

## 구기자 세척기 개발을 위한 구기자의 세척특성

이승기 한재웅 전명진 박원종 백승우 김 응

### The Washing Characteristics of *Lycium chinense* Miller with Different Washing Methods

S. K. Lee J. W. Han M. J. Jeon W. J. Park S. W. Baek W. Kim

#### Abstract

This study was conducted to define the optimal *Lycium chinense* miller washing method for developing the *Lycium chinense* cleaner and we analyzed the *Lycium chinense* miller washing characteristics for removing pesticides and microorganism according to washing methods; habitual washing method, air bubble washing method and nozzle spray washing method. The results were summarized as follows; 1. In case of measuring physical properties according to the varieties, maximum yield strength of Hokwang was 2.562 kgf, minimum yield strength of Hokwang was 0.269 kgf and average yield strength was about 1 kgf. 2. In case of measuring change of bacteria according to washing methods, the number of bacteria of non-washing method was more than the number of bacteria of habitual washing method or mechanical washing method and the number of nozzle spray washing method was least. 3. Ahjoksiseuteurobin of 0.218 ppm was detected in the untreated sample, 0.051 ppm was detected in the habitual washing method, 0.047 ppm was detected in the air bubble washing method and 0.034 ppm was detected in nozzle spray washing method. Every amount detected were less than 2 ppm that is reference value and the detected amount was least in case of nozzle spay cleaning method. Cypermethrin of 0.772 ppm was detected in the non-cleaned sample, 0.089ppm was detected in habitual washing method, 0.26 ppm was detected in the air bubble washing method and 0.292 ppm was detected in the nozzle spray washing method. Every detected amount of Cypermethrin were less than 5 ppm that is reference value and the detected amount was least in case of habitual washing method.

**Keywords :** *Lycium chinense miller*, Washing method, Microorganism, Pesticide residue

## 1. 서론

약재로 쓰이고 있는 중요 특용작물 중 하나인 구기자는 충남 청양, 전남 진도 지역을 비롯한 중국, 대만, 일본, 유럽 등지에서 자생하거나 재배되고 있으며, 청양에는 농촌진흥청 구기자시험장이 있어 재배 기술 및 품종 개량이 이루어지고 있으나 구기자의 특성상 수확 및 후처리의 기계화·자동화하기가 까다로운 작물이다(Go, 2005).

구기자는 수분과 당을 많이 함유하고 있어 쉽게 무르고 온

도, 세균조건이 적당하면 부패가 쉽게 일어나는 특성을 가지고 있다. 이러한 과실의 손실을 방지하기 위하여 기존 방법은 수확 직후 지하수 또는 수돗물로 과실을 세척, 건조하여 보관한다(Lee, 2009).

농산물의 생산증대를 위해 불가피하게 사용되는 농자재인 농약은 살포 중 발생하는 급성 독성이외에도 농산물에 잔류하여 장기간에 걸친 섭취로 인체에 영향을 미치는 만성독성이 문제가 되고 있어 수확 후 대부분 표면에 붙어 있는 각종 농약과 이물질들을 세척하는 과정은 매우 중요하다(Oh et al.,

This study was conducted by the research fund supported by Rural Development Administration of Korea. The article was submitted for publication on 2010-07-26, reviewed on 2010-08-06, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2010-08-12. The authors are Seung Ki Lee, Professor, KSAM member, Jae Woong Han, Assistant Professor, KSAM member, Myong Jin Jeon, Researcher, KSAM member, Woong Kim, Assistant Professor, KSAM member, Won Jong Park, Professor, Kong-Ju National University, Chungnam, Korea, and Seung Woo Baek, Researcher, Cheongyang Boxthorn Experiment Station, Chungnam 345-872, Korea. Corresponding author: W. Kim, Assistant Professor, Dept. of Bio-Industrial Mechanic Engineering, Kong-Ju National University, Chungnam, Korea; Fax: +82-41-330-1289; E-mail: <kimw017@kongju.ac.kr>.

2005; Han et al., 1996).

