

## 한국 · 중국 · 일본산 고구마 말랭이의 품질 특성 비교

황영\* · 손영란 · 김하윤 · 이정현<sup>1</sup> · 이형운<sup>2</sup> · 김경미 · 장현욱 · 조용식

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부,  
<sup>1</sup>충북대학교 바이오시스템공학과, <sup>2</sup>바이오에너지작물연구소

### Comparison of Quality Characteristics of Dried Sweet Potatoes From Korea, China, and Japan

Young Hwang\*, Young Lan Son, Ha Yun Kim, Jung Hyun Lee<sup>1</sup>, Hyung Woon Lee<sup>2</sup>,  
Kyung Mi Kim, Hyun Wook Jang, and Yong Sik Cho

*Department of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Science*

<sup>1</sup>*Chungbuk National University, Department of Biosystems Engineering*

<sup>2</sup>*Bioenergy Crop Research Institute, National Institute of Crop Science*

#### Abstract

A total of 87 kinds of dried sweet potato products from Korea, China, and Japan were collected to compare dried sweet potatoes' quality characteristics for preparing CODEX. The characteristics of Aw, moisture, and reliable soluble content, color, and hardness were analyzed using Principal Component Analysis. The moisture content varied from country to country in order of Korea (21%), China (20%), and Japan (25%). In terms of color, Chinese products were dark and red compare to Korean and Japanese. Chinese products had a wide distribution of quality characteristics in common, so the product quality was not uniform. As a result of the PCA analysis, 67.2% of the total variance was explained. The first component evaluated the degree of the drying progress and the second component evaluated the appearance of the product, how it was bright and yellow. Based on the first component, Japanese, Korean and Chinese products were placed from the left, so the drying degree varied from country to country. Japanese products were the softest, Chinese products were hard, and Korean products were moderately hard. In conclusion, the moisture and reliable soluble content, color, and hardness of the dried sweet potato are essential quality factors, and they are expected to help identify the primary quality elements of sweet potato in neighboring countries.

**Key words:** sweet potato, drying, CODEX, quality, PCA analysis

## 서 론

고구마(*Ipomoea batatas* (L) Lam)는 메꽃과의 여러해살이 풀로 재배가 용이하고 단위면적당 수확량이 많아(Jung et al., 1998), 전 세계 재배면적이 8,626천ha에 이르며, 105,190천 톤이 생산되고 있다(FAO, 2016). 세계 7대 작물인 고구마는 전분뿐만 아니라 바이오에탄올, 항산화물질 등 각종 산업재를 생산하며(Kwak et al., 2017), 재배과정에서 병 발생빈도가 낮으므로 화학제제의 사용이 상대적으로 적어 건강한 식품을 요구하는 현대인들에게 고구마 소

비를 증가시키는 요인으로 작용하고 있다(Lee et al., 2006). 생고구마의 괴근은 수분이 70% 수준, 탄수화물이 25% 수준으로 이중 수분을 제외한 건조 고형물 중에는 탄수화물이 75% 이상을 함유하고 있어 식량자원으로서 그 효용가치가 크지만, 높은 수분 함량으로 인해 다른 작물에 비해 저장성이 낮아 장기저장이 어려운 단점이 있다(Yadav, 2006). 이러한 고구마를 이용한 가공품으로는 면류, 조미식품, 빵류, 말랭이, 떡류, 다과류, 주류, 잼류 등이 있으며, 말랭이 시장 규모는 계속 커질 것으로 전망되고 있으나 제조과정 중 건조 특성에 따라 변색, 크기, 조직의 변화, 곰팡이 발생 등 품질이 변화되고 상품적 가치가 떨어지는 것으로 알려져 있다(Cho, 2007).

그러나 첨가제가 없는 제품에 대한 요구로 개발된(Oh et al., 2017) 고구마 말랭이는 국내 수요뿐 아니라 해외 시장의 규모도 점차 증가되고 있어(Korea Agro-Fisheris & Trade Corporation, 2017), 무역갈등 해결에 국제참고기준으로 중요도가 증가하고 있는(Kim et al., 2006) 국제식품규

\*Corresponding author: Young Hwang, Department of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, 166, Nongsaengmyeong-ro, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 55365, Republic of Korea  
Tel: +82-63-238-3632; Fax: +82-63-238-3843  
E-mail: youngh@korea.kr

Received October 30, 2020; revised November 23, 2020; accepted November 20, 2020

격위원회(Codex Alimentarius Commission; CODEX) 규격에 우리 농산물의 특성을 반영한다면, 김치의 예와 같이 수출규모 증가세에 긍정적으로 작용할 것으로 생각된다(Kim & Lee, 2013).

건조 가공은 수분함량이 높은 식품의 수분을 제거하는 가공 처리로 미생물에 의한 변질이나 부패를 방지하고 수송성과 저장을 향상시킨(Lee HS, 2017) 방법으로 버섯, 무, 여주, 감, 배, 참외, 툇 등 여러 가지 농수산물에 적용 가능하다(Lee et al., 2006; Kwak & Kim, 2009; Koo et al., 2019; Youn et al., 2019). 건조 고구마에 관한 연구로는 냉풍·온풍 건조 조건 특성과 기호도(Shin & Lee, 2011a), 최적 진공 건조 조건 설정(Shin et al., 2011b), 원적외선 건조 특성(Lee et al., 2017) 등 주로 다양한 건조 방법에 따른 최적 조건 설정이 주를 이루고 있고, 2차 가공을 위한 분말 소재화(Lee et al., 2006; Kim et al., 2010), 저항 전분을 이용한 자색 고구마 묵(No and Shin, 2020), 고구마 칩(Oh et al., 2017) 등 가공품 개발과 조리방법에 따른 sucrose 조성 등 단맛과 관련된 연구(Owusuet-Mensah et al., 2016) 등이 대부분으로 국제식품규격을 준비하기 위한 기초 연구는 매우 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 고구마 말랭이의 품질 평가 기준 설정을 위해 주변 주요 국가인 중국과 일본에서 유통되고 있는 제품을 대상으로 한국의 고구마 말랭이와 품질 특성이 어떻게 다른지 분석하고 고구마 품질 결정의 주요 요소를 파악하는 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용된 고구마 말랭이는 2019년 2월에서 6월 까지 한국·중국·일본의 온라인 마켓에서 유통되고 있는 제품 87종(한국 34종, 중국 21종, 일본 32종)을 직접 구입하여 사용하였다. 실험 재료에 대한 표시 사항(생산지역, 품종, 중량, 유효기간)과 제품 사진은 Table 1에 제시하였다. 수집된 고구마 말랭이 제품은 5°C에서 보관하면서 품질 분석 시험에 사용하였다.

