

데치는 시간이 침투성 및 비침투성 농약 처리 엽채류의 위해성 요인 변화에 미치는 영향

안태현 · 전해경 · 홍정진
농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소 농산물가공이용과

Effect of Blanching Time on Changes of Hazardous Factors in Leafy Vegetables Treated by Pesticides

Taehyun Ahn, Hye-Kyung Chun, Jeong-Jin Hong
Agriproduct Processing Division, Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of blanching time on changes of hazardous factors in leafy vegetables treated by systemic and non-systemic pesticides. Changes of hazardous factors in leafy vegetables treated by systemic and non-systemic pesticides showed the same trend. In changes of microbial counts in leafy vegetables according to blanching time, the total plate count was significantly decreased by blanching and total coliforms were not detected in any of the vegetables. In traceable metal contents of fresh vegetables before washing, the levels in spinach, chard and whorled mallow were 0.042, 0.040 and 0.032 ppm for Pb, 0.020, 0.023 and 0.019 ppm for Cd, and 0.029, 0.034 and 0.030 ppm for As, respectively. Therefore, the levels of Pb, Cd and As in leafy vegetables were very traceable and in terms of food safety there was no problem. On the other hand, the traceable metal contents in leafy vegetables did not show significant difference by blanching and blanching time. Nitrate contents in fresh vegetables before washing were detected at traceable levels. The nitrate contents in spinach, chard and whorled mallow were significantly decreased by 22%, 17% and 14% after blanching time of 5 min, 9 min and 10 min, respectively.

Key words : leafy vegetable, blanching time, microbial count, traceable metal, nitrate

1. 서 론

소비자들의 식품 품질에 대한 평가 및 선택 기준이 높아짐에 따라 식품의 안전성 및 위해성에 대한 관심도 증가하고 있는 반면 이에 비해 가시적이지 못한 잔류 유해물질에 대한 정보는 아직 부족한 실정이다. 일반적으로 미생물학적 요인과 Plumbum(Pb), Cadmium(Cd), Arsenic(As) 등의 중금속 및 nitrate(NO₃)와 같은

집적 염류 등의 화학적 요인들은 식품원료나 사람에게 직접 이행되어지고 있으며 또한 이러한 위해적 요인들은 쉽게 제거되거나 분해되지 않고 미량일지라도 건강상의 위해를 끼칠 우려가 있다(Chun HK 2003).

인체에 유해한 중금속인 Pb는 일상생활에서 노출될 기회가 많은 중금속으로 음식물, 식품첨가물, 의약품 혹은 공기 중에 항상 미량의 Pb이 용출되고 있으며 신경계 및 빈혈을 유발하는 것으로 알려져 있다(Lee YK 1990). Cd은 일본의 Itai-Itai병으로 잘 알려진 유해 중금속인데 우리나라에서는 현미에서 1.0 mg/kg 이하로 설정되어 있을 뿐 규제가 없으며 대부분의 국가에서도 개별식품에 대한 규제가 없다. 또한 As는 일반식품에서 0.3-1.5 mg/kg 정도로 규정되어 있을 뿐이다

Corresponding author: Taehyun Ahn, Agriproduct Processing Division,
Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon 441-853,
Korea
Phone : 031-299-0578
Fax : 031-299-0553
E-mail : happyt27@rda.go.kr

(KFDA 1999).

한편, nitrate에 대한 안전성 문제는 최근 육류 가공 식품뿐만 아니라 채소류에서도 대두되어지고 있는 것으로, 구강이나 위장관 상부의 세균에 의해 40-50%가 nitrite(NO₂)로 환원된 후 hemoglobin과 반응하여 methemoglobin을 형성하게 되므로 무기력, 구토, 설사 및 청색증(Blue baby syndrome) 등을 일으키게 된다. Nitrate 및 nitrite의 또 다른 주요 독성은 체내에서 amine과 반응할 경우 강력한 발암성 물질인 N-nitrosamine을 생성한다(Walker R 1996). 이러한 nitrate의 주된 공급원은 식품 중 특히 신선한 채소류인 것으로 알려져 있고(Santamaria P et al 1999; Ysart G et al 1999), 식물체내 축적량은 대체로 과채류에 비해 근채류나 엽채류에서 높은 것으로 보고되었다(Hotchkiss JH 1993).

