

## 고구마 품종별 품질 특성 및 항산화성

송진\*<sup>†</sup> · 정미남\*\* · 김정태\* · 지희연\* · 손종록\*

\*작물과학원, \*\*농촌진흥청

## Quality Characteristics and Antioxidative Activities in Various Cultivars of Sweet Potato

Jin Song\*<sup>†</sup>, Mi-Nam Chung\*\*, Jung-Tae Kim\*, Hee-Youn Chi\*, and Jong-Rok Son\*

\*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

\*\*Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the characteristics of quality and antioxidant with various sweet potato(SP) varieties. The differences of skin color between general and colored SP was not significant. The flesh color of steamed SP was the lower than flesh of raw SP, and especially steamed purple SP(5.24) was lower than flesh SP(22.0). In physical characteristics, the hardness of raw SP showed the low values and the springness, gumness and hardness among steamed SP varieties was not significant. The total phenol content(TPC) of purple, yellow-fleshed and general SP had 13.1, 6.22 and 3.02 mg/g, respectively. In DPPH, the purple-fleshed SP had the highest free radical scavenging. Also, shingunmi(88.5%), Saengmi(80.9%) and Shinchunmi(78.9%) show the high antioxidant activities. The redness of SP was positively correlated with TPC in raw and steamed. However, the yellowness of flesh SP was negatively correlated with DPPH.

**Keywords:** Sweet potato, characteristics of quality, Phenol, DPPH

*Ipomoea batatas*는 1763년 우리나라에 도입된 이래 식량이 부족할 때는 지하부인 괴근이 식량 또는 보조식량으로 이용되어져 왔고, 경제성장이 이루어진 이후 다양해진 식생활의 변화와 더불어 고구마의 재배면적 및 수요는 감소되어져 왔다. 그러나 90년대 이후 식생활 수준이 향상되면서 기능성 건강 식품에 대한 소비자의 욕구증대와 함께 고구마의 베타카로틴 및 식이섬유 등 기능성이 알려지면서 건강 식품으로 고구마가 새로이 인식되었다.

고구마에 관한 가공 식품 관련 기존의 연구내용을 살펴보면 1960년대에는 고구마의 이화학적 성분이나 저장 중 변화 등에

관한 연구가 진행되었고, 1990년대에는 고구마의 이용도 증진을 위한 고구마 통조림이나 칩, 유동식 등 고구마 제품에 대한 연구가 있었다. 한편 고구마의 육종 방향이 식미와 저장성을 높이면서 크기와 모양은 중간크기 이상의 방추형에서, 소형이며 둥글며 분질인 식용 일반 고구마를 비롯하여 피색은 황색보다는 홍색이나 자색인 유색고구마 등 다양한 품질특성을 지닌 품종의 개발로 나아가고 있음에 따라 최근에는 새로 품종 육성된 가공용 및 유색 고구마 등에 관한 연구가 보고되고 있다.

고구마 괴근의 영양가는 수분을 제외한 대부분이 에너지 공급원인 탄수화물의 함량이 가장 많고, 특히  $\beta$ -carotene과 각종 무기물과 비타민 및 식이섬유의 함량이 다른 작물과 비교해 볼때 손색이 없는 작물이고, 고구마 잎과 잎자루는 채소로서의 이용가치가 높아 오래전부터 요리의 재료로 사용되어지고 있다. 고구마를 과육색에 의해 구분하면 일반 고구마와 자색 및 주황색을 띤 유색고구마로 나누며 이들 유색의 색소 성분은 다양한 페놀성 물질을 함유하고 있고 이러한 페놀성 물질은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고, 짙은 맛, 쓴맛과 같은 고유한 맛에 관계하며 항산화성, 항균성, 항암성 등의 생리활성을 갖는 것으로 확인되고 있다. 한편 유색 고구마의 색에 관한 연구는 많이 진행되어져 왔으며 특히 자색고구마의 색은 수용성 antocyanin로서 Yukihiro 등(1997)에 의해 두가지 색소 물질이 동정된바 있고, 임 등(1997)은 주된 색소 성분으로 peonidin-3-diglucoside-5-glucoside와 peonidin-3-diglucoside-5-glucoside with caffeic acid and ferulic acid를 분리 동정하여 보고하였다. 한편 glucose와 citric acid는 안토시아닌 색소 안정성에 기여하나 ascorbic acid와 금속이온은 색소안정성을 저해한다고 알려져 있다.

