KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 40, No. 4, pp. 382~388 (2008)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

©The Korean Society of Food Science and Technology

국내산 신품종 감자의 영양성분 및 이화학적 특성

최희돈* · 이해창 · 김성수 · 김윤숙 · 임학태[1] · 류기형[2]
한국식품연구원, [1]강원대학교, [2]공주대학교

Nutrient Components and Physicochemical Properties of New Domestic Potato Cultivars

Hee-Don Choi*, Hae-Chang Lee, Sung-Soo Kim, Yun-Sook Kim, Hak-Tae Lim[1], and Gi-Hyung Ryu[2]
Korea Food Research Institute, [1]Kangwon National University, [2]Kongju National University

Abstract This study examined the nutrient components and physicochemical properties of three new potato cultivars: Gui Valley, Bora Valley, and Gogu Valley, which were acquired from PotatoValley Ltd., and compared them to the Superior cultivar that is widely distributed in food markets. Amino acid, fatty acid, and mineral compositions, as well as total starch, reducing sugar, dietary fiber, vitamin C, and phenolic acid contents were measured. The gelatinization and pasting properties of the potatoes were evaluated using differential scanning calorimetry (DSC) and a rapid visco analyzer (RVA). The three new potato cultivars showed differences for various characteristics compared to the existing Superior cultivar. The Gui valley cultivar has a high potential for processing into items such as French fries or chips, due to its high starch content and low reducing sugar content. Bora valley showed an incredibly high phenolic acid contents, and Gogu valley contained high levels of dietary fiber, minerals, vitamin C, and essential amino acids. Overall, these cultivars are expected to be highly valuable items for develpment and applications of functional food.

Key words: potato, new cultivar, nutrient components, physicochemical properties

서 론

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과 식물로서 페루, 칠레 등의 안데스 산맥지역이 원산지로 온대지방에서 널리 재배되며, 전 세계적으로 연간 3.5억 톤이 생산되는 세계 4대 작물 중의 하나이다. 감자는 단위면적당 생산량이 높고 비교적 장기간 저장할 수 있으며 맛이 좋고 포만감을 주기 때문에 주식으로 세계 여러 나라에서 이용되고 있다. 또한 생감자 100 g당 76 kcal로 저 칼로리 식품이며, 양질의 단백질 이외에 칼륨, 인 등의 무기질, 비타민 C 그리고 식이섬유 등을 다량 함유하고 있어 훌륭한 식량작물로 평가되고 있다(1-3). 또한 옛날부터 관절염과 통증을 예방하기 위하여 감자 생즙이 섭취되어 왔으며, 최근에는 감자의 다양한 생리활성(4-7)이 밝혀지면서 감자를 이용한 건강기능성 식품도 많이 개발되고 있다.

감자품종은 용도에 따라 식용과 가공용으로 나누어지며, 현재 국내에서 식용으로는 수미(superior), 가공용으로는 대서(atlantic) 품종이 잘 알려져 있다. 수미는 1976년 미국에서 도입된 이래 현재까지 재배되고 있지만 환원당 함량이 높고 전분 함량은 낮아 가공용으로 이용되지 못하고 있으며, 1982년에 미국으로부터 도입된 대서는 재배 시 중심 공동 및 내부 갈색 반점 등 치명적인 생리장애 문제를 갖고 있어 가공회사와 농민들이 재배를 기피하고 있다. 또한 프렌치후라이 가공용으로 캐나다에서 1983년 도입된 세풍(shepordy)은 가공품질과 수량성은 뛰어나지만 심한 더뎅이병과 균일하지 못한 괴경크기로 국내에서 거의 재배되고 있지 않다(8). 이처럼 외국으로부터 도입된 감자 품종들이 소비자의 다양한 요구를 충족시키지 못하였기 때문에 1990년대에 들어 국내에서도 감자 품종 개발과 육성이 활발히 이루어져 왔으며 이에 따라 남작, 조풍, 남서, 추백 등의 식용 품종, 대서와 가원 등의 가공용 품종이 개발, 보급(9)되었지만 아직 수미와 대서를 대체하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 향후 WTO 및 FTA 타결로 인해 농업 무역장벽이 없어지면서 직면하게 될 대대적인 감자수입에 대처하기 위해서는 국내 재배에 적합한 고품질의 감자 품종의 개발이 더욱 활발히 이루어져야 한다.

본 연구에서는 감자 종자회사인 (주)포테이토밸리에서 최근 개발한 신품종 감자인 구이밸리, 보라밸리, 고구밸리와 국내에서 가장 많이 유통되는 수미의 영양성분과 이화학적 특성을 분석하여 이들 신품종 감자의 활용성 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 감자품종인 구이밸리, 보라밸리 및 고구밸리는 강원대학교 감자육종실에서 교배육종을 통하여 다년간의 예비검정, 본검정, 지역시험을 거쳐 개발된 품종으로 (주)포테이토밸리가 2007년 강원도 평창군 장평지역에서 재배한 것을 재료로

*Corresponding author: Hee-Don Choi, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9068
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: chdon@kfri.re.kr
Received March 7, 2008; revised June 5, 2008;
accepted June 13, 2008

사용하였다. 수미는 강원도 평창군에서 재배된 것을 식품마켓에서 구입하여 사용하였다.

