

품종별 국내산 토란 분말의 영양성분 및 이화학적 특성

문지혜 · 김로사 · 최희돈 · 김윤숙*
한국식품연구원

Nutrient Composition and Physicochemical Properties of Korean Taro Flours According to Cultivars

Ji-Hye Moon, Rosa Kim, Hee-Don Choi, and Yoon-Sook Kim*
Korea Food Research Institute

Abstract Three varieties of taro flours (*Altoran*, *Josaengjong*, and *Jaeraejong*) were analyzed to evaluate their nutrient composition and physicochemical properties. Moisture contents of the three taro cultivars varied from 5.74-10.30%. Among the three cultivars, *Altoran* flour had higher protein and fat contents than other cultivars. There were 17 kinds of amino acids in the three taro flours. The major fatty acids in the three taro flours were linoleic acid (46.5-51.4%), palmitic acid (21.7-25.8%), and oleic acid (12.3-18.7%), and two thirds of the total fatty acids were unsaturated fatty acids. Potassium, phosphorus, magnesium, and calcium were the most plentiful minerals in the three taro flours, and the free sugars were glucose, fructose, and sucrose. The total dietary fiber contents of the three taro flours ranged from 12.97 to 17.60%. From these results, *Altoran* contained a high level of dietary fiber, minerals, essential amino acids, and free sugars. *Jaeraejong* showed the highest water absorption index. The water soluble index of *Altoran* was higher than that of the other cultivars. From the differential scanning calorimeter results, the gelatinization temperatures of the three taro flours were 84.98-89.91°C. The pasting temperature of the three taro flours was from 46.77 to 49.30°C by rapid visco-analyzer. Among these varieties, *Josaengjong* had the highest peak viscosity and final viscosity, whereas *Altoran* had the lowest. These taro cultivars are expected to be potential material for application in taro processed foods, due to their gelatination and pasting properties.

Key words: taro flour, nutrient composition, physicochemical property

서 론

토란은 *Araceae*과 다년생 초본으로서 열대 및 온대지방에서 널리 재배되며, 전세계적으로 100속, 1,500품종이 분포하고 있다(1). 식용 가능한 토란은 *Colocasia*와 *Xanthosoma* 속이 있으며 *C. esculenta*종이 가장 잘 알려져 있다(2). 토란은 구근류 중 칼로리가 가장 낮으며(3), 주성분은 70-83%의 수분을 제외하면 전분으로, *dextrin*과 *sucrose* 등이 들어 있어 고유의 단맛을 내고, 끈적 끈적한 점질물 성분으로 *galactan*이 있다(4). 감자류 중에서는 비교적 단백질이 많이 함유되어 있고 필수아미노산과 식이섬유소가 풍부하다. 또한 칼륨과 인, 칼슘 등의 무기질과 비타민 C가 풍부하여 영양면으로 이용 가치가 높은 구황작물이다(5). 토란의 녹말은 입자가 작기 때문에 가루 낸 것으로 음식을 만들어 먹으면 소화가 매우 잘되는 것으로 알려져 있으며(2,4), 변비를 치료, 예방해 주는 완화효과가 있다고 알려져 있다.

우리나라에서 과거 식량이 부족했던 때는 토란을 많이 심었고 괴경을 저장하였다가 이용하였으나 6·25 이후에는 토란의 잎자

루재배 위주로 바뀌어 생채로 또는 건조시켜 국거리용으로 이용되었다. 최근에는 주로 토란탕, 토란빙, 토란단자 및 토란 김치 등으로 이용되고 있으나(4), 현재 우리나라에서 토란의 주 소비 형태는 생과 형태이며 가정에서 간단히 조리 후 섭취하는 형태의 가공 제품화에 대한 기술연구가 미비한 상태이다.

토란의 현재 국내 생산은 약 2,000톤 정도로 추정되나 우리나라에서는 수확시기가 제한되어 있고 저장기간이 짧으며 교잡실생에 의한 신품종성립은 곤란하고 품종분화 및 육종사업은 이루어지지 않고 있다(2,6). 일본에서는 토란을 식용부위에 따라 모구용, 종구용 또는 겸용품종으로 구분하나 우리나라에서는 이용부위에 따른 품종 분류가 명확하게 구분되어 있지 않고 있다(6). 일반적으로 토란은 가공시 수분함량이 많고 점질물질이 있어서 가공하는데 어려움이 많으며, 장기간 저장이 불가능하기 때문에 수확 후 전처리 및 저장성이 문제로 대두 되고 있다(1). 토란 가공의 가장 보편적인 방법은 건조하여 분말화하는 것으로 건조방법은 동결건조법, 열풍건조법, 천일 건조법 등이 사용될 수 있다(2). 토란 전분 입자는 불규칙하고 매우 작은 입자구조로 구성되어 있으며(7), 이를 섭취할 경우 소화력이 우수한 특징이 있어 환자식, 노인식 등에 적용이 매우 기대되는 작물이다. 또한 토란은 간단한 전처리 과정을 통하여 분말화 하여 제빵, 제면, 전식 등 가공 제품 제조를 위한 중간 소재 및 토란 전분의 점질성을 이용한 첨가제로 활용될 수 있을 것으로 기대된다(2). 현재 토란에 관련된 연구는 토란전분의 특성(4,7), 토란분말의 페이스트 가공적성(8) 및 영양성분 분석(5,9), 토란의 저장성 및 PPO의 활성억제(1,10)

*Corresponding author: Yoon-Sook Kim, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9281
Fax: 82-31-780-9281
E-mail:kimyus@kfri.re.kr
Received May 26, 2010; revised July 12, 2010;
accepted July 23, 2010

에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있다.

