

구기자 건조판에 따른 특성 분석

이승기 박원종 김 응 강명화 전명진 백승우 한재웅

Analysis of the Drying Characteristics of *Lycii Fructus* with Drying Plates

S. K. Lee W. J. Park W. Kim M. H. Kang M. J. Jeon S. W. Paik J. W. Han

Abstract

This study is conducted to analyze the drying characteristics of domestically produced *Lycii Fructus* for improving drying conditions which was dependant on the shape and materials of drying plate. The materials of the drying plates were steel, aluminum and ABS resin, and each plate was shaped semicircle, quadrangular pyramid, and triangle pyramid. Also, mesh plate, the most general type was included. In other words, 10 kinds of plates were made and tested. The test was conducted at 45°C, for 24 hours and moisture content was measured every 4 hours. The quality of tested *Lycii Fructus* was measured by colorimeter after drying. The experimental results show that regardless of species of *Lycii Fructus*, the drying rate of the aluminium plate shaped quadrangular pyramid was fastest, 3.11%w.b./h. Except the mesh plate, the drying rate of most plates was about over 2.52%w.b./h. The quality of *Lycii Fructus* dried on the aluminium plate shaped quadrangular pyramid was the highest, and it was easiest to separate the dried *Lycii Fructus* from the aluminum plate shaped quadrangular pyramid.

Keywords : *Lycii Fructus*, Moisture contents, Dry, Drying plate

1. 서론

구기자(*Lycii fructus*)는 가지과에 속하는 다년생 낙엽성 곤목으로 주로 간장, 신장을 보하고 스테미너를 북돋워주는 효능이 있으며, 독성이 없어 많이 복용해도 부작용이 없다. 구기자는 충남 청양 및 전남 진도 지역이 주 생산지이며, 최근에는 구기자를 원료로 차류, 주류 및 캔 음료가 개발되어 소비가 확대되고 있다(Park et al., 1997; Go, 2005; Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 2010).

구기자 열매의 내부는 수분과 당을 많이 포함하고 있어 쉽게 무르고 온도와 세균조건이 적당하면 바로 부패가 일어나는 특성을 가지고 있어 수확 후 건조가 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나이다.

구기자 건조에는 태양 건조와 열풍건조가 있으며, 태양 건조는 건조기간이 10일 이상이 소요될 뿐만 아니라 일기불순 등으로 인해 부패와 변질의 우려가 있다. 그러한 이유로 최근에는 외기 조건에 영향이 없는 열풍건조기가 많이 보급되어 사용되고 있다(Lee, 2009).

구기자 건조는 대부분 농산물 건조기를 이용하고 있으나, 기존 건조방법으로는 건조 중 구기자의 진액의 용출로 인하여 건조판과 분리가 쉽지 않기 때문에 채망을 이용하여 구기자와 건조판을 분리하고 있다. 구기자의 건조온도는 40~50°C이며, 건조시간은 24시간이 소요되고 있다(Lee et al., 1989; Paik, 2008).

지금까지 구기자와 관련된 연구는 구기자 내부의 화학 성분 및 가공방법에 대한 연구가 주로 수행되었으며, 구기자의

This study was conducted by the research fund supported by Rural Development Administration of Korea. The article was submitted for publication on 2010-07-14, reviewed on 2010-07-28, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2010-08-04. The authors are Seung Kee Lee, Professor, Won Jong Park, Professor, Woong Kim, Assistant Professor, Myong Jin Jeon, Researcher, KSAM member, Kongju National University, Myung Hwa Kang, Professor, Hoseo University, Seung Woo Paik, Team Leader, Cheongyang Boxthorn Experiment station, and Jae Woong Han, Assistant Professor, Dept. of Bio-industry Engineering, Kongju National University. Corresponding author: J. W. Han, Assistant Professor, Dept. of Bio-industry Engineering, Kongju National University, Chungnam 340-702, Korea; Fax: +82-41-330-1289; E-mail: <hanwoong@kongju.ac.kr>.

건조에 대한 건조성능 및 품질 향상을 위한 연구는 미비한 실정이다(Cho et al., 1996).