일반성분

감자의 일반성분, 즉 수분, 조지방, 조단백질, 회분 함량은 AOAC법(10)에 따라 측정하였다.

분말 제조

각 품종별 감자 20개를 선발하여 껍질을 제거하고 동결건조한 후 mixer로 분쇄하여 체(60 mesh)를 통과시켰으며, 통과한 분말을 밀봉하여 4°C에 보관하면서 시료로 사용하였다.

아미노산 조성

일정량의 감자분말에 6 N HCl 용액을 가하고 질소가스를 충진한 후 110°C에서 24시간 가수분해하고 감압 농축시켰다. 이를 0.45 μm membrane filter로 여과하고 여액 중 일부를 취해 건조튜브에 넣고 유도체 시약 methanol : triethylamine : water : phenyl isothiocyanate(PITC) (7:1:1:1, v/v) 혼합용액을 첨가하여 유도체화 한 다음 이를 감압 건고하였다. 건고물을 용해시킨 후 pico-tag 방법에 따라 HPLC로 분석하였다. 이때 분석조건은 instrument: JASCO HPLC system(Japan Spectroscopic Co., Tokyo, Japan), column: pico-tag, column temp.: 40°C, eluent: pico-tag eluent A & B, flow rate: 1.0 mL/min, chart speed: 1.0 cm/min, detector: UV 254 nm, injection volume: 10 μL이었다.

무기질

무기질 함량은 감자분말을 예비탄화한 후 550°C 회화로에서 회화시킨 회분에 염산을 가하여 용해시키고 일정량으로 정용한 후 ICP-AES(inductively coupled plasma, JA38 PLUS, ISA instrument S.A., Longjumeau, France)로 분석하였다(11). ICP-AES의 작동조건은 power: 1 kW for aqueous, nebulizer pressure: 3.5 bars for meinhasd type C, aerosol flow rate: 0.3 L/min이었으며, 각 무기질의 검출파장은 Ca: 393.37, Mg: 279.55, Na: 588.99, K: 766.49, P: 213.62, Fe: 238.20 nm이었다.

지방산

지방산은 감자분말을 *n*-hexane으로 추출하여 얻은 지질 200 mg에 0.5 N NaOH/MeOH 5 mL를 가하여 분해시킨 다음 BF_3 촉매하에 methyl ester를 만들어 GC(HP5890, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다(12).

식이섬유 및 전분

감자분말의 식이섬유함량은 Prosky 등의 방법(13)에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 측정하였고, 총 전분 함량은 McCleary 등(14)의 방법에 따라 total starch assay kit(Megazyme International Ireland Ltd., Bray, Ireland)를 사용하여 측정하였다

Vitamin C

Vitamin C는 감자분말을 6% metaphosphoric acid로 마쇄, 추출한 후 추출액을 여과한 여과액을 C_{18} Sep-Pak cartridge(Waters, Milford, MA, USA)를 통과시킨 후 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다(15). μ-Bondapack C_{18} column(3.9×300 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, methanol: water(15:85, v/v) 용액을 0.6 mL/min의 속도로 254 nm에서 분석하였다.

유리당

감자분말 1 g과 80% EtOH 40 mL을 혼합한 후 80°C의 shaking incubator에서 100 rpm의 속도로 회전시키면서 유리당을 추출하였고, 이를 여과한 후 10,000×*g*에서 20분 동안 원심분리하고 상등액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. Carbohydrate column(4.6×250 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, acetonitrile:water(80:20, v/v) 용액을 1.2 mL/min의 속도로 40°C에서 RI detecter를 사용하여 분석하였다.

페놀산

감자분말의 페놀산 함량은 Mattila 등(16)의 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 시료 0.1 g에 0.2% BHA가 포함된 MeOH과 10% acetic acid를 80:15의 비율로 첨가하여 추출한 후 수용성 페놀산 분석에 사용하였고, 잔여물에 대하여 알칼리와 산 용액으로 가수분해하여 얻은 유기층을 혼합한 후 건고시켜 2 mL MeOH에 용해한 후 여과하여 총 페놀산 분석에 사용하였다. HPLC로 분석하였으며, 컬럼은 μ-Bondapack C_{18} column(3.9×300 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, A 용매 0.5 mM phosphoric acid : B 용매 MeOH을 0-10 min, 2-5% B; 10-50 min, 5-35% B; 50-60 min, 35-40% B; 60-70 min, 40-60% B; 70-90 min, 60% B의 조건으로 유속 0.7 mL/min로 하여 280 nm에서 분석하였다.

DSC

감자분말과 증류수를 1:2의 비율로 하여 시차주사열량계(DSC7, Perkin-Elmer Co., Waltham, MA, USA)를 이용하여 열적특성을 조사하였다(17). 이때 온도는 30°C부터 130°C까지 10 °C/min의 속도로 가열하였으며, reference는 빈 시료팬을 사용하였다. 얻어진 흡열피크로부터 엔탈피를 구하였고, 호화개시온도(T_o : onset temperature)와 피크온도(T_p : peak temperature)를 분석하였다.

