

ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)

한국지역사회생활과학회지 25(3) : 383~388, 2014

Korean J Community Living Sci 25(3) : 383~388, 2014

<http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2014.25.3.383>

## 구기자의 품종별 기하학적 및 기계적 특성

김 응·이 승 기·조 성 호<sup>1)</sup>·한 재 응<sup>†</sup>

공주대학교 생물산업공학부·농업기술실용화재단 농기계검정팀<sup>1)</sup>

### Geometric and Mechanical Characteristics of the Boxthorn Berry

Woong Kim · Seung-Kee Lee · Sung-Ho Cho<sup>1)</sup> · Han Jae Woong<sup>†</sup>

Division of Bio-industry Engineering, Kong-Ju National University, Yesan 340-702, Korea

Dept. of Foundation of Agricultural Technical Commercialization &

Transfer Agricultural Machinery Certification Team, Suwon, Korea<sup>1)</sup>

#### ABSTRACT

This study was examined the physical characteristics (geometry, yield strength, thousand-seeds weight, true density, and moisture content) required for mechanization-related technologies such as (harvesting, washing, transport, and drying). Large differences in the size and shape of boxthorn berries(Jangmyeong, Bullo, Chungmyeong, and Hokwang) are used to analyze these physical properties. The average diameter, volume, surface area, and sphericity rate are calculated using long and short diameters of the boxthorn berry according to its variety. Hokwang has the largest measured surface area, and Bullo, the smallest. Average yield strength is 1.78 kPa and the mechanical pressure of soft boxthorn berries is not more than 1 kPa. Bullo has the highest true density. The optimum drying time for the measurement of moisture content is 4 hours at the drying temperature of 100°C.

Key words: boxthorn berry, physical property, geometric property, moisture content

#### I. 서론

구기자는 면역증진 효과(Park et al. 2000), 간 독성보호 효과(Cho et al. 2004; Kang et al. 2006), 고혈압예방 효과(Cho et al. 2005), 황산화 효과(Park et al. 2005), 노화억제 효과(Lee et al. 2005), 항우울 효과(Lee et al. 2003), 근력향상 효과(Lee et al.

2007) 및 혈당강하 작용(Kim et al. 1998) 등 다양한 효능이 있어 구기자에 대한 관심이 높아져 구기자를 원료로 차, 주류 및 캔 음료가 개발되어 소비가 확대되고 있다(Patk et al. 1997; Go 2005; MIFAFF 2011).

구기자는 서구화된 식습관으로 건강식품의 관심이 증대되고, 부가가치가 높은 작물로 인하여 농가소득에 직접적인 영향을 미치고 있지만, 값싼

접수일: 2014년 8월 11일 심사일: 2014년 8월 18일 게재확정일: 2014년 9월 17일

<sup>†</sup>Corresponding Author: Han, Jae Woong Tel: 82-10-2005-2899 Fax: 82-41-330-1289

e-mail: hanwoong@kongju.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

외국산의 수입으로 인하여 2000년 70%이상 이었던 국산 비중이 2005년도에는 48%로 급격히 줄게 되었다(Kwaon et al. 2007). 구기자는 생산과정에서 소요되는 전체 노동력의 84% 이상이 수확작업에 소요될 정도로 높은 노동력이 요구되는 작물이며, 세척 및 건조 작업에도 많은 인력이 소요된다. 농촌의 고령화와 고임금으로 인하여 구기자의 생산은 계속적으로 감소될 것으로 예상된다.

