

감자 추출물의 아질산염 소거 및 전자공여 작용

엄미아 · 강윤한 · 권동진 · 조길석

원주대학 식품과학과

The Nitrite Scavenging and Electron Donating Ability of Potato Extracts

Mi-A Eum, Yoon-Han Kang, Dong-Jin Kwon and Kil-Suk Jo

Dept. of Food Science, Wonju National College, Wonju, 220-711, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate functional properties of 70% acetone extract in different parts of two potato varieties. 'Superior' and 'Atlantic' potato were processed by following method. Potatoes are washed, peeled, sliced and steamed before hot air drying for flesh and peel powder. Hunter's L and b values of flesh powder from blanched 'Superior' potato were higher than flesh powder from fresh 'Superior' potato. Discoloration of 'Superior' potato was inhibited by steam blanching. Contents of total polyphenol and chlorogenic acid in the 70% acetone extract of 'Superior' potato were higher than those of 'Atlantic' potato, particularly in the blanched flesh and peel. But flavonoid was not detected in flesh extract. The phenolic concentration was not decreased by the heat treatment. The nitrite scavenging and electron donating ability was greatest at the tuber peel, including the skin and cortex tissue 1mm beneath the skin. From the above results, browning reaction and polyphenol contents in different parts of potato slices were dependent on cultivars. Peels contained more polyphenols than those from the flesh. The results indicate that potato peel extract of steam blanched plus hot air dried potato tuber showed the effectiveness as a natural nitrite scavenger and antioxidant.

Key words : potato peel, acetone extract, nitrite scavenging ability, electron donating ability.

서 론

감자는 옛부터 식량원으로 많이 이용되어 왔으며 최근에는 가공용 감자를 비롯한 여러 품종의 보급으로 사용도가 증가하고 있으며, 감자 껍질은 속과 껍질로 구분할 때 특히 껍질에는 변색관련 물질과 관련 효소류 및 솔라닌 같은 글리코알칼로이드가 함유되어 있다. 민간에서는 위장에 좋다고 감자를 착즙하여 식용하며 발효시 독특한 향이 생성되어 가공에 이용되기도 한다. 감자의 페놀성 물질중 o-디페놀류인 클로로젠산은 납작 감자¹⁾나 돼지감자²⁾의 polyphenol oxidase의 주기질로 가장 잘 반응한다고 했다.

Rodriguez 등³⁾은 감자 껍질의 물추출물에는 페놀산이 주를 이루며 그 중에서 클로로젠산이 50.3%를 차지하며 항산화, 향미생물의 기능적 특성을 가진다고 하였다. 특히 외국에서는 식물세포벽의 주요 페놀산인 히드록시신남산류에 대한 연구가 많이 이루어지고 있고 기능성 식품의 개발에 초점을 두고 있다⁴⁾. 일본에서는 껍질과 속이 적자색인 유색감자의 항산화 활성, 식품화학적 특성 및 감자칩 등 제품연구⁵⁾가 이루어졌다.

구미 각국에서는 감자를 주식으로 이용할 뿐만 아니라 다양하게 가공식품으로 이용되고 있다⁶⁾. 미국의 경우, 특정 가공 목적에 맞게 품종의 개발이 이루어져

* Corresponding author : Yoon-Han Kang

감자칩, 냉동 프렌치 프라이, 건조감자 등이 생산되고 있다⁷⁾. 일본의 경우, 2005년 경이 되면 1993년 대비 감자가 총식품 용도중 차지하는 가공부분은 27.4%에서 34.4%로 증가할 것으로 예측하고 있다⁸⁾.