### 수분 함량, Aw 측정

수분함량은 AOAC 방법(AOAC, 1984)에 준하여 105°C 상압가열건조법으로 측정하였다. 수분 활성도는 수분 활성 측정 장치(Novasina AG CH-8853, Lachen, Switzerland)에 시료 3g을 넣고 25°C에서 3회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다.

### 색도 측정

고구마 말랭이의 색도는 색차계(Color i7, X-rite, Grand Rapids, MI, USA)를 사용하여 CIE 체계의 L\* (lightness),

a\* (redness) 및 b\* (yellowness)으로 평가하였으며, 제품 표면의 색을 3회 반복 측정하여 평균으로 나타내었다. 이때 표준 색판의 L\*, a\*, b\* 값은 각각 97.2, -0.02, 1.9이었다.

### 가용성 고형분 함량 측정

가용성 고형분 함량은 시료 5 g을 45 mL의 증류수에 넣어 homogenizer (AM-11, Nihonseiki Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)를 이용해 8,000 rpm으로 1분간 마쇄하고 진탕추출기 (SI-600R, Jeio Tech Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 20°C에서 2시간 동안 교반 추출하여 8,000 rpm으로 15분간 원심분리(Himac CR21G II, Hitachi, Tokyo, Japan)후 디지털당도계(HANNA instruments, Woonsocket, RI, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 물성 측정

시료는 1×1×0.8 cm 크기로 자르고 무작위로 10개를 선택하여 rheometer (COMPAC-100 II, SUN Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도를 측정하였다. 경도 측정 조건은 직경 4 mm의 원형 Adapter (No. 4)를 사용하였고, 진입 깊이는 2 mm, 테이블 이동 속도는 60 mm/min으로 하여 진입 깊이까지 가해지는 compressive force (kgf/cm<sup>2</sup>)를 측정하였다.

### 통계 분석

실험 결과는 SPSS 통계 프로그램(Version 25.0, IBM SPSS Institute Inc, Chicago, IL, USA)를 사용하여 품질 특성 변수의 통계량 분포를 확인하였고, 제품의 품질 특성 간의 상관관계 분석을 위해 피어슨의 상관관계 분석을 실시하였다. 또한 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 실시하여 국가별 제품의 품질 특성과의 관계를 알아보았다.

## 결과 및 고찰

### 국가별 고구마 말랭이의 품질 특성 분포

고구마 말랭이를 제조하기 위한 건조방법으로는 최소의 에너지를 사용하는 것으로 알려진 열풍건조방법(Sabarez, 2016)이 현재 가장 많이 이용되고 있으며(Korea Agro-Fisheris & Trade Corporation, 2017), 건조 과정 중 품질 변화를 겪은 고구마 말랭이의 품질 특성의 분포를 국가별로 비교·요약한 결과는 Fig. 1, 2, 3과 같다. Fig. 1에서처럼 수분함량은 국가별로 중위값은 일본(24.6%)이 가장 높고 다음이 한국(21.3%), 중국(20.3%) 순이었다. 이상값은 한국의 경우 수분 함량이 높은 제품에서 나왔고, 중국의 경우 수분 함량이 높고, 낮은 쪽 양쪽에서 모두 나타났다. 일본의 경우 수분 함량이 높은 쪽에서 이상치가 보여 건조

가 진행되지 않은 특성의 제품이 유통되는 것을 알 수 있었다. 이것은 제품의 다양성 또는 수분함량 관리의 표준 미비의 두가지 측면에서 기인하는 것으로 여겨진다.

수분활성도의 경우 0.8-0.84의 중위값을 보였으며, 중국 제품의 산포도가 한국과 일본에 비해 상대적으로 컸다. 이는 수분함량 관리와 직접적인 관련성이 있는 것으로 수분활성도 0.65이하의 건조가 많이 진행된 이상치 제품이 있었다.

수분 함량과 수분 활성도는 제품의 저장성에 영향을 미칠 수 있는 중요한 인자 중의 하나로(Kim & Chun, 2009), 고구마 원물 수분 함량이 75% 수준(Yadav, 2006)인 것을 감안하면, 한·중·일 제품 모두 원물 대비 50% 이상으로 건조되어 유통되는 것으로 여겨진다.

가용성 고형분 함량과 경도를 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 당도는 고구마의 당이 지니는 단맛에 기인하는 것으로 가용성 고형분 함량이 지표로 사용되고 있는데(Suh et al., 1998), 한국 제품의 경우 48 Brix의 중위값으로 중국, 일본에 비해 가장 낮은 값이었으며, 중국의 경우 제품의 산포도가 가장 컸고, 일본은 중위값 52 Brix로 한국 제품 보다는 당도가 높으나 산포도가 한국에 비해 컸다. 이것은 단맛 기준으로 보았을 때 중국, 일본, 한국 제품순으로 단맛이 높고, 중국 제품은 전반적으로 단맛이 강하였으나 그 편차가 아주 큰 것을 의미하며 한국제품은 당도관리가 잘 되고 있는 반면, 중국 제품은 당도의 편차가 심하다는 것을 나타낸다.