그러나 아직까지는 국내산 토란 품종에 대한 영양성분과 가공 적성에 대한 기초자료는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 국내산 토란 품종인 알토란, 조생종, 재래종 토란분말의 영양성분과 이 화학적 특성을 분석하여 토란의 이용성 증대 연구를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용된 토란은 품종별로 알토란, 조생종 및 재래종 토란으로 2008년 전라남도 구례군에서 재배하여 수확한 것을 재료로 사용하였다.

토란분말의 제조

품종별 토란의 껍질을 제거하고 얇게 slice하여 동결건조한 후 mixer를 이용하여 분쇄하였으며, 분쇄한 토란 분말을 60 mesh의 체를 통과시켜 균일한 입자를 가지는 토란분말을 제조하였고 이를 밀봉하여 4°C에 보관하면서 시료로 사용하였다.

일반성분

토란의 품종별 일반성분은 AOAC법(11)에 따라 수분함량은 105°C에서 상압 가열 건조법을 이용하여 분석하였고, 조단백질은 Micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 정량하였다.

아미노산 조성

토란분말에 6N HCl 용액을 가하고 질소가스를 충전한 후 110°C에서 24시간 가수분해하고 감압 농축시켰다. 이를 0.45 µm membrane filter로 여과하고 여액 중 일부를 취해 유도제 시약 methanol:triethylamine:water:phenyl isothiocyanate(PITC) (7:1:1:1, v/v) 혼합용액을 첨가하여 유도체화한 다음 이를 감압 건조하였다. 건조물을 용해하여 pico-tag 방법에 따라 HPLC로 분석하였다(12). 이때의 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.

지방산

지방산 분석은 품종별 토란분말을 *n*-hexane으로 추출하여 얻은 지질 200 mg을 0.5 N NaOH(in methanol) 5 mL을 가하여 가수분해 시킨 후 BF₃ 촉매 하에 methyl ester를 만들어 GC(HP5890, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다(13).

무기질

토란분말을 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(14). 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 무기질 검출과장은 Ca: 393.37, Mg: 279.55, Na: 588.99, K: 766.49, P: 213.62, Fe: 238.20 nm였다.

유리당

토란분말 1g과 80% 에탄올 40 mL을 혼합한 후 80°C의 shaking incubator에서 100 rpm의 속도로 shaking하여 유리당을 추출시켰다. 이를 여과하여 10,000×g에서 20분 동안 원심분리한 후 상등액을 취해 0.45 µm membrane filter로 여과시켜 HPLC로 분석하였다(15). 이때의 분석조건은 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 detector를 사용하여 분석하였다.

전분, 식이섬유 및 Vit C 함량 측정

총 전분 함량은 McCleary 등(16)의 방법에 따라 total starch assay kit(Megazyme International Ireland Ltd., Bray, Ireland)를 사용하여 측정하였다. 식이섬유 함량은 Prosky 등(17)의 방법에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 측정하였다. 토란 분말의 비타민 C의 함량은 DNP 법(18)에 의해 측정하였다.

수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

WAI(Water Absorption Index)값과 WSI(Water Solubility Index) 값은 Lim 등(19)의 방법으로 측정하였다. 토란 분말 1g에 증류수 30 mL를 잘 혼합하여 25°C에서 1분간 mixing한 후 17,888×g에서 15분간 원심분리하였다. 상등액은 미리 무게를 구한 수분정량 수기에서 건조하여 고형분량을 WSI로 측정하였으며, 침전물의 무게를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{수분흡수지수(WAI)} = \frac{\text{침전물의 양}}{\text{시료량(건물)}}$$

$$\text{수분용해지수(WAI, \%)} = \frac{\text{상등액고형분량}}{\text{시료량}} \times 100$$

DSC

토란분말의 열역학적 특성은 시차주사열량계(DSC7, Perkin-Elmer Co., Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다(20). 토란분말과 증류수를 1:2의 비율로 가수하여 aluminum pan에 넣고 밀봉하여 시료에 수분확산을 위하여 1시간 동안 실온에서 방치한 후 사용하였다. 이때 온도는 30°C에서 130°C까지 10°C/min의 속도로 가온시켰으며, reference는 빈 시료팬을 사용하였다. 이로부터 얻은 DSC thermogram으로부터 엔탈피를 구하였고, 호화개시온도(T_o: onset temperature)와 피크온도(T_p: peak temperature)를 분석하였다.

RVA

토란 전분의 pasting 특성은 Rapid visco-analyzer(RVA-3D, Newport Sci., Warriewood, Australia)를 사용하여 측정하였다(21). 알루미늄 용기에 토란분말을 12%(w/w) 농도가 되도록 칭량하고 이에 가수하여 30 mL로 정용하고 플라스틱 회전축을 이용하여 충분히 교반시킨 시료를 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(pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(through viscosity), 최종점도(final viscosity)를 각각 산출하였다.

