

국내산 감자 주요 품종의 아미노산 및 단백질 조성

- 연구노트 -

권오윤¹ · 김미연¹ · 손찬욱¹ · 류희문¹ · 김형진² · 윤원기² · 김환묵² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²한국생명공학연구원 바이오평가센터

Protein and Amino Acid Composition of Domestic Potato Cultivars

Oh-Yun Kwon¹, Mi Yeon Kim¹, Chan Wok Son¹, Xi-Wen Liu¹, Hyoung Chin Kim²,
Won Kee Yoon², Hwan Mook Kim², and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Bio-Evaluation Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Chungbuk 363-883, Korea

Abstract

The protein profiles of domestic potato cultivars were evaluated for total protein determination, amino acid composition, SDS-PAGE analysis and scanning densitometry. There were statistically significant differences in the levels of amino acids among potato cultivars. Total nitrogen amount was also significantly different among cultivars, ranging from 1.27 to 1.64%. SDS-PAGE analysis showed that there were significant differences in the content of major potato proteins such as papatin (40 kDa), trypsin inhibitor (20 kDa) and protease inhibitor (15 kDa) among cultivars ($p < 0.05$). The amount of papatin among cultivars with a range of 22.16 to 25.81 mg/g d.w. was higher in Jopung, Shepody and Superior, whereas the amount of protease inhibitors including 15 kDa and 20 kDa was the highest in Jopung (37.0%). The Shepody contains the highest amount of papatin (25.8%) and the lowest of trypsin inhibitor (5.22%). Thus, it is suggested that Shepody is the most desirable cultivar for better nutrition based on the protein profile.

Key words: potato cultivar, protein profile, SDS-PAGE

서 론

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 저온성 작물로 생육기간이 짧고 단위면적당 생산량이 적으며, 토질에 대한 적응성이 커서 전 세계적으로 재배되고 있다. 우리나라의 연평균 감자 생산량은 약 50만 톤이다(1). 전 세계적으로 감자는 옥수수, 밀, 쌀 다음으로 4번째로 주요한 작물일 뿐 아니라 선진국에서는 2번째로 주요한 작물로서 1999~2001년에는 인구 당 소비량이 75 kg year⁻¹이었다. 감자는 곡류에 비하여 수분이 많아 열량이 낮으나 열량원으로 감자를 섭취하게 될 경우에는 단백질을 비롯하여 무기질, 비타민을 많이 공급받을 수 있다. 특히, 감자 단백질은 생물가가 높다(2,3). 감자의 주요 단백질은 papatin, 22 kDa complex protein, proteinase inhibitor로 알려져 있는데(4), papatin은 glycoprotein류로 감자의 주요 저장 단백질이다. 또한, papatin은 lipid acyl hydrolase와 acyltransferase 활성을 나타내는데 감자가 상처를 받을 때 대응하는 것으로 알려져 있다(5). 이는 상처에 대한 esterase activity를 갖고 있으며 감자의 주 allergen으

로 보고되고 있다. 그러나 최근 papatin은 항산화력을 나타낸다고 보고되어 주목을 받고 있는 단백질이기도 하다.

한편, 감자의 품종은 용도에 따라 일반식용과 가공용으로 나뉘어지는데, 일반식용 품종으로는 남작과 수미, 조풍, 남서, 대지, 추백, 자심이 있고, 가공용 품종으로는 칩 가공용인 대서와 가원, 후렌치 후라이 가공용으로 세풍이 있다(6). 수미(Superior)는 1961년 미국에서 육성된 품종으로 품질이 좋아 식용 및 칩 가공용으로 재배된다. 개당 평균 괴경중이 무겁고 전분가가 높으며, 상온 저장 시 환원당 함량이 낮아 가공 적응성이 높다. 대서(Atlantic)는 1976년 미국에서 칩 가공용으로 육성된 품종으로 수미보다 크며 생육이 왕성하다. 눈의 깊이가 얇고 괴경 모양이 좋으며 고형물 함량이 높고 환원당 함량이 낮아 칩 가공 적성이 뛰어나다. 세풍(Shepody)은 1982년 캐나다에서 후렌치 후라이 가공용으로 육성된 품종으로 건물 함량이 높아 가공 수율이 높고 분질성이기 때문에 식미가 양호하다. 조풍은 1978년 고려지농업시험장에서 Resy와 수미 간의 교배에 의해 육성된 품종으로 생육기간이 수미보다 다소 빠른 극조생인 식용 품종이다.

