

열풍건조에 의한 건조기간 동안 ‘반시’와 ‘고동시’의 품질 특성 변화

김철우 · 박효원 · 나민호 · 이 옥^{ID*}

국립산림과학원 산림특용자원연구과

Changes in Quality Characteristics of Dried ‘Bansi’ and ‘Godongsi’ Persimmon During Drying Period by Hot-air Drying

Chul-Woo Kim, Hyowon Park, Min-Ho Na and Uk Lee^{ID*}

Special Forest Resources Division, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

요약: 본 연구는 열풍건조 시 건조기간 동안 ‘반시’와 ‘고동시’ 건조감의 품질특성을 구명하고자 수행되었다. 두 품종을 과실 무게에 따라 각각 4등급(2L, L, M, S)으로 구분하여 건조기간별 중량감소율, 경도, 가용성고형물함량 및 수분함량을 측정하였고, 각 항목간의 상관분석을 실시하였다. 중량감소율의 경우, 품종 간 차이는 없었으며 건조기간에 따라 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 경도는 품종에 관계없이 후숙과정 중 감소하였다가 이후 건조과정에서 유의하게 증가하는 추세를 보였다. 가용성고형물함량은 두 품종 모두 초기 19.6%에서 건조 12일에 55.3%까지 증가하는 것으로 나타났으며, 수분함량 또한 품종에 관계없이 건조기간에 따라 유의하게 감소하였다. 품종에 관계없이 반건시(수분함량 기준 45~55%) 생산을 위한 건조기간은 4일, 건시(수분함량 기준 25~35%) 생산을 위한 건조기간은 8~10일로 나타났다. 본 연구결과는 열풍건조 방법을 이용한 품종별 고품질의 건조감 생산에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: This study aimed to investigate quality characteristics of hot-air dried persimmon during the drying period in ‘Bansi’ and ‘Godongsi’. These cultivars were classified into four grades: 2L, L, M, and S based on the fruit weight. Weight loss, firmness, soluble solid content (SSC), and moisture contents were measured during the hot-air drying period. The weight loss significantly increased during the drying period ($p<0.05$), while there was no difference between cultivars. In the initial drying period, the firmness decreased due to softening during the ripening stage and increased significantly due to hardening during the water loss stage. Regardless of the cultivars, the SSC increased from 19.6% in the initial period to 55.3% at 12 days after drying. Moisture content statistically decreased in both cultivars over the whole drying period. It took 4 days and 8~10 days to produce semi-dried persimmon (45~55% moisture content) and dried persimmon (25~35% moisture content) in both cultivars. These results could be effectively used as basic data for producing high-quality semi-dried and dried persimmons using the hot-air drying method in ‘Bansi’ and ‘Godongsi’.

Key words: hot-air drying, dried persimmon, moisture content, processing, quality

서론

감나무(*Diospyros kaki*)는 감나무과(Ebenaceae)에 속하는 낙엽활엽수로 한국과 중국, 일본 등 동아시아가 원산지이며, 온대와 아열대 기후에 분포한다(Jo et al., 2010). 또한 감은 떫은맛을 내는 수용성 탄닌의 유무에 따라 단감과 떫은감으로 구분하고 있다(Wei et al., 2014). 특히 떫은감

은 탈삼 및 가공 시 독특한 맛과 풍미가 있어 중국, 일본, 한국 등에서 인기 있는 과일 중의 하나이며(Sugiura and Taira, 2008), 국내에서는 주로 꽃감, 홍시, 감말랭이 등의 형태로 가공되어 널리 이용하고 있다.

세계적으로 감 생산국(생산량)은 중국(3,207천톤), 한국(316천톤), 일본(208천톤), 아제르바이잔(177천톤), 브라질(168천톤) 등이며, 중국에 이어 한국, 일본 등의 순으로 생산량이 높다(FAO, 2019). 최근 5년(2015~2019)간 떫은감의 국내 평균 생산량과 생산액은 각각 약 194천톤과 2,172억원으로 나타났으며, 특히 2019년에는 이상기후로 인한 개엽기의 냉해 피해로 생산량이 184천톤으로 감소한

* Corresponding author
E-mail: rich26@korea.kr

ORCID

Uk Lee ^{ID} https://orcid.org/0000-0003-1934-4455

반면, 판매단가 상승으로 인해 생산액은 2,194억원으로 다소 증가하였다(Kang et al., 2020). 국내 주요 재배지역별 뽕은감 생산량(생산액)은 경북지역이 75,272톤(812억원)으로 총생산량의 40.8%를 차지하고 있으며, 전남지역 35,874톤(443억원), 경남지역 32,118톤(422억원), 충북지역 18,277톤(183억원) 등의 순으로 많았다.

국내 뽕은감나무의 주요 재배 품종(주산지)은 반시(청도), 동시(상주, 영동), 고동시(산청), 갑주백목(영암) 등으로 지역에 따라 특화된 품종을 재배하고 있으며, 여러 지역에서 다양한 품종과 지역종들이 재배되고 있다. 뽕은감은 홍시 또는 연시, 건시(꽃감) 또는 반건시, 말랭이 등의 건조감 형태로 이용되고 있다. 품종에 따라 이용 형태는 매우 다양하며, 반시의 경우 주로 홍시, 반건시, 말랭이로 가공된다. 또한 동시와 고동시는 대부분 건시의 형태로 이용되며, 갑주백목은 주로 홍시로 이용되나 건시, 반건시, 말랭이로도 가공되어 다양한 형태로 이용되고 있다. 특히 반시와 고동시-동시는 각각 반건시와 건시의 대표적인 재배 품종이며, 임산물의 주요 소득원으로 자리를 잡고 있다. 특히 국내에서 생산되는 뽕은감 생산량의 50% 이상이 건조감 제조(Kim et al., 1995)의 원료감으로 가공되고 있어, 가공 후 안전하고 효율적인 건조감 소비·이용을 위한 저장 및 유통 간의 품질유지는 매우 중요하다. 이에 건조감의 저장 중 품질 향상을 위해 자몽 및 계피 추출물 처리 및 포장방법(Park et al., 2005; Park et al., 2006), 전처리 및 포장재(Kim et al., 2004), 재배농가의 저장조건(Choi et al., 2018)에 따라 저장 중 품질변화에 대한 연구가 수행된 바 있다.

