

저온진공건조 공정에 의한 뚝은 감의 건조 및 품질 특성

허상선[†]

[†]중부대학교 식품생명과학과

(2016년 2월 20일 접수; 2016년 3월 11일 수정; 2016년 3월 15일 채택)

Effects of the Low Temperature Vacuum Drying Process on Drying Curve and Physico-Chemical Properties of Astringent Persimmons

Sang-Sun Hur[†]

[†]*Department of Food Science and Biotechnology, Joongbu University,
Geumsan, Chungnam 312-702, Korea*

(Received February 20, 2016; Revised March 11, 2016; Accepted March 15, 2016)

요약 : 저온진공건조 조건에 따른 꽃감의 건조특성 및 품질적 변화를 분석하였다. 꽃감의 건조 특성은 전형적인 항울건조기간과 감울건조기간이 존재함을 확인 할 수 있었다. 진공압력이 높을수록 가열온도가 높을수록 꽃감의 당도, 당 함량, 경도 값은 높게 나타났으며 이에 비해 명도 값은 낮게 나타남을 알 수 있었다. 기존 천일 및 열풍건조를 대체할 수 있는 진공건조의 최적 조건은 진공압력이 40~50kPa abs., 가열온도 30℃, 건조시간은 3~4일 이었다.

주제어 : 진공건조, 건조특성, 꽃감, 품질, 최적조건

Abstract : This study was performed to investigate drying characteristics and quality properties of dried persimmon with vacuum drying process. Drying characteristic curve of the dried persimmon showed that the constant rate drying period and falling rate drying period exist definitely. Brix, sugar content and hardness value of the dried persimmon increased as the vacuum pressure and heating temperature increased, but L value of the dried persimmon lower. The results indicated that the optimal conditions were at vacuum pressure of 40~50kPa abs., heating temperature of 30℃ and drying time of 3~4days

Keywords : *vacuum drying, drying characteristic curve, dried persimmon, quality, optimal conditions*

[†]Corresponding author
(E-mail: sshur@joongbu.ac.kr)

1. 서론

급속한 경제 성장은 국민의 생활수준 향상과 식품 소비 구조의 고급화·다양화를 유도하였고 이에 따라 건강에 대한 관심이 높아지면서 소비자들은 친환경적인 농산물을 선호함과 아울러 예로부터 전해져 온 우리 전통식품에 대한 관심도 급증하게 되었다. 이러한 변화된 현대인의 식생활은 자연적으로 웰빙 식품에 대한 사회적 욕구의 지속적인 증가를 초래 하게 되었다[1]. 전통식품은 우리 원료를 직접 생산해 전통적인 방법으로 제조한 것을 의미하며 전통식품 중 꽃감은 대표적인 우리나라 전통식품으로 명절 선물용을 비롯해 수요가 크게 증가하고 있다[2]. 특히, 소비자들로부터 웰빙 식품으로 각광 받고 있는 꽃감의 주원료인 뽕은 감의 주성분은 당지질이 14~16% 정도이며 그 구성은 glucose 6%, fructose 4~5%, sucrose 1~3%로 천연당을 함유하고 있다[3]. 이처럼 우수한 건조식품 꽃감은 뽕은 감의 50% 이상 가공되어 풍부한 감미와 특유의 식품학적 특성으로 겨울철 영양 간식으로 이용되고 있다.

뽕은 감으로부터 가공되어 지는 꽃감은 수확시키는 보통 10월 초순 한로가 지나면 감을 따기 시작하여 11월 중순이면 수확을 완료하여 박피 후 감꼭지에 줄을 감아 30~45일경 매달아 두어 건조하는 천일건조 또는 기상에 영향을 받지 않고 열을 가해 인공 건조하는 열풍건조를 통해 제조된다[4]. 이때 건조 전처리로 유향훈증을 실시하는데 이는 미생물의 번식을 억제하고, 감의 성분 중 폴리페놀 물질이 건조 중에 산화되어 흑색으로 변색되는 갈변화를 억제하여 꽃감의 색도를 양호하게 하기 위한 처리이다. 일반적으로 꽃감 건조 중 유향의 사용은 식품첨가물법규에서 건조 과실의 경우 1kg에 대해 1g을 넘지 않도록 법규 제한을 두고 있어 사용을 할 때는 유향의 양과 훈풍시간 등 위생관리에 더욱 세심한 관심을 두어야 한다[5]. 이러한 꽃감의 제조과정 중 유향훈증 처리는 비록 잔류 문제가 없다할지라도 소비자들이 기피할 수 있는 요인이 되고 꽃감 식품에 대한 유해성 논란이 야기될 수 있기 때문에 근본적인 해결책이 모색되어야 한다.