RVA

Rapid visco-analyzer(RVA-3D, Newport Sci., Warriewood, Australia)를 사용하여 감자분말의 호화양상을 조사하였다(18). 감자분말을 12%(w/w) 농도가 되도록 칭량하고 이에 가수하여 30 mL로 정용하고 현탁시킨 후 RVA-3D로 점도변화를 측정하였다. 온도 프로그램은 작동 후 1분 동안은 50°C를 유지, 4분 안에 95°C로 가열, 3분 동안 95°C로 유지, 4분 안에 50°C로 냉각 후 1분 동안 50°C로 유지하였다. 페달의 회전속도는 160 rpm으로 고정하여 페이스트 점도를 측정하였다. 곡선으로부터 페이스트 온도, 최고점도 (peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity)를 각각 산출하였다.

통계처리

모든 분석결과는 3반복으로 수행된 평균값이며, 각 분석결과에 대한 통계분석은 SAS 통계 프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석을 하고 Duncan's multiple range test로 시료간 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

본 실험에 사용한 4가지 품종 감자의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 81.3-84.8%의 분포를 나타내었으며,

Table 1. Proximate composition of various potato cultivars

(Unit: %, dry basis)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Crude protein	14.7	11.8	8.7	11.6
Crude lipid	0.5	0.5	0.5	0.5
Ash	3.3	4.7	4.4	5.2
Carbohydrate	81.5	83.0	86.4	82.2

건조분말 중의 조단백은 수미가 14.7%로 가장 높게, 보라밸리가 8.7%로 가장 낮게, 조지방은 4가지 품종 모두 0.5%로 낮은 값을 나타내었다. 회분은 고구밸리가 5.2%로 가장 높았고 수미가 3.3%로 가장 낮게 나타났으며, 탄수화물은 보라밸리가 86.4%로 가장 높게, 수미가 81.5%로 가장 낮게 나타났다.

아미노산 조성

품종별 감자의 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 아미노산 함량은 수미가 11270.6 mg%로 가장 많고 보라밸리가 6427.1 mg%로 가장 적은 것으로 나타났다. 본 실험에 사용한 4품종 모두 aspartic acid와 glutamic acid의 비율이 가장 높았으며, 이는 감자쥬스에서의 유리 아미노산의 약 50%가 aspartic acid와 glutamic acid라고 한 Desborough(19)의 보고와 유사하였다. 필수아미노산은 보라밸리의 1988.1 mg%에 비해 수미, 구이밸리, 고구밸리가 각각 2986.0, 3190.7, 3166.5 mg%로 높게 나타났으며, valine, methionine, leucine은 고구밸리가, lysine, phenylalanine은 구이밸리가 함량이 높은 것으로 나타났다. 일반적으로 감자에는 기타 곡류에 비하여 methionine이 적고 lysine은 많이 함유되어 있는 것으로 보고(20)되어 있다.

지방산 조성

품종별 감자의 지방산 조성을 비교한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 palmitic acid, linoleic acid와 linolenic acid가 감자의 주요 지방산이었으며, 4가지 품종 모두 linoleic acid, linolenic acid와 같은 필수 지방산의 비율이 높으면서 품종간 함량 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 불포화 지방산의 비율이 전체 지방산의 66.7-67.5%를 차지하여 감자가 영양학적으로 매우 바람직한 지방산 조성을 가진 것으로 판단된다. 보라밸리의 경우 linoleic

Table 2. Amino acid composition of various potato cultivars

(Unit: mg%, dry basis)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Aspartic acid	2740.6±125.3^{a}[1),2)]	2643.9±114.9^{b}	1740.1±90.4^{d}	2355.3±101.4^{c}
Serine	409.5±10.7^{a}	456.3±20.1^{a}	297.4±14.1^{b}	415.5±9.7^{a}
Glutamic acid	3157.8±211.2^{a}	1571.9±110.9^{b}	1110.2±84.0^{c}	1623.2±108.8^{b}
Glycine	312.9±10.5^{a}	335.4±2.7^{a}	200.1±4.5^{b}	322.4±5.8^{a}
Histidine	201.7±10.7^{a}	230.1±5.1^{a}	119.4±6.0^{b}	198.2±4.8^{a}
Threonine	428.3±30.1^{a}	433.7±2.0^{a}	199.0±7.8^{b}	352.1±6.5^{a}
Arginine	501.5±12.4^{a}	594.6±11.3^{a}	310.6±10.6^{b}	321.2±6.2^{b}
Alanine	284.0±4.5^{ab}	308.0±5.4^{ab}	238.6±3.0^{b}	336.6±5.0^{a}
Proline	378.3±5.8^{a}	341.3±7.8^{ab}	198.4±5.0^{c}	302.2±10.9^{b}
Cystein	120.2±4.9^{b}	161.0±3.8^{ab}	119.9±7.1^{b}	252.7±6.1^{a}
Tyrosine	379.7±7.0^{a}	359.6±7.0^{a}	223.7±6.3^{b}	329.3±4.0^{a}
Valine	485.5±17.8^{c}	538.5±8.1^{b}	358.0±10.8^{d}	588.8±9.9^{a}
Methionine	107.3±4.4^{b}	63.2±2.5^{c}	52.7±3.0^{c}	161.0±4.9^{a}
Lysine	515.4±5.0^{b}	597.7±6.5^{a}	386.7±4.8^{c}	533.3±7.0^{b}
Isoleucine	288.0±6.4^{a}	326.2±8.5^{a}	280.6±6.7^{a}	336.5±2.3^{a}
Leucine	546.9±7.2^{b}	544.6±9.7^{b}	340.5±4.4^{c}	611.3±6.4^{a}
Phenylalanine	412.9±7.8^{b}	456.7±14.8^{a}	251.2±7.0^{d}	385.3±10.0^{c}
Total	11270.6	9962.7	6427.1	9424.8

