The Korean Journal of Culinary Research
Vol. 18, No. 5, pp. 279~292 (2012)

동결 건조 자색고구마 가루를 첨가한 국수의 품질특성 및 항산화성

이 재 상¶
세종대학교 조리외식경영학과

Quality Characteristics of Wet Noodles Added with Freeze-dried Purple Sweet Potato Powder

Jae-Sang Lee¶
Dept. of Culinary and Food service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the quality characteristics and antioxidant activity of noodle added freeze-dried purple sweet potato powder. For Hunter's color resulted, as the amount of purple sweet potato powder increased, L-value and b-value decreased, the a-value increased. Anthocyanin contents of purple sweet potato powder at concentration of (mg/100 g) were 99.62%. DPPH radical scavenging activities of purple swe et potato powder at concentration of 1,000 μL/mL were 84.60%. The texture of cooked noodles appeared no significant differences in cohesiveness, Springiness, Hardness, Gumminess and Chewiness decreased as the am ount of purple sweet potato powder increased. The weight, volume, moisture contents of noodles were not significantly. Sensory evaluation of acceptability including color, aroma, taste, chewiness and overall-acceptabi lity appeared the 6% added group was the best for higher. According to the positively evaluated anthocyanin content, DPPH radical scavenging activities, quality characteristics and sensory evaluation, a purple sweet pota to powder content 6% appears to be most appropriate.

Key words: Noodle, Purple sweet potato, Anthocyanin, DPPH radical scavenging, activities, Freeze-drying, Quality Characteristics

Ⅰ. 서 론

음식은 언어와 함께 민족과 국가의 문화와 정체성을 나타내는 상징적 의미가 있으며 그 중에서도 국수류는 수천 년 동안 민족과 종교를 넘어서 인류가 이어온 음식중의 하나로서 서양에서는 이탈리아의 파스타가 대표적이며 중국에서는 1200여 가지의 면종류가 있는 것으로 알려져 있고 일본의 소바와 우동, 베트남의 쌀국수와 더불어 우리나라를 대표하는 냉면 등을 포함한 아시아의 국수가 큰 호황을 누리고 있다(Christoph N 2007).

국수의 역사는 유럽의 유목민들에 의해 중앙아시아를 거쳐 중국의 한나라 시대에 비단길을 통해서 밀이 도입되어 정착된 후 밀가루 음식을 총칭하는 말로서 병(餠)이라 하여 다양하고 독자적인 밀 문화를 형성하였으며 지금의 가늘고 긴 형태의 국수는 3세기 무렵으로 중국의 위나라에서 처음으로 나타나 다양한 재료와 조리법에 따라 많은 종류의 국수가 발달하였다(Yoon SS 1991).

¶ : 이재상, 010-8962-2874, chiefleejs@hanmail.net, 서울특별시 광진구 군자동 98 세종대학교 조리·외식경영학과

우리나라의 국수는 고려시대에 중국에서 밀을 수입하여 값이 매우 비싼 음식이였고 조선시대에는 밀가루 이외에 콩가루나 곡물을 가루로 된 것도 면이라 한다는 기록이 있으며, 국수의 상징적 의미로서 돌상과 회갑상에 올라가는 국수는 장수를 의미하고 혼례에서는 결연(結緣)이 오래 지속되기를 원하는 의미와 제례시에는 추모(追慕)의 의미로도 해석할 수 있다(石毛直道 2000).

국수의 독특한 조직감은 밀이나 곡류의 단백질 성분인 글리아딘의 점성과 글루테닌의 탄성이 물과 소금을 혼합하여 물리적 힘을 가하면 독특한 망상구조에 의해 점탄성의 조직감이 만들어지며 국내 식품 분류에 의하면 생면류, 건면류, 숙면류, 파스타류, 즉석면류 등으로 분류된다(Park SI & Cho EJ 2004). 일반적인 국수는 단순히 밀가루에 소금을 첨가하는 방법이 대부분이고 이에 따라 성인병과 비만의 위험성이 대두되고 있어 영양적 가치가 높고 다양한 기능성 재료들을 첨가하여 기능적으로 우수하면서 다양한 색깔의 국수가 개발되어 생산되고 있다(Kim HR 2005). 기능성 생면에 대한 선행 연구로는 백복령(Kim HR et al 2005), 파프리카(Hawng JH & Jang MS 2001), 키토산(Lee JW et al 2000), 호박분말(Shin SY 1994), 송화가루(Kim MR 2005), 양파분말(Kim JG & Shim JY 2006), 들깨가루(Ha KY & Shin JY 1999)등이 있다.

자색고구마(*Ipomoen batatas.*)는 일본의 Kyushu에서 자생하던 산천자(山川紫)라는 품종을 국내에 도입 후 농촌진흥청에서 건미를 모본으로, 자색고구마인 산천자를 부본으로 육종한 색소함량 면에서 우수한 품종을 개발한 '자미(紫美)'가 있으며 표피층과 육질 전체가 진한 자색으로 수용성 색소인 anthocyanin을 다량 함유하고 있는 것으로 보고되고 있다(Rhim JW et al 2001). 자미는 무엇보다 anthocyanin의 천연색소 공급원으로서 그 개발 가능성이 높은 것으로 기대되고 있다(Kim SY & Ryu CH 1997).

최근에는 새로운 천연 식용 색소원 개발을 위해 자색고구마의 안토시아닌을 식품학적 이용 가능성에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. Tsukui A 등(1983)은 자색고구마(I*pomoen batatas* L; Yen217)의 주색소는 cyanidin-(3,6)-α-D-grlucopyranosyl-(1,2)-β-D-fructofuranoside와 cyanidin-(3,6)-α-D-grlucopyranosy1-(5,1)-α-D-xylosyde로서 caffeic acid나 ferulic acid가 acylation된 형태라고 보고하였으며 Imbert MP 등(1966)은 고구마 (*Ipomoen batatas*)에 함유된 anthocyanin의 주색소는 dicaffeoylpeonidin-3-sophoro-side-5-glucoside라고 보고하였다.