따라서, 본 연구의 목적은 기존 건조판에 채망을 이용한 구기자를 건조할 경우 진액의 용출로 인하여 건조성능 및 품질이 떨어지는 문제점을 개선하기 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

2009년 충남 청양에서 생산된 국내 대표적인 품종 3가지(호광, 청명, 불로)를 수확 후 수분 변화 및 외형변화를 방지하기 위하여 밀폐용기에 단층으로 저온 보관한 후 실험 24시간 전에 외기에 노출시켜 외기와 동일한 상태에서 실험에 사용하였다. 초기함수율은 호광이 79.9%,w.b., 청명 82.2%,w.b. 및 불로가 81.9%,w.b.였다.

나. 구기자 건조판제작

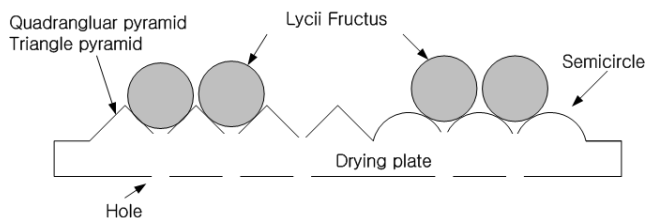
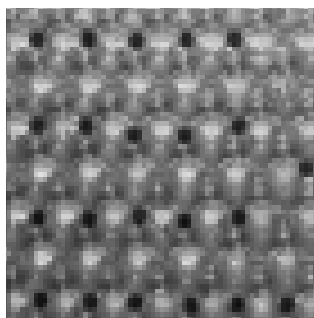
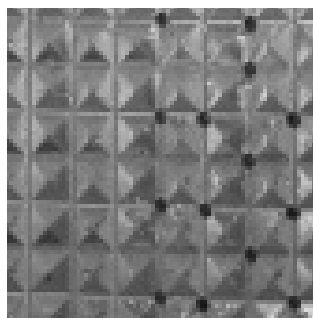


Fig. 1 Schematic diagram of drying plate.

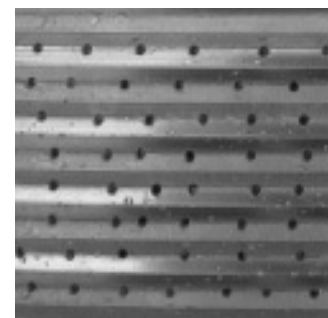
그림 1은 건조판 제작의 모형을 나타낸 것이며, 건조판은 반구(求), 삼각뿔 및 사각뿔 모양으로 설계 제작하여 건조 중 구기자의 진액이 건조판 밑으로 흘러 품질에 영향을 미치지 않도록 접촉면을 최소화 하였다. 건조판은 구기자 중 외형이 가장 큰 호광이나 작은 품종인 불로가 한번 건조할 경우 100 g이상 건조가 가능한 크기인 300×300 mm(L×W)로 제작하였다.



(a) Semicircle



(b) Quadrangular pyramid



(c) Triangle pyramid

Fig. 2 Photo of aluminium drying plate.

그림 2는 제작한 구기자 건조판의 모양을 나타낸 것이며, 그림에서와 같이 건조판 곳곳에 구멍이 있어 진액의 흐름이 원활하도록 하였다.

표 1은 구기자 건조판의 종류를 나타낸 것이며, 구기자 과피층 과피를 최소화하기 위하여 재질로는 열전도율이 가장 좋은 알루미늄, 단열이 잘되는 ABS수지 및 기존 건조판 재질인 스틸까지 3종류를 제작하였으며, 모양으로는 반구, 사각뿔 및 삼각뿔 3종류의 모양으로 제작하였다. 또한 기존 농가에서 사용하고 있는 건조판 채망을 포함하여 총 10종류의 건조판을 제작하였다.

Table 1 The material and shape of drying plate

| Test No. | Material | Shape |
|----------|-----------|----------------------|
| No. 1 | Steel | Semicircle |
| No. 2 | Steel | Quadrangular pyramid |
| No. 3 | Steel | Triangle pyramid |
| No. 4 | Aluminium | Semicircle |
| No. 5 | Aluminium | Quadrangular pyramid |
| No. 6 | Aluminium | Triangle pyramid |
| No. 7 | ABS resin | Semicircle |
| No. 8 | ABS resin | Quadrangular pyramid |
| No. 9 | ABS resin | Triangle pyramid |
| No. 10 | - | Mesh |

다. 실험 방법

그림 3은 건조실험을 수행하기 위해 제작된 건조장치를 나타낸 것이며, 건조 방법은 제작된 건조판에 구기자를 100 g 씩 올린 후 건조오븐(SACO-30-1, San-Cheon Tech-Ind. Co., Korea)을 이용하여 건조를 수행하였다. 일반적인 구기자 건조온도는 45℃로 건조를 수행하였으며, 건조 시작 후 4시간 간격으로 무게를 측정하여 함수율의 변화를 확인하였으며, 건조 24시간 후 함수율 및 품질을 측정하였다.