건조감은 다양한 방법과 건조시설을 이용하여 제조되고 있으며, 건조 방법은 자연환경에서 최소한의 시설로 건조하는 천일건조(Solar drying)와 시설을 이용해 가열된 공기로 건조하는 열풍건조(Hot air drying), 저온 제습공기로 건조하는 냉풍건조(Cold air drying), 감압건조(Vacuum drying), 동결건조(Freeze drying), 적외선건조(Infrared drying) 등이 있다(Krokida and Maroulis, 2000; Kim et al., 2009). 특히 천일건조는 전통적인 건조감 생산 방법으로 지금까지 널리 이용되고 있으나, 건조 기간이 80일 가량 소요되어 건조과정 중 기온과 습도변화로 인해 과실이 변

색과 함께 물러지거나 낙과 피해가 발생할 수 있으며(Lee et al., 2011), 건조 완료 후에도 과실 품질이 저하되거나 균일하지 않을 수 있는 단점이 있다. 이러한 피해를 예방하고 안정적인 생산을 위하여 일부 건조감 생산 임가는 열풍건조기 또는 냉풍건조기 등을 이용하거나 냉풍기, 제습기 등 다양한 건조시설을 도입하고 있는 추세이다. 기계건조를 하는 대부분의 건조감 생산자는 열풍건조기를 사용하고 있으며, 열풍건조기를 이용한 청도반시(Kim et al., 2009), 상주동시, 함안수시(Moon et al., 1993)의 건조감이나 감말랭이의 당도, 수분함량 등 품질 특성에 관한 연구가 수행된 바가 있다. 그러나 여러 가지 형태의 건조감 생산을 위한 다양한 제조 과정 및 건조조건 구명, 그리고 재배품종별 원료감의 등급에 따른 품질 비교와 생산된 건조감의 품질 특성에 관한 연구 등은 매우 미흡한 실정이다. 특히 고품질 건조감 생산을 위해서는 원료감의 등급에 따라 제조 조건이 달라져야 하므로 건조 전 임산물표준규격에 의한 원료감의 등급 구분은 매우 중요하며, 이에 따라 등급별 고품질 건조감 생산 조건 구명 연구는 매우 시급한 실정이다. 따라서 본 연구는 반시와 고동시를 대상으로 열풍건조기를 이용한 원료감의 등급별 건조감 제조 조건을 구명하고 각각의 품질 특성을 비교·분석하여 고품질 건시와 반건시 생산을 위한 기초자료 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 박피처리

본 연구의 공시재료는 국립산림과학원 어천시험림 내 감나무클론보존원(경기 화성)에서 재배 관리되고 있는 ‘반시’와 ‘고동시’이며, 2020년 11월 17일부터 18일까지 2일간 수확(인력수확)한 과실이다. 수확한 원료감은 임산물표준규격(KFS, 2021)(Table 1)에 의해 4등급으로 각각 구분하여 박피 작업 전까지 저온저장고($\pm 1^{\circ}\text{C}$)에 보관하였다.

원료감의 껍질을 제거하는 박피과정은 감자동박피기(SW-AS, Sungwoo, Korea)를 이용하여 4등급(2L, L, M, S)으로 각각 구분하여 실시하였다.

Table 1. Fruit grade of fresh astringent persimmon ‘Bansi’ and ‘Godongsi’.

Classification		Fruit grade			
Criterion	Cultivar	2L	L	M	S
Fruit weight (g/ea)	Bansi	$x \geq 200$	$165 \leq x < 200$	$145 \leq x < 165$	$x < 145$
	Godongsi	$x \geq 200$	$170 \leq x < 200$	$150 \leq x < 170$	$x < 150$

2. 열풍식 건조감 제조

박피된 원료감을 등급별로 구분하여 채반 당 45과씩 약 2 cm 간격으로 치상하였으며, 건조대(일명 대차)당 13채반을 사용하여 총 585과를 각각 치상하였다. 또한 치상이 완료된 건조대는 총 3대(총 39개 채반의 1,755과)이며, 열풍건조기(T-400, TAEIN, Korea)에 동시에 입고시킨 후 전처리를 실시하였다. 전처리는 후숙제(후레쉬라이프, 탑프레쉬, Korea)를 사용하였으며 35°C에서 15시간 동안 실시하였다. 전처리가 완료된 후 본격적인 건조과정 진행을 위해 열풍건조기의 가동조건을 15°C에서 10시간 처리 후 35°C에서 14시간 처리를 1 cycle로 설정하여 2020년 12월 1일부터 2020년 12월 13일까지 총 13일 동안 건조하였다.