자색고구마의 안토시아닌 색소는 aromatic acyl group이 공통적인 구조로 색소의 분자가 peonidind의 기본구조에 ferulic acid와 caffeic acid가 diacylation된 구조를 갖고 있어 다른 소재의 안토시아닌 색소에 비해 안정성이 우수하고 산업화 가능성도 높은 것으로 알려져 있으며 또한 적양배추, 포도, 비트, 블루베리 등의 안토시아닌 색소원 보다 열과 광선에 다소 안정한 것으로 보고되고 있다(Kim SJ et al 1996). 자색고구마에 함유된 anthocyanin는 심혈관 질환, LDL 콜레스테롤 감소, 안과질환, 활성산소의 감소로 인한 항산화 기능이 우수한 것으로 보고 되었다(Shin JY et al 2008). 자색고구마는 유리당 함량이 다른 품종보다 ⅓정도 낮아서 단맛은 떨어지나(Kim SJ & Rhim JW 1997), 음료나 술과 같은 다양한 식품적 활용과 기능성 식품이나 건강보조제품의 원료로서 활용이 크게 기대되고 있고 최근에 와서는 자색고구마의 재배 면적도 점점 늘어나고 있는 추세이다(Lee LS et al 1997).

따라서, 천연색소인 안토시아닌의 함유량이 높은 자색고구마를 가루를 첨가하여 기능성과 풍미를 증진시키고자 자색고구마 가루의 안토시아닌 함량과 항산화 활성도를 조사하였으며 국수 제조시 품질적 특성과 관능검사를 통해 제면적성을 검토하였다.

Ⅱ.재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 자색고구마는 전라남도 무안에서 2010년 11월에 생산된 것으로 동결로 건조한 분말을 밀폐된 보관용기에 냉동(-20±2℃)저장하면서 실험에 사용하였다. 중력 밀가루(밀 100%, 미국·호주산)는 대한제분(주)에서 가공한 것으로 소금은 제렴(한주산업)을 물은 증류수를 사용하였다.

2. 자색 고구마 분말 제조 및 국수 제조

1) 자색 고구마 분말 제조

자색고구마를 흐르는 물로 3분 동안 세척하고 푸드서비스 타올로 물기를 제거한 후 수직으로 두께 약 4-5mm로 잘라 -60℃ 이하에서 동결시킨 후, 동결건조기 (FD-5518,일신 코리아/KOREA)를 사용하여 24시간 동안 건조하였다. 건조한 자색고구마는 식품분쇄기(MS2000, MS Co, Korea)를 사용하여 5분 동안 분쇄한 뒤 100 mesh 체에 통과 시켜 고운가루만을 취한 후 냉동(-20˚C) 보관하며 실험에 사용 하였다.

2) 자색 고구마 분말 첨가 반죽 제조

밀가루 100 g에 반죽의 수분함량은 40%로 하였으며 밀가루 중량을 기준으로 2%의 소금을 물에 녹인 후 밀가루 중량을 기준으로 자색고구마 가루를 0%, 2%, 4%, 6%, 8%로 달리하여 첨가하고 2분간 손 반죽을 이용하여 반죽을 완성하였다. 밀가루 반죽에 아무것도 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였으며 밀가루 반죽 제조의 재료 배합비는 칡 전분을 첨가한 국수의 품질특성(Lee Y 등2000)을 참고하여 수차례 예비실험한 결과 자색고구마 분말을 10%이상 첨가하였을 경우 색에 대한 기호도가 현저히 감소하여 8%까지만 첨가량으로 결정하여 반죽에 사용하였다.

3) 자색고구마 분말 첨가 국수 제조

자색고구마 분말을 각각 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 첨가하여 제조한 밀가루 반죽을 식품포장용 위생비닐에 넣어 실온에서 30분간 숙성시킨 후 국수제조기(TIPO LOSSO SP150, ITALY)의 롤 간격을 8 mm로 하여 2번 sheeting하고 형성된 면대를 4 mm로 하여 가로, 세로 각각 2번씩 복합하여 다시 sheeting한 다음, 두께를 감소시켜 폭 5 cm, 두께 1.5 mm, 길이 30 cm로 절단하여 생면을 제조하였으며 조리면은 100℃에서 3분 동안 삶은 후 흐르는 물에 30초 동안 세척하여 완성하였다.

3. 실험방법

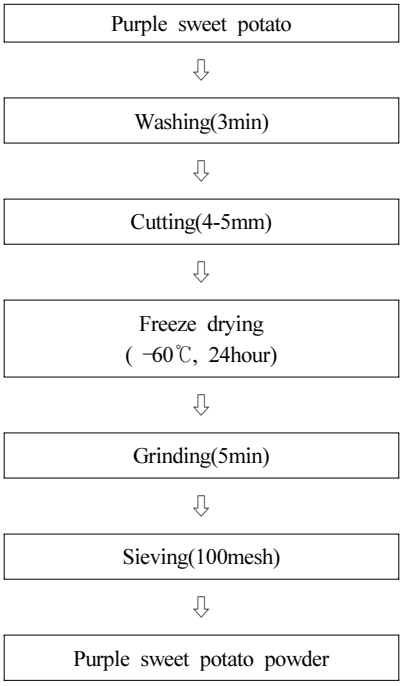
1) 자색 고구마 분말의 이화학적 특성

(1) 일반성분 분석

시료의 일반성분 분석은 AOAC (1990)의 방법을 인용하여 수분은 105°C 상압가열 건조법, 조단백질 함량은 Micro-Kjeldahl의 질소 정량법, 조회분은 550℃의 직접회화법, 조지방의 함량은 Soxhlet 추출법, 조섬유의 함량은 H2SO4 - NaOH의 분해법, 탄수화물의 정량은 시료 전 중량을 100에서 수분, 조 회분, 조단백질, 조지방, 조단백 등의 중량을 뺀 값으로 계산하였다.