본 연구는 다양한 고구마의 품종 및 계통 32개 시료를 대상으로 고구마가 지니고 있는 색과 물성 등 외관특성 및 총페놀함량과 전자공여능 등 항산화 활성에 대해 조사한 결과를

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6789 (E-mail) songjin@rda.go.kr

Table 1. List of samples tested.

Sample No.	Varieties	Sample No.	Varieties	Sample No.	Varieties
1	Yulmi	12	Shinyulmi	23	Mokpo 56
2	Jinhongmi	13	Saengmi	24	Muan 16
3	Shinchunmi	14	Chinmi	25	Muan 17
4	Hayanmi	15	Hongmi	26	Zami
5	Gunmi	16	Mokpo 44	27	Shinzami
6	Younmi	17	Mokpo 47	28	Shinwangmi
7	Shingunmi	18	Mokpo 49	29	Juhwangmi
8	Biomi	19	Mokpo 50	30	Happymi
9	Healthymi	20	Mokpo 51	31	Mokpo 57
10	Gogeonmi	21	Mokpo 52	32	Muan 18
11	Jeungmi	22	Mokpo 54		

고구마 육종 및 이용에 대한 기초 자료로 활용하고자 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 시험재료

본 실험에 사용된 고구마는 2004년에 작물과학원 목포시험장에서 율미를 비롯한 일반고구마 및 자미 등 유색고구마를 포함한 총 32개 품종 및 계통을 재배 생산하여 시험에 사용하였다(표 1).

### 시료의 색과 물성

실험을 위한 시료의 전처리로서 수확된 고구마는 흐르는 물로 수회 세척 후 물기를 제거한 생 고구마와 증기를 이용하여 40분간 쪄 고구마를 이용하였다. 색은 색차계(Model CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 고구마 과피와 과육 및 쪄고구마의 과육 색을 측정하여 Hunter's value로 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)의 값을 사용하였으며 물성은 고구마 중간부위를 1cm 두께로 절단하여 그 중심 부위를 Texture Analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro System, U.K.)를 사용하여 측정하였다. 이때, 사용한 생고구마와 쪄고구마의 probe의 직경은 각각 2, 10 mm를 이용하였고, strain은 각각 60%와 80%로 하여 생고구마의 경도(kg/φ 2 mm)와 쪄고구마의 탄성, 감성, 응집성, 부착성, 경도(g/φ 10 mm)와 씹힘성을 조사하였다.

### 고구마의 항산화성

고구마의 항산화성을 측정하기 위해 고구마의 식용 부위를 동결 건조 후 분쇄된 시료를 80% 메탄올로 24시간 추출하고 여과한 액을 다시 동결건조하여 얻은 추출물을 시료로 사용하여 총 페놀함량과 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)를 이용한 free radical 소거능 활성을 측정하였다. 즉 총 페놀함량은 추출물의 1/25 희석액을 사용하여 Folin-Denis 방법

(AOAC.1995)으로 측정하였고, free radical 소거능 활성은 김등(2000)의 방법에 따라 각 1% 시료액의 DPPH에 대한 전자공여 효과로 시료액의 환원력을 측정하였다.

### 통계처리

고구마 과피 및 과육의 외관특성과 메탄올 추출물로 항산화력을 조사한 각 실험은 모두 3반복으로 실험되었고 각 분석결과에 대한 통계분석은 SAS프로그램(V8)을 이용하여 Duncan의 다중범위검정( $p < 0.05$ ) 및 상관관계 분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 고구마의 색

32품종 및 계통 고구마의 부위별 및 처리별 색은 표2와 같다. 생 고구마 과피의 색은 일반 고구마와 유색 고구마간 별다른 차이가 없었고, 일반 고구마의 과피 색 측정 결과는 명도(L)와 황색도(b)가 각각 50.3과 15.4로 유색 고구마의 명도 44.7~47.6과 황색도 10.9~14.1에 비해 다소 높았다. 과육의 색 측정 결과 명도는 일반 고구마와 황색 고구마가 84.5와 70.2로 높았고 자색 고구마는 28.4였으나 적색도(a)는 일반고구마의 1.63에 비해 자색 및 황색고구마는 각각 22.0과 28.9로 높은 값을 나타냈고, 황색도는 황색, 일반 및 자색 고구마가 각각 42.0, 27.7 및 -3.35 순으로 나타났다. 일반 고구마 25개의 품종 중 생미와 목포54호는 적색도가 12.5와 32.6으로 높았으며, 목포54호는 황색도도 44.8로 높은 값을 지니고 있었다. 한편 같은 품종의 고구마를 증기로 쪄서 과육의 색을 측정한 결과 명도와 적색도는 모두 낮아졌고, 특히 자색고구마의 적색도는 22.0에서 5.24로 크게 낮아졌으나 품종 및 계통에 관계없이 황색도는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

