

국내산 감자 23품종의 영양성분 및 이화학적 특성

김경미* · 정소영 · 김진숙 · 김기창 · 장영은 · 권오근

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부
농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터

Nutrient Components and Physicochemical Properties of 23 Korean Potato Cultivars

Kyung Mi Kim*, So Young Jung, Jin Sook Kim, Gi Chang Kim,
Young Eun Jang, and Oh Keun Kwon

Dept. of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA
Highland Agriculture Reseach Center, National Institute of Crop Science, RDA

Abstract

This study was conducted to investigate the nutrient components and physicochemical properties of 23 Korean potato cultivars. Proximate composition, free sugars, organic acids, and free amino acids were analyzed, and water binding capacity, oil absorption, and Hunter color values were measured in this study. The content of crude protein was the highest in Seohong and the lowest in Jayoung cultivars. Crude ash content of Chugang was higher than that of other cultivars. Sucrose content was the highest among the free sugars, followed by glucose, and then fructose. The major organic acids in all potato cultivars were oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, and fumaric acid. The essential amino acid and non-essential amino acid contents in the 23 potato cultivars ranged from 60.33 to 550.91 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ and 300.44 to 1,098.58 $\mu\text{mol}/100\text{g}$, respectively. The water binding capacity of Deijima and the oil absorption of Jasim cultivars were the highest values among the tested potato cultivars. The oil absorption of Gawon and Shinnamjak was greater than those of the other cultivars. From the results, Gawon and Shinnamjak cultivars could be suggested as beneficial for controlling fat intake.

Key words: potato, nutrient component, physicochemical properties

서 론

감자는 전 세계적으로 옥수수, 밀, 쌀과 더불어 4대 주요 작물로 연간 3.5 억톤이 생산되고 있다(Kwon et al., 2006). 감자는 에너지원으로 중요할 뿐 아니라, 양질의 단백질 외에 비타민 C, B₁, B₆, pantothenic acid 등의 비타민과 칼슘, 철, 칼륨 등의 무기질을 풍부하게 함유하고 있어 영양학적으로 그 가치가 높다고 할 수 있다(Jang et al., 2011; Cheigh et al., 2012). 또한 예로부터 관절염이나 통증을 완화하고 소화기관을 튼튼하게 할 뿐 아니라 동맥경화, 간장병 및 심장병과 같은 만성질환을 치료한다 하여 민간요법으로 다양하게 이용되어 왔다(Choi et al., 2008; Jang et

al., 2011). 최근에는 감자의 다양한 생리활성이 밝혀지면서 감자를 이용한 건강기능성 식품도 많이 개발되고 있다(Choi et al., 2008).

우리나라는 1930년대 ‘남작’(Irish Cobbler)을 시작으로 1978년에는 1기작 품종으로 ‘수미’(Superior), 2기작 품종으로 ‘대지’(Dejima)를 각각 도입하였다. 그 후 1980년대에 ‘남작’과 ‘수미’ 등의 품종이 재배되는 동시에 프렌치 프라이 가공용 품종의 필요성이 대두되어 도입 선발 품종으로 ‘장원’과 ‘세풍’이 각각 프렌치 프라이 가공용 품종으로 등록되었다. 1995년에는 ‘남서’ 품종이 육성되었고 칩 가공용으로 ‘대서’ 품종이 선발되었으며 1999년에는 국내 최초 칩 가공용으로 ‘가원’ 품종과 유색감자인 ‘자심’ 품종이 육성되었다(Cho et al., 2003). 이 후에도 국내 감자 품종 개발과 육성이 활발히 이루어져 현재 20여종의 품종이 육성되었으나(Lee et al., 2012) 일반 식용으로는 ‘수미’, 가공용으로는 ‘대서’ 품종이 알려져 있을 뿐 육성된 품종들은 직접적인 생산에는 다소 부진한 실정이다. 국내 감자 생산량은 2001년에 24,691 ha에서 603,627 톤을 생산하였

*Corresponding author: Kyung Mi Kim, Department of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-857, Korea
Tel: +82-31-299-0473; Fax: +82-31-299-0454
E-mail: kimkm@korea.kr

Received October 16, 2013; revised November 8, 2013; accepted November 8, 2013

고 2005년에는 32,728 ha에서 894,215 톤으로 재배면적과 생산량이 증가하였다가 2012년에는 24,930 ha에서 607,534 톤으로 생산량이 다시 감소하였는데 최근 10 여년 생산량을 보면 2005년을 제외하고는 감자 생산량의 변화는 거의 없다(KOSTAT, 2012). 반면에 감자 가공용 원료 수입은 계속해서 증가하고 있으며 특히 한미 FTA가 발효되면서 12-4월에 수입되는 칩용 신선감자의 관세가 철폐되면 수입 감자 가격이 하락하여 국내산 감자로 상당부분 대체하게 될 가능성이 높아지게 된다. 이와 같은 상황에서 국내산 감자가 외국산 감자에 비해 품질적인 면에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 품종별 특성을 지속적으로 분석하여 소비자들의 기호와 식품 트렌드를 반영한 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 기초자료 구축이 꼭 필요하다.

감자 품종들의 특성에 관한 연구는 대부분 감자 생산력과 병해충 저항성 위주로 수행되었고(Kim et al., 1985; Chang et al., 2004; Hong et al., Ryu et al., 2006; Park et al., 2008) 품질과 관련하여 일부 품종들에 대해서 전분의 이화학적 특성(Seong et al., 1987), 호화양상(Kim & Jeong, 1990), 점도 특성(Choi, 2000), 분자 구조적 특성(Na et al., 1996), 유색감자 전분의 이화학적 특성(Lee et al., 2010) 등 전분 위주의 단편적인 연구들이 이루어졌다. 특히, 감자는 감자전분과는 특성이 매우 상이하기 때문에 감자를 활용한 다양한 가공제품 개발을 위해서는 감자 품종에 따른 식품학적 특성과 가공적성에 관한 연구가 필요하다.