식품산업에서 식품의 보존성·가공성 등을 향상시키기 위해 가열, 냉동 또는 건조 등의 물리적 방법이나 식품보존제의 첨가로 의한 화학적 방법을 사용하고 있다. 그러나 식품의 보존성 및 가

공성을 향상시키기 위해 사용되는 가공기술은 궁극적으로 소비자들의 욕구를 충족시키기 위해 영양적인 가치는 물론 향미와 색도 등 식품의 관능적 특성까지 포함할 수 있는 방향으로 개발되어야 한다[6]. 뽕은 감을 이용한 꽃감의 제조에 있어 보편적으로 적용되고 있는 천일건조는 건조기간이 길고 균일한 품질의 제품을 생산할 수 없다는 단점이 있다. 이에 천일건조의 문제점을 해결하기 위해 시도되고 있는 열풍건조는 기상의 변화를 받지 않고 단기간 내에 감을 건조할 수 있다는 장점이 있으나 고온의 열처리에 의한 급속한 건조공정으로 인해 감의 호흡작용이 억제되어 뽕은 맛이 잔존하고 특히 감 표면의 경화작용에 의해 표면 및 내부의 조직감이 균일하지 않아 품질적인 측면에서 많은 문제점을 야기 하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 천일건조 및 열풍건조에 의해 제조되는 꽃감의 가공적·품질적 문제점을 보완할 수 있는 저온진공건조 공정을 적용하여 제조된 꽃감의 물리·화학적 특성을 분석하고 저온진공건조에 의한 꽃감의 건조특성을 규명하여 새로운 꽃감 건조 방법의 기초자료로 제시하고자 한다. 이는 전통식품인 꽃감에 대한 소비자들의 욕구인 식품의 위생성·안전성 및 기호성을 충족시킬 수 있는 방안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 실험

2.1. 재료

본 연구에 사용된 뽕은 감은 청도 반시로 2014년 10월 하순에서 11월 초순에 수확한 것으로 하였다.

2.2. 뽕은 감의 건조특성 및 진공건조 조건 실험

저온 진공건조에 의한 뽕은 감의 건조는 진공 건조기(EYELA, VOM-1000, Tokyo Kakikai Co. LTD)를 사용하여 저온 진공건조에 따른 뽕은 감의 건조특성을 규명하였다. 즉 진공압력 10.13kPa abs., 가열온도 20, 30, 40°C의 조건하에서 수행하였다. 이들 각 조건하에서 뽕은 감의 건조 특성을 분석하기 위해 저온 진공건조실험이 시작되는 시점을 $t=0$ hr로 하여 임의 시각에서 건조시료 뽕은 감의 무게를 W_T 라고 하고 뽕은 감의 전체 무게를 W_B , 수분의 무게를 W_W 라고 하

면 $W_T = W_p + W_w$ 식이 성립된다. 전체 뽕은 감의 무게 중에서 수분이 차지하는 무게의 비율을 함수율 ω 라고 하며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\omega = W_w / W_T = W_w / W_p + W_w \quad \text{---(1)}$$

따라서 저온 진공건조 실험이 시작되는 $t=0$ 에서의 초기 함수율은 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$\omega_0 = W_{w0} / W_{T0} = W_{w0} / W_{p0} + W_{w0} \quad \text{---(2)}$$

위 식 (2)로부터 뽕은 감의 무게 및 수분의 무게를 구하면 다음과 같이 된다.

$$W_p = W_{w0}(1 - \omega_0) \quad \text{---(3)}$$

$$W_{w0} = \omega_0 / (1 - \omega_0)W_p \quad \text{---(4)}$$

한편 진공건조 조건에 따른 뽕은 감의 품질변화를 분석하고자 본 연구에서는 중심합성계획에 준하여 가열온도는 20, 30, 40°C, 진공압력 80, 60, 40, 20, 10⁻²kPa abs., 건조시간은 2~6일까지 1일 간격으로 하여 진공건조를 수행하면서 뽕은 감의 가용성 고형성분, 당 함량, 색도, 경도 등을 측정하였다.

