

## 구기자 품질향상을 위한 적정 건조조건 구명

이승기<sup>1</sup> · 김 웅<sup>1</sup> · 김 훈<sup>2</sup> · 이효재<sup>2</sup> · 한재웅<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 생물산업기계전공, <sup>2</sup>한국식품연구원

### Determination of Boxthorn Drying conditions and using Agricultural Dryer

Seung Ki Lee<sup>1</sup>, Woong Kim<sup>1</sup>, Hoon Kim<sup>2</sup>, Hyo Jae Lee<sup>2</sup>, Jae Woong Han<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Bio-industry Engineering, Kongju National University, Chungnam, 340-702, Korea

<sup>2</sup>Korea Food Research Institute, Sunnam, 463-746, Korea

(Received: August 3<sup>th</sup>, 2011; Revised: August 12<sup>th</sup>, 2011; Accepted: August 16<sup>th</sup>, 2011)

#### Abstract

This study was carried out to define the optimum drying conditions for *Lycium chinense Miller* as a useful healthy food, because recently the cultivation area and yield of this fruit are increased. The experiments of two varieties were performed at the temperature of 45°C, 50°C, 55°C and 60°C. The drying ratio was the slowest and quality was the best at the drying temperature of 45°C. The drying temperature was higher, drying ratio was more faster and the quality became worse. The difference of drying ratios between the varieties was insignificant. The energy consumption per hour was the minimum at the drying temperature of 45°C, but the total energy consumption was the maximum for the long drying time. Also, the energy consumption at the drying temperature 50°C, 55°C and 60°C was not very different from others. Considering the drying ratio, quality and energy consumption, the drying time of 36 hours at the drying temperature of 50°C was the most optimum condition.

**Keywords :** Drying, Drying rate, Moisture contents, *Lycium chinese Miller*

#### 1. 서 론

구기자(*Lycium chinense Miller*)는 가지과에 속하는 1 m 내외의 낙엽성 관목으로 열매는 8월부터 빨갱게 익고 계란모양의 장과로 맛은 달고 쓴맛이 있으며, 내한성이 강하여 전국 어디서나 재배가 가능하나 주로 중남부 지방에서 생산된다. 한방에서는 인삼 등과 함께 독성이 없어 생명을 보존하고 아무리 많이 복용해도 해가 없는 약재로 사용되어 왔다(So et al., 1999; Kim et al., 2005). 주로 간장, 신장을 보하고 눈을 밝게 해주는 효능이 있어 최근 재배면적이 1990년도에 119 ha에서 2001년도에 157 ha로 증가하였고 생산량도 계속적으

로 증가하고 있으며, 각종 건강식품으로 개발되어 그 활용도가 확대되고 있다(Go, 2005; Lee et al., 2008; Lee et al., 2010; Park et al., 1997).

구기자 생과는 수분과 당을 많이 포함하고 있어 쉽게 무르고 온도와 세균조건이 적당하면 바로 부패가 일어나는 특성이 있어 수확 후 장기간 보존이 어려워 건조하여 보관·유통하며, 안전저장이 가능한 함수율은 13~18%w.b.이고 가장 좋은 저장방법은 냉장보관이다(Kim et al., 2005). 구기자는 외피가 약하기 때문에 불합리한 건조를 할 경우 붉은색이 검은색으로 변색되고 외형은 축소되면서 진액의 용출로 무게가 감소하여 등급이 떨어지게 되므로 농가에서도 소득감소에 직접적인 영향을 미친다. 구기자 건조는 천일건조 및 열풍건조가 있으며, 천일건조는 건조기간이 10일 이상이 소요될 뿐만 아니라 외기의 영향을 받으므로 부패와 변질의 우려가 있어

\*Corresponding author: Jae Woong Han  
Tel: +82-41-330-1283; Fax: +82-41-330-1289  
E-mail: hanwoong@kongju.ac.kr

일반적으로 열풍건조로 건조를 한다(Lee, 2009).