최근 한국인의 식생활 패턴이 서구화되면서 건강에 대한 관심도 함께 증가하여 기능성 식품의 수요가 늘어나고 이에 따라 천연색소, 특히 anthocyanin 함유 식품의 소비 급증을 일으켰다(Jeon et al., 2005). 감자도 이러한 소비 트렌드를 반영하여 색깔을 띠는 품종들이 개발되었고(Jang et al., 2011), 유색감자는 일반감자보다 병충해에 강하고, 독특한 맛과 색을 함유하고 있어 기호도가 높은 장점을 가지고 있다(Jang & Yoon, 2012). 유색감자 품종에 대한 연구는 색소 성분인 anthocyanin의 함량, 색소 안정 및 생리활성에 관한 것이 대부분이며(Rhim et al., 1999; Park et al., 2004; Jeon et al., 2005; Park et al., 2007) 또한 유색감자 중 자색을 띠는 감자에 대한 연구가 많고 황색이나 적색으로 착색된 유색감자에 관한 연구는 매우 미미하다(Jang et al., 2011). 뿐만 아니라 일반감자와 유색감자의 특성을 서로 비교한 연구도 일부 품종에 한해서만 이루어졌다(Lee et al., 2009; Jang et al., 2011).

따라서 본 연구는 국내에서 재배, 육성된 감자 23 품종에 대한 영양성분 및 이화학적 특성을 조사하고 일반감자와 다양한 색을 지닌 유색감자와 비교함으로써 감자의 식품학적 가치를 높이고 감자의 가공적성 구명과 제품 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 시험에서는 외국에서 도입되거나 국내에서 육성되어 등록된 23 개의 감자 품종(일반감자 18 종, 유색감자 5 종)을 고령지농업연구센터에서 2012년 7월에 수확한 것을 제공 받아 시료로 사용하였다. 감자를 수세한 다음 갈변 방지를 위해 물에 담가 필러로 껍질을 제거하고 적당한 크기로 잘라 급속 동결한 후 동결건조기로 건조하였다. 건조된 감자는 분쇄하여 100 mesh 체를 통과시켜 -20°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

일반성분

감자 분말의 일반성분은 AOAC방법에 따라 측정하였다. 즉, 수분함량은 상압 가열 건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 조회분은 직접 회화법으로 측정하였다.

유리당

감자분말 5g을 증류수 30 ml에 넣고 마쇄 및 추출하여 4°C, 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 membrane filter로 여과한 다음 증류수를 가해 50 mL로 정용한 후 HPLC로 분석하였다. Column은 Asahipak NH₂P-50 4E(4.6×250 mm, Shodex, Tokyo, Japan), 용매는 75% ACN(Fisher Co., Hampton, NH, USA), flow rate는 1.2 ml/min이었고, 검출기는 ELSD(Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였다.

유기산

감자분말 5g을 증류수 30 ml에 넣고 마쇄 및 추출하여 4°C, 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 membrane filter로 여과한 다음 증류수를 가해 50 mL로 정용한 후 HPLC로 분석하였다. Column은 Amine X HPx-87H Ion Exclusion column(300×7.8 mm, Bio-RAD, Hercules, CA, USA), 용매는 0.008 N H₂SO₄, flow rate는 0.6 ml/min이었고, 검출기는 UV detector(Waters, Milford, MA, USA)로 210 nm에서 측정되었다.

유리아미노산

감자분말 5g을 증류수 30 ml에 넣고 마쇄 및 추출하여 4°C, 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 membran filter로 여과한 다음 증류수를 가해 50 mL로 정용한 후 UPLC로 분석하였다. Column은 AccQ-Tag™ Ultra Column(2.1×100 mm, Waters, Milford, MA, USA), 용매는 AccQ-Tag™ Ultra eluent(Waters, Milford, MA, USA), flow

rate는 0.7 ml/min이었고, 검출기는 UV detector(Waters, Milford, MA, USA)로 260 nm에서 측정되었다.

물 결합력

물 결합력은 Medcalf & Gilles(1965)을 변형하여 원심분리관에 감자분말 0.5 g과 증류수 20 mL을 가한 후 교반기를 이용하여 실온에서 1시간동안 분산시켰다. 분산액을 15,000 rpm에서 30분간 원심분리(HITACHI Centrifuge, Hitachi Co., Tokyo, Japan) 한 다음 물을 제거하고 무게를 측정하여 계산하였다.

$$\text{물 결합력(\%)} = \frac{\text{침전물 무게(g)} - \text{시료무게(g)}}{\text{시료무게(g)}} \times 100$$

Oil 흡수력

Oil 흡수력은 Lin et al.(1974)의 방법에 의하여 측정하였다. 감자분말 0.5 g과 식용유 5 ml를 원심분리관에 넣고 교반기를 이용하여 30분 동안 분산시킨 다음 10,000 rpm에서 25분간 원심분리 후 기름을 제거하고 무게를 측정하여 물 결합력과 같은 방법에 의해 계산하였다.

색도

감자 분말의 색도는 색차계(Color i7, X-rite, Grand Rapids, MI, USA)를 이용하여 측정하였으며 이 때 표준백색판(L=95.73, a=-0.15, b=2.82)으로 보정하여 색도를 측정하였다. 시료는 5 회 반복 측정한 후 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 나타내고 표준백색판을 기준으로 $\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$ 를 계산하였다.

통계처리

본 연구의 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, 각 결과 간의 비교분석은 SPSS system을 이용하여 ANOVA 분석 후 p<0.05에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 또한 일반감자와 유색감자의 영양성분과 이화학 특성을 비교하기 위해 두 그룹간의 표본수의 차이가 있으나 현재 재배되거나 등록된 감자 품종만 시료로 하여 독립표본 t-검정을 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

감자 품종별 일반성분

감자 품종 23 종의 일반성분 함량을 확인한 결과는

Table 1. Proximate composition of various potato cultivars.