고품질의 구기자를 대량생산 및 생산단가 절감을 위해서는 기계화 및 자동화 등이 필요하며, 물리적 특성이 확립되어야 한다. 그러나 구기자의 다양한 품종개량 및 재배기술에 관한 연구는 많이 진행되어 왔으며, 과실의 가로, 세로 크기 및 무게만 측정하는 단순한 정보에만 머물러 있어 기계화와 자동화에 필요한 기초자료로는 충분하지 못한 실정이다(Lee et al. 1999). 이런 기계화 관련 연구를 수행하는데 필요한 정보 중 물리적 특성에는 기하학적 특성, 기계적특성, 함수율 등이 있으며, 농산물이나 식품은 대체로 형상이나 구조가 불균일하여 각종 처리공정 중의 일반 공업재료와는 매우 다르고 복잡하여 균질화된 식품을 생산하기 위해서는 물성이 명확하게 구명되어야 한다(Cho et al. 1996; Duc et al. 2008; Kim et al. 2013). 정확한 물리적 특성은 세척 시 알맞은 수압 및 세척시간으로 외피가 무른 구기자의 외피손상 및 내부물질 용출 등을 감소시킬 수 있으며, 건조 시 적정 함수율 측정방법으로 균일한 건조시간 및 온도를 구현하여 품질 향상을 기대할 수 있다. 또한, 기하학적 특성을 이용한 선별이 가능할 경우 균질한 품질생산으로 인한 소비자의 신뢰 향상될 수 있다.

본 연구의 목적은 국내에서 생산된 구기자의 기하학적 특성, 기계적 특성, 함수율 등 물리적 특성에 필요한 기초연구를 수행하여 수확, 세척, 이송, 건조 등의 기계화 및 자동화 기술에 필요한 기초정보를 제공하는데 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 공시재료

국내에서 생산되는 구기자는 총 12종류의 재래

품종과 신품종이 있으며, 재래 품종은 병해충 및 생산량이 작은 단점이 있어 생산량이 많지 않다. 현재는 교잡육종에 의하여 육성된 신품종이 주로 재배되고 있으며, 이 중 크기 및 형상의 차이가 큰 4개(불로, 장명, 청명, 호광)의 품종을 선정하여 실험에 사용하였다. 불로 품종은 6월 초에 개화하는 조생종이며, 경장은 116 cm로 열매는 긴 타원형의 대과종이다. 장명의 개화기는 6월 30일로 중생종이며, 경장은 117 cm로 크며, 재래종보다 1.5배가 큰 대과종이다. 청명은 개화기가 7월 1일로 늦은 중·만생종으로 경장은 120cm로 무거운 대과종이다. 호광은 불로와 같은 조생종이며, 경장은 장명과 비슷하다. 수령은 1년 미만인 수종을 선택하여 개화 후 50일 전·후의 수과를 인력으로 수확하여 실험에 사용하였다.

충청남도 청양군 구기자시험장에서 2010년 가을에 생산된 시료를 사용하였으며, 구기자는 외피가 얇아 수확 후 수분 및 외형의 변화가 급속히 진행되는 단점이 있다. 그러므로 이를 방지하기 위하여 수작업으로 흐르는 물에 세척한 후 표면의 물을 제거한 후 음지에서 포장열을 실내상온 20°C 전후로 냉각 후 실험에 바로 사용하였다.

### 2. 기하학적 특성

구기자의 기하학적 특성을 측정하기 위하여 4개 품종(불로, 장명, 청명, 호광) 중 외형이 다른 시료와 큰 차이가 없는 충실한 300립을 임의로 선택하여 평판위에 올려놓은 후 디지털 버니어 캘리퍼스(CD-15CP, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 단경과 장경을 측정하였다. 300립 측정을 총 3회 반복하였으며, 최대값 및 최소값을 제외한 나머지 측정값의 평균을 이용하여 기하학적 특성으로 이용하였다.

단경(D)을 측정 평균값의 최소값으로 정의하고, 장경(L)을 최대값으로 정의하여, 이 값을 이용하여 식(1) ~ (4)를 이용하여 평균직경, 구형률, 체적, 표면적을 계산하였다(Mohsenin 1970; Jain & Bal 1997; Sedat et al. 2005; Dursuna et al. 2007).

