

건조 조건에 따른 상품 토마토와 비상품 토마토의 품질 특성 비교

유준호¹ · 박선주^{2*} · 이해정^{3,4*}

¹가천대학교 바이오나노대학 식품생명공학과 박사과정, ²가천대학교 바이오나노대학 식품영양학과 조교수,
³가천대학교 바이오나노대학 식품영양학과 교수, ⁴가천대학교 노화임상영양연구소 소장

Comparison of the Quality Characteristics of Commodity and Non-Commodity Tomatoes Based on Drying Conditions

Jun-Ho Yu¹, Seon-Joo Park^{2*} and Hae-Jeung Lee^{3,4*}

¹Doctoral Course, Dept. of Food Science and Biotechnology, College of BioNano Technology, Gachon University, Seongnam 13120, Republic of Korea

²Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, College of BioNano Technology, Gachon University, Seongnam 13120, Republic of Korea

³Professor, Dept. of Food and Nutrition, College of BioNano Technology, Gachon University, Seongnam 13120, Republic of Korea

⁴Chief, Institute for Aging and Clinical Nutrition Research, Gachon University, Seongnam 13120, Republic of Korea

ABSTRACT

Non-commercial crops are often perceived to be of poorer quality compared to commercial crops. This study aimed to establish the optimal temperature and duration for hot air drying of tomato powder and to assess the distinctions in the physicochemical properties and antioxidant content between commercial and non-commercial tomatoes. The tomato powder underwent drying at both 60°C and 70°C for durations of 18, 20, and 22 hours to identify the most suitable drying conditions. Notably, there were no significant differences in yield, moisture content, color, brix (sugar content), total polyphenol content, and total flavonoid content between commercial and non-commercial tomatoes under the same drying conditions. These findings are expected to enhance consumer awareness of non-commercial crops and promote their utilization.

Key words: imperfect produce, tomato, powder, antioxidant capacity

서 론

비상품과란 품질에는 문제가 없으나, 품종에 따라 고르기, 형태, 색깔, 신선도, 건조도, 결점, 숙도 등 품질 구분 기준에 미달하는 제품으로 산지에서는 비규격 농산물(등급 외 분류)로 구분된다(Mukherjee A 등 2021). 이러한 비상품과는 맛과 영양에는 정상과와 차이가 없지만, 미관상 보기 좋지 않다는 이유 등으로 수요처가 없어서 농가에서는 자체 폐기하거나 헐값에 판매되고 있다. 우리나라에서는 비상품과 농산물을 ‘못난이 농산물’이라는 이름으로도 부르고 있으며, 미국에서는 불완전한 농산물(imperfect produce) 또는 못생긴 농산물(ugly produce)이라고 표현하고 있다. 해외에서는 ugly produce를 따로 파는 대형마트가 있으며, 우리나라에서도 코로나 19 이후 높아진 물가를 고려하여 대형마트에서도 못난이

농산물을 싸게 판매하는 상설판매 코너를 운영하고 있으며, 판매량도 증가하고 있는 실정이다.

토마토는 가지과에 속하는 일년생 작물로, 라이코펜 등의 파이토케미컬이 풍부하여 강력한 항산화 기능 및 암예방 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Giannucci E 1999; Takeoka GR 등 2001). 또한, 비타민 C, 비타민 E 등이 풍부하여 체내의 활성산소 등을 제거하는 효과가 있다고 알려져 있다(Frusciante L 등 2007). 토마토 100 g에는 51 mg의 엽소와 11 mg의 황이 들어있는데, 엽소는 간에서 노폐물을 여과하고 해독하는 작용을 하며, 유허은 간경변으로부터 간을 보호하는 기능을 한다(Bhowmik D 등 2012).