3. 건조감 특성조사

조사시기 및 횟수는 원료감 박피 직전과 직후, 후숙제 처리 직후(건조 0일차), 건조 2일차부터 12일차까지 2일 간격으로 총 9회이다. 조사항목은 과중(n=10), 가용성고형물함량(n=5), 경도(n=10), 수분함량(n=5)이며, 품종 및 등급별로 각각의 조사시기에 임의의 건조감을 선정하여 5~10 반복으로 측정하였다. 과중(g)은 매회 동일한 건조감 시료를 대상으로 미량저울(CUX6300HX, CAS, Korea)을 이용하여 측정하였다. 가용성고형물함량(%)는 매회 증류수 100 ml에 건조감 시료 20 g을 넣고 핸드블렌더(도깨비방망이, 프린텍, Korea)를 이용하여 분쇄한 후 멸균거즈(Daehan, Korea)에 여과된 여액을 굴절당도계(RA-510, Kyoto Electronic MFG, Japan)로 측정하였다. 경도(N)는 매회 물성측정기(CR-3000EX-S, Sun Scientific, Japan)로 직경 4 mm probe를 이용하여 측정 깊이 10.0 mm로 설정한 후 측정하였다. 수분함량(%)은 매회 선정된 시료의 중량을 측정하고 8조

각으로 소분하여 72시간 동안 건조한 후 건물중(dry weight)을 측정하여 산출하였다.

4. 통계분석

통계분석은 품종 및 등급, 건조기간별 건조감의 특성을 비교, 분석하기 위하여 SPSS(SPSS Inc., ver. 19.0K, USA)를 이용하여 분산분석과 상관분석을 실시하였으며, Duncan 다중검정($p < 0.05$)으로 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 원료감 특성

건조감 제조과정에서 원료감의 기본 특성은 매우 중요하며 특히 고품질 건조감 생산과 등급별 품질 및 생산량 예측을 위해 품종별 원료감의 과중, 박피 후 수율, 건조과정 중 중량감소율 등의 특성조사는 필수적이다. 이에 공시품종인 반시와 고동시의 원료감을 임산물표준등급규격에 따라 각각 2L, L, M, S의 4등급으로 구분한 후, 박피 전후의 과중(fruit weight; g)을 측정하여 수율(yield rate; %)을 산출하였다(Table 2). 반시의 경우, 박피 전후의 평균 과중은 각각 174.3 g, 145.4 g으로 박피 후 수율은 83.5%인 것으로 조사되었다. 고동시의 경우, 박피 전후의 평균 과중은 각각 176.7 g, 145.9 g으로 박피 후 수율은 82.6%로 나타났다. 두 품종 모두 과실 등급이 높을수록 수율이 유의하게 높은 값을 나타냈다. 따라서 박피과정에서는 원료감의 형태뿐만 아니라 과실크기 또한 손실되는 양에 영향을 미치는 것으로 확인하였으며, 특히 ‘반시’의 경우 자동박피기 사용 시 과실의 끝부분(과정부)까지 완전하게 박피되지 않아 인력에 의한 별도의 박피작업이 필요한 것으로 분석되었다.

Table 2. The yield rate after peeling of persimmons according to cultivars and fruit grades.

Cultivar	Fruit grade	Fruit weight (g)		Yield rate (%)
		Before peeling	After peeling	
Bansi	2L	224.4	187.8	83.7b ^z
	L	179.0	151.3	84.5a
	M	156.8	131.4	83.8b
	S	136.8	111.2	81.3b
	Total average	174.3	145.4	83.5
Godongsi	2L	215.2	182.6	84.9a
	L	187.6	155.3	82.8b
	M	164.2	133.5	81.3c
	S	139.8	112.3	80.3d
	Total average	176.7	145.9	82.6

^z Mean values (n=10) within columns by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

2. 건조감의 품질 특성

품종 및 등급에 따른 건조처리 기간별 건조감의 중량감소율, 가용성고형물함량, 경도, 수분함량의 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 중량감소율

품종 및 등급별 건조기간(전처리 직후=건조 0일차)~건조 12일차에 따른 무게변화 및 중량감소율(Weight loss)은 Figure 1, 2와 Table 3과 같다. ‘반시’와 ‘고동시’의

평균 중량감소율은 건조기간 동안 통계적으로 유의하게 증가하였다. 특히 건조 2일차의 평균 중량감소율은 각각 32.5%와 33.2%로 급격히 증가하여 이후 중량감소율의 증가폭이 지속적으로 감소하는 추세를 보였다. 두 품종의 등급별 중량감소율을 비교한 결과, 낮은 등급의 원료감은 높은 등급보다 중량감소가 큰 경향을 나타냈다. 따라서 균일한 품질의 건조감 생산을 위해서는 원료감을 건조 이전에 등급별로 선별하는 과정이 반드시 선행되어야 할 것으로 판단된다.

Table 3. Weight loss of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades.

Cultivar	Fruit grade	Weight loss (%)						
		0 days ^y	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days	12 days
Bansi	2L	28.8b ^z	47.6b	55.8b	62.1b	67.7c	70.8c	73.5c
	L	32.6a	47.1b	56.6b	63.5ab	69.4b	72.1b	74.6b
	M	33.0a	49.6ab	59.7ab	65.6ab	70.1b	72.6b	74.9b
	S	35.5a	53.9a	62.4a	67.9a	71.8a	74.2a	76.0a
Godongsi	2L	28.0c	45.0b	55.2b	62.1b	66.0c	69.3c	72.3b
	L	32.2b	50.3a	59.9a	66.0a	69.3b	71.9b	74.0a
	M	35.0ab	50.8a	60.5a	66.5a	70.3ab	72.9ab	74.9a
	S	37.6a	53.1a	62.7a	68.5a	72.0a	74.1a	75.6a

^z Mean values (n=10) within columns by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$.

