.5 mL/min으로 조정하였다.

**무기질 및 비타민:** 동결건조한 단호박과 늙은 호박 분말을 예비탄화 시킨 후 560°C의 회화로에서 회화시켰다. AOAC법(16)에 따라 회화된 회분을 염산 가수분해하고 ICP(Jobin Yvon 38, France)로 분석하여 무기질의 함량을 측정하였다. 비타민 A의 함량은 호박분말을 20 g의 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 g의 MgCO<sub>3</sub>와 함께 hexane : acetone = 6 : 4(v/v) 용매로 반복추출하고 농축하여 methanol로 정용한 후 HPLC로 분석하였다. 비타민 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>의 함량은 시료를 1 mM hexane sulfonic acid를 함유한 100 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 methanol의 혼합용매(1 : 1)에 균질화 시킨 후 원심분리한 상등액을 0.2 µm filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 비타민 C의 함량은 2,4-nitrophenylhydrazine 비색법에 따라 시료를 처리한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

**총 카로틴 함량:** 총 카로티노이드 함량을 Scott방법(18)으로 다음과 같이 분석하였다. 생단호박 5 g에 MgCO<sub>3</sub> 0.1 g을 첨가하고, n-hexane(0.1% BHT 함유) : acetone = 6 : 4인 혼합용매를 가하여 고속의 blender에서 5분간 마쇄하고 30분간 교반하면서 추출하였다. 추출물을 원심분리(10,000 rpm, 10분)하여 상층액을 얻었으며 침전물은 acetone 25 mL로 2회, n-hexane 25 mL로 1회 더 반복 추출하였다. 얻어진 상층액들을 분액깔대기에 모아 증류수 100 mL로 5회 씻어 acetone을 제거한 후 상층을 acetone 9 mL가 들어있는 100 mL 정용플라스크에 혼합하고 n-hexane으로 정용하였다. 총 카로틴 정량은 분광광도법을 이용하여 450 nm에서 흡광도를 측정하였으며 β-carotene 상당의 mg%로 산출하였다. 한편, 카로틴 추출물의 조성을 HPLC로 비교하였으며, column은 Vydac 201TP54(250 mm×4.6 mm)를 사용하였고, 이동상은 acetonitrile : methanol : dichloromethane = 75 : 20 : 5, 유속은 1.5 mL/min의 조건으로 분석하였다.

### 펙틴의 특성

**알코올불용성 고형물(Alcohol Insoluble Solid: AIS)의 제조:** 단호박의 껍질과 씨를 제거한 가식부를 분리하여 일정량을 과쇄한 다음 곧 끓는 ethanol 중에서 5분간 가열 처리한 후 최종 농도가 80%가 되게 ethanol을 가하고 열탕에서 환류 냉각장치를 부착하여 1시간 가온 추출을 반복한 후 여과하였다. 얻어진 잔사를 acetone과 ether를 이용하여 각각 탈수 및 탈지 처리한 후 40°C 건조기에서 건조하여 AIS를 얻었다(19). 얻어진 AIS는 40 mesh체를 통과시켜 이후의 실험에 이용하였다.

**가용성 펙틴의 분획:** 펙틴의 분획을 위하여(20) AIS 0.5 g에 150 mL의 증류수를 가하고 30°C에서 3시간 교반 후 여과하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 수용성펙틴(Water soluble pectin: WSP)을 얻었다. WSP 추출 잔사에 0.4% ammonium oxalate 150 mL를 가하여 30°C에서 3시간 교반한 후 여과하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 ammonium 가용성펙틴(ammonium soluble pectin: ASP)을 얻었다. ASP 잔사에 다시 0.05 N HCl 용액 150 mL를 가하여 80°C에서 3시간 추출하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 염산가용성 펙틴(hydrochloric

acid soluble pectin: HSP)을 얻었다. HSP잔사에 0.05 N sodium hydroxide 150 mL를 가하여 30°C에서 3시간 추출하여 200 mL로 정용하여 수산화나트륨 가용성펙틴(sodium hydroxide soluble pectin: SSP)을 얻었다.

**펙틴의 정량:** 가용성 펙틴 분획물은 carbazol-sulfuric acid법(21)에 따라 정량하였다. 시료에 0.5 mL carbazol(0.1% carbazol + 95% ethanol)용액을 가하고 교반한 후 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 mL를 가하여 85°C에서 5분 가열하고 실온에서 15분간 방치시킨 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 이때 표준곡선은 galacturonic acid monohydrate를 사용하여 작성하였다.