색도

색도는 색도계(Color QUEST II, Hunter Associates Laboratory Inc. Reston, VA, USA)를 이용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness/greenness), 황색도(b, yellowness/blueness)로 나타내었다.

통계처리

실험 데이터는 SAS 통계 프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석을 행하였으며 ANOVA 분석 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다. 모든 항목은 2-3회 반복 실험하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

본 실험에서 사용된 품종별 토란분말의 일반성분을 측정된 결과는 Table 1과 같았다. 토란분말의 수분함량은 알토란이 5.74%로 가장 낮게 나타났으며 조생종과 재래종의 수분함량은 각각 10.16과 10.30%로 알토란에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 조단백 함량은 알토란과 재래종이 각각 11.41과 11.48%로 조생종에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 조지방 함량은 알토란이 2.30%로 조생종과 재래종에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 세 품종의 토란 중에서 조생종은 조단백 및 조지방 함량이 가장 적은 것으로 분석되었다. Huang 등(9)은 두 종류의 토란(Lehua, Bun-long)을 분석한 실험에서 Bun-long 토란의 수분함량이 65.80%로 Lehua 토란보다 낮았으며 조단백질은 높은 결과를 나타내었다고 보고하였다. 또한 Njintang 등(8)은 토란 품종간에 비교분석에서 중간 조단백과 조지방 함량의 차이를 나타내어 품종별 토란의 조단백과 조지방 함량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 회분 함량은 재래종이 6.92%로 가장 높았으며 조생종이 4.70%로 가장 낮게 나타났다. 토란의 일반성분에 대해 식품성분표(3)는 수분 83.2%, 조단백 2.5%, 조지방이 0.2%, 또한 Kim 등(4)의 연구 결과에서 토란의 수분이 75.83%, 조단백이 1.25%, 조지방이 0.21%의 결과를 나타낸 바 있다. 본 실험에서 사용한 세 품종의 토란 중에서 알토란과 재래종의 경우 이들의 연구결과에 비해 조단백이 4배 이상의 높은 것으로 나타났으며 조지방의 경우에도 세 품종 모두 이들보다 높은 것으로 나타나 단백질과 지방 함량이 우수한 것으로 사료된다.

아미노산 조성

토란의 품종별 아미노산 조성을 비교한 결과는 Table 2와 같았다. 토란으로부터 총 17종의 아미노산이 검출되었으며 총 아미노산 함량은 알토란이 9,992.3 mg%로 가장 풍부하게 함유하였으며, 조생종 토란이 6,928.9 mg%로 가장 적게 함유하고 있었다. 3종의 토란 모두 aspartic acid와 glutamic acid가 차지하는 비율이

높았으며 전체 아미노산 함량의 약 30%를 차지하였다. Kim 등(4)은 토란을 동결건조 하여 얻은 분말에 대하여 아미노산 함량을 분석한 결과, aspartic acid와 glutamic acid가 주요 아미노산인 것과 유사한 경향을 나타내었으나 본 연구에서 분석한 세 품종의 토란의 아미노산 함량과는 큰 차이를 나타내었다. 그러나 Jeong과 Jeong(1)은 저장 초기 박피토란의 총 아미노산 함량이 6,338.0 mg/100 g 수준이며 그 중 aspartic acid와 glutamic acid가 각각 1,084.8 mg%와 691.8 mg%이었다고 보고하여 본 연구에서 사용한 조생종 토란과 비슷한 결과를 보고하였으나 알토란과 재래종 토란에서의 함량 보다는 적은 수준이었다. 그들은 valine을 전혀 함유하지 않았다고 보고하였으나 본 연구에서 사용한 세 품종의 토란은 386.8-571.1 mg%로 함유하고 있었다. 필수아미노산인 phenylalanine과 leucine 등이 비교적 높게 나타난 반면, histidine과 threonine, methionine의 함량이 3종류의 품종 모두 적게 함유되어 있었다. Kim 등(4)은 토란은 다른 식물성 단백질과 마찬가지로 histidine, threonine 및 methionine의 함량은 매우 낮아 토란의 제한 아미노산으로 나타났다고 보고한 바 있다. 필수아미노산은 알토란이 3,789.4 mg%로 총 아미노산의 38%로 차지할 정도로 높게 나타났으며 조생종과 재래종은 각각 2,538.7과 3,020.0 mg%로 알토란의 필수아미노산의 함량이 높아 영양면에서 우수한 풍부한 품종으로 사료된다.

지방산 조성

품종별 토란의 지방산 조성은 Table 3에서 나타낸 바와 같이, 주된 지방산은 linoleic acid (46.5-51.4%), palmitic acid(21.7-25.8%) 및 oleic acid(12.3-18.7%)이었으며 불포화 지방산이 포화 지방산보다 상대적으로 많이 함유되어 있었다. 품종별로 지방산 조성과 양에는 큰 차이를 보이지 않았으며 조생종의 경우 linoleic acid가 51.4%로 매우 높은 수준으로 함유하고 있었다. Kim과 Kim(2)이 토란의 주된 지방산은 linoleic acid(45.0%), palmitic acid(22.7%), oleic acid(6.8%), linolenic acid(7.3%)라고 보고한 것과 유사한 경향을 나타내었으며 본 연구에서 사용한 토란 3종은 oleic acid 함량이 이들에 비하여 2배 이상 높은 것으로 나타났다.