한편, 채소류에 많이 함유되어 있는 질산염과 육제품의 발색과 보존효과의 목적으로 첨가되고 있는 아질산염은 다량 섭취하면 메트헤모글로빈증, 발암물질인 니트로사민을 생성할 수 있으며⁹⁾, 천연물 중에는 아질산염과 반응하게 되면 니트로사민의 생성을 저해하는 물질이 있다는 보고도 있다^{10,11)}. 항산화 작용과 관련이 있는 전자공여능은 지질과산화의 연쇄반응에 관여하는 산화성 활성 프리라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도가 된다. 우리나라의 감자 가공연구로는 국내산 감자의 품질평가 관한 연구¹²⁻¹⁴⁾ 등이 있을 뿐 감자의 이용에 관한 활발한 연구가 진행되고 있지 못한 실정이며 식량자급 향상을 위해서는 더욱 연구가 필요하다.

본 연구는 감자의 활용도 증진을 위하여 감자를 속과 껍질부분으로 나누어 전처리방법을 달리하여 가공한 감자분말로부터 70% 아세톤추출물을 얻어 페놀성 화합물 함량과 아질산염 소거작용 및 전자공여 작용을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

1. 감자 분말 및 추출물의 제조

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 원주시 호저면 농가에서 1999년 8월 3일에 구입한 춘작 감자인 수미(Superior)와 대서(Atlantic) 2품종을 사용하였다. 처리구분은 품종별로 생시료 혹은 찌시료를 이용하였다. 생시료구는 선별된 감자를 속과 껍질로 구분하기 위하여 부위중 속은 5mm의 두께로 환절하였으며, 껍질은 감자를 칼로 박피하여 표피 두께가 1mm 정도 되도록 하였다. 열처리구는 환절한 시료를 스팀솜에서 5분간 열처리 하였다. 준비된 생감자와 열처리 감자를 송풍건조기로 50°C에서 24시간 건조 후 분쇄한 다음 40mesh 체로 사별하여 분말을 제조하였다. 분말의 색도는 색차계(Spectrophotometer, CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여, L(lightness), a(redness/greenness), b(yellowness/blueness), ΔE를 측정하였다. 이때 사용한 백색판은 L=95.98, a=-0.12, b=-0.19의 값을 가진 표준판을 사용하였다.

추출물은 품종별 속과 껍질 각 부위 3g을 70% 아세톤^{15,16)} 150ml에 현탁시켜 75°C에서 1시간 환류추출 후 여과하고 이를 반복하여 얻은 추출물을 진공농축

하여 아세톤을 제거하여 증류수로 100ml 되도록 정용하고 원심분리하여 시료로 하였다.

2. 폴리페놀 화합물

수미와 대서 감자의 70% 아세톤 추출물중 총폴리페놀 화합물의 분석은 Nakabayashi의 방법¹⁷⁾에 따라 추출물 5ml에 Folin 시약 5ml를 가하여 혼합하며 3분 후 10% 탄산나트륨 5ml를 가하여 혼합하고 1시간 방치시킨 다음 760nm에서 흡광도를 측정하여 갈산으로 환산하였다.

플라반올형 탄닌은 바닐린-황산 시약을 이용하여 카테킨으로 계산하였다. 즉 추출물 3ml을 얼음물 중에서 진탕하면서 바닐린 시약 6ml를 첨가하고, 실온에서 15분 방치 후 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 로이코안토시아닌의 정량은 염산-부탄올 시약을 이용하여 시아니딘으로 계산하였다. 즉 추출물 1ml를 시험관에 넣고 염산-부탄올액(1:19) 10ml를 가하여 혼합하고 끓는물 중에서 30분간 가열시킨 다음 냉각하여 550nm에서 측정하였다. 클로로겐산의 정량은 추출물 5ml에 1% 아질산나트륨 2ml와 0.15N 초산 2ml를 가하여 혼합하고 5분 후 1N 탄산나트륨 1ml를 첨가하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 플라보노이드

각각의 70% 아세톤 추출물 1ml, 디에틸렌글리콜 10ml를 시험관에 취해 잘 혼합한 후 1N 수산화나트륨 1ml를 가하여 다시 잘 혼합하고 37°C, 1시간 방치 후 420nm에서 흡광도를 측정하여 나린긴으로 환산하였다¹⁸⁾.