**단호박의 항산화 특성**

**동결건조분말의 용매별 추출물:** 호박의 동결건조분말을 methanol, 80% ethanol 및 acetone의 세가지 용매로 각각 85°C에서 1시간 동안 환류냉각 추출한 후 감압여과하고 진공농축하였다. 용매를 완전히 제거한 추출물의 무게를 측정하여 동결건조 분말 g당 수율을 산출하였다. 그 후 50 mL로 정용하여 추출물을 만들어 항산화 활성 측정을 위한 시료로 사용하였다.

**전자공여작용(Electron donating ability):** 전자공여작용은 각 추출물의 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 효과로 나타나는 시료의 환원력으로 측정하였다(22). 먼저 추출물의 농도별 전자공여작용의 적정반응시간을 설정하기 위해 추출물 1 mL에  $2 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액 2 mL를 가하여 vortex mixer로 10초간 혼합한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH의 환원반응이 더 이상 일어나지 않는 steady state 상태에 이르는 시간을 적정 반응시간으로 설정하였다. 이후 각 추출물에 따른 적정 반응시간 동안 상기와 동일한 방법으로 반응시키면서 흡광도를 측정하였으며 항산화 활성 측정은 3회 반복 하였다. 반응종료 후 각 시료의 농도에 따른 DPPH의 잔존률로부터 초기 DPPH 농도가 50% 감소 될 때까지 필요한 항산화물질의 농도 EC<sub>50</sub>를 계산하고 antiradical activity로 나타내었다.

**아질산염 소거작용(Nitrite scavenging effect):** 호박 추출물의 아질산염 소거능은 각 용매 추출물을 동결건조하여 다음과 같이 측정하였다(23,24). NaNO<sub>2</sub> 용액 2 mL에 추출분말을 일정농도로 녹인 용액 1 mL를 가하고 pH를 1.2로 조정하였으며 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하여 2% 초산용액 5 mL, Griss시약(30% 초산으로 각각 조제한 1% sulfanilic acid 와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것으로 사용직전 조제) 0.4 mL를 첨가하고 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하고 잔존하는 아질산염을 산출하였으며 3회 반복 분석하였다. 대조구는 Griss 시약대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 같은 방법으로 실시하였으며 아질산염 소거작용은 추출액을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율(%)로 나타내었다.

**SOD 유사활성(Superoxide dismutase-like activity):** SOD 유사활성은 superoxide에 의해 산화되는 pyrogallol이 SOD첨가에 의해 산화속도가 억제되는 원리를 이용하여 Kim 등(25)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료 2 g에 tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.20) 30 mL를 가하여 2분간 혼합한 후

4°C에서 12,000×g로 30분간 원심분리하였다. 상등액을 취한 후 0.1 N NaOH과 HCl로 pH를 8.20으로 조절하였다. 이 용액 0.9 mL에 기질로서 0.1 mL의 3 mM의 pyrogallol(1,2,3-benzenetriol)을 포함한 10 mM HCl을 혼합한 후 25°C를 유지시키면서 420 nm에서 2분간 흡광도 변화를 측정하였다. 이때 나타나는 흡광도 변화로부터 pyrogallol의 산화속도로 계산하였으며 3회 반복 분석하였다. 각 시료의 SOD 유사활성은 상기 반응혼합물에 각 물질을 넣고 용해시킨 후 pyrogallol의 산화가 억제되는 정도 즉, 단위시간당 흡광도 감소정도를 측정하여 pyrogallol의 자동산화 때의 흡광도와 비교하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 당도**

단호박과 늙은 호박의 일반성분 차이는 Table 1과 같다. 늙은 호박의 수분함량은 92.3%로 단호박의 87.6% 보다 높았으나, 단백질과 지방의 함량은 단호박이 훨씬 높았다. 즉, 단호박은 단백질 1.55%, 지방 0.61%, 섬유질 0.93%를 함유한 것으로 나타났으며, 이를 건물 중량으로 환산하면 12.53%의 단백질과 4.94%의 지방에 해당하며, 특히 섬유질은 건물중으로 7.47%에 달해 고단백, 고섬유 식품소재로의 응용가능성이 많을 것으로 사료된다. 한편, 단호박의 당도는 14-16°Brix로 늙은 호박의 8-9°Brix보다 높았다. 일반적으로 품종에 따른 사과의 당도가 12.0-14.0°Brix 정도인 점을 감안하면 단호박의 당도는 비교적 높은 것으로 사료된다.