우리나라 토마토 재배면적은 2000년부터 2017년까지 연평균 2.1%씩 증가하였으며, 생산량은 연평균 2.6%씩 증가하여 과잉 생산의 문제가 발생하고 있다(Korea Rural Economic Institute 2019). 토마토의 경우 미성숙과나 과성숙으로 인한 연화, 유허 및 저장 중 물리적 손상에 의해 비상품과가 발생하고 대부분 폐기되거나 사료 및 가공품으로 일부 활용되고

* Corresponding author : Seon-Joo Park, Tel: +82-31-750-4721, Fax: +82-31-724-4411, E-mail: chris0825@gachon.ac.kr
Hae-Jeung Lee, Tel: +82-31-750-5968, Fax: +82-31-750-5974, E-mail: skysea@gachon.ac.kr

있는 실정이기 때문에(Lim YW 등 2018) 과일 생산되는 비상품과를 건조 분말화하여 가공 제품으로 활용할 수 있는 방안이 필요하다.

개정된 식품의약품안전처의 「식품의 기준 및 규격」(제 2021-79호)에 의하면 ‘식품은 캡슐 또는 정제 형태로 제조할 수 없다. 다만, 과자, 캔디류, 추잉껌, 초콜릿류, 장류, 조미식품, 당류가공품, 음료류, 과·채가공품은 정제형태로 제조할 수 있다’로 개정되었으며, 냉동·해동에 따른 품질변화가 적은 건조·분말 제품은 실온 또는 냉장제품이라도 냉동에서 보관할 수 있도록 개정되어 분말 형태로 제조 및 유통이 가능하다.

토마토는 열에 강하기 때문에 비상품과를 이용하여 열풍 건조로 분말을 생산하여 떡, 젤리, 음료 등의 제품에 활용할 다면 비상품 농산물을 이용한 가공 농산품 개발로 생산 농가의 부가가치를 높일 수 있을 것으로 보인다(Chang CH 등 2006). 우리나라에서도 이미 토마토 분말을 이용하여 양갱(Kim KH 등 2014), 설기떡(Kim MY & Chun SS 2008; Lee JS 등 2008), 머랭 쿠키(Kim KH 등 2016) 등에 다양한 음식의 제조에 활용한 연구들이 수행된 바 있다. 현재까지 비상품과 토마토를 이용하여 시럽을 제조하거나(Kim SE & Kim YS 2013), 유산균을 이용하여 발효시킨 연구(Lim YW 등 2018)가 있으며, 최근 파프리카의 상품과와 비상품과의 항산화 활성 및 카로티노이드 함량을 비교한 연구(Yoon S 등 2022)가 수행된 바 있으나 토마토의 상품성에 따른 분말의 품질 특성을 비교한 논문은 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 열풍건조의 온도와 시간을 달리하여 제조한 토마토 분말의 이화학적 특성과 항산화 성분을 비교하여 최적의 건조조건을 구명하고, 상품과와 비상품과에서 생산된 토마토 분말의 차이를 비교하여 비상품과의 부가가치를 제고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 재료는 2022년 경기도 광주에서 동일한 토양에서 재배하고 수확시기가 동일한 데프니스(Dafnis) 품종의 상품과와 비상품과 토마토를 구매하여 사용하였다.

그 외에 사용된 시약으로는 ethanol, Folin-Ciocalteu phenol reagent, aluminum chloride, quercetin, gallic acid, sodium nitrite, sodium hydroxide, sodium carbonate(Sigma-Aldrich Co, St. Louis, MO, USA) 등이 있다.

2. 건조분말 제조

토마토는 꼭지를 제거한 후 흐르는 물에 씻어 이물질을

제거하고, 분쇄기로 분쇄하여 열풍건조기(WFO-520, EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 건조하였다. 토마토 건조 온도는 60℃, 70℃, 80℃, 90℃로 설정하여 사전 실험한 결과, 80℃와 90℃에서는 타거나 색깔의 질이 떨어지는 것을 확인하여 최종적으로 60℃와 70℃로 건조조건을 설정하였다. 건조 시간은 수분함량이 8% 이하로 떨어지는 18시간부터 2시간 간격으로 20시간, 22시간으로 설정하여 건조 분말을 제조하였다. 건조된 샘플은 분쇄기를 사용하여 미세하게 분쇄 후 100 mesh 시험망으로 걸러 분말을 제조하였다.