*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-822-8887

여름 재배와 같이 괴경 비대가 빠른 작기에서는 고품질의 축적이 적으나 조기 재배 시에는 수미보다 고품질 함량이 높고 환원당 함량이 낮다. 남서는 고령지농업시험장에서 육성된 품종으로 78E28-1를 모본으로 하고 Wheeler를 부분으로 하여 선발된 계통 대관 52호가 지역 적응 시험 및 농가 실증 시험을 거쳐 1995년 장려 품종으로 등록되었다(7). 본 연구에서는 우리나라에서 재배가 장려되고 있는 감자 품종에 대하여 영양성분 중 단백질 및 아미노산 조성을 분석 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험 분석에 사용한 감자 시료는 5품종(Table 1)으로 고령지농업연구소(평창, 강원도)에서 수확한 것을 작물과학원(수원, 한국)으로부터 분양받아 암실에서 3°C로 보관하면서 실험에 사용하였다. 분자량 marker 단백질인 myosin으로 구성된 205 kDa, β -galactosidase, 116 kDa, phosphorylase b, 97.4 kDa, bovine serum albumin, 69 kDa, glutamic dehydrogenase, 55 kDa, lactic dehydrogenase, 36.5 kDa, carbonic anhydrase, 29 kDa, trypsin inhibitor, 20.1 kDa, lysozyme, 14.3 kDa, aprotinin, 6.5 kDa, insulin B chain, 3.5 kDa 은 Koma-Biotech Chemical 사 제품이였으며, 4~20%(w/v) precast Tris-HCl gel은 Bio-Rad사 제품이었고, 그 외 시약은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, USA)에서 구입하였다.

시료의 전처리

시료는 동결건조 후 분쇄기(Perten 3600, Perten Instrument Co., Sweden)로 마쇄하여 체(60 mesh, 250 μ m)에 쳐서 사용하였다.

단백질 추출 및 정량

단백질의 추출은 Takemoto 등(8)의 방법과 Qu le와 Takaiwa(9)의 방법에 따라 행하였다. 즉, 건조 시료의 10배 용적의 extraction buffer(20 mM Tris-HCl, pH 6.8, 250 mM NaCl, 10 mM EDTA, 5 mM DTT, 1 mM PMSF)에 넣고 orbital shaker(HB-203 NS, 200 rpm)에서 1시간 동안 추출하였다. 추출 후 15,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 맑은 상정액을 4°C에서 보관하면서 단백질 정량과 전기영동 분석을 위해 사용하였다. 가용성 단백질 함량은 Bradford

Table 1. Potato cultivars for analysis

Sample	Cultivar	Cultivation area	Crop year
PO1	Shepody	NIHA ¹⁾ , Kangwon-do, Korea	2005
PO2	Namsuh	"	2005
PO3	Superior	"	2005
PO4	Jopung	"	2005
PO5	Atlantic	"	2005

¹⁾National Institute of Highland Agriculture.

(10) 방법에 따라 분석하였다.

아미노산 조성 분석

아미노산 분석은 PITC labeling한 후에 automated amino acid analyzer(Waters Pico Tag HPLC system, Milford, MA, USA)에 의해 수행되었다. 즉 분말시료 11.87 mg를 취하여 PICO-Tag 방법에 의거 PITC labeling된 시료 400 μ L 중에서 5.0 μ L를 취하여 Table 2에 기술된 조건에서 HPLC에 loading하여 Table 3에서와 같이 6% acetonitrile을 함유한 140 mM sodium acetate(A)와 60% acetonitrile(B)를 용매구배(gradient elution)시켜 chromatogram을 얻은 후 아미노산의 종류와 함량을 분석하였다. 총 질소함량은 Kjeldahl법에 의하여 분석하였다(11).

전기영동 분석(SDS-PAGE electrophoresis)

Laemmli(12)법에 의하여 전기영동장치(Heofer Lab Co., LTD, San Francisco, CA, USA)를 사용하여 수행되었다. 감자 추출물 시료 16 μ L에 4 μ L의 5 \times stocking sample buffer[1 M Tris-HCl, pH 6.8, 50%(v/v) glycerol, 10%(w/v) sodium dodecylsulfate 1%(w/v) bromophenol blue]를 Eppendorf tube에 넣고 잘 혼합한 후 100°C에서 5분 동안 열처리 후 원심 분리하여 상정액 10 μ L을 loading하였다. SDS-PAGE 조건은 5%(w/v) stacking gel과 15%(w/v) separating gel로 만든 1.5 mm-thick PAGE 겔을 사용하였고, running buffer(pH 8.3)는 192 mM glycine, 0.1% SDS 및 25 mM tris(hydroxymethyl) aminomethane으로 구성되어 있으며, 일차적으로 80 V에서 20~30분간, 이어서 120 V에서 60~70분간 전기영동을 진행하였다. 착색과 탈색(staining