**부위별 비율, 과육 경도 및 색도**

호박의 각 부위별 비율은 Table 2와 같다. 단호박의 과육부는 82.3%로 가장 비율이 높았고 일반적으로 식용되는 과육과 내부섬유 부위를 합한 가식부 비율은 87.6%로 늙은 호박의 82.3%보다 높았다. 단호박은 늙은 호박에 비하여 과피의 비율

**Table 1. Approximate composition (% , wet basis) of Kabocha squash and pumpkin**

Composition	Kabocha squash	Pumpkin
Moisture	87.60	92.30
Crude protein	1.55	0.66
Crude lipid	0.61	0.12
Crude fiber	0.93	0.49
Ash	0.67	0.43
Carbohydrate	8.64	6.00

**Table 2. Hardness and color of flesh and the ratio of each part on the Kabocha squash and pumpkin**

		Kabocha squash	Pumpkin
Ratio of each part (%)	Flesh	82.3	79.8
	Skin	9.6	15.3
	Fiber	5.3	2.5
	Seed	2.8	2.2
	Stem	0.3	0.2
Color of flesh	L	57.6	73.3
	a	27.6	14.0
	b	33.7	29.0
	$\Delta E$	55.9	37.2
Hardness of flesh (g, 50% strain)	1,602.0	788.0	

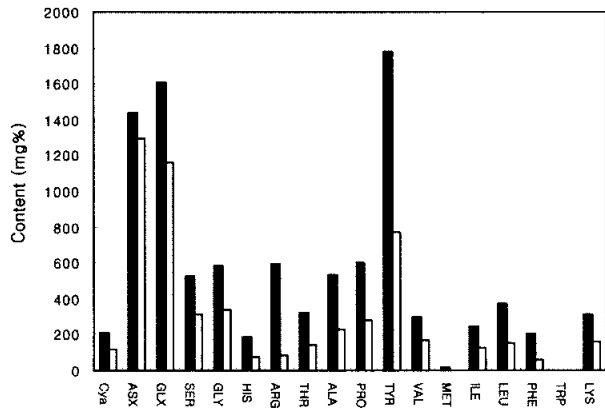


Fig. 1. Total amino acid contents (mg%, dry basis) and its composition in Kabocha squash (■) and pumpkin (□).

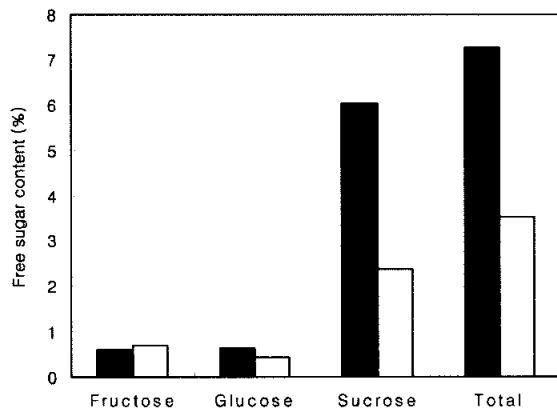


Fig. 2. Free sugar contents (% dry basis) of Kabocha squash (■) and pumpkin (□).

이 현저하게 낮았으며 내부 섬유상 부위의 비율이 컸다. 내부 섬유상 부위에는 유리아미노산과 유기산 등의 풍미 물질과 카로틴의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(4).

단호박은 전체중량 1.08-2.06 kg 내외였으며, 과피는 진한 녹색이었다. 진황색을 띤 과육은 두껍고 치밀하며 색차계로 측정 한 적색도(a)와 황색도(b)의 값이 늙은 호박보다 높았다. 과육에 대해 50% 변형이 일어나도록 압축하였을 때의 경도는 단호박이 1,602 g, 늙은 호박이 788 g으로 약 2배의 차이로 단호박이 훨씬 단단하였다.

**호박의 영양성분**

**총 아미노산 함량:** 총 아미노산의 함량은 Fig. 1과 같이 단호박이 건물량으로 9,825 mg% 함유되어 있는 것으로 나타나 늙은 호박의 5,472 mg% 보다 높았다. 단호박은 늙은 호박에 비하여 각 구성 아미노산의 함량이 모두 높았으며 특히 arginine, tyrosine, glutamine의 함량 차이가 컸다. 단호박의 주요 아미노산은 tyrosine, glutamine과 glutamic acid 및 asparagine과 aspartic acid로서 전체아미노산의 50%를 차지하였고, 늙은 호

Table 4. Vitamin, mineral and carotenoid contents of Kabocha squash and pumpkin

	Kabocha squash	Pumpkin
Vitamins (mg% d.b.)		
Vit. A (IU/100g)	2296.97	91.11
Vit. B <sub>1</sub>	10.69	ND <sup>1)</sup>
Vit. B <sub>2</sub>	19.02	ND
Vit. C	88.07	32.38
Minerals (mg%, d.b.)		
Ca	116.11	116.34
Fe	6.65	2.47
Na	5.35	5.04
K	2,384.52	2,413.87
Mg	89.45	95.30
P	228.30	219.83
Carotenoids (mg%, d.b.)		
	285.91	24.62

<sup>1)</sup>ND: Not detected.