농산물 세척방법은 각종 과일, 쌈채소, 고추, 구근작물, 배추 등 다양한 농산물을 대상으로 노즐에 의한 노즐 물 분사 세척, 일반 공기방울과 마이크로버블 등의 수중 공기방울세척, 회전 브러시 등을 이용하여 마찰을 이용하여 세척하는 직접 마찰식 세척, 초음파 세척 방법 등이 이용되고 있다(Park et al., 1997; Oh et al., 2005; Hong et al., 2007; Lee et al., 2009a, 2009b, 2009c).

본 연구는 구기자 수확물의 안전성 확보 및 상품성 향상을 위하여 구기자 세척기 개발을 위한 기초 연구로 최적의 세척 방법을 알아보고자 세척 처리시간 등을 고려하여 세척방법 중 수중 공기방울 세척법, 노즐 물 분사 세척법, 관행 세척법을 대상으로 농약 및 미생물 제거효과를 토대로 세척방법별 구기자의 세척특성을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

실험대상 구기자는 2009년 충청남도 청양군 구기자시험장에서 생산된 불로, 장명, 청명, 호광 품종을 가지 채 수확 후 수분 변화 및 외형변화를 방지하기 위하여 밀폐용기에 단층으로 보관하여 실험실로 운반하였으며, 구기자를 가지에서 탈과시켜 항복강도를 측정하였으며, 세척방법별 세척 후 세균의 총 균수와 농약 잔류량 측정시험을 수행하였다.

### 나. 구기자 항복강도 측정

노즐을 이용한 구기자 세척 시 분사된 물의 충격력에 구기자가 손상되는 것을 방지하기 위해 분무압 조절이 필요하다. 구기자 세척을 위한 적정 분사압력을 알아보기로 물성측정기(TA-XTPlus, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 구기자의 항복강도를 측정하였다. 측정대상은 공시재료 4 품종의 구기자를 대상으로 하였으며, 지름 20 mm 원통형 Probe를 사용하였다.

항복강도를 구하기 위한 단면적은 구기자를 타원으로 가정하여 장변과 단변을 이용(Lee et al., 2010)하여 면적을 구하였으며, 강도의 최대, 최소값은 품종별로 20회 반복실험을 수행한 결과에서 모든 실험 중 최대, 최소값을 구하였고 평균값은 품종별 반복실험에 의한 최종 평균값을 구하여 나타내었다.

### 다. 세척방법

건조 등을 통한 구기자 생산물의 품질 향상을 위하여 수확 후 바로 세척작업이 필요하며, 본 연구에서는 여러 가지 세척

방법 중 마찰에 의한 상처 등으로 품질저하 가능성이 있는 방법과 세척시간이 많이 소요되는 방법을 제외하여 관행 세척방법, 수중 공기방울 세척방법, 노즐 물 분사 세척방법을 비교대상 세척법으로 선정하였으며, 최적의 세척방법을 알아보고자 세척실험을 수행하였다.

#### 1) 관행 세척법

농가에서 일반적으로 이뤄지는 관행 세척방법은 구기자 수확 시 나일론 재질의 구멍이 있는 망으로 제작된 자루에 담아 수확하고 있으며, 수확 후 자루에 담은 채로 물이 담긴 양동이에 넣어 수회 좌우로 흔들어 손세척하고 있는 것으로 나타났다(Fig. 1). 실험을 위한 세척 소요시간을 알아보고자 관행 세척방법에서 수확물 자루를 물이 담긴 양동이에 넣는 시점부터 세척 후 물에서 건져 올리는데 소요된 시간을 소요세척시간으로 판단하였으며, 10회 반복실험 후 평균 세척시간을 설정하여 다른 세척법에도 동일하게 적용하였다.



Fig. 1 The habitual washing method of a *Lycium chinense miller*.

#### 2) 수중 공기방울 세척법

수중 공기방울 세척방법은 그림 2와 같이 물을 담을 수 있는 내접 250 mm 팔각형으로 깊이 260 mm의 수조를 제작하고 공기 도출량이 6 L/min인 공기펌프(LD2218J, Dachon

Tech, Korea)를 이용하여 공기방울의 고른 분포를 위하여 지름 1 mm의 다공판을 설치하여 제작하였으며, 수조안에 구기자를 투입하여 세척 후 미생물수와 농약 잔류량을 측정하였다.