Table 2. HPLC condition for amino acid analysis

System	Waters 510 HPLC Pump, 2ea Waters Gradient Controller Waters 717 Automatic sampler
Column	Waters PICO-tag column (3.9 \times 300 mm, 4 μ m)
Detector	Waters 996 photodiode array detector (PDA), 254 nm
Data analysis	Millennium 32 chromatography manager

Table 3. Mobile phase condition of HPLC

Time	Flow	% A ¹⁾	% B ²⁾
Initial	1.0	100	0
9.0	1.0	86	14
9.2	1.0	80	20
17.5	1.0	54	46
17.7	1.0	0	100
18.2	1.0	0	100
20.0	1.0	0	100
20.7	1.0	0	100
21.0	1.0	100	0
24.0	1.0	100	0
25.0	1.0	100	0

¹⁾140 mM sodium acetate (6% acetonitrile).

²⁾60% acetonitrile.

and destaining)은 Coomassie Blue R solution(1.0 g/L)에서 하룻밤 동안 착색시킨 후 탈색 용액(30% methanol, 10% acetic acid)에서 탈색하였다. 각 단백질 밴드의 양은 Scanning densitometer(UMAX PowerLook1100, Taiwan)와 TotalLab software(Phloretix International LTD., England)에 의해 단백질의 분포를 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며 실험치는 평균값과 표준오차로 표시하였고, SPSS program 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중 범위 검정하여 유의수준은 5% 이내에서 각 시료간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

감자 단백질의 아미노산 조성

국내에서 재배된 감자 5품종의 총 질소함량은 1.27~1.64%이었으며, 품종 간에 유의적인 차이가 있었는데(Table 4), 남서가 높았고 수미가 낮게 나타났다. 그러나 국내에서 재배된 감자품종별 총 질소 함량은 국내외의 기 보고된 범위에 속하였다 (13-16). 감자 단백질을 구성하는 아미노산을 분석한 결과를 Table 5~9에 나타내었다. 감자 품종별로 단백질을 구성하는 아미노산 종류별로 살펴보면 다음과 같다.

지방족 아미노산: 지방족 아미노산인 glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine의 함량은 Table 5에서와 같이 각각 0.11~0.22, 0.085~0.21, 0.083~0.22, 0.031~0.068, 0.046~0.094, 0.087~0.17 mg/100 g으로 나타났으며 품종 간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 그러나 이들 아

미노산 함량은 Davids 등(17)과 Talley 등(14)이 보고한 국외 감자의 아미노산 함량 보고와 국내 식품성분분석표(18)의 아미노산 함량 범위에 속하였다. 지방족 아미노산 함량 중 glycine 함량이 가장 높은 품종은 세풍(0.2 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.11 mg/100 g)로 나타났으며, alanine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.20 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.085 mg/100 g)로 나타났다. Valine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.2 mg/100 g)였으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.09 mg/100 g)로 나타났으며, methionine 함량이 가장 높은 품종은 조풍감자(0.065 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.033 mg/100 g)와 대서감자(0.038 mg/100 g)로 나타났다. 일반적으로 감자에는 methionine이 적게 함유되어 있다(14). Isoleucine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.1 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.048 mg/100 g)로 나타났으며, leucine 함량이 가장 높은 품종은 세풍감자(0.16 mg/100 g)와 남서감자(0.16 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.091 mg/100 g)로 나타났다.

염기성, 산성 아미노산: 염기성 아미노산인 histidine, arginine, lysine 함량은 Table 6과 같이 각각 0.049~0.1, 0.099~0.2, 0.035~0.14 mg/100 g으로 나타났으며 산성 아미노산인 ASX(asparagin & aspartic acid)와 GLX(glutamine & glutamic acid) 함량은 Table 7과 같이 각각 0.46~1.15, 0.48~1.04 mg/100 g으로 품종 간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 그러나 이들 아미노산 함량은 Davids 등(17)과 Talley 등(14)이 보고한 국외 감자의 아미노산 함량 보고와 국내 식품성분분석표(18)의 아미노산 함량 범위에 속하였다. Histidine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.099

Table 4. Nitrogen content of different potato cultivars by Kjeldahl method

Cultivar	Shepody	Namsuh	Superior	Jopung	Atlantic
Nitrogen content (%)	1.36±0.05 ^{c1)}	1.64±0.02 ^a	1.27±0.01 ^d	1.31±0.02 ^d	1.56±0.04 ^b

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at p<0.05.