[1)]Each value represents mean±S.D. (n=3).
[2)]Values with the same letter in the same row are not significantly different (p<0.05).

Table 3. Fatty acid composition of various potato cultivars

(Unit: %, lipid 100 g)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Myristic acid (14:0)	0.3	0.2	0.3	0.3
Palmitic acid (16:0)	22.5	22.7	22.2	22.4
Palmitoleic acid (16:1)	0.2	0.2	0.2	0.2
Stearic acid (18:0)	5.6	5.3	6.1	5.0
Oleic acid (18:1)	1.1	1.2	1.3	1.3
Linoleic acid (18:2)	47.1	45.8	55.3	49.1
Linolenic acid (18:3)	18.6	19.5	10.2	16.9
Arachidic acid (20:0)	1.7	1.6	1.3	1.8
Behenic acid (22:0)	0.7	0.7	0.6	0.5
Lignoceric acid (24:0)	0.7	1.0	0.7	0.4
Unknown	1.5	1.8	1.8	1.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 4. Mineral composition of various potato cultivars (Unit: mg%, dry basis)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Na	24.9±2.0[ab1),2)]	26.7±2.7[ab]	20.6±2.0[b]	28.4±1.3[a]
Ca	15.8±0.7[c]	27.6±0.2[a]	19.6±0.8[b]	10.9±0.1[d]
Fe	2.5±0.2[a]	2.6±0.2[a]	2.0±0.3[a]	2.4±0.0[a]
K	1461.2±23.0[b]	2525.8±232.4[a]	2268.0±274.6[a]	2507.3±111.5[a]
Mg	75.2±1.1[b]	78.7±1.7[b]	89.5±1.5[a]	75.9±3.9[b]
P	267.1±6.2[c]	327.4±3.5[b]	259.2±1.4[c]	486.2±7.9[a]

1)Each value represents mean±S.D. (n=3).
2)Values with the same letter in the same row are not significantly different (p<0.05).

acid가 55.3%로 매우 높은 함량을 나타내었다. 감자의 주요 지방산이 linoleic acid(30.9%), palmitic acid(29.4%), linolenic acid (8.9%), stearic acid(8.3%)라고 보고한 Choi와 Koh(21)의 연구결과에 비해 다가 불포화 지방산인 linoleic acid와 linolenic acid의 비율이 높게 나타났다.

무기질 조성

품종별 감자의 무기질 조성을 분석한 결과 Table 4에서 보는 바와 같이 K이 감자의 대표적인 무기질이었으며, 수미, 구이밸리, 보라밸리, 고구밸리가 각각 1461.2±23.0, 2525.8±232.4, 2268.0 ±274.6, 2507.3±111.5 mg%를 나타내어 3가지 밸리 품종이 수미에 비하여 월등히 높은 함량을 나타내었다. K은 에너지 대사, 세포막의 운반작용, 세포막 내외의 전압차 유지, Na과 상호작용을 통한 신경계의 자극정도, 골격근의 수축과 이완, 혈압의 유지, 산 염기의 평형유지 등 중요한 생리작용(22)을 담당하기 때문에 K의 섭취가 고혈압의 예방과 치료에 효과적이라고 보고(23)되어 있으며, 이에 따라 감자를 이용한 고혈압 예방, 치료용 건강기능식품 개발이 활발히 이루어지고 있다. P의 함량은 수미, 구이밸리, 보라밸리, 고구밸리가 각각 267.1±6.2, 327.4±3.5, 259.2±1.4, 486.2±7.9 mg%로 고구밸리가 특히 높게 나타났다. 뿌리식물의 전분 중 감자전분이 가장 많은 양의 P를 함유하며(24), P 함량에 따라 전분은 서로 다른 물리화학적 특성을 가지기 때문에 P는 amylose 함량, 입자크기, RVA의 페이스트 특성, DSC의 호화특성 등의 전분 특성을 평가하는 지표로 사용된다(25-27). 품종별 감자의 Na은 20.6±2.0-28.4±1.3 mg%, Ca은 10.9±0.1-27.6±0.2 mg%, Fe은 2.0±0.3-2.6±0.2 mg%, 그리고 Mg은 75.2±1.1-89.5±1.5 mg%의 함량 분포를 나타내었다. 전체적인 무기질 함량은 고구밸리가 가장 높았으며, 수미에 비하여 밸리 품종이 전반적으로 함량이 높은 것으로 나타났다.

