

한약재 세척 방법에 관한 연구

현자경¹ · 서영배^{1*}

The Review on the Washing System of Herb medicine

Hyun Ja-Kyoung¹ · Seo Young-Bae^{1*}

¹Dept. of Herbalogy, Collage of Oriental Medicine, Daejeon University

Objectives : This paper researched methods of washing Herb medicine through research papers of washing Crops

Materials and Methods : We collected research papers on Washing crops. Then we analysed them according to washing methods.

Results : The following results were obtained in this study. 1. Herbal fruit, wash using a conveyor belt. 2. Leafy herbs, soak in a chlorine solution or ozone solution and rinse it. sometimes using micro bubble system. 3. Radix, wash with high pressure sprinkling water. 4. Cortex, wash under running water by hand washing.

Conclusion : Herb medicines need a washing methods for each region. so Herbs should be washed in a suitable methods for each region.

Key words : washing crop, washing Herb medicine, washing system. systemic review.

I. 서론

한약은 약사법 제 2조 제 5항에 “동물, 식물 또는 광물에서 채취된 것으로 주로 원형대로 건조, 절단 또는 정제된 생약”으로 규정하고 있으며, 한약재의 90%는 식물성으로 야생에서 채취하거나 농산물과 같이 재배를 통하여 유통되고 있다¹⁾.

따라서 한약도 농산물과 같이 다양한 원인에 의해서 중금속과 농약이 잔류하고 있을 가능성이 있으며, 몇몇의 연구 결과 한약재에서도 중금속

과 농약의 검출 현황에 대한 연구가 진행되었고, 미미하게 중금속이나 농약이 잔류 하고 있는 것으로 나타났다³⁻⁶⁾.

식품에 잔류하는 중금속과 농약에 장기간 중독 시 인체에 해를 끼치게 되는데, 수은 중독 시 지각장애, 운동실조, 보행 장애, 시야 협소, 언어 장애, 난청 등이 나타나며, 카드뮴 중독 시 신장 독성과 함께, 뇨단백, 당뇨, 뇨아미노산 등의 증상이 나타난다. 비소 중독 시 구토, 설사 근육경련 연하 곤란 등의 증상이 나타나며, 납 중독 시 기억력감퇴, 빈혈, 면역기능 저하, 심지어 반신불수까지 오게 된다. 또한 농약의 장기 중독 시에는 암 발생, 불임, 기형아 출산, 근 무력증, 내분비 장애, 정신적인 장애 등의 문제를 일으키게 된다²⁾.

* 교신저자 : 서영배 대전대학교 한의학과 본초학교실
E-mail:genin@dju.kr
투고일 : 2011년7월20일 수정일 : 2011년8월17일
확정일 : 2011년8월19일

한약재를 복용 했을 때 중금속과 잔류농약이 과다 섭취된다면 위와 같은 위해성이 나타나게 될 것이다. 그러므로 잔류농약이나 중금속등의 위해 물질을 줄이기 위해 한약재의 세척이 요구된다. 이 등⁸⁾은 세척 전 한약재에서는 식약청의 중금속 기준을 초과했지만 간단한 물 세척만으로도 28~58%의 중금속이 제거되어, 식약청에서 정한 중금속 기준치 이하로 내려간다고 밝혔다. 이것은 한약재에 포함된 중금속이나 잔류 농약을 감소시키는 데 세척과정이 유의함을 볼 수 있는 것으로서 앞으로 한약재가 유통 및, 가공되기 전에 세척과정을 거쳤을 때 위해 물질로 인한 피해를 줄일 수 있음을 알 수 있다.

농산물에서는 세척에 대한 연구 보고가 오래 전부터 이루어져 오고 있다. 하지만 한약재에서는 세척이 전반적으로 이루어지지 않고 있으며 세척에 대한 연구도 미비하다. 하지만 안전성 있는 한약재의 공급을 위하여 세척이 반드시 필요한 바, 농산물에서의 연구보고를 통해 한약재 세척을 통하여 중금속과 잔류 농약 등의 위해 물질을 효과적으로 제거할 수 있는 방법을 모색해 보고자 한다.

II. 본 론

최근에는 농산물이 일차적으로 세척을 거쳐 출하 하는 경우가 많아지고 있다. 중금속과 잔류 농약에 대한 일차적인 제거 요구가 늘어나고 있고 세척 없이 바로 섭취하는 최소 가공 채소류의 소비도 늘어나고 있기 때문이다.

더불어 세척 과정을 거쳤을 때 이물질 및 미생물 제거 뿐 아니라 저장성의 증가와 변색 억제, 맛과 당도 증가 등의 효과도 세척을 통해 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이처럼 농산물 분야에서는 세척에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으므로 기존의 연구보고를 농산물과 한약재로 구분하여 살펴보고 농산물에 세척 방법을 한약재 세척에 응용할 수 있는지를 알아보려고 한다.

1. 농산물 세척

1) 과실류 세척

과실류는 별다른 조리 과정 없이 바로 섭취하는 것이 일반적이므로 세척과 살균이 모두 중요하다. 세척을 통해 흙이나 먼지 등의 이물질 제거, 곰팡이균, 각종 대장균 및 미생물 제거 효과 등을 얻을 수 있으며 이밖에 외형의 품질유지와 맛과 조직감의 개선 등의 효과도 얻을 수 있다는 결과를 찾을 수 있었다.

가) 복숭아 세척⁸⁾

김 등⁸⁾은 미생물 제거, 조직감 개선, 맛 개선 등의 목적으로 복숭아를 세척하였다.

세척수는 농도 50ppm의 HClO 전해수를 이용하였고, 컨테이너에서 이동속도 0.06m/s 상태에서 왕복시간 0.8초로 분사 노즐을 통하여 1회 세척하였다. 세척결과, 초기 일반 세균 3.57 log CFU/g에서 전해수 처리 후 2.20 log CFU/g으로 저하 되었고, 대장균수는 전해 수 처리 후, 검출되지 않을 정도로 좋은 결과가 나타났다. 더불어 전해수 처리 후 조직 감, 향, 당도, 맛, 기호도 등이 향상되는 결과가 나타났다. (표1)

Table 1. Peach washing⁸⁾

Crop	Peach
Objectives	remove microorganism, improve the pase of soft rot and taste.
Water	HClO solution
Method	a. 50ppm HClO solution, 30sec washing b. washing nozzle time : 0.8sec, Conveyor belt speed 0.06m/s
Results	- microorganism : 3.57 log CFU/g → after treatment : 2.20 log CFU/g -E. coli : 2.18 log CFU/g → after treatment : not found

나) 사과 세척⁹⁾

김 등⁹⁾은 잔류농약과 미생물 검출량을 감소시키기 위해 후지사과를 세척하였다.