Table 2. Amino acid composition of taro flour according to cultivars (% dry basis)

	Altoran	Josaengjong	Jaeraejong
Aspartic acid	1,609.7	1,274.1	1,632.8
Serine	780.0	470.8	505.9
Glutamic acid	1,241.2	816.0	1,080.8
Glycine	568.9	288.3	522.1
Histidine	189.9	137.4	169.9
Threonine	433.1	327.7	363.8
Arginine	579.2	422.9	749.4
Alanine	413.0	334.0	372.6
Proline	416.4	307.9	398.8
Cystein	173.2	175.5	72.0
Tyrosine	421.3	300.7	295.3
Valine	571.1	386.8	468.5
Methionine	66.3	47.4	51.7
Lysine	489.2	343.9	396.9
Isoleucine	358.1	249.4	332.4
Leucine	1,045.3	571.6	690.7
Phenylalanine	636.4	474.5	546.1
Total	9,992.3	6,928.9	8,649.7

Table 1. Proximate composition of taro flour according to cultivars (% dry basis)

	Altoran	Josaengjong	Jaeraejong
Moisture	5.74±0.04 ^{1)(b2)}	10.16±0.02 ^a	10.30±0.18 ^a
Crude protein	11.41±0.04 ^a	8.54±0.06 ^b	11.48±0.09 ^a
Crude lipid	2.30±0.08 ^a	0.96±0.01 ^b	0.99±0.04 ^b
Ash	5.85±0.01 ^b	4.70±0.01 ^c	6.92±0.01 ^a

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

Table 3. Fatty acid composition of taro flour according to cultivars (% lipid 100g)

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Palmitic acid (16:0)	21.7	25.2	25.8
Stearic acid (18:0)	4.3	2.5	2.8
Oleic acid (18:1)	18.7	12.3	15.5
Linoleic acid (18:2)	46.5	51.4	48.3
Linolenic acid (18:3)	8.8	8.6	7.6
Total	100.0	100.0	100.0

Table 4. Mineral composition of taro flour according to cultivars (mg%, dry basis)

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Ca	90.64±2.67 ^{1)(b2)}	59.73±0.04 ^c	161.21±1.12 ^a
Fe	7.60±0.31 ^a	5.76±0.11 ^b	5.75±0.01 ^b
Na	16.77±1.22 ^b	15.76±0.93 ^b	39.41±2.17 ^a
Mg	127.75±7.18 ^a	92.70±0.61 ^b	125.79±1.38 ^a
P	223.50±12.42 ^b	215.77±4.73 ^b	778.61±9.72 ^a
K	2,432.22±15.68 ^{ab}	2,132.40±4.81 ^b	2,783.32±202.18 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD (n=2)

²⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$)

무기질 조성

품종별 토란분말의 무기질 함량은 Table 4와 같았다. 알토란, 조생종, 재래종 세 품종 모두 칼륨, 인, 마그네슘, 칼슘을 많이 함유하고 있었으며 그 중에서도 토란에 가장 풍부하게 존재하는 무기질은 칼륨으로, 알토란과 조생종의 칼륨함량은 전체 무기질 함량에 대해 약 84%정도를 함유하고 있었다. 인은 재래종이 778.61±9.72 mg%를 함유하여 알토란과 조생종이 각각 223.50±12.42 mg%와 215.77±4.73 mg%인 것에 비해 3배 높은 함량을 보였다. 마그네슘은 알토란과 재래종이 각각 127.75±7.18 mg%와 125.79±1.38 mg%로 나타났다. 재래종은 칼슘이 161.21±1.12 mg%, 나트륨이 39.41±2.17 mg%로 3종중 가장 높은 함량을 보였으며 철은 가장 소량 존재하는 무기질로 알토란이 7.60±0.31 mg%로 가장 높았다. Maga (5)는 생토란에서 가장 함량이 높은 무기질은 칼륨으로 591 mg%를 차지하였으며 철은 가장 소량으로 존재하는 무기질로 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보고하였다. 또한 토란의 무기질 조성은 토양의 조성이나 품종간의 차이를 많이 받는다고 보고하였다. Moy 등(22)의 분석결과에서는 토란의 동결건조 분말에서 나트륨의 함량이 가장 높았으며 그 다음으로 인의 함량이 높은 결과를 보여 본 실험결과와 다소 차이가 있었다.