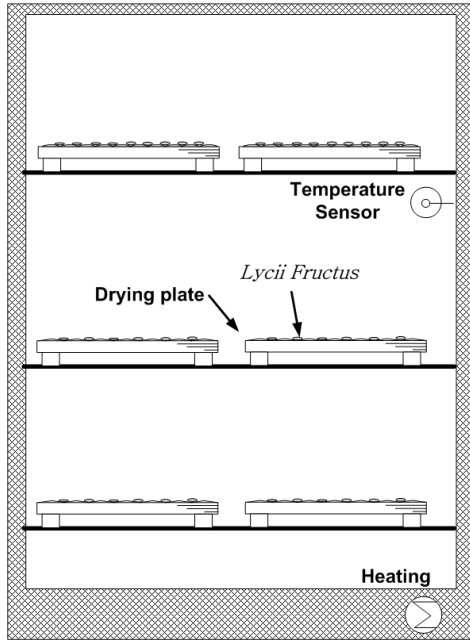


Fig. 3 Schematic diagram of the test dryer.

라. 측정 항목

1) 함수율

함수율 측정법 중 가장 일반적인 방법은 상압정온 측정법이며, 측정대상에 따라 온도와 건조 시간이 다르다. 미국 농공학회의 측정기준을 주로 사용하지만, 미국 농공학회 측정기준(ASAE S352.2)내에 구기자 함수율 측정 기준은 정립되어 있지 않으므로 측정기준 내에 수분이 높은 농산물의 건조 온도 100℃ 및 건조시간은 4시간을 기준으로 건조 전 후의 무게를 전자저울(R420P, Sartorius, Germany)로 측정하여 함수율을 나타내었다(ASAE standards, 2004; Henderson and Perry, 1976; Keum et al., 2003).

2) 건조속도

건조속도는 함수율비로 표시하였다. 건조관의 재료 및 모양에 따라 측정된 함수율을 이용하여 식 (1)과 (2)를 이용하여 함수율 비로 나타내었다(Keum et al., 2002; Keum, 2008; Li et al., 2009).

$$MR = \frac{M(t) - M_e}{M_0 - M_e} \tag{1}$$

$$M_e = \frac{M_0 \cdot M_f - M_m^2}{M_0 + M_f - 2M_m} \tag{2}$$

where, MR : Moisture ratio

$M(t)$: Moisture content at time t (%)

M_e : Equilibrium moisture content(%)

M_o : Initial moisture content(%)

M_m : Middle moisture content in the middle of drying time(%)

M_f : Final moisture content(%)

3) 색도

구기자 품질측정은 색차계(CM-2500d, Konica minolta, Japan)를 이용하여 건조된 구기자의 시료에 대해 무작위로 5회 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정 후 최대값 및 최소값을 제외한 평균값을 사용하였다. L, a, b의 값을 종합적으로 나타내는 색차 ΔE 값은 식 (3)을 이용하여 산출하였다(Brooker et al., 1992; Cho et al., 1996; Li et al., 2009).

일반적으로 구기자는 육안으로 판단하여 품질을 구별하므로 건조된 구기자의 품질 측정을 위하여 건조가 잘된 샘플 구기자 100개의 L, a, b의 평균값을 측정한 결과 L은 15.04, a는 32.72 및 b는 24.07로 나타났다. ΔE 값은 43.3으로 나타나 건조된 구기자의 색도와 비교 분석하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \tag{3}$$

where, ΔE : Difference values of the color between after and before drying

ΔL : Difference values of the lightness between after and before drying

Δa : Difference values of the redness between after and before drying

Δb : Difference values of the yellowness between after and before drying

3. 결과 및 고찰

가. 최종 함수율

표 2는 건조관 및 구기자 품종에 따른 건조 후 최종 함수율을 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 구형에 가까운 품종인 호광과 불로의 최종 함수율은 15.1(32.4~5.6)%, 15.3(31.0~3.2)%이고 비교적 길이가 긴 청명은 24.2(35.6~5.3)%로 나타났다.