경도의 경우 일본제품이 가장 낮고, 다음이 한국, 중국 순이었다. 중국제품의 경도는 1-3사분위가 22-62 kg/cm<sup>2</sup>로 경도가 균일하지 않고, 중위값을 기준으로 3사분위수 범위

까지의 경도를 나타내는 제품의 비율이 더 많았다. 이는 중간 수준이상에서 단단한 제품이 무른 제품에 비해 더 많이 분포함을 의미한다. 반면에 한국의 경우 중위값 기준으로 하위값의 경도가 더 많이 분포하여 무른 제품이 더 많다는 것을 의미하였고, 일본은 중위값 기준으로 25-75% 정도의 값이 고르게 분포하였다.

색도 값에 대한 비교 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 전반적으로 중국 제품은 한국과 일본에 비해 색의 산포도가 컸으며, 특히 적색도의 경우 가장 높은 중위값을 나타내었고 2-3사분위에 많은 값이 분포하였다. 황색도 값은 색도 값 중에 산포도 값이 가장 적었다.

명도의 경우 한국, 일본, 중국 순으로 한국 제품이 다른 두 나라에 비해 높은 값을 나타냈다. 또한 한국 제품에서 값이 극단적으로 높은 이상치(K27)가 있었으나 산포도는 3개국 중 가장 적었다. 한국은 2-3사분위에 제품 분포가 많았고 중국과 일본은 1-3사분위에 고르게 분포하였다.

적색도는 국가별 차이가 컸는데, 중위값 기준으로 중국이 가장 높았고, 한국, 일본 순이었다. 특성 값의 분포를 보면 한국과 일본은 1-3사분위수가 5-10 값의 범위에서 고르게 분포하였으나, 중국의 경우 10 이상에 대부분의 제품이 분포하였다. 이것은 중국 제품의 경우 다른 두 나라에 비해 붉은색의 제품이 많다는 것을 의미한다. 제품의 색은 원물 고구마의 품종의 영향이 높게 작용하는데, 본 연구에서는 원료 고구마의 자세한 품종은 알 수 없었다. 그러나 Table 1의 사진과 같이 자색이 아닌 노란색 계열의 제품을 대상으로 평가하였고, 중국 제품의 경우 노란색에서부터 주황, 갈색에 이르기까지 다양한 색을 띠는 제품들이 있어 적색도에 많은 영향을 끼친 것으로 여겨진다.

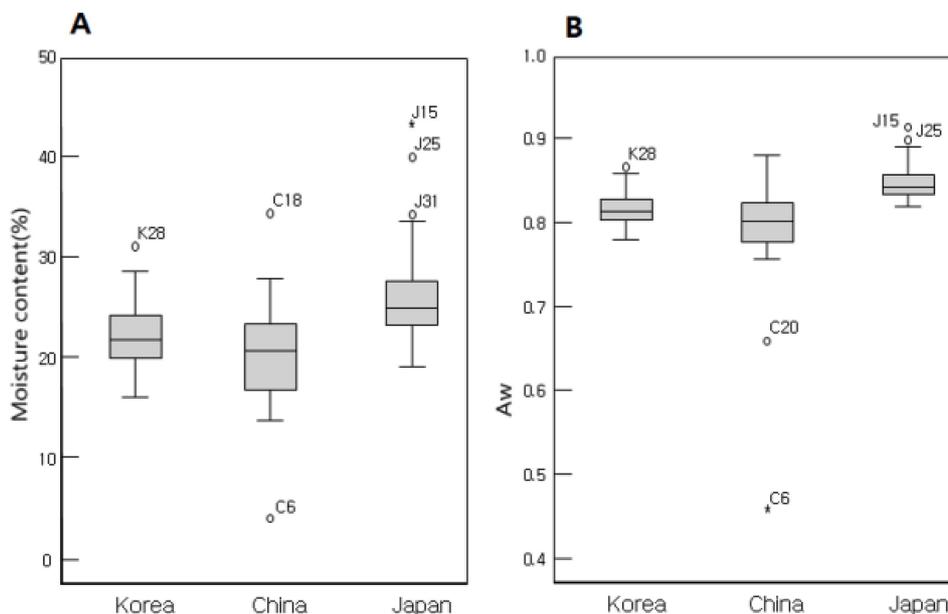


Fig. 1. The moisture content (A) and Aw (B) of dried sweet potatoes from Korea, China, and Japan.

황색도는 세 국가 모두 이상치가 있었는데, 한국과 일본은 최소값보다 낮은 범위에서 이상치(K29, J4)가 나타났고, 중국은 최대값보다 큰 값에서 이상치(C6)가 나타났다. 중위값은 한국과 일본이 22.4, 22.5로 유사하였고, 중국은 18로 가장 낮은 값을 보였다.