속도 0.03m/sec의 컨베이어 벨트 Jett 수류 세척기에서 자동세척기로 30초간 물세척 한 후 수돗물, 전해수, 염소수, 초산 용액으로 다시 2회 더 세척 처리를 하고 탈수, 냉풍 제습을 거쳐 건조, 배출을 했다. 세척 후에 잔류농약은 세척수에 따라 제거율이 달랐다. 전해수는 myclobutanil, 염소수는 fenitrothion, 오존수는 chlorothalonil이 제거가 잘 됨을 볼 수 있었다. 미생물 수는 수돗물 및 초산 용액 사용 시 유의적인 감소는 일어나지 않았고, 염소수와 전해수 세척 시에 총 호기성 세균이 1.0 log CFU/g 이하로 나타났다. 반면 대장균은 거의 검출되지 않음을 알 수 있었다. (표2)

Table 2. Apple washing⁹⁾

Crop	Apple
Objectives	remove microorganism remove Pesticides
water	tap water, electro-analysed water NaOCl solution, CH ₃ COOH 100mg/L, ozone-water 2mg/L
methods	a. washing with tap water : 30sec b. washing with electro-analysed water c. washing with NaOCl 50, 100mg/L d. washing with ozone-water 2mg/L e. washing with CH ₃ COOH 100mg/L
Results	● solution specificity of Pesticides -electro-analysed water : myclobutanil -NaOCl solution : fenitrothion -Ozonated water : chlorothalonil ● Total aerobic bacteria - tap water, CH ₃ COOH : no change - NaOCl solution, electrolyte : less than 1.0 log CFU/g ● E. coli : not found

다) 참외 세척¹⁰⁾

김 등¹⁰⁾은 미생물을 제거하기 위해 참외를 오존수로 세척 하였다. 수돗물에 30분 침지 후, 물기

를 제거하고, 오존수에 역시 30분 침지 후 물기를 제거 하였다. 그 결과, 미생물이 억제 되었고, 부패 및 반점이 방지가 되었으며, 저장성을 증가시켰고, 더불어 외관, 맛, 조직감이 더 좋아졌다. (표3)

Table 3. washing melon¹⁰⁾

Crop	melon
Objective	Quality improvement
water	ozone-water
methods	a. dipped in tap water for 30min b. dipped in ozone-water for 30min c. dehydrated melon.
Result	- decreasing hardness and weight of melon : not change - appearance, color, taste, texture of melon : better than before washing

이상으로 복숭아, 사과, 참외 등의 세척연구를 보면 세척수의 종류, 세척방식의 차이는 있지만 미생물 저하, 대장균 감소, 부패도 저하, 저장성 증가 등의 효과가 있음을 알 수 있었다. 한약재는 대부분 수분이 제거된 견재 상태로 유통이 되기 때문에 미생물이 제거가 된 상태이지만 과육이 있는 구기자, 오미자 산사 등의 약재에서의 미생물 증식을 억제할 수 있을 것이며, 도인, 행인, 백개자, 등의 지방성분이 많아 부패나 변형이 잘 되는 종자류도 세척방식을 적용했을 때, 부패를 막을 수 있을 것으로 생각된다.

2) 엽채류 세척

주로 쌈을 싸 먹거나, 샐러드 등으로 조리 없이 세척 후 바로 섭취하게 되는 엽채류의 경우에는 농약과 중금속 뿐만 아니라 세균이나 곰팡이 등의 미생물의 제거가 필수적이다. 유통 전에 세척을 해야만 유통시의 미생물의 증식과 부패를 막을 수 있으며 상품의 품질도 향상시킬 수 있기 때문에 엽채류 에서도 세척을 통한 후 유통하는

경우가 많아졌다.

가) 상추 세척¹¹⁾

쌈 채소 중에서 가장 많이 소비되는 상추를 미생물 총균수, 잔류 농약, 이물질 등의 제거를 위해 세척을 실행 하였다. 무세척, 손세척, 일반버블 세척, 마이크로버블세척으로 각각의 처리구를 5분간 세척한 후 탈수하여 물기를 제거하여 9일간 4℃에 저장하면서 품질 분석을 하였고, 마이크로버블기로 버블크기를 10~30um이 되게 한 후, 1분, 3분, 5분으로 시간을 다르게 세척 하였다. 그 결과, 마이크로버블로 1분 세척 시, 3.21 log CFU/g, 3분 세척 시, 3.06 log CFU/g, 5분 세척 시, 2.99 log CFU/g으로 줄어드는 결과를 볼 수 있었고, 손 세척을 5분 동안 했을 때 4.10 log CFU/g, 일반 버블로 5분 세척 했을 때 3.98 log

CFU/g, 마이크로버블로 5분 했을 때 3.25 log CFU/g으로, 같은 시간 다른 방법으로 세척을 했을 때는, 마이크로 버블이 가장 효과적인 것을 알 수 있다. 그 이유는 상추의 외형에 주름이 많고, 포기로 되어 있는 경우가 많기 때문에 손세척이나 여타 세척수를 쓰는 것 보다 마이크로 버블의 방식으로 세척하는 것이 가장 효과적이기 때문이다. 잔류농약의 제거 역시 위의 순서처럼 Chorpyrifos의 경우엔, 손 세척 81.01%, 일반 버블구 52.66% 마이크로 버블구 38.85%의 잔존률을 나타냈으며, Procymidone의 경우에는: 손세척 70.95% 일반 버블구 48.31%, 마이크로 버블구 43.73%의 잔존률을 나타내는 것을 볼 때 마이크로 버블 제거율이 가장 높았다. 이물질 제거 역시 마이크로 버블군이 가장 뛰어난 것을 알 수 있다 (표 4)