유리당 함량

품종별 토란분말의 유리당 함량을 측정한 결과(Table 5), 토란의 주요 당 성분은 glucose, fructose 및 sucrose이었으며 그 중 sucrose의 함량이 가장 많았다. Sucrose의 경우 토란에서 많은 양을 차지하나 대부분의 근채류에서 전분-sucrose의 전환이 수확 후 중요한 대사로, 전환정도는 저장조건에 따라 달라진다. 알토란의 경우, fructose는 1.28±0.01%, glucose가 1.05±0.09%, sucrose가 2.36±0.01%로 다른 품종에 비해 높은 유리당 함량을 나타낸 반면, 재래종은 fructose는 0.73±0.07%, glucose는 0.51±0.04%로 가장 낮은 유리당 함량을 나타냈다. Jeong과 Jeong(1)은 토란의 유리당 함량이 sucrose가 1.07%로 glucose, fructose는 각각 0.27과

Table 5. Free sugar composition of taro flour according to cultivars (% dry basis)

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Fructose	1.28±0.01 ^{1)(a2)}	1.12±0.06 ^a	0.73±0.07 ^b
Glucose	1.05±0.09 ^a	0.94±0.01 ^a	0.51±0.04 ^b
Sucrose	2.36±0.01 ^a	1.68±0.13 ^b	2.09±0.15 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD (n=2)

²⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$)

Table 6. Total starch, dietary fiber and vitamin C composition of taro flour according to cultivars

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Total starch (% dry basis)	49.48±0.56 ^{1)(b2)}	56.04±0.38 ^a	49.46±0.14 ^b
Dietary fiber (% dry basis)	17.60±0.06 ^a	12.97±0.36 ^c	14.28±0.01 ^b
Vitamin C (mg%, dry basis)	30.55±0.07 ^a	31.61±5.67 ^a	39.49±0.95 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD (n=3)

²⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different ($p<0.05$)

0.23%로 본 실험에서 사용한 품종이 약간 높은 수치를 나타내었다. 또한 Huang 등(9)의 결과에서 Bun-long 토란의 sucrose 함량이 2.00%로 이는 재래종 토란과 유사한 값을 나타냈다.

Kim과 Kim(2)의 연구결과에서는 sucrose함량이 4.25%로 높은 함량을 나타내었고 fructose와 glucose는 알토란, 조생종 및 재래종 품종에 비해 적게 함유하였으며 raffinose도 포함하는 것으로 보고되어 토란의 유리당 함량은 품종에 따라 영향을 받는 것으로 판단된다.

전분, 식이섬유 및 비타민 C함량

토란의 품종별 전분, 식이섬유 및 비타민 C함량을 비교한 결과는 Table 6과 같았다. 전분함량은 조생종 토란이 56.04%로, 알토란과 재래종이 약 49%정도인 것에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. Jane 등(7)의 결과에서 5종류의 토란분말의 전분함량은 73.60-76.10%로 높게 나타났으며 옥수수분말이 75%인 것과 유사하게 나타났다는 보고와는 다소 차이가 있었다. 식이섬유 함량은 알토란이 17.60%로 다른 두 품종에 비해 높았으며 조생종이 12.97%로 가장 적게 나타났다. Hwang 등(23)은 토란의 식이섬유함량을 15.51%(dry basis)로 보고하여 본 실험의 결과와 유사하게 나타났으며 감자와 고구마의 식이섬유 함량이 각각 5.72와 8.78%인 것에 비해 토란의 식이섬유 함량이 월등히 높은 것을 알 수 있었다. 토란분말의 비타민 C 함량은 알토란은 30.55 mg%(fresh weight 기준으로 5.41 mg%), 조생종이 31.61 mg%(fresh weight 기준으로 6.74 mg%) 및 재래종이 39.49 mg%(fresh weight 기준으로 6.72 mg%)를 함유하고 있었다. Bradbury와 Singh(24)은 HPLC를 통해 4가지 품종의 토란의 비타민 C함량을 측정한 결과, 13.6-16.9 mg%(fresh weight)의 결과를 보였으며, Jeong과 Jeong(1)도 박피토란의 저장 초기 비타민 C 함량은 12.35 mg%의 결과로 나타내었다. 본 실험에서 사용한 품종별 토란 분말의 비타민 C함량을 fresh weight으로 환산하여 비교한 결과 다소 낮은 결과를 보였는데 이는 분말로 가공하는 과정에 의한 손실로 판단된다.

Table 7. Water absorption index and water solubility index of taro flour according to cultivars

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Water absorption index (WAI)	2.72±0.01 ^{1) b2)}	2.40±0.05 ^b	4.12±0.28 ^a
Water solubility index (WSI, %)	31.05±0.47 ^a	21.18±0.25 ^b	20.88±0.42 ^b

¹⁾Each value represents mean±SD (n=3)

²⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different (*p*<0.05)

Table 8. DSC characteristics of taro flour according to cultivars

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
T _o ¹⁾ (°C)	89.04±0.95 ^{4) a5)}	89.91±0.07 ^a	84.98±0.52 ^b
T _p ²⁾ (°C)	93.75±0.76 ^a	93.40±1.64 ^a	90.60±1.08 ^a
ΔH ³⁾ (J/g)	7.59±0.88 ^a	7.06±1.97 ^a	10.28±3.00 ^a

¹⁾T_o: onset temperature

²⁾T_p: peak temperature

³⁾ΔH: enthalpy

⁴⁾Each value represents mean±SD (n=3)

⁵⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different (*p*<0.05)