채식 위주인 한국인의 식생활에서 시금치(*Spinacia oleracea* L.), 근대(*Beta vulgaris* L.) 및 아욱(*Malva verticillata* L.) 등과 같은 엽채류는 예로부터 국이나 나물 등으로 섭취되며 비타민과 무기질의 주요 공급원임에도 불구하고, 최근 국내 채소류나 과일 등에 사용되어지는 농약의 독성에 대한 인지도 분석에 의하면, 농민들의 경우 100%가 농약이 필요하다고 인정하고 있으며 농민 응답자의 거의 50%가 농약 사용 시 권장 사용량의 두 배 정도를 처리하는 것으로 나타났다(Cho TS & Moon 2000). 뿐만 아니라 국내 채소류나 과일에 등록된 농약에 대한 환경영향지수(EIQ : environmental impact quotient of pesticides)를 살펴보면, 전반적으로 EIQ는 감소되어지는 추세이나 채소류나 과일에 보편적으로 사용되는 수화제 계통의 농약이 생태계에 대한 영향이 가장 큰 것으로 나타났다(Oh KS et al 2003). 특히 엽채류에는 대부분 수화제 농약이 사용되어지고 있는 실정이며, 이러한 농약의 잔존량에 대한 보고는 다양하게 이루어지고 있으나(Choi KI et al 2002; Oh BY 2000) 이들 농약 성분이나 농약 성분이 작용하는 방법(침투성 또는 비침투성)이 조리 및 가공 후 식품 속의 위해성 요인 함량에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 또한 일반적으로 데치는 방법이나 시간에 따른 엽채류의 성분의 함량 변화에 관한 연구는 매우 다양하나(Negi PS & Roy 2000; Cha M & Oh 1996; Park S et al 1995; Yoo YJ 1995), 데치는 방법이나 시간에 따른 엽채류의 위해성

요인 변화에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 침투성 및 비침투성 농약으로 처리된 시금치, 근대, 아욱의 엽채류에 대하여 끓는 물을 이용한 재래적인 방법으로 데치기를 실시했을 때, 데치는 시간에 따른 총균수, 대장균군수 등의 유해 미생물상과 Pb, Cd, As 등의 중금속 및 nitrate의 함량이 어떻게 변화하는지 비교하여 데치기에 의한 엽채류의 위해성 요인 변화에 대한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 엽채류는 시금치, 근대, 아욱이었으며, 품종은 우리나라에서 일반적으로 재배되는 것으로 시금치는 킹오브텐마크, 근대는 백경근대, 아욱은 치마아욱이었고, 모두 수원시 임북동 비닐하우스에서 표준 재배하였다. 사용된 농약은 엽채류에 가장 보편적으로 사용되는 수화제 계통의 농약으로, 농약 성분이 세포 내부로 흡수된 후 작용하는 침투성 농약과 엽채류의 표면에만 작용하는 비침투성 농약을 각각 농촌진흥청 농업과학기술원 농산물안전성부에서 사용되는 농약별 안전사용 기준에 준하여 액체살포 하였다. 시금치의 경우 침투성인 메타실동 수화제(Metalaxyl)와 비침투성인 비펜스린 수화제(Bifenthrin)가 사용되었으며, 근대와 아욱의 경우 침투성인 이미다클로프리드 수화제(Imidacloprid)와 비침투성인 비펜스린 수화제(Bifenthrin)가 사용되었다.

2. 세척 및 데치는 방법

시금치, 근대, 아욱 모두 각각의 4 L 물에 100 g 씩 1분간 1회 세척하였으며, 데치는 방법을 끓는 물을 이용한 재래적 방법으로 실시하였다. 데치는 조건은 관련 논문 및 예비실험을 근거로 설정하였다. 한번 데치는 분량은 비가식 부분을 제거한 후 잎의 형태와 길이가 비슷한 것을 골라 100 g으로 하였고 데치는 시간은 시금치, 근대, 아욱의 특성을 고려하여 시금치는 30초, 1분, 3분, 5분으로, 근대는 3분, 6분, 9분으로, 아욱은 10분, 20분, 30분으로 하였으며 데치는 물의 양은 생시료 중량의 5배로 하였다. 데친 후 시료는 체에 받쳐서 물을 제거하고, 세척되지 않은 시료와 세척 후 데치지 않은 시료를 대조군으로 하였다. 모든 시료는 -70℃에

냉동 저장하였으며, 냉동 저장되었던 시료를 실온에서 해동시킨 후 실험에 사용하였다.