2.3. 꺾임의 품질 평가

저온진공건조에 의해 제조된 꺾임의 색도는 색차계(Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b값을 측정하였다. 이때 사용한 표준백판의 L, a 및 b값은 각각 93.8, 0.31 및 0.3194이었다. 가용성 고형물 함량 분석은 각 시료구의 과육과 증류수를 1:1로 한 후 마쇄하여 이를 여과지(Whatman No. 2, Whatman Co., Maidstone, UK)로 여과한 여액을 굴절당도계(Atago, N-1, Japan)로 측정하였고, Brix로 나타내었다. 유리당 함량은 시료 일정량을 증류수 50mL를 넣고 혼합한 후 40°C에서 30분간 200rpm으로 진탕 후 4°C에서 12,000rpm으로 20분간 원심 분리하여 상등액을 Whatman No. 2(Whatman Co., Maidstone, UK)여지와 membrane filter(Milipore 0.45 μ m)로 여과하여 Sep-pak C₁₈ Cartridge(Waters Inc.)로

정제한 후 Bio-liquid chromatography (Dionex-500)로 분석하였다. 분석 조건으로 mobile phase와 flow rate는 acetonitrile/water와 0.8mL/min로 하였으며, chart speed와 detector는 0.5cm와 RI differential refractometer를 사용하였다.

저온진공건조 조건에 의해 건조된 각 시료의 조직감 측정은 Texture analyzer(Sable Micro System TA-HDi)를 사용하여 3회 반복한 puncture test로 얻어진 TPA(texture profile analysis) curve로 부터 1차 매개변수인 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springness), 부착성(cohesiveness)을 측정하였다. 이때 측정 조건은 pre-test speed 5.0mm/s, post-test speed 5.0mm/s, distance 10mm이며 직경 5mm의 cylindrical probe를 사용하였다.

2.4. 통계처리

실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시 하였으며, 실험군 간의 통계적 유의성 검증은 SPSS 프로그램을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 통하여 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 진공건조 시간에 따른 뽕은 감의 건조 특성

진공건조를 이용한 뽕은 감의 건조 특성을 분석하기 위해 진공압력 10.13kPa abs., 온도 20, 30, 40°C에서 진공건조를 수행하였다. 일반적으로 생과일을 상온진공건조하면 초기에는 건조가 매우 활발히 일어나는 항울건조기간을 거쳐 건조가 서서히 일어나는 감울건조 기간에 진입한다 [7]. Fig. 1에서 보는 바와 같이 뽕은 감의 진공건조시 뽕은 감의 항울건조 기간은 약 20시간임을 알 수 있었다. 한편 Fig. 1에서 보는 바와 같이 진공건조 시간의 경과에 비례하여 선형적으로 뽕은 감의 무게가 감소하는 항울건조기간과 시간의 경과에 대하여 무게 감소율이 완만해 지는 감울건조기간이 나타남을 알 수 있었다. 즉, 건조개시 후 약 20시간 정도의 항울건조기간에는 뽕은 감의 함수율이 매우 높아 뽕은 감 표면 근처의 수분이 활발히 증발하여 건조시간이 경과함에 따라 거의 직선적으로 무게가 감소함을 알 수 있고, 항울건조기간이 지나 감울건조기간에 돌입하면 뽕은 감 내부의 수분이 뽕은 감 표면으로 이동되

는 시간이 점차 지연되므로 지수적으로 무게가 감소하여 완전 건조 상태에 도달됨을 알 수 있었다. 이는 진공건조가 열풍건조에 비해 같은 온도에서 진공상태가 수분의 증기압을 상승시켜 건조 속도가 빨라지기 때문인 것으로 사료된다. 양 등 [8]의 보고에 의하면 각 건조 방법에 따른 물분자의 확산 현상은 건조속도에 영향을 받으며 건조속도가 증가할수록 물 입자의 표면경화나 수축 현상이 줄어들기 때문에 수분의 감소가 빠르게 진행된다는 결과와 같은 경향을 나타내었다.