### 고구마의 물성

32품종 및 계통 고구마의 경도와 쪄고구마의 물성을 측정한 결과는 표 3과 같다. 고구마의 경도는 자색고구마, 일반고구마

**Table 2.** Hunter's values (L, a, b) of skin and flesh in raw and steamed sweat potato.

Sample No.	Treatment Part	Raw						Steamed		
		Skin			Flesh			Flesh		
		L*	a	b	L	a	b	L	a	b
1		51.0	11.4	14.1	88.8	-2.05	23.7	69.6	-5.79	27.3
2		49.0	11.4	13.5	87.7	-0.10	21.7	60.0	-4.04	20.3
3		48.1	10.8	12.2	84.4	-0.56	26.4	76.6	-4.54	24.9
4		47.1	11.6	12.1	85.3	-0.73	21.5	73.9	-3.58	15.7
5		51.9	8.8	16.1	87.9	-2.26	25.4	55.7	-6.19	20.7
6		50.8	10.4	17.8	84.8	2.26	26.9	56.2	-2.79	21.2
7		53.3	11.1	12.7	83.7	-0.06	27.0	68.5	-4.77	29.2
8		52.0	11.4	15.1	87.2	-2.17	17.6	39.4	-4.34	7.6
9		45.3	14.7	10.3	87.4	-1.44	25.0	63.1	-5.82	24.9
10		48.7	9.9	13.7	83.6	-0.36	25.3	72.1	-4.40	20.6
11		45.7	10.1	9.5	86.09	0.89	38.9	57.5	-4.47	34.8
12		43.7	11.6	10.5	85.8	0.51	39.0	74.4	-5.79	43.9
13	General	53.4	11.3	23.1	73.2	12.49	33.5	57.1	4.87	43.0
14		58.0	9.9	23.2	81.3	8.43	28.0	43.6	0.15	28.6
15		57.1	8.8	21.7	87.0	-1.44	22.1	39.5	-4.64	11.8
16		50.4	10.8	18.2	83.8	3.28	27.9	43.1	-2.44	23.7
17		55.0	9.6	20.9	84.6	-1.88	26.9	61.7	-6.68	22.8
18		46.3	9.4	13.0	85.3	0.93	38.9	52.7	-6.36	33.7
19		49.6	9.6	15.2	84.8	-0.49	31.6	73.7	-5.25	35.6
20		50.5	10.9	15.7	86.1	-0.89	31.6	65.2	-8.09	34.6
21		45.8	8.3	14.7	84.1	-1.36	29.0	57.7	-5.94	29.8
22		55.5	11.9	23.5	68.2	32.63	44.8	51.3	25.99	46.7
23		46.4	13.4	13.9	89.5	-2.16	20.3	49.9	-6.07	16.0
24		52.3	13.5	10.7	83.8	-1.10	21.5	54.5	-3.73	18.0
25		51.3	10.1	13.0	88.1	-1.60	17.9	48.8	-4.20	16.0
Mean		50.3a**	10.8a	15.4a	84.5a	1.63b	27.7b	58.6a	-3.16b	26.0b
26	Purple	44.7	6.8	10.4	27.9	22.0	-1.75	18.2	5.47	-4.95
27		44.7	7.4	11.4	28.8	22.0	-4.94	17.7	5.01	-1.88
Mean		44.7b	7.1b	10.9a	28.4c	22.0a	-3.35c	17.9b	5.24b	-3.42c
28		46.4	13.0	10.9	71.4	26.1	41.8	+49.8	15.1	43.8
29		45.6	12.5	10.2	72.2	29.2	40.2	50.6	19.1	43.4
30	Yellow	54.1	9.7	24.2	69.2	27.1	38.5	50.4	18.9	43.1
31		46.4	13.2	11.8	67.4	33.1	48.0	47.0	18.3	41.9
32		45.4	9.26	13.3	70.7	29.1	41.4	47.0	18.6	42.2
Mean		47.6ab	11.5a	14.1a	70.2b	28.9a	42.0a	49.0a	18.0a	42.9a