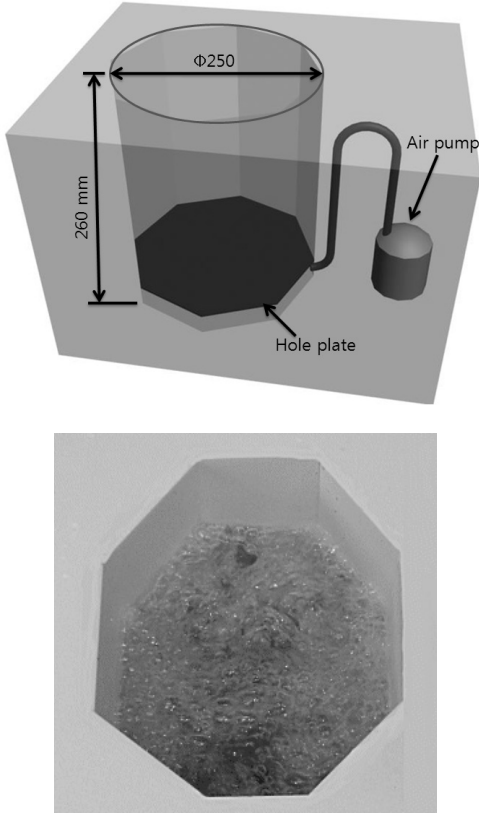


Fig. 2 The air bubble washing method of a *Lycium chinense miller*.

### 3) 노즐 물 분사 세척법

노즐을 이용한 노즐 물 분사 세척법은 효과적인 세척을 위하여 고른 물 분사가 가능한 분사각 60°인 노즐(Flat-type, stainless st.)을 이용하여 150 mm 간격으로 3열 2개씩 총 6개를 설치하였으며, 분무는 동력분무기(80A, Beomyang, Korea)를 사용하여 구기자의 항복강도에 알맞은 압력으로 조절할 수 있도록 구성하였다.

노즐과 구기자간 거리는 노즐의 분사각과 간격, 설계중인 컨베이어 폭 400 mm를 기준으로 분사가 유효한 거리를 높이별로 측정한 결과인 200 mm로 설정하여 구성하였으며, 노즐에서 분사가 이뤄지는 지점부터 3줄의 노즐을 통과하도록 하여 세척 후 미생물수와 농약잔류량을 측정하였다(Fig. 3).

### 라. 세척효과 검증

세척방법별 세척성능 검증을 위하여 비교구인 무처리구와 각 세척방법별로 구기자를 세척하여 미생물 제거효과와 잔류농약분석을 조사하는 것으로 검증하였다. 미생물제거효과 검

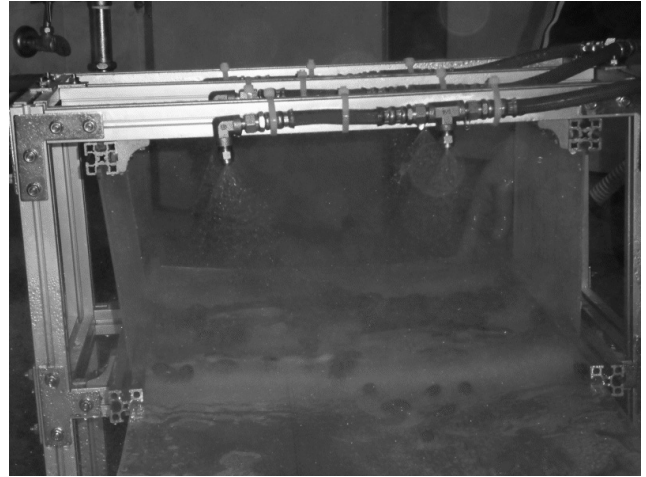


Fig. 3 The nozzle spray washing method of a *Lycium chinense miller*.

정은 처리구별 일정량의 시료를 채취하여 각 샘플에서 10초간 3회씩 균질화한 후 단계별로 희석하여 1mL 씩 배지에 도말하고 37°C에서 48시간 배양 후 colony 수를 측정하였다. 총 균수는 log CFU/g로 나타냈으며, 미생물 검출에는 총 균수 측정용 배지를 사용하였으며, 통계분석은 SAS(ver. 8.0)을 이용하여 세척방법에 따른 총 균수를 5% 유의수준에서 분산분석으로 유의성을 검증하였다.