^y Fruit weight after pretreatment with ripening agent

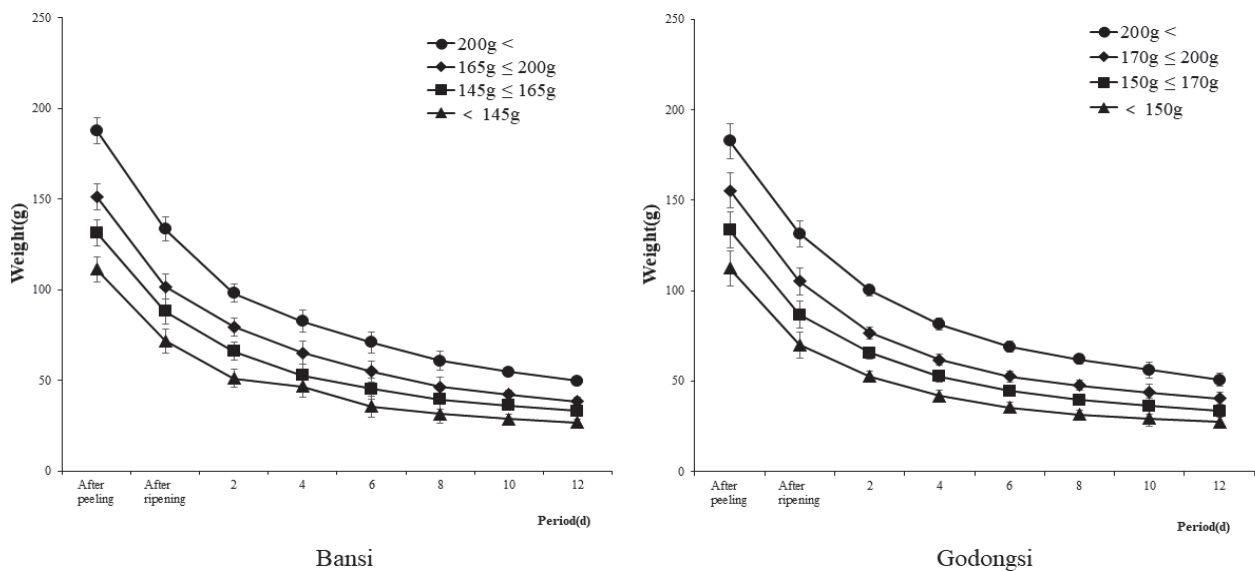


Figure 1. Weight of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades.

Table 4. Firmness of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades.

Cultivar	Fruit grade	Firmness (N)						
		0 days	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days	12 days
Bansi	2L	5.0a ^z	4.6a	3.2b	3.1b	5.0d	6.6c	6.9b
	L	5.3a	4.6a	3.3b	5.0a	6.2c	7.8bc	10.8a
	M	4.8a	4.3a	4.1a	5.0a	8.5b	8.9b	13.7a
	S	4.8a	4.0a	4.3a	5.7a	10.1a	10.7a	13.7a
Godongsi	2L	4.7b	2.8a	2.5bc	3.1c	2.7c	4.4b	4.7d
	L	5.1b	3.0a	3.1ab	3.8bc	5.2b	5.1b	9.8c
	M	5.7b	2.5a	3.6a	6.3a	7.1a	7.7a	14.0b
	S	7.1a	2.7a	2.1c	4.6b	7.2a	9.4a	21.0a

^z Mean values (n=10) within columns by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

2) 경도

품종 및 등급별 건조 기간에 따른 경도(Firmness)변화는 Figure 2, Table 4와 같다. ‘반시’의 평균 경도는 5.0N(건조 0일차)~11.3N(건조 12일차)인 것으로 조사되었으며, 건조 4일차에 3.7N까지 감소하다가, 이후 건조기간이 길어짐에 따라 유의하게 증가하는 경향을 나타냈다. ‘고동시’는 5.7N(건조 0일차)~12.4N(건조 12일차)이었으며, ‘반시’와 유사하게 건조 4일차에 2.8N까지 감소하다가, 이후 지속적으로 유의하게 증가하였다. 이는 건조초기 과실의 후숙과정으로 과육이 연화되어 경도가 감소하다가 이후 건조과정에서 과육의 수분이 지속적으로 증발함에 따라 경도가 증가한 것으로 판단된다. 이 결과는 건조과정 중 과실의 경도가 건조시작 후 과육의 연화로 인해 지속적으로 감소하다가 건조로 형태가 변화하는 과정에서 수분증발로 인해 다시 증가한다(Kang et al., 2004)고 보고한 연구결과와 유사하였다. 연화는 후숙과일에서 나타나는 현상으로 세포벽을 분해하는 효소 작용의 결과로 건조과정에서 발생하며(Ali et al., 1998), 세포벽 구성물질인 펙틴을 분해하는 효소가 원인 물질로 알려져 있다(Cutillas Iturralde et al., 1993). 또한 과실표면의 지속적인 가열은 수분 증발로 인한 펙틴의 젤라틴화로 표층을 더욱 단단하게 한다고 하였다(Hayashi, 1989).

건조기간별 과실등급 간의 경도를 비교한 결과, ‘반시’의 경우 건조 2일차까지 등급 간 차이가 없었으나 4일차부터 낮은 등급이 높은 등급에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. ‘고동시’ 또한 ‘반시’와 유사한 경향을 나타냈다. 특히 S 등급의 원료감은 2L, L, M 등급 보다 경도가 빠르게 증가하므로 고품질 꽃감 생산을 위해서는 열풍건조 시 건조기간 및 원료감 등급과 경도의 관계를 반드시 고려해야 할 것으로 판단된다.