Table 5. Composition of aliphatic amino acid of different potato cultivars (mg/100 g)

Cultivar	Glycine		Alanine		Valine	
	Shepody	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.20~0.22	0.20±0.01 ^{a1)}	0.18~0.18	0.18±0.01 ^a	0.15~0.15	0.15±0.01 ^b
Namsuh	0.16~0.21	0.19±0.02 ^a	0.19~0.21	0.20±0.01 ^a	0.20~0.22	0.21±0.01 ^a
Superior	0.11~0.12	0.12±0.01 ^c	0.09~0.10	0.10±0.01 ^c	0.08~0.10	0.09±0.01 ^d
Jopung	0.17~0.19	0.18±0.01 ^{ab}	0.13~0.13	0.13±0.01 ^b	0.14~0.15	0.14±0.01 ^b
Atlantic	0.14~0.18	0.16±0.02 ^b	0.10~0.14	0.12±0.02 ^b	0.10~0.14	0.12±0.023 ^c
Cultivar	Methionine		Isoleucine		Leucine	
	Range	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.052~0.056	0.05±0.01 ^b	0.09~0.09	0.09±0.01 ^b	0.16~0.17	0.17±0.01 ^a
Namsuh	0.049~0.068	0.06±0.01 ^{ab}	0.10~0.11	0.11±0.01 ^a	0.16~0.17	0.17±0.01 ^a
Superior	0.031~0.035	0.03±0.01 ^c	0.05~0.05	0.05±0.01 ^c	0.09~0.10	0.09±0.01 ^d
Jopung	0.065~0.067	0.07±0.01 ^a	0.08~0.09	0.08±0.01 ^b	0.12~0.13	0.12±0.01 ^c
Atlantic	0.031~0.039	0.04±0.01 ^c	0.07~0.10	0.09±0.019 ^b	0.12~0.16	0.14±0.02 ^b

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at p<0.05.

Table 6. Composition of positively charged amino acid by different potato cultivars

(mg/100 g)

Cultivar	Histidine		Arginine		Lysine	
	Range	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.08~0.10	0.09±0.01 ^{ab1)}	0.12~0.15	0.14±0.01 ^{bc}	0.07~0.08	0.08±0.01 ^b
Namsuh	0.09~0.10	0.10±0.01 ^a	0.19~0.20	0.20±0.01 ^a	0.12~0.13	0.12±0.01 ^a
Superior	0.05~0.06	0.05±0.01 ^c	0.10~0.11	0.10±0.01 ^d	0.04~0.04	0.04±0.01 ^c
Jopung	0.08~0.09	0.08±0.01 ^b	0.14~0.15	0.15±0.01 ^b	0.09~0.10	0.09±0.01 ^b
Atlantic	0.05~0.06	0.06±0.01 ^c	0.11~0.14	0.12±0.02 ^c	0.10~0.14	0.12±0.03 ^a

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at p<0.05.**Table 7. Composition of negatively charged amino acid by different potato cultivars**

(mg/100 g)

Cultivar	ASX ¹⁾		GLX ²⁾	
	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.66~0.69	0.67±0.01 ^{bc}	0.78~0.84	0.81±0.03 ^a
Namsuh	0.95~1.15	1.04±0.10 ^a	0.81~1.04	0.93±0.11 ^a
Superior	0.46~0.65	0.53±0.10 ^c	0.48~0.62	0.54±0.07 ^b
Jopung	0.55~0.62	0.58±0.04 ^{bc}	0.83~0.86	0.84±0.01 ^a
Atlantic	0.60~0.80	0.71±0.10 ^b	0.54~0.71	0.61±0.09 ^b

¹⁾Sum of asparagin & aspartic acid.²⁾Sum of glutamine & glutamic acid.

mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.054 mg/100 g)와 대서감자(0.055 mg/100 g)로 나타났으며 arginine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.2 mg/100 g)로 나타났으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.10 mg/100 g)와 대서감자(0.12 mg/100 g)로 나타났으며 lysine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.12 mg/100 g)와 대서감자(0.12 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.040 mg/100 g)와 조풍감자(0.090 mg/100 g)로 나타났다. 일반적으로 감자에는 곡류에 비하여 lysine 함량이 높게 함유되어있다(14). ASX 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(1.04 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.53 mg/100 g)와 조풍감자(0.58 mg/100 g)로 나타났으며, GLX 함량이 가장 높은

품종은 남서감자(0.93 mg/100 g)로 나타났으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.54 mg/100 g)와 대서감자(0.61 mg/100 g)로 나타났다.