전분, 식이섬유, vitamin C 및 유리당 함량

품종별 감자의 전분, 식이섬유 및 vitamin C의 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 전분함량은 구이밸리가 79.5±0.3%(wet basis 기준으로 14.9%)로 기타 품종의 67.5±0.5-68.8±0.0%에 비해 월등히 높은 함량을 나타내어 프렌치후라이 및 칩 가공용으로 이용하기에 적합한 품종인 것으로 판단되었다. Lisinska 등(28)은 프렌치후라이의 조직감에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 감자의 화학적 성분이며, 특히 고형분과 전분 함량이라고 하였으며, Kita(29)는 popato crisp 제조 시 전분함량이 높을수록 조직감이 좋아진다고 보고하였다. 식이섬유 함량은 고구밸리가 8.1±0.0%로 기타 품종의 5.9±0.2-7.0±0.0%에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타낼 뿐만 아니라 Liu 등(30)이 보고한 5.0±0.1-5.9±0.0%보다도 약 2-3% 정도 높은 것으로 나타나 고구밸리의 경우 식이섬유의 기능성을 활용한 가공제품 개발에 충분히 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 비타민 C의 경우에도 고구밸리가 70.0±0.4 mg%로 가장 큰 값을, 보라밸리가 47.6±1.5 mg%로 가장 작은 값을 나타내었다.

품종별 감자의 유리당 조성을 분석한 결과 Table 6에서 보는 바와 같이 glucose, fructose, sucrose의 3가지 유리당으로 구성되어 있었으며, 구이밸리가 glucose 1.0±0.0%, fructose 1.1±0.1%, sucrose 0.7±0.1%로 다른 품종에 비해 가장 낮은 함량을 나타낸 반면 보라밸리는 glucose 3.2±0.3%, fructose 2.6±0.3%, sucrose 3.7±0.3%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이상의 결과를 토대로 품종별 감자의 환원당 함량을 계산한 결과 구이밸리가 2.1± 0.1%(wet basis 기준으로 0.39%)로 기타 품종의 3.8±0.2-5.8±0.4%에 비해 크게 낮은 함량을 나타내었다. 감자가공 중 발생하는 환원당과 아미노기 간의 마이얄 반응에 의한 갈변화는 가공제품의 색을 나쁘게 하고 쓴맛을 부여하기 때문에 환원당 함량은 감자가공을 위한 원료의 적합성을 판단하는 지표로 사용되어 왔다(31).

수미는 미국에서 육성된 품종으로 개당 평균 중량이 무겁고 전분 함량이 높으며, 환원당 함량이 낮아 가공적성이 높은 것으로 알려져 있다. 본 연구 결과 구이밸리는 수미에 비하여 환원당 함

Table 6. Free sugar composition of various potato cultivars (Unit: %, dry basis)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Fructose	2.3±0.1[b]	1.0±0.0[d]	2.6±0.3[a]	1.7±0.1[c]
Glucose	2.7±0.3[b]	1.1±0.1[d]	3.2±0.3[a]	2.1±0.2[c]
Sucrose	0.8±0.0[b]	0.7±0.1[b]	3.7±0.3[a]	0.9±0.1[b]

1)Each value represents mean±S.D. (n=3).
2)Values with the same letter in the same row are not significantly different (p<0.05).

Table 5. Total starch, dietary fiber and vitamin C content of various potato cultivars

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Total starch (%, dry basis)	67.8±0.2[c1),2)]	79.5±0.3[a]	68.8±0.0[b]	67.5±0.5[b]
Dietary fiber (%, dry basis)	7.0±0.0[b]	6.3±0.3[c]	5.9±0.2[d]	8.1±0.0[a]
Vitamin C (mg%, dry basis)	64.1±1.1[b]	61.2±0.5[b]	47.6±1.5[c]	70.0±0.4[a]

1)Each value represents mean±S.D. (n=3).
2)Values with the same letter in the same row are not significantly different (p<0.05).

Table 7. Phenolic acid content of various potato cultivars (Unit: mg%, dry basis)

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Chlorogenic acid	31.8±3.5^{c}[1),2)]	8.0±2.3^{d}	181.9±0.1^{a}	64.4±1.6^{b}
Caffeic acid	25.4±0.1^{b}	22.9±0.8^{b}	100.7±0.6^{a}	23.8±1.7^{b}
p-Coumaric acid	8.1±0.1^{a}	8.2±0.3^{a}	7.4±0.4^{b}	7.4±0.1^{b}

[1)]Each value represents mean±S.D. (n=3).
[2)]Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$).

량이 낮은 반면 전분 함량은 높아 프렌치후라이나 칩 등의 가공 제품에의 적용성이 우수할 것으로 예상된다.