이상으로 중국제품에서 색도, 경도 및 가용성 고형분 함량의 산포도 값이 한국과 일본보다 더 큰 이유는 여러 가지가 원인이 있을 수 있다. 그러나 국내에 수입 유통되는

중국제품의 표시사항을 살펴보면(Auction, 2020) 일부 제품에서 설탕과 포도당이 첨가되어 있고, 건조 과일류에 사용이 허용된(MFDS, 2020) 합성보존료인 이산화황과 소르빈산이 사용되고 있다. 이러한 보존료는 유통 시 산화방지와 효모와 곰팡이 등 미생물의 번식을 방지하기 위해 사용(Neres et al., 2017)되는데, 산화방지 기능은 색의 유지에도 기여하므로, 보존제 유무의 영향으로 인해 다른 두 국가의 제품과는 다르게 제품 간의 색의 차이가 컸을 것으로

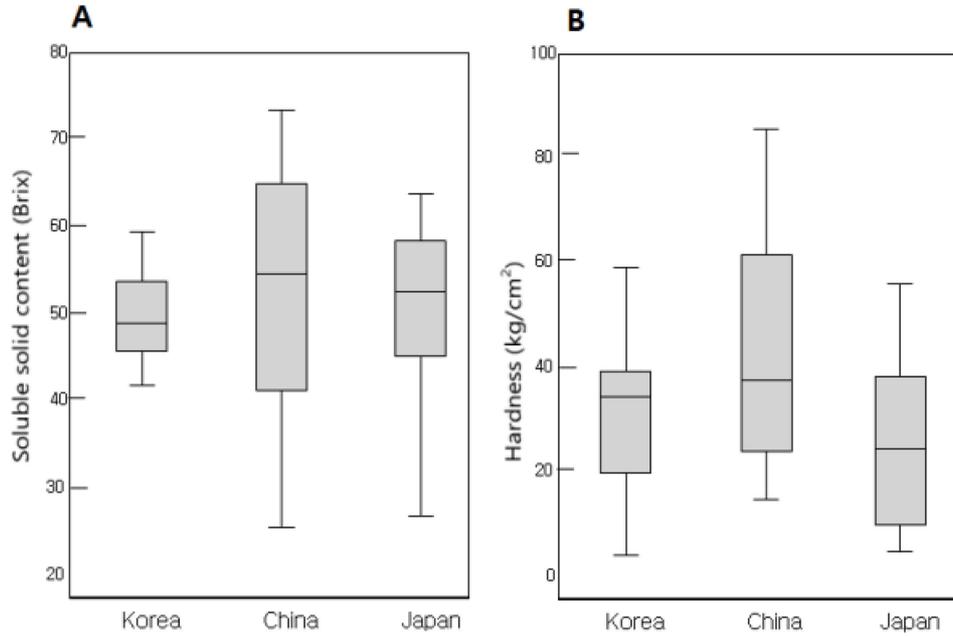


Fig. 2. The soluble solid content (A) and hardness (B) of dried sweet potatoes from Korea, China, and Japan.

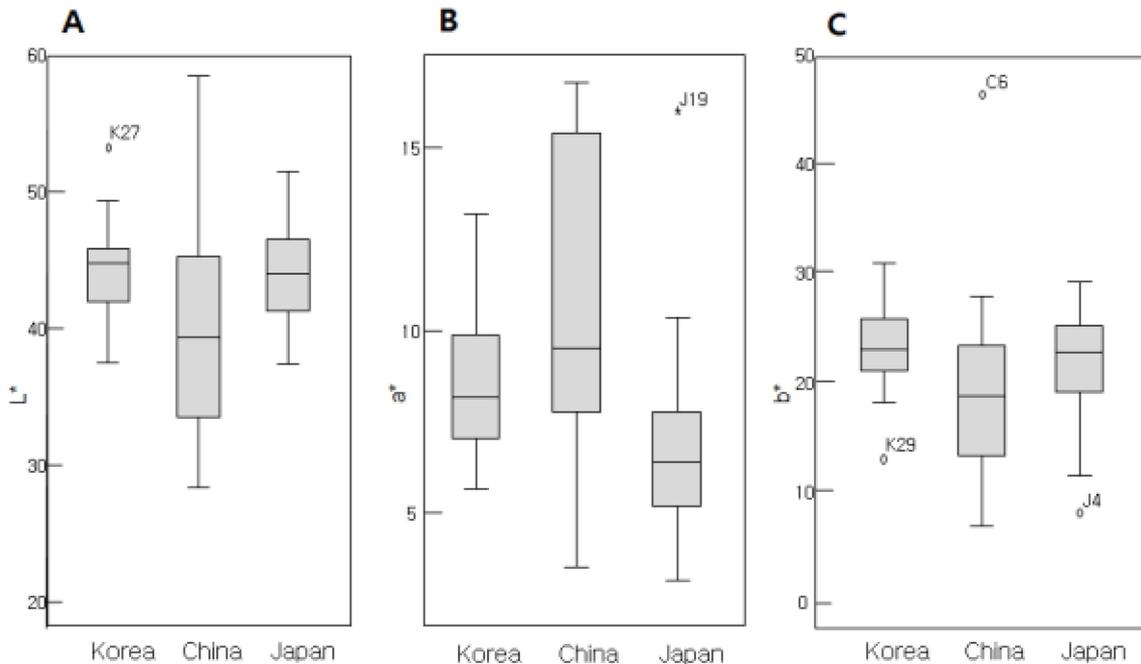
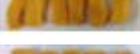
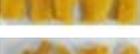


Fig. 3. The color value,  $L^*$  (A),  $a^*$  (B), and  $b^*$  (C) of dried sweet potatoes from Korea, China, and Japan.