열풍건조는 일반적으로 1~6cm의 두께로 재료를 넣은 트레이를 건조실에 넣고 열풍을 통과 시켜 건조하는 상자형 건조기(tray or cabinet dryer)를 사용하며, 건조방법은 건조온도 40~50℃, 건조시간 24시간정도 소요된다(Keum et al., 1991; Lee et al., 1989; Paik, 2008). 그러나 기존 건조 방법으로는 건조온도가 낮고 건조시간이 짧은 이유로 목표함수율에 도달하지 못하고 품질도 좋지 않은 문제점이 발생되었으며, 농가마다 다른 건조조건을 사용하므로 모양과 색의 품질이 균일하지 못한 문제점이 있었다. 한약재의 품질 기준은 손으로 만질 때 끈적거리기가 없고 과육은 부드러우며 색상은 선홍색을 띤 구기자를 양품으로 사용하지만 품질 기준으로는 명확한 수치가 없다(Kim et al., 2005). 또한 현재까지는 구기자와 관련된 연구는 내부물질에 관련된 성분 분석 및 약효에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 구기자의 기계화 및 대량 생산에 관련된 물리적 특성에 관련된 연구는 전무한 실정이다(Cho et al., 1996).

따라서, 본 연구는 불합리한 건조 방법으로 인한 손실을 줄이고 품질의 균질성을 향상시키기 위해 구기자의 적정 건조조건을 구명하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

공시재료인 구기자는 2010년 충청남도 청양지역에서 수확하여 이물질을 제거하기 위하여 물로 세척 후 수분 변화를 방지하기 위해 밀폐용기에 담아 저온 저장하였다. 실험 24시간 전에 외기에 노출시켜 외기와 동일한 품온 상태에서 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 구기자 품종은 청명 및 호광으로 초기함수율은 약 80%,w.b. 였으며, 비교적 작은 품종에 속하는 청명의 두께는 평균 9.07 mm 및 길이 20.73 mm이고, 큰 품종인 호광은 두께 11.11 mm 및 길이 21.61 mm였다.

### 나. 실험 방법

건조 방법은 농가에서 가장 많이 사용하는 방법으로 건조 후 구기자가 건조판과 분리가 용이하도록 채망을 건조틀에 깔아서 이용하였으며, 건조틀에 단층으로 약 1kg을 얇게 깔아 농산물건조기(HSED-1.5, 한성 Korea)를 이용하여 건조를 수행하였다. 건조 온도는 45℃, 50℃, 55℃ 및 60℃로 총 4수준으로 온도별 변화를 측정하였으며, 크기가 비교적 큰 청명과 일반적인 크기인 호광 두 품종의 외형 차이에 의한 건조 중 품질의 변화를 측정하였다. 건조 시작 후 4시간 간격으로 50 g씩 시료를 채취하여 함수율의 변화를 측정하였으며, 목표함수율은 12%,w.b.이하로 건조되었을 때 실험을 종료하고

구기자의 품질을 측정하였다.

### 다. 측정항목

#### 1) 함수율

함수율 측정은 상압정온 측정법을 이용하였으며, 건조시료를 건조 후에 건조실에서 꺼낸 후 데시케이터에 넣어둔 채 0.5~1시간 템퍼링 시킨 후 무게를 측정하는 방법을 이용하였다. 그러나 함수율 측정을 위한 설정온도 및 시간은 미국 농공학회 측정기준(ASAE S352.2)을 주로 사용하여 함수율을 측정하지만, 미국 농공학회 측정기준 내에 구기자 함수율 측정기준이 없으므로 수분을 많이 포함한 농산물 중에 가장 많이 사용하는 시료 10g을 이용하여 건조온도 100℃와 건조시간 4시간으로 함수율 측정하였다. 건조 전후의 무게는 전자저울(R420P, Sartorius, Germany)을 이용하여 무게를 측정하고 습량기준 식 (1)을 이용하여 함수율로 산출하였다(ASAE standard, 2004; Handerson and Perry, 1976; Keum et al., 2003).

$$M_w = \frac{W_w}{W_w + W_d} \quad (1)$$

where,  $M_w$  : Wet basis moisture content (dec.)

$W_w$  : Weight of water (dec.)

$W_d$  : Weight of drymatter (dec.)