극성 아미노산: 극성아미노산인 cystine, serine, threonine, proline 함량은 Table 8과 같이 각각 0.062~0.13, 0.11~0.26, 0.053~0.23, 0.093~0.21 mg/100 g으로 나타났으며, 품종 간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 그러나 이들 아미노산 함량은 Davids 등(17)과 Talley 등(14)이 보고한 국외 감자의 아미노산 함량 보고와 국내 식품성분분석표(18)의 아미노산 함량 범위에 속하였다. Cystein 함량이 가장 높은 품종은 대서감자(0.19 mg/100 g)로 나타났으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.068 mg/100 g)이었으며, serine 함량이 가장 높은 품종은 세풍감자(0.24 mg/100 g), 남서감자(0.24 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.12 mg/100 g)로 나타났다. Threonine 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.21 mg/100 g)와 세풍감자(0.20 mg/100 g)이었으며, 가장 낮은 품종은 수미감자(0.093 mg/100 g)로 나타났으며, proline 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.2 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.10 mg/100 g)로 나타났다.

방향족 아미노산: 방향족 아미노산인 tyrosine, phenylalanine, tryptophan 함량은 Table 9와 같이 각각 0.021~

Table 8. Composition of polar amino acid by different potato cultivars

(mg/100 g)

Cultivar	Cystine		Serine		Threonine		Proline	
	Range	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.13~0.13	0.13±0.01 ^{al)}	0.24~0.26	0.24±0.01 ^a	0.19~0.20	0.20±0.01 ^a	0.20~0.21	0.20±0.01 ^a
Namsuh	0.12~0.12	0.12±0.01 ^{ab}	0.20~0.26	0.24±0.03 ^a	0.19~0.23	0.21±0.02 ^a	0.16~0.19	0.18±0.01 ^{ab}
Superior	0.06~0.07	0.07±0.01 ^d	0.11~0.13	0.12±0.01 ^d	0.05~0.10	0.09±0.01 ^c	0.09~0.11	0.10±0.01 ^c
Jopung	0.11~0.12	0.12±0.001 ^b	0.20~0.21	0.20±0.01 ^b	0.12~0.13	0.13±0.01 ^b	0.17~0.19	0.18±0.01 ^{ab}
Atlantic	0.08~0.10	0.19±0.01 ^c	0.14~0.17	0.15±0.02 ^c	0.10~0.13	0.11±0.02 ^b	0.14~0.19	0.16±0.03 ^b

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at p<0.05.**Table 9. Composition of aromatic amino acid by different potato cultivars**

(mg/100 g)

Cultivar	Tyrosine		Phenylalanine		Tryptophan	
	Range	M±SD	Range	M±SD	Range	M±SD
Shepody	0.04~0.04	0.04±0.01 ^{cl)}	0.10~0.10	0.10±0.01 ^b	0.03~0.04	0.03±0.00 ^{bc}
Namsuh	0.06~0.07	0.06±0.01 ^b	0.10~0.12	0.10±0.01 ^b	0.04~0.04	0.04±0.00 ^{ab}
Superior	0.02~0.03	0.03±0.01 ^c	0.05~0.06	0.05±0.01 ^c	0.01~0.02	0.02±0.00 ^d
Jopung	0.06~0.07	0.07±0.01 ^b	0.10~0.10	0.10±0.01 ^b	0.04~0.04	0.04±0.00 ^{ab}
Atlantic	0.02~0.03	0.02±0.01 ^c	0.09~0.12	0.10±0.02 ^b	0.03~0.04	0.03±0.00 ^c

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at p<0.05.

0.073, 0.047~0.12, 0.014~0.043 mg/100 g으로 나타났으며, 품종 간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나 이들 아미노산 함량은 Davids 등(17)과 Talley 등(14)이 보고한 국외 감자의 아미노산 함량 보고와 국내 식품성분분석표(18)의 아미노산 함량 범위에 속하였다. Tyrosine 함량이 가장 높은 품종은 조풍감자(0.065 mg/100 g)와 남서감자(0.064 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.027 mg/100 g)와 대서감자(0.024 mg/100 g)로 나타났으며, phenylalanine 함량이 가장 높은 품종은 세풍감자(0.10 mg/100 g)와 남서감자(0.1 mg/100 g)와 대서감자(0.1 mg/100 g)이었으며 가장 낮은 품종은 수미감자(0.053 mg/100 g)로 나타났다. Tryptophan 함량이 가장 높은 품종은 남서감자(0.042 mg/100 g)이었으며, 가장 낮은 품종은 수미감자(0.018 mg/100 g)로 나타났다.