3) 가용성고형물함량

품종 및 등급별 건조기간에 따른 가용성고형물함량(Soluble solid content; SSC) 변화는 Figure 2, Table 5와 같다. 평균 가용성고형물함량은 ‘반시’와 ‘고동시’ 두품종 모두 건조 기간이 경과될수록 통계적으로 유의하게 증가하였다. 건조 기간(건조 0일차~12일차)에 따른 등급별 가용성고형물함량은 ‘반시’의 경우 2L 20.0%~52.3%(증가량 32.3%), L 19.6%~54.1%(34.5%), M 19.0%~55.1%(36.1%), S 19.8%~59.5%(39.7%)로 증가하였으며, 원료감의 등급이 낮을수록 가용성고형물함량의 증가폭이 큰 것으로 나타났다. ‘고동시’의 경우 2L 21.3%~53.0%(증가량 31.7%), L 19.1%~56.9%(37.8%), M 18.5%~54.4%(35.9%), S 19.6%~57.0%(37.4%)로 증가하였으며, 2L 등급의 증가폭이 가장 낮게 나타났다. 또한 ‘반시’는 6일차, ‘고동시’는 8일차부터 S 등급이 타등급 보다 높은 가용성고형물함량을 나타냈다.

천일건조로 제조된 ‘상주동시’ 건시(건조 35일)의 가용성고형물함량은 40.0~62.0%(Kang et al., 2004), 유통 중인 천일건조 ‘상주동시’ 건시의 가용성고형물함량은 55.1~60.5%(Kim et al., 2004)라 보고된 바 있는데, 동일한 품종과 건조방법에서도 가용성고형물함량의 차이가 있었다. 꽃감이나 감말랭이의 품질은 감나무 품종, 건조방법(열풍, 냉풍, 감압, 적외선건조 등), 전처리, 건조 시 주변 온도와 습도, 공기 흐름, 건조 기간 등에 의해 영향을 받는다고 보고된 바 있다(Moon et al., 1993; Yamada et al., 2009; Karakasova et al., 2013; Ayuko et al., 2017; Cho et al., 2017; Demiray and Tulek, 2017). 결과적으로 건조방법과 품종, 건조환경 등이 건조감의 품질에 큰 영향을 줄 수 있는 것으로 사료되며, 품종 및 생산지역 등을 고려한 최적 건조방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

Table 5. Soluble solid content of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades.

Cultivar	Fruit grade	Soluble solid content (%)						
		0 days	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days	12 days
Bansi	2L	20.0a ^z	28.1a	34.6b	35.3c	42.8b	48.0b	52.3b
	L	19.6a	27.2a	34.3b	37.9b	43.5b	49.1b	54.1b
	M	19.0a	27.6a	37.0a	39.4b	43.0b	51.5b	55.1b
	S	19.8a	27.6a	33.9b	41.3a	48.2a	53.2a	59.5a
Godongsi	2L	21.3a	26.5a	34.1a	37.5a	41.5c	46.9c	53.0b
	L	19.1a	27.1a	33.4a	37.5a	44.6b	50.5b	56.9a
	M	18.5a	25.6a	34.5a	38.4a	42.0c	51.0b	54.4b
	S	19.6a	26.4a	35.5a	38.7a	47.5a	53.4a	57.0a

^z Mean values (n=5) within columns by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

4) 수분함량

품종 및 등급별 건조기간에 따른 수분함량(Moisture content; MC) 변화는 Figure 2, Table 6과 같다. 평균 수분함량은 ‘반시’의 경우 70.1%(0일차)~13.0%(12일차; 감소량 57.1%), ‘고동시’의 경우 69.0%~13.8%(감소량 55.2%)인 것으로 나타났으며, 두 품종 모두 건조 기간이 경과함에 따라 통계적으로 유의하게 감소하였다.

건조 기간에 따른 등급별 수분함량은 ‘반시’의 경우 2L 70.6%(0일차)~16.0%(12일차; 감소량 54.6%), L 70.0%~13.8%(56.2%), M 70.4%~12.5%(57.9%), S 69.7%~10.0%(59.7%)이었으며, 원료감의 등급이 낮을수록 수분함량의 감소폭이 큰 것으로 나타났다. ‘고동시’의 경우 2L은 69.0%~18.5%(감소량 50.5%), L은 70.7%~13.5%(57.2%), M은 68.0%~12.2%(55.8%), S는 68.5%~11.0%(57.5%)이었으며, 반시와 유사하게 낮은 등급에서 수분함량의 감소폭이 크게 나타났다.

임산물표준규격(KFS, 2021)에 명시된 건조감 형태별 수분함량(반건시 45%~55%, 건시 25%~35%)을 기준으로 반건시와 건시의 제조를 위한 열풍건조 기간을 분석하였다. ‘반시’의 반건시 제조기간(수분함량)은 2L등급 6일(47.6%), L과 M, S등급 모두 4일(49.3%과 48.4%, 46.4%)이 소요되었고, 건시는 2L과 L등급 10일(29.1%와 27.5%), M과 S등급 8일(30.8%와 27.0%)이 소요되는 것으로 나타났다. ‘고동시’의 반건시 제조기간은 2L등급 6일(44.4%), L과 M, S등급 모두 4일(50.9%과 47.7%, 46.1%)이 소요되었고, 건시는 2L과 L등급 10일(32.7%와 28.8%) M과 S등급 8일(30.0%와 28.6%)이 소요되는 것