<Table 1> Formula of noodle manufactured with purple sweet potato powder

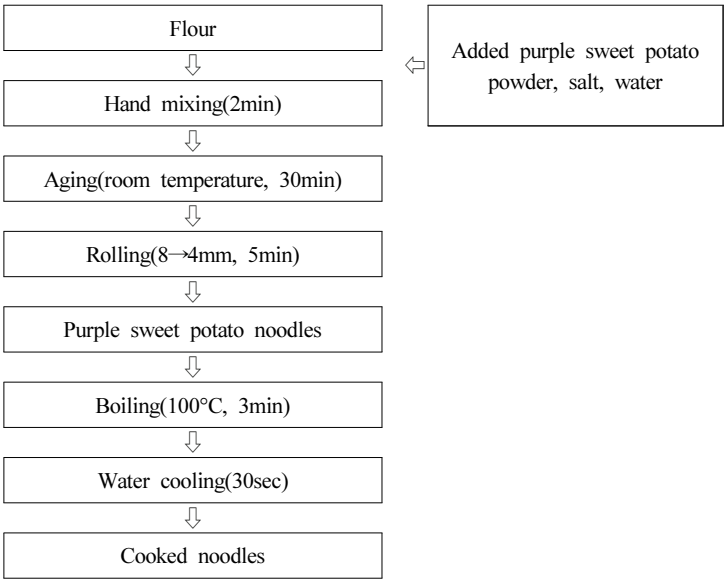
Ingredients	Control	2%	4%	6%	8%
Flour(g)	100	98	96	94	92
Purple sweet potato powder(g)	0	2	4	6	8
Water(mL)	40	40	40	40	40
Salt(g)	2	2	2	2	2



<Fig. 1> Procedures for preparation of purple sweet potato powder

(2) 안토시아닌 함량 측정

동결로 건조한 자색고구마 분말의 안토시아닌 함량을 알아보기 위해 시료 3 g을 취하여 90%



<Fig. 2> Procedures for preparation of raw noodle and cooked noodle with purple sweet potato powder

ethanol과 1M HCl를 85:15의 비율로 혼합한 추출용매를 가하여 충분히 추출한 후 4℃에서 1시간 동안 방치한 다음 원심분리(14,000 g, 15 min)하여 분리된 상등액을 취하여 spectrophotometer를 이용하여 545 nm파장에서 흡광도를 측정하고 안토시아닌 함량(mg /10 g)을 산출하였다.

총안토시아닌 함량(mg%)

$$= \text{O.D.} \times \frac{200}{W} \times 100 \times \frac{1}{65.1}$$

O.D. : 흡광도
W:샘플량 (g)
200:적용량
65.1:흡광계수

(3) DPPH 라디컬 소거 활성(radical scavenging activity)

동결로 건조한 자색고구마 분말의 항산화 작용을 알아보기 위해 시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical 소거 능력을 측정하기 위하여 전자공여능(Electron Donating Ability, EDA) 시험 방법으로 측정하였다. 즉 시험관에 3.5 mM DPPH 용액 3 mL과 시료를 0.3 mL을 혼합하여 실온(암실)에서 30분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하여 다음식에 대입하여 DPPH radical 소거활성을 계산하였다.

$$\text{EDA (\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

2) 자색고구마 분말을 첨가한 국수의 품질특성

(1) 무게 및 부피

국수의 중량은 국수 30 g을 100℃ 끓는 물 500 mL에서 3분간 조리한 다음 30초 동안 냉수에서 냉각시킨 후 2분 동안 채에 내려 물기를 뺀 무게로 5회 반복 측정 하여 평균값으로 나타내었다. 부피 측정은 중량측정과 같은 방법으로 국수를 전 처리한 다음 물기 제거 후 500 mL의 메스실린더에 증류수 300 mL를 채운 다음, 국수를 넣어 증가하는 물의 부피로 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(2) 수분 함량

국수의 수분함량은 AOAC(A.O.A.C 1990)방법으로 실시하였다. 즉 수분 정량은 상압가열건조법으로 정량하여 항량을 구한 다음 각 sample을 정확히 칭량하여 105℃에서 건조 된 항량을 구하여 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(3) 색도

자색고구마 가루의 첨가량을 달리한 조리면의 색도는 국수 30 g을 100℃ 끓는 물 500 mL에서 3분간 조리한 다음, 30초 동안 냉수에서 세척한 후 2분 동안 물기를 제거하고 높이 1.3 cm 직경 5 cm의 Petri-dish에 25 g을 평평하게 담아 Color meter(MINOLTA, Japen)를 사용하여 측정하였다. 이때 시료의 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 calibration plate는 L값 94.50, a값이 0.3032, b값이 0.3193이었다.

(4) DPPH 라디컬 소거 활성(radical scavenging activity)

자색고구마 분말 첨가량에 따라 제조한 국수의 항산화 작용을 알아보기 위해 각 시료의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical 소거 능력을 측정하기 위하여 전자공여능(Electron Donating Ability, EDA)방법으로 측정하였다. 즉 시험관에 3.5 mM DPPH 용액 3 mL와 시료를 0.3 mL을 혼합하여 실온(암실)에서 30분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

(5) 조리면의 Texture

조리면의 텍스쳐 측정은 국수 30 g을 100℃ 끓는 물 500 mL에서 3분간 삶은 후 흐르는 냉수에 30초간 냉각한 후 체에 건져 실온에서 2분간 방치한 후 측정에 사용하였다. 조리면을 약 4 mm 길

이로 자른 후 높이 1.3 cm, 직경 5 cm의 Petri dish에 25 g을 담아 평평하게 한 다음, cylinder probe (지름 12 mm)을 사용하여 각각의 시료들의 순서를 바꾸어 5회 측정하여 평균값을 계산하였다. 이로부터 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 씹힘성(chewiness), 부드러운 정도(softness)를 Texture Analyzer(TA-XT2,Stable Micro Systems Ltd., England) 사용하여 5회 반복 측정하였다.

(6) 관능검사

조리한 국수에 대한 기호도 검사는 색(color), 향(aroma), 맛(taste), 부드러운 정도(softness), 쫄깃한 정도(chewiness) 및 전반적 기호도(overall acceptance)의 6가지 항목에 대하여 세종대학교 관광대학원 호텔경영학과 학생 15명(남 7명, 여 8명, 평균연령 32.07±0.28세)을 대상으로 검사 1시간 전부터 생수외의 다른 식품의 섭취를 금하였으며 오전 11시부터 각 항목에 대해 15분 간격으로 관능검사를 실시하였고 투명 플라스틱 컵에 10 g씩 담아 제공하였다. 각 시료는 난수를 표기한 투명한 용기에 담아서 제시하였으며 중간에 입을 헹굴 수 있도록 상온의 생수(20±2℃)를 제공하였으며 9점 측정법을 사용하여 1은 매우 나쁘다, 3은 나쁘다, 5는 보통, 7은 좋다, 9는 매우 좋다로 평가 하였다.