Table 4. Lettuse washing¹¹⁾

Crop	Lettuse	
Objectives	remove microorganism, remove pesticides, remove foreign body.	
water	tap water	
methods	total microorganism	a. non treatment, hand washing, bubble washing, micro bubble washing time : 5min b. dehydrated and storing 4℃, 9 days c. micro bubble size : 10~30um, micro bubble washing treatment time : 1min, 3min, 5min
	pesticides	a. treatment : Procymidone, Chlorpyrifos
	foreign body	a. Video microscope system
	● total microorganism	
Results	-non treatment	: 4.14 log CFU/g
	-micro bubble 1min	: 3.21 log CFU/g
	-micro bubble 3min	: 3.06 log CFU/g
	-micro bubble 5min	: 2.99 log CFU/g
	-hand washing 5min	: 4.10 log CFU/g
	-bubble washing 5min	: 3.98 log CFU/g
	-micro bubble washing 5min	: 3.25 log CFU/g
	● non treatment ratio	: 100%
	-Chorpyrifos Residual ratio.	: hand washing 81.01%, bubble washing 52.66% micro bubble washing 38.85%
	- Procymidone Residual ratio.	: hand washing 70.95% bubble washing 48.31%, micro bubble washing 43.73%

Table 5. various vegetables washing¹²⁾

Crop	Lettuce, Sesami leaf, Pak-choi, Kale.
Objectives	remove microorganism, remove pesticides
water	tap water, ozone-water
methods	a. non treatment b. tap water : dipping and rinse c. water + chlorine : Chloring 80ppm 1 min-dipping and dehydrated d. microwave : 24~45 kHz washing 5 min and dehydrated e. ozone-water : 0.3ppm ozonated 5 min and dehydrated
Results	● further showed that ultrasonic treatment, chlorine, and ozone water washing were effective in eliminating pesticide and microbial contamination without affecting the quality of the vegetables.

나) 쌈채소 세척¹²⁾

바로 먹는 쌈채소 (상추, 케일, 청경채 껌잎 등)를 채소대비 10배의 수돗물에 담근 다음 흐르는 물에 세척하여 물기를 제거한 것과, 수돗물에서 세척한 시료들을 80ppm의 염소 용액에 약 1분간 침지한 후 물기 제거한 것, 수돗물 세척 후 24~45 kHz의 초음파가 발생하는 세척기로 5분간 처리한 후 물기를 제거한 것, 수돗물 세척 후 0.3ppm의 오존이 발생하는 세척기로 5분간 세척 후 물기를 제거한 것을 비교 했을 때, 잔류농약은 수돗물 세척을 제외한 모두의 세척군에서 잔류 허용치 이하로 감소했다. 총 미생물 수는 수돗물 세척에서는 살균 효과가 나타나지 않았으나, 염소 초음파와 오존수의 경우에는 유의적인 살균 효과가 나타났다. 또한 곰팡이와 효모의 경우에는 초음파와 오존수에서만 유의적인 살균 효과를 보였다. 잔류농약은, 수돗물 세척을 제외한 염소, 초음파 및 오존수를 이용한 세척 처리구에서 농약 잔류 허용치인 5ppm이하로 감소되는 것을 볼 수 있었다. (표 5)

다) 청경채 세척¹³⁾

청경채의 미생물을 감소시키기 위해, 공기방울

이 발생하는 수조에서 3~5분간 침지한 후, 전해 살균수 80ppm으로 3분동안 침지, 그 다음 8℃ 저온수로 행군 후 잎에 남아있는 물기를 원심 탈수를 했을 때, 표면 이물질은 미세척균일 때 5.2 mg/g, 공기방울 세척 후 25% 제거, 전해 살균수로 살균 후에는 46.2% 제거, 마지막으로 저온수로 행군 후 물기를 탈수 했을 때 53.8% 가 제거됨을 볼 수 있었다. 미생물에서는 미세척균일 때, 256x10⁴ CFU/g이었으나, 역시 공기방울 세척 후 61.7% 제거되었고, 전해살균수로 살균 후 83.6% 제거되었으며, 저온수로 행군 후 탈수과정까지 거치면 93.7% 정도 제거 되었다. 또한 탈수과정에서 물기를 60%정도 제거하므로 미생물도 함께 제거되는 것을 볼 수 있었다. (표 6)

Table 6. Pak-choi washing¹³⁾

Crop	Pak-choi
Objectives	remove microorganism, and foreign body.
water	tap water, air bubble,
methods	a. air bubble washing : 3~5min b. 80ppm electro-analysed water

	washing : 3min c. rinse 8°C water and dehydrated
Results	<ul style="list-style-type: none"> ● foreign body -unrated : 5.2 mg/g -air bubble washing : 25% remove -80ppm electro-analysed water washing : 46.2% remove -rinse 8°C water and dehydrated : 53.8% remove ● microorganism -unrated 256x10⁴ CFU/g -air bubble washing 61.7% remove -80ppm electro-analysed water washing : 83.6% remove -rinse 8°C water and dehydrated : 93.7% remove

이상의 엽채류 세척 연구 결과는 박하, 소엽, 음양곽 등의 엽류 한약재 세척에 쓰일 수 있을 것이다. 공기방울 세척이나 공기방울 세척이나 마이크로 버블 세척을 통하여 이물을 제거하고, 염소수나 전해 살균수, 오존수로 살균과정을 거친 후, 건조과정을 거쳐야 할 것이다. 또한 엽채류는 손상이 쉽게 되기 때문에 고압의 살수보다는 공기방울 세척이나 마이크로 버블 세척이 더 적합할 것으로 사료된다.

3) 채소류 세척

채소류는 조리를 해서 먹기도 하고 생으로 먹기도 한다. 채소류 세척에서는 잔류농약을 제거하기 위한 세척이 많이 보고되었다.

가) 당근 세척¹⁴⁾

당근을 채를 썰어 수돗물, 염소수로 1분간 세척을 한 것과, 오존발생기에서 오존수 농도 2.0ppm으로, 1,5,20분간 세척한 결과, 수돗물 세척구는 3.95x10⁴ CFU/ml, 염소수로 1회 세척한 것은 6.25x10¹ CFU/ml, 염소수 2회 세척구는 3.50x10² CFU/ml, 오존수 1분 세척구는 2.38x10⁴ CFU/ml, 오존수 5분 세척구는 2.05x10⁴ CFU/ml,

오존수 20분 세척구는 9.00x10² CFU/ml의 결과를 얻을 수 있었는데, 염소수는 횟수를 늘일수록, 오존수는 시간을 늘일수록 미생물 살균이 더욱 효과

적임을 볼 수 있었다. (표7)