4. 아질산염 소거작용

각 감자 추출물의 아질산염 소거능은 Kato 등¹⁹⁾과 김 등²⁰⁾의 방법에 의거하여 다음과 같이 측정하였다. 즉 1mM 아질산나트륨용액 2ml에 각 추출물 1ml를 가하고 0.1N 염산(pH 1.2), 0.2M 구연산완충액(pH 3.0, pH 4.2 및 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이 반응액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1ml씩 취하여 2% 초산용액 5ml, Griess시약(30% 초산으로 각각 조제한 1% 설파닐산과 1% 나프틸아민을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전 조제) 0.4ml를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess시약 대신 증류수를 0.4ml 가하여 상기와 같은 방법으로 실시하였으며, 아질산염 소거작

용은 추출물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율(%)로 나타내었다.

5. 전자공여작용

전자공여작용(electron donating ability)은 각 추출물의 α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl에 대한 전자공여효과로 시료의 환원력을 측정하였다²¹⁾. 즉 추출물 0.2ml에 2×10^{-4} M DPPH 용액(무수 에틸알콜에 용해) 0.8ml를 가한 후 볼텍스 믹서로 10초간 진탕하고 10분 후 분광광도계를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 시료첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 사용하여 백분율로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 감자 분말의 색도

수미와 대서 감자를 속과 껍질로 나누어 그대로 혹은 스팀솜에서 5분간 열처리한 것을 열풍건조 후 분쇄하여 40mesh 체로 사별한 분말의 색도는 Table 1과 같다.

생감자 수미 속 부위의 열풍건조 분말의 백색도, 적색도, 황색도 값은 66.97, 1.29, 9.37로, 대서는 80.11, 0.44, 12.28로 나타났다. 그러나 열처리한 감자의 부위

Table 1. Hunter's color value of hot air dried powder in different parts of two potato varieties

Powders	Light-ness(L)	Red-ness(a)	Yellow-ness(b)	$\Delta E^{1)}$
Fresh				
Superior				
Flesh	66.97	1.29	9.37	30.57
Peel ²⁾	53.00	4.16	13.01	45.17
Atlantic				
Flesh	80.11	0.44	12.28	20.19
Peel	57.23	3.21	13.70	41.30
Blanched				
Superior				
Flesh	75.85	2.51	18.24	27.42
Peel	59.34	2.93	14.88	39.74
Atlantic				
Flesh	80.34	0.55	16.93	23.19
Peel	57.74	2.42	14.12	40.91

$$^{1)} \Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

²⁾ Peel = skin plus approximately 1mm of cortex

중 수미 속의 백색도, 적색도, 황색도 값은 75.85, 2.51, 18.24로, 대서는 80.34, 0.55, 16.93으로 나타났다. 수미 감자가 대서 감자에 비해 변색으로 인한 백색도(L값)가 낮고, 적색도(a값)가 높은 것을 알 수 있으며 전반적으로 껍질에 비해 속의 변화폭이 큰 것으로 나타났다.

한편 정²²⁾은 총폴리페놀과 클로로겐산 함량간의 상관계수는 수미에서는 정적 상관이었으며 총폴리페놀과 클로로겐산 함량과 같은 정도와의 상관관계는 수미에서 높은 상관관계를 나타내었다고 하였으며 이는 분말의 색도에서 수미가 대서보다 갈변이 심한 것과도 관련이 있다.