Geometric mean diameter, (mm) :  $D_g = (D^2L)^{1/3}$  (1)

Sphericity, (dimensionless) :  $\Phi = \frac{D_g}{L}$  (2)

volume, (mm<sup>3</sup>) :  $V = \frac{\pi DL^3}{6[2L - (DL)^{1/2}]}$  (3)

Surface area(mm<sup>2</sup>) :  $S = \pi D_g^2$  (4)

where, D : diameter of boxthorn berry, (mm)  
 L : length of boxthorn berry, (mm)

3. 기계적 특성

구기자의 외피의 단단한 정도를 측정하기 위해 서 기계적 특성 중 항복강도를 측정하였으며, 측정방법은 외형을 타원으로 가정하여 측정된 기하학적 특성 중 단면적을 이용하였다. 하중 재하 장치는 물성측정기(TA-XTPlus, Stable Micro System, UK)를 이용하여  $\phi 20$  원통형 프로브를 이용하였으며, 하중재하속도는 2.5 mm/min로 하였다. 불로, 장명, 청명 및 호광 품종을 각각 20회씩 반복 측정하여 최대값과 최소값을 구하였으며, 평균값은 품종별 반복실험에 의한 최종평균값으로 나타내었다(Kim 2006).

4. 천립중 및 진밀도

천립중은 생산된 구기자의 단립의 무게 편차가 크므로 평균적인 무게를 위해서 측정하는 방법이며, 불로, 장명 및 호광 품종에서 각각의 충실한 1,000립을 무작위로 선정하여 무게를 측정하였다. 전자저울(R420P, Sartorius, Germany)을 이용하여 각 품종별로 3회 반복하여 측정하였다. 측정된 천립중 및 기하학적 특성 중 체적을 이용하여 진밀도를 산출하였다(식 (5)).

True density(kg/m<sup>3</sup>) :  $\rho_{true} = \frac{W}{V}$  (5)

where, W : weight of boxthorn berry, (g)  
 V : volume of boxthorn berry, (mm<sup>3</sup>)

5. 함수율 측정

함수율은 농산물 내의 수분의 비율을 나타내는

것이며, 전체 무게 중 물의 무게의 비는 습량 및 건량의 무게 중 물의 무게의 비는 건량기준으로 사용되고 있다. 일반적인 농산물의 함수율 측정은 상압정온건조법을 이용하여 측정하며, 상압정온 건조법은 대기압하에서 재료 내의 수분을 증발시켜 건조 전후의 무게 차이를 구하는 방법이다(Keum 2008). 건조시 설정온도 및 시간은 미국농공학회(ASABE)의 측정기준(ASAE 2004)을 이용하여 측정을 하지만 구기자의 함수율 측정기준은 아직 정립되어있지 않다. 그러므로 함수율 건조조건 정립된 농산물 중 가장 약하고 당분이 있는 과슬리 10 0℃-1시간 40분 및 양과 130℃-50분 기준범위로 설정 하였다. 구기자는 수분과 당을 많이 함유하고 있어 높은 온도의 함수율 건조는 수분뿐만 아니라 당이 산화될 가능성이 있으므로 비교적 낮은 온도인 건조온도 100℃로 설정하였다.

구기자의 함수율은 기하학적 특성 및 천립중을 이용하여 품종 중 가장 큰 품종인 호광과 가장 작은 품종인 불로를 이용하여 드라이오븐을 이용하여 매 15분 간격으로 전자저울(R420P, Sartorius, Germany)로 건조 전후의 무게를 측정하여 구기자의 수분 변화를 측정하였다. 측정된 수분 변화를 이용하여 적정 함수율 건조시간을 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 평균직경

평균직경을 측정한 결과 Table 1과 같이 단경은 장명, 호광, 청명, 불로품종의 순으로 나타났으며, 장경은 청명, 호광, 장명, 불로품종의 순으로 나타났다.