(7) 통계

통계처리는 각 항목에 따른 실험결과를 SPSS 12.0 for Window를 사용하여 통계처리 하였으며 분석 방법으로 평균과 표준편차 및 분산분석(ANOVA)을 이용하여 5% 수준에서 Duncan의 다중범위 검정을 실시하여 유의적 차이를 검정하였다(Lee HS 2005).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 자색 고구마 분말의 이화학적 특성

1) 일반성분

본 실험에서 사용된 자색고구마 가루의 일반성분은 <Table 2>와 같다. 자색고구마 가루의 수분 함량은 3.0%, 조단백질은 함량은 4.4%, 조지방은 0.8%, 조 회분은 3.7%, 조섬유는 10.4%, 탄수화물 함량은 88.1%로 나타났다. 한편 유통되는 일반 생고구마의 일반성분 함량은 수분 70%, 단백질 1.5 g, 지방 0.3 g, 탄수화물 26.1 g, 식이섬유 3.9 g으로 보고 하였으며(고구마의 영양가, 농업진흥청 1999), 고구마 전분의 경우 수분 12%, 단백질 2.4 g, 지방 0.7 g, 탄수화물 79.2 g으로 보고하였다(Cho CR et al 2000). 이는 동결 건조한 자색고구마 가루가 일반 생고구마와 전분에 비해 단백질 함량과 조섬유를 포함한 식이섬유의 함유량이 우수 하였으며 조지방 함량도 비교적 낮은 것으로 나타났다. 또한 Park BH 등(2010)의 연구에서 밀가루의 일반성분은 수분이 12.7%, 조단백 8.7 g, 조지방 1.1 g, 조회분 0.6 g, 탄수화물 76.7 g으로 조단백은 밀가루가 높게 조지방은 자색고구마 가루가 낮게 나타났으며 탄수화물은 밀가루가 적게 나타났는데 이는 자색고구마의 전분이 탄수화물의 함량에 영향을 준 것으로 사료된다.

2) 안토시아닌 함량.

본 실험에서는 Spectrophotometer을 이용하여 545 nm 파장에서 흡광도를 이용하여 측정한 자

<Table 2> Proximate composition of purple sweet potato powder

Sample	Components(%)					
	Moisture	Carbo-hydrate	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	crude fiber
Purple sweet potato powder	3.0	88.1	4.4	0.8	3.7	10.4

<Table 3> Anthocyanin contents of DPPH radical scavenging activity of purple sweet potato powder

Sample	Anthocyanin contents (mg /100 g)	Electron Donating Ability (%)
Purple sweet potato powder	99.62	84.60

색고구마 분말의 안토시아닌 함량은 <Table 3>과 같이 99.62로 나타났다. 이는 Kim BR (2006)의 오디 젤리의 제품특성 연구에서 오디의 착즙액의 안토시아닌 함량이 26.50인 결과보다 자색고구마 가루의 안토시아닌 함량이 우수한 것으로 사료된다.

또한 Lee CY (2007)의 자색 옥수수 색소의 항산화 효과 연구에서는 자색옥수수의 안토시아닌 함량이 500 g당 종실 0.12, 포엽 77.20, 이삭에서는 17.10으로 보고하였는데 자색고구마 가루의 안토시아닌 함량이 가장 많은 함량을 보인 포엽보다 우수한 것으로 나타났다. 이에 따라 자색고구마의 안토시아닌은 천연 항산화 활성을 가진 천연색소로서 간 기능 개선과 혈압 상승 억제, 심혈관 질환 예방 등에 도움이 될 것으로 사료된다 (Kim SY & Ryu CH 1997).

3) DPPH 라디컬 소거 활성(radical scavenging activity)

본 실험에서 동결로 건조한 자색고구마 분말의 전자공여능 실험결과는 <Table 3>과 같으며 DPPH는 84.60으로 나타났다. 이는 Ko SH 등(2008)의 연구에서 석류즙의 DPPH는 76.94 였으며 석류농축액의 전자공여능은 86.94로 보고하였다. 또한 Choi SY 등(2006)의 연구에서 머루 농축액의 항산화 활성은 89.3으로 머루와인의 경우 70.8로 보고 하였는데 자색고구마 분말의 항산화 활성은 석류즙와 머루와인에 비해 우수한 것으로 나타났으며 자색고구마를 농축하거나 추출할 경우 석류와 머루 농축액 보다 더 우수한 항산화 활성을 나타낼 것으로 사료되며 천연 항산화제인 vitamin C와 비교할 경우 vitamin C 약 50 ug/mL 일때 DPPH radical에 대한 소거능력은 30.32%로 자색고구마가 다소 우수한 것으로 나타나 vitamin C 100~150 ㎍/mL 정도의 항산화능을 가지는 것으로 볼 수 있다. 또한 Bang JE (2009)의 연구에서 생면 제조 시 대조구인 중력 밀가루의 조리 전 국수의 항산화 활성도는 7.4였으며 조리후의 항산화 활성도는 6.1로 보고하였는데 본 연구의 동결건조한 자색고구마 가루가 일반 중력 밀가루보다 12배 정도의 우수한 항산화 활성도를 갖는 것으로 사료된다.

2. 자색고구마 분말을 첨가한 국수의 품질 특성

1) 중량 및 부피

자색고구마 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 국수의 조리전과 조리후의 중량과 부피의 측정값은 <Table 4>와 같다. 대조군과 모든 시료 2%, 4%, 6%, 8%를 첨가한 중량은 유의적 차이가 없

<Table 4> Cooking qualities of cooked noodles prepared with purple sweet potato powder

Samples[1)]		Control	2%	4%	6%	8%
Before cooked	Weight (g)	30	30	30	30	30
	Volume (ml)	20.00±1.13[NS)]	20.00±0.62	20.00±0.85	20.00±0.89	20.00±1.12
After cooked	Weight (g)	43.18±5.98[NS)]	42.65±5.25	41.92±3.91	42.23±4.54	42.32±3.44
	Volume (ml)	40.00±0.00[NS)]	37.50±3.27	37.75±3.53	40.00±5.13	38.50±1.06

1) Means±S.D.
NS) Mean scores within a raw followed by the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test. $p<0.05$

<Table 5> **Moisture content of cooked noodles added with purple sweet potato powder**

Purple sweet potato powder				
Control	2%	4%	6%	8%
34.00±1.10[NS)]	35.31±1.79	35.07±1.032	34.15±0.20	33.75±0.51[1)]

[1)] Means±S.D.
[NS)]Mean scores within a raw followed by the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test. $p<0.05$.