3. 수율 계산

수율을 계산하기 위하여 건조 전 분쇄한 토마토 500 g을 정확하게 측정하여 60℃와 70℃에서 각각 18시간 건조한 후 시료의 무게를 측정하였다. 수율은 건조 후 시료량을 건조 전 시료량으로 나누고 이를 100 곱해준 값으로 계산하였다.

$$\text{수율(\%)} = \text{건조 후 무게} / \text{건조 전 무게} \times 100$$

4. 이화학적 특성

1) 수분함량 측정

건조 분말의 수분함량은 각 시료를 3 g씩 칭량하여 수분 측정기(MA160, Sartorius, Göttingen, Germany)를 이용하여 130℃에서 수분의 함량이 24 sec동안 2 mg의 무게 변화를 없을 때까지 3번 반복측정하여 평균값을 구했다.

2) 색도 측정

토마토 분말의 색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter 색차계의 명도(L값, lightness), 적색도(a값, redness), 황색도(b값, yellowness) 값을 3회 반복 측정된 값을 평균으로 나타내었다.

3) 당도 측정

당도 측정은 분말 시료를 1 g 정밀하게 측정하고 1 mL의 증류수를 첨가하여, 10분간 25℃ 초음파수조에서 추출하였다. 추출한 시료를 3,000 rpm, 5분간 원심분리 후 상층액을 취하고 당도계(PR-32, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

5. 항산화 활성 측정

폴리페놀 화합물은 플라보노이드, 안토시아닌, 탄닌, 카테킨, 아이소플라본 등을 총칭하며, 항산화, 항염, 항암 효과가 있다고 알려져 있으며, 플라보노이드는 또한 활성산소를 효과적으로 제거하여 항산화능이 높다고 알려져 있다

(Minoggio M 등 2003). 최근 폴리페놀과 플라보노이드의 함량 분석 및 효능에 대한 연구가 많이 이루어지고 있어(Kim EJ 등 2012) 두 가지 성분의 함량을 건조조건에 따른 변화와 상품과와 비상품과 토마토간의 차이를 비교 분석하였다.

1) 총 폴리페놀 함량 측정

토마토 건조 분말 100 mg을 삼각플라스크에 넣고 80%(v/v) 에탄올 50 mL를 첨가하여 25°C 초음파수조에서 60분간 폴리페놀 성분을 추출하였다. 추출물을 3,000 rpm, 5분간 원심분리 후 상층액을 취하여 0.45 µm Syringe Filter(SH25P045NL, Hyundai Micro, Seoul, Korea)로 여과한 후 여과액을 정량에 사용하였다.

총 페놀화합물 함량은 Folin-Ciocalteu colorimetric method에 따라 Kaur and Kapoor 방법을 일부 변형하여 측정하였다(Kaur C & Kapoor HC 2002). 추출액 100 µL를 2.9 mL 증류수에 희석 후 Folin ciocalteus reagent 0.5 mL를 첨가하여 3분간 반응시켰다. 3분 반응 후 10%(w/v) Na₂CO₃ 2 mL를 용액에 첨가하고, 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량곡선은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 검량선($r^2=0.9977$)을 작성하고 추출물의 폴리페놀 함량을 정량하였다. 총 폴리페놀 함량의 단위는 mg gallic acid equivalent(GAE)/g dry weight로 환산하여 표기하였다.

2) 총 플라보노이드 측정

총 플라보노이드 함량은 colorimetric assay method에 따라 측정하였다(Meyers KJ 등 2003). 총 폴리페놀 함량과 동일한 방법으로 추출물을 얻은 후, 추출액 1 mL에 5%(w/v) NaNO₂ 0.3 mL를 첨가 후 5분 동안 반응시켰다. 반응액에 10%(w/v) AlCl₃ 0.3 mL를 가한 후 6분간 반응하였으며, 1N NaOH 2 mL과 증류수 2.4 mL를 첨가하여 반응을 종료시켰고, 510 nm에서 흡광도를 측정하여 플라보노이드 함량을 정량하였다. Quercetin을 표준물질로 사용하여 검량선($r^2=0.9972$)을 작성

하고 토마토 추출액의 플라보노이드 함량을 정량하였다. 총 플라보노이드 분석 결과 함량의 단위는 mg quercetin equivalent(QE)/g dry weight로 환산하여 표기하였다.