2. 폴리페놀 화합물

생감자와 열처리 감자 분말의 70% 아세톤 추출물을 제조하여 폴리페놀 함량을 측정하여 추출물 100ml 중에 함유되어 있는 페놀화합물의 구성비를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 총폴리페놀의 함량에 있어서 생감자가 열처리 감자보다 함량에 있어 다소 높은 편이었으나 카테킨을 포함하는 플라반올 탄닌에 있어서 역으로 열처리 감자가 생감자보다 함량이 높은 것으로 나타났다. 클로로겐산의 경우 열처리 감자의 함량이 다소 높았으며, 로이코안토시아닌은 70% 아세톤을 이용한 추출조건에서 거의 확인되지 않았다. 수미와 대서의 껍질을 제외한 속의 총폴리페놀 함량에

Table 2. Polyphenol content of acetone extract in different parts of two potato varieties

Extracts	(mg/100ml)			
	Total polyphenol	Flavanol tannin	Chlorogenic acid	Leucoanth -ocyanin
Fresh				
Superior				
Flesh	10.8	6.0	1.3	-
Peel	30.4	6.2	11.8	-
Atlantic				
Flesh	10.9	6.4	0.7	-
Peel	25.2	6.7	8.2	-
Blanched				
Superior				
Flesh	9.3	8.1	0.9	-
Peel	31.4	12.6	14.8	-
Atlantic				
Flesh	9.0	10.6	0.9	-
Peel	25.2	11.7	13.3	-

* - : trace

놀 함량에 있어 각각 10.8mg/100ml, 10.9mg/100ml로 거의 같고, 껍질의 그것은 30.4mg/100ml, 25.2mg/100ml이었으며 부위별로는 두배 이상의 차이를 보였다. 수미의 속과 껍질의 총폴리페놀 함량인 10.8mg/100ml, 30.4mg/100ml는 생체로 환산시 각각 72mg/100g, 202.8mg/100g이며 이는 김²³⁾이 보고한 수미의 80% 에탄올 추출물의 총폴리페놀 함량이 76mg/100g이라는 결과와 유사하였다.

클로로겐산은 수미와 대서의 속에 있어서 1.3mg/100ml, 0.7mg/100ml, 껍질에 있어서 11.8mg/100ml, 8.2mg/100ml로 부위별 함량에 있어서 9배 이상 높은 것으로 나타났다. 생감자를 스팀으로 열처리할 경우 즉 처리조건을 달리할 경우 특히 껍질에 있어서 플라반올 탄닌과 클로로겐산의 함량은 크게 증가하는 것으로 나타났다.

3. 플라보노이드

Table 3은 수미와 대서의 생감자와 열처리 감자의 부위별 열풍 건조분말에서 얻은 70% 아세톤 추출물 100ml당 플라보노이드의 함량을 측정 한 것이다. 수미, 대서 모두 속에서는 플라보노이드가 거의 확인되지 않았다. 한편 Lewis 등²⁴⁾은 26종의 유색감자에서 플라보노이드를 HPLC로 확인, 정량한 결과 감자 껍질에는 0~3mg/100g 함유되어 있다고 했다. 껍질에서는 두 품종 모두 생감자보다 열처리 감자에서 함량이 높은 것으로 나타났으며, 특히 수미의 생 감자 껍질이 5.5mg/100ml인 것에 비하여 열처리 감자는 9.4mg/100ml로 나타났다.

Lewis 등²⁵⁾은 플라보노이드, 페놀산 함량은 주로 병에 걸린 감자 껍질의 껍질이 건전 껍질의 껍질에서 보다 높고, 껍질이 속보다 높은 이유는 식물 자체의 병 원균과 해충에 대한 방어의 최전선의 역할과 관련이 깊다고 했다.

Table 3. Flavonoid content of acetone extract in different parts of two potato varieties (mg/100ml)

Extracts	Fresh	Blanched
Superior		
Flesh	-	-
Peel	5.5	9.4
Atlantic		
Flesh	-	-
Peel	6.0	6.2

* - : trace

그리고 앞서 총폴리페놀과 마찬가지로 플라보노이드 정량 실험에서 나타난 결과로 볼 때 생감자보다는 열처리 감자로 추출물을 얻을 경우 페놀성 화합물의 수율을 높일 수 있는 방법으로 생각된다.