단백질 조성 분석

감자 단백질을 SDS-PAGE 분석한 결과를 Fig. 1에 나타

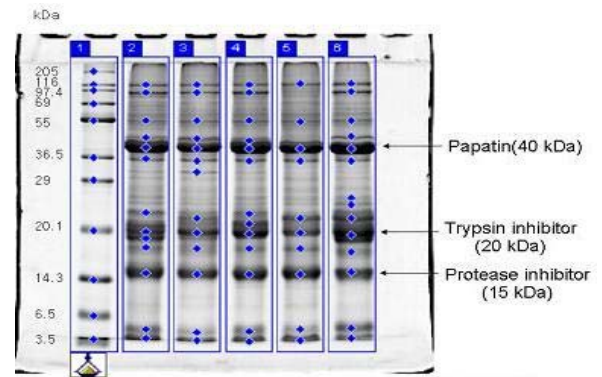


Fig. 1. SDS-PAGE patterns of major potato proteins; papatin, trypsin inhibitor, and protease inhibitor.

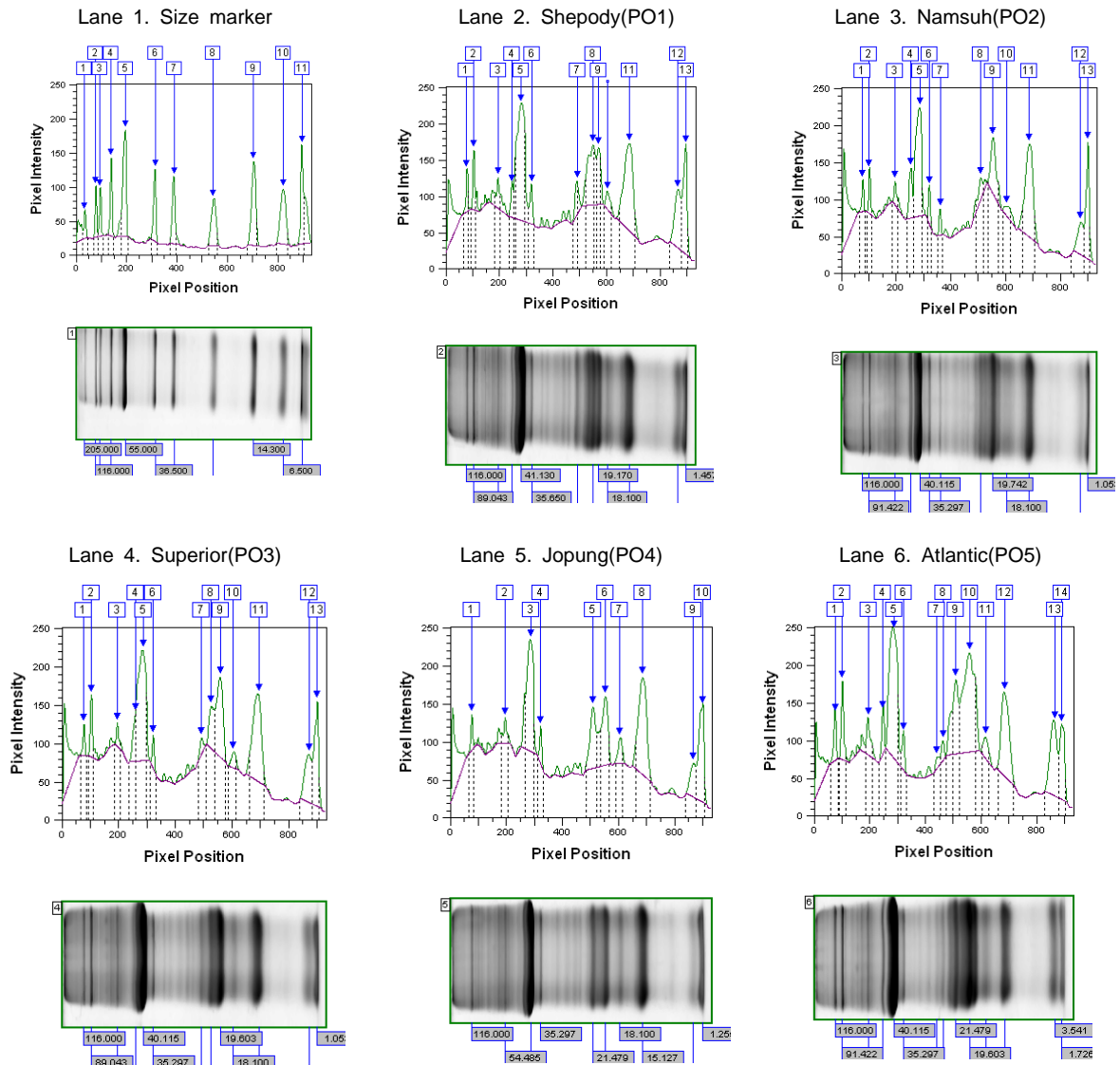


Fig. 2. Densitograms of 15% gels of total potato protein.

Table 10. Protein ratios of different potato cultivars by SDS-PAGE analysis

Cultivar	90 kDa	55 kDa	Papatin (40 kDa)	35 kDa	21~25 kDa	Trypsin inhibitor (20 kDa)	Protease inhibitor (15 kDa)
Shepody	3.01 ^{c1)}	2.52 ^a	25.81 ^a	3.04 ^a	12.50 ^a	5.22 ^d	19.58 ^b
Namsuh	2.89 ^c	2.03 ^b	24.27 ^{ab}	2.95 ^b	5.16 ^d	10.00 ^c	24.37 ^a
Superior	3.68 ^b	1.44 ^c	24.09 ^{ab}	1.96 ^c	7.00 ^c	14.88 ^b	20.10 ^b
Jopung	-	2.64 ^a	22.16 ^b	2.69 ^c	8.70 ^{bc}	11.90 ^c	25.23 ^a
Atlantic	3.99 ^a	2.69 ^a	22.24 ^b	2.42 ^d	10.09 ^b	20.91 ^a	14.12 ^c
Mean	2.71	2.26	23.71	2.61	8.69	12.58	20.68

¹⁾Different alphabet letter on any two means in the same column is significantly different at $p < 0.05$.

내었다. 수용성단백질 함량은 수미가 가장 높았고 남서가 가장 적었다. 감자 단백질의 주요 단백질은 papatin, 22 kDa complex protein, proteinase inhibitor로 보고되었다(4). Papatin은 glycoprotein류로 감자의 주요 저장 단백질이며 esterase activity를 갖고 있으며 감자의 주 allergen으로 보고되었다. 