Cultivar	Proximate composition (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Superior	4.76±0.11 ^{cd}	7.55±0.01 ^h	0.31±0.02 ^{a-e}	4.10±0.06 ^{mn}
Atlantic	4.28±0.12 ^{de}	6.97±0.07 ^k	0.22±0.01 ^{ef}	4.37±0.01 ^{kl}
Jopung	3.24±0.21 ^{gh}	7.01±0.04 ^k	0.32±0.01 ^{a-d}	3.70±0.12 ^o
Jowon	2.55±0.12 ^{ij}	7.78±0.02 ^g	0.31±0.01 ^{a-e}	4.63±0.11 ^{g-j}
Gahwang	0.58±0.08 ^m	8.26±0.06 ^d	0.28±0.02 ^{e-f}	4.27±0.12 ^{lm}
Gawon	0.44±0.04 ^m	5.95±0.03 ^p	0.27±0.01 ^{e-f}	4.87±0.16 ^{e-g}
Irish cobbler	1.59±0.58 ^l	6.12±0.04 ^o	0.33±0.01 ^{a-d}	4.65±0.19 ^{g-j}
Namseo	1.52±0.70 ^l	7.59±0.08 ^h	0.25±0.13 ^{d-f}	4.41±0.16 ^{j-l}
Seohong	3.67±0.13 ^{fg}	9.07±0.03 ^a	0.28±0.01 ^{e-f}	5.02±0.11 ^{c-e}
Shepody	3.23±0.27 ^{gh}	7.36±0.03 ^j	0.28±0.02 ^{e-f}	4.68±0.14 ^{fi}
Sebong	0.79±0.21 ^m	8.50±0.02 ^c	0.27±0.02 ^{e-f}	4.64±0.29 ^{g-j}
Bangul	4.23±0.07 ^{de}	6.70±0.06 ^l	0.32±0.14 ^{a-d}	4.57±0.08 ^{h-k}
Chuback	6.08±0.03 ^b	7.48±0.03 ⁱ	0.33±0.01 ^{a-d}	5.13±0.10 ^{b-d}
Chudong	0.71±0.07 ^m	8.71±0.01 ^b	0.32±0.01 ^{a-d}	5.25±0.12 ^{bc}
Chugang	3.84±0.08 ^{ef}	6.71±0.02 ^l	0.38±0.05 ^{ab}	5.66±0.22 ^a
Chuyoung	3.57±0.35 ^{fg}	7.88±0.03 ^f	0.30±0.01 ^{b-f}	4.84±0.20 ^{e-g}
Goun	6.78±0.14 ^a	5.66±0.02 ^r	0.26±0.05 ^{d-f}	4.81±0.03 ^{e-h}
Dejima	4.83±0.08 ^c	5.76±0.08 ^q	0.28±0.02 ^{e-f}	5.19±0.01 ^{bc}
Hongyoung	3.00±0.05 ^{hi}	8.13±0.03 ^c	0.39±0.01 ^a	4.55±0.07 ^{i-k}
Jayoung	2.20±0.22 ^{jk}	4.90±0.04 ^s	0.29±0.02 ^{e-f}	4.72±0.15 ^{fi}
Jasim	1.85±0.70 ^{kl}	6.32±0.02 ⁿ	0.35±0.00 ^{a-c}	4.93±0.13 ^{d-f}
Haryoung	3.53±0.31 ^{fh}	6.50±0.07 ^m	0.27±0.00 ^{e-f}	3.99±0.09 ⁿ
Shinnamjak	5.90±0.48 ^b	6.69±0.03 ^l	0.22±0.01 ^f	5.35±0.06 ^b

Means in the same column with different letters (a-s) are significantly different (p<0.05).

Mean±standard deviation (n=3).

Table 1과 같다. 수분 함량은 고운이 6.78%로 가장 높았으며 가원이 0.44%로 가장 낮았다. 일반감자와 유색감자의 수분 함량 범위는 각각 0.44-6.78%, 1.85-5.90%였으나 유의적 차이는 없었다(Table 6). 이는 일반감자보다 유색감자의 수분함량이 낮은 것으로 확인된 연구(Jang et al., 2011)와 상이하였으나, 시료의 전처리 상태, 수확연도, 재배 환경 등의 차이로 여겨진다. 조단백 함량은 서홍이 9.07%로 가장 높았고 자색감자인 자영이 4.90%이 가장 낮았으며 수분을 제외하고 다른 일반성분에 비해 품종간의 함량 차이가 가장 컸을 뿐 아니라 일반감자가 유색감자 보다 더 높은 값을 보였다(Table 6). 본 연구의 조단백 함량은 Lee et al.(2012)의 연구보다 비교적 높은 수치를 보였는데, 역시 시료의 전처리 방법의 차이에서 기인한 것으로 보인다. 조지방 함량은 0.22-0.39%로 시료간의 큰 차이를 보이지 않았고 조회분 함량은 추강이 5.66%로 가장 높았고 조풍이 3.70%로 가장 낮은 값을 보였다.

감자 품종별 유리당

당 함량은 감자가공 시 그 품질에 결정적인 영향을 미치는 요인이다. 감자 23 품종의 유리당 함량을 살펴보면 추강, 조원, 대지, 자심, 홍영이 3.55 g/100 g 이상으로 높은 함량을 보였고 고운, 세봉, 가황, 수미, 가원이 2.50 g/100 g 이하로 다른 품종에 비해 비교적 낮은 함량을 보였다. 가공용의 대표 품종인 대서의 유리당 함량은 2.80 g/100 g으로 수미 보다 높았다. Lee et al.(2012)은 국내산 20 개 품종을 대상으로 sucrose, fructose 및 glucose를 구분하여 당 함량을 분석한 결과 추백, 추동, 추강, 추영 등 2기작 감자에서 높은 함량을 보였고 대서, 가원, 남서, 고운 등의 품종이 비교적 낮은 함량을 보였다고 보고 되었는데 본 연구 결과와 일부 유사하였다. 이러한 차이는 같은 품종이라 하여도 재배시기와 재배장소, 수확 연도 등에 따라서 감자 품질 요인들이 심하게 변하기 때문이라 추측된다(Jeong et al., 2006).

품종별 감자의 유리당 조성을 분석한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 fructose, glucose, sucrose가 확인되었으며 sucrose 함량이 가장 높았다. 일반감자와 유색감자의 유리당 함량은 2.40-3.70 g/100 g와 2.58-3.17 g/100 g로 감자 육색에 따른 값의 차이는 없었으나(Table 6), 감자 품종에 따른 유리당 함량은 차이를 보였다($p > 0.05$). Seong et al.(1987)은 수미를 비롯한 감자 6 품종의 유리당은 fructose, glucose, sucrose가 검출되었고 그 중에서 sucrose의 함량은 높았으며 품종간의 큰 차이를 보인다고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 Jang et al.(2011)은 수미는 sucrose 함량이 매우 미량인 반면에 유색감자인 하령, 자심, 자서의 sucrose 함량은 높게 측정되었고 특히, 자심의 경우는 maltose를 일부 함유하고 있다고 하였다. 이러한 차이는 감자 품종, 재배환경, 저장조건 등에 따라 유리당 함량 조성이 차이를

Table 2. Free sugar contents of various potato cultivars (unit : g/100 g).