\*L(Lightness), a(redness), b(yellowness)

\*\*Means in a column of the same treatment with different are significantly different at based on Duncan (p<0.05)

및 황색고구마가 각각 1995, 1961 및 1029 kg/φ 2 mm 으로 황색고구마의 경도 값이 낮았으며 일반고구마와 자색고구마의 평균값은 비슷했으나 일반고구마 중 연미를 비롯한 4품종은 2500 kg/φ 2 mm 이상의 단단한 경도를 지니고 있었다. 한편 찐고구마의 검성은 자색고구마가 429.4로 높았고, 일반 및 황색고구마가 각 191.3과 148.8의 순이었고 씹힘성은 반대로 자색고구마 품종이 -406.0로 가장 낮았으며, 황색고구마가 -106.4 였다. 고구마의 물성은 색에 의한 그룹간 차이보다는 품종 및

계통간 차이가 더 큰 것으로 실험결과 알 수 있었으며 신 등은(1987) 가열 후 물성의 차이가 있는 분질과 점질의 두 품종의 고구마로 실험한 결과 고구마를 완전히 소화시켰을 경우 경도의 차이를 보지 못했다고 하였다.

**고구마의 항산화성**

고구마 품종별 메탄올 추출물의 항산화 정도는 그림 1과 표 4와 같다. 총페놀성분의 함량은 자색고구마>황색고구마>일반고

Table 3. Physical properties of raw and steamed sweet potatoes.

Sample No.	Treatment	Raw			Steamed	
		Hardness (kg/φ 2 mm)	Gumness	Adhesiveness	Hardness (g/φ 10 mm)	Chewiness
	1	1898	83.9	-96.1	393.2	54.19
	2	2343	263.2	-410.9	761.6	239.6
	3	2397	263.1	-354.7	779.5	230.8
	4	2229	66.8	-32.9	568.3	39.3
	5	2506	564.1	-328.1	2991.6	528.5
	6	2848	332.7	-180.4	1163.5	297.1
	7	2541	338.2	-169.9	1645.6	260.7
	8	1451	242.7	-279.9	862.8	228.2
	9	2258	116.8	-200.7	386.8	97.3
	10	2177	301.0	-284.6	1264.2	265.7
	11	2268	138.7	-66.1	743.8	123.1
	12	2066	70.7	-109.0	469.5	44.0
General	13	1648	135.8	-205.8	372.1	130.7
	14	1367	100.4	-202.3	286.4	92.6
	15	1424	172.8	-308.3	456.0	166.0
	16	1442	100.9	-154.6	366.7	79.8
	17	2516	446.5	-235.2	2247.9	398.9
	18	1581	82.4	-232.2	222.5	58.4
	19	1509	125.4	-175.6	524.1	103.8
	20	1620	169.4	-292.9	540.4	141.3
	21	1769	299.5	-428.6	844.3	290.0
	22	1328	34.0	-23.7	144.6	21.6
	23	2032	75.3	-195.3	209.4	62.25
	24	1479	141.7	-229.9	425.1	116.2
	25	2319	214.8	-283.2	633.6	206.9
	Mean	1961a**	191.3b	-222.7a	759.0a	168.2b
Purple	26	1912	347.7	-526.2	1084.7	393.32
	27	2078	511.1	-285.9	2112.6	483.21
	Mean	1995a	429.4a	-406.0b	1598.6a	444.7a
	28	999	34.64	-36.0	129.0	25.08
	29	816	208.3	-164.8	891.7	190.87
Yellow	30	992	213.1	-55.6	1311.1	184.67
	31	1180	123.2	-98.9	531.4	105.12
	32	1159	164.6	-176.4	505.7	152.95
	Mean	1029b	148.8b	-106.4a	673.8a	131.7b

\*Means in a column of the same treatment with different are significantly different at based on Duncan ( $p < 0.05$ )

구마의 순으로 평균 각 13.1, 6.22 및 3.02 mg/g씩이 함유되어 있어 자색고구마인 자미와 신자미가 높은 함량을 지니고 있었고, 황색고구마 중에서는 해피미가 8.80 mg/g으로 가장 높았으며, 일반고구마 중에서도 목포54호와 생미와 같이 적색도가 높았던 품종과 신건미는 6.22, 7.35 및 5.03 mg/g의 페놀성분이 함유되어 있었다(그림 1, 표 4).