으로 각각 조사되었다. 열풍건조 시 반건시와 건시 제조에 소요되는 기간은 품종간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

건조감 주산지별(상주, 영동 등)로 생산된 건시(곶감) 제품의 수분함량을 분석한 결과 32.3~38.2%(Kim et al., 2004), 상주동시와 함안수시의 수분함량(열풍온도 25~30°C, 10일 건조)은 31.6%, 35.6%인 것으로 보고(Moon et al., 1993)된 바가 있는데, 임산물표준규격의 수분함량(건시) 기준에 대부분 적합하였으나 일부 약간 높은 값을 나타내는 경우도 있었다. 냉풍건조(원료감 품종 ‘동시’)의 경우 반건시는 6일, 건시는 10일(Lee et al., 2011)로 각각 보고하였으며, 천일건조의 경우 건시는 55일(원료감 품종 ‘고동시’, ‘고종시’, ‘상주동시’, ‘갑주백목’ / 건조지역 ‘경북 예천’; Park et al., 2018)과 80일(원료감 품종 ‘상주동시’ / 건조지역 ‘경북 상주’; Lee et al., 2011)로 보고하여 건조방법에 따라 건조기간에 큰 차이를 보였다. 특히, 천일건조의 경우 생산지역, 생산자에 따라 건조기간의 차이가 크게 나타났다. 따라서 최근 곶감 천일건조 시 기후에 의한 피해가 증가하는 지역의 경우에는 건조기간을 단축시키면서 품질이 안정적이고 균일한 건조감 생산이 가능한 열풍건조 방식의 적용이 필요할 것으로 사료된다. 그러나 열풍건조 건조감이 천일건조 건조감에 비해 식감이 떨어지는 등의 단점도 있으므로 품질 향상을 위한 다양한 건조 방법(열풍건조와 천일건조를 혼합한 방식 등)의 개발과 적용이 필요할 것으로 사료된다.

Table 6. Moisture content of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades.

Cultivar	Fruit grade	Moisture content(%)						
		0 days	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days	12 days
Bansi	2L	70.6a ^z	61.0a	54.0a	47.6a	37.5a	29.1a	16.0a
	L	70.0a	60.6a	49.3b	41.3b	34.9b	27.5a	13.8b
	M	70.4a	60.9a	48.4b	37.3c	30.8c	21.4b	12.5c
	S	69.7a	56.9b	46.4b	35.8c	27.0d	17.9b	10.0d
Godongsi	2L	69.0a	59.9a	52.6a	44.4a	40.7a	32.7a	18.5a
	L	70.7a	59.1a	50.9a	42.6ab	38.1b	28.8b	13.5b
	M	68.0a	55.1b	47.7b	39.6b	30.0c	23.1c	12.2b
	S	68.5a	54.4b	46.1b	39.1b	28.6c	21.4c	11.0b

^z Mean values (n=5) within columns by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

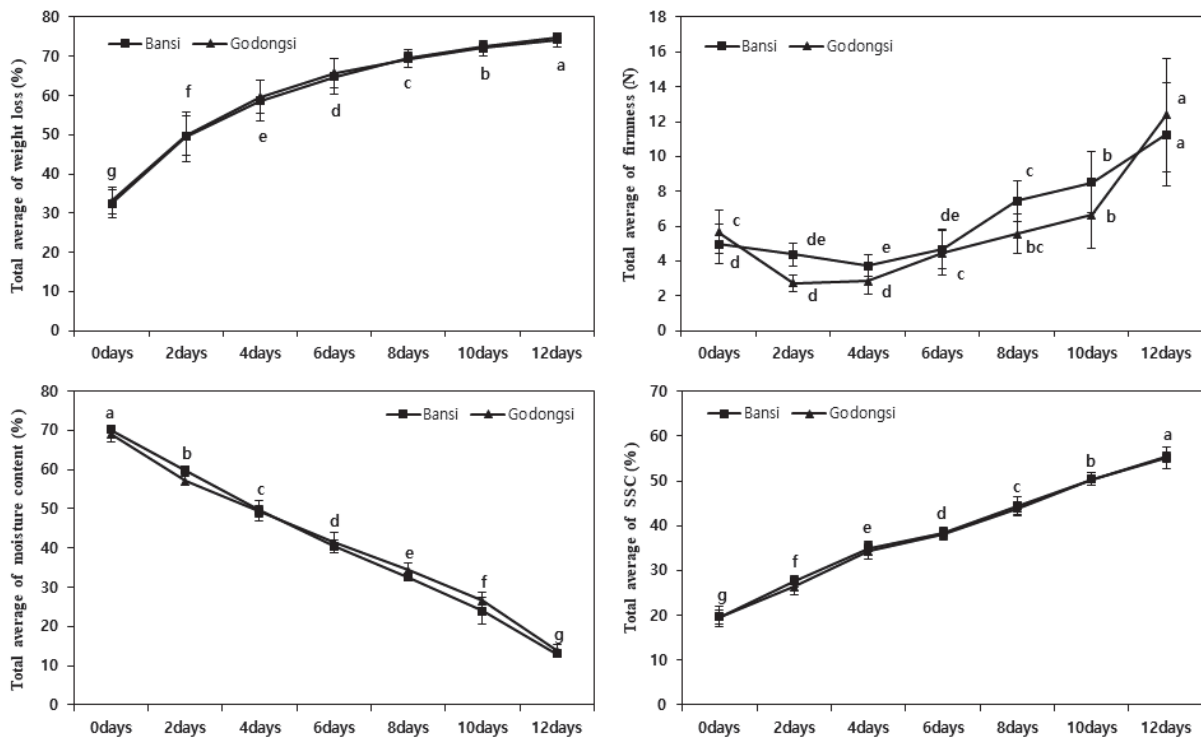


Figure 2. Quality changes of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars and fruit grades. Different letters show significantly difference during drying period($p < 0.05$). Error bars represent standard deviation of the mean(n=40).