Skin color	Cultivar	Fructose	Glucose	Sucrose
General potato	Superior	0.51±0.01 ^{ij}	0.85±0.01 ^{kl}	1.10±0.03 ^{mn}
	Atlantic	0.51±0.02 ^{hi}	0.85±0.01 ^{j-l}	1.43±0.00 ^h
	Jopung	0.48±0.00 ^{l-n}	0.91±0.00 ^{de}	1.31±0.00 ^j
	Jowon	0.49±0.00 ^{j-l}	0.89±0.00 ^f	2.29±0.00 ^a
	Gahwang	0.48±0.00 ^{l-n}	0.85±0.00 ^l	1.17±0.02 ^{kl}
	Gawon	0.47±0.00 ^{mn}	0.85±0.00 ^{j-l}	1.07±0.00 ^{no}
	Irish cobbler	0.49±0.00 ^{k-m}	0.91±0.00 ^d	1.30±0.03 ^j
	Namseo	0.58±0.00 ^c	0.87±0.00 ^{gh}	1.16±0.01 ^{kl}
	Seohong	0.60±0.02 ^b	0.85±0.00 ^{j-l}	1.63±0.00 ^e
	Shepody	0.48±0.01 ^{l-n}	0.86±0.00 ^{ij}	1.38±0.02 ⁱ
	Sebong	0.57±0.00 ^{cd}	0.89±0.00 ^f	1.03±0.00 ^o
	Bangul	0.47±0.00 ⁿ	0.85±0.00 ^{kl}	1.21±0.03 ^k
	Chuback	0.55±0.01 ^{ef}	0.96±0.01 ^b	1.54±0.02 ^g
	Chudong	0.55±0.00 ^{ef}	0.87±0.00 ^{hi}	1.60±0.00 ^{ef}
Chugang	0.67±0.00 ^a	1.03±0.01 ^a	2.01±0.01 ^c	
Chuyoung	0.56±0.00 ^{c-e}	0.93±0.00 ^e	1.58±0.00 ^{fg}	
Goun	0.53±0.01 ^{gh}	0.88±0.01 ^g	1.10±0.04 ^{mn}	
Dejima	0.50±0.00 ^{i-k}	0.90±0.01 ^{ef}	2.15±0.00 ^b	
Colored potato	Hongyoung	0.53±0.00 ^{gh}	0.86±0.00 ^{i-k}	1.73±0.01 ^d
	Jayoung	0.47±0.00 ⁿ	0.85±0.00 ^{kl}	1.57±0.06 ^{fg}
	Jasim	0.55±0.00 ^{ef}	0.93±0.00 ^e	1.70±0.00 ^d
	Haryeong	0.55±0.00 ^{de}	0.90±0.00 ^{d-f}	1.12±0.02 ^{lm}
	Shinnamjak	0.51±0.00 ^{hi}	0.90±0.00 ^{ef}	1.40±0.01 ^{hi}

Means in the same column with different letters (a-n) are significantly different ($p < 0.05$). Mean±standard deviation (n=3).

보이는 것으로 여겨진다(Lee et al., 2009).

대표적인 감자가공 처리방법은 chip과 french fry로, 높은 온도에서 감자를 튀겨내는 과정에서 환원당과 아미노산의 아미노기 사이에 Maillard 반응에 의한 갈변화로 제품의 색을 나쁘게 하고 쓴맛을 부여하게 된다(Roe & faulks, 1990). 따라서 환원당 함량은 감자가공을 위한 원료의 적합성을 판단하는 지표로 사용되어 왔다(Roe & faulks, 1990). 특히 감자의 환원당 함량이 0.25%이상일 경우, 가공용으로 사용할 수 없는 것으로 알려져 있다(Kim, 2002). 본 연구 결과로 보아 감자 품종 중 가원, 방울, 자영, 가황, 세풍이 현재 가공용으로 널리 쓰이는 대서와 비교했을 때 fructose와 glucose의 함량이 낮은 수준으로 나타나 chip 가공 및 튀김가공 시 대서를 대체할 수 있는 품종으로 판단된다. 반면에 fructose와 glucose의 함량이 높은 방울과 추백은 가공 시 환원당의 영향을 받지 않는 제품에 적용되어야 할 것이다.

감자 품종별 유기산

감자 품종별 유기산 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같이 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid,

Table 3. Organic acid contents of various potato cultivars (unit : g/100 g).

Skin color	Cultivar	Oxalic	Citric	Malic	Succinic	Fumaric
General potato	Superior	0.07±0.00 ^p	1.26±0.01 ^a	0.06±0.00 ^{feh}	1.12±0.00 ^j	0.06±0.00 ^f
	Atlantic	0.10±0.00 ^j	1.70±0.00 ^b	0.06±0.00 ^{efg}	0.98±0.00 ⁿ	0.07±0.00 ^e
	Jopung	0.06±0.00 ⁱ	1.14±0.00 ^f	0.06±0.01 ^{gh}	0.68±0.00 ^q	0.03±0.00 ^o
	Jowon	0.18±0.00 ^a	1.92±0.01 ^f	0.07±0.00 ^{cd}	1.03±0.00 ^k	0.03±0.00 ⁿ
	Gahwang	0.12±0.00 ^f	1.42±0.00 ^p	0.06±0.00 ^{feh}	0.81±0.01 ^p	0.01±0.00 ^r
	Gawon	0.11±0.00 ^{se}	1.13±0.00 ^r	0.07±0.00 ^e	0.88±0.00 ^o	0.05±0.00 ⁱ
	Irish cobbler	0.10±0.00 ^b	1.65±0.00 ^j	0.07±0.00 ^{cd}	1.59±0.00 ^b	0.08±0.00 ^e
	Namseo	0.15±0.00 ^c	2.01±0.01 ^c	0.09±0.00 ^a	1.27±0.01 ^h	0.05±0.00 ^k
	Seohong	0.09±0.00 ^k	1.56±0.00 ^m	0.07±0.00 ^{cd}	1.29±0.00 ^{se}	0.06±0.00 ^h
	Shepody	0.10±0.00 ⁱ	1.60±0.00 ^j	0.08±0.00 ^b	1.29±0.00 ^{se}	0.03±0.00 ^o
	Sebong	0.13±0.00 ^c	1.62±0.00 ^k	0.06±0.00 ^{feh}	1.51±0.00 ^c	0.06±0.00 ^{se}
	Bangul	0.05±0.00 ^r	1.72±0.01 ^{se}	0.05±0.00 ^h	1.36±0.00 ^f	0.05±0.00 ^j
	Chuback	0.10±0.00 ⁱ	2.04±0.00 ^b	0.07±0.00 ^e	1.67±0.00 ^a	0.09±0.00 ^b
	Chudong	0.16±0.00 ^b	1.68±0.00 ⁱ	0.06±0.00 ^{gh}	0.98±0.00 ⁿ	0.02±0.00 ^p
	Chugang	0.16±0.00 ^b	1.68±0.00 ⁱ	0.06±0.00 ^{gh}	0.98±0.00 ⁿ	0.02±0.00 ^p
	Chuyoung	0.14±0.00 ^d	1.43±0.00 ^o	0.06±0.00 ^{feh}	1.27±0.00 ^h	0.04±0.00 ^l
	Goun	0.11±0.00 ^b	2.11±0.00 ^a	0.07±0.00 ^{cd}	1.43±0.00 ^d	0.10±0.00 ^a
Dejima	0.10±0.00 ^b	2.00±0.00 ^d	0.06±0.00 ^{fh}	1.00±0.00 ^m	0.03±0.00 ^o	
Colored potato	Hongyoung	0.08±0.00 ^m	1.61±0.00 ^k	0.06±0.00 ^{df}	1.27±0.01 ^h	0.04±0.00 ^l
	Jayoung	0.10±0.00 ^{kl}	1.45±0.00 ⁿ	0.07±0.01 ^{cd}	1.40±0.00 ^e	0.07±0.00 ^d
	Jasim	0.09±0.00 ^l	1.08±0.01 ^s	0.06±0.01 ^{gh}	1.23±0.00 ⁱ	0.01±0.00 ^q
	Haryoung	0.07±0.00 ^o	1.98±0.00 ^e	0.07±0.00 ^e	1.02±0.01 ^l	0.05±0.00 ^{ji}
	Shinnamjak	0.07±0.00 ⁿ	0.93±0.01 ^t	0.05±0.00 ^h	0.80±0.00 ^p	0.03±0.00 ^m