4. 아질산염 소거작용

Table 4는 생감자와 열처리 감자의 70% 아세톤추출물을 첨가하여 pH 변화에 따른 아질산염 소거작용을 조사한 결과이다. 아질산염 소거작용은 pH가 증가할수록 감소하였고, 체내 pH 조건인 pH 1.2, 3.0 및 4.2에서 다소 높은 아질산염 소거율을 보였으나 pH 6.0에서는 거의 아질산염 소거작용을 나타내지 않는 것으로 나타났다. 수미의 생 감자와 열처리 감자중 속의 70% 아세톤추출물의 아질산염 소거율은 pH 1.2에서 각각 26%, 12%였으며, pH 3.0에서 각각 13%, 6%를 나타내었다. 대서의 생감자와 열처리 감자중 속의 70% 아세톤추출물의 아질산염 소거율은 pH 1.2에서 각각 20%, 12%였으며, pH 3.0에서 각각 6%, 6%를 나타내었다. 수미의 생 감자와 열처리 감자중 껍질의 70% 아세톤추출물의 아질산염 소거율은 pH 1.2에서 각각 46%, 55%였으며, pH 3.0에서 각각 31%, 40%를 나타내었다. 대서의 경우, 수미에 비해 속과 껍질에서 아질산염 소거율이 다소 낮게 나타났다. 특히 껍질에서 열처리 감자가 생감자보다 아질산염 소거작용이 높은 것으로 나타나 이는 클로로겐산의 함량과 거의

Table 4. Nitrite scavenging effect of acetone extract in different parts of two potato varieties at various pH (%)

Extracts	pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
Fresh				
Superior				
Flesh	26	13	7	-
Peel	46	31	11	-
Atlantic				
Flesh	20	6	2	-
Peel	36	35	20	-
Blanched				
Superior				
Flesh	12	6	3	-
Peel	55	40	18	-
Atlantic				
Flesh	12	6	1	-
Peel	41	34	19	-

* - : no effect

유사한 결과라고 할 수 있다.

강 등²⁶⁾은 늙은 호박의 부위별 70% 아세톤 추출물을 제조하여 아질산염 소거작용을 조사한 결과 폴리페놀 화합물이 많은 껍질과 섬유상 물질이 효과가 높았다고 했다. 일반적으로 니트로사민의 생성을 억제하는 것으로 폴리페놀 화합물²⁷⁾, 플라보노이드 화합물²⁸⁾ 및 페놀산²⁹⁾ 등 페놀성 화합물이라는 결과와 연관된다. 이러한 아질산염 소거작용은 감자에 함유되어 있는 페놀성 화합물이 산성조건에서 nitroso화 반응을 강력하게 억제하는 저해제로 작용한 것으로 사료된다.

5. 전자공여작용

Table 5는 생 감자와 열처리 감자의 70% 아세톤 추출물을 첨가하여 전자공여작용을 조사한 결과이다. α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl에 대한 추출물의 전자공여 효과는 수미와 대서 감자 모두 생 감자가 열처리 감자보다 높게 나타났다. 즉 수미 생감자와 열처리감자의 70% 아세톤추출물중 전자공여능은 속에서 각각 40.8%, 31.1%였으며, 껍질에서 각각 67.5%, 63.5%를 나타내었다. 품종에 있어서 수미가 대서보다 높게 나타났으며 부위별로 볼 때 껍질부위가 속보다 높게 나타났다. 부위중 껍질의 경우, 수미와 대서 모두 60%이상의 전자공여능을 보였고 열처리한 감자도 생감자와 거의 유사한 항산화능을 보인 것으로 볼 때 앞서 총폴리페놀과 플라보노이드 함량에 있어서 열처리후에도 생감자와의 함량차가 크지 않은 것으로 나타났으며 감자 중에 함유되어 있는 전자공여능 물질은 비교적 열에 안정한 것으로 생각된다. 일반적으로 플라보노이드, 히드록시벤조산류, 히드록시신남산류는 높은 전자공여능을 나타낸다는 결과³⁰⁾로 볼 때 감자의 항산화 작용은 부위중 특히 껍질에 다량 함유되어 있는 플라반올형 탄닌과 클로로겐산 등에 의한 높은 환원력에 기인한 것으로 생각된다.