5) 상관분석

‘반시’ 및 ‘고동시’ 품종의 품질특성 간 상관분석을 실시한 결과, 중량감소율은 가용성고형물함량과 정(+)의 상관을 보인 반면, 수분함량과는 고도의 부(-)의 상관을 나타내었다. 경도는 가용성고형물함량과는 정(+)의 상관을 보인 반면, 수분함량과는 부(-)의 상관을 나타내었으며, 가용성

고형물함량은 수분함량과 고도의 부(-)의 상관을 보였다 (Table 7, 8). 이는 원료감의 등급이 낮을수록 수분 증발이 빠르게 진행되는 것(Table 6)과 관련있는 결과로, 낮은 등급의 원료감은 높은 등급의 원료감에 비해 건조기간이 경과될수록 경도가 급격히 증가함과 동시에 가용성고형물 함량이 빠르게 증가하는 것으로 판단된다.

Table 7. Results of Pearson correlation analysis among quality characteristics of dried Bansi.

Variables	Mean	S.D.	A	B	C	D
A. Weight loss (%)	50.3	12.1	1			
B. Firmness (N)	6.4	3.3	.497**	1		
C. SSC (%)	38.7	11.9	.887**	.679**	1	
D. Moisture content (%)	41.4	19.0	-.880**	-.716**	-.976**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level.

Table 8. Results of Pearson correlation analysis among quality characteristics of dried Godongsi.

Variables	Mean	S.D.	A	B	C	D
A. Weight loss (%)	49.8	11.6	1			
B. Firmness (N)	5.7	4.3	.315**	1		
C. SSC (%)	38.3	12.0	.909**	.505**	1	
D. Moisture content (%)	41.6	17.8	-.900**	-.572**	-.970**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level.

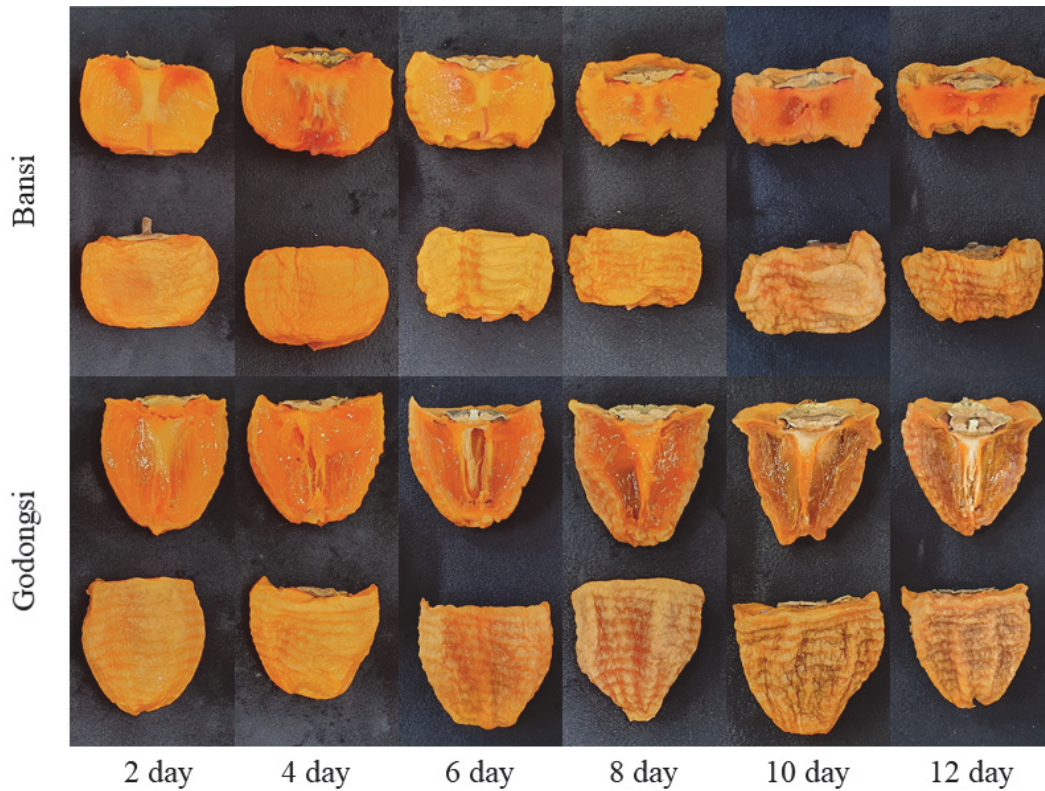


Figure 3. Appearance changes of dried persimmons during drying period by hot-air drying according to cultivars.