Fig. 1에 나타난 바와 같이 일정 진공 압력하에서 가열온도가 높을수록 항울건조기간은 짧게 나타남을 알 수 있는데 가열 온도 40°C의 경우 항울건조기간이 약 10시간, 30°C는 17시간, 20°C는 22시간임을 알 수 있었다. 일반적으로 진공도가 낮을수록 가열온도가 높을수록 항울건조 및 감울건조 시간이 짧아짐을 알 수 있었다.

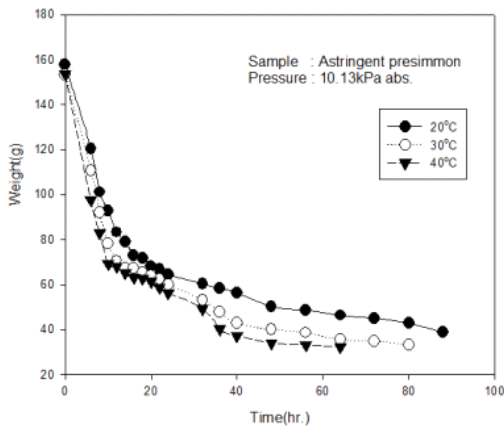


Fig. 1. Weight variation of the astringent persimmons to vacuum drying time.

한편, 뽕은 감을 진공건조함에 있어 건조 초기부터 건조가 진행되는 때 2시간 마다 무게변동을 측정하고 건조 종결 후 최종 무게와 함수율을 측정된 결과로부터 각 진공건조 시간에서의 함수율을 측정하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 즉 언급한 바와 같이 $w_0 = W_0 / W_{p0} + W_{w0}$ 식으로부터 실험종료 시점의 함수율을 측정하여 건 무게를 계산한 다음 각 건조시간에서의 함수율을 계산하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 뽕은 감의 건조 초기 함수율은 매우 높아 함수율의 감소속도가 다소 직선적으로 감소하다가 건조시간 30시간이 경과하면 완만하게 감소하는 경향을 나타

내었다. 뽕은 감의 건조 초기 함수율은 81~83%, 진공건조 후 함수율은 20~30% 전후로 나타났다. 식품의 건조 종료시의 함수율은 식품의 품질 및 보존 등에 밀접한 관계가 되므로 건조에 있어서 건조종료시점의 함수율은 매우 중요하다고 할 수 있다. Lim 등[9]에 의하면 동결건조, 진공건조, 열풍건조의 순으로 흡습이 잘되는데 이는 각각의 건조 특성에 따른 식품의 물리적 특성치 중 공극에 따른 차이에 의한 것이라고 보고 하였다. 따라서 공극률과 공극면적이 클수록 흡습이 많이 되기 때문에 동결건조 및 진공건조는 열풍건조에 비해 쉽게 오염될 수 있기 때문에 최종 식품의 함수율을 20% 이하로 건조하는 것을 권장 하였다.

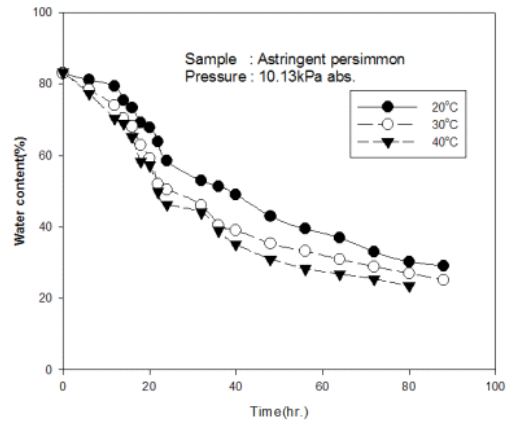


Fig. 2. Water contents variation of the astringent persimmons to vacuum drying time.

3.2. 진공건조 조건에 따른 뽕은 감의 건조속도 특성

진공건조를 이용한 뽕은 감의 건조특성을 기초로 하여 각 건조기간에 따른 건조속도 분석하였다. 항울건조기간의 경우 뽕은 감의 무게가 시간이 경과함에 따라 직선적으로 감소함으로 항울건조기간 동안의 뽕은 감의 무게는 일반적으로 다음과 같은 식의 형태로 나타낼 수 있다.

$$W_T = -a_1t + b \text{-----(5)}$$

또한 감울건조기간의 경우 뽕은 감의 총 무게가 건조시간이 경과할수록 감소함으로 지수함수를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_T = a_2 e^{-k_2 t} \text{-----(6)}$$

즉 이들 (5), (6) 식을 건조시간 t에 대하여 미분한 후 각 건조 온도에 따른 뽕은 감의 건조 속도를 Table 1에 나타내었다.