22 kDa complex protein에 대한 연구는 많이 보고되지는 않았으나 anti-protease activity를 나타낸다고 보고되었다. Ralet과 Guéguen(4)은 또한 16 kDa 단백질이 주요 protease inhibitor라고 보고하여 감자의 주요 protease inhibitor는 15~25 kDa에 분포하고 있는 것으로 보인다. 본 연구에서 5종의 감자 단백질을 SDS-PAGE 분석한 결과 Fig. 1에서와 같이 papatin(40 kDa), trypsin inhibitor(20 kDa), protease inhibitor(15 kDa)가 주요 band로 나타났다. 또한 SDS-PAGE 분석 결과를 토대로 각 단백질의 구성 차이를 파악하기 위해 품종별로 주요 단백질(papatin, trypsin inhibitor 등) 구성비를 densitometry법에 의해 분석하였을 때 Fig. 2에서와 같이 나타났으며, 이러한 결과는 Fig. 1에서 관찰된 결과와 일치하였다. 상기 densitometry 결과로부터 주요 단백질의 구성비를 산출하여 품종별로 비교한 결과를 Table 10에 나타내었다. 감자 주요 단백질의 구성비는 Table 10에서와 같이 papatin(40 kDa)은 22.16~25.81%, trypsin inhibitor(20 kDa)는 5.22~20.91%, protease inhibitor(15 kDa)는 14.12~25.23%로 주요 band로 나타났으며, 품종 간에 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 기 보고된 범위에 속하였다(19). 감자품종별 구성 단백질의 특징을 살펴보면, 세풍감자는 papatin이 25.81%로 가장 높은 함량을 보인 반면, trypsin inhibitor는 5.22%로 가장 낮은 함량을 보였다. 조풍감자는 papatin의 함량이 22.16%로 가장 적게 함유되어 있는 것으로 나타났다. 대서감자는 trypsin inhibitor가 20.91%로 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났으며, protease inhibitor는 14.12%로 가장 적게 함유되어 있었다. 그러나 protease inhibitors인 20 kDa와 15 kDa를 합한 값은 24.7~35.0%이었으며, 세풍이 가장 적었고 조풍이 가장 많았다. 따라서 세풍은 감자의 주요 수용성 단백질인 papatin 함량이 많고 단백질 소화효소 저해단백질 함량이 적어 영양적으로 우수한 품종으로 생각된다.