6. 통계 분석

모든 측정값은 3회 반복 실험을 통한 결과를 이용하여 평균±표준편차를 산출하였고, 3군 이상의 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 군간의 유의적인 차이가 있는 경우에는 Duncan 사후 검증을 실시하였다. 상품과와 비상품과간의 차이는 student *t*-test를 이용하여 비교하였다. 모든 통계 분석은 SAS(Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 프로그램을 사용하였으며, $p<0.05$ 수준에서 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 건조 후 무게와 수율 비교

같은 토마토를 500 g을 건조시킨 후 무게는 상품과는 60°C와 70°C에서 18시간 건조하였을 때, 모두 17.67 g으로 3.53%의 수율을 보였으며, 비상품과는 60°C에서 18시간 건조 후 17.33 g, 70°C에서 18시간 건조 후 무게는 17.00 g으로 수율은 각각 3.47%, 3.40%로 나타났다. 상품과와 비상품과의 건조 후 무게(g)와 수율(%)은 통계적인 차이를 보이지 않았다(Table 1).

2. 수분함량

건조 온도와 시간을 다르게 하여 제조한 토마토 분말의 수분 함량 변화는 Table 2와 같다. 상품과의 경우 60°C에서 18시간, 20시간, 22시간 건조 후 분말의 수분함량은 각각 5.58%, 5.15%, 4.21%로 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 70°C에서 18시간, 20시간, 22시간 건조시 수분 함량은 각각 4.49%, 4.44%, 4.45%로 시간의 증가에 따른 차이를 보이지

Table 1. Comparison of post-drying weight and yield of commercial and non-commercial tomato powders

	Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial	Non-commercial	p-value
Weight after drying (g)	60	18	17.67±0.58 ^{1)ns2)}	17.33±0.58 ^{ns}	ns ³⁾
	70	18	17.67±0.58	17.00±1.00	ns
Yield (%)	60	18	3.53±0.12 ^{ns}	3.47±0.12 ^{ns}	ns
	70	18	3.53±0.12	3.40±0.20	ns

¹⁾ All values are expressed as mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ Student *t*-test between 60°C and 70°C degrees of the same tomato.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

^{ns} not significance.

Table 2. Moisture content of tomato powder according to drying temperature and time of commercial and non-commercial tomato powders

Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial (%)	Non-commercial (%)	p-value
60	18	5.58±0.36 ^{1)a2)}	5.69±0.15 ^a	ns ³⁾
	20	5.15±0.14 ^b	5.30±0.27 ^a	ns
	22	4.21±0.09 ^c	4.50±0.32 ^b	ns
70	18	4.49±0.03 ^c	4.66±0.26 ^b	ns
	20	4.44±0.10 ^c	4.46±0.12 ^b	ns
	22	4.45±0.05 ^c	4.32±0.07 ^b	ns

¹⁾ All values are expressed as mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ a~c Different superscript within the whole column indicate significant differences ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

ns not significance.

않았다. 비상품과에서는 60°C에서 18시간, 20시간, 22시간 건조하였을 때, 분말의 수분 함량은 5.69%, 5.30%, 4.50%로 유의적으로 감소하였으나, 70°C에서는 시간에 따른 수분함량의 차이는 보이지 않았다. 건조 온도와 시간별 상품과와 비상품과의 수분 함량의 차이는 보이지 않았다. 본 연구에서 제조한 토마토 분말의 수분 함량은 다른 연구에서 사용한 상업용 토마토 분말의 수분함량인 3.94%보다 약간 높았다(Liu F 등 2010). Kang NS 등(2007)의 연구에서는 7일간 열풍건조로 제조한 양파 분말의 경우 수분함량이 5.3%가 되어 분말화가 가능하다고 보고한 바 있으며, Kim HR 등(2007)의 연구에서는 70도에서 24시간 열풍건조한 양파 분말의 수분 함량은 13.29%였고 동결건조는 12.99%, 진공건조는 10.78%로 본 연구에서 제조된 분말보다 높은 수분 함량을 보였다.