호광, 청명, 불로의 최종 함수율이 가장 낮은 건조관은 No.5(알루미늄 사각뿔)로 각각 5.6, 5.3, 3.2% 이었고, 다음은 No.4(알루미늄 반구) 건조관으로 각각 8.4, 16.7, 8.9%, No.6(알루미늄 삼각뿔) 건조관으로 각각 8.4, 18.6, 8.3% 순으로 나타났다.

구기자의 최종 함수율이 가장 높은 건조관은 No.9(ABS수지 삼각뿔)로 각각 32.4, 35.6, 31.0% 이었고, 다음이 No.1

Table 2 The final moisture contents of *Lycii Fructus* according to drying plate and species

(Unit : %,w.b.)

| | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | Average |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---------|
| Ho-kwang | 20.2 | 12.7 | 13.7 | 8.6 | 5.6 | 8.4 | 13.8 | 14.6 | 32.4 | 15.6 | 15.1 |
| Chung-myung | 27.8 | 17.2 | 26.3 | 16.7 | 5.3 | 18.6 | 31.0 | 16.9 | 35.6 | 36.2 | 24.2 |
| Bul-ro | 20.6 | 10.1 | 6.4 | 8.9 | 3.2 | 8.3 | 22.8 | 22 | 31.0 | 17.9 | 15.3 |
| Average | 22.9 | 13.3 | 15.5 | 11.4 | 4.7 | 11.8 | 22.5 | 17.8 | 33.0 | 23.2 | - |

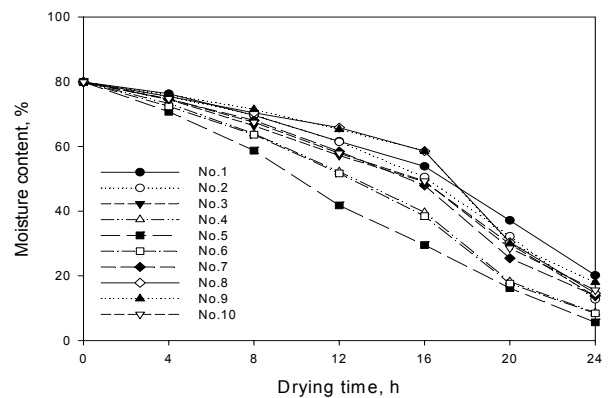
(스틸 반구) 건조판으로 각각 20.2, 27.8, 20.6%로 건조가 원만하게 이뤄지지 못하였다. 그 외 다른 재질 및 모양의 건조판도 대체적으로 24시간 후에 완전한 건조 상태(함수율 10% 미만)에 도달하지 못하였다(Paik, 2008).

열전도율이 다른 재질 보다 우수한 알루미늄 재질의 건조판의 경우 대부분 건조가 잘 이뤄졌으며, 모양으로는 재질에 상관없이 사각뿔 모양이 건조판과 접촉면적이 적은 이유로 건조 열풍의 흐름이 원활하여 최종 함수율이 낮게 나타난 것으로 판단된다.