잔류농약 분석은 농가에서 가장 많이 사용되는 살균제(Cypermethrin, Ahjoksiseuteurobin) 사용지침서의 사용량에 따라 각 제제를 증류수에 용해하여 분무기를 이용해 구기자를 흠뻑 적실정도로 실제 방제와 동일하게 분사한 후 24시간 동안 통풍건조 후 각 방법별로 세척하고 시료는 식품공전 농약잔류시험법에 따라 잔류농약을 측정하였다(KFDA, 2007).

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 구기자 항복강도

품종별 구기자의 항복강도는 알아보기 위하여 물성측정용한 결과는 그림 4, 표 1과 같이 나타났다. 최고 항복강도는

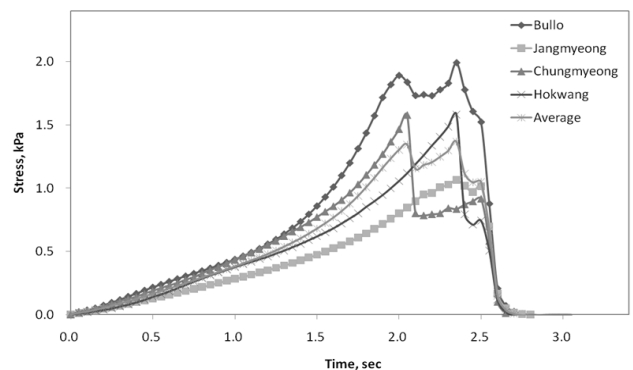


Fig. 4 Pressure-resistant characteristics of a *Lycium chinense miller*.

블로종에서 5.2 kPa로 나타났으며, 최소항복강도는 호광종에서 0.35 kPa로 나타났고, 평균 항복강도는 약 1.78 kPa로 나타나 세척 시 사용될 노즐의 분사는 세척력과 항복강도를 고려하여 약 1 kPa 내외의 충격력을 기준으로 세척이 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

**Table 1** Pressure-resistant characteristics of varieties *Lycium chinense miller*

(Unit: kPa)

	Bullo	Jangmyeong	Chungmyeong	Hokwang
Maximum	5.20	2.92	2.81	3.33
Minimum	0.89	0.58	0.53	0.35
Average	2.90	1.19	1.57	1.46

**나. 관행 세척시간**

관행 세척방법에 의한 세척시간은 회당 최대 13초, 최소 8초가 소요되었으며, 평균 약 10초가 소요되는 것으로 나타나 세척 방법별 세척시간을 10초로 하여 세척결과를 비교하였다(Table 2). 세척시간에 영향을 미치는 요인은 자루에 담긴 수확물의 양이 많을수록 오래 걸리는 것으로 나타났으며, 세척작업자 개인성향에 따라 차이가 나는 것으로 생각되었다.

**Table 2** Washing duration of habitual washing methods

(Unit: sec.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max.	Min.	Avg.	STDV
Required time	8	13	10	9	9	12	12	8	9	11	13	8	10	1.79

**다. 총 균수**

구기자를 세척방법별로 10 초간 4회와 5회 균질화하여 일반 세균수 변화를 측정된 결과는 표 3과 같다. 세척처리 후 세균수를 살펴보면 무세척 처리구가 손세척이나 기계적 세척 등의 방법보다 높은 균수를 나타내고 있는데 4회 균질화하였을 경우 무세척 처리구에서는 세균수를 확인하지 못할 정도로 많은 세균수가 검출되었으며, 노즐 물 분사 세척방법이 6.04 log로 가장 적은 세균수를 나타내었다.

5회 균질화 하였을 경우에도 4회 균질화 때와 유사한 경향을 나타내고 있는데 무세척이 6.96 log로 가장 높은 세균수를 나타내고 있으며, 그 다음으로는 관행 세척방법과 수중 공기방울 세척방법 순으로 세균수가 많았으며, 4회 균질화하였을 때와 마찬가지로 노즐 물 분사 세척방식이 6.10 log로 가장 적은 세균수를 나타내고 있다.

이러한 결과는 수중 공기방울 세척방식과 같은 “기계적 세척방법이 손세척방식에 비하여 미생물 잔존율이 낮다”라는

Kwon 등(2006)의 결과와 일치하며, 본 실험에서도 표 3과 같이 관행 세척방법보다는 수중 공기방울 세척방법과 노즐에 의한 노즐 물 분사 세척방법에 의한 세균 잔류량이 적은 것이 통계적 유의차에 의하여 확인되었으며, 기존 관행 세척방법보다는 노즐 물 분사 세척방법이 구기자의 세척에 효과적이라고 판단되었다.