3. 색도

건조 온도와 시간에 따른 상품과와 비상품과 토마토 분말의 색도 변화는 Table 3에 제시하였다. 명도를 나타내는 L(lightness)값이 건조 온도와 시간에 따라 큰 차이를 보였다. L값은 상품과에서는 60°C에서 20시간 건조한 경우 53.28로 가장 높았고, 비상품과에서는 60°C에서 18시간 건조한 경우 51.54로 가장 높았다. L값은 건조 온도와 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. a값은 높을수록 붉은색에 가까운 정도를 나타내는 값으로, 60°C에서 제조된 토마토 분말이 70°C에서 제조된 분말보다 높았으며, 황색을 나타내는 b값도 60°C에서 제조된 분말이 70°C에서 제조된 분말에 비해 높았다. 그러나 건조온도와 시간별로 상품과와 비상품과의 색도의 차이를 비교하였을 때, 통계적으로 유의하지 않았다.

일반적으로 건조 방법에 따라 분말의 색도를 비교한 경우 동결건조로 제조한 양파분말이 진공건조나 열풍건조로 제조

한 양파분말보다 L값과 a값, b값 등이 낮게 나타나는데 이는 갈변현상으로 인해 분말의 황색도가 증가하고, 온도가 높아지기 때문에 갈변도가 증가하기 때문이다(Kim HR 등 2007). 이러한 갈변화는 소비자의 기호도에도 영향을 미치기 때문에 되도록 낮은 온도에서 분말을 제조하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

4. 당도

건조 온도와 시간에 따른 토마토 분말의 당도의 변화는 Table 4와 같다. 상품과의 경우 60°C에서 18시간 건조한 토마토 분말의 당도는 7.13 °Brix였으나, 22시간 건조 후에는 7.37 °Brix로 당도가 증가하였다. 비상품과의 경우 60°C에서 18시간 건조한 분말의 당도는 7.07 °Brix였고, 22시간 건조 후에는 7.33 °Brix로 당도가 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 그러나, 70°C에서는 건조 시간이 증가해도 당도가 유의적으로 증가하지 않음을 보였다. 건조 온도와 시간별 상품과와 비상품과간의 당도를 비교하였을 때 차이를 보이지 않았다. 상품과와 비상품과의 생 토마토의 당도를 비교하였을 때, 정상과의 당도는 4.97 °Brix였으며, 미숙과는 4.73 °Brix, 과숙과는 5.13 °Brix로 과숙과의 당도가 높게 나타났다(Lim YW 등 2018). 노란 파프리카를 건조방법을 다르게 하여 15일간 당도의 변화를 측정된 결과, 저장기간이 길어질수록 동결건조한 파프리카의 당도가 열풍건조나 냉풍건조한 파프리카보다 높아짐을 보였다(Jung HA & Hong JY 2017).

5. 총 폴리페놀 함량

상품과와 비상품과 토마토 분말의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Table 5에 제시하였다. 상품과의 경우 60°C에서 22시간 건조한 토마토 분말의 총 폴리페놀 함량이 16.3 mg

Table 3. Color of tomato powder according to drying temperature and time of commercial and non-commercial tomato powders

	Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial	Non-commercial	p-value
L	60	18	51.56±0.01 ^{1)c2)}	51.54±0.01 ^a	ns ³⁾
		20	53.28±0.01 ^a	51.46±0.01 ^b	ns
		22	52.18±0.01 ^b	48.72±0.05 ^c	ns
	70	18	47.69±0.01 ^d	43.15±0.02 ^d	ns
		20	44.99±0.01 ^e	42.88±0.01 ^f	ns
		22	42.78±0.03 ^f	42.98±0.01 ^e	ns
a	60	18	20.38±0.01 ^a	20.10±0.01 ^b	ns
		20	19.88±0.02 ^b	19.77±0.02 ^c	ns
		22	19.54±0.02 ^c	20.97±0.04 ^a	ns
	70	18	18.45±0.03 ^e	18.77±0.02 ^e	ns
		20	18.52±0.02 ^d	18.91±0.01 ^d	ns
		22	17.67±0.02 ^f	18.11±0.03 ^f	ns
b	60	18	36.23±0.02 ^c	34.80±0.02 ^b	ns
		20	37.05±0.01 ^a	35.69±0.04 ^a	ns
		22	36.73±0.05 ^b	34.50±0.10 ^c	ns
	70	18	35.53±0.03 ^d	31.34±0.04 ^d	ns
		20	33.65±0.04 ^e	31.29±0.01 ^d	ns
		22	31.02±0.03 ^f	30.24±0.01 ^e	ns

¹⁾ All values are expressed as mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ ^{a-f} Different superscript within each column (L, a, b) indicate significant differences ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

ns not significance.

Table 4. Brix of tomato powder according to drying temperature and time of commercial and non-commercial tomato powders

	Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial (°Brix)	Non-commercial (°Brix)	p-value
60		18	7.13±0.15 ^{1)ab2)}	7.07±0.12 ^b	ns ³⁾
		20	7.13±0.12 ^b	7.20±0.06 ^{ab}	ns
		22	7.37±0.06 ^a	7.33±0.10 ^a	ns
70		18	7.17±0.06 ^b	7.37±0.06 ^a	ns
		20	7.13±0.06 ^b	7.23±0.06 ^a	ns
		22	7.17±0.06 ^b	7.27±0.12 ^a	ns

¹⁾ All values are expressed as mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ ^{a,b} Different superscript within the whole column indicate significant differences ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

ns not significance.

GAE/g으로 가장 높았고, 비상품과에서는 60°C에서 18시간 건조한 분말의 총 폴리페놀 함량이 16.3 mg GAE/g으로 가

장 높았으나, 건조 온도와 시간에 따른 폴리페놀의 함량의 차이는 통계적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 동일한 건조

Table 5. The total polyphenol contents of tomato powder according to drying temperature and time of commercial and non-commercial tomato powders

Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial Conc. (mg GAE/g dry weight)	Non-commercial Conc. (mg GAE/g dry weight)	p-value
60	18	15.7±0.8 ^{1)ns2)}	16.3±2.1 ^{ns}	ns ³⁾
	20	14.5±1.3	15.6±1.0	ns
	22	16.3±0.3	15.3±1.9	ns
70	18	15.5±2.9	15.2±2.0	ns
	20	15.1±2.4	15.6±0.9	ns
	22	15.1±0.6	16.1±1.6	ns

¹⁾ All values are expressed as mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ ns (not significance) indicate not significance by Duncan's multiple range test within the whole column.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

온도와 시간에서 생산한 상품과와 비상품과의 토마토 분말의 총 폴리페놀 함량도 차이를 보이지 않았다. 우리나라 토마토를 Rafito, Momotaro, Medison 품종별로 건조분말을 제작하여 총 폴리페놀의 함량을 분석한 결과 각각 10.44 mg/g, 11.14 mg/g, 12.26 mg/g의 폴리페놀을 갖고 있었으나, 품종간의 차이를 보이지 않았다(Choi SH 2021).