Table 7. Carrot washing¹⁴⁾

Crop	carrot
Objectives	remove microorganism
water	ozone-water, Chlorinated water
methods	<ul style="list-style-type: none"> a. cutting b. tap water : 1 min-dipping c. Chlorinated water :1 min-dipping d. Ozonated water 2.0ppm : 1min, 5min, 20min
Results	<ul style="list-style-type: none"> ● Total microorganism tap water : 3.95x10⁴ CFU/ml Chlorinated water 1st : 6.25x10¹ CFU/ml Chlorinated water 2nd : 3.50x10² CFU/ml Ozonated water 2.0ppm 1min : 2.38x10⁴ CFU/ml Ozonated water 2.0ppm 1min : 2.05x10⁴ CFU/ml Ozonated water 2.0ppm 1min : 9.00x10² CFU/ml

나) 오이 세척¹⁵⁾

오이는 농약을 제거하는 데에 중점을 두었다. 지하수와 잔류농약제거제, 야채 과일 세척액등의 기존 세척액을 직접 사용하여 얼마나 잔류 농약을 줄일 수 있는지 알아보았는데 오이 2Kg에 지하수 4L 30분간 침지, 잔류농약 분해제 파워클린을 지하수에 330배 액으로 희석후 희석액 4L에 30분간 침지, 야채과일세척액 자연풍 660배액 4L에 30분간 침지, 싸이클론 수조에 30분간 침지를 한 결과 세척을 하기 전보다 모든 세척군에서 잔류 아족시 스트로빈 양은 지하수 세척 처리구 0.2038ppm, 농약분해제 처리구 0.2537ppm, 싸이클론수 세척처리구 0.2038ppm, 세제 세척 처리구 0.1457ppm으로, 모두 허용 기준치 0.5ppm 이하로 현저히 줄어들었으며, 특히 야채 과일 세척액을 사용했을 때가 가장 세척

효과가 좋았다. (표 8)

Table 8. Cucumber washing¹⁵⁾

Crop	Cucumber
Objectives	remove pesticides
water	water, Power clean, Jayonpong, Cyclelon water.
methods	a. Cucumber 2Kg + water 4L 30min-dipping. b. Cucumber 2Kg + power clean solution 4L 30min-dipping. c. Cucumber 2Kg + Jayonpong solution 4L 30min-dipping. d. Cucumber 2Kg +Cyclelon water 4L 30min-dipping.
Results	● Azoxystrobin remaining Quantity -Control 0.3499ppm -water : 0.2038ppm -Power Clean : 0.2537ppm -Cyclon water : 0.2038ppm -Jayonpong : 0.1457ppm

다) 고추 세척¹⁶⁾

고추는 잔류농약을 없애기 위해 먼저 고추에 약제를 살포한 후 7일 경과 후, 시료 200g을 수돗물 4L가 채워진 세척통에 1분간 침지한 후, 시료를 2mm 체에 올려놓고 흐르는 수돗물에 1회 30초간 씻은 후 음건하였고, 시료 200g을 표준량 (0.2% 4L)의 세제를 넣은 세척 통에 1분간 침지 후 흐르는 수돗물로 1회 30초간 씻은 후 음건, 시료 200g을 세제량 1/2 (0.1% 4L)의 세제를 넣은 세척 통에 침지 후 흐르는 수돗물로 1회 30초간 씻은 후 음건 하였다. 그 결과 고추 세척 시 약제 제거율을 보면, 수돗물 세척 시 62.6%, 세제표준량 (0.2%)으로 세척 시 67.5%, 세제 1/2량 (0.1%) 세척 시 69.8%으로 나타났다. 고추 잎을 역시 약제를 묻힌 후 세척 시, 수돗물 세척 시에는 59.1%, 세제표준량 (0.2%) 세척 시 75.9%, 세제 1/2량 (0.1%) 세척 시, 76.0%의 제거율을 나타냈다. 수돗물과 세제 희석액에 침지 한 후 행구어 낸 세척의 경우에는 수돗물에 침지하는 세척만으로도

60%의 잔류농약 제거 효과를 볼 수 있었고, 세제를 이용하게 되면 70%에 가까운 잔류농약이 제거 되는 것을 볼 수 있었다. (표 9)

Table 9. Pepper washing.¹⁶⁾

Crop	Pepper (Capsicum annum L.)
Objectives	remove pesticides (bitertanol tebuconazol)
water	detergent
methods	a. traeted bitertanol, tebuconazole b. Pepper 200g, tap water 4L 1 min-dipping, rinse 30sec and drying in the shade. c. Pepper 200g, 0.2% detergent 4L 1 min-dipping, rinse 30sec and drying in the shade. d. Pepper 200g, 0.1% detergent 4L 1 min-dipping, rinse 30sec and drying in the shade.
Results	● pepper remove efficiency - tap water 62.6% - 0.2% detergent 4L 67.5% - 0.1% detergent 4L 69.8% ● pepper leaf remove efficiency - tap water 59.1% - 0.2% detergent 4L 75.9% - 0.1% detergent 4L 76.0%

위의 연구 보고에서는 당근류에 속하는 것은 한약의 근경류 한약재에 적용시킬 수 있다. 맥문동, 천문동, 천마등의 근경류에서는 당근에서의 세척방식을 이용하여 염소수 오존수 등으로 세척을 했을 때, 잔류농약과 더불어, 중금속, 미생물을 제거할 수 있을 것이다. 또한 고추와 오이는 농약이 직접 살포되어 부착되는 지상부 한약재 전반에 이용될 수 있을 것이다. 연구에서 보고된 세척방식을 사용한다면 잔류농약을 효과적으로 제거할 수 있을 것이라 생각된다.

2. 한약제 세척

한약제는 동물, 식물, 광물을 이용하는데 그중 식물이 90%를 차지한다.

한약제의 대부분은 식물성이고 사용 부위에 따라 엽류, 근및 근경류, 수피 및 근피류 종자류 과실류 화류등으로 구분할 수 있으며, 형태 및 물성이 다르기 때문에 각 분류의 특징에 따라 세척 방식이 다르게 적용되어야 한다.

김 등⁵⁾의 서울 지역 유통 한약제의 약용부위에 따른 유해 중금속 분포 조사 보고에 의하면, 한약제의 부위에 따라 중금속 검출량이 상이하였다는 결론은 이러한 내용을 뒷받침 한다 할 수 있다. 이에 한약제 세척에 대하여 최근에 발행된 “한약제 표준 제조 공정 지침”과 기타의 연구보고를 중심으로 살펴 보았다.

1) “한약제 표준 제조 공정 지침” 중의 세척

식약청에서 발간한 한약제 표준 제조 공정 지침에는 현재 가공되고 있는 한약제 세척 현황을 살펴볼 수 있다. 총 376가지의 초분류 한약제 중에서 세척하는 품목은 146가지였으며 나머지 230가지는 세척을 거치지 않고 가공되고 있었다.