페놀산

품종별 감자 페놀산 함량을 분석한 결과 Table 7에서 보는 바와 같이 chlorogenic acid, caffeic acid 그리고 *p*-coumaric acid 등 3가지 페놀산이 정량되었다. Chlorogenic acid는 보라밸리가 181.9±0.1 mg%로 다른 3가지 품종에 비하여 월등히 많이, 그리고 구이밸리가 8.0±2.3 mg%로 가장 적은 것으로 나타났으며, caffeic acid도 보라밸리가 100.7±0.6 mg%로 가장 많이, 구이밸리가 22.9±0.8 mg%로 가장 적은 것으로 나타났다. 한편 *p*-coumaric acid는 4가지 품종에서 7.4±0.1-8.2±0.3 mg%로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 chlorogenic acid와 caffeic acid가 감자의 주요 페놀산인 것으로 나타났는데, 이는 Mattila와 Hellstrom(32) 그리고 Shakya와 Navarre(33)가 감자의 페놀산을 정량하여 chlorogenic acid와 caffeic acid가 감자의 대표적인 페놀산이라고 보고한 연구 결과와 일치하였다. Chlorogenic acid는 가장 보편적인 수용성 페놀산이며, Rodriguez 등(34)은 감자 껍질의 물 추출물에는 페놀산이 주를 이루며 그 중에서 chlorogenic acid가 50.3%를 차지하면서 항산화, 항미생물의 기능적 특성을 가진다고 하였다. Caffeic acid는 감자의 주된 페놀산 aglycone으로서 괴경에 0.3-3.6 mg/100 g, 껍질에 18.8-28 mg/100 g 정도 함유된 것으로 알려져 있다(16).

DSC

DSC를 이용하여 품종별 감자의 열적특성을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 수미의 호화개시온도는 67.4±0.3°C이었고, 구이밸리, 보라밸리, 고구밸리는 각각 68.9±0.3°C, 68.8±0.3°C, 71.5±0.1°C로 밸리 품종이 비교적 높은 호화개시온도를 나타내었으며, 특히 고구밸리의 호화개시온도가 높은 것으로 나타났다. 피크온도도 호화개시온도와 유사한 경향을 나타내었다. 호화엔탈피는 수미 12.3±0.1 J/g, 구이밸리 12.6±0.2 J/g, 보라밸리 11.9±0.8 J/g, 고구밸리 11.8±0.2 J/g로 구이밸리가 가장 높은 값을 나타내었다. DSC에서의 흡열피크는 전분 호화 중 질서정연한 전분입자구조(double helix)에서 random coil 상태로의 상전이를 나타내며, 감자분말의 흡열피크는 주로 전분의 호화를 반영한다(35). 감자분말에서는 전분 이외의 단백질, 식이섬유 등의 존재, 수분이동의 부분적인 저해, 그리고 수분과 기타 성분의 결합 등에 의해 전분의 수분 이용성이 감소하기 때문에 감자분말이 순수한 전분보다 높은 호화개시온도, 피크온도와 낮은 호화 엔탈피 값을 나타내게 된다(30). 본 연구에서의 구이밸리의 높은 호화 엔탈피 값은 구이밸리의 높은 전분함량에 기인하는 것으로 판단되며, 고구밸리의 높은 호화개시온도와 피크온도는 기타 품종에 비해 다량 함유된 식이섬유를 비롯한 기타 성분들이 전분의 수분 이용성에 크게 영향을 미쳤기 때문인 것으로 추정된다.

Table 8. Gelatinization properites of various potato cultivars

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
T_o (°C)	67.4±0.3^{c}[1),2)]	68.9±0.3^{b}	68.8±0.3^{b}	71.5±0.1^{a}
T_p (°C)	72.4±0.0^{c}	74.3±0.4^{b}	74.2±0.8^{b}	76.8±0.1^{a}
ΔH (J/g)	12.3±0.1^{a}	12.6±0.2^{a}	11.9±0.8^{a}	11.8±0.2^{a}

[1)]Each value represents mean±S.D. (n=3).
[2)]Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$).

RVA

품종별 감자분말의 RVA 특성을 조사한 결과는 Table 9와 같다. 페이스트 온도는 69.2±0.5-72.9±0.0°C의 분포를 나타내어 DSC상에서의 호화개시온도 경향과 유사하였으며, 최고점도는 수미 3455.0±137.4 cP, 구이밸리 3785.3±28.0 cP, 보라밸리 3278.7±150.8 cP, 고구밸리 3735.3±30.7 cP로 구이밸리가 가장 높은 값을 나타내었다. 최종점도는 구이밸리가 4084.3±64.5 cP로 수미, 보라밸리, 고구밸리의 3345.7±36.7-3590.7±31.6 cP에 비해 높은 값을 나타내었다. RVA에 의한 호화양상은 전분입자의 팽윤정도와 팽윤된 입자의 열 및 전단력에 의한 안정성, 입자의 크기와 모양, 입자들의 배열과 결합력, amylose와 amylopectin의 구성비 및 구조차이 등에 의해 결정된다. 감자분말은 비전분성 물질들이 수분과 결합하여 전분의 팽윤을 제한하게 되며, 이에 의해 순수 전분에 비해 페이스트 온도가 높아지고 피크점도와 최종점도가 낮아지게 된다. 감자전분은 기타 전분에 비해 온도상승에 따라 매우 급격히 점도가 증가하는데, 이는 호화 중 amylose와 복합체를 이루어 팽윤을 억제하는 지질의 결여, 점성이 강한 큰 분자량의 amylose의 존재 및 *o*-phosphate기에 의한 팽윤력의 증가에 기인하는 것으로 보고되어 있다(36).