6. 총 플라보노이드 함량

상품과와 비상품과 토마토 분말의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 6에 제시하였다. 총 플라보노이드 함량의 경우 상품과에서는 70°C에서 20시간 건조한 분말이 3.14 mg QE/g으로 가장 높았으나 통계적인 차이는 보이지 않았으며, 비상품과의 경우에는 70°C에서 18시간 건조한 분말이 3.20 mg QE/g으로 가장 높고, 60°C에서 20시간 건조한

분말이 2.88 mg QE/g으로 가장 낮았다($p<0.05$). 그러나 동일한 건조조건에서의 상품과와 비상품과간의 총 플라보노이드 함량의 차이는 보이지 않았다. Rafito, Momotaro, Medison 품종별로 총 플라보노이드 함량을 비교하였을 때, 각각 3.62 mg/g, 3.24 mg/g, 3.87 mg/g으로 본 연구의 토마토 분말과 비슷하거나 약간 높았다(Choi SH 2021). 다른 연구에서는 생 토마토의 총 플라보노이드 함량을 100 g 당 6.56~10.93 mg으로 보고하였으며, 이는 건조물 기준으로는 1.09~1.83 mg/g의 플라보노이드를 함유하고 있는 것으로 추정된다(Na HS 등 2013; Choi SH 2021). 본 연구와 다른 연구의 토마토 분말의 플라보노이드 함량의 차이는 비상품과의 경우 숙성의 차이가 있어 플라보노이드의 함량이 다르게 나타난 것으로 보인다.

Table 6. The total flavonoid contents of tomato powder according to drying temperature and time of commercial and non-commercial tomato powders

Temp. (°C)	Hour (h)	Commercial Conc. (mg QE/g)	Non-commercial Conc. (mg QE/g)	p-value
60	18	2.96±0.09 ^{1)ns2)}	2.99±0.13 ^{ab}	ns ³⁾
	20	2.95±0.23	2.88±0.12 ^b	ns
	22	3.03±0.14	3.01±0.15 ^{ab}	ns
70	18	3.01±0.04	3.20±0.13 ^a	ns
	20	3.14±0.01	3.10±0.10 ^{ab}	ns
	22	3.08±0.01	3.11±0.10 ^{ab}	ns

¹⁾ All values are expressed as Mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ ns (not significance) indicate not significance by Duncan's multiple range test within the whole column.

³⁾ Student *t*-test between commercial and non-commercial tomatoes at the same temperature and time.

요 약

본 연구에서는 열풍건조 방법으로 토마토 분말을 제조하기 위한 적정 온도와 시간을 제안하기 위하여 60℃에서 18시간, 20시간, 22시간, 70℃에서 18시간, 20시간, 22시간 건조하여 제조한 분말의 이화학적 품질 특성과 항산화 특성을 비교 평가하였다. 또한, 동일한 토양에서 재배되고, 동일한 시기에 수확된 상품과와 비상품과 토마토의 이화학적 품질 특성과 항산화 특성을 비교 평가하였다.

토마토 분말을 60℃로 건조하여 제조하였을 때, 수분함량은 시간이 지남에 따라 유의적으로 감소하였으나, 70℃에서는 시간에 따른 차이를 보이지 않았으며, 동일 건조 조건에서 상품과와 비상품과의 수분 함량의 차이는 보이지 않았다. 색도는 건조 온도가 높아지고 시간이 길어질수록 명도를 나타내는 L값이 감소하고, a값과 b값도 감소하는 경향을 보였으나, 동일 건조조건에서의 상품과와 비상품과의 색도 차이는 보이지 않았다. 당도의 경우도 60℃에서는 건조 시간이 지날수록 당도가 증가하였으나, 70℃에서는 건조 시간에 따른 당도의 변화가 유의적이지 않았다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량은 건조온도와 시간에 따른 차이를 보이지 않았으며, 동일 건조조건에서 상품과와 비상품과의 차이도 보이지 않았다. 결론적으로 토마토 분말의 열풍건조 조건은 60℃에서 18시간 건조하였을 때 다른 조건과 큰 차이를 보이지 않았으며 색도가 가장 좋은 결과를 보여 경제성과 소비자의 기호도를 고려하였을 때, 60℃에서 18시간 건조하는 것이 가장 바람직할 것으로 보인다. 또한, 동일한 건조 조건에서 상품과와 비상품과 토마토 분말은 이화학적 품질 특성화 항산화 특성의 차이를 보이지 않았으므로 비상품과에 대한 소비자의 인식도 향상에 도움을 줄 것으로 보인다. 또한, 비상품과 토마토를 활용하여 분말을 제조하여 가공식품에 활용한다면 우리나라 농가의 가공농산물의 부가가치 창출로 농가소득의 안정을 기대할 수 있을 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ016709012023)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

REFERENCES

Bhowmik D, Kumar KPS, Paswan S, Srivastava S (2012) Tomato-a natural medicine and its health benefits. *J Phar-*

macogn Phytochem 1(1): 24-36.