**Table 1. The labeling informations of sweet potatoes from Korea, China, and Japan**

Sample	Region	Weight (g)	Expiration period (month)	Products	Sample	Region	Weight (g)	Expiration period (month)	Products
K <sup>1)</sup> 1	Jeonnam	80	3		C11	Hebei	250	8	
K2	Jeonnam	60	2		C12	Hebei	500	12	
K3	Jeonnam	75	3		C13	Hebei	80	12	
K4	Jeonnam	60	2		C14	Qingdao	200	18	
K5	Jeonnam	60	2		C15	Shandong	400	6	
K6	Jeonnam	60	2		C16	Shandong	250	8	
K7	Jeonnam	80	3		C17	Shandong	500	6	
K8	Jeonnam	80	3		C18	Shandong	20	12	
K9	Jeonnam	150	2		C19	Shandong	500	8	
K10	Jeonnam	60	3		C20	Shandong	500	10	
K11	Jeonnam	60	1		C21	Zhejiang	500	8	
K12	Jeonnam	50	3		J <sup>3)</sup> 1	Hokkaido	100	3	
K13	Jeonnam	60	3		J2	Hyogo	120	3	
K14	Jeonbuk	100	2		J3	Ibaraki	120	2	
K15	Jeonbuk	60	2		J4	Ibaraki	200	2	
K16	Jeonbuk	100	2		J5	Ibaraki	100	3	
K17	Jeonnam	60	3		J6	Ibaraki	200	3	
K18	Jeonbuk	60	6		J7	Ibaraki	150	2	
K19	Jeonbuk	60	2		J8	Ibaraki	100	2	
K20	Chungnam	60	3		J9	Ibaraki	180	2	
K21	Chungnam	80	3		J10	Ibaraki	150	2	
K22	Gyeonggi	60	3		J11	Ibaraki	150	3	
K23	Gyeonggi	60	2		J12	Ibaraki	270	3	
K24	Gyeonggi	150	3		J13	Ibaraki	100	3	
K25	Gyeonggi	70	2		J14	Ibaraki	350	3	

<sup>1)</sup> K: Korea product<sup>2)</sup> C: China product<sup>3)</sup> J: Japan product

Table 1. Continued

Sample	Region	Weight (g)	Expiration period (month)	Products	Sample	Region	Weight (g)	Expiration period (month)	Products
K26	Gyeonggi	60	3		J15	Ibaraki	120	3	
K27	Gyeonggi	60	3		J16	Kagoshima	220	2	
K28	Gangwon	80	6		J17	Kagoshima	100	2	
K29	Gangwon	60	3		J18	Kagoshima	150	2	
K30	Gyeongnam	70	1		J19	Kagoshima	150	2	
K31	Gyeongnam	100	1		J20	Kagoshima	120	2	
K32	Gyeongbuk	70	1		J21	Kyushu	120	3	
K33	Gyeongbuk	60	3		J22	Kyushu	100	3	
K34	Gyeongbuk	60	3		J23	Kyushu	120	3	
C <sup>2</sup> 1	Fujian	500	8		J24	Miyazaki	150	3	
C2	Fujian	500	6		J25	Miyazaki	120	3	
C3	Fujian	500	8		J26	Miyazaki	150	3	
C4	Fujian	500	12		J27	Miyazaki	180	2	
C5	Fujian	20	6		J28	Tokushima	200	2	
C6	Fujian	500	6		J29	Tokyo	100	3	
C7	Guangdong	20	12		J30	Tokyo	100	2	
C8	Guangdong	500	1		J31	Ibaraki	100	2	
C9	Guangxi	500	7		J32	Kagoshima	100	2	
C10	Hebei	500	6						

추측된다. 마찬가지로 가용성 고형분 함량에서도 원물만 사용한 건조 고구마와 당을 첨가한 건조 고구마간 가용성 고형분 함량의 편차가 컸을 것으로 여겨진다.

고구마 말랭이 품질 특성의 상관관계

본 실험의 주요 변수인 수분함량, 가용성고형분 함량, 색, 경도 간 상관관계를 확인하기 위해 피어슨의 상관관계 분석을 실시하였다. 그 결과 수분함량은 가용성 고형분 함량, 적색도, 경도와 모두 유의한 음의 상관관계를 보였고, 수분활성도( $r=0.821, p<0.001$ )와는 유의한 양의 상관관계를 보였다. 이는 건조시간이 길어 열에 노출되는 시간이 증가

하면서 가열에 의해 호화된 전분이 효소작용에 의해 분해되어 단맛이 증가한다는 결과와 유사하였다(Kum et al., 1994; Jang et al., 2013). 가용성 고형분은 색의 명도( $r=-0.496, p<0.001$ ), 황색도와 음의 상관관계를 보였다.  $L^*$ (명도)은  $b^*$ (황색도)와 양의 상관관계를 보였고, 적색도는 경도( $r=0.35, p<0.001$ )와 양의 상관관계를, 수분활성도( $r=-0.58, p<0.001$ )와는 음의 상관관계를 보였고, 황색도는 수분활성도와 음의 상관관계를 보였다. 반면에 가용성 고형분은 명도, 적색도, 경도, 수분활성도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

**Table 2. Correlation coefficients among quality characteristics of sweet potatoes.**

	Moisture (%)	Soluble Solid (Brix)	L*	a*	b*	Hardness (kgf/cm <sup>2</sup> )	Aw
Moisture (%)	1.000						
Brix	-0.369***	1.000					
L*	0.002	-0.496***	1.000				
a*	-0.483***	0.010	-0.170	1.000			
b*	-0.131	-0.218*	0.569***	0.205	1.000		
Hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	-0.575***	0.004	0.190	0.350***	0.034	1.000	
Aw	0.821***	-0.079	-0.064	-0.580***	-0.350***	-0.538***	1.000

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

### 주성분 분석

주성분 분석 결과, 제1주성분은 총 분산의 40.1%, 제2주성분이 20.1%를 설명하여 총 변동의 67.2%를 설명할 수 있었다. 산출된 주성분 식을 시각화한 성분 도표(Fig. 4)를 보면, 근접하게 위치한 경도와 적색도, 수분과 수분활성도 값이 높은 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 또한 명도와 가용성 고형분 함량은 반대의 경향을 나타냈다.