References

- Ali, Z.M., Ng, S.Y., Othman, R., Goh, L.Y. and Lazan, H. 1998. Isolation, characterization and significance of papaya β -galactanases to cell wall modification and fruit softening during ripening. *Physiology Plant* 104(1): 105-115.
- Ayuko, E., Ikeda, H. and Baba, N. 2017. Processing method by two-stage drying for soft-type dried persimmon using pollination constant non-astringent persimmon fruits cv. 'Fuyu' *Diospyros kaki* Thunb. *Bulletin of the Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center* 3: 43-48. (In Japanese).
- Cho, J.H., Song, I.K., Cho, D.H., Dhungana, S.K., Ahn, H. and Kim, I.-D. 2017. Quality characteristics of dried persimmon (*Diospyros kaki* Thunb) of different fruit sizes. *African Journal of Biotechnology* 16(9): 429-433.
- Choi, J.Y., Jo, J.S., Lee, H.J., Woo, J.H., Heo, S.H., Bae, S.I. and Moon, K.D. 2018. Quality changes of dried persimmon based on storage conditions. *Korean Journal of Food Preservation* 25(1): 44-51.
- Cutillas-Iturralde, A., Zarra, I. and Lorences, E.P. 1993. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. *Physiology Plant* 89(2): 369-375.
- Demiray, E. and Tulek, Y. 2017. The effect of pretreatments on air drying characteristics of persimmons. *Heat and Mass Transfer* 53(1): 99-106.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2019. Food and agriculture data (FAOSTAT), <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, (2019).
- Hayashi, S. 1989. Drying characteristics of Japanese persimmon: diffusion-coefficient and two-tanks model. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery* 51(6): 71-76.
- Jo, Y.H., Park, J.W., Lee, J.M., Ahn, G.H., Park, H.R. and Lee, S.C. 2010. Antioxidant and anticancer activities of methanol extracts prepared from different parts of jang-seong debong persimmon (*Diospyros kaki* cv. Hachiya). *Journal of Korean Society Food Science Nutrition* 39(4): 500-505.
- Kang, W.W., Kim, J.K., Oh, S.L., Kim, J.H., Han, J.H., Yang, J.M. and Choi, J.U. 2004. Physicochemical characteristics of sangju traditional dried persimmons during drying process. *Journal of Korean Society Food Science Nutrition* 33(2): 386-391.
- Kang, D.I., Yoo, S.M., Lee, B.Y. and Park, Y.S. 2020. Statistical yearbook of forestry. Korea Forest Service. 50: 292-293.
- Karakasova, L., Babanovska-Milenkovska, F., Lazov, M., Karakasov, B. and Stojanova, M. 2013. Quality properties of solar dried persimmon (*Diospyros kaki*). *Journal of Hygienic Engineering and Design* 54-55.
- Kim, Y.B., Lee, J.S. and Lim, B.S. 1995. Survey on utilization of processing and storage the astringent persimmons. Research report of Expansion plan in regard to use the persimmons, gardening research institute, Suwon, Korea.
- Kim, J.K., Kang, W.W., Oh, S.L., Kim, J.H., Han, J.H., Moon, H.K. and Choi, J.U. 2004. Comparison of quality characteristics on traditional dried persimmons from various regions. *Journal of Korean Society Food Science Nutrition* 33(1): 140-145.
- Kim, S.H., Park, H.W., Lee, S.A., Kim, Y.H. and Cha, H.S. 2004. Quality changes of dried persimmons depending on pre-treatment and packaging materials during storage. *Korean Journal of Food Preservation* 11(4): 437-440.
- Kim, Y.J., Lee, S.J., Kim, M.Y., Kim, G.R., Chung, H.S., Park, H.J., Kim, M.O. and Kwon, J.H. 2009. Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by drying methods. *Korean Journal of Food Science and Technology* 41(1): 64-68.
- KFS (Korea Forest Service). 2021. Forest products standard grade. <https://www.law.go.kr>. (2021.01.26).
- Krokida, M. and Maroulis, Z. 2000. Quality changes during drying of food materials. pp.61-106. In: *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*, Mujumdar AS (ed). Science Publishers Inc., Enfield, NH, USA.
- Lee, S.W., Moon, H.K., Lee, W.Y. and Kim, J.K. 2011. Physicochemical characteristics of cold-air dried persimmons and traditional dried persimmons. *Korean Journal of Food Preservation* 18(4): 481-487.
- Moon, K.D., KIM, J.K. and Sohn, T.H. 1993. Quality changes in dried persimmons processed by different pretreatment and drying method. *Korean Journal of Dietary Culture* 8(4): 331-335.
- Park, H.W., Lee, S.A., Cha, H.S. and Kim, Y.H. 2005. Effect of cinnamon pretreatment and packaging materials on the quality of dried persimmon. *Korean Journal of Food Preservation* 12(4): 305-309.
- Park, H.W., Cha, H.S., Kim, S.H., Park, H.R., Lee, S.A. and Kim, Y.H. 2006. Effects of grapefruit seed extract pretreatment and packaging material on quality of dried persimmons. *Korean Journal of Food Preservation* 13(2): 168-173.
- Park, H.W., Oh, S.I., Cho, M.G., Kim, C.W. and Lee, U. 2018. The comparison of quality characteristics of dried persimmons manufactured by solar drying method in yecheon. *Journal of Korean Society of Forest Science* 107(4): 422-427.

- Sugiura, A. and Taira, S. 2008. Dried persimmon production in Japan. *ISHS Acta Horticulturae IV international symposium on persimmon*. 833: 71-76.
- Wei, X., Liu, F., Qiu, Z.J., Shao, Y.N. and He, Y. 2014. Ripeness classification of astringent persimmon using hyperspectral imaging technique. *Food and Bioprocess Technology* 7(5): 1371-1380.
- Yamada, H., Ando, T., Tsutani, K., Amano, S. and Yamamoto, Y. 2009. Mechanism of browning occurring during the processing of semidried persimmon. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 78(1): 124-130.

Manuscript Received : February 17, 2021

First Revision : March 18, 2021

Second Revision : April 13, 2021

Accepted : April 26, 2021