한약제의 외형적 특징에 따라 세척 현황을 살펴보면, 장근류, 세근류, 근경, 괴근류, 인경, 괴경류 등을 고압살수 세척기, 원통형 살수세척기, 물분사기등으로 세척하고 있으며, 종자류, 근피류, 전초류, 버섯류 과피류 등에 대해서는 세척이 이루어지고 있지 않았다.

세척 방식에는 고압살수 세척, 원통형 살수세척, 물분사 세척이 있었는데, 고압살수 세척기는 주로 부서지면 안되는 세근류 세척에 주로 이용되는데 갈근, 창출, 산약 외 47가지를 사용하고 있다. 원통형 세척기는 거피나 거모가 필요한 강활 고본 당귀 외 78가지에 쓰였으며, 물분사 세척기는 곽향 구절초 위령선 등 부서지기 쉬운 전초류 등을 세척하기 위해 이용했다. 과피가 있는 종자류의 경우에는, (도인, 상삼자, 과루인, 산조인, 육두구, 익지인등) 물에 담갔다 외과피만 벗겨내었다.

그러나 백복령, 사인, 백두구, 치자등의 세척을 했을 때 외형에 변화가 생기거나 성분이 변하는 것은 세척을 거치지 않는 것으로 조사되었다.¹⁷⁻²⁰⁾

2) 한약제 세척의 필요성

앞에서 알아본 것과 같이, 세척을 해서 유통을 하는 품목도 있지만 많은 품목이 세척을 거치지 않고 건조만 한 상태로 유통된다.

한약에는 당제가 대부분이기 때문에 제조 과정 중에 가열을 거치므로 농약이나 미생물 등의 영향에서 안전하다고 생각되어 왔다. 하지만, 시금치를 끓여도 시금치에 있던 중금속과 농약이 끓인 물로 이행이 될 뿐, 전체적인 중금속 및 농약의 양은 변화가 없었고,²¹⁾ 쌀에 있는 농약 역시 세척을 통해서도 유의적인 감소가 보였으나 밥이나 떡 등으로 가열, 가공을 한 경우의 감소량은 거의 없었다.²²⁾ 또한 아플라톡신 등의 독성물질은 고온으로 가열하지 않는 이상 분해되거나 제거되지 않는다.²³⁻²⁴⁾ 이는 한약의 가열처리와 상관없이 약제의 세척과정이 꼭 필요하다는 것을 알려준다.

물론, 산제나 환제로 복용하는 것과는 달리 당제의 경우 전탕하는 과정에서 약제 성분인 불용성 및 난용성 의 무기염, 탄닌 등이 금속과 반응하게 되어 최종으로 사람이 복용하는 가용부분에는 금속함량이 줄어들게 된다. 하지만 환, 산제로 직접 복용할 때는 문제가 될 것이며, 적은 양이라도 계속 몸에 축적이 된다면 건강에 해를 끼치게 되므로 세척과정은 반드시 필요하다.

3) 한약제 세척에 대한 보고

한약제는 농산물의 한 분야인 특용작물 또는 약용작물로 재배된 후 가공되어 유통되는데, 기존의 보고들은 가공전 생물상태의 세척에 관한 것들이며, 구기자, 수삼등의 세척에 대한 결과가 보고되어 있다.

가) 구기자 세척²⁴⁾

이 등²⁴⁾의 구기자 세척기 개발을 위한 실험에서는 노즐에 의한 물 분사 세척이 가장 효과적이

었다. 세척을 거친 후에는 셀 수 없을 만큼의 세균들이 많은 부분 제거되었다. 농약도 현저히 제거 되었으며, 수증 공기방울 세척법과 노즐 물분사 세척 방법은 이물질 제거에도 좋은 결과를 나타내는 것으로 보고되었다.(표 10)

Table 10. Lycium sinensis washing system²⁴⁾

Herb	Lycium sinensis
Objectives	developing washing method
Water	tap water
Methods	habitual washing method, air bubble washing method, nozzle spray washing method
Results	<ul style="list-style-type: none"> ● Total microorganism -untreated ∞, -habitual washing :6.45x10⁴ CFU/g -air bubble washing : 6.16x10⁴ CFU/g -nozzle spray washing : 6.04x10⁴ CFU/g ● Ahjoksiseuteurobin remaninig Quantity -untreated 0.218ppm -habitual washing 0.051ppm -nozzle spray washing 0.034ppm Cypermethrin remaninig Quantity -untreated 0.772ppm -habitual washing 0.089ppm -nozzle spray washing 0.292ppm

나) 수삼 세척²⁵⁻²⁶⁾

가장 활발하게 세척시스템에 대한 연구가 이루어지고 있는 품목은 수삼이다. 기존 수삼에서는 흙이 묻은 채로 유통되었으나, 흙에서 묻어온 미생물이 저장, 유통 중에 증식됨에 따라 수삼의 양적, 질적인 저하를 가져오기 때문에 세척 시스템 개발이 요구되었다.

세척 시 주근과 지근을 모두 보존하고, 미생물과 곰팡이를 효과적으로 감소시키면서, 대량생산이 가능한 세척 시스템이 연구가 되고 있는데, 주

근 컨베이어 벨트에서 살수 처리로 세척이 된 후 건조가 되는 방식이 선호되고 있었다.

이 등²⁵⁾은 초미세 터널식 포화 가수 공정 및 병류식 공기 분급 기법을 사용하였는데 2℃의 저온냉각수, 50, 80ppm의 전해수를 10±1 Kgf/cm²의 압력으로 인삼 표면에 30초, 60초 분사한 후, 1분간 제유, 제급을 거쳐, 공기를 다시 분사하여 탈수한 후, 인삼을 30, 50℃로 5분간 열풍 건조하였다. 그 결과, 세척전에는 4.60x10⁵ CFU/g 이던 미생물수가, 저온냉각수처리 후에는 4.70x10⁴ CFU/g, 50ppm 전해수 처리후에는 1.45x10⁴ CFU/g, 80ppm 전해수 처리후에는 3.90x10³CFU/g, 으로 저하되었다.

또한 김²⁶⁾ 등은 노즐에 의한 물 분사 방식인 상압살수처리, 고압살수처리, 스크류 방식의 세척기, 그리고 침지 후 솔질 처리 등을 이용하여 수삼 표면의 미생물을 세척을 했으며, 각종 세척수에 침지하여 살균을 하기도 하였다.