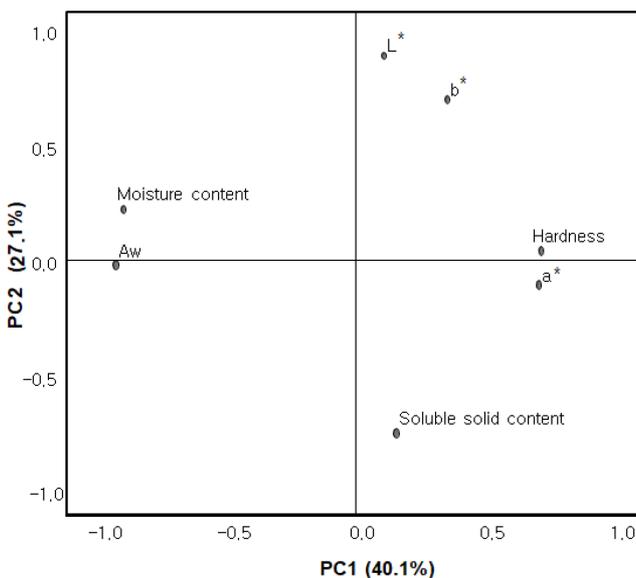
각 품질 특성이 두 성분을 어떻게 특성 짓고 있는지 살펴 보면, 제1주성분은 경도와 적색도 값이 (+)의 높은 값을 보이며 수분함량과 수분활성도 값은 음의 방향에 위치하여 얼마나 건조되었는지 건조 진행 정도를 설명한다고 볼 수 있다. 이는 Fig. 4에서 두 그룹의 변량값이 서로 반대 값을 가지는데 이는 수분함량과 수분활성도 값이 작을수록 경도와 적색도 값은 증가하는 것을 나타낸다. 즉, 건조가 많이 진행되어 수분이 적은 고구마 말랭이의 경우 단단하며 동시에 붉은 색의 정도가 커지는 것을 의미한다.

종합적으로 보면, 제1주성분은 고구마 말랭이 건조가 얼마나 진행되었는가에 관한 평가를 제공하고 있으며, 제2성

분은 L\*, b\* 값과 가용성 고형분 함량의 부호가 반대로, 밝은 색과 황색도 값이 크게 평가되어 얼마나 밝고 노란색을 띠는지의 외관을 설명한다고 볼 수 있다. 그리고 밝은 노란색의 말랭이의 경우 가용성고형분 함량이 낮은 특성이 있다는 것을 의미한다.

각 국가별 고구마 말랭이의 주성분 점수를 산점도로 나타낸 Fig. 5를 보면 한·중·일 제품이 그룹을 형성하며 다르게 분포됨을 알 수 있다. 제1성분을 기준으로 가로축에 배치된 제품은 3그룹으로 나뉘지는데, 왼쪽에서부터 일본, 한국, 중국 제품이 주를 이루는 특징을 보인다. 이는 수분 함량이 작아지는 건조 진행 정도를 판단하는 제1성분의 시점으로 볼 때, 수분함량이 높은 정도는 일본 > 한국 > 중국 순인 것을 알 수 있다. 경도에 있어서는 중국제품은 양의 값을 갖고 반대쪽에 있는 일본 제품은 음의 값을 가지며 한국 제품은 두 국가의 중간 정도의 건조 수준으로 품질이 비교적 일정하여 중앙 부분에 밀집되어 있다. 이는 중국 제품은 상대적으로 경도가 높은 제품 그룹이며, 일본 제품은 무른 제품군, 한국은 중간 정도의 단단함을 가지고 있음을 의미한다. 중국 제품이 경도가 높은 이유는 일부 제품 표시 사항에 당절임이 있는 것(Auction, 2020)으로 볼 때, Oh et al. (2017)가 제시한 높은 설탕 함량을 가진 고구마는 건조 완료 후 설탕의 결정화로 인해 단단한 질감을 갖는다는 것과 같이, 당절임을 위한 설탕 첨가 후 열풍 건조를 거친 결과로 추측되었다.

제2 주성분 기준으로 양의 값과 음의 값 영역에 고루 분산되어 있는 중국 제품은 단맛에 있어서 편차가 심하고 색에 있어서도 밝은 노란색부터 어두운 색에 이르기 까지 외관에 있어서 색의 차이가 크다는 것을 의미한다. 즉, 3국의 제품 중 중앙값에 많이 분포되어 있는 한국 제품은 특성에 있어서 평균적인 경우가 많지만, 중국 제품의 경우 3개국 중 가장 넓게 퍼져 있어 제품 품질이 균일하지 않음을 보여준다. 중국 제품은 특히 외관에서 고르지 않고 넓게 분포하고 있는데, 밝은 노란색이 아닌 제품이 중국제품에 많이 분포하고 있다. Shin et al. (2011c)과 Woo et al. (2004)은 L값이 건조온도가 낮을수록, 건조시간이 적게 걸릴수록 낮아지며, a와 b값은 건조온도가 높을수록 건조시