수분 흡수지수 및 용해지수

품종별 토란분말의 수분흡수지수와 수분용해지수는 Table 7에 나타내었다. 일반적으로 선식이나 breakfast cereal 등은 주스나 우유 등을 첨가해서 먹기 때문에 이러한 점에서 분말의 수분흡수지수와 용해지수는 중요한 가공적성 요인으로 알려져 있다(25). 수분 흡수지수는 재래종 토란분말이 4.12±0.28로 상당히 높았으며, 이것은 전분 입자내의 비결정성 부분에 영향을 받아 전분입자의 비결정성 부분이 많거나 전분입자의 치밀도가 낮으면 수분흡수도가 큰 것으로 알려져 있다(19). 알토란과 조생종 토란분말의 경우 수분흡수지수는 유의적 차이를 나타내지 않았다.

수분용해지수는 알토란 분말이 31.05%로 가장 높은 수치를 나타내었으며 조생종과 재래종 분말은 각각 21.18과 20.88%로 큰 차이를 나타내지 않았다. Njintang 등(8)은 실험에 사용한 토란 분말의 수분흡수능력이 2.70-3.74 g/g로 보고하여 알토란과 조생종 토란분말의 결과와 유사하였으나 재래종 품종은 이보다 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 수분용해지수는 18.55-25.64%라고 보고하여 본 연구에서 사용된 알토란 분말의 수분용해지수가 이보다 높게 나타났다.

DSC

DSC를 이용하여 측정된 토란분말의 열역학적 특성으로(Table 8), 세 시료 모두 일정한 엔탈피를 갖는 1개의 흡열반응 곡선을

나타내었다. 품종에 따른 토란분말의 호화개시온도(T_o)는 알토란 분말의 경우 89.04°C, 조생종 토란분말은 89.91°C로 두 품종간의 차이는 없었으나 재래종 토란분말은 84.98°C로 호화가 시작되는 온도가 다른 품종에 비해 낮게 나타났다. 호화최대온도(T_p)의 경우 알토란과 조생종 품종은 각각 93.75와 93.40°C로 큰 차이를 보이지 않았으나 재래종 토란의 경우 90.60°C로 낮은 호화온도를 나타내어 호화개시온도에서와 유사한 경향을 나타내었다. 엔탈피의 크기는 입자 내 전분분자의 질서정도를 반영하는데 호화엔탈피는 알토란이 7.59 J/g, 조생종이 7.06 J/g인 것에 비해 재래종은 10.28 J/g로 높게 나타나 재래종의 경우 전분 입자가 호화되는데 저항을 더 가지며, 전분구조를 무정형으로 하는데 많은 에너지가 필요함을 나타내었다. Kim과 Kim(2)은 DSC 분석에서 토란가루의 호화개시온도가 60-90°C이었다고 보고한 것과는 유사하게 나타났으나 토란가루의 호화엔탈피가 78.82-139.90 J/g이라는 보고와는 차이를 나타냈다. Jane 등(7)은 토란분말의 호화개시 온도는 72.30-79.00°C, 호화최대 온도는 77.30-83.50°C로 나타났으며 호화엔탈피는 11.60-12.20 J/g으로 나타났다고 보고하여 연구자에 따라 결과에 다소 차이가 있었다.

토란 분말은 토란전분에 비하여 높은 호화개시온도를 보이는데 이는 토란 분말 중에 존재하는 점액질에 기인한다고 보고한 바 있다(7).

RVA

품종별 토란분말의 RVA 특성을 조사한 결과는 다음과 같았다 (Table 9). 호화개시온도란 RVA pasting curve에서 온도가 증가함에 따라 처음으로 점도가 증가하기 시작하는 점에서의 온도로, 본 연구에서 사용된 토란 3품종은 46.77-49.30°C의 범위를 가지는 것으로 나타났다. 호화 개시 온도는 아밀로스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간의 회합정도 등이 영향을 미치는데 전분 입자 구조가 치밀할수록 느리게 팽윤되어 높은 호화 온도를 갖게 된다고 알려져 있다(21). 알토란 분말의 최고 점도는 1,574.00 cP로 나타났으며, 조생종과 재래종은 2,937.00 cP와 2,881.50 cP로 알토란보다 유의적으로 높은 최고 점도를 나타내었다. 최종점도는 조생종이 4,638.00 cP로 가장 높게 나타난 반면, 알토란은 3,466.00 cP로 가장 낮게 나타났다. Jane 등(7)은 품종별 토란분말의 amylograph의 특성으로 amylose 함량이 낮은 품종의 토란분말은 점도가 높고 호화개시온도가 낮은 반면 amylose 함량이 높은 토란 분말은 낮은 점도와 높은 호화개시온도를 나타낸다고 보고한 바 있다. Breakdown은 95°C에서 50°C로 냉각시킬 때 전분입자가 깨어지는 정도를 나타낸 것으로, 조생종이 1,691.50 cP로 가장 높게 나타났고 알토란이 839.00 cP로 낮게 나타났다. Setback은 냉각 후에 점도가 상승하는 정도로 재배열에 의한 노화현상을 나타내는데, 조생종이 3,392.50 cP로 높게 나타났고 알토란과 재래종은 유의적 차이를 나타내지 않았다. Kim 등(4)은 찹쌀가루와