고구마 메탄올 추출물의 DPPH에 의한 전자소거능 또한 총 페놀성분의 함량과 유사한 결과를 나타내어 자색고구마에서 황색 및 일반고구마의 전자소거능보다 2.5배 정도 높은 것으로

나타났다. 자미와 신자미의 자색고구마 두품종은 모두 약 85% 정도로 높은 항산화력을 지니는 것으로 나타났으나 황색고구마의 5품종에서는 57.1~21.8%로 품종별로 차이가 컸으며, 일반고구마 또한 신건미, 생미와 신천미는 각각 88.5, 80.9, 78.9%의 큰 전자소거능을 지니고 있어 항산화력이 있는 고구마 품종으로의 선발 가능성이 있었다.

이러한 결과는 이 등(1999)과 Huang 등(2005)이 자색고구마에서의 전자소거능이 흰색이나 황색 등 기타 다른 색을 띄는 과육의 고구마에서보다 높은 값을 지녔다고 보고한 결과와

같다. 이와 같이 자색고구마>황색고구마>일반고구마의 순으로 전자소거능이 높게 나타난 이유는 자색고구마에 들어있는 anthocyanin과 황색고구마의  $\beta$ -carotene 등의 색소와 페놀 물질 등이 DPPH 전자 공여자로서 주요 물질로 작용했으리라 생각된다. 한편 Huang 등(2005)은 6가지 다른 품종의 고구마를 재료로 항산화활성을 조사하여 생고구마보다 찐고구마의 총페놀함량과 전자소거능이 약 2~5배 높은 것으로 보고하였는데 그 이유로 찐고구마의 경우 생고구마보다 증자되는 동안 세포 조직이 손상을 받아 항산화물질의 추출이 보다 많았을 것이라

고 설명하고 있다.

표 5는 생고구마와 찐고구마의 과피 및 과육의 색과 총페놀 성분 및 DPPH 전자소거능과의 상관관계를 분석한 결과이다. 색과 총페놀성분 함량과의 상관관계에서는 생고구마와 찐고구마 모두 과육의 적색도와 고도의 정의 상관을 지니고 있는 것을 알 수 있었고, 색과 DPPH 전자소거능과의 관계에서는 생고구마의 황색도가 5%유의수준에서 부의 상관이 있었으나 찐고구마의 과육 등에서는 상관관계를 찾을 수 없었다.

적 요

율미, 자미, 주황미 등 작물과학원 목포시험장에서 2004년에 재배된 32 품종 및 계통을 시료로 색과 물성 등 외관특성과 메탄올 추출물의 총페놀함량과 전자공여능 등 항산화 활성에 관해 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 고구마 과피의 색은 일반 고구마와 유색 고구마간 큰 차이가 없었고 일반 고구마의 명도와 황색도가 유색고구마에 비해 다소 높았다. 생고구마와 찐고구마로 처리를 달리하여 과육을 색을 측정 하였을때 찌기 전에 비해 적색도는 모두 낮아졌고, 특히 자색고구마는 22.0에서 5.24로 크게 낮아졌으나, 황색도는 시료의 품종에 관계없이 변화가 없었다.
2. 생고구마의 경도는 황색고구마의 경도 값이 낮았으며, 일반고구마 중 연미 등 4품종은 2500 kg/φ 2 mm 이상의 단단한 경도를 지니고 있었다. 찐고구마의 물성 측정 결과, 탄성, 감성 및 경도는 그룹간 통계적으로 유의성있는 차이를 보이지 않았고 모두 자색고구마>일반고구마>황색고구마의 순이었다.
3. 고구마의 총페놀성분은 자색고구마>황색고구마>일반고구마의 순으로 평균 각 13.1, 6.22 및 3.02 mg/g씩 함유되어 있었고, DPPH에 의한 전자소거능 또한 유사한 결과를 나타내어 자색고구마에서 황색 및 일반고구마보다 2.5배 정도 높은 것으로 나타났다. 특히 일반 고구마 품종 중 신건미, 생미와 신천미는 각각 88.5, 80.9, 78.9%의 큰 전자소거능을 지니고 있어 항산화력이 있는 고구마 품종으로의 선발 가능성이 있었다.
4. 색과 총페놀성분 함량과의 상관관계는 생고구마와 찐고구마 모두 과육의 적색도와 고도의 정 상관을 지니며, 색과 DPPH 전자소거능과의 관계에서는 생고구마의 황색도가 5% 유의수준에서 부의 상관이 있었다.