평균직경은 호광이 13.85 mm로 가장 길었으며, 장명 13.49 mm, 청명 11.93 mm 및 불로가 10.23 mm로 가장 짧은 것으로 나타났고, 장명품종은 호광품종에 비해 평균직경은 작으나 단립별 길이차이가 없어 균일한 평균직경을 나타냈다. 품종이 비교적 큰 호광과 장명은 12.00 mm의 체를 이용하여 완숙된 과실과 완숙이 안 된 과실의 구분이 가능하며, 작은 품종인 청명 및 불로 품종은 10.00 mm의 체를 이용하여 선별이 가능할 것으로 판단되었다. 전체

Table 1. Geometric characteristics of boxthorn berries by variety

| Properties                                    | Variety                      |                             |                              |                              |
|---|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|   | Jangmyeong                   | Bullo                       | Chungmyeong                  | Hokwang                      |
| Diameter(mm) <sup>***</sup>                   | 11.58 <sup>a</sup> ± 1.32    | 8.24 <sup>d</sup> ± 1.28    | 9.07 <sup>c</sup> ± 1.49     | 11.11 <sup>b</sup> ± 1.38    |
| Length(mm) <sup>***</sup>                     | 18.44 <sup>c</sup> ± 2.41    | 15.87 <sup>d</sup> ± 2.39   | 20.73 <sup>b</sup> ± 2.62    | 21.61 <sup>a</sup> ± 2.69    |
| Average(mm) <sup>***</sup>                    | 13.49 <sup>b</sup> ± 1.35    | 10.23 <sup>d</sup> ± 1.49   | 11.93 <sup>c</sup> ± 1.69    | 13.85 <sup>a</sup> ± 1.53    |
| Sphericity rate <sup>***</sup>                | 0.74 <sup>a</sup> ± 0.07     | 0.65 <sup>b</sup> ± 0.06    | 0.58 <sup>d</sup> ± 0.05     | 0.64 <sup>c</sup> ± 0.06     |
| Volume(mm <sup>3</sup> ) <sup>***</sup>       | 1751.42 <sup>d</sup> ±524.93 | 895.28 <sup>a</sup> ±369.00 | 1597.53 <sup>c</sup> ±600.65 | 2182.46 <sup>b</sup> ±680.59 |
| Surface area(mm <sup>2</sup> ) <sup>***</sup> | 577.43 <sup>d</sup> ±115.34  | 335.51 <sup>a</sup> ± 94.42 | 456.31 <sup>c</sup> ±127.16  | 609.53 <sup>b</sup> ±131.52  |

Values followed by the same letter in the same column indicate no significant difference.

\*\*\* p<0.001

구기자의 평균 직경은 12.38 mm로 나타났으며, 기존 채래 품종의 평균 8.4 mm보다 과실의 크기가 45%이상 증가된 것으로 나타났다(Lee et al. 2009).

### 2. 구형률

구형률을 측정한 결과, 장명 73.80%, 불로 64.81%, 청명 57.62%, 호광 64.44%로 나타났다(Table 1). 전체 평균 구형율은 65.17%로 나타났다. 구형률은 100%에 가까울수록 구에 가장 흡사한 것으로 볼 때 장명이 73.80%로 구형에 가장 가깝게 나타났으며, 청명은 57.62%로 타원형에 가깝게 나타났다. 또한 장명은 구형률의 최대·최소 폭이 가장 크게 나타나 다른 품종에 비하여 외형이 균일하지 못한 것으로 나타났다. 구형에 가까운 장명품종은 이송 시 작은 각도에서도 이동이 원활하지만 그 외 품종은 비교적 높은 각도를 유지해야 이송이 가능할 것으로 판단되었다.

### 3. 체적 및 표면적

체적의 측정결과, 호광 2182.46 mm<sup>3</sup>, 장명 1751.42 mm<sup>3</sup>, 청명 1597.53 mm<sup>3</sup>, 불로 895.28 mm<sup>3</sup>의 순으로 단립 체적의 크기는 호광품종이 가장 크며, 불로품종이 가장 작은 것으로 나타났다(Table 1). 표면적은 호광 609.53 mm<sup>2</sup>, 장명 577.43 mm<sup>2</sup>, 청명 456.31 mm<sup>2</sup>, 불로 335.51 mm<sup>2</sup> 순으로 체적과 동일한 순서로 나타났다. 단립의 크기가 가장 큰 품종은 호광이며 가장 작은 품종은 불로로 나타났다.