이상의 결과를 종합해 볼 때 (주)포테이토밸리에서 개발한 감자 신품종들은 기존의 수미 품종과는 다른 여러 가지 특징을 가지며, 이러한 특징을 이용하여 다양한 제품으로의 활용이 가능할

Table 9. Pasting properties of various potato cultivars

	Superior	Gui valley	Bora valley	Gogu valley
Pasting temp. (°C)	69.2±0.5^{c}[1),2)]	71.2±0.0^{b}	71.0±0.5^{b}	72.9±0.0^{a}
Peak viscosity (cP)	3555.0±137.4^{b}	3785.3±28.0^{a}	3278.7±150.8^{c}	3735.3±30.7^{a}
Trough viscosity (cP)	2258.7±26.3^{ab}	2379.0±244.0^{a}	2047.3±69.0^{bc}	1875.3±49.9^{c}
Final viscosity (cP)	3345.7±36.7^{d}	4084.3±64.5^{a}	3590.7±31.6^{b}	3433.3±10.5^{c}

[1)]Each value represents mean±S.D. (n=3).
[2)]Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$).

것으로 기대된다. 보라밸리의 경우 폴리페놀 함량이 기타 품종에 비해 월등히 높기 때문에 폴리페놀의 기능성을 활용한 건강 기능성 식품 개발에 이용될 수 있을 것이며, 고구밸리도 식이섬유, 무기질, 비타민 C, 필수 아미노산 등의 미량 영양성분이 크게 높은 함량을 나타내어 보라밸리와 마찬가지로 건강기능성 식품으로서의 활용가치가 상당히 높을 것으로 생각된다. 감자 가공제품은 칩과 프렌치후라이가 주종을 이루며, 가공용 감자의 품질은 고형분과 전분 함량 그리고 환원당 함량이 가장 중요한 것으로 알려져 있다. 고형분과 전분 함량은 가공제품의 수율 뿐만 아니라 제품제조에 이용되는 재료의 소요량에 영향을 미치며, 환원당 함량은 가공제품의 색도에 영향을 미친다. Kita(29)의 연구에서 Aster 등 5종의 칩 가공용 감자의 특성을 조사한 결과 고형분 함량이 19.9-23.4%, 전분 함량이 15.2-18.4%, 그리고 환원당 함량이 0.01-0.13%를 나타내었고 전분 함량이 칩의 바삭바삭한 조직감에 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서의 구이밸리는 기타 품종에 비해 현저히 높은 전분 함량(14.9%)과 낮은 환원당 함량(0.39%)을 나타내어 칩 가공용 감자 규격에 접근한 특성을 나타내었기 때문에 프렌치후라이 및 칩 등의 가공용으로 활용될 가능성이 매우 크다고 판단된다.

요 약

(주)포테이토밸리에서 개발한 감자 신품종인 구이밸리, 보라밸리, 고구밸리와 기존 품종인 수미의 영양성분과 이화학적 특성을 조사하였다. 일반성분의 경우 조단백은 수미가, 회분은 고구밸리가, 탄수화물은 보라밸리가 가장 높게 나타났으며, 지방산은 linoleic acid, linolenic acid와 같은 필수지방산의 비율이 높으면서 품종간 함량 차이는 거의 없었다. 무기질 함량은 고구밸리가 가장 높았으며, K와 P가 주요 무기질인 것으로 나타났다. 구이밸리는 전분 함량이 높고 환원당 함량은 낮아 가공용 감자로 이용하기에 적합한 품종이었고, 식이섬유와 vitamin C는 고구밸리가 기타 품종에 비해 월등히 높은 함량을 나타내었다. 페놀산의 경우 chlorogenic acid, caffeic acid 그리고 *p*-coumaric acid 등이 정량되었고 chlorogenic acid와 caffeic acid가 주요 페놀산이었으며, 보라밸리가 가장 높은 페놀산 함량을 나타내었다. DSC 분석 결과 호화개시온도는 수미에 비하여 밸리 품종이 비교적 높은 호화개시온도를 나타내었고, 피크온도도 유사한 경향이었으며, 호화 엔탈피는 구이밸리가 가장 높은 값을 나타내었다. RVA 상의 페이스트 온도는 DSC 결과에서의 호화개시온도 경향과 유사하였으며, 구이밸리가 가장 높은 최고점도와 최종점도를 나타내었다.