3. 유해 미생물수

무균적으로 채취한 시료에 0.1% 멸균 펩톤수를 가하여 stomacker에서 균질화한 검액을 총균용, 대장균군용 적정배지에 도말한 다음 37°C에서 배양하여 나타난 colony를 계수하였다. 위의 세척 및 데치는 방법에서 언급된 바와 같이 대처된 각각의 시료의 유해 미생물수를 관찰하였으며, 세척되지 않은 시료와 세척 후 데치지 않은 시료를 대조군으로 하였다.

4. 중금속 함량

105°C에서 24 hr 건조 분쇄된 시료 0.1 g을 회화로를 이용한 건식법으로 전처리하여 유도결합 플라즈마 분광기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer; Integral XL, GBC, Australia)를 사용하여 측정하였으며, 측정조건은 Table 1, 2와 같다.

5. Nitrate 함량

Spectrophotometric법(Schwedt C & Schnepel 1986)에 따라 10배 희석한 시료를 중탕하여 15% $K_4(Fe(CN)_6)$ 과 2 M $ZnSO_4$ 을 첨가한 다음 여과하였다. 여과된 용액에 혼합산($H_2SO_4:H_2PO_4$)과 0.12% 2,6-dimethylphenol-acetic acid를 첨가하여 324 nm에서 흡광도를 측정하

였다.

6. 통계처리

시료의 준비 및 분석 실험은 독립적으로 3회 실시하였으며, SAS(statistical analysis system) program을 사용하여 $p < 0.05$ 수준에서 ANOVA 분석 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의성을 검증하였다. 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 유해 미생물수

Table 3은 데치기에 따른 시금치, 근대 및 아욱의 총균수와 대장균군수를 나타낸 것이다. 모든 열처리에서 총균은 데치기에 의해 유의적으로 감소하였고 대장균군은 데치기 전 후 모두 검출되지 않았으며, 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 간의 처리 농약에 대한 변화 양상은 유의적인 차이 없이 유사하였다.

세척 전의 총균수는 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 별로, 시금치에서 각각 3.70 Log CFU/g과 3.36 Log CFU/g, 근대에서 1.90 Log CFU/g과 2.10 Log CFU/g, 아욱에서 2.53 Log CFU/g과 2.17 Log CFU/g으로 시금치의 균수가 가장 높게 나타났다. 데치는 시간에 따른 균수는 시금치의 경우 30초, 1분, 3분에서 각각 1.92 Log CFU/g, 1.57 Log CFU/g, 1.34 Log CFU/g 정도로(침투성 농약 처리군), 2.23 Log CFU/g, 2.18 Log CFU/g, 2.00 Log CFU/g 정도로(비침투성 농약 처리군) 유의적인 차이 없이 각각 감소하였으며 5분 데치기를 한 후 0.92 Log CFU/g(침투성 농약 처리군), 1.26 Log CFU/g(비침투성 농약 처리군)으로 각각 유의적인 감소를 보였다. 그러나 상대적으로 데치는 시간이 길었던 근대와 아욱의 경우는 데친 후 모든 시료에서 균이 검출되지 않았다.