**Fig. 4. PC loading and scores of characteristics in dried sweet potatoes from Korea, China, and Japan.**

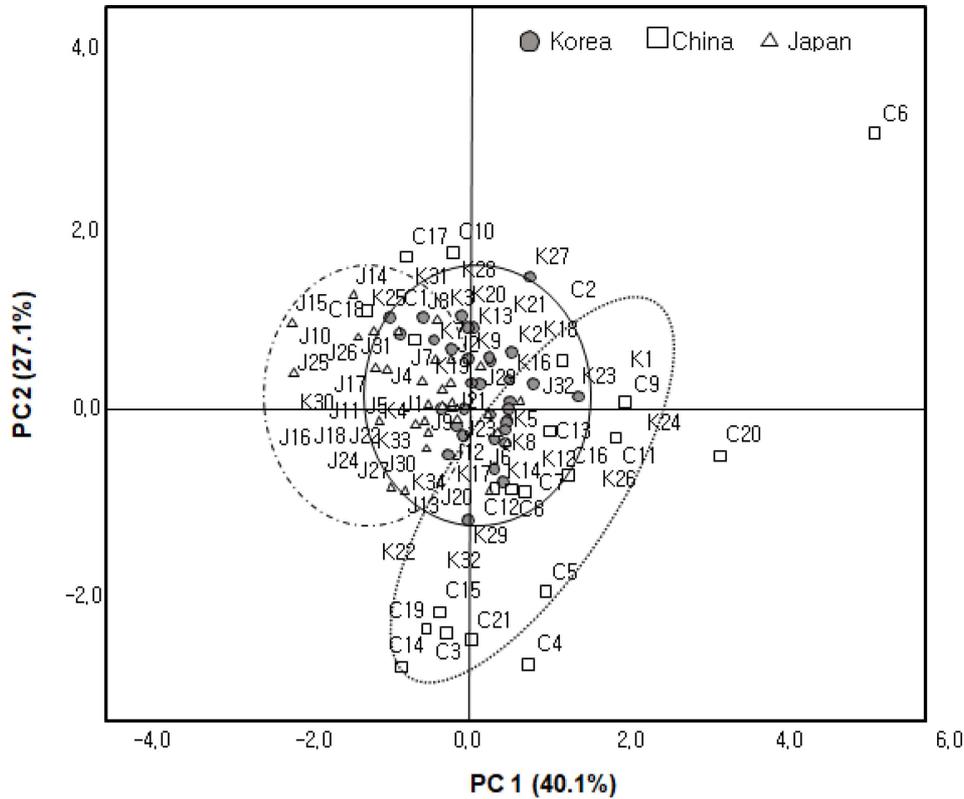


Fig. 5. Principal component space plot of dried sweet potatoes from Korea, Chinese and Japan.

간이 길어짐에 따라 증가한다고 하였는데(Shin et al., 2011c), 이를 적용해보면 중국제품은 건조시간이 길거나, 건조온도가 높다는 것을 추측할 수 있으며, 제조 시 경제성을 고려한다면 건조 온도가 높은 상태에서 고구마 말랭이가 제조된다고 유추되었다.

본 실험을 통해 새롭게 알게 된 내용은 한국, 중국, 일본의 고구마 말랭이 제품이 건조 정도가 다를 수 있었고, 특히 중국 제품의 경우 품질 특성이 고르지 않고 분포가 넓은 것을 알 수 있었다. 그리고 고구마 말랭이의 식품 규격을 제안하기 위한 중요한 품질 요소를 추출한다면 수분과 경도, 적색도 값이 제품의 특성을 구분하는 1차적인 주요 요소이며, 그 다음이 가용성 고형분과 명도 값을 알 수 있었다. 우리가 조사한 내용으로는 한·중·일 고구마 말랭이 제품을 수집하여 품질 특성을 비교한 사례는 없어 품질 규격의 기초자료로 활용 가능하나, 본 실험의 한계점은 제품의 오염과 관련한 미생물 분석을 포함하지 않아 이에 관한 연구가 추후 진행되어야 할 것으로 여겨진다.

### 요 약

본 연구는 고구마말랭이의 국제식품규격 작성을 위한 기초 조사로서 한국, 중국, 일본에서 생산된 고구마 말랭이

제품을 총 87종을 수집하여, 수분함량, 수분활성도, 가용성 고형분 함량, 경도, 색도의 특성 분포를 국가별로 비교하였으며, 주성분 분석을 통해 3개국 제품의 주요 품질 특성을 비교하였다. 수분함량(%)의 중위값의 경우 한국 21%, 중국 20%, 일본 25%로 국가별로 건조 정도가 달랐으며, 가용성 고형분의 중위값은 중국(54 °Bx), 일본(53 °Bx), 한국(48 °Bx) 순으로, 한국 제품이 상대적으로 단맛이 가장 낮았다. 색에 있어서는 중국 제품이 한국과 일본 제품에 비해 어둡고 붉은 색을 많이 나타냈다. 공통적으로 중국 제품은 품질 특성값의 산포도가 가장 넓어 제품의 품질이 균일하지 않았다. 주성분 분석 결과 반대 경향을 갖는 두 그룹의 변수가 나타났으며, 수분함량과 수분활성도 값이 작을수록 경도와 적색도 값이 증가하는 것을 나타냈다. 주성분은 전체 분산의 67.2%를 설명하였으며, 제1주성분은 얼마나 건조되었는지 건조 진행 정도를 평가하였고 제2주성분은 제품의 밝고 노란 정도의 외관을 평가하였다. 제1주성분을 기준으로 국가별로 3그룹을 이루었으며 왼쪽에서부터 일본, 한국, 중국 제품이 배치되어 건조의 정도가 국가별로 다르며 일본 제품이 가장 무르고 중국 제품은 단단하고 한국 제품은 중간에 해당되었다. 중국 제품은 특히 외관이 고르지 않았고 분포가 가장 넓게 퍼져 있어 품질이 고르지 않았다. 3국의 제품 중 한국 제품은 중앙에 위치하여 특성에 있어 평균적인 경우가 많았다. 이상의 국가 간

고구마말랭이 제품의 품질 특성 분석 결과는 품질 요소에서 수분, 경도, 색, 당도가 주요하였으며, 한국, 중국, 일본 고구마말랭이 제품의 주요 품질 요소를 파악하는데 도움이 될 것으로 기대가 된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 기관고유과제 연구사업(과제번호: PJ01418402)의 연구비 지원으로 수행된 과제로 이에 감사드립니다.