3.3. 진공건조 조건에 따른 뽕은 감의 가용성 고형성분 및 당 함량 변화

진공건조 조건에 따른 뽕은 감의 품질변화를 분석하기 위해 가열온도 20, 30, 40℃, 진공압력 80, 60, 40, 20, 10⁻²kPa abs.,에서 건조를 수행하면서 뽕은 감의 가용성 고형성분 변화에 대한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 수확한 뽕은 감의 초기 당도는 12.6. Brix이나 건조공정을 거치면서 꺾임은 약 52~56. Brix의 당도를 나타낸다 [10]. Fig. 3에서 보는 바와 같이 진공건조 4일 후의 꺾임의 당도는 가열온도가 증가할수록 진공압력이 낮을수록 당도가 급속하게 증가하는 경향을 보이고 있다. 특히 진공압력 40kPa abs., 이하에서는 가열 온도가 20℃이상인 경우 반건지 상태의 가용성 고형성분 함량을 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. 한편 20kPa abs., 이하의 진공압력조건에서는 가열 온도가 30℃이상의 경우 건조 4일에 꺾임 상태의 당도 함량을 나타내고 있어 건조기간을 단축할 수 있는 방안으로 제시될 수 있을 것으로 사료된다. Kim 등[11]은 시판 청도반지 감말랭이 제품의 품질분석 결과 당도가 43.44~47.92. Brix로 보고 하였는데 Fig. 3에 나타난 결과와 비교 할 때 40kPa abs.,이하의 진공압력, 가열온도 20℃의 조건에서 건조 4일에 감말랭이를 제조할 수 있는 것으로 보여 진다. 따라서 꺾임 제조에 있어서 기존 천일건조 및 열풍건조의 문제점으로 제시 되고 있는 균일한 품질의 꺾임 생산, 건조기간의 단축 등을 해결할 수 있는 기술이 대두될 수 있을 것으로 사료된다.

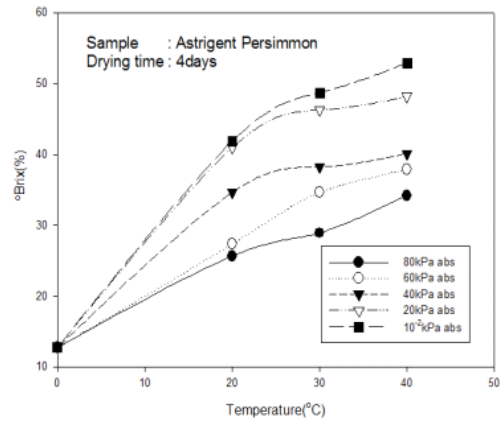


Fig. 3. Change of soluble solids contents in astrigent persimmon according to the vacuum drying temperature.

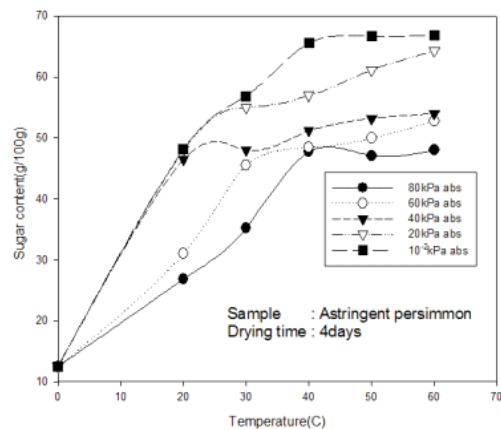


Fig. 4. Change of sugar contents in astrigent persimmon according to the vacuum drying temperature.