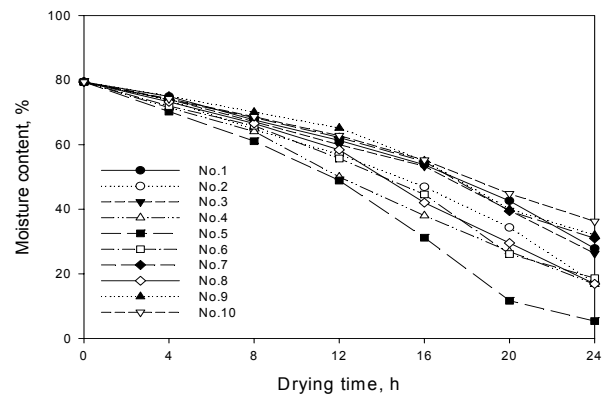
나. 건조 속도

그림 4는 품종(호광, 청명, 불로)별 구기자를 건조판 재질(스틸, 알루미늄, ABS, 채망) 및 모양(반구, 사각뿔, 삼각뿔)에 따른 건조속도를 나타낸 것이며, 그림에서와 같이 호광품종은 약 16시간까지 건조속도는 평균 1.9%/h로 나타났으며, 16시간 이후에는 건조속도가 빨라져 3.5%/h로 빨라졌다. 다른 품종은 12시간을 전후로 하여 건조속도가 빨라졌다. 이는 외형이 큰 호광품종이 건조속도가 초기에는 느렸으며, 외형이 비슷한 청명 및 불로는 비슷한 건조속도를 나타내었다. 건조속도의 기울기가 가장 큰 재질 및 모양은 No.5(알루미늄 사각뿔)의 건조속도가 빠르게 나타났으며, 같은 재질인 알루미늄재질은 다른 재질에 비해 건조속도가 빠르게 나타났다. 또한 ABS재질의 경우는 모양에 상관없이 늦게 나타났다. 건조판은 모양에 비하여 재질이 크게 중요하며, 그 중 열전도율이 가장 좋은 알루미늄의 건조판이 건조속도가 가장 빠르다는 것을 알 수 있었다. 알루미늄과 달리 열전도율이 가장 낮은 ABS수지의 경우 건조열의 흐름을 방해하기 때문에 건조속도가 느리게 나타났다.

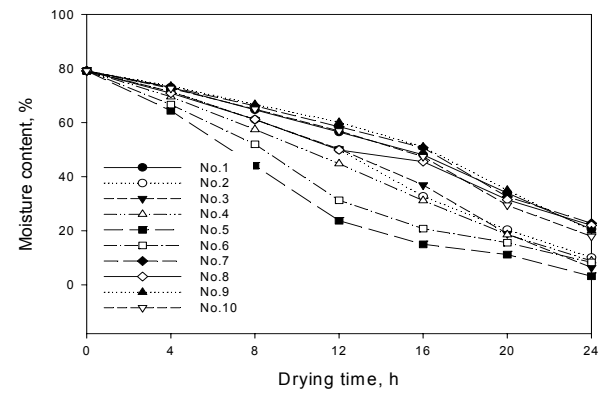
그림 5는 함수율비를 이용한 건조속도를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 외형이 큰 호광이 같은 건조조건에서 평형 함수율에 거의 모든 재질 및 모양이 도달하지 못하였으며, 비교적 외형이 작은 불로는 평형함수율에 모두 근접하였다. No.5(알루미늄 사각뿔)은 거의 모든 품종에서 평형함수율에 도달하였으며, 그 외 모든 재질 및 모양은 평형함수율에 도달하지 못하였다.