#### 2) 온도

그림 1은 농산물 건조기내에 온도센서를 설치한 위치를 나타낸 것이며, 건조 유입구 1지점, 건조판 중앙 1지점 및 건조판 외벽 1지점 총 3지점에서 온도를 측정하여 3지점 평균을 건조실 내부의 건조온도로 사용하였다. 온도 측정은 열전대(T-TYPE, OMEGA, USA)를 이용하고 자료 수집장치(MX100,

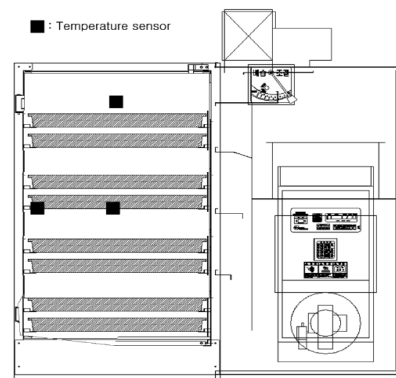


Fig. 1 Temperature sensor locations in agricultural products dryer.

YOKOGAWA, Japan)로 5분 간격으로 온도를 측정하여 PC에 저장하였다.

### 3) 습도

습도는 건조판 중앙 지점에 습도계(TR-72, TandD, Japan)를 이용하여 내부의 습도 변화를 측정하였으며, 습도의 변화는 5분 간격으로 측정하여 저장하였다. 건조 초기에 구기자의 온도와 내부 온도가 설정 건조온도에 도달할 때까지 배풍구를 닫았으며, 설정 건조온도에 도달하면 배풍구를 열어 내부의 수분이 방출되도록 하였다.

### 4) 함수율비

함수율비로 건조속도를 나타냈으며, 건조 온도 45°C, 50°C, 55°C 및 60°C로 건조시작 후 30분 간격으로 구기자의 함수율을 측정하여 식 (2)와 (3)을 이용하여 함수율비로 나타내었다 (Keum et al., 2002, Li et al., 2009).

$$MR = \frac{M(t) - M_e}{M_0 - M_e} \quad (2)$$

$$M_e = \frac{M_0 \cdot M_f - M_m^2}{M_0 + M_f - 2M_m} \quad (3)$$

where, *MR* : Moisture ratio

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

*M<sub>e</sub>* : Equilibrium moisture content (%)

*M<sub>0</sub>* : Initial moisture content (%)

*M<sub>m</sub>* : Middle moisture content in the middle of drying time (%)

*M<sub>f</sub>* : Final moisture content (%)

### 5) 에너지소비량

건조 중 소요 에너지를 측정하기 위해 적산 계(3166, HIOKI, JAPAN)를 이용하여 농산물건조기 주전원에 연결하여 건조시작부터 목표함수율 도달 할 때까지 전력소비량을 측정하여 에너지 소비량으로 사용하였다.

### 6) 색도

구기자의 품질측정은 건조된 구기자를 외부에 노출하여 외기와 동일한 품온이 된 후 10 g씩 샘플을 3회 채취하여 색차계(CM-2500d, Konica minolta, Japan)를 이용하여 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness)를 총 5회 연속 측정 후 최대최소값을 제외하고 측정 총 9회의 평균을 이용하여 최종 색차값으로 사용하였다. 구기자의 기준은 양품의 구기자를 선별하여 그 중 모양이 고른 방추상이며,

겉은 진한 적색이고 윤기가 있는 구기자를 육안으로 선별하여 색차계를 이용하여 색도를 측정한 결과 L은 15.04, a는 32.72 및 b는 24.07로 나타났다(Lee et al., 2010).