Table 1. Drying rate of astrigent persimmon according to vacuum drying temperature

Drying temperature(°C)	$\Delta W/\Delta t$, g/hr.	
	Constant-rate drying period	Falling-rate drying period
20	$-\Delta W/\Delta t = 0.09$	$-\Delta W/\Delta t = 0.427 \times \text{Exp.}(-0.12 t)$
30	$-\Delta W/\Delta t = 0.12$	$-\Delta W/\Delta t = 1.343 \times \text{Exp.}(-0.04 t)$
40	$-\Delta W/\Delta t = 0.14$	$-\Delta W/\Delta t = 1.730 \times \text{Exp.}(-0.11 t)$

진공건조 조건에 따른 당 함량의 변화 결과는 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 가열온도가 40°C까지는 진공건조가 진행될수록 선형적으로 증가하는 경향을 보였으나 압력이 높은 40kPa abs., 이상에서는 온도의 상승에 따른 당 함량의 변화는 점진적으로 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 진공압력이 낮은 60kPa abs., 이상에서는 계속적으로 당 함량이 증가함을 보였다.

3.4. 진공건조 조건에 따른 뽕의 감의 물리적 특성 변화

진공건조 조건에 따른 꾀감의 물리적 특성인 색도 및 조직감을 분석하여 그 결과를 Table 2, 3 및 Fig. 5, 6에 나타내었다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 진공압력과 가열온도에 따른 꾀감의 명도값은 진공압력이 낮을수록 가열 온도가 높을수록 낮은 값을 나타내었다. 압력이 가장 낮은 10^{-2} kPa abs.,의 경우 가열 온도가 10°C씩 증가함에 따라 초기 명도값에 비해 약 10~20%씩 감소하는 것으로 나타났다. 일반적으로 뽕은 감의

외피 명도값은 45~50, 천일건조를 통한 꾀감은 35~37임을 감안 할 때 진공압력을 과도하게 고압력으로 할 경우 꾀감의 외관이 좋지 않을 것으로 사료된다. 한편 본 연구에서는 중심합성계획에 따른 진공압력, 가열온도, 건조기간 등 3개의 독립변수에 따른 최종 꾀감의 색도값을 분석하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다. Table 2에서 보는 바와 같이 일정 진공압력하에서 건조기간이 증가 할수록 L값은 낮게 나타났고 이에 비해 a, b값은 다소 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 특히 건조기간이 4일 이상 될 경우 명도 값은 급격하게 낮아지고 적색도와 황색도는 증가하는 결과를 나타내었는데 이는 진공건조의 경우 기존 건조와 비교해 볼 때 건조기간 중 변색정도가 다소 높은 것으로 생각된다. 이러한 결과를 통해 향후 진공건조를 활용한 꾀감의 건조시 꾀감의 색도에 가장 큰 영향을 미치는 변수는 진공압력과 건조기간인 것으로 분석되었다. Im 등에 의하면 천일건조에 의해 제조된 꾀감의 외부 색도 L, a, b값은 각각 37.80, 11.01, 29.66으로 보고 하

Table 2. Experimental data on color value of dried persimmons processed by different vacuum drying conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. No. ¹⁾	Pressure (kPa)	Temperature (°C)	Time (day)	Hunter's color		
				L	a	b
1	60	30	3	44.82 ²⁾	22.64	24.07
2	60	30	5	36.27	19.74	12.20
3	60	50	3	42.53	20.37	22.63
4	60	50	5	34.52	16.57	24.66
5	20	30	3	44.20	19.73	22.63
6	20	30	5	30.14	16.78	12.38
7	20	50	3	43.17	19.92	22.18
8	20	50	5	31.01	16.38	12.81
9	40	40	4	38.77	21.20	23.26
10	40	40	4	37.94	20.79	20.42
11	80	40	4	39.24	19.03	24.59
12	10^{-2}	40	4	30.11	18.79	22.46
13	40	20	4	35.84	19.77	15.75
14	40	60	4	30.33	16.89	19.74
15	40	40	2	44.86	19.07	24.94
16	40	40	6	21.52	16.77	12.39

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design

²⁾ Data were expressed as mean of triplicate determinations.

였는데[12] 본 실험 결과와 비교해 볼 때 진공압력은 40kPa abs., 가열온도는 30°C이하, 건조기간은 3일정도일 경우 일치하는 값을 나타내었다. 한편 Jung 등은 감의 적색도와 황색도에 원료 감의 속도가 영향을 미치는 것으로 보고하였다[13].