문 헌

1. Friedman M. The nutritional value of proteins from different food source. A review. J. Agr. Food Chem. 44: 6-29 (1996)
2. McCay CM, McCay JB, Smith O. The nutritive value of potatoes. pp. 287-331. In: Potato Processing. Talburt WF, Smith O (eds). AVI, Westport, CT, USA (1987)
3. Kolasa KM. The potato and human nutrition. Am. Potato J. 70: 375-384 (1993)
4. Cham BE, Gilliver M, Wilson L. Antitumor effects of glycoalkaloids isolated from *Solanum sodomaeum*. Planta Med. 53: 34-36 (1987)
5. Cham BE. Solasodine glycosides as anti-cancer agents-preclinical and clinical studies. Asia Pac. J. Pharmacol. 9: 113-118 (1994)
6. Esteves-Souza A, Sarmento da Silva TM, Alves CCF, de Carvalho MG, Braz-Filho R, Echevarria A. Cytotoxic activities against Ehrlich carcinoma and human K562 leukemia of alkaloids and flavonoid from two *Solanum* species. J. Braz. Chem. Soc. 13: 838-942 (2002)
7. Choi EM, Koo SJ. Antioxidant activity of ethanolic extract of potato (*Solanum tuberosum*). J. East Asian Soc. Dietary Life 14: 479-486 (2004)
8. Lim HT, Li KH, Khu DM, Yang DC, Chun IJ. Evaluation of potato genetic resources and development of potato varieties with diverse colors. Korean J. Plant Res. 16: 264-274 (2003)
9. Jo HM, Park YE, Jo JH, Kim SY. Historical review of land race potatoes in Korea. J. Korean Soc. Hort. Sci. 44: 838-845 (2003)
10. AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. pp. 777, 780, 788. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA (1990)
11. Osborne DR, Voogt P. The analysis of nutrients in foods. pp. 166-169 In: Food Science and Technology. Stwart GF, Mark EM, Chichester CO, Scott JK, Hawthhorn J, Von Sydow E (eds). Academic Press, London, UK (1981)
12. Metcalf LD, Schumits AA, Pelka JR. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Anal. Chem. 38: 514-522 (1996)
13. Prosky L, Asp N, Swizer TF, Devries J, Furda I. Determination of insoluble and total dietary fiber on foods and food products: Interlaboratory study. J. AOAC Int. 71: 1017-1023 (1988)
14. McCleary BV, Gibson TS, Mugford DC. Measurement of total starch in cereal products by amyloglucosidase-α-amylase method: Collaborative study. J. AOAC Int. 80: 571-579 (1997)
15. Sood SP, Sartori LE, Wittmer DP, Haney WG. High-pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin product. Anal. Chem. 48: 796-798 (1976)
16. Mattila P, Pihlava JM, Hellstrom J. Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products. J. Agr. Food Chem. 53: 8290-8295 (2005)
17. Donovan JW. Phase transitions of the starch-water system. Biopolymers 18: 263-267 (1979)
18. Tie J, Park HY, Ryu GH. Characteristics of cereals prepared by extrusion-cooking and freeze-drying. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 757-762 (2005)
19. Desborough SL. Potato proteins. pp. 329-351 In: Potato physiology. Li P (ed). Academic Press, Salt lake city, UT, USA (1985)
20. Talley E, Toma R, Orr P. Amino acid composition of freshly harvested and stored potatoes. Am. Potato J. 61: 267-279 (1984)
21. Choi OJ, Koh MS. The effects of microwave heating on the fatty acid composition of potato flour in storage. J. Korean Soc. Food Nutr. 20: 461-466 (1991)
22. Suter PM. Potassium and hypertension. Nutr. Rev. 56: 151-153 (1998)
23. Cappuccio FP, MacGregor GA. Dose potassium supplementation lower blood pressure. A meta analysis of published trials. J. Hypertens. 9: 465-473 (1991)
24. Hizukuri S, Tabata S, Nikuni Z. Studies on starch phosphate: Part 1. Estimation of glucose 6-phosphate residue in starch and the presence of tuber bound phosphate(s). Starch/Strke 22: 338-343 (1970)
25. Kim YS, Wiesenborn DP, Orr PH, Grant LA. Screening potato starch for novel properties using differential scanning calorimetry. J. Food Sci. 60: 1060-1065 (1995)
26. Noda T, Tsuda S, Mori M, Takigawa S, Matuura-Endo C, Saito K. The effect of harvest dates on the starch properties in various potato cultivars. Food Chem. 86: 119-125 (2004)
27. Wiesenborn DP, Orr PH, Casper HH, Tacke BK. Potato starch paste behavior as related to some physical/chemical properties. J. Food Sci. 58: 644-648 (1994)
28. Lisinska G, Golubowska G. Structural changes of potato tissue during French fries production. Food Chem. 93: 681-687 (2005)
29. Kita A. The influence of potato chemical composition on crisp texture. Food Chem. 76: 173-179 (2002)
30. Liu Q, Tarn R, Lynch D, Skjodt NM. Physicochemical properties of dry matter and starch from potatoes grown in Canada. Food Chem. 105: 897-907 (2007)
31. Roe MA, Faulks RM. Color development in a model system during frying: Role of individual amino acids and sugars. J. Food Sci. 56: 1711-1713 (1990)
32. Mattila P, Hellstrom J. Phenolic acids in potatoes, vegetables and some of their products. J. Food Compos. Anal. 20: 152-160 (2007)
33. Shakya R, Navarre DA. Rapid screening of ascorbic acid, glycoalkaloids, and phenolics in potato using high-performance liquid chroma-

tography. J. Agr. Food Chem. 54: 5253-5260 (2006)
34. Rodriguez de Sotillo D, Hadley M, Wolf-hall C. Potato peel extract a nonmutagenic antioxidant with potential antimicrobial activity. J. Food Sci. 63: 907-910 (1998)
35. Cooke D, Gidley MJ. Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinization: Origin of the enthalpic transition. Carbohyd. Res. 227: 103-112 (1992)
36. Swinkels JJM. Composition and properties of commercial native starches. Starch/Strke 37: 1-5 (1985)