양품의 색도와 건조된 구기자의 색도의 전체적인 비교를 위해 식 (4)를 이용하여 ΔE값을 산출하여 비교를 하였으며, 양품의 ΔE값은 43.31으로 건조된 구기자와 비교하였다(Brooker et al., 1992; Cho et al., 1996; Kim et al., 2007; Li et al., 2009).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (4)$$

where, Δ*E* : Difference values of the color between after and before drying

Δ*L* : Difference values of the lightness between after and before drying

Δ*a* : Difference values of the redness between after and before drying

Δ*b* : Difference values of the yellowness between after and before drying

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 건조기 내부 온도

그림 2는 농산물건조기 내부의 건조온도를 나타낸 것이며, 건조온도까지 도달하는 예비 건조시간은 약 30분정도 소요되었고 열풍온도 60°C인 경우 약 40분 후에 설정온도에 도달하였다. 온도측정지점인 공기 유입구, 건조판 중앙 및 건조판 외벽의 온도차는 건조온도 45°C인 경우 ±0.3°C, 50°C는 ±0.6°C, 55°C는 ±0.7°C 및 60°C는 ±0.7°C로 위치에 따른 온도차는 미미한 수준이었다.

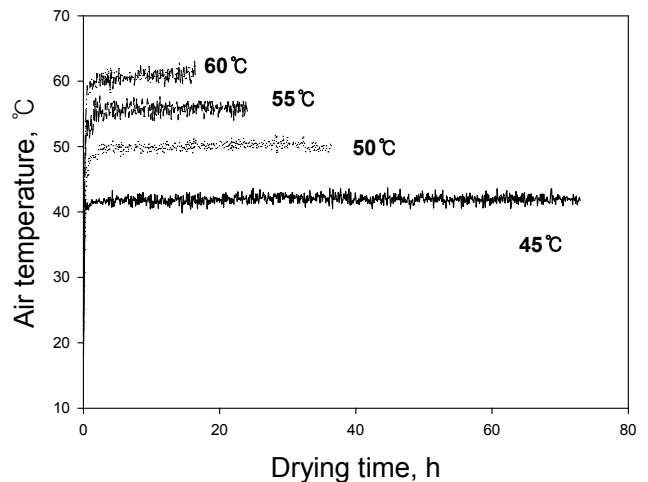


Fig. 2 Changes of drying temperature during drying.

나. 건조기 내부 습도

그림 3은 농산물건조기 내부의 상대습도를 나타낸 것으로 그림에서와 같이 건조 초기에는 설정온도 도달 전까지 배풍구 폐쇄로 인하여 습도가 높았으며, 설정온도에 도달한 이후에는 배풍구의 개방으로 내부수분이 방출되고 외기의 유입 및 가열로 인하여 습도는 급격히 하강하였다. 열풍온도는 55℃와 60℃는 건조시간 20시간 이후 동일하게 상대습도 2% 이하로 나타났다.

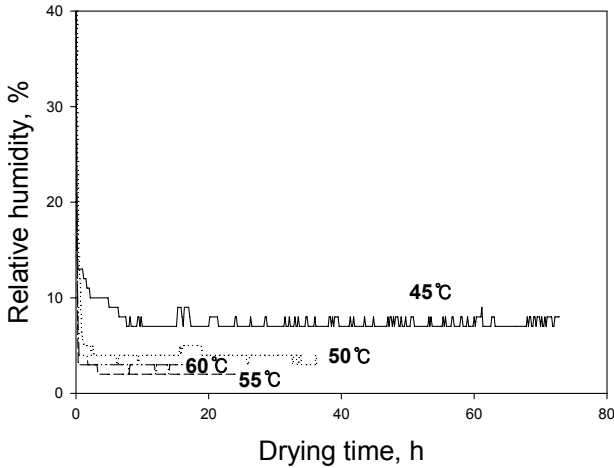


Fig. 3 Changes of relative humidity during drying.

다. 건조특성

그림 4는 45℃, 50℃, 55℃ 및 60℃로 총 4수준으로 건조한 후의 건조속도를 함수율비로 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 45℃의 건조속도가 가장 느리며, 건조온도가 높아질수록 건조속도가 빠른 것으로 나타났다.