각 조건에 따른 꽃감의 조직감을 분석하여 그 결과를 Fig. 6과 Table 3에 나타내었다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 진공건조 조건에 따른 꽃감의 조직감 중 꽃감의 경도 변화는 진공압력 80, 60kPa abs.,에서는 가열온도에 따른 경도의 변화는 가열온도 50°C까지는 큰 변화가 없었으나 가열온도 50 °C이상에는 약 12~25% 정도 경도가 증가하는 경향을 보이고 있었다. 이에 반해 진공압력이 20, 10⁻² kPa abs의 경우 가열온도 30°C에서 꽃감의 경도가 가열 온도 50°C까지는 급격하게 증가하고 50 °C이후부터는 서서히 증가함을 보였다. 한편 일정 진공압력하에서 온도에 따른 꽃감의 경도는 가열 온도가 증가할수록 증가하였고 부착성은 감소하는 것으로 나타났다. 진공압력에 따른 꽃감의 경도변화는 Table 3에서 보는 바

와 같이 20, 10⁻²kPa abs.,의 경우 80g/cm²이상의 높은 값을 나타내어 꽃감의 식미에 상당한 악영향을 미치는 것으로 사료된다.

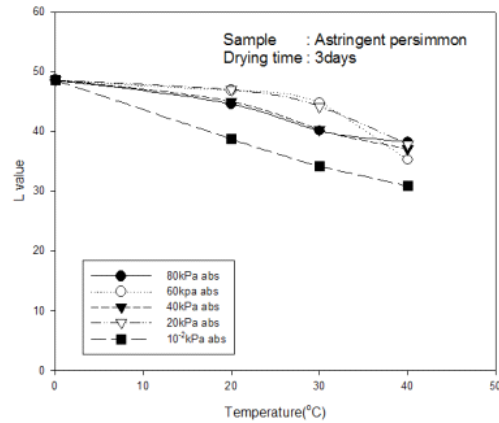


Fig. 5. Change of L values in astringent persimmon according to the vacuum drying temperature.

Table 3. Experimental data on color value of dried persimmons processed by different vacuum drying conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. No. ¹⁾	Pressure (kPa)	Temperature (°C)	Time (day)	TPA parameter value			
				hardness (g/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Adhesiveness (g.s)
1	60	30	3	14.71	0.43	0.98	-0.52
2	60	30	5	15.49	0.48	0.93	-0.49
3	60	50	3	18.35	0.52	0.89	-0.88
4	60	50	5	18.52	0.49	0.90	-0.83
5	20	30	3	25.96	0.51	0.88	-0.81
6	20	30	5	86.06	0.59	0.85	-1.01
7	20	50	3	86.67	0.57	0.78	-1.37
8	20	50	5	90.42	0.57	0.63	-1.57
9	40	40	4	18.42	0.54	0.85	-0.82
10	40	40	4	17.19	0.55	0.88	-0.85
11	80	40	4	15.46	0.45	0.91	-0.80
12	10 ⁻²	40	4	89.46	0.55	0.77	-1.30
13	40	20	4	16.27	0.48	0.92	-0.51
14	40	60	4	22.59	0.52	0.85	-0.84
15	40	40	2	15.80	0.49	0.89	-0.83
16	40	40	6	87.03	0.51	0.76	-1.35

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design

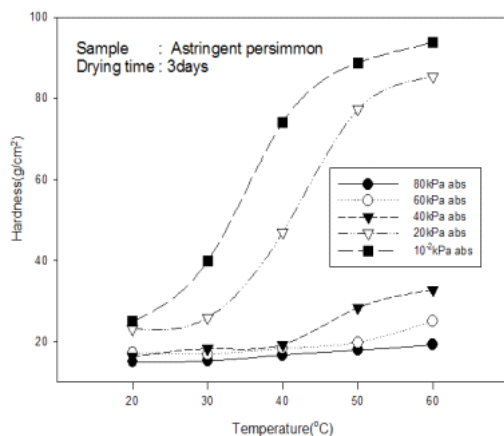


Fig. 6. Change of hardness in astringent persimmon according to the vacuum drying temperature.

4. 결론

본 연구에서는 꽃감 건조에 이용되고 있는 기존 천일건조 및 열풍건조를 대체할 수 있는 방안을 모색하고자 저온진공건조 조건에 따른 꽃감의 건조 특성을 규명하고 품질을 분석함으로써 새로운 꽃감 건조 방법의 기초자료로 제시하였다.