Table 5. Electron donating ability of acetone in different parts of two potato varieties (%)

Extracts	Fresh	Blanched
Superior		
Flesh	40.8	31.1
Peel	67.5	63.5
Atlantic		
Flesh	20.6	23.4
Peel	65.0	62.0

요 약

본 연구는 감자의 활용도 증진을 목적으로 수미와 대서 감자 2품종을 속과 껍질 부위로 나누어 열처리 후 열풍건조 분말을 제조하였고, 70% 아세톤 추출물을 얻어 페놀성 화합물의 함량과 조성을 조사하고 아질산염 소거 및 전자공여작용 등 기능적 특성을 검토하였다. 분말의 색도는 속부위에서 열처리시 비열처리에 비해 백색도, 황색도 값이 높았고 특히 수미 감자의 색도 개선에 열처리는 효과가 있었다. 수미가 대서보다 총폴리페놀, 클로로겐산 함량이 높은 것으로 나타났다. 열처리로 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 플라보노이드는 부위중 껍질과는 달리 속에서 거의 확인되지 않았다. 따라서 생 감자를 전처리시 스팀으로 열처리하더라도 페놀성 화합물의 함량은 감소되지 않았다. 아질산염 소거와 전자공여 작용은 1mm 두께의 껍질부위에서 높게 나타났다. 이상의 결과는 감자 품종에 따른 부위별 변색 정도, 페놀성 화합물 함량 등에 차이가 있으며, 부위중 껍질이 속보다 폴리페놀 함량이 높았다. 따라서 스팀으로 5분간 열처리 후 열풍건조한 감자로부터 얻은 껍질 추출물은 아질산염소거와 전자공여 작용 등 기능적 특성이 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 이미옥 : 감자 Polyphenol Oxidase의 효소학적 성질 및 아황산염에 의한 활성 억제 효과, 계명대학교 대학원 석사학위 논문(1987).
2. 박은배 : 돼지감자 Polyphenol Oxidase의 정제 및 특성에 관한 연구, 서울여자대학 대학원 석사학위 논문(1989).
3. Rodriguez de Sotillo, D., Hadley, M. and Wolf-Hall, C. : Potato peel extract a nonmutagenic antioxidant with potential antimicrobial activity, *J. Food Sci.*, 63, 907~910(1998).
4. Kroon, P. A. and Williamson, G. : Hydroxycinnamates in plants and food : current and future perspectives, *J. Sci. Food Agric.*, 79, 355~361(1999).
5. Ishii, G., Mori, M. and Umemura, Y. : Antioxidative activity and food chemical properties of anthocyanins from the colored tuber flesh of potatoes, *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 43, 962~966(1996).
6. 여정숙 : 감자 품종별 Blanching 조건이 감자 가공품의 품질에 미치는 영향, 숙명여자대학교 대학원 석사학위 논문(1983).