원료 시금치에 존재하는 병원균은 일반적인 세척 과정에서 완전히 제거될 수 없으며 열처리에 의해 제거

Table 1. Instrument operating parameters for ICP-AES

Parameter	Condition
RF power	1200 W
Pump speed	10.0 rpm
Auxiliary gas flow	0.5 L/min
Nebulizer gas flow	0.65 L/min
Nebulizer pressure	212 Kpa
Background correction	manual point selection
Plasma gas flow	10.0 L/min
Height	6.0 mm
Sample gas flow	1.0 L/min
Sample introduction	
Flush time	15 sec
Rinse time	5 sec
Stabilization time	15 sec
Flush pump speed	50 rpm
Replication	3 times
Measurement processing mode	area

Table 2. Wavelengths used for traceable metal content analysis by ICP-AES

Traceable metal	Wavelength (nm)
Pb	280.199
Cd	228.802
As	228.812

되거나 감소시킬 수 있다는 Kim HJ et al(2003)의 연구 보고는 본 실험의 결과와 유사하였다. 시금치를 포함한 대부분의 채소는 물을 함유하고 있어 미생물이 증식하기에 적당하므로 실제로 많은 병원성 세균이 샐러드 채소에서 많은 범위로 분리되었음을 Gillian AF et al(1999)은 보고한 바 있고, 시금치 내의 포자는 95℃에서 1분간 데쳐도 거의 사멸되지 않으며 호기성균은 약 10⁴ CFU/g 정도에서 최대 10⁶ CFU/g까지 검출될 수 있다고 Mayer-Miebach E et al(1997)은 보고하였다. Solberg M et al(1990)이 제시한 음식물의 미생물 기준에 따르면, 원재료의 경우 총균수는 10⁶ CFU/g 이하, 대장균균수는 10³ CFU/g 이하이고, 조리된 음식의 총균수는 10⁵ CFU/g 이하, 대장균균수는 10² CFU/g 이하로 이들 기준과 비교해 볼 때 본 실험에 사용된 엽채류의 미생물 수는 모두 유해 수준은 아니었다.

2. 중금속 함량

Table 4는 데치기에 따른 시금치, 근대 및 아욱의 Pb, Cd, As의 중금속 함량을 나타낸 것이다. 데치기와 데치는 시간에 따라서는 유의적인 변화를 보이지 않았

고 처리 농약에 대해서는 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 함량간에 유의적인 차이가 없었다. 세척 전 신선한 엽채류의 중금속 함량은 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 별로, Pb 함량은 각각 시금치에서 0.042 ppm과 0.042 ppm, 근대에서 0.040 ppm과 0.040 ppm, 아욱에서 0.030 ppm과 0.033 ppm으로 시금치가 가장 높게 나타났으며, Cd의 함량은 각각 시금치에서 0.020 ppm과 0.019 ppm, 근대에서 0.022 ppm과 0.023 ppm, 아욱에서 0.019 ppm과 0.019 ppm으로 근대에서 약간 높게 나타났다. 또한 As의 함량은 각각 시금치에서 0.029 ppm과 0.028 ppm, 근대에서 0.035 ppm과 0.032 ppm, 아욱에서 0.028 ppm과 0.032 ppm으로 근대가 약간 높은 함량을 보였다. Park JS & Na(2000)에 의하면 우리나라에서 생산·유통되고 있는 80개 품목의 식품 내 중금속 함량은 Pb와 Cd의 경우 각각 N.D.-0.088 ppm과 N.D.-0.096 ppm으로 검출되어 자연 함유량 수준으로 판정되었고, As의 경우는 0.001 ppm의 수준으로 검출되었다. 또한 Lee TJ et al(1996)의 조사에 의하면 채소류의 중금속 함량은 N.D.-0.118 mg/kg(평균 0.034 ppm), 과일류에서는 N.D.-0.178

Table 3. Changes in microbial counts in leafy vegetables according to blanching time

		Total plate count		Total coliforms	
		Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)	Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)
Spinach	Fresh	3.70 ¹⁾	3.36	ND ²⁾	ND
	After washing	3.51	2.82	ND	ND
	30 sec	1.92	2.23	ND	ND
	1 min	1.57	2.18	ND	ND
	3 min	1.34	2.00	ND	ND
	5 min	0.92	1.26	ND	ND
Chard	Fresh	1.90	2.10	ND	ND
	After washing	1.79	1.26	ND	ND
	3 min	ND	ND	ND	ND
	6 min	ND	ND	ND	ND
	9 min	ND	ND	ND	ND
	Whorled mallow	Fresh	2.53	2.17	ND
After washing		0.82	1.34	ND	ND
10 min		ND	ND	ND	ND
20 min		ND	ND	ND	ND
30 min		ND	ND	ND	ND