Table 9. RVA pasting properties of taro flour according to cultivars

	<i>Altoran</i>	<i>Josaengjong</i>	<i>Jaeraejong</i>
Pasting temp. (°C)	49.30±1.41 ^{1) a2)}	46.77±0.34 ^b	49.00±0.39 ^a
Peak viscosity (cP)	1,574.00±304.06 ^b	2,937.00±138.59 ^a	2,881.50±48.79 ^a
Through viscosity (cP)	735.00±8.49 ^a	1,245.50±89.80 ^b	1,895.00±39.60 ^a
Final viscosity (cP)	3,466.00±206.48 ^c	4,638.00±26.87 ^a	4,178.50±85.56 ^b
Breakdown	839.00±295.57 ^b	1691.50±48.79 ^a	986.50±9.19 ^b
Setback	2,731.00±197.99 ^b	3,392.50±62.93 ^a	2,283.50±45.96 ^b

¹⁾Each value represents mean±SD (n=3)

²⁾Values with the same letter in the same row are not significantly different (*p*<0.05)

Table 10. Hunter color values of taro flour according to cultivars

	Color(L, a, b)		
	L	a	b
<i>Altoran</i>	92.76±0.03 ^{1(a2)}	-1.07±0.01 ^a	9.09±0.03 ^b
<i>Josaengjong</i>	93.75±0.07 ^a	-1.27±0.02 ^a	8.05±0.05 ^b
<i>Jaeraejong</i>	92.68±0.02 ^a	-1.17±0.01 ^a	10.29±0.10 ^a

¹⁾ Each value represents mean±SD (n=3)

²⁾ Values with the same letter in the same column are not significantly different ($p < 0.05$)

맵쌀가루에 토란가루의 첨가량이 증가할수록 호화개시온도가 높아지는 경향을 보였다고 보고하였다. 또한 보통의 전분 amylograph의 특성이 95°C 이전에는 최고점도에 도달하다가 15분 holding하는 동안 점도가 감소하는 양상과 다르게 토란전분은 95°C holding하는 동안에도 점도가 상승하여 최고 점도에 이르는 graph의 특성을 나타낸다고 보고하였으며 본 실험에서 사용된 3종의 토란 모두 비슷한 graph 형태를 나타내었다.

색도

품종별 토란분말의 색도는 Table 10과 같았다. 분말의 백색도인 L값은 알토란, 조생종 및 재래종이 각각 92.76, 93.75 및 92.68로 큰 차이를 보이지 않았다. 적색도는 3가지 품종 모두 낮은 수치를 보였으며, 황색도를 나타내는 b값은 조생종이 8.05인 반면 재래종이 10.29로 상대적으로 높아 차이를 나타냈다. Kim과 Kim (2)은 토란의 동결건조 분말에서 명도가 85.16로 이에 비해 높았으나 적색도가 -0.9, 황색도가 11.99로 나온 결과와 유사하게 나타났다.

요 약

본 연구에서는 국내산 토란 품종인 알토란, 조생종 및 재래종 토란분말의 영양성분과 이화학적 특성의 비교 및 분석을 통하여 토란 가공 제품 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 일 반성분의 경우 세 품종 토란의 수분이 5.74-10.30%의 범위로 나타났다으며 알토란은 조단백이 11.41%, 조지방이 2.30%로 가장 높게 나타났으며, 회분은 재래종 토란이 6.92%로 높게 나타났다. 토란은 총 17종의 아미노산을 함유하고 있었으며 알토란은 aspartic acid와 glutamic acid가 30%를 차지하며, 필수 아미노산의 함량이 가장 높게 나타났다. 토란의 주된 지방산은 linoleic acid(46.5-51.4%), palmitic acid(21.7-25.8%) 및 oleic acid(12.3-18.7%)이었으며 불포화 지방산이 포화지방산보다 상대적으로 많이 함유되어 있었다. 주요 무기질은 알토란, 조생종, 재래종 세 품종 모두 칼륨, 인, 마그네슘 및 칼슘을 많이 함유하고 있었으며 알토란과 조생종의 칼륨함량은 전체 무기질 함량에 대해 약 83%정도를 함유하고 있었다. 토란의 주요 당 성분은 glucose, fructose 및 sucrose이었으며 알토란이 다른 품종에 비해 유리당 함량이 높았다. 전분함량은 조생종 토란이, 식이섬유 함량은 알토란이 높았으며 비타민 C의 경우 재래종이 높게 함유하고 있었다. 수분 흡수지수는 재래종 토란이 4.12로 상당히 높았으며, 수분용해지수는 알토란이 31.05%로 가장 높은 수치를 나타내었다. DSC에 의한 품종별 토란분말의 호화개시온도는 알토란과 조생종 토란분말에 비해 재래종 토란분말이 낮게 나타났다. 호화최대온도도 호화개시온도와 유사한 경향을 나타내었다. 호화엔탈피는 알토란이 7.59 J/g이고, 조생종이 7.06 J/g인 것에 비해 재래종은 각각 10.28 J/g로 높게 나타났다. 품종별 토란분말의 RVA 특성에서 호화개