는 것으로 나타났으며 부피도 대조군과 비교하여 모든 시료가 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Lim YS 등(2003)의 보고에서는 대조군에 비해 조리면의 중량과 부피가 점차 줄어드는 경향을 나타내었는데, 이는 뿌리채소인 자색고구마와 과실인 구기자의 특성과 성질에 따라 차이가 나타난 것으로 사료된다.

2) 수분 함량

자색고구마 가루 함량을 달리하여 제조한 국수의 조리전의 수분을 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 대조군의 수분함량은 34.00%로 나타났으며 첨가량이 2%, 4% ,6%, 8%의 경우 각각 35.31, 35.07, 34.15, 33.75로 첨가량에 따라 약간 감소하였지만 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다.

3) 색도

자색고구마 가루의 첨가량을 달리하여 제조한 국수의 조리면의 색도를 측정한 결과는 <Table 6>과 같다. 자색고구마 분말 첨가량이 2%, 4%, 6%, 8% 증가 할수록 명도(L)값은 감소하였고 유의적 차이가 있었다. 적색도(a)의 경우는 대조군에 비해 자색고구마 가루 첨가량이 증가 할수록 현저히 증가하는 경향이 나타났으며, 황색도(b)는 대조군에 비해 감소하는 경향이 나타났고 유의적 차이를 확인할 수 있었다. a값의 경우 2% 첨가 시 현저히 증가하였으며 b값은 2% 첨가 시 현저한 감소를 보이는 것은 자색고구마 가루의 안토시아닌 색소가 영향을 준 것으로 사료된다(Cho CR et al 2000). 또한 열풍건조에 비해 동결건조가 색소농도가 높았으며 증숙 보다는 생고구마 건조 시 색소농도가 높은 것으로 보고 하였는데(Choi SY et al 2006), 이는 자색고구마 건조 시 온도에 따라 품질과 색의 안정성에 영향을 주는 것으로 사료되며 증숙 또한 온도와 관계됨으로 이에 영향을 준 것으로 사료된다. Lee YN 등(2000)의 복분자 분말을 첨가한 실험에서 적색도(a)의 값은 첨가량이 많아질수록 증가하였으나 명도(L), 황색도(b) 값은 모두 감소하였다는 결과와 일치하였다. 이로서 안토시아닌계의 재료를 첨가하면 색도의 측정값이 비슷한 경향을 보이며, 특히 적색도(a)에서 대조군보다 월등한 증가를 보이는 것으로 나타났다.

<Table 6> **Hunter's color values of cooked noodles with different contents of purple sweet potato powder**

Samples	Hunter's color value[2)]		
	L	a	b
Control	68.19±0.57[e]	−1.94±1.04[a]	13.70±0.28[e1)]
2%	49.19±2.07[d]	7.12±1.76[b]	1.77±1.53[d]
4%	38.89±0.73[c]	9.17±0.58[c]	-0.55±0.51[c]
6%	34.35±1.84[b]	10.65±1.73[d]	-1.27±0.66[b]
8%	31.89±1.90[a]	10.85±0.21[d]	-1.76±0.03[a]

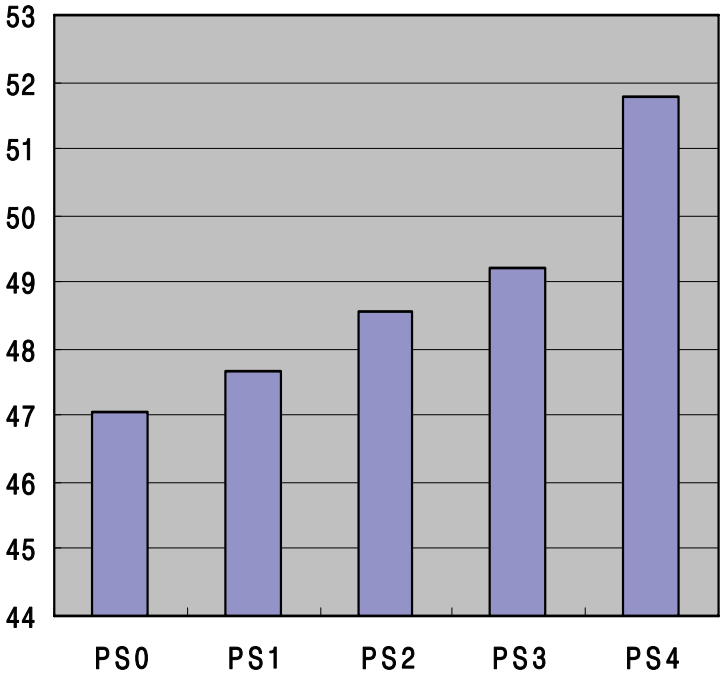
[1)] Means±S.D.
[2)] L: Lightness, a: redness, b: yellowness. Values with different superscripts within a column are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test. $p<0.05$
[a-d] Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test. $p<0.05$

4) DPPH 라디컬 소거 활성(radical scavenging activity)

본 실험에서 자색고구마 가루에 함유되어 있는 항산화 관련 물질인 안토시아닌의 항산화 활성 정도를 DPPH법으로 측정한 결과는 <Fig 3>과 같다. 대조군의 47.06와 47.65(2%), 48.58(4%), 49.22(6%), 51.78(8%)로 자색고구마 가루 첨가량의 증가할수록 항산화 활성이 점차 증가하였다. Kim WB(2005)의 찰흙미를 첨가한 식빵의 항산화성 연구에서 찰흙미의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 점차 증가하였다고 보고하였는데, 찰흙미의 항산화 활성도와 본 실험에서 자색고구마 가루의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성도가 높게 나타난 결과는 안토시아닌에서 비롯된 것으로 사료된다. 또한 Kang HA(2009)의 연구에서 Raspberry의 에탄올 추출물에 대한 DPPH 결과 1000(μg/mL)에서 53.31로 자색고구마 첨가군 8%보다 약간 높게 나타났으며 Ascorbic acid 250(μg/mL)에서 52.05로 자색고구마 첨가군 8%와 비슷하게 나타났다. 또한 Ko SH 등(2008)의 연구에 따르면 석류농축액 첨가량에 따른 석류편의 DPPH는 결과는 석류농축액 100% 첨가군이 60.31로 가장 높았으며 석류농축액 40% 첨가군에서 50.79로 자색고구마 8% 첨가군이 석류농축액 40% 첨가군보다 항산화 활성도가 우수한 것으로 사료된다.