¹⁾ Log CFU(Colony Forming Unit)/g

²⁾ ND : Not detected

mg/kg(평균 0.041 ppm)인 것으로 나타났다. 외국의 경우 Pb와 Cd의 기준 허용치가 각각 0.3 ppm, 0.1 ppm으로(Dogheim SM et al 2004), 본 실험에 사용된 엽채류의 Pb, Cd, As의 함량은 각각 0.042 ppm, 0.023 ppm 및 0.035 ppm 미만의 낮은 수준이 검출되어 안전한 것으로 나타났다. 이러한 중금속 함량의 차이는 재배지의 토양, 일조량, 시비량, 수확시기 등 환경적 요소에 많은 영향을 받기 때문인 것으로 생각된다.

3. Nitrate 함량

데치기에 따른 시금치, 근대 및 아욱의 nitrate 함량 변화는 Table 5와 같다. 세척 전 신선한 시금치의 nitrate 함량은 197 ppm(침투성 농약 처리군)과 201 ppm(비침투성 농약 처리군), 근대는 200 ppm(침투성 농약 처리군)과 202 ppm(비침투성 농약 처리군), 아욱은 196 ppm(침투성 농약 처리군)과 198 ppm(비침투성

농약 처리군)으로 모두 비슷한 수준으로 나타났다. 처리 농약에 대해서는 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 간에 차이를 나타내지 않았다. 데치기에 따른 nitrate 함량 변화는 특히 엽채류의 특성상 데치는 시간이 상대적으로 길었던 아욱에서 유의적으로 나타났던 반면 시금치 및 근대의 경우는 유의적 차이를 보이지 않았다. 데치는 시간에 따라서는 시금치의 경우 5분 이후 처리 농약 별로 각각 19%, 25% 정도 유의적으로 감소되었고, 근대의 경우는 9분 이후에 20%, 14% 정도 유의적으로 감소되었으며, 아욱의 경우는 데친 후 시간에 따라 점차 감소하여 침투성 농약 처리군은 10%, 22%, 28% 정도, 비침투성 농약 처리군은 17%, 29%, 41% 정도 각각 유의적으로 감소하였다.

조리 및 가공 방법 중 데치기는 채소류의 nitrate 함량을 줄일 수 있는 좋은 방법으로 알려져 있으며(Gaiser M et al 1996), 독일에서는 시금치의 nitrate 함

Table 4. Changes in traceable metal contents in leafy vegetables according to blanching time

	Pb		Cd		As		
	Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)	Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)	Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)	
Spinach	Fresh	0.042±0.0033 ^{1),a}	0.042±0.0025 ^a	0.020±0.0008 ^{N.S}	0.019±0.0009	0.029±0.0004	0.028±0.0005
	After washing	0.040±0.0000 ^{ab}	0.040±0.0001 ^{ab}	0.018±0.0009	0.020±0.0013	0.030±0.0014	0.029±0.0025
	30 sec	0.040±0.0000 ^{ab}	0.039±0.0050 ^{ab}	0.017±0.0037	0.020±0.0007	0.029±0.0014	0.029±0.0042
	1 min	0.036±0.0021 ^{ab}	0.034±0.0024 ^{ab}	0.020±0.0004	0.021±0.0003	0.030±0.0009	0.030±0.0019
	3 min	0.033±0.0058 ^b	0.032±0.0020 ^b	0.020±0.0013	0.019±0.0005	0.030±0.0003	0.029±0.0051
	5 min	0.033±0.0023 ^b	0.030±0.0073 ^b	0.021±0.0006	0.019±0.0007	0.031±0.0021	0.031±0.0025
Chard	Fresh	0.040±0.0038	0.040±0.0100	0.022±0.0035	0.023±0.0037	0.035±0.0002	0.032±0.0007
	After washing	0.039±0.0007	0.038±0.0036	0.024±0.0043	0.024±0.0035	0.034±0.0036	0.029±0.0006
	3 min	0.039±0.0051	0.040±0.0000	0.023±0.0018	0.023±0.0031	0.029±0.0007	0.031±0.0012
	6 min	0.038±0.0026	0.039±0.0011	0.022±0.0018	0.022±0.0011	0.031±0.0011	0.033±0.0004
	9 min	0.037±0.0058	0.039±0.0008	0.024±0.0020	0.023±0.0032	0.034±0.0017	0.031±0.0029
	Whorled mallow	Fresh	0.030±0.0038	0.033±0.0005	0.019±0.0006	0.019±0.0014	0.028±0.0013
After washing		0.029±0.0012	0.031±0.0037	0.019±0.0014	0.021±0.0012	0.025±0.0004	0.029±0.0008
10 min		0.029±0.0018	0.031±0.0001	0.020±0.0005	0.019±0.0013	0.025±0.0020	0.027±0.0018
20 min		0.029±0.0002	0.032±0.0006	0.020±0.0016	0.020±0.0008	0.026±0.0003	0.028±0.0005
30 min		0.029±0.0027	0.031±0.0038	0.019±0.0018	0.019±0.0004	0.025±0.0009	0.027±0.0009