시온도 46.77-49.30°C의 범위로 나타났다. 알토란에 비해 조생종과 재래종은 유의적으로 높은 최고 점도와 최종 점도를 나타내었다. 토란전분은 95°C holding 하는 동안에도 점도가 상승하여 최고 점도에 이르는 graph의 경향을 보였다. 분말의 백색도인 L값은 알토란, 조생종, 재래종이 각각 92.76, 93.75, 92.68로 큰 차이를 보이지 않았으며 적색도는 모두 낮았으며 황색도는 재래종이 상대적으로 높게 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 세 품종 중 알토란의 경우 식이섬유, 무기질, 필수아미노산, 유리당 등의 영양성분이 상당히 높게 함유되어 건강기능성 식품으로 활용가치가 높을 것으로 판단된다. 또한 이들 세 품종의 토란분말은 호화 개시온도가 높게 나타났으며, 알토란은 높은 수분용해성을 가지며 재래종 및 조생종의 높은 점도를 나타내어 이들의 분말 특성을 이용하여 빵, 케이크, 비스킷 등의 첨가제 및 전식 등의 분말 가공제품으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

문 헌

- Jeong SW, Jeong JW. Comparison of shelf-life on peeled taro (*Colocasia antiquorum* SCHOTT) stored in various immersion liquids. Korean J. Food Preserv. 9: 154-160 (2002)
- Kim EK, Kim CJ. Physicochemical and processing property of taro and taro starch. Food Ind. Nutr. 3: 55-64 (1998)
- Rural Resources Development Institute. Food Composition Table. 7th ed. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p. 449 (2006)
- Kim EK, Chung EK, Lee HO, Yum CA. A study on physicochemical properties of taro during the pretreatment process of making *toranbyung*. J. East Asian Soc. Dietary Life 5: 255-262 (1995)
- Maga JA. Taro composition and food uses. Food Rev. Int. 5: 443-473 (1992)
- Kim JC, Lee JE, Kim YS, Son SY. Studies on varietal difference of dry matter production and tuber growth for introduced taro plant. Korean J. Int. Agric. 9: 194-200 (1997)
- Jane J, Shen L, Chen J, Lim S, Kasemsuwan T, Nip WK. Physical and chemical studies of taro starches and flours. Cereal Chem. 69: 528-535 (1992)
- Njintang YN, Mbofung CMF, Moates GK, Parker ML, Craig F, Smith AC, Waldron WK. Functional properties of five varieties of taro flour, and relationship to creep recovery and sensory characteristics of achu (taro based paste). J. Food Eng. 82: 114-120 (2007)
- Huang AS, Titchenal CA, Meilleur BA. Nutrient composition of taro corns and breadfruit. J. Food Compos. Anal. 13: 859-864 (2000)
- Lee MY, Lee MK, Kim CY, Park IS. Inhibition of enzymatic browning of taro (*colocasia antiquorum* var. *esculenta*) by mail-lard reaction products from glycine and glucose. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1013-1016 (2004)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Int. 15th ed. Method 777, 780, 788. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
- Waters Associates. Official Method of Amino Acid Analysis. Amino Acid Analysis System of Operators Manual of the Waters Associates, Milford, Massachusetts, USA. p. 37 (1983)
- Metcalfe LD, Schumits AA, Pelka JR. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Anal. Chem. 38: 514-522 (1996)
- Osborne DR, Voogt P. The analysis of nutrients in foods. pp. 166-169. In: Food Science and Technology. Stewart GF, Mark EM, Chichester CO, Scott JK, Hawthorn J, Von Sydow E (eds). Academic Press, London, UK (1981)
- Choi HD, Lee HC, Kim SS, Kim YS, Lim HT, Ryu GH. Nutrient components and physicochemical properties of new domestic potato cultivars. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 382-388 (2008)

16. 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)
17. 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)
18. Ku KM, Kim HS, Kim BS, Kang YH. Antioxidant activities and antioxidant constituents of pepper leaves from various cultivars and correlation between antioxidant activities and antioxidant constituents. *J. Appl. Biol. Chem.* 52: 70-76 (2009)
19. Lim JH, Kim JH, Seo YH, Moon KD. Effects of low-temperature blanching on physical properties of chestnut powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1216-1220 (1999)
20. Donovan JW. Phase transitions of the starch-water system. *Biopolymers* 18: 263-267 (1979)
21. Jung LH, Kim KA, Jeon ER. Gelatinization properties of starch during steeping condition of potato. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 431-436 (2000)
22. Moy JH, Wang NS, Nakayama TM. Dehydration and processing problems of taro. *J. Food Sci.* 42: 917-920 (1977)
23. Hwang SH, Sung CJ, Kim JI. Analysis of dietary fiber content of common Korean foods. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 396-403 (1995)
24. Bradbury JH, Singh U. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of tropical root crops from the South Pacific. *J. Food Sci.* 51: 975-978 (1986)
25. Lee YR, Choi YH, Koh HJ, Kang MY. Quality characteristics of brown rice flakes prepared with giant embryonic rice and normal rice cultivars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 540-544 (2001)