Chang CH, Lin HY, Chang CY, Liu YC (2006) Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *J Food Eng* 77(3): 478-485.

Choi SH (2021) Polyphenol and flavonoid contents, antioxidative and cancer cell inhibitory effects of domestic tomatoes. *Jour of KoCon a* 21(12): 879-887.

Frusciante L, Carli P, Ercolano MR, Pernice R, Di Matteo A, Fogliano V, Pellegrini N (2007) Antioxidant nutritional quality of tomato. *Mol Nutr Food Res* 51(5): 609-617.

Giovanucci E (1999) Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst* 91(4): 317-331.

Jung HA, Hong JY (2017) Change in quality characteristics of yellow paprika according to drying methods. *Korean J Food Preserv* 24(8): 1079-1087.

Kang NS, Kim JH, Kim JK (2007) Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J Food Preserv* 14(1): 61-66.

Kaur C, Kapoor HC (2002) Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int J Food Sci Technol* 37(2): 153-161.

Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH (2012) Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44(3): 337-342.

Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW (2007) Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(3): 342-347.

Kim KH, Kim YS, Hong MS, Yook HS (2016) Quality characteristics of meringue cookies added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(3): 366-371.

Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS (2014) Quality characteristics of yanggaeng added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(7): 1042-1047.

Kim MY, Chun SS (2008) Quality characteristics of Sulgidduk with tomato powder. *Korean J Food Cook Sci* 24(4): 412-418.

Kim SE, Kim YS (2013) Research of syrup manufacturing with non-marketable cherry tomato fruits. *J Agric Life Sci* 47(4): 151-156.

Korea Rural Economic Institute (2019) World tomato production and trade trends. *World Agriculture* 226: 61-76.

- Lee JS, Cho MS, Hong JS (2008) Quality characteristics of Sulgidduk containing added tomato powder. *Korean J Food Cook Sci* 24(3): 375-381.
- Lim YW, Seo SH, Park SE, Kim EJ, Kweon OC, Kim KM, Son HS (2018) Quality characteristics of non-marketable fermented tomato by lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47(2): 150-160.
- Liu F, Cao X, Wang H, Liao X (2010) Changes of tomato powder qualities during storage. *Powder Technol* 204(1): 159-166.
- Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP, Liu RH (2003) Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *J Agric Food Chem* 51(23): 6887-6892.
- Minoggio M, Bramati L, Simonetti P, Gardana C, Iemoli L, Santangelo E, Mauri PL, Spigno P, Soressi GP, Pietta PG (2003) Polyphenol pattern and antioxidant activity of different tomato lines and cultivars. *Ann Nutr Metab* 47(2): 64-69.
- Mukherjee A, Mukherjee A, Iyer P (2021) Imperfect produce: Retailer actions and service outcomes. *J Serv Mark* 35(8): 1061-1072.
- Na HS, Kim JY, Yun SH, Park HJ, Choi GC, Yang SI, Cho JY (2013) Phytochemical contents of agricultural products cultivated by region. *Korean J Food Preserv* 20(4): 451-458.
- Takeoka GR, Dao L, Flessa S, Gillespie DM, Jewell WT, Huebner B, Ebeler SE (2001) Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. *J Agric Food Chem* 49(8): 3713-3717.
- Yoon S, Kim JH, Shin M, Jeong HJ (2022) Comparison of antioxidant activities and carotenoid contents between marketable and unmarketable sweet pepper fruits. *J Bio-Env Con* 31(4): 393-400.

Date Received	Oct. 19, 2023
Date Revised	Oct. 26, 2023
Date Accepted	Oct. 27, 2023