직경이 180mm인 수도꼭지로 분당 9.5L의 물이 흐르는 수도수를 수삼의 주근 일정부위에 3분간 살수하는 상압살수처리와, 15kg/cm²의 압력으로 20초간 수도수를 수삼의 일정부위에 분사하는 고압 살수처리, 수도수에 1분간 침지 후, 표면의 걸흙을 제거, 직경0.5mm, 길이 3cm, 끝이 둥근세모인 솔을 사용, 20초간 문지른 후 표면을 행구는 방식을 쓴 결과, 무 세척 시 6.32 log CFU/ea 였던 수삼의 생균수는 상압살수처리 후 5.80 log CFU/ea, 고압살수 처리 후 5.09 log CFU/ea, 솔질처리 후 4.89 log CFU/ea로 감소함을 볼 수 있었다. 또한 곰팡이 수는 세척처리 전 4.48 log CFU/ea 이었던 것이 상압살수처리 후 3.18 log CFU/ea, 고압살수처리 후 3.15 log CFU/ea, 솔질처리 후에는 2.95 log CFU/ea로 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

또, 형태가 완벽한 수삼의 뇌두, 주근, 지근 세균을 압력15kg/cm²의 수도수로 각각 20초간 분사 세척 후, 이를 다시 200ppm 차아 염소산 나트륨, 70% 에탄올, 3% 과산화수소, pH2.3 전해산화수, 3ppm 오존수에 각각 1분씩 침지 후 흐르는 수도수에 1분간 행구었고, 50℃ 수도수에 90초간

침지 후 5°C에서 3분간 냉각시킨 후 흐르는 수도수에 1분간 행군 결과, 차아염소산나트륨 세척 후, 미생물은 4.93 log CFU/ea, 오존수 세척 후 4.89 log CFU/ea, 과산화수소 세척 후 4.89 log CFU/ea, 열수처리 후 4.36 log CFU/ea, 에탄올처리 후 4.29 log CFU/ea, 전해산화수 처리 후 4.03 log CFU/ea로 감소함을 볼 수 있었다. 또한 각각

의 처리용액에 침지후 곰팡이는 2.85~3.22 log CFU/ea로 매우 낮아짐을 볼 수 있었다.

실험 결과 수삼의 다양한 세척을 통해 미생물 수가 감소하였고, 곰팡이는 상압의 살수처리 만으로도 93%에 가까운 제거율을 보여 주었다.

이처럼 수삼을 세척을 거치면 미생물을 현저히 줄일 수 있고 곰팡이역시 현저히 감소한다는

Table 11. Ginseng washing^{25~26)}

Methods	Objectives	Treatments	Results
Two way and full cone spray type ²⁵⁾	development of Ginseng's surface washing system	a. Sterilization was used 2°C water electrolysis water of 50 and 80ppm. 30 and 60sec. - Pressure 10±1 Kgf/cm ² b. dehydrating during 1 min c. dried during 1min at 30, 50°C	● Total microorganism a. untreated 4.60x10 ⁵ b. 2°C water 4.70x10 ⁴ c. electrolysis water -50ppm 1.45x10 ⁴ -80ppm 3.90x10 ³
Spray water, High-pressure spray, Hand-brushing and additional dipping treatment ²⁶⁾	reduction of microbial population	● Surface cleaning a. spray water - 9.5L/min 3min. b. high-pressure spray -15kg/cm ² 20sec c. hand-brushing -dipping at tap water - brushing 20sec ● additional dipping treatment a. high-pressure spray washing : 15kg/cm ² 20sec b. additional dipping treatment -200ppm sodium hypochlorite solution -70% ethanol, -3% H ₂ O ₂ -pH2.3 eletrolysed acidic water, - 3ppm ozone solution : 1min dipping and 1min rinse. c. 50°C hot water dipping 90sec cooling 5°C 3min and 1min-rinse	● reduction of microorganism - untreated : 6.32 log CFU/ea -15kg/cm ² 20sec spray water : 5.80 log CFU/ea - high-pressure spray : 5.09 log CFU/ea - hand-brushing : 4.89 log CFU/ea -200ppm sodium hypochlorite solution : 4.93 log CFU/ea - 3ppm ozone solution : 4.89 log CFU/ea - 3% H ₂ O ₂ : 4.89 log CFU/ea - 50°C hot water : 4.36 log CFU/ea -70%(v/v) ethanol : 4.29 log CFU/ea -pH2.3 eletrolysed acidic water : 4.03 log CFU/ea ● reduction of fungi -untreated : 4.48 log CFU/ea - sprat water : 3.18 log CFU/ea - high-pressure spray : 3.15 log CFU/ea - hand-brushing : 2.95 log CFU/ea - various solution-dipping : 2.85~3.22 log CFU/ea

것을 알 수 있다. 하지만 일반적인 한약재에서는 아직 구체적인 세척 시스템의 연구가 진행되고 있지 않았다

Ⅲ. 고 찰

중금속과 농약이 한약재에서 검출됨에 따라 세척에 의한 효과적인 제거 방법이 요구되고 있다. 그러나 한약재는 대부분 건재로 유통되고, 가열에 의해 당제로 섭취되기 때문에 별다른 세척을 거치지 않고 유통되고 있었다. 그러나 세척을 하지 않고 유통하던 농작물에서 세척을 거쳤을 때, 농약, 중금속, 미생물등을 효과적으로 제거함을 알 수 있었다. 또한 부수적으로 선도유지, 변색방지, 품질 향상등의 효과도 얻으므로, 농산물에서는 세척에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

하지만 한약에서는 아직 세척에 대한 논의가 시작단계이기 때문에 농산물에서의 세척 연구 보고를 바탕으로 하면서, 또한 과실류, 엽류, 근류, 근피류, 등의 부위별 한약재의 특성에 맞게 세척 방법을 모색해 보고자 한다.