(a) Ho-kwang

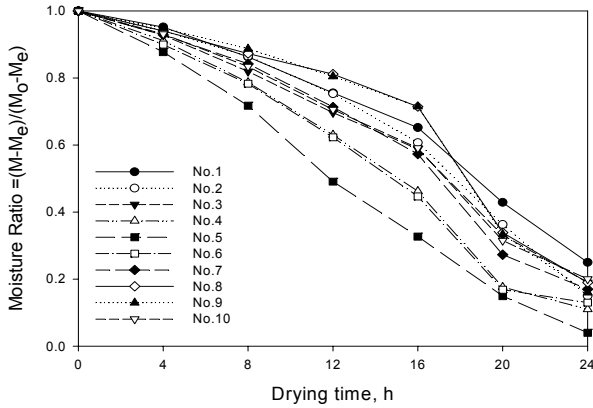


(b) Chung-Myung

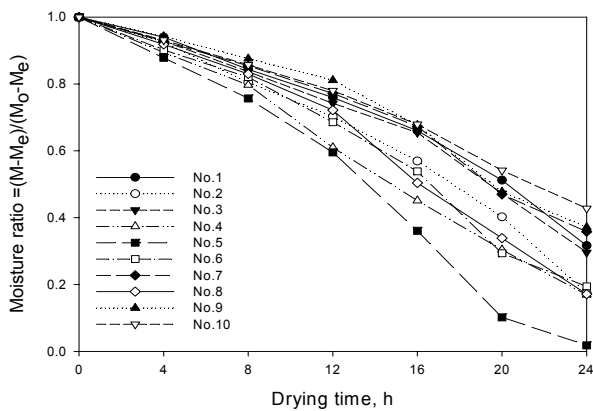


(c) Bul-ro

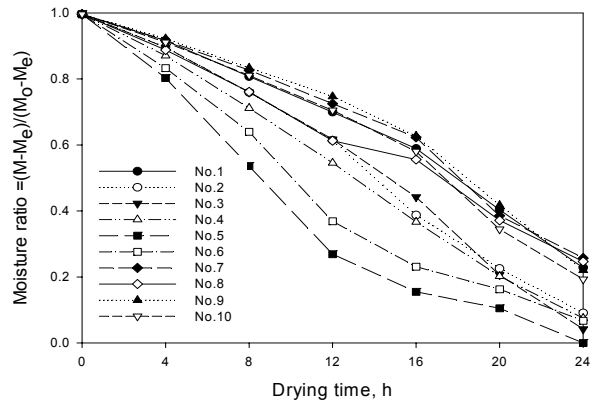
Fig. 4 The drying curves of according to the shape of plate.



(a) Ho-kwang



(b) Chung-Myung



(c) Bul-ro

Fig. 5 Moisture ratio curves of *Lycii Fructus* according to the shape of drying plat.

Table 3 The drying rate of *Lycii Fructus* according to drying plate and species

(Unit:%,w.b/h)

| | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | Average |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---------|
| Ho-kwang | 2.49 | 2.80 | 2.76 | 2.97 | 3.10 | 1.75 | 2.75 | 2.72 | 2.98 | 2.68 | 2.78 |
| Chung-myung | 2.15 | 2.59 | 2.21 | 2.61 | 3.09 | 1.41 | 2.02 | 2.61 | 2.53 | 1.80 | 2.56 |
| Bul-ro | 2.44 | 2.87 | 3.03 | 2.93 | 3.16 | 1.92 | 2.35 | 2.38 | 2.95 | 2.55 | 2.71 |
| Average | 2.36 | 2.76 | 2.67 | 2.84 | 3.11 | 2.82 | 2.37 | 2.57 | 2.34 | 2.34 | - |

표 3은 실험 조건에 따른 구기자 건조속도를 나타낸 것이며, No.5(알루미늄 사각뿔)가 건조속도는 품종에 상관없이 3.11%/h로 나타났으며, 같은 재질의 경우 No. 4(알루미늄 반구) 및 No. 6(알루미늄 삼각뿔)은 각각 2.84%/h 및 2.82%/h로 구기자의 건조속도는 열전도율이 좋은 알루미늄의 재질의 건조판이 건조속도가 빠르게 나타났다. 전체적인 스틸 및 ABS의 수치는 2.76~2.34%/h로 나타났으며, 기존에 많이 사용하는 채망은 2.34%/h로 가장 낮은 건조속도를 나타냈다.

다. 품질 분석

표 4는 구기자의 품질 분석을 위해 색차값을 나타낸 것이며, 건조가 잘된 구기자 100개의 ΔE값 43.3과 비교한 결과 색차값은 No.5(알루미늄 사각뿔)가 4.4로 가장 작은 값을 나타냈으며, 건조가 잘된 구기자는 색차값이 가장 적게 나타났다. 그 외 모든 재질 및 모양의 건조판은 10이상의 색차값을 나타냈으며, No. 1(스틸 반구)은 색차값이 15.7로 가장 품질이 좋지 않은 것으로 나타났다. 이는 알루미늄 사각뿔 모양은 열풍의 원활한 흐름으로 인하여 건조 중 진액의 용출이 가장 적게 나타났고, 진액의 변색이 적게 되었으며, 스틸 및 ABS는 열전달이 잘 안되어 구기자와 큰 온도차로 진액의 용출이 많아 큰 색차값을 나타내어 품질의 저하의 원인이라고 판단된다. 외형이 큰 호광품종은 최종건조 후의 ΔE값이 평균 21.7로 나타났으며, 건조가 목표함수율에 도달하지 못한 것이 원인이라 판단된다. 외형의 크기가 비슷한 청명 및 불로는 ΔE값이 45.3 및 48.3으로 비슷하게 나타났다. 이는 크기가 큰 호광품종은 건조가 더 필요하다고 판단되며, 붉은 색을 나타내는 a값의 경우 또한 ΔE의 경향과 동일하게 나타났다. 종합적으로 재질의 경우 알루미늄의 건조판이 다른 재질에 비하여 우수하였으며, 건조판 모양의 경우 구기자와의 접촉 면적이 가장 적은 사각뿔이 다른 모양에 비하여 우수하게 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 기존 채망을 이용한 구기자를 건조함으로 인하여 열풍의 직접적인 노출로 인하여 구기자 내부와 열풍의 온도차로 인하여 과피가 파괴되면서 용출된 진액이 채망