박은 asparagine과 aspartic acid의 비율이 가장 높고 glutamine과 glutamic acid 및 tyrosine의 순으로 함유되어 있었다. Heo 등(14)도 호박과 단호박의 아미노산 조성을 비교한 연구에서 단호박의 총 아미노산 함량이 1,620 mg%(wet basis)로 늙은 호박의 1,260 mg%보다 높았다고 보고하였다. 일반적으로 과실류에는 일반적으로 asparagine이나 aspartic acid가 많이 함유되어 있고, 채소류는 glutamic acid가 가장 많고 valine 및 asparagine 등이 주요 아미노산인 것으로 보고되어 있다(26).

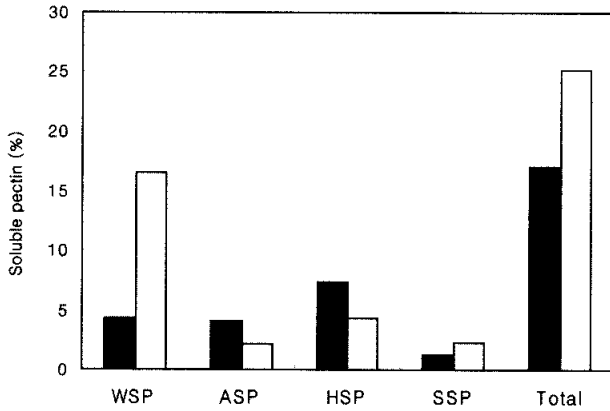
**유리당 함량:** 호박의 유리당 조성 및 함량을 HPLC로 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 단호박의 유리당은 주로 sucrose, glucose 및 fructose로 구성되어 있었으며 이중 sucrose의 함량이 가장 높아 전체 유리당의 83%를 차지하였다. 단호박의 전체 유리당 함량은 건물 중 7.26%로서 늙은 호박의 3.51%보다 높았다. 한편, 단호박은 저장 중 유리당의 함량이 증가하는 현상을 보이는데, 특히 저장 48일째에 sucrose의 양이 가장 크게 증가하며, 이는 중량감소와도 상관관계가 있는 것으로 보고되어 있다(27).

**유기산 함량:** Table 3은 단호박과 늙은 호박의 비휘발성 유기산의 조성 및 함량을 HPLC로 분석한 결과이다. 총 비휘발성 유기산의 양은 단호박이 341.86 mg%, 늙은 호박이 349.31 mg%로 유사하였으나 조성에서 큰 차이가 있었다. 단호박의 주요 유기산은 succinic acid로 총 유기산의 65%를 차지하는 양이었으나 늙은 호박의 주요 유기산은 malic acid로서 총 유기산의 78%를 차지하였다. 이러한 유기산의 조성 차이는 단호박과 늙은 호박의 풍미 차이에 크게 관여할 것으로 사료된다.

**비타민과 무기질:** 일반적으로 단호박은 비타민 A의 전구물질인 β-carotene을 비롯하여 각종 비타민의 보고라고 인식되어 왔으며, 본 실험에서도 Table 4와 같이 단호박은 늙은 호박보

Table 3. Organic acid contents (mg%, dry basis) of Kabocha squash and pumpkin

	Citric	Malic	Tartaric	Succinic	Fumaric	Total
Kabocha squash	43.03	61.73	13.91	222.55	0.63	341.86
Pumpkin	39.56	273.47	11.45	22.66	2.17	349.31



**Fig. 3. Soluble pectin contents (g/100g AIS) of Kabocha squash (■) and pumpkin (□).**

The contents of alcohol insoluble solids (AIS) were 2.04%, 3.33% (wet basis) in of Kabocha squash and pumpkin, respectively. WSP, Water soluble pectin; ASP, Ammonium-oxalate soluble pectin; HSP, Hydrochloric acid soluble pectin; SSP, Sodium hydroxide soluble pectin.

다 비타민 함량이 월등하게 높은 것으로 나타났다. 특히 단호박의 비타민 A 함량은 2,296.97 IU/100 g으로 늪은 호박의 91.11 IU/100 g보다 25배 이상이었다. 또한 단호박은 비타민 B<sub>1</sub>와 B<sub>2</sub>의 함량도 각각 10.69 mg%, 19.00 mg%로 높은 반면 늪은 호박에서는 이들 비타민이 검출되지 않았다. 단호박의 비타민 C 함량 또한 88.07 mg%인데 반해 늪은 호박은 32.38 mg%인 것으로 분석되었다.

한편, 단호박과 늪은 호박은 다량의 무기질을 함유하였으며 주요 무기성분은 K, P, Ca의 순이었으며, 특히 칼륨이 매우 풍부하였다. 무기질의 조성은 두 호박이 서로 유사하였으나 철분의 함량에 있어서는 단호박이 늪은 호박보다 훨씬 높게 나타났다.