Means in the same column with different letters (a-t) are significantly different ($p < 0.05$).

Mean±standard deviation (n=3).

fumaric acid가 함유되어 있었고 특히 citric acid와 succinic acid가 그 함량이 높았다. 유기산 함량은 일반감자가 1.89-1.97 g/100 g, 유색감자가 2.41-3.22 g/100 g 범위였고 succinic acid와 malic acid 함량은 일반감자가 유색감자에 비해 높은 함량을 보였다(Table 6). 또한 감자 품종별 유기산 함량 차이가 뚜렷하였는데 추백과 고운이 유기산 함량이 높았고 조풍과 신남작이 낮은 함량을 보였다. 본 연구에서 감자의 유기산 중 가장 많이 함유되어 있는 citric acid는 TCA 회로를 구성하는 요소로 고등동물의 물질대사에 중요한 구실을 하며, 체내의 칼슘 흡수를 촉진시키는 작용이 있다고 알려져 있어 citric acid 함량이 높은 고운, 추백, 남서, 대지, 하령은 칼슘 보강 및 흡수를 도와주는 소재로서 활용하는 게 유리할 것으로 보인다. Oxalic acid는 조원, 추동, 추백, 남서가 비교적 높은 함량을 보였고 succinic acid는 추백, 남작, 세봉, 고운이 높은 함량을 나타냈다.

Jang et al.(2011)의 보고에 의하면 일반감자와 유색감자 6 종에 대한 유기산 조성은 oxalic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid로 oxalic acid와 malic acid가 총 유기산 함량의 대부분을 차지하였고 수미가 하령, 자심 보다 높은 함량을 보였다. 이는 본 연구와는 상이한 결과로 감자 품종의 차이, 수확 연도, 재배환경 등의 차이로 여겨진다.

감자 품종별 유리아미노산

필수 및 비필수 아미노산을 포함한 총 유리아미노산 함량은 홍영이 가장 높았고 그 중에서 필수아미노산은 남서, 세풍, 홍영이, 비필수아미노산은 홍영과 세풍이 일반식용으로 가장 많이 이용되는 수미 보다 높게 나타났다(Fig. 1). 감자 23 품종 유리아미노산 조성에 있어서 함황아미노산인 cystine이 검출되지 않았는데 Jang et al.(2011)의 보고에 의하면 수미에서는 미량 확인되었으나 유색감자에는 검출되지 않아 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 또한 일반감자와 유색감자의 필수 및 비필수 아미노산의 차이는 보이지 않았으나(Table 6), 감자 품종별 유리아미노산 함량은 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$).

아크릴아마이드는 전분이 많은 식품을 가열처리 하였을 때 발생하는 발암 가능성 물질로(Hogervorst et al., 2007), 아미노산과 환원당의 비효소적인 갈변화 반응에 의해 생성된다고 알려져 있다(Elmore et al., 2007). Martin & Ames (2001)은 유리아미노산인 asparagine이 많이 함유되어 있는 감자를 가열조리 시 아크릴아마이드 검출량이 많아지는 것을 밝혔다. 즉, 감자의 아크릴아마이드 생성에는 유리아미노산인 asparagine과 환원당이 큰 요인인 것을 알 수 있다. 따라서 감자 품종별 유리아미노산 중 asparagine의 함량을 분석한 결과(Fig. 1), 고운이 유의적으로 가장 낮은 함량을

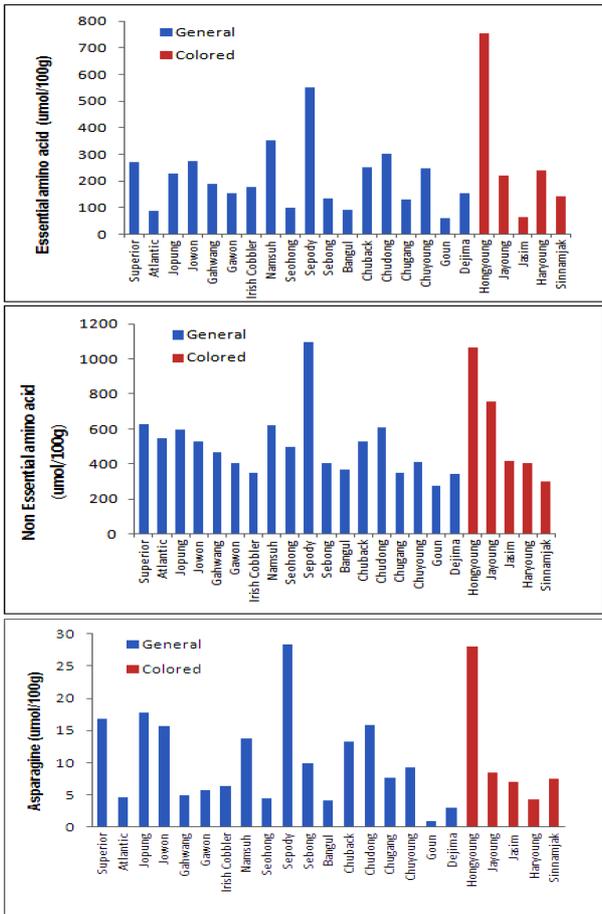


Fig. 1. Free amino acid contents of various potato cultivars.