Table 4 The analysis result of chromaticity of *Lycii Fructus* according to species

| No. | Bul-ro | | | | Chung-myung | | | | Ho-kwang | | | |
|-------|--------|------|------|------|-------------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE |
| No.1 | 12.4 | 34.5 | 21.2 | 42.3 | 19.0 | 35.9 | 32.6 | 52.1 | 2.7 | 2.7 | 4.5 | 5.9 |
| No.2 | 19.8 | 39.1 | 34.0 | 55.5 | 21.3 | 40.0 | 36.6 | 58.3 | 11.0 | 11.0 | 18.8 | 24.4 |
| No.3 | 15.1 | 36.9 | 25.9 | 47.5 | 11.8 | 33.7 | 20.3 | 41.1 | 6.6 | 6.6 | 11.2 | 14.6 |
| No.4 | 17.3 | 39.1 | 29.6 | 52.0 | 16.9 | 37.0 | 29.0 | 50.0 | 8.8 | 8.8 | 15.0 | 19.5 |
| No.5 | 11.0 | 32.5 | 18.8 | 39.1 | 10.9 | 32.2 | 18.7 | 38.8 | 17.4 | 17.4 | 29.8 | 38.6 |
| No.6 | 16.8 | 37.4 | 28.9 | 50.2 | 18.9 | 38.5 | 32.3 | 53.7 | 8.6 | 8.6 | 14.6 | 19.0 |
| No.7 | 10.3 | 33.1 | 17.6 | 38.9 | 15.2 | 33.4 | 26.1 | 45.0 | 5.2 | 5.2 | 8.8 | 11.5 |
| No.8 | 16.6 | 37.7 | 28.4 | 50.0 | 4.5 | 21.2 | 7.6 | 23.0 | 13.0 | 13.0 | 22.2 | 28.8 |
| No.9 | 19.4 | 39.4 | 33.2 | 55.1 | 7.9 | 28.8 | 13.4 | 32.7 | 12.1 | 12.1 | 19.0 | 25.6 |
| No.10 | 18.0 | 39.1 | 30.9 | 53.0 | 21.5 | 40.6 | 36.9 | 58.9 | 13.3 | 13.3 | 22.8 | 29.6 |

의 채색을 막음으로 건조성능이 떨어지는 문제점이 나타났으며, 또한 구기자를 검게 변하게 하여 품질을 저하 시키는 문제점을 개선하고자 건조판은 열풍의 흐름이 원활하고 진액이 용출되어도 건조판 밑으로 흘러 구기자와 접촉을 최소화하기 위하여 건조판을 반구(求), 삼각뿔 및 사각뿔 모양으로 설계 제작하였으며, 건조판의 재질은 스틸, 알루미늄, ABS수지 및 채망을 포함해 총 10종류의 건조판을 이용하여 국내 대표 구기자 품종인 호광, 청명, 불로를 이용하여 건조실험을 수행하여 건조 속도 및 품질을 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 동일한 건조시간 동안 최종함수율이 가장 낮은 건조판은 No.5(알루미늄 사각뿔)로 각각 5.6, 5.3, 3.2%이었고, 가장 높은 건조판은 No.9(ABS수지 삼각뿔)로 각각 32.4, 35.6, 31.0% 이었다. 다른 재질 보다 열전도율이 우수한 알루미늄의 건조판은 대부분 건조가 잘 이뤄졌으며, 모양으로는 사각뿔의 경우가 건조판의 접촉면적이 적어 원활한 열풍의 흐름으로 인하여 건조속도가 가장 빠르게 나타났다.
- (2) 비교적 외형이 큰 호광품종은 건조 시작 16시간이후에 건조속도가 빨라졌으며, 외형이 비슷한 청명 및 불로는 건조시작 12시간 이후에 건조속도가 빨라졌으며, 전체적으로 비슷한 건조속도를 나타내었다. 건조속도는 No.5(알루미늄 사각뿔)의 건조속도가 품종에 상관없이 3.11%,w.b./h로 가장 빠르게 나타났으며, 스틸 및 ABS의 수지는 2.76~2.34%,w.b./h로 비교적 낮게 나타났다. 기준에 많이 사용하는 채망은 2.34%,w.b./h로 가장 낮은 건조속도로 나타났다.
- (3) 품질비교분석을 위하여 육안으로 건조가 잘된 샘플구기자 100개의 색차값을 측정하여 비교 분석에 사용하였으며, ΔE값은 43.3이었다. 건조된 구기자의 색차값은 No.5(알루미늄 사각뿔)가 4.4로 가장 작은 값을 나