표 1은 건조온도별 건조시간 및 건조속도를 나타낸 것이

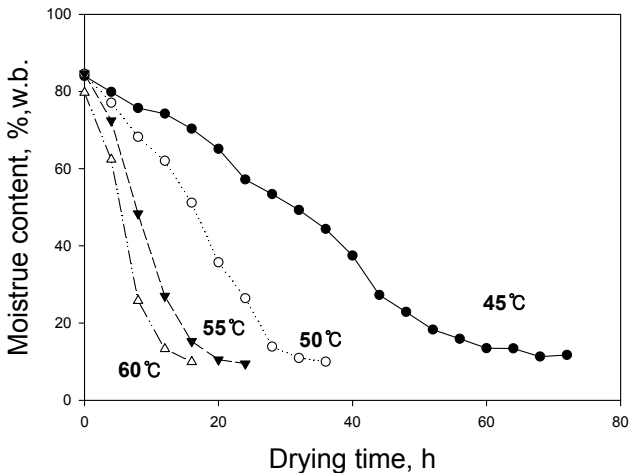


Fig. 4 The drying rate curves of according to the boxthorn kinds.

Table 1 Drying time, drying rate and final moisture contents according to drying temperature

	Drying temperature (°C)			
	45°C	50°C	55°C	60°C
Drying time (h)	72	36	24	16
Drying rate (%/h)	1.00	2.07	3.13	4.36
Final moisture contents (% w.b.)	11.7	10.0	9.48	9.36

다. 목표 함수율에 도달하기 까지 건조시간은 45℃에서 72시간, 50℃에서 36시간, 55℃에서 24시간 그리고 60℃에서 16시간이 소요되었다. 건조온도 50℃에 비해 45℃는 건조시간이 2배정도 길게 나타난 것을 알 수 있었다. 건조속도 45℃는 1.0%/h, 50℃는 2.07%/h, 55℃는 3.13%/h 그리고 60℃는 4.36%/h로 열풍온도가 5℃씩 상승할 때마다 건조속도는 약 1.0%/h 이상씩 빨랐고, 최종함수율은 45℃, 50℃, 55℃ 및 60℃가 모두 거의 동일하게 목표 최종함수율인 12%이하로 건조되었다.

그림 5는 외형에 따른 구기자의 건조속도를 비교한 것이며, 건조온도는 50℃에서 두 종류의 품종에 대하여 건조속도를 비교하였으며, 그림에서와 같이 품종 평균 건조속도는 청명이 1.99%,w.b./h, 호광이 2.01%,w.b./h로 비슷하게 나타났으며, 비교적 크기가 큰 청명과 호광의 최종함수율의 차이는 1%미만으로 품종에 의한 건조속도 차이는 미미하였다.

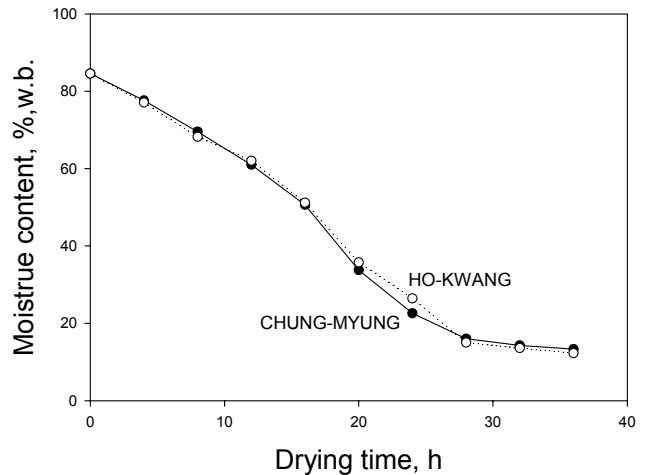


Fig. 5 The drying rate of according to the boxthorn kinds.

라. 함수율비

그림 6은 건조온도별 함수율비를 나타낸 것이며, 그림에서와 같이 건조온도 45℃의 건조속도가 건조 종료까지 건조속도가 균일하였지만 건조속도는 가장 느리게 나타났다. 건조온도 50℃이상에서는 함수율비 14%까지 비교적 균일한 건조속도 유지하였으며, 함수율비 14%이하에서는 건조속도가