이와 같은 결과는 유리당 외의 비타민, 무기질의 함량에 있어 단호박이 호박보다 높고 기타 영양성분도 더 우수하다는 Heo 등(9)의 보고와 유사하였다.

**과육의 펙틴특성**

**알코올불용성고형물(AIS)의 함량:** 단호박과 늪은 호박의 과육조직은 경도의 차이뿐만 아니라 열처리 후 식감에 있어서도 크게 차이가 난다. 이는 세포벽 구성성분의 차이에 기인한 것이므로 조세포벽 성분인 알코올불용성고형물(AIS)을 분리하여 구성 펙틴의 특성을 분석하였다. 알코올불용성고형물은 펙틴, 헤미셀룰로스, 셀룰로스, 단백질 등 비수용성 고분자 물질이다. 생 호박 100 g으로부터 AIS를 제조하고 그 수율을 비교한 결과 단호박은 2.04%, 늪은 호박은 3.33%였다. AIS 함량은 생과의 수분함량 차이 및 산지의 영향을 받으며 해남산 단호박은 4.56% 및 뉴질랜드산 단호박은 11.03%로 다양하게 보고되어 있다(28).

**가용성 펙틴:** 과실에 존재하는 펙틴은 그 특성에 따라 세포 조직 내에서 유리상태로 존재하는 수용성펙틴(WSP), 세포벽을 구성하고 조직의 선도를 유지하는 protopectin인 염산가용성 펙틴(HSP), Mg, Ca 등 2가의 이온과 결합능력이 있는 염가용성 펙틴(ASP) 및 알칼리가용성펙틴(SSP)의 4가지로 분류될 수 있다.

AIS로부터 펙틴을 4가지 분획별로 분리하고 함량을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 단호박 AIS의 총 펙틴 함량은 17.00%였으며 이는 생 단호박의 펙틴함량으로 환산하면 0.51%에 해당하는 양이었다. 단호박의 펙틴은 HSP의 함량이 7.37%로 가장

**Table 5. Extraction yields (%) of Kabocha squash and pumpkin by various solvent**

Extraction	Kabocha squash	Pumpkin
Methanol	53.91 <sup>1)</sup>	68.64
80% Ethanol	52.92	67.95
Acetone	6.56	4.05

<sup>1)</sup>Extraction yield (%) = weight of extracted solid/weight of freeze dried flour

많았고, WSP와 ASP가 유사한 비율로 존재하는 것으로 나타났다. 늪은 호박의 총 펙틴 함량은 25.14%였으며 이는 생호박 기준으로는 0.77%에 해당하고 이중 절반 이상인 16.51%가 WSP로서 단호박과 달리 WSP의 함량이 매우 높았다. 일반적으로 청과물은 수확 후 저장시일이 증가함에 따라 조직은 점차 연화되어지며 불용성의 HSP, ASP 등의 함량은 감소하는 반면 유리형태의 WSP 함량은 증가하게 된다(29). 따라서 단호박 과육의 경도가 늪은 호박보다 단단하고 조직감이 우수한 것은 이러한 불용성의 HSP나 ASP의 특성에 기인한 것으로 사료된다.

**카로틴 함량**

호박의 카로틴 색소는 비타민 A의 전구체로서 뿐만 아니라 항암작용(30,31)과 노화억제 작용(30)이 보고되고 있고 활성산소(singlet oxygen, <sup>1</sup>O<sub>2</sub>)의 소거제, free radical의 제거제로 작용함으로써 항산화 작용을 발휘하는 기능성 성분이다(32,33). 호박의 대표적인 기능성 성분인 총 카로틴 함량을 정량한 결과는 Table 4와 같다. 함량 면에서 단호박의 카로틴이 285.91 mg%로 늪은 호박의 24.62 mg%보다 월등히 높은 수준이었다. 이러한 함량 차이는 호박의 과육색에 영향을 주어 단호박은 짙은 주황색을, 늪은 호박은 연한 황색을 띄게 되며 HPLC로 정량한 카로틴의 조성에도 큰 차이가 있었다. 즉, 늪은 호박은 lutein, α-carotene, β-carotene이 각 30% 내외를 차지하는 반면 단호박은 lutein의 차지비율이 크고 α와 β-carotene외에 다른 피코가 검출되었으며 retention time을 고려하면 antheraxanthin과 violaxanthin으로 추정되었다. Hidaka 등(2)은 색이 다른 여러 종류의 호박 카로틴 조성에 관한 연구에서 α-carotene, β-carotene, ζ-carotene, β-carotene 5,6-epoxide, β-cryptoxanthin, lutein, taraxanthin, zeaxanthin, luteoxanthin 및 auroxanthin을 검출하였고 품종간 호박의 색상 차이는 이들 카로틴의 양적인 차이에서 기인된다고 보고하였다.