### 4. 항복강도

Fig. 1은 구기자의 시간에 따른 품종별 항복 강도변화를 나타낸 것이며, 그림에서와 같이 불로품종이 다른 품종에 비하여 높은 강도를 나타냈다. 구기자의 품종별 항복강도는 Table 2와 같이 나타났으며, 불로품종이 5.20 kPa로 외피가 가장 단단한 것으로 나타났으며, 호광품종이 0.35 kPa로 가장 약한 것으로 나타났다. 평균항복강도는 불로품종이 2.90 kPa로 구기자 과실이 가장 단단하며, 장명품종이 1.19 kPa로 구기자 과실이 가장 무른 것으로 나타났다. 그러나, 일반적인 농산물의 항복강도는 20 kPa 이상의 항복강도를 나타내지만 구기자의 경우 비교적 외피가 매우 약한 것으로 나타났다(Kim 2006).

총 평균항복강도는 1.78 kPa로 기계적 압력을 약 1 kPa로 제한을 주어야만 수분과 당의 함유량이

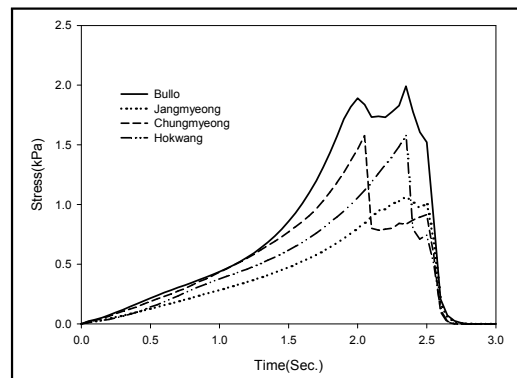


Fig. 1. The yield strength of boxthorn berries by variety and time

많은 연약한 구기자 과실에 충격력을 최소화하여 기계화 작업을 수행이 가능할 것으로 판단되었다.

Table 2. Yield strength of boxthorn berries by variety

| Properties                   | Variety           |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | Bullo             | Jangmyeong        | Chungmyeong       | Hokwang           |
| Max. <sup>***</sup><br>(kPa) | 5.20 <sup>a</sup> | 2.92 <sup>c</sup> | 2.81 <sup>d</sup> | 3.33 <sup>b</sup> |
| Min. <sup>**</sup><br>(kPa)  | 0.89 <sup>a</sup> | 0.58 <sup>b</sup> | 0.53 <sup>b</sup> | 0.35 <sup>c</sup> |
| Avg. <sup>***</sup><br>(kPa) | 2.90 <sup>a</sup> | 1.19 <sup>d</sup> | 1.57 <sup>b</sup> | 1.46 <sup>c</sup> |

Values followed by the same letter in the same column indicate no significant difference.

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

### 5. 천립중 및 진밀도

구기자의 품종별 천립중을 측정된 결과 Table 3 과 같이 호광 1064.7 g, 장명 1025.2 g, 청명 895.1 g, 불로 707.8 g 순으로 나타났으며, 기존 재래종과 비교할 경우 개량품종의 과실은 평균 중량이 약 1.5 ~ 2배 증가 되었다(Lee et al. 2009). 천립중과 단립체적을 이용한 진밀도를 측정된 결과 호광 488.09 kg/m<sup>3</sup>, 장명 498.48 kg/m<sup>3</sup>, 청명 544.66 kg/m<sup>3</sup>, 불로 790.99 kg/m<sup>3</sup>로 순으로 구기자 중 불로품종이 진밀도가 가장 높은 것으로 나타났다. 진밀도가 높은 경우 공극율이 상대적으로 적어 공기의 흐름이 원활하지 못해 건조나 저장할 경우 불리할 수 있어 진밀도가 높은 불로는 건조 시 과실의 간격을 일정하게 유지해야 균일한 건조가 가능할 것으로 판단되었다.