## References

- AOAC. 1984. The Official Method of Analysis, 14th ed, The Association of Official Analysis Chemists. Arlington, VA, USA. p. 362.
- Aution. Hongsim sweet potato. Available from: <http://itempage3.auction.co.kr/DetailView.aspx?itemno=B713725421>. Accessed by Nov. 19. 2020.
- Cho DR. 2007. Variation tendency and enlargement scheme of market for dried persimmons in Korea. Korean J. Food Mark. Econ. 24: 131-148.
- FAO. The state of food insecurity in the world, 8-18. Available from: <http://www.fao.org/home/en>. Accessed Dec. 3. 2016.
- Jang GY, Li M, Lee SH, Woo KS, Sin HM, Kim HS, Lee JS, Jeong HS. 2013. Quality characteristics of sweet potato varieties baked and freeze thawed. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 403-409.
- Jung ST, Rhim JW, Kang SG. 1998. Quality properties and carotenoid pigments of yellow sweet potato puree. J. Korean Soc. Nutr. 27: 596-602.
- Kim KE, Kim SS, Lee YT. 2010. Physicochemical properties of flours prepared from sweet potatoes with different flesh colors. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1476-1480.
- Kim KP, Lee DS. 2013. Analysis of outcome of standard for Kimchi. Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea.
- Kim MY, Chun SS. 2009. Changes in shelf-life, water activity, and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fermented raisin extract and rye sourdough during storage. Korean J. Food Cook. Sci 25: 170-179.
- Kim S, Cho MY, Lee JH, Lee SY. 2006. Studies on the activities and prospects of the Codex Alimentarius Commission. Food Sci. and Ind. 39: 25-40.
- Koo HS, Lee JE, Jung HA. 2019. Storage and sensory characteristics according to drying methods of dried oriental melon. Korean J. Food Preserv. 26: 2287-7428.
- Kum JS, Silva JL, Han O. 1994. Effects of microwave heating on processing of whole sweet potatoes. Korean J. Food Cook. Sci. 10: 138-141.
- Korea Agro-Fisheris & Food Trade Corporation. 2017. The Status of segment market of processed food: Snack market. Yoono Art, Naju, Korea pp. 33-45.
- Kwak SS, Park SC, Mok IG. 2017. Sweet potato as a reliever in 21<sup>st</sup> century. KFSRF, Seoul, Korea, p. 155.
- Kwak YJ, Kim JS. 2009. Changes of chlorophyll and SOD-like activities of Chinese chives dehydrated at different heat treatments. J Korean Soc food Sci Nutr. 38: 879-884.
- Lee DI, Cho BH, Lee HS, Han CS. 2017. The Far-infrared drying characteristics of steamed sweet potato. Food Eng. Prog. 21: 42-48.
- Lee HS. 2017. Antioxidant of extracts from paprika and characteristics of the dried paprika by drying methods. MS thesis, Daegu Haany Univ., Daegu, Korea.
- Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BCH. 2006. Making techniques of high quality powder in sweet potato. J. Korean Sci. 51: 198-203.
- Lee WY, Cha WS, Oh SY, Cho YJ, Lee HY, Lee BS, Park JS, Park JH. 2006. Quality characteristics of dried radish (*Raphanus sativus*) by drying methods. Korea J. Food Preserv. 13: 37-42.
- MFDS. Food additive code. Available from: [www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/04\\_03jsp?idx=820](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/04_03jsp?idx=820). Accessed by Nov. 19. 2020.
- Neres JH, Bonnet P, Edwards PN. 2007. Benzoic acid and pyridine derivatives as inhibitors of *Trypanosome cruzi* trans sialidase. Bioorg. Med. Chem. 15: 2106-2119.
- No JH, Shin MS. 2020. Optimization and the quality properties of purple sweet potato muk supplemented with resistant starch. Korean J. food Cook Sci. 36: 82-92.
- Oh SJ, Ramachandraiah K, Hong GP. 2017. Effects of pulsed infra-red radiation followed by hot press drying on the properties of mashed sweet potato chips. LWT-Food Sci. Tech 82: 66-71.
- Owusu-Mensah E, Oduro I, Ellis WO, Carey EE. 2016. Cooking treatment effects on sugar profile and sweetness of eleven-released sweet potato varieties. J. food Process Technol. 7: 580.
- Sabarez HT. 2016. Airborne ultrasound for convective drying intensification. In: Innovative Food Processing Technologies. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp. 361-386.
- Shin MY, Lee WY. 2011a. Optimization of cold-air-drying conditions for a steamed pumpkin-sweet potato slab. Korean J. Food Preserv. 18: 488-496.
- Shin MY, Youn KS, Lee SW, Moon HK, Lee WY. 2011b. Optimization of vacuum drying conditions for a steamed sweet potato slab by response surface methodology. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1314-1320.
- Shin MY, Lee WY. 2011c. Drying characteristics and preferences for steamed chestnut-sweet potato slab after cold air drying. Korean J. Asian Soc. Diet. Life 21: 526-534.
- Suh HJ, Chung SH, Choi YM, Bae SH, Kim YS. 1998. Changes in sugar content of sweet potato by different cooking methods. Korean J. Soc. Food Sci. 14: 182-187.
- Woo KS, Jeong HS, Lee HB, Chii WS, Lee JS. 2004. Changes in rheological properties of neungee (*Sarcodon aspratus*) during dehydration. J. Korean Soc. food Sci. Nutr. 3: 1230-1235.
- Yadav AR, Guha M, Tharanathan RN, Ramteke RS. 2006. Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques. LWT-Food. Sci. Technol. 39: 20-26.
- Youn KS, Park EH, Yoon KY. 2019. Quality characteristics and antioxidant activity of bitter melon (*Momordica charantia* L.) dried by different methods. Korea J. Food Preserv. 26: 185-193.

### Author Information

황 영: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과  
농업연구사  
손영탄: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 연구원  
김하윤: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과  
농업연구사  
이정현: 충북대학교 농업생명환경대학 바이오시스템공학과  
교수

이형운: 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소 농업연구사  
김경미: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과  
농업연구사  
장현욱: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과  
농업연구사  
조용식: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과  
농업연구관