**단호박의 항산화 특성**

**동결건조분말의 용매별 추출물 제조:** 생체내 산화반응은 활성산소(singlet oxygen, <sup>1</sup>O<sub>2</sub>), 각종 유리 라디칼, peroxide 등 반응성이 강한 원인물질에 의하여 유발되고 노화, 암, 각종 질병의 원인이 된다. 따라서 산화원인 물질을 환원시켜 효과적으로 제거해주는 항산화능력은 건강기능성의 중요한 지표가 된다. 단호박은 카로틴을 비롯하여 각종 polyphenol, flavonoids류 등을 함유하여 우수한 항산화 효과를 발휘하는 것으로 알려져 있고, 본 실험에서도 이들의 항산화 효과를 측정하기 위하여 두 호박의 동결건조분말을 methanol, 80% ethanol 및 acetone으로 추출한 용매 추출물을 제조하였다(Table 5). Methanol과 80% ethanol에 의한 추출수율은 비슷하였고, 단호박보다 늪은 호박이 다소 높았으나 acetone에 의한 수율은 모두 현저히 낮은 것으로 나타났다.

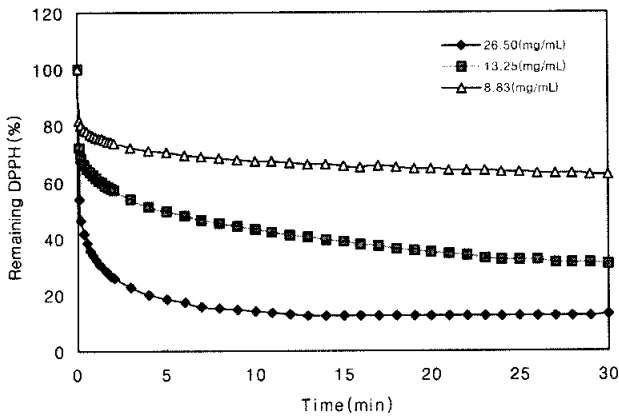


Fig. 4. Reaction patterns of DPPH radical and 80% ethanol extract of Kabocha squash.

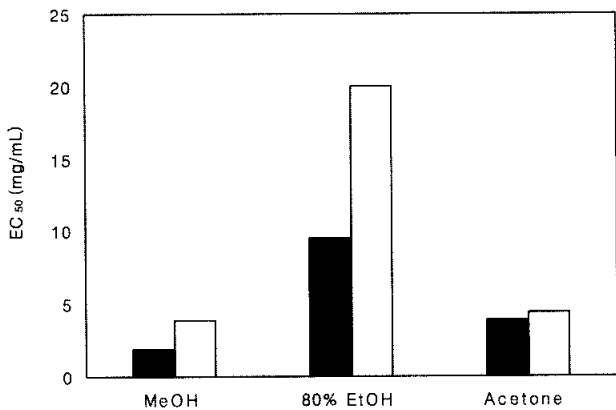


Fig. 5. Electron donating abilities for DPPH radical of various solvent extracts from Kabocha squash (■) and pumpkin (□).

**전자공여작용:** 호박의 용매별 추출물의 항산화 효과를 DPPH 래디칼 소거능으로 측정하였다. DPPH와의 반응양상은 Fig. 4와 같으며 DPPH의 환원반응이 더 이상 일어나지 않는 steady state 상태에 이르는 시간인 30분을 적정 반응시간으로 설정하고 전자공여능을 측정하였다.

단호박의 전자공여작용은 Fig. 5와 같이 늙은 호박보다 높게 나타났으며 용매별 추출물중에서 methanol 추출물이 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다. 초기 DPPH농도가 50%까지 감소될 때까지 필요한 항산화 물질의 농도 EC<sub>50</sub>을 비교해 보면 단호박 methanol 추출물의 EC<sub>50</sub>이 1.89 mg/mL로 가장 효과적이며, 늙은 호박 추출물에서도 methanol 추출물의 EC<sub>50</sub>이 3.82 mg/mL로 가장 항산화효과가 컸다. 80% ethanol 추출물과 acetone 추출물의 전자공여능도 단호박이 늙은 호박보다 높았다.