Table 3. Thousand seeds weight of boxthorn berries by variety

| Properties                                | Variety            |                     |                    |                     |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   | Bullo              | Jangmyeong          | Chungmyeong        | Hokwang             |
| Thousand-seed weight <sup>**</sup><br>(g) | 707.8 <sup>c</sup> | 1025.2 <sup>a</sup> | 895.1 <sup>b</sup> | 1064.7 <sup>a</sup> |

Values followed by the same letter in the same column indicate no significant difference.

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

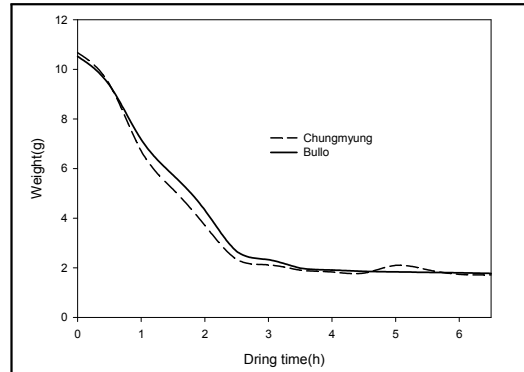


Fig. 2. The Wight of Moisture Content of Boxthorn Berries by variety

### 6. 함수율

구기자의 품종별 함수율을 측정된 결과는 Fig. 2와 같이 나타났으며, 건조 시작 후 약 4시간 이후 무게 변화는 안정화 되었으며, 2시간 더 건조를 진행한 후 건조를 종료하였다. 체적의 차이가 큰 청명 및 작은 불로 품종 모두 체적에 의한 건조속도 차이는 없는 것으로 나타났다. 상압정온건조법을 이용한 구기자의 함수율 측정은 건조온도 100℃에서 재료 내의 수분을 증발시켜 건조 무게가 안정화 되는 4시간이 가장 적당할 것으로 판단되었으며, 유채씨 및 양배추의 함수율 측정시간과 동일한 것으로 나타났다(ASAE 2004). 초기함수율은 불로품종이 79.1 %, w.b.이며, 청명품종이 79.4 %, w.b.였다.

## IV. 요약 및 결론

국내에서 생산되는 대표적인 구기자의 기하학적 특성, 기계적특성, 함수율 등 물리적 특성 측정을 위해 수행하였다. 구기자의 물리적 특성을 측정하기 위하여 크기 및 형상의 차이가 큰 4개(불로, 장명, 청명, 호광)의 품종을 선정하여 측정에 사용하였으며, 큰 품종의 경우 12.00 mm의 작은 품종은 10.00 mm의 체를 이용하여 선별이 가능한 것으로 나타났다. 구형률은 장명품종이 구형에 가장 흡사하게 나타나 이송이 유리한 것으로 나타났다. 항복강도는 5.20 kPa과 0.35 kPa로 나타나, 기계적

압력을 약 1kPa로 제한을 주어야만 세척 시 품질의 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었다. 상압 정온건조법을 이용한 구기자의 함수율 측정은 건조 온도 100℃에서 재료 내의 수분을 증발시켜 건조 무게가 안정화 되는 4시간이 가장 적당한 것으로 나타났다. 구기자의 개량품종은 품종별 외형 및 항복강도에서 차이가 있어 생산되는 구기자에 따른 품종별 선별 장치 및 세척시간 및 압력을 다르게 해줘야 하며, 건조 시 과실의 간격도 차이를 두어야 할 것으로 판단되었다.