¹⁾ ppm

^{a-b} Values are means±SD(n=3) and values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{N.S} Not significant

량을 2,000 ppm 미만으로 허용하고 있으나 실제로 신선한 원재료의 시금치에는 이보다 더 많은 nitrate가 검출되고 있고 이것은 데치기를 통하여 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 그러나 같은 채소류일지라도 콩(pea)이나 당근의 경우는 시금치만큼 데치는 방법으로 nitrate 함량을 줄일 수 없는 것으로 보고되었다(Gaiser M et al 1996). 국내 nitrate의 일일 허용기준량은 0.0-5.0 mg sodium nitrate/body weight kg/day 또는 0.0-3.7 mg nitrate ion/body weight kg/day로 외국의 기준을 그대로 사용하고 있다(JECFA 1996). 본 실험에 사용된 엽채류의 nitrate 함량은 세척 전부터 매우 낮은 수준으로 검출되어 FAO/WHO의 허용 기준량 이내에 있는 것으로 조사되었으며, 엽채류의 종류에 따라 시금치는 5분 이상, 근대는 9분 이상, 아욱은 10분 이상 데치기를 했을 때 nitrate 함량이 매우 유의적으로 감소함을 보였다.

Table 5. Changes in nitrate content in leafy vegetables according to blanching time

		Systemic pesticide (Metalaxyl)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)
Spinach	Fresh	197±3.0 ^{1),a}	201±1.0 ^a
	After washing	196±1.6 ^{ab}	198±1.3 ^{ab}
	30 sec	195±1.2 ^{ab}	197±1.5 ^b
	1 min	194±1.6 ^{ab}	197±2.6 ^b
	3 min	192±3.3 ^b	191±4.0 ^c
	5 min	159±3.2 ^c	150±0.4 ^d
		Systemic pesticide (Imidacloprid)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)
Chard	Fresh	200±1.0 ^a	202±2.1 ^a
	After washing	200±1.0 ^a	202±0.6 ^a
	3 min	199±1.0 ^a	201±0.4 ^a
	6 min	199±1.0 ^a	201±0.3 ^a
	9 min	161±6.0 ^b	174±3.8 ^b
		Systemic pesticide (Imidacloprid)	Non-systemic pesticide (Bifenthrin)
Whorled mallow	Fresh	196±1.4 ^a	198±0.1 ^a
	After washing	196±0.4 ^a	198±0.6 ^a
	10 min	176±4.6 ^b	165±2.3 ^b
	20 min	152±3.9 ^c	141±3.4 ^c
	30 min	142±3.6 ^d	116±2.9 ^d