**아질산염 소거작용:** 아질산염 소거작용은 용매 추출물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 백분율로 나타내었으며 아질산염 소거 및 발암물질인 니트로사민 생성억제 작용은 폴리페놀 화합물, 플라보노이드 화합물, 페놀산 등 페놀성 화합물에 의한 효과로 보고되고 있다(7). Park 등(7)은 늙은 호박의 아질산염 소거작용이 70% methanol 추출물이 가장 강하고, 열수 추출물, 70% acetone 추출물의 순이었으며 methanol 추출물의 농도가 80-400 mg%로 증가함에 따라 14.6-56.7%로 높은 소거능을 보였다고 보고하였다. Fig. 6과 같이 단호박의 methanol과 80% ethanol 추출물의 아질산염 소거작용은 각각 57.24%,

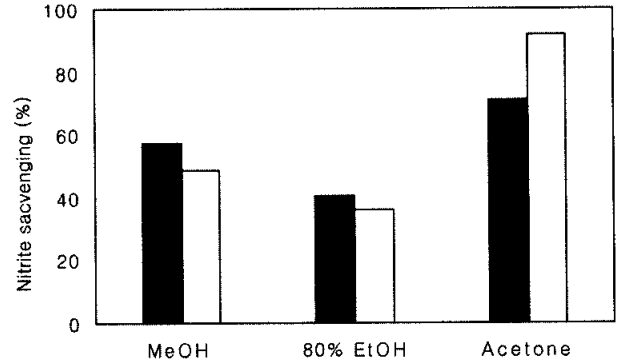


Fig. 6. Nitrite scavenging effects of various solvent extracts from Kabocha squash (■) and pumpkin (□) on the concentration of 500 mg%.

40.54%로 늙은 호박보다 높았으며, acetone 추출물의 아질산염 소거작용은 늙은 호박이 91.54%로 가장 높았다.

**SOD 유사활성:** 단호박과 늙은 호박 동결건조 분말의 SOD 유사활성을 측정된 결과 단호박 분말의 SOD 유사활성은 60.38%로 매우 높았으며 늙은 호박은 12.58%의 활성이 나타났다. SOD는 생체내에서 superoxide radical(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)을 산소로 산화시켜주는 천연 항산화제로 열에 약하고 분자량이 커서 체내에 쉽게 흡수되지 못하는 단점이 있어 SOD와 유사한 활성을 가지는 저분자량의 물질이 주목을 받고 있다. Hong 등(34)은 16종의 채소 착즙액을 대상으로 SOD 유사활성을 측정된 결과 브로콜리, 딸기, 당근 등에서 30% 이상의 높은 활성을 나타냈다고 보고하였다.

## 요 약

생과의 저장기간이 짧아 가공수요가 증가하고 있는 단호박의 이용 확대와 건강기능식품의 소재로의 활용을 위해 국내에서 건강식품으로 널리 사용되어 온 늙은 호박과 단호박의 영양성분 및 항산화 활성을 비교하였다. 단호박의 당도는 14-16 °Brix로 늙은 호박보다 높았으며 경도는 단호박이 1,602 g, 늙은 호박이 788 g로 나타났다. 단백질과 지방함량 및 총 아미노산 함량은 단호박이 늙은 호박보다 높았다. 유리당 함량도 단호박이 늙은 호박의 2.1배에 달했고, 당 조성도 sucrose가 83%로 가장 많았다. 단호박의 주요 유기산은 succinic acid인 반면, 늙은 호박의 주요 유기산은 malic acid였다. 단호박은 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C의 함량이 모두 늙은 호박보다 월등히 많이 함유되어 있었고, Ca, Na, K, Mg 및 P 함량은 유사하였으나, Fe 함량은 단호박이 높았다. 펙틴을 분획별로 분리하고 함량을 분석한 결과 단호박 알콜불용성고형물(AIS)의 총 펙틴 함량은 17.00%였으며 염산가용성펙틴(HSP)의 함량이 7.37%로 가장 많았다. 늙은 호박 AIS의 총 펙틴 함량은 25.14%였으며 이중 절반 이상인 16.51%가 수용성펙틴(WSP)이었다. 호박의 대표적인 기능성 성분인 카로틴 함량을 정량한 결과 단호박의 카로틴 함량은 285.91 mg%로 늙은 호박의 24.62 mg%보다 매우 높은 수준이었으며 HPLC로 정량한 카로티노이드의 조성에도 큰 차이가 있었다. 단호박은 전자공여에 의한 래디칼 소거능이 크고, SOD유사활성과 아질산염 소거작용이 높았으며, 이들의 활성은 늙은 호박보다 더 우수한 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 연구결과와 일부로 이에 감사드립니다.