요 약

국내에서 생산된 감자 중 세풍, 남서, 수미, 조풍 및 대서의 5가지 품종에 대하여 단백질 profile 및 아미노산 조성을 분석하였다. 총 질소함량은 1.27~1.64%이었으며, 남서가 높았고 수미가 낮게 나타났다. 아미노산 조성은 품종 간에 유의적인 차이가 있었다. 한편, 주요 감자 단백질은 papatin(40 kDa), trypsin inhibitor(20 kDa) 및 protease inhibitor(15 kDa)이었으며, 이들의 함량은 각각 22.16~25.81%, 5.22~20.91% 및 14.12~25.23%이었다. Papatin 함량은 조풍, 세풍, 수미감자가 높은 함량을 보인 반면, trypsin inhibitor는 조풍감자가 5.22%로 가장 낮은 함량을 보였다. Protease inhibitors인 20 kDa와 15 kDa를 합한 값은 24.7~35.0%이었으며, 세풍이 가장 적었고 조풍에 가장 많이 함유되어 있었다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부의 지원(Project No. M10310020001-06B1002-00100)에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며, 이에 감사를 드립니다.

문 헌

- 장병호, 김현준. 1998. (증보) 감자백과. 선진문화사, 서울. p 22-26.
- Knorr D, Betschart AA. 1978. The relative effect of an inert substance and protein concentrates upon loaf volume of breads. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 11: 198-200.
- Subar AF, Krebs-Smith SM, Cook A, Khale LL. 1998. Dietary source of nutrients among US adults, 1989 to 1991. *J Am Diet Assoc* 98: 537-547.
- Ralet MC, Guéguen J. 2000. Fractionation of potato proteins. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 33: 380-387.
- Lewis C, Walker J, Lancaster J, Sutton K. 1998. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. I: Coloured cultivars of *Solanum tuberosum* L. *J Sci Food Agric* 77: 45-57.
- Jo HM, Park YE, Jo JH, Kim SY. 2003. Historical review of land race potatoes in Korea. *J Korean Soc Hort Sci* 44: 838-845.

7. 농협. 쌀 정보 홈페이지 <http://www.riceall.co.kr>. 2001.
8. Takemoto Y, Coughlan SJ, Okita TW, Satoh H, Ogawa M, Kumamaru T. 2002. The rice mutant *esp2* greatly accumulates the glutelin precursor and deletes the protein disulfide isomerase. *Plant Physiol* 128: 1212-1222.
9. Qu le Q, Takaiwa F. 2004. Evaluation of tissue specificity and expression strength of rice seed component gene promoters in transgenic rice. *Plant Biotechnol J* 2: 113-125.
10. Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72: 248-254.
11. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. p 70.
12. Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
13. KRDA. 1996. *Food Composition Table*. 5th ed. National Rural Living Science Institute, Korea Rural Development Administration. p 64, 538.
14. Talley E, Toma R, Orr P. 1984. Amino acid composition of freshly harvested and stored potatoes. *Am Potato J* 61: 267-279.
15. Scherz H, Senser F. 1989. Potato. In *Food Composition and Nutrition Tables 1989/90*. Garching B, Mechen B, eds. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart. p 542-544.
16. Pavek J, Love S, Novy R, Corsini D, Bain M, Whitworth J, Mosley A. 1980-1992. Western Regional Variety Trial Report. Compiled by the WRCC-27, University of Idaho, Aberdeen, ID, USA.
17. Davids SJ, Yaylayan VA, Turcotte G. 2004. Use of unusual storage temperatures to improve the amino acid profile of potatoes for novel flavoring applications. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 37: 619-626.
18. 농촌진흥청. 1996. 식품성분표(제5개정판). 농촌진흥청 농촌생활연구소. p 440-441.
19. Rauchen D, Foote M. 1980. A major soluble glycoprotein of potato tubers. *J Food Biochemistry* 4: 43-52.

(2007년 9월 27일 접수; 2008년 1월 4일 채택)