나타냈다. 고운을 제외한 품종 중에서 대지, 방울, 서홍과 유색감자인 하령이 비교적 낮은 함량을 보였고 세풍, 홍영, 자서가 높은 함량을 보였다. 최근 국내에서는 아크릴아마이드를 1000 ppb로 저감화하기 위해 품종개발을 비롯해 재배, 저장 및 제조공정 개선 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 이러한 노력으로 재배 및 제조공정 개선으로 어느 정도 낮출 수 있다는 보고는 있으나(Jin et al., 2012) 아직까지 아크릴아마이드의 저감화가 가능한 품종 개발은 부족한 실정이다. 따라서 국내 육성 품종들을 대상으로 품질을 분석하고 가공적성 구명 연구를 통해 새로운 감자 품종 개발을 위한 기초자료를 구축하는 시스템이 필요할 것으로 보인다.

감자 품종별 물 결합력

감자 23 품종의 감자 분말의 물 결합력을 측정한 결과 Table 4와 같이 품종간의 유의적 차이를 보였으며 특히 대지가 가장 높았고 세풍이 가장 낮았다. 일반감자는 133.27-184.92%, 유색감자는 140.37-161.36% 범위의 물 결합력을 보였으며 두 그룹간의 유의적 차이는 없었다. 물 결합력은 전분입자 사이의 수분흡수 정도를 나타내는 것으로 전분입자의 구성, 결정질 부분과 비결정질 부분의 비율에 따라

Table 4. Water binding capacity and oil absorption of various potato cultivars.

Skin Color	Cultivar	Water binding capacity(%)	Oil absorption(%)
General potato	Superior	144.13±5.59 ^{g-i}	187.20±0.85 ^{hi}
	Atlantic	173.48±2.17 ^c	187.06±6.87 ^{hi}
	Jopung	159.95±4.52 ^e	188.12±1.34 ^{hi}
	Jowon	175.65±5.61 ^{bc}	210.03±8.14 ^{d-f}
	Gahwang	168.98±7.17 ^{cd}	192.48±1.75 ^{sh}
	Gawon	139.16±2.48 ^{ij}	176.86±6.41 ^j
	Irish cobbler	157.39±3.58 ^{ef}	214.38±7.45 ^{cd}
	Namseo	153.73±3.50 ^{ef}	220.63±1.82 ^{bc}
	Seohong	148.71±4.45 ^{fh}	191.97±0.58 ^{sh}
	Shepody	150.13±2.62 ^{fg}	196.94±1.13 ^g
	Sebong	133.27±3.48 ⁱ	192.45±3.17 ^{sh}
	Bangul	149.69±5.46 ^{fg}	203.46±1.02 ^f
	Chuback	137.11±4.53 ^{ij}	181.69±3.53 ^{ij}
	Chudong	139.19±2.62 ^{ij}	210.65±3.94 ^{de}
	Chugang	172.38±8.28 ^c	222.91±3.61 ^b
	Chuyoung	144.60±5.68 ^{ab}	212.31±0.80 ^d
Goun	144.60±5.68 ^{g-i}	205.06±1.63 ^{ef}	
Dejima	184.92±3.59 ^a	209.49±6.33 ^{d-f}	
Colored potato	Hongyoung	148.88±2.94 ^{fh}	227.56±4.31 ^b
	Jayoung	160.68±2.19 ^{de}	226.01±0.50 ^b
	Jasim	140.37±4.29 ^{h-j}	235.45±2.40 ^a
	Haryoung	156.29±0.89 ^{ef}	184.45±2.34 ⁱ
	Shinnamjak	161.36±5.87 ^{de}	168.37±1.10 ^k

Means in the same column with different letters (a-k) are significantly different ($p < 0.05$).

Mean±standard deviation (n=3).

결정되며(Kim et al., 1983) 비결정질부분이 많을수록 수분 결합력이 크다고 알려져 있다(Beleina et al., 1980; Lee et al., 2010). 따라서 감자 분말을 포함하는 가공에 있어서는 감자를 구성하는 전분입자의 종류와 구성의 차이도 함께 비교해야 할 것으로 생각된다.

감자 품종별 Oil 흡수력

고구마 품종별 oil 흡수력은(Table 4) 유색감자 중 자색과 적색을 띠는 자심, 홍영, 자영이 각각 235.45%, 227.56%, 226.01%로 높은 흡수력을 보였고, 노란색을 띠는 신남작과 하령이 168.37%와 184.45%로 oil 흡수력이 낮았다. Chip 가공용인 가원과 대서의 oil 흡수력은 176.86%와 187.06%였고 french-fry용인 세풍은 196.94%로 일반감자 중 oil 흡수력이 낮은 편이었다. 한편, 일반식용으로 알려진 수미는 최근 감압조건에서 chip용으로 이용되고 있는 품종으로 oil 흡수력은 187.20%였고 그 외에도 추백과 조풍도 chip 가공용인 가원과 대서 품종과 비슷한 수준을 보였다. 따라서 감자나 감자분말을 기름을 이용한 가공처리 시 기존의 칩 가공용인 아닌 추백과 조풍, 유색감자인 하령과 신남작도 oil 흡수력이 낮아 저열량 또는 지방섭취량 조절을 위한 제

Table 5. Color values of various potato cultivars.