5) Texture

조리한 국수의 텍스쳐 측정 결과는 <Table 7>과 같다. 견고성(hardness)은 대조군이 가장 높게 2%, 4% 첨가군이 높게 나타나는 경향으로 유의적 차이가 있었다. 응집성(cohesiveness)은 대조군과 첨가군 모두 비슷한 결과를 나타내어 유의적 차이가 없었다. 점착성(gumminess)은 대조군과 2%, 4%와 6%, 8%에서 서로 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 탄력성(springiness)은 대조군이 가장 높게 6% 첨가군 가장 낮게 나타나 2%, 4%,



<Fig. 3> The antioxidative activity by DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) of purple sweet potato noodles

8% 첨가군과 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 씹힘성(chewiness)은 대조군이 가장 높게 나타났으며 각 첨가군간의 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 위의 결과로 보아 응집성을 제외한 대조군과 각 첨가군간의 유의적 차이는 자색고구마 가루에 포함되어 있는 수지 성분인 얄라핀과 식이섬유 및 전분 등이 국수의 조직감에 영향을 준 것으로 사료된다(Kim SY & Ryu CH 1995).

또한 Nho JS(2012)의 슈퍼자미 첨가량을 달리하여 제조한 쌀 파스타 숙면의 연구에서 경도(hardness)는 대조군이 가장 높고 슈퍼자미의 첨가량이 증가함에 따라 낮게 나타나 유의적 차이를 보였으며 씹힘성(chewiness)의 경우 대조군이 가장 크고 첨가군이 증가함에 따라 유의적 차이를 보인 결과와 일치하는 것으로 쌀전분과 자색고구마 가루의 첨가량이 증가함에 따라 기계적 성질은 비슷한 유의적 차이를 보이는 것으로 사료된다. 한편 Kim CY 등(2011)의 연구에 따르면 경도(Hardness)에서 동결 건조 들깻잎 첨가량이 증가함에 따라 값이 증가하는 경향을 보여 본 연구와 상반된 결과를 보였는데 이는 자색고구마의 전분과 섬유소의 영향으로 국수의 수분 함수율이 높아졌고 동결 건조한 깻잎 분말의 수분 보수력에 따른 생면의 함수율이 감소하여 상반된 결과를 보인 것으로 사료된다. 탄력성(Springiness)은 동결 건조 들깻잎 분말의 첨가량이 증가 할수록 탄력성이 유의적으로 감소하는 경향을 보인 것과 비슷하게 나타났다.

6) 관능검사

자색고구마 가루의 첨가량에 따른 국수의 관능검사 결과는 <Table 8>와 같다. 검사 항목인 색, 향, 맛 및 부드러운 정도, 쫄깃한 정도, 전반적 기호도에서 시료간의 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 국수의 색에 관한 기호도는 6% 첨가군이 7.20 으로 가장 높게 나타났다. 2% 첨가군이 4.81, 대조군의 5.32에 비해 낮게 평가 되어 옅은 색의 국수는 기호도 평가에 부정적 영향을 주는 것으로 사료된다.

또한, 8% 첨가군이 6% 보다 낮게 평가되어 진한 색군 또한 국수 제조에 적합하지 않은 것으로 사료된다. 향미에서는 8% 첨가군이 6.12로 6% 첨가군 보다 낮게 평가되었는데 자색고구마 가루의 독특한 향미가 기호도에 부정적인 영향을 준 것으로 사료된다. 맛에 대한 평가에서 모든 첨가군이 유의적 차이가 나타났다. 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 대체로 높게 평가 되었으며 부드러운 정도 평가에서는 대조군, 2% 첨가군과 4%, 6%, 8% 첨가군간의 유의적 차이를 보였는데 자색고구마 전분의 점착성이 국수의 부드러운 정도에 영향을 준 것으로 사료된다. 쫄깃한 정도는 대조군과 2% 첨가군이 가장 낮은 점수를 6%, 8% 첨가군이 높게 평가 되었다.

전반적 기호도에서는 2% 첨가군이 3.95로 대조군 4.21보다 낮게 평가 되었고 8% 첨가군 또한 6% 보다 낮게 평가되었는데 색과 향미에 대한 평가가 전반적인 기호도에 큰 영향을 미친 것으로 사료된다. 이상의 결과 국수의 색, 향, 전반적인

<Table 7> Textural properties of cooked noodles added with purple sweet potato powder

Textural parameters	Samples[1)]				
	Control	2%	4%	6%	8%
Hardness(g)	305.14±1.28[c]	253.07±25.18[ab]	237.32±16.17[ab]	173.28±51.75[a]	234.27±25.18[a]
Cohesiveness(g)	0.43±1.25[a]	0.45±1.08[a]	0.45±0.18[a]	0.43±0.84[a]	0.44±0.25[a]
Springiness	4.45±0.16[b]	4.19±0.15[ab]	4.09±1.52[ab]	3.78±0.07[a]	4.13±0.07[ab]
Gumminess	135.06±27.32[b]	113.17±43.21[ab]	109.79±8.10[ab]	72.13±11.86[a]	75.09±14.20[a]
Chewiness(g)	594.79±177.18[c]	484.19±179.61[bc]	446.41±31.29[abc]	259.08±06.19[a]	304.36±81.71[ab]

1) Means±S.D.
a-d Mean scores within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test. $p<0.05$.

기호도에서 긍정적으로 평가된 6% 첨가군이 국수 제조 시 가장 적합한 비율로 사료된다.

Nho JS(2012)의 슈퍼자미 분말을 첨가한 쌀 파스타의 기호도 분석 결과는 향미에서 대조군이 가장 낮은 평가를 보였는데, 본 연구의 향미에서 대조군의 가장 낮은 평가를 보인 것과 일치하였으며 자색 고구마 8% 첨가군이 6% 첨가군 보다 평가에서 낮게 나타난 것은 첨가군을 많이 첨가할 경우 향미에 부정적인 영향을 주는 것으로 사료된다. 맛(taste)의 평가에서 가장 낮은 기호도는 대조군으로 본 연구의 맛에 대한 평가에서 대조군의 가장 낮은 결과와 일치하였으며 첨가군이 증가 할수록 높은 경향을 보인 것과 비슷한 결과로 나타났다. 한편 Kim CY 등(2011)의 연구에 따르면 향은 7% 첨가 시 가장 낮게 색은 1%와 7% 첨가 시 가장 낮게 나타났고 맛(Taste)은 7% 첨가가 가장 낮게 나타났는데, 본 연구와 유사한 경향으로 첨가군을 7~8% 이상 첨가하면 향과 맛에서 낮게 평가되었고 색의 평가에서는 옅거나 진한 색군은 기호도에서 낮게 평가되는 경향으로 나타났다.