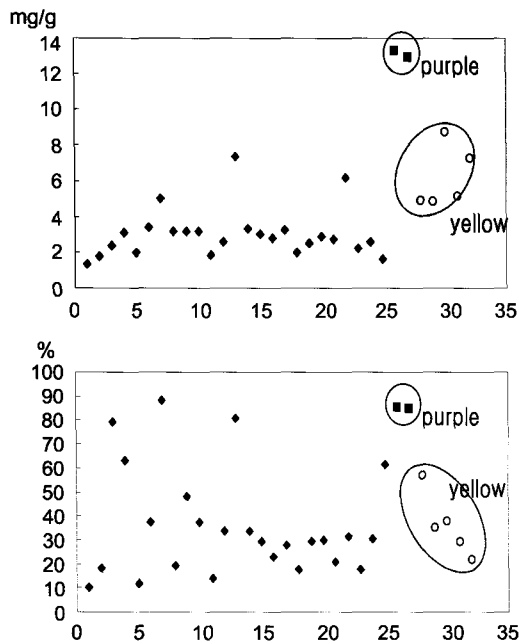


Fig 1. Total phenol content(up) and Scavenging activity(down) sweet potatoes.

Table 4. Total phenol content and scavenging activity sweet potatoes.

Cultivars	Total phenolics (mg/g)	Inhibition (%)
General	3.02c*	35.7b
Purple	13.11a	85.2a
Yellow	6.22b	36.3b

\*Means in a column of the same treatment with different are significantly different at based on Duncan (p<0.05)

Table 5. Correlation coefficients among antioxidant activity and color difference(Hunter's value) of skin and flesh in raw and steamed sweat potatoes.

Parts	Tretments	Raw						Steamed		
		Skin			Flesh			Flesh		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
Antioxidant activity	Total phenolics	-0.154	-0.389*	-0.947***	0.060	0.705***	-0.319	-0.656***	0.582***	-0.174
	Inhibition	-0.087	-0.126	-0.533**	-0.135	0.208	-0.399*	-0.147	0.124	-0.243

\*, \*\*, \*\*\*Significant at p<0.05, 0.01 and 0.001, respectively

## 인용문헌

- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Edition. 1995. Vol. II. Ch.26 p. 16-17.
- Huang Yu Ching, Chang Yung Ho, Shao Yi Yuan. 2005. Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. Food Chemistry.
- Jun Seok Kum. 1994. Physico-chemical properties of whole sweetpotatoes on precooking and frozen storage. Agricultural Chem. and Biotechnology. 37(2) : 77-84.
- Yukihiro Goda, Takashige Shimizu, Yoshiaki Kato, Mikio Nakamura, Tamio Maitani, Takashi Yamada, Norihiko Terahara and Masaatu Yamaguchi, 1997. Two acylated anthocyanins from purple sweet potato. Phytochemistry. 44(1) : 183-186.
- 농촌진흥청 작물과학원 목포시험장. 고구마 생산과 이용. 2002.
- 김선재, 임종환, 정순택, 안영섭, 오용비. 1997. 황색고구마의 carotenoid 색소 함량. 한국식품과학회지. 29(2) : 218-222.
- 김현구, 권영주, 김공환, 정윤화. 2000. 마이크로웨이브 추출조건에 따른 심속부쟁이 추출물의 총 폴리페놀 함량 및 전자공여 작용 변화. 한국식품과학회지. 32(5) : 1022-1028.
- 자색고구마로부터 천연식용색소의 추출 및 색소의 이용성에 관한 연구. 목포대학교. 1997년. 2차년도완결보고서.
- 손영구, 황종진, 김선립, 허한순, 정병춘. 1998. 밤고구마 통조림 제품개발에 관한 연구. 식량작물논문집. 40(2) : 220-225.
- 신말식, 안승요. 분질과 점질 고구마의 텍스처 특성. 1987. 한국농화학회지. 30(4) : 315-322.
- 이향희, 강성국, 임종환. 1999. 고구마의 품종별 항산화성과 항미생물 특성. 한국식품과학회지. 31(4) : 1090-1095.
- 최차란, 임종환, 박양균. 2000. 자색고구마 전분의 이화학적 특성. 한국식품영양과학회지. 29(1) : 1-5.
- 한국식품개발연구원. 1999. 고구마를 이용한 식사대용 유동식 제품 개발. 연구보고서.