Skin Color	Cultivar	Color value			
		L	a	b	DE
General potato	Superior	92.52±0.05 ^a	-0.38±0.01 ^m	12.65±0.04 ^c	10.24±0.05 ^l
	Atlantic	90.60±0.03 ^{de}	-0.06±0.01 ^{gh}	10.04±0.01 ⁱ	8.76±0.02 ^o
	Jopung	91.11±0.07 ^{bc}	-0.13±0.03 ^j	16.52±0.04 ^a	14.36±0.03 ^f
	Jowon	90.47±0.40 ^{de}	-0.10±0.03 ^{ij}	13.64±0.25 ^c	11.93±0.14 ⁱ
	Gahwang	88.75±0.30 ⁱ	-0.19±0.02 ^k	16.51±0.09 ^a	15.27±0.08 ^c
	Gawon	91.02±0.33 ^{bc}	-0.34±0.02 ^m	10.58±0.15 ^h	8.98±0.04 ^{no}
	Irish cobbler	89.52±0.14 ^{gh}	0.10±0.02 ^c	9.92±0.04 ⁱ	9.34±0.12 ^m
	Namseo	89.66±0.16 ^{f-h}	-0.29±0.04 ^l	11.38±0.09 ^g	10.40±0.02 ^l
	Seohong	91.37±0.20 ^b	-0.08±0.01 ^{hi}	10.68±0.15 ^h	8.88±0.18 ^{no}
	Shepody	89.73±0.31 ^{fg}	-0.19±0.01 ^k	11.20±0.09 ^g	10.21±0.24 ^l
	Sebong	90.39±0.09 ^e	0.07±0.02 ^c	14.27±0.11 ^b	12.53±0.09 ^h
	Bangul	90.66±0.18 ^{de}	-0.98±0.04 ^o	13.15±0.07 ^d	11.44±0.13 ^j
	Chuback	89.88±0.05 ^f	-0.02±0.02 ^g	9.84±0.01 ⁱ	9.04±0.04 ⁿ
	Chudong	89.64±0.15 ^{f-h}	-0.05±0.02 ^{gh}	11.33±0.10 ^g	10.36±0.17 ^l
	Chugang	91.03±0.02 ^{bc}	0.03±0.01 ^f	10.58±0.01 ^h	8.97±0.01 ^{no}
	Chuyoung	91.15±0.02 ^b	-0.19±0.01 ^k	9.88±0.02 ⁱ	8.32±0.02 ^p
	Goun	90.46±0.06 ^{de}	-0.37±0.01 ^m	12.20±0.03 ^f	10.66±0.06 ^k
Dejima	89.35±0.52 ^h	-0.27±0.04 ^l	14.46±0.41 ^b	13.17±0.59 ^g	
Colored potato	Hongyoung	72.33±0.05 ^l	14.53±0.03 ^a	-1.70±0.02 ^j	27.98±0.05 ^b
	Jayoung	61.92±0.03 ^m	11.57±0.01 ^b	-11.33±0.02 ^l	38.48±0.02 ^a
	Jasim	77.75±0.02 ^k	5.52±0.00 ^c	-3.30±0.03 ^k	19.81±0.02 ^c
	Haryeong	90.77±0.01 ^{cd}	-0.68±0.01 ⁿ	14.40±0.03 ^b	12.58±0.03 ^h
	Shinnamjak	80.12±0.06 ^j	1.10±0.03 ^d	12.68±0.06 ^c	18.48±0.08 ^d

Means in the same column with different letters (a-p) are significantly different ($p < 0.05$).
Mean±standard deviation (n=3).

Table 6. T-test value between general potato and colored potato.

		General potato	Colored potato	t-value
Proximate composition	Moisture	3.10±1.83	3.40±1.51	-0.543
	Protein	7.28±0.99	6.51±1.06	2.628*
	Fat	0.29±0.05	0.30±0.06	-0.461
	Ash	4.71±0.47	4.71±0.47	0.030
Free sugars	Fructose	0.53±0.05	0.52±0.03	0.196
	Glucose	0.89±0.05	0.89±0.03	0.111
	Sucrose	1.45±0.37	1.50±0.24	-0.448
Organic acid	Oxalic	0.10±0.03	0.12±0.04	-1.922
	Citric	1.59±0.33	1.61±0.35	-0.189
	Malic	0.06±0.01	0.06±0.01	0.813
	Succinic	1.21±0.27	1.01±0.14	2.219*
	Fumaric	0.05±0.02	0.02±0.02	3.677**
Amino acid	Essential amino acids	208.62±118.77	284.38±272.17	-0.945
	Non-essential amino acids	501.77±184.45	588.67±316.34	-0.796
	Water absorption	154.74±15.42	157.39±12.99	-0.604
	Oil absorption	200.21±13.85	208.37±27.80	-1.580
Color values	L	90.30±1.03	76.58±10.59	5.759***
	a	-0.21±0.25	6.41±6.55	-4.563***
	b	12.08±2.02	2.15±11.04	3.814***
	DE	10.71±2.03	23.46±10.03	-5.319***

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

품에 적합할 것으로 생각된다. 따라서 감자 분말의 oil 흡수력 차이는 유탕처리와 같은 감자 제품의 특성에 영향을 미칠 수 있어 가공 목적에 따라 적합한 품종을 선택해야 할 것으로 보인다.

감자 품종별 색도

23 품종의 감자 분말 색도 측정 결과, 감자 종류별 육색이 다르기 때문에 일반감자와 유색감자의 L, a, b 및 ΔE 값의 차이를 보였다. 뿐만 아니라 일반감자 품종간에도 확연한 색도 차이를 보였다(Table 5). 명도를 나타내는 L값은 수미가 92.52로 가장 높았고, 유색감자 중 자영, 홍영, 자심이 각각 61.92, 72.33, 77.75로 낮았다. 적색도를 나타내는 a값은 적색을 띠는 홍영이 가장 높았고, 자색을 띠는 자영과 자심도 높은 값을 보였는데 이는 자색소의 색이 진할수록 a값이 높았다는 Jang et al.(2011)의 보고와 유사하였다. 따라서 홍영, 자영, 자심의 a값의 차이는 유색감자에 함유된 anthocyanin의 함량과 관련이 있을 것으로 보인다(Jeong et al., 2006). 또한 황색도를 나타내는 b값은 일반감자인 조풍과 가황이 가장 높게 나타났고, 유색감자 중 노란색을 띠는 하령과 신남작도 높은 수치를 보인 반면에 적색과 자색을 띠는 홍영, 자영, 자심만이 (-)값을 나타내었다. 색차를 나타내는 ΔE 는 백색판을 기준으로 색의 차이를 보여주는 값으로 자영, 홍영, 자심 순으로 높았고 반대로 대서와 추영이 다른 품종에 비해 낮은 값을 보여 가장 흰색에 가까운 것으로 생각된다.