1. 果實류 韓藥材의 洗滌

五味子, 枸杞子, 山査 등의 果實류에서는 중금속은 가장 적게 검출되지만⁵⁾, 농약이 많이 검출되며, 미생물에 의한 오염도 주의해야 한다. 그러므로 사과, 복숭아, 참외 등에서 쓰이고 있는 전해수, 오존수, 염소수 등의 세척수를 사용하면서 침지 후 행구는 방식을 쓸 수도 있고, 컨베이어 벨트에서 자동으로 세척이 이루어지는 시스템도 가능하다

왜냐하면 과실류는 과육이 과피로 보호되어 있으므로, 대량 세척을 위한 컨베이어 벨트식 자동 세척이 가능한 것이다. 먼저, 노즐 분사 방식을 통해 염소수나 전해수로 이물질 세척을 하고 오존수로 살균을 하는 과정을 거친다. 그 후 수돗물로 세척수를 행구어 낸 다음, 건조까지 할 수 있는 전자동 세척 방식도 생각해 볼 수 있을 것

이다.

수확 후 바로 세척을 거쳐 건조된 후, 보관, 유통이 된다면 미생물과 잔류 농약은 물론이며, 외형적으로도 갈변이나 짓무름 등이 줄어들어 약재의 상품성이 더욱 향상이 될 것이고, 미생물 제거에 따른 부패를 막을 수 있기 때문에 위생적으로도 안전한 한약재를 유통할 수 있을 것이다.

2. 葉類 韓藥材의 洗滌

薄荷, 蘇葉, 淫羊藿, 益母草 등의 葉류 한약재에서는 농약이 가장 많이 검출된다.⁵⁾ 그러므로 농약 잔류량을 줄이는 세척 방법에 중점을 두어야 하는데, 엽류 한약재는 식품에서의 상추, 깻잎, 새싹 채소 등의 엽채류 채소를 세척하는 방식을 사용할 수 있다.

엽류 한약은, 컨베이어 벨트로 이동을 하거나 기계세척을 하면 외형에 많은 손상을 입을 수 있다. 그러므로 가장 널리 쓰일 수 있는 방식은, 채취 후 염소수나 전해산화수 등의 세척수에 일정 시간 침지 후, 흐르는 물에 행구어, 건조를 거치는 방식일 것이다. 하지만 대량생산을 위해서 마이크로 버블 방식을 이용할 수도 있는데 약재의 손상도 줄일 수 있고, 겉으로 보이지 않는 접힌 부분이나 사이사이에 기생충 알이나 불순물이 남아 있는 것도 짧은 시간 안에 제거할 수 있을 것이다.

3. 根類 韓藥材의 洗滌

當歸, 川芎, 白朮藥, 등의 根類 韓藥材는 현재 사용되고 있는 수삼세척 방식을 쓰는 것이 가장 좋다.

수삼은 고가의 약재로서 主根과 枝根을 모두 보존하여 유통해야 하므로 여러번에 걸친 고압살수 방식을 통해 흙이나 이물질을 제거한 후, 건조하게 된다. 하지만 근류 한약재의 대부분은 중저가의 약재로, 한꺼번에 많은 약재 처리를 위해서 원통세척기 방식이 많이 쓰이는데, 보다 나은 세척을 위해서는 수삼의 세척방법과 같은 시스템

이 연구되어 쓰여야 할 것이다.

또한 한약재를 물 세척할 때, 또 하나의 문제점은 갈변현상이다. 갈변현상을 막기 위해 현재 샐러드나 감자, 당근 등의 최소가공 식품에서는 ascorbic acid, citric acid, sodium chloride, 등의 용액을 조제해서 갈변 저해 용액을 만들어 1분정도 침지 후 행구어 내는 방식을 쓰고 있는데 한약재에도 세척 후, 갈변 저해용액을 처리한다면, 세척과 함께 갈변도 방지하여 상품성과 안전성을 함께 높일 수 있을 것이다.

4. 樹皮類, 根瘤類, 根莖類, 根皮類 한약재 세척

수피류, 근류, 근경, 근피류는 표피가 따로 있는 것이 아니기 때문에 침지하여 세척하는 방식은 좋지 않다. 세척 혼합액을 이용한 세척방식 보다 일반 수돗물로, 노즐을 통한 물분사 세척이나 수조 공기방울 세척, 흐르는 물에 행구듯이 세척하는 것이 한약재의 유효성분을 보호하면서 세척할 수 있는 방법이 될 것이다.

杜冲, 厚朴, 榆白皮 등의 樹皮類, 牡丹皮, 榆根皮, 桑白皮 등의 根皮類, 등은 껍질에 농약이 많이 묻어 있게 된다. 그러나 하지만 거피를 반드시 하지는 않기 때문에 약재 내에 세척수가 스며들어갈 수 있으므로, 물에 닿는 시간을 최대한 줄여야 한다.

표피에 묻어있는 세균과 잔류 농약을 빠르고 효과적으로 세척하기 위해서는, 마이크로 버블 방식이나, 노즐 물분사 세척을 써야 할 것이며, 세척수는 약재 안에 스며 들어가 배출이 안될 가능성이 많기 때문에 수돗물을 써야 할 것이다.

IV. 결 론

한약재의 안전성을 높이기 위해 한약재 세척은 필수적이라 할 수 있다. 하지만 지금껏 한약재의 세척에 대해 활발한 논의가 진행되지 않았으므로 공인된 표준방식이 없기 때문에 한약재 특성에 따른 세척 방식을 찾기 위하여 식품에서 쓰

이는 세척 방식을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오미자, 구기자, 산사 등의 과실류 한약재는 사과 복숭아등에서 쓰이는 세척방법을 따라 세척수로는 전해수와 염소수를 사용하며, 컨베이어 벨트를 이용, 첫 단계에서 세척수로 세척하고, 수돗물로 행구어, 건조까지 되는 자동 세척방식이 적용 가능하다. 또한 컨베이어 벨트의 속도나 세척수의 종류는 세척할 약재와 재배 시에 사용된 농약에 따라 달라져야 할 것이다.

2. 박하, 소엽, 익모초 등의 엽류 한약재는 상추, 깻잎 시금치 등의 엽채 류 채소의 세척 방법을 적용해야 한다. 세척수로는 염소수나 오존수를 이용하며, 컨베이어 벨트에서 이동되는 방식보다는 세척 수조에 침지 후 흐르는 물에 행구는 방식이 적합하다. 침지 시 마이크로 버블 등의 공기방울 세척을 사용하는 것도 좋다.

3. 당귀, 천궁 등의 근류나 근경 류 한약재는 현재 이루어지고 있는 수삼 세척 방식을 따라야 한다. 수돗물을 이용해 고압 살수 처리로 이물질을 제거 한 후, 전해 산화수나 오존수로 살균 세척을 한번 더 하는 것이 좋다. 또한 갈변 저해 용액 처리를 함으로서 상품성도 함께 높일 수 있을 것이다.