Ⅳ. 결론 및 요약

본 연구는 안토시아닌의 함유량이 높아 항산화 작용에 효과가 있는 것으로 알려진 자색고구마를 활용 하고자 동결 건조한 분말을 첨가하여 국수 제조 시 최적의 비율을 제시하고자 하였다. 자색 고구마 가루의 조섬유는 10.4%로 다른 품종의 고구마에 비해 많은 식이섬유를 함유하였으며 안토시아닌 함량은 99.62, 항산화 활성도는 94.60로 우수한 것으로 나타났다.

국수의 품질적 특성에서는 조리전·후의 중량과 부피의 변화율 및 수분함량은 유의적 차이가 없었다. 색도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가할수록 명도(L)값은 대조군에 비해 점차 감소하는 경향이 나타났고 적색도(a)는 첨가량이 증가할수록 확연히 증가하였으며 황색도(b)의 경우 첨가량이 증가함에 따라 감소하여 소량의 자색고구마 가루로서 적색도와 황색도에 영향을 주는 것으로 사료된다. 국수의 항산화 활성도는 자색고구마 가루의 첨가량이 증가함에 따라 대조군(47.06), 47.65(2%), 48.58(4%), 49.22(6%), 51.78(8%)로 항산화 활성이 점차 증가하는 것으로 나타났다.

조리한 국수의 견고성(hardness)과 응집성(cohesiveness)은 첨가량이 증가 할수록 감소하는 경향을 보였으며 탄력성(springiness)과 점착성(gumminess)은 각 첨가군에서 유의적 차이가 나타났으며 씹힘성은 첨가량이 증가 할수록 점차 감소하였다. 탄력성과 점착성 및 씹힘성의 경우 6% 첨가군에서 측정값이 가장 낮게 나타났는데 이는 자색고구마 가루 자체에 함유된 전분 및 섬유소가 국수의 특성에 영향을 준 것으로 사료되며 추후 자색고구마 가루의 첨가량을 증가시켜 살펴봄으로서 연구를 보완할 필요가 있는 것으로 사료된다. 관능적 품질 평가에서는 색, 향미, 전반적 기호도에서 6% 첨가군이 가장 우수하게 나타났다.

<Table 8> Sensory evaluation of cooked noodles added with purple sweet potato powder

Sensory	Samples[1)]				
	Control	2%	4%	6%	8%
Color	5.32±0.92[ab]	4.81±0.17[a]	5.41±2.19[ab]	7.20±1.28[c]	5.79±1.68[b]
Aroma	4.17±5.14[a]	4.58±0.18[a]	5.71±0.27[b]	6.93±0.26[c]	6.12±0.13[bc]
Taste	3.16±0.93[a]	4.87±0.93[b]	5.40±1.53[b]	7.32±0.43[c]	5.27±3.37[b]
Softness	4.67±0.62[a]	4.70±3.14[a]	5.92±0.17[b]	6.19±2.06[b]	6.01±0.07[b]
Chewiness	4.25±5.04[a]	4.48±7.03[a]	5.71±0.10[b]	7.61±1.09[c]	6.87±0.98[c]
Overall acceptance	4.21±0.03[a]	3.95±0.47[a]	5.42±2.01[b]	7.03±2.32[c]	6.29±1.8[bc]

1) Means±S.D.
a-d mean in a low by different superscripts are significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test. $p<0.05$.

이상의 결과 자색고구마 분말은 안토시아닌 함량과 항산화 활성도에서 우수한 것으로 나타나 유용한 천연색소로서 관능검사와 품질특성에서 긍정적으로 평가된 6% 첨가군이 가장 적합한 비율로 사료되며, 색상과 기능성 및 기호도를 향상시켜주는 자색고구마의 안토시아닌 색소의 활용도를 높일 수 있는 다양한 기능성 식품관련 연구와 개발이 지속적으로 이루어져야할 것이다.

한글 초록

본 연구는 동결로 건조한 자색고구마 가루를 첨가하여 국수를 제조하고 안토시아닌 함량과 항산화 활성도 및 품질특성을 검토하여 국수 제조 시 최적의 비율을 연구하고자 하였다. 색도는 자색고구마 분말 첨가량이 증가 할수록 명도(L)와 황색도(b)는 대조군에 비해 점차 감소하는 경향이 나타났고 적색도(a)는 첨가량이 증가 할수록 확연히 증가하였다. 안토시아닌 함량은 99.62, 항산화 활성도는 94.60로 비교적 우수한 것으로 나타났다. 조리한 국수의 기계적 성질은 견고성, 응집성 및 씹힘성은 첨가량이 증가 할수록 감소하는 경향을 보였으며 탄력성과 점착성에서 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 관능적 품질 평가에서는 색, 향미, 맛과 씹힘성 및 전반적 기호도에서 6% 첨가군이 가장 높게 평가되었으며 안토시아닌 함량과 DPPH 라디컬 소거 활성에서 우수한 결과로 나타나 품질 특성과 관능검사에서 긍정적으로 평가된 6% 첨가군이 국수 제조 시 가장 알맞은 첨가 비율로 사료된다.

참고문헌

농업진흥청, 국립식량과학원 작물정보센터 (1999). 고구마의 영양가. 12-17.

최남순, 한귀정, 신선영 (1997). 자색고구마의 식품 가공 적성 연구. 농촌진흥청 농촌생활연구소, 133.

크리스토프 나이트하르트 (2007). 누들, 세계의 식탁을 점령한 음식의 문화사(박계수 역). 서울:시공사, 253-282.

石毛直道 (2000). 문화 면류학(윤서석 역). 서울:신광출판사, 200-211.

A.O.A.C(Association of Official Analytical Chemists)(1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analysis Chemist, Washington DC. USA.