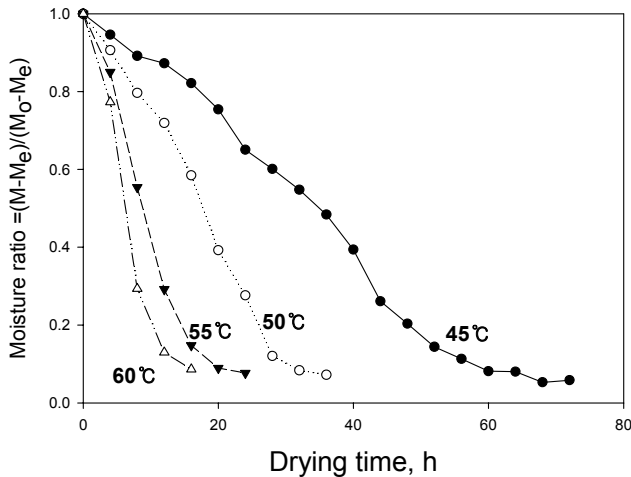


Fig. 6 Moisture ratio curves according to drying temperature.

급격히 감소하였다. 건조온도 55°C 및 60°C의 건조속도는 비슷한 경향을 나타냈으며, 건조온도 50°C는 초기에는 건조속도가 완만하다가 건조시간 16시간 이후 급격히 건조속도가 증가되어 28시간이후에 급격히 건조속도가 감소하였다.

마. 에너지소비량

표 2는 건조온도별 에너지 소비량을 나타낸 것이며, 45°C는 102.5 kWh, 50°C는 55.4 kWh, 55°C는 48.7 kWh 및 60°C는 40.1 kWh로 나타났다. 건조온도 45°C는 적은 온도차에 비하여 장시간 건조함으로 인하여 에너지가 많이 소비되었으며, 건조온도 50°C, 55°C 및 60°C의 에너지소비량의 차는 10 kWh이하로 건조시간에 비하여 에너지 소비 차이가 크지 않았다.

Table 2 Total energy consumption according to drying temperature

	Drying temperature (°C)			
	45°C	50°C	55°C	60°C
Total energy consumption (kWh)	102.5	55.4	48.7	40.1

바. 색도 및 색차

표 3은 구기자의 품질 분석을 위해 색도값을 나타낸 것이며, 양품 구기자 ΔE값 43.31과 비교한 결과 건조온도 45°C가 ΔE값 43.91로 가장 근접하였으나, 건조온도 45°C는 품질이 좋은 반면에 품질에 큰 차이가 나지 않는 ΔE값 44.10인 50°C에 비하여 건조시간이 2배 정도 길게 나타났다. 그에 비해 55°C이상에서 건조된 구기자는 검은 정도와 색변화가 심할 뿐 아니라 건조틀 위에 구기자의 진액용출이 많아 ΔE값이 47이상으로 큰 색차를 나타내 품질이 좋지 않은 것으로 나타났고, 또한 구기자와 건조틀과 분리도 쉽지 않았다.

육안으로 보았을 때 건조온도 50°C이하의 구기자가 선홍 빛을 나타내 관능적으로 가장 좋은 상태였으며, 건조온도 55°C이상의 구기자는 표면의 검은 정도가 심하고 50°C이하의 구기자에 비해 수축정도가 심하였으며, 간혹 검은색으로 완전히 수축되어져있는 것도 볼 수 있었다.

Table 3 The analysis result of chromaticity of according drying temperature

Drying temperature (°C)	L	a	b	ΔE
45°C	31.30	20.38	23.09	43.91
50°C	32.66	19.96	21.90	44.10
55°C	35.44	19.52	24.46	47.27
60°C	34.39	21.06	25.05	47.47

4. 요약 및 결론

최근 국내에서 구기자는 재배 면적과 생산량이 계속적으로 증가하고 있으나, 기존 건조조건인 열풍온도 40~50°C, 24시간정도로 건조할 경우 목표함수율에 도달하지 못할 뿐만 아니라 농가마다 다른 건조조건을 이용함으로 구기자의 품질이 균일하지 못한 문제점이 있었다.