**Table 3** Total microorganism of a *Lycium chinense miller* in washing methods

(unit: cfu/g)

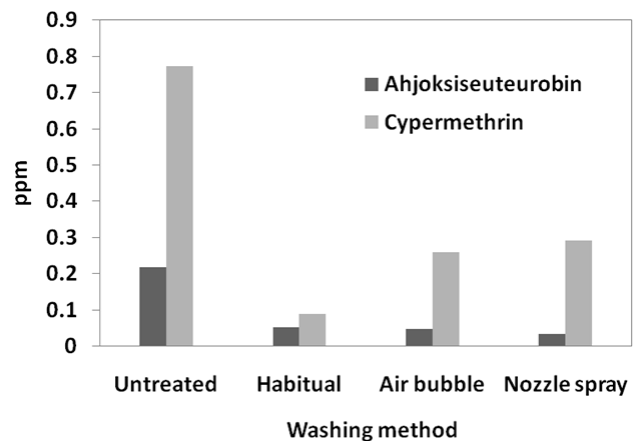
Washing method	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
1. untreated	TNTC*	6.96 <sup>a**</sup>
2. habitual	6.45 <sup>a</sup>	6.78 <sup>b</sup>
3. air bubble	6.16 <sup>b</sup>	6.36 <sup>c</sup>
4. nozzle spray	6.04 <sup>b</sup>	6.10 <sup>d</sup>

\*TNTC = Too Number Too Count

\*\* : means followed by the same letter in the same columns are not significantly different. (p<0.05)

**라. 농약 잔류량**

관행 세척방법, 수중 공기방울 세척방법과 노즐 물 분사 세척방법 등 각각의 방법으로 세척하고 세척 후 시료는 식품공전 농약잔류시험법에 따라 잔류농약 잔존율을 측정된 결과는 그림 5와 같다.



**Fig. 5** Results of pesticide residue test in washing methods.

Ahjoksiseteurobin는 무처리 0.218 ppm, 관행 세척 0.051 ppm, 수중 공기방울 세척 0.047 ppm, 노즐 물 분사 세척 0.034 ppm 으로 노즐 물 분사 세척 방법이 가장 적게 검출되었으며, 모든 세척법이 기준치 2 ppm 보다 적게 검출되었다.

Cypermethrin는 무처리 0.772 ppm, 관행세척 0.089 ppm, 수중 공기방울 세척 0.26 ppm, 노즐 물 분사 세척 0.292 ppm 으로 기준치 5 ppm 보다 모두 적게 검출 되었으며, 특히 관