Bang JE (2009). Antioxidative Activity of Heracleum moellendorffii Hance Extracts and Quality Characteristics of Heracleum moellendorffii Hance Raw Noodle. Sookmyung Women's University, 42-43, Seoul.

Cho CR, Rhim JW, Park YK (2000). Physicochemical Properties of Purple Fleshed Sweet Potato Starch. *Korean J Food Nut,* 29(1): 1-5.

Choi SY, Cho HS, Kim J, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ (2006). Physicochemical Analysis and Antioxidative Effects of Wild Grape (Vitis coignetiea)Juice and Its Wine. *Korean J Food Nut,* 19(3): 311-317.

Ha KY, Shin JY (1999). Characteristics of Noodle Made with Composite Flours of Perilla and Wheat. *Korean J Food Sci Technol,* 28(60): 1256-1259.

Hawng JH, Jang MS (2001). Effect of paprika(*Capsicun annuun L*)juice acceptability and quality of wet noodle(I). *Korean J Soc. Food Cookery. Sci,* 17(3): 373-379.

Imbert MP, seaforth CE, Williams DB (1966). Antocyanin pigment of the sweet potato. *Ipomoen batatas*. *J Am Hort. Sc.i,* 88(1) : 481-492

Kang HA (2009). Determination of Biological Activities of Korean Berries and their Anthocyanin Identification. Gyeongsang National University, 100-101, Gyeongnam.

Kim CY, Choi SH, Kim JS (2011). Qality Characteristics of Fresh Noodles With Perilla-Leaves. *Korean J Culinary Res,* 18(20): 182-196.

Kim HR, Hong IS, Choi ES, Han GJ, Kim TY, Kim SB, Chun HK (2005). Properties of Wet noodle changed by the addition of *Sanghwang* mushroom *(Phellinus Linteus)* powder and extract. *Korean J Food Sci Technol,* 37(4): 579-583.

Kim JG, Shim JY (2006) Quality Characteristics of Wheat Flour Noodle Added with Onion Powder. *Korean J Food Sci. Technol,* 10(4): 269-274.

Kim MR (2005). Sensory Characteristics of Korean Wheat Noodles With Pine pollen and Antioxid-ant activities of Pine pollen Extracts. *Korean J Food Sci. Technol,* 21(5): 717-724.

Kim SJ, Rhim JW (1997). Concentration of Pigment Extracted from Purple Sweet Potato by nanofiltration. *Korean J Food Sci. Technol,* 29(3): 492-496.

Kim SY, Ryu CH (1995). Studies on the Nutritional Components of Purple Sweet Potato (Ipomoea batatas) *Korean J Food Sci Technol,* 27(5): 819-825.

Kim SY, Ryu CH (1997) Effect of Certain Additives on Bread Making Quality of Wheat Purple Sweet Potato Flours. *Korean J Food Sci. Technol,* 13(4): 492-499.

Kim WB (2005). Effects of black glutinous rice flour and green tea powder on the anti-oxidative properties and bread making quality characteristics. Hannam University, 45-48, Chungnam.

Kim YS (1998). Effects of Poria cocos powder on wet noodle qualities. *Agri. Chem Biot-echnol,* 41(7): 539-544.

Ko SH, Park JH, Yoo SS (2008). Quality Characteristics of Seockryu-pyun Added Pomegranate Juice and Pomegranate Concentrate. *Korean J Food Sci Technol,* 24(5): 722-728.

Lee CY (2007). Antioxidant effect of anthocyanins from purple corn (Zeamays L.) and it sapplication to food. Kangwon University, 23-24, Kangwon.

Lee HS (2005). SPSS 12.0 Manual. Bubmunsa, Seoul, 165-306.

Lee JW, Lee HH and Rhim JW (2000) Shelf life extension of white rice cake and wet noodl by the treatment with chitosan, *Korean J Food Sci. Technol,* 32(4): 828-833.

Lee LS, Rhim JW, Kim, SJ, Chung BC (1996.) Study on the Stability of Anthocyanin Pigment Extracted from Purple Sweet Potato. *Korean J Food Sci. Technol*. 28(2): 352-359.

Lee Y, Lim NY, Lee, KH (2000). A study on the preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing arrowroot starch. *Korean J Soc. Food Sci,* 16(6): 681-688.

Lee YN, Kim YS. and Song GS (2000). Quality of dry noodle prepared with wheat flour and immature Rubus coreanus (Bogbunja) powder composites. *J Korean Soc. Agric. Cgem. Biotechnol,* 43(4): 271-276.

Lim YS, Cha WJ, Lee SK, Kim YJ (2003). Quality Characteristics of Wet Noodle with Lycii fructus Powder. *Korean J Food Sci Technol,* 35(1): 77-83.

Nho JS (2012) A Study on the Optimization of Fresh PastaNoodle with Addition of Superjami Powder. Kyung Hee University, 40-41, Seoul.

Park BH Jeon ER, Kim SD, Choi HS (2010) Quality Characteristics of Dried Noodle Added with Lotus Leaf Powder. *Korean J Food Culture,* 25(2): 225-231.

Park SI, Cho EJ (2004) Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J Food Nutr,* 17(2): 120-127.

Rhim, JW, Lee, JW, Jo, JS, Yeo, KM (2001). Pilot Plant Scale Extraction and Concentra-tion of Purple Fleshed Sweet Potato Anthocyanin Pigment. *Korean J Food Sci. Technol,* 33(6): 808-811.

Shin JY, Ryu IH, Seo JH, Lee KS (2008) The Inhibitory Effect of Purple Sweet Potato Extracts on the ACE (Angiotensin Converting Enzyme). *J Life. sci & Nat. Res,* 30(2): 35-44.

Shin SY (1989). Studies on Quality of Noodle Products as Added pumpkin powder. Korea University, 5-7, Seoul.

Tsukui A, Kuwano K and Mitamura. (1983.) Anto-cyanin pigment isolated from purple root of sweet potato. *Kaisegaku Zasshi,* 34(1): 153-159.

Yoon SS (1991) History of cultural noodles in Korean. *Korean J. Food Culture,* 6(1): 85-87.

2012년 08월 01일 접 수
2012년 09월 13일 1차 논문수정
2012년 10월 08일 2차 논문수정
2012년 10월 15일 3차 논문수정
2012년 10월 25일 게 재 확 정