7. Love, S. L. : A historical look at potato cultivar development in North America : Impact on potato processing and marketing, Proceedings of the first Kangwon international potato symposium, Institute of Biodiversity Research, Kangwon National University, Daekwanryeong(1999).
8. Ishibashi, K. : Potato industry and marketing in Japan : past, present and the future, Proceedings of the first Kangwon international potato symposium, Institute of Biodiversity Research, Kangwon National University, Daekwanryeong(1999).
9. 岡部昭二 : 野菜および食品中の窒素酸鹽をめぐって, 化學と生物, 15, 352~359(1977).
10. Mirvish, S. S., Wallcave, L., Eagen, M. and Shubik, P. : Ascorbate-nitrite reaction : Possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds, *Science*, 177, 65~68(1972).
11. Gray, J. and Dugan, J. R. : Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems, *J. Food Sci.*, 40, 981~986(1975).
12. 정진철 : 감자의 가공품질에 미치는 수확전, 후 요인들에 관한 연구, 고려대학교 대학원 박사학위 논문(1995).
13. 안수용 : 한국, 덴마크, 미주지역 감자품종의 생육, 수량 및 품질 특성 비교, 고려대학교 대학원 석사학위 논문(1995).
14. 백형란 : 한국산 감자의 품질평가에 관한 연구, 덕성여자대학교 대학원 석사학위 논문(1984).
15. McGrath, R. M., Kaluza, W. Z., Daiber, K. H., Riet, W. B. and Glennie, C. W. : Polyphenol of sorghum grain, their changes during malting, and their inhibitory, *J. Agric. Food Chem.*, 30, 450~456(1982).
16. Harvey, I. M. and Reed, J. D. : Identification of phenolic compound and their relationships to *in-vitro* digestibility of sorghum leaves from bird-resistant and non-bird-resistant varieties, *J. Sci. Food Agric.*, 60, 179~196(1992).
17. Nakabayashi, T. : Studies on tannin of fruits and vegetables, *Nippon Shokuhin Kokyo Gakkaishi*, 15, 73~76(1968).
18. 日本食品総合研究所 : 食品品質評價のための品質特性測定法マニュアル(2), p.61(1990).
19. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins, *Agric. Biol. Chem.*, 51, 1333~1338(1987).
20. 김동수, 안방원, 염동민, 이동호, 김선봉, 박영호 : 천연 식품성분에 의한 발암성 니트로생성인자 분해작용, 1. 야채추출물의 아질산염분해작용, *한국수산학회지*, 20, 463~468(1987).
21. 도정룡 : 전통 기호음료 성분의 생화학적 기능 특성, 부산수산대학교 대학원 박사학위 논문(1992).
22. 정현미 : 품종별 한국산 감자 슬라이스의 냉장저장중 효소적 갈변반응에 대한 연구, 고려대학교 대학원 박사학위 논문(1994).
23. 김영선 : 한국산 감자의 품종에 따른 갈색화 반응에 관한 연구, 고려대학교대학원 석사학위논문(1990).
24. Lewis, C. E., Walker, J. R., Lancaster, J. E. and Shtton, K. H. : Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. I : Coloured cultivars of *Solanum tuberosum* L., *J. Sci. Food Agric.*, 77, 45~57(1998).
25. Lewis, C. E., Walker, J. R., Lancaster, J. E. and Shtton, K. H. : Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. II : Wild, tuberous *Solanum* species, *J. Sci. Food Agric.*, 77, 58~63(1998).
26. 강운한, 차환수, 김홍만, 박용곤 : 늙은 호박 추출물의 아질산염 소거 및 전자공여 작용, *한국식품영양학회지*, 10, 31~36(1997).
27. Takashi, Y., Yamamoto, M. and Tamura, A. : Studies on the formation of nitrosamines : The effects of some polyphenols on nitrosation of diethylamine, *J. Food Hyg. Soc.*, 19, 224~229(1978).
28. 이지현 : 수종의 화합물들의 아질산염 소거능과 N-nitrosoproline 생성에 미치는 영향, 부산수산대 석사학위 논문(1992).
29. Kuenzig, W., Chau, J., Norkus, E. and Conney, A. H. : Caffeic and ferulic acid as blockers of nitrosamine formation, *Carcinogenesis*, 5, 309~313(1984).
30. 강운한, 박용곤, 이기동 : 페놀성 화합물의 아질산염 소거 및 전자공여 작용, *한국식품과학회지*, 28, 232~239(1994).

(1999년 10월 9일 접수)