## References

- ASAE standards(2004) S352.2: Moisture measurement - unground grain and seeds. ASAE, St. Joseph, MI, USA
- Cho JH, Sin JS, Kim EJ, Shin SH, Jang JY, Shin KS, Kim YB, Kang JK, Hwang SY (2004) Protective effect of lycii fructus extract against hepatotoxicity induced by carbon tetrachloride. *Korean J Lap Animal Sci* 20(2), 187-193
- Cho YJ, Chun SS, Cha WS, Park JH, Lee KH, Kim JH, Kwon HI, Yoon SJ(2005) Antioxidative and antihypertensive effect of lycii fructus extracts. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 34(9), 1308-1313
- Cho, IS, No JG, Park JS, Li RH(1996) Effect of drying methods on the quality in lycii fructus, *Korean J Medicinal Crop Sci* 4(4), 283-287
- Duc LA, Han JW, Hong SJ, Choi HS, Kim YH, Keum DH (2008) Physical Properties of Rapeseed (1). *J of Biosystems Eng* 33(2), 101-105
- Dursuna I, Tugrul KM, Dursuna E(2007) Some physical properties of sugarbeet seed. *J of Stored Prod Res* 43(2), 149-155
- Go GH(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*
- Jain RK, Bal S(1997) Properties of pearl millet, *J of Agri Eng Res* 66(2), 85-91
- Kang KI, Jung JY, Koh KH, Lee CH (2006) Hepatoprotective effects of lycii chinense mill fruit extracts and fresh fruit juice. *Korean J Food Sci Technol*, 38(1), 99-103
- Keum DH(2008) Post-harvest process engineering. *CIR*, pp166-170
- Kim KS, Shim SH, Jeong GH, Cheong CS, Ko KH, Park JH, Huh H, Lee BJ, Kim BK(1998) Anti-diabetic activity of constituents of lycii fructus. *J Appl Pharmacol* 6(4), 378-382
- Kim MS(2006) Physical and engineering properties of biological materials. *Munundang*, pp57-102
- Kim W, Lee SK, Jo HJ, Han JW(2013) Optimized washing method for performance improvement of a washing machine for boxthorn berries. *Kor J Community Living Sci* 24(2), 187-194
- Kwon KD, Park WJ, Kim SA(2007) Buy decision making factors and marketing strategies of lycium chinense : focused on cheongyang region. *Kor J Agr Mgt & Policy* 34(2), 422-443
- Lee BC, Paik SW, Kim SD, Yun TS, Park JS, Kwak TS(1999) Growth characteristics and yield of collected boxthorn(Lycium chinense mill.) varieties. *Korean J Medicinal Crop Sci* 7(3), 147-154
- Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH, Lee JS(2005) Manufacture and physiological functionality of korean traditional wine by using gugija(lycii fructus). *Korean J Food Sci Technol* 37(5), 789-794
- Lee DK, Gwak DG, Park SD(2003) Antidepressant effect of licium chinense mill and its influence on indoleamine and its metabolite of depression model rats. *Korean J Oriental Medical Prescription* 11(2), 185-196
- Lee DW, Han GY, Park JC, Ryu HB, Kim DS, Lee SM, Kim CS, Park CG, Choo HY(2007) Kinds and occurring time of insect pests in medicinal plant garden. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15(6), 371-390
- Lee SS(1999) Boxthorn varieties, *Chungnam agricultural research & extension services*, pp 34-49
- MIFAFF(2011) Food, agriculture, forestry and fisheries statistical yearbook. Ministry for Food, Agr, Forestry and Fisheries Republic of Korea
- Mohsenin NN(1970) Physical properties of plant and animal material, New York: Gordon and Breach Science Publishers
- Park BH, Cho HS, Kim DH(2005) Antioxidative effect of solvent extracts of lycii fructus powder(lfp) and maejagwa made with lfp. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 34(9), 1314-1319
- Park JS, Lee DJ, Choi KJ(2000) Effects of extracts from various parts of lycium chinense mill on proliferation of mouse spleen cells. *Kor J Medicinal Crop Sci* 8(4), 291-296
- Park WJ, Bock JY, Baik SO, Han SB, Ju JK(1997) Volatile components of lycium chinensis miller. *Korean J Food & Nutrition* 10(1), 1-5
- Sedat C, Tamer M, Huseyin O, Ozden O(2005) Physical properties of rapeseed (brassica napus oleifera l.). *J of Food Eng* 69(1), 61-66