요 약

감자 품종별 일반성분, 유리당, 유기산, 유리아미노산을 분석하였고 물결합력 및 oil 흡수력, 색도를 측정 한 결과 감자 품종에 따라 영양성분 함량 및 이화학적 특성의 차이를 보였다. 조단백질 함량은 서홍이 높았고 조희분은 추강이 높았다. 감자의 유리당 함량은 sucrose, glucose, fructose 순으로 함유되어 있었으며 주 유기산으로는 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid이었다. 감자 23 품종의 필수, 비필수 아미노산 함량은 각각 60.33-550.91 $\mu\text{mol}/100\text{g}$, 30.44-1,0998.58 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 범위였다. 감자 품종 중 대지가 물 결합력이, 자심이 oil흡수력이 높았고 특히 칩 가공용인 대서와 가원과 비슷하거나 낮은 oil흡수력을 보인 추백, 조풍, 하령, 신남작도 지방함량을 줄일 수 있는 가공제품에 적합할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ008575)의 지원에 의한 연구결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Beleina A, Varriano-Marston E, Hoserey RC. 1980. Characteristics of starch from Peal millets. *Cereal Chem.* 57: 300-303.
- Chang SK. 2007. Fermentation Properties and *In vitro* Anticancer Effect of *Kimchi* Prepared with Potato. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 227-234.
- Cheigh CI, Lee HJ, Chung MS, 2012. Effects of Soft Steam Treatments on Quality Characteristics of Potatoes, *Korean J. Food&Nutr.* 25: 50-56.
- Choi HD, Lee HC, Kim SS, Kim YS, Lim HT, Ryu GH. 2008. Nutrient Components and Physicochemical Properties of New Domestic Potato Cultivars, *Korean J. Food Sci. technol.* 40: 382-388.
- Hogervorst JG, Schouten LJ, Konings EJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA. 2007. A prospective study of dietary acrylamide intake and the risk of endometrial, ovarian and breast cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 16: 2304-2313.
- Jang HL, Hong JY, Kim NJ, Kim MH, Shin SR, Yoon KY. 2011. Comparison of Nutrient Components and Physicochemical Properties of General and Colored Potato. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 144-150.
- Jang HL, Yoon KY. 2012. Biological Activities and Total Phenolic Content of Ethanol Extracts of White and Flesh-colored *Solanum tuberosum L.* Potatoes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1035-1040.
- Jeon TW, Cho YS, Lee SH, Cho SM, Cho HM, Chang KS, Park HJ. 2005. Studies on the Biological Activities and Physicochemical Characteristics of Pigments Extracted from Korean Purple-Fleshed Potato. *Korean J. Food Sci. Tech.* 37: 277-254.
- Jeong JC, Park KW, Kim SY. 1996. Processing quality of potato(*Solanum tuberosum L.*) tubers as in influenced by cultivars and harvesting dates. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37: 511-515.
- Jeong JC, Chang DG, Yoon YH, Park CS, Kim SY. 2006. Effect of cultural environment and nitrogen fertilization levels on the anthocyanin accumulation on purple-fleshed potato. *J. Bio-Environ. Con.* 15: 204-210.
- Jin CW, Hwang WN, Cho DH, Kang WS, Lim HT. 2012. Selection the superior potato clones based on acrylamide reduction for cold chipping. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30: 603-612.
- Jo HM, Park YE, Cho JH, Kim SY. 2003. Historical Review of Land Race Potatoes in Korea. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 838-845.
- Kim HS, Kang DJ, Yoon KS. 1983. Physicochemical properties of waxy rice starches prepared from three different cultivars. *Korean J Agric. Chem. Soc.* 2: 211-216.
- Kim SY. 2002. Prospects and status on quality of potato. *Korean J. Crop Sci.* 47: 135-139.
- Kong YH, Rho J, Cho CW, Kim MH, Lee YC, Kim SS, Lee P, Choi SY. 2009. Variation of Phenolic Ingredient and Ginsenoside Content in Red ginseng Extract by Acid Treatment. *J. Ginseng Res.* 33: 194-198.
- Kwon OY, Kim HJ, Oh SH, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Park, CS, Kim MR. 2006. Nutrient Composition of Domestic Potato Cultivars. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 16: 740-746.
- Kwon OY, Kim MY, Son CW, Liu XW, Kim HC. 2008. Protein and Amino Acid Composition of Domestic Potato Cultivars. *J.*

- Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 117-123.
- Lee JS, Choi MK, Moon EY, Kang MH. 2010. Physico-Chemical Properties of Starches from Atlantic and Bora Valley Potato Cultivar with Different Colors. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 542-547.
- Lee JS, Park SJ, Kim JS, Choi MK, Lim HT, Kang MH. 2009. Physico-chemical Characteristics of Atlantic and Bora Valley Potato. Korean J. Food&Nutr. 22: 92-96.
- Lee YJ, Jeong JC, Yoon YH, Hong SY, Kim SJ, Jin YL, Nam JH, Kwon OK. 2012. Evaluation of Quality Characteristics and Definition of Utilization Category in Korean Potato(*Solanum tuberosum L.*) Cultivars. Korean J. Crop Sci. 57: 271-279.
- Lin MJ, Humbert ES, Sosulski FW. 1974. Certain functional properties of sunflower meal products. J. Food Scr. 39: 368-370.
- Martin FL, Ames JM. 2001. Formation of strecker aldehydes and pyrazines in a fried potato model system. J. Food Sci. 51: 157-160.
- Medcalf F, Gilles KA. 1965. Wheat starches I comparison of physicochemical properties. Cereal Chem. 42: 558-568.
- Park HJ, Jeou TW, Lee SH, Cho YS, Cho SM, Chang KS. 2004. Studies on characteristics and stability of anthocyanin pigment extracted from Korean purple-fleshed potatoes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1544-1551.
- Park SJ, Kim JM, Kim JE, Jeong SH. 2011. Characteristics of Sweet Potato Powders from Eight Korean Varieties. Korean J. Food Cookery Sci. 27: 19-29.
- Park YE, Cho HM, Lee HJ, Hwang YS, Choi SSN, Lee SJ, Park ES, Lim JD, Choung MG. 2007. Antioxidant and Inhibition on Angiotensin Converting Enzyme Activity of Colored Potato Extracts. Korean J. Crop Sci. 52: 447-452.
- Rhim JW, Kim SJ. 1999. Characteristics and stability of anthocyanidin pigment extracted from purple-fleshed potato. Korean J. Food Sci. Tech. 31:348-355.
- Roe MA, Faulks RM, 1990. Color development in a model system during frying : Role of individual amino acid and sugars. J. Food Sci. 56: 1711-1713.
- Seong HM, Park YK, Nam YJ, Min BY. 1987. Physicochemical properties of several potato starches. J Korean Agricultural Chemical Soc. 30: 133-140.