4. 유근피, 두충 등의 근피류 한약재는 조직이 외부로 노출되어 있으므로 절단생약과 같이 볼 수 있다. 절단생약의 경우는 흐르는 수돗물에 손 세척을 해야 한다.

이러한 결과를 바탕으로 한약재 특성에 맞는 세척방법의 개발이 지속적으로 이루어 져야 할 것이며, 식품과는 다르게 유효성분의 유실도 함께 고려하는 심도 깊은 연구가 함께 진행되어야 할 것으로 생각된다.

한약재는 농산물이기 때문에, 농산물과 비슷한 방법으로 세척해야 할 것이며, 약이기 때문에 기

준은 더욱 엄격하게 세워져야 한다.

물론 탕전을 하게 되면 많은 부분 중금속과 농약이 제거되거나 탕약으로 이행되지 않기 때문에 인체에 많은 영향이 있는 것은 아니지만, 가열을 하게 되도 Aflatoxin처럼 분해되지 않거나, 중금속처럼 제거되지 않고 남아있는 성분이 있기 때문에 더욱 정밀한 세척 과정이 반드시 필요하다.

또한 일차적으로 중금속과 농약의 과다한 축적을 막기 위해서는 한약재배시의 기준 설정도 필요하다. 재배 전 토양검사나, 농약 사용량의 기준 설정에 대한 연구역시 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 洪南斗, 金南宰. 한약의 품질관리, 서울, 신일상사. p17, 2004.
2. 한국 약학대학 협의회. 예방약학Ⅱ, 서울, 신일상사. pp 569-610, 2003.
3. 이미경, 박정숙, 임현철, 나환식. 유통 한약재의 중금속 함량 조사. 한국식품저장유통학회지, 15(2):253-260, 2004.
4. 임옥경, 한은정, 정재연, 박경수, 강인호, 강신정, 김연제. 한약재 중 중금속의 모니터링 및 가용 섭취율 분석 연구. Analytical science & Technology, 22(2):128-135, 2009.
5. 김동규, 김복순, 한은정, 한창호, 김옥희, 최병현, 황인숙, 채영주, 김민영, 박승국. 서울지역 유통 한약재의 약용부위에 따른 유해중금속 분포. Analytical science & Technology, 22(6):504-513, 2009.
6. 김종욱, 최호영, 조정희, 김도훈, 강인호, 심영훈, 김은경. 한약재 유해물질 모니터링 사업 (I) - 유통한약재의 중금속에 관한 연구. 대한본초학회지, 17(2):235-245, 2002.
7. 이승훈, 최호영, 박창호. 한약재 내 중금속 함량분석 및 물 세척 효과. 한국생물공학회지, 18(2):90-93, 2003.
8. 이현석, 권기현, 정진웅, 김병삼, 차환수. 복숭아의 세척시스템 개발 및 특성평가. 바이오 시스템 공학회지, 34(6):446-453, 2009.
9. 최선영, 조미애, 홍윤표. '후지'사과에서 조성이 다른 세척수에 의한 잔류농약 및 미생물 제거 효과. Kor. J. Hort. Sci. Technol, 26(3):251-257, 2008.
10. 황태영, 박연주, 문광덕. 오존수 세척이 포장 참외의 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지, 12(3):252-256, 2005.
11. 이선아, 윤예리, 권기현, 권병삼, 김상희, 차환수. 마이크로 버블에 의한 상추의 세척 효과 및 저장 중 품질변화. 한국식품저장유통학회지, 16(3):321-326, 2009.
12. 오소영, 최선태, 김지강, 임채일. 쌈채소의 세척 방법에 따른 잔류농약 및 미생물 제거 효과. Kor. J. Hort. Technol, 23(3):250-255, 2005.
13. 홍성기, 박희만, 조광환, 장동일. 엽채류 세척, 살균, 탈수 시스템 개발. 바이오시스템공학회지, 32(6):408-415, 2007.
14. 김지강, Yaguang Luo, 임채일. 오존수 및 염소수 세척이 신선편이 당근의 품질 및 미생물 억제에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지, 14(2):54-60, 2007.
15. 서윤원, 양승구, 손장환, 황인택, 정종모. 수출 오이 봉지 재배 및 세척에 의한 농약 잔류량 경감연구. Journal of Bio-environment Control, 15(1), 2006.
16. 성기용, 최규일, 정봉희, 허장현, 김정규, 이규승. 시설재배 고추중 Bitertanol 및 Tebuconazole 잔류양상. J. Korean. Soc. Appl. Biol. Chem, 47(1):113-119, 2004.
17. 식품 의약품 안전청. 한약재 표준 제조 공정 지침(I), 2008.
18. 식품 의약품 안전청. 한약재 표준 제조 공정 지침(II), 2008.
19. 식품 의약품 안전청. 한약재 표준 제조 공정 지침(III), 2009.
20. 식품 의약품 안전청. 한약재 표준 제조 공정 지침(IV), 2010.
21. 권혜영, 이희동, rawlsq, 진용덕, 문병철, 박병준, 손경애, 권오경, 홍무기. 엽채류의 세척

- 및 끓임에 의한 엽면 살포 농약의 경감.
Journal of Food Hygiene and Safety,
24(2):182-187, 2009.
22. 제갈성아, 한영선, 김성애. 쌀과 배추의 세척
및 가열에 의한 유기인계 농약의 제거효과.
Korean, J, Soc. Food. Sci. 16(5), 2000.
23. 여현중, 김종규. 쌀의 조리 및 가공과정 중
Aflatoxin 감소에 관한 연구, J. Fd. Hyg.
Safety, 17(2):79-86, 2002.
24. 여현중 김종규, 옥수수의 조리 및 가공이
Aflatoxin감소에 미치는 영향. J. Fd. Hyg.
Safety, 18(2):87-93, 2003.
24. 이승기, 한재웅, 전명진, 박원중, 백승우, 김웅.
구기자 세척기 개발을 위한 구기자의 세척 특
성. 바이오시스템공학회지, 35(4):244-249,
2010.
25. 이현석, 권기현, 정진웅, 최창현, 한재웅. 인삼
의 표면 세척시스템을 개발을 위한 공정처리
기술에 관한 연구. 바이오시스템공학회지,
34(4):234-242, 2009.
26. 김희수, 김은정, 최정희, 홍석인, 정문철, 김동
만. 세척처리에 따른 수삼표면의 미생물 제거
효과. 한국식품저장유통학회지,
17(3):405-409, 2010.