따라서, 본 연구는 불합리한 건조 방법으로 인한 손실을 줄이기 위하여 국내에서 일반적으로 사용되는 열풍건조기를 이용하여 건조 온도는 45°C, 50°C, 55°C 및 60°C로 총 4수준과 크기가 다른 두 품종(청명, 호광)을 이용하여 건조 중 함수율, 건조속도, 에너지소비량, 색도 및 색차를 측정하여 적정 건조조건을 구명하고자 수행하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 건조온도 45°C의 경우 건조속도는 1.0%/h, 50°C는 2.07%/h, 55°C는 3.13%/h 그리고 60°C는 4.36%/h로 나타났으며, 건조온도가 높아질수록 건조속도가 빠른 것으로 나타났다.
- (2) 에너지소비량은 건조온도 45°C의 경우 102.5 kWh, 50°C는 55.4 kWh, 55°C는 48.7 kWh, 60°C는 40.1 kWh로 건조온도 45°C에서 시간당 에너지소비량은 적지만 장시간 건조함으로 인하여 가장 많이 나타났다. 또한 건조온도 50°C이상에서 에너지소비량은 큰 차이가 없었다.
- (3) 품종별 구기자의 건조속도 비교는 청명이 1.99%,w.b./h, 호광이 2.01%,w.b./h로 비슷하게 나타났다.
- (4) 양품 구기자의 색도 측정값은 ΔE값은 43.31으로 건조온도 45°C의 43.91과 가장 근접하였으며, 건조온도 50°C의 구기자 또한 ΔE값은 44.10으로 건조온도 45°C의 구기자와 큰 차이가 없었다. 그러나 건조온도 55°C 이상은 구기자 진액의 용출이 많고 ΔE값도 큰

차이를 나타냈다.

- (5) 구기자는 건조온도에 따라 색변화가 심하게 나타났으며, 기존 관행적인 방법인 50℃에 24시간 건조 보다는 건조온도 45℃에 72시간으로 건조한 구기자가 색도가 우수하였다. 그러나 건조속도, 색도 및 에너지소비량을 감안할 경우 건조온도 50℃와 건조시간 36시간이 가장 적절한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2010년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의해 이루어진 것이다.

## 참 고 문 헌

1. ASAE standards. 2004. S352.2: 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., C. H. Choi and S. Y. Kim. 1991. Development of red pepper dryer - simulation and optimization-.Journal of Biosystems Engineering 16(3):248-262. (In Korean)
7. Keum, D. H., H. Kim and S. J. Hong. 2002. Far-infrared ray drying characteristics of rough rice. Journal of Bio-systems 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. Kim, C. F., H. Li, C. S. Han, J. S. Park, H. C. Lee and S. C. Cho. 2007. Drying characteristics of oak mushroom using stationary far-infrared dryer. Journal of Biosystems Engineering 32(1):6-12. (In Korean)
10. Kim C. G., S. S. Roh, K. J. Kil, Y. C. Lee and Y. B. Seo. 2005. Qualitative certification plan of Gouqizi. The Journal of Daejeon Oriental Medicine 14(1)23-33. (In Korean)
11. Lee, H. C., B. C. Lee, S. D. Kim, S. W. Paik, S. S. Lee, K. S. Lee and S. M. Kim. 2008. Changes in Composition of Gugija (Lycii Fructus) species according to harvest time. Korean journal of medicinal crop science 16(5)306-312. (In Korean)
12. Lee, S. K., J. W. Han, M. J. Jeon, W. J. Park, S. W. Baek and W. Kim. 2010. The washing characteristics of lycium chinense miller with different washing methods. Journal of Biosystems Engineering 35(4):244-249. (In Korean)
13. Lee, S. K., W. J. Park, W. Kim, M. H. Kang, M. J. Jeon, S. W. Paik and J. W. Han. 2010. Analysis of the drying characteristics of lycii fructus with drying plates. Journal of Biosystems Engineering 35(4):250-256. (In Korean)
14. Lee, S. S. 2009. Boxthorn. Chungnam Agricultural Research and Extension Services Cheongyang Boxthorn Experiment Staion, Cheongyoung, Korea. (In Korean)
15. 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)
16. 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)
17. Paik, S. W. 2008. Development of New Post-harvest Processes for Improving Fruit quality of Chinese matrimony vine. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
18. 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)
19. So, J. D., Y. K. Huh and S. W. Lee. 1999. Mechanical harvesting of Lycium chinense Mill. Proceedings of the KSAM 1999 Winter Conference 4(1):139-148. (In Korean)