¹⁾ ppm

^{a-d} Values are means±SD(n=3) and values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Shin JH et al(2002)의 보고에서 시금치의 nitrate 평균치는 126.6 ppm으로 유사한 결과를 보였으나 Chung SY et al(1999)의 보고에서는 2,788 ppm, Kim BY & Yoon(2003)의 연구에서는 1,487 ppm으로 다소 차이가 있었다. 이러한 nitrate 함량 차이는 시금치의 품종 등 유전적 요소와 이들 재배지의 토양, 일조량, 시비량, 수확시기 등 환경적 요소에 따른 것으로 생각된다(Jaworska G 2005; Tsuji S et al 1993). 일반적으로 생육에 필요한 nitrate 집적량도 채소마다 다르고 같은 채소라도 부위에 따라 차이가 크며 특히 녹색채소의 nitrate 함량이 높다고 보고된 바 있다(Lee EH et al 1998; Blomzandstra M 1989). 또한 De Martin S & Restani(2003)의 보고에 의하면 엽채류 내의 nitrate 함량은 유기농 엽채류가 일반 엽채류보다 높은 것으로 나타났다. 채소류가 높은 농도의 nitrate를 함유하고 있는 이유는 과도한 비료와 퇴비의 사용을 들 수 있으며, 이는 작물들이 시설재배와 같은 집약적인 농법으로 생산되고 있기 때문이다(Sohn SM et al 1996). 따라서 안전농산물의 생산 측면에서 시설재배 신선야채류의 nitrate 축적을 줄이기 위한 노력이 요구되고 있으며, 토양 염류집적을 줄일 수 있는 토양 관리 및 시비 방법의 개선 등의 연구들이 필요하다(Jin SJ et al 2004).

IV. 요약 및 결론

데치기에 따른 엽채류의 처리 농약에 대한 위해성 요인의 변화 양상은 침투성 농약 처리군과 비침투성 농약 처리군 간에 유의적인 차이가 없었다. 유해 미생물상 변화는 총균의 경우 데치기에 의해 유의적으로 감소하였고 대장균군은 데치기 전 후 모두 검출되지 않았다. 세척 전 신선한 엽채류 내의 중금속 함량은 평균적으로 각각 Pb의 함량은 시금치에서 0.042 ppm, 근대에서 0.040 ppm, 아욱에서 0.032 ppm이 검출되었고, Cd의 함량은 시금치에서 0.020 ppm, 근대에서 0.023 ppm, 아욱에서 0.019 ppm이 검출되었으며, As의 함량은 시금치에서 0.029 ppm, 근대에서 0.034 ppm, 아욱에서 0.030 ppm으로 검출되어 Pb, Cd, As 모두 안전성에는 문제가 없었으나, 데치기와 데치는 시간에 따라서는 유의적인 변화를 보이지 않았다. 세척 전 신선한 엽채류 내의 nitrate 함량도 미량 검출되었고 데