1. 진공건조를 이용한 뚝은 감의 건조 특성을 분석하기 위해 진공압력 10.13kPa abs., 가열온도 20, 30, 40°C에서 진공건조를 수행한 결과 항울건조기간중 뚝은 감의 무게 변화는 건조시간에 대한 1차식으로, 감울건조기간의 경우에는 건조시간에 대해 점진적으로 무게가 감소하는 지수형태의 식으로 나타났다. 이때 뚝은 감의 건조 초기 함수율은 81~83%, 진공건조 후 함수율은 20~30% 전후로 나타났다.
2. 각 건조 조건에 따른 꽃감의 당도는 가열온도가 증가할수록 진공압력이 낮을수록 당도가 급속하게 증가하는 경향을 보였으며 꽃감의 당 함량 변화는 가열온도보다 진공압력에 더 큰 영향을 받은 것으로 나타났다.
3. 한편 각 공정조건에 따른 꽃감의 색도는 진공압력이 낮을수록 가열 온도가 높을수록 낮은 값을 나타내었고 압력이 각 조건에 따른 꽃감

의 경도 변화는 진공압력 80, 60kPa abs.,에서는 가열 온도 50°C까지는 큰 변화가 없었으나 50°C이상에는 약 12~25% 정도 경도가 증가하는 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2014년 산림과학기술개발사업의 재원으로 산림청의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다. (고품질의 감 가공품 생산을 위한 공정기술의 최적화, S11131L030410)

References

1. S. Y. Joo, Antioxidant activity and quality characteristics of chestnut cookies, *J. Kor. Soc Food. Cult.*, **28(1)**, 70-77 (2012).
2. T. K. Kim and J. H. Cho, An analysis consumers' preferences for dried persimmon, *Korean Food Marketing Association*, **17(4)**, 117-131 (2000).
3. H. S. Yang and Y. C. Lee, Changes in physico-chemical properties of soft persimmon and puree during frozen storage, *Korean J. Foo Sci. Thchnol.*, **32(2)**, 335-340 (2000).
4. C. H. Jeong, J. H. Kwak, J. H. Kim and G. N. Choi, Changes in nutritional components of daebong-gam (*Diospyros kaki*) during ripening, *Korean J. Food Preserv.*, **17(4)**, 526-532 (2010).
5. K. H. Kim and K. M. Kim, Food quality comparison of dried persimmons (*Diospyros kaki* THUNB) when using medicinal plant extracts and food additives during drying process, *Current Research on Agriculture and Life Sci.*, **32(1)**, 10-17 (2014).
6. J. U. Ha, D. H. Lee, K. W. Lee and Y. I. Hwang, Development of processing thechnol for sweet persimmon by protopectinase treatment, *J. Basic Sciences*, **16(1)**, 127-138 (2002).
7. K. K. Kim, B. Y. Sung, H. S. Jung, S. Y. Choi and S. B. Moon, A study on the

- thermal characteristics of the large low temperature vacuum dryer for biological drying, *J. Korean Soc., Marine Engin.*, **24(4)**, 427-434 (2000).
8. C. S. T. Yang and W. A. Atallah, Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture lowbush blueberries, *J. Food Sci.*, **50(5)**, 1233-1237 (1985).
 9. L. T. Lim, J. Tang and J. He, Moisture sorption characteristics of freeze dried blueberries, *J. Food Sci.*, **60(4)**, 810-813 (1995).
 10. J. K. Kim, W. W. Kang, S. L. Oh, J. H. Kim, J. H. Han, H. K. Moon and J. U. Choi, Comparison of quality characteristics on traditional dried persimmons from various regions, *J. Korean Soc., Food Sci., Nutr.*, **33(1)**, 140-145 (2004).
 11. G. R. Kim, M. Y. Kim, H. S. Chung, H. J. Park, K. D. Moon and J. H. Kwon, Quality analysis and grading of sliced-dried 'Cheongdobansi' persimmons marketed in Korea, *Korean J Food Preserv.*, **16(1)**, 40-46 (2009).
 12. I. S. Im and M. H. Lee, Physicochemical compositions of raw and dried Wolha persimmons, *Korean J Food Preserv.*, **14(6)**, 611-616 (2007).
 13. K. M. Jung, I. K. Song, D. H. Cho and Y. D. Chou, Quality properties of semi-dried persimmons with various drying methods and ripeness degree, *Korean J. Food preserv.*, **11(2)**, 189-194 (2004).