타냈어 건조품질이 가장 우수하였으며, No. 1(스틸 반구)은 색차값이 15.7로 가장 품질이 좋지 않은 것으로 나타났다. 이는 알루미늄의 사각뿔 모양은 열풍의 원활한 흐름으로 인하여 건조 중 진액의 용출이 가장 적게 나타났고, 스틸 및 ABS는 열전달이 잘 안되어 구기자와 큰 온도차로 진액의 용출이 많아 큰 색차값을 나타내어 품질의 저하의 원인이라고 사료된다. 품종에 따라서는 외형이 큰 호광이 최종건조 후의 ΔE값이 평균 21.7로 나타났으며, 외형의 크기가 비슷한 청명 및 불로는 ΔE값이 45.3 및 48.3으로 비슷하게 나타났다. 크기가 큰 호광품종은 목표 함수율 까지 도달 후 품질 측정의 보완이 필요하였다.

- (4) 종합적으로 건조판 재질은 알루미늄의 건조판이 다른 재질의 건조판에 비하여 우수하였으며, 모양은 구기자와의 접촉 면적이 가장 적은 사각뿔이 가장 우수하게 나타났다.

사 사

이 논문은 2009년도 농촌진흥청 지역특화 기술개발사업 (Pj-007111201048)의 재원으로 수행한 연구임

참 고 문 헌

1. ASAE standards. 2004. S35-2: Moisture Measurement - Unground Grain and Seeds. ASAE, St. Joseph, MI, USA.
2. Brooker, D. B., F. W. Bakker-Arkema and C. W. Hall. 1992. Drying and Storage of Grains and Oilseeds. pp. 269-271. An Avi Book, NW, USA.
3. Cho, I. S., J. G. No. J. S. Park and R. H. Li. 1996. Effect of drying methods on the quality in *Lycii fructus*. Korean

- Journal Medicinal Crop Science 4(4):283-287. (In Korean)
4. Go, G. H. 2005. Studies on the Low Chemical Cultivation Techniques and Identification of Functional Components of New Lycium Chinense Cultivars with Fewer Seeds. Agricultural R&D Center. (In Korean)
 5. Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. AVI Publishing Company Inc., Univ. California, Davis, Calif., USA.
 6. Keum, D. H. 2008. Post-harvest Process Engineering. pp. 166-170. CIR, Seoul, Korea. (In Korean)
 7. Keum, D. H., H. Kim and S. J. Hong. 2002. Far-infrared ray drying characteristics of rough rice. Journal of Biosystems Engineering 27(1):45-50. (In Korean)
 8. Keum, D. H., J. G. Ro, T. Y. Jung, S. R. Hong, K. M. Park, H. Kim and J. W. Han. 2003. Drying equation of sarcodon aspratus. Proceedings of the KSAM 2003 Winter Conference 8(1):354-359. (In Korean)
 9. Lee, S. S. 2009. Boxthorn. Chungnam Agricultural Research and Extension Services Cheongyang Boxthorn Experiment Staion, Cheongyoung, Korea. (In Korean)
 10. Lee, T. K., S. H. Cho, D. K. Jo, Y. H. Chea, and P. J. Auh. 1989. Thermal analysis of solar utilization dryer for redpepper drying. Solar Energy 9(2):14-21. (In Korean)
 11. Li, H., T. H. Kwang, X. F. Ning, S. C. Cho and C. S. Han. 2009. Far infrared rays drying characteristics of tissue cultured mountain ginseng roots. Journal of Biosystems Engineering 34(3):175-182. (In Korean)
 12. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2010. [http:// www.mifaff.go.kr](http://www.mifaff.go.kr)
 13. Paik, S. W. 2008. Development of New Post-harvest Processes for Improving Fruit quality of Chinese matrimony vine. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
 14. Park, W J., J. Y. Bock, S. O. Baik, S. B. Han and J. K. Ju. 1997. Volatile components of lycium chinensis miller. Korea Journal Food & Nutrition 10(1):1-5. (In Korean)