행세척을 하였을 때 가장 적게 검출된 것으로 나타났다. 실험 결과 무세척구보다 세척구에서 농약제거 효과를 보이는 것으로 나타났으며, 특히 수중 공기방울 세척방법과 노즐 물 분사 세척방법은 잎 등 이물질 제거효과가 뛰어난 것으로 나타났다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구는 구기자 수확물의 안전성 확보 및 상품성 향상을 위하여 구기자 세척기 개발을 위한 기초 연구로 최적의 세척 방법을 알아보고자 세척 처리시간 등을 고려하여 세척방법 중 관행 세척방법, 수중 공기방울 세척방법, 노즐 물 분사 세척방법을 대상으로 농약 및 미생물 제거효과를 토대로 세척 방법별 구기자의 세척특성을 분석하였다. 본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 품종별 항복강도를 알아보기 위한 물성측정 결과, 최고 항복강도는 불로종에서 5.2 kPa로 나타났으며, 최소항복강도는 호광종에서 0.35 kPa로 나타났고, 평균 항복강도는 약 1.78 kPa로 나타나 세척 시 사용될 노즐의 분사는 세척력과 항복강도를 고려하여 약 1 kPa 내외의 충격력을 기준으로 세척이 진행되어야 할 것으로 판단되었다.
- (2) 세척방법별 세균수 변화를 측정한 결과, 4회 균질화 하였을 경우 무세척 처리구에서는 세균수를 확인하지 못할 정도로 많은 세균수가 검출되었으며, 노즐 물 분사 세척방법이 6.04 log로 가장 적은 세균수를 나타내었고 5회 균질화 하였을 경우에도 무세척이 6.96 log로 가장 높은 세균수를 나타내고 있으며, 그 다음으로는 관행 세척방법과 수중 공기방울 세척방법 순으로 세균수가 많았으며, 노즐 물 분사 세척방식이 6.10 log로 가장 적은 세균수를 나타내었다.
- (3) Ahjoksiseurobin는 무처리 0.218 ppm, 관행 세척방법 0.051 ppm, 수중 공기방울 세척방법 0.047 ppm, 노즐 물 분사 세척 0.034 ppm 으로 기준치 2 ppm 보다 모두 적게 검출되었으며, 노즐 물 분사로 세척할 때 가장 적게 검출 되었다. Cypermethrin는 무처리 0.772 ppm, 관행세척 0.089 ppm, 수중 공기방울세척 0.26 ppm, 노즐 물 분사 세척 0.292 ppm 으로 기준치 5 ppm 보다 모두 적게 검출 되었으며, 관행세척을 하였을 때 가장 적게 검출된 것으로 나타났다. 모든 세척방법 결과 무세척구보다 세척구에서 농약제거 효과를 보이는 것으로 나타났으며, 수중 공기방울 세척방법과 노즐 물 분사 세척방법은 이물질 제거에도 좋은 결과를 나타내었다

#### 사 사

이 연구는 농촌진흥청 지역특화기술개발사업(PJ-007111 201048)의 지원에 의해 수행된 연구임

#### 참 고 문 헌

1. Go, G. H. 2005. Studies on the Low Chemical Cultivation Techniques and Identification of Functional Components of New Lycium chinense Cultivars with Fewer Seeds. Kwacheon, Korea. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. (KFDA)
2. Han, C. S., J. S. Park, D. H. Kum and J. Y. Kim. 1996. Development of red pepper washer using ultrasonic. Proceeding of the KSAM 1996 Conference 1:232-236. (In Korea)
3. Hong, S. G., H. M, Park, K. W. Cho and D. I. Chang. 2007. Development of a washing, sterilization, dehydrating system for leaf vegetables. Journal of Bio-systems Engineering 32(6): 408-415. (In Korea)
4. KFDA. 2007. Food Code-Analytical methods for pesticide residues in foods. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. pp. 759, 800
5. Kwon, H. Y., J. B. Kim, H. D. Lee, Y. B. Ihm, K. S. Kyung, O. K. Kwon, D. S. Choi and J. H. Choi. 2006. Reduction of pesticide residues in/on mini-tomato by washing at the different harvest days after pesticide spray. Journal of The Korean Pesticide Science 10(4):306-312. (In Korea)
6. Lee, H. S., J. W. Jeong, B. S. Kim and K. H. Kwon. 2009a. Development of a ginseng surface washing system. Korean Journal of The Korean Society of Food Preservation 16(4): 541-548. (In Korea)
7. Lee, H. S., K. H. Kwon, J. W. Jeong, B. S. Kim and H. S. Cha. 2009b. Characteristics evaluation and development of peach washing system. Journal of Biosystems Engineering 34(6): 446-453. (In Korea)
8. Lee, S. A., A. R. Youn, K. H. Kwon, B. S. Kim, S. H. Kim and H. S. Cha. 2009c. Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during Storage. Journal of The Korean Society of Food Preservation 16(3):321-326. (In Korea)
9. Lee, S. S. 2009. Lycium chinense Miller. Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yeasan, Korea.
10. Lee, S. K., W. Kim, M. J. Jeon and J. W. Han. 2010. Physical properties of Boxthorn. Proceeding of the KSAM 2010 Summer Conference 15(1):232-236. (In Korea)
11. Oh, S. Y., S. T. Choi, J. G. Kim and C. L. Lim. 2005.

Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganisms in leafy vegetables. Korea Journal of Horticulture Science Technology 23(3):205 -255. (In Korea)

12. Park, H. M., W. O. Lee, S. G. Oh, Y. K. Cho and H. S. Choi. 1997. Development of red - pepper Washer. Journal of Biosystems Engineering 2(1):135-140. (In Korea)