치는 시간에 따라서는 시금치의 경우 5분, 근대는 9분, 아욱은 10분 이후에 각각 평균적으로 22%, 17%, 14% 정도 유의적으로 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2004년 대형공동연구사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Blomzandstra M. 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann Appl Biol* 115:553-561
- Cha M, Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several leaf vegetables by various cooking methods. *Korean J Food Cookery Sci* 12(1):34-39
- Cho TS, Moon YH. 2000. Recognition of farmer and urban resident on pesticide toxicity. *Kor J Pestic Sci* 4(4):48-55
- Choi KI, Seong KY, Jeong TG, Lee JH, Hur JH, Ko KY, Lee KS. 2002. Dissipation and removal rate of dichloflunid and iprodione residues on greenhouse cherry tomato. *Korean J Environ Agric* 21(4):231-236
- Chun HK. 2003. Safety of agricultural products in food consumption. *Rural Life Sci* 24:71-77
- Chung SY, Sho YS, Kim MH, Won KP, Hong MK. 1999. Analysis of nitrate contents of some vegetables grown in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 969-972
- De Martin S, Restani P. 2003. Determination of nitrate by a novel ion chromatographic method: occurrence in leafy vegetables(organic and conventional) and exposure assessment for Italian consumers. *Food Addit Contam* 20:787-792
- Dogheim SM, Ashraf EMM, Alla SAG, Khorshid MA, Fahmy SM. 2004. Pesticides and heavy metals levels in Egyptian leafy vegetables and some aromatic medicinal plants. *Food Addit Contam* 21:323-330
- Gaiser M, Rathjen A, Spiess WEL. 1996. Nitrate extraction during blanching of spinach. *Lebensm-Wiss u-Technol* 30:432-435
- Gillian AF, Christopher T, David O. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int J Food Sci Technol* 34:1-22
- Hotchkiss JH. 1993. A review of current literature on N-nitroso compounds in foods. *Adv Food Research* 31:54-115
- Jaworska G. 2005. Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach. *Food Chem* 89:235-242
- JECFA(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). 1996. Nitrate, toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food. WHO Food Addit. Series. WHO. Jenova 35:325-360
- Jin SJ, Cho HJ, Chung JB. 2004. Effect of soil salinity on nitrate accumulation of lettuce. *Korean J Soil Sci Fert* 37:91-96
- KFDA. 1999. Food code. Munyoungsa. Seoul p 32
- Kim BY, Yoon S. 2003. Analysis of nitrate contents of Korean common foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:779-784
- Kim HJ, Kim YH, Lee DS, Paik HD. 2003. Isolation and identification of pathogenic bacteria from spinach. *Korean J Food Sci Thechnol* 35:97-102
- Lee EH, Lee BY, Lee JW, Kim KD, Kwon YS. 1998. Nitrate content and activities of nitrate reductase and glutamine synthetase as affected by plant age, leaf position, time of day of leaf lettuce and water dropwort grown with hydroponics. *J Kor Soc Hort Sci* 39:149-151
- Lee TJ, Kim KC, Shin IC, Han KS, Sim TH, Ryu MJ, Lee JK. 1996. Survey on the contents of trace heavy metals in agricultural products of Kangwon-do. *Rep Inst Health & Environ* 7:75-87
- Lee YK. 1990. Environment and human. Jayuacademy. Seoul p 217-229
- Mayer-Miebach E, Zaroni B, Spiess WEL. 1997. A model to predict microbial contamination of blanched spinach. *Lebensm-Wiss u-Technol* 30:536-542
- Negi PS, Roy SK. 2000. Effects of blanching and drying methods on β -carotene, ascorbic acid and chlorophyll retention of leafy vegetables. *Lebensm-Wiss u-Technol* 33:295-298
- Oh BY. 2000. Assessment of pesticide residue for food safety and environment protection. *Kor J Pestic Sci* 4(4):1-11
- Oh KS, Lee BM, Sung HJ, Oh HG, Ihm YB, Kyung KS. 2003. The environmental impact quotient on fruit and vegetables pesticides in Korea. *Kor J Pestic Sci* 7(2):123-130
- Park JS, Na HS. 2000. Analysis of trace metal in agricultural products. *Korean J Food & Nutr* 13:595-601
- Park S, Kim S, Yoo Y. 1995. Effects of blanching time, blanching water and power settings on minerals retention in microwave blanched vegetables. *Korean J Food Cookery Sci* 11(2):98-103
- Santamaria P, Elia A, Serio F, Todaro E. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *J Sci Food Agric* 79:1882-1888
- Schwedt C, Schnepel FM. 1986. *Analitisch-chemisches umweltpraktikum*. Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York p 92
- Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Kim HS, Sung NJ. 2002. Contents of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. *J Fd Hyg Safety* 17:101-105
- Sohn SM, Han DH, Kim YH. 1996. Chemical characteristics of soils cultivated by the conventional farming, greenhouse

- cultivation and organic farming and accumulation of NO_3^- in Chinese cabbage and lettuce. Korean J Organic Agric 5:149-165
- Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, Mcdowell J. 1990. Microbiological safety assurance system for food service facilities. Food Technol 44:68-73
- Tsuji S, Kohsaka M, Morita Y, Shibita T, Kaneta N. 1993. Naturally occurring of nitrate and nitrite existing in various raw and processed foods. J Food Hyg Soc of Japan 34:294-302
- Walker R. 1996. The metabolism of dietary nitrates and nitrites. Bio Comp Food 24:780-785
- Yoo YJ. 1995. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. Korean J Food Cookery Sci 11(4):337-341
- Ysart G, Miller P, Barrett G, Farrington D, Lawrances P, Harrison N. 1999. Dietary exposures to nitrate in the UK. Food Addit Contam 16:521-532

(2005년 1월 19일 접수, 2005년 4월 14일 채택)