## 문헌

- Lee CY, Smith NL, Robinson RW. Carotenoids and vitamin A values of fresh and canned winter squashes. *Nutr. Reports Int.* 29: 129-132 (1984)
- Hidaka T, Anno T, Nakatsu S. The composition and vitamin A value of the carotenoids of sweet pumpkins of different colors. *J. Food Biochem.* 11: 59-64 (1987)
- Usacheva GG. Improvement of technology and layout of equipment for pumpkin beverage. *Konservnaya Ovoshchesushil'naya Promyshlennost* 7: 25-28 (1981)
- Park YK, Cha WS, Park MW, Kang YH, Seog HM. Chemical components in different parts of pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 639-646 (1997)
- Park YH. A study on the development pumpkin-citron-honey drink. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 625-630 (1995)
- Shin YS, Lee KS, Kim DH. Studies on the preparation of yoghurt from milk and sweet potato or pumpkin. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 666-671 (1993)
- Park YK, Kang YH, Seog HM, Kim HM, Cha WS, Park MW. Studies of the development of processing technology of pumpkin. Research report of Agricultural and Forest Ministry (1997)
- Cumarasamy R, Corrigan V, Hurst P, Bendall M. Cultivar differences in New Zealand 'Kabocha' (buttercup squash, *Cucurbita maxima*). *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 30: 197-208 (2002)
- Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J. Dietary Culture* 13: 91-96 (1998)
- Osuna CJ, Carrillo LA, Bedollo VS. Hydrothermal treatment of Kabocha squashes for control of weight loss and spoilage. *Tecnologia de Alimentos* 30: 18-21 (1995)
- Yun SJ. Sensory and quality characteristics of pumpkin rice cake prepared with different amounts of pumpkin. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15: 586-561 (1999)
- Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. Preparation of semi-solid infant foods using sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* 30: 1108-1114(2001)
- Jung GT, Ju IO, Choi JS. Preparation and quality of instant gruel using pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch var. Evis). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 74-78 (2001)
- Heo SJ, Kim JH, Kim JG, Moon KD. Processing of puree from pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 5: 172-176(1998)
- Lee JS, Park YJ, Hwang TY, Kim IH, Kim SI, Moon KD. Quality characteristics of minimally processed sweet-pumpkin during storage. *Korean J. Food Preser.* 10: 6-10 (2003)
- AOAC. Official Methods of Analysis Intl. 15th ed. Method 985.01 p723. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA (1990)
- Heinrikson RL, Meredith SC. Amino acid analysis by reverse phase high performance liquid chromatography precolumn derivatization with phenylisocyanate. *Anal. Chem.* 136: 65-69 (1984)
- Scott KJ. Observations on some of the problems associated with the analysis of carotenoids in foods by HPLC. *Food Chem.* 45: 357-364 (1992)
- Kaneko K, Sato C, Watanabe T, Maeda Y. Changes of cation contents and solubilities of pectic substances during bring of various vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31: 379-384 (1984)
- Manabe M, Naohara J. Properties of pectin in satsuma mandarin fruits (*Citrus Unshiu* Marc.). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 33: 602-607(1986)
- McComb EA, McCready RM. Colorimetric determination of pectic substances. *Anal. Chem.* 24: 1630-1636 (1952)
- Williams BW, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technol.* 28: 25-30 (1995)
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialysable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* 51: 1333-1338 (1987)
- Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Kim SB, Park YH. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components 1. Nitrite-scavenging effect of vegetable extracts. *Bull. Korean Fish.* 20: 463-468 (1987)
- Kim SJ, Han DS, Moon KD, Rhee JS. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59: 822-826 (1995)
- R.D.A. Food Composition Table 5th ed. National Rural Living Sci. Inst. (1996)
- Manseka VD. Weight loss and other physiological aspects of butternut squash: the effect of prestorage and storage conditions, and price variation of winter squash at northeast wholesale market. PhD thesis, Cornell University, Ithaca, NY, USA (1997)
- Kim SR, Park YK, Kim HM, Moon SM. Development of new products using domestic buttercup squash (*C. maxima* Duch.). Research report of Agricultural and Forest Ministry (2000)
- Moon KD and Shin SR. Changes in the cell wall components and cell structure of tomato fruits during maturation. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 274-278 (1996)
- Ames BN. Dietary carcinogens and anticarcinogens. *Science* 221: 1256-1264 (1993)
- Ziegler RG. A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. *J. Nutr.* 119: 116-122 (1989)
- Seddon JM, Ajani UA, Sperduto RD, Burton TC. Dietary carotenoid, vitamin A, C and advanced age-related macular degeneration. *J. Am. Med. Assoc.* 272: 1413-1420 (1994)
- Foot CS, Chang YC, Denny R. Chemistry of singlet oxygen carotenoid quenching parallels biological protection. *J. Am. Chem. Soc.* 92: 5216-5221 (1970)
- Foot CS, Denny RW. Chemistry of singlet oxygen and quenching by  $\beta$ -carotene. *J. Am. Chem. Soc.* 23: 6233-6235 (1968)
- Hong HD, Kang NK, Kim SS. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1484-1487 (1998)

(2004년 8월 23일 접수; 2005년 2월 13일 채택)