

포장 및 침지실험 당근의 건조에 의한 농약 가공계수 산출 연구

박건상* · 서정혁 · 최정희 · 김선구¹ · 이효구² · 심재한³

식품의약품안전평가원, ¹식품의약품안전청, ²공주대학교, ³전남대학교

(2009년 10월 12일 접수, 2009년 10월 20일 수리)

Studies on the Processing Factors of Pesticide in Dried Carrot from Field Trial and Dipping Test

Park Kun-Sang*, Choi Jeong-Heui, Suh Jung-Hyuck, Kim Sun-Gu¹, Lee Hyo-Ku² and Shim Jae-Han³

Food Safety Evaluation Department, ¹Korea Food and Drug Administration, ²Kongju national University, ³Chonnam National University

Abstract

This study was performed to produce the processing factors of pesticides in dried carrot. It is essential data for establishing the maximum residue limits (MRLs) of pesticides in dried carrot. The target pesticides were azinphos-methyl, chlorpyrifos, captan, endosulfan and trichlorfon. These pesticides are included Korea's MRL list in carrot and USA's MRL list in dried foods. To infiltrate these pesticides up to each MRL level in carrot, the dipping test was performed in laboratory. Also, the supervised residue trial of the pesticide for carrot was conducted in the green house to recognize the field trial's tendency. In the dipping test in laboratory (including drying examination), the processing factors of the carrot at various concentrations and temperatures could be evaluated. In field test, the processing factors were 5.9 for azinphos-methyl, 1.7 for captan, 7.6 for chlorpyrifos, 6 for endosulfan, 0 for trichlorfon, respectively. The dipping test in laboratory on various kinds of conditions showed more precise processing factors than field trial. The processing factors obtained from the dipping test of carrot were 0~4.7 at the various concentration of the pesticides, and 0~6.7 at various drying temperature. The lower level processing factors were 0~0.6 for trichlorfon and the higher level were 3.0~5.8 for chlorpyrifos. The highest processing factor was 9.1 for captan.

Key words Pesticides, Processing Factor, Dried carrot

서 론

농약은 농작물 재배시 병해충으로부터 보호하고 또한 수확한 농산물의 운송 및 저장 기간동안 농산물의 상태를 보호하기 위하여 '수확 후 농약' 등을 농약안전사용기준에 따라 사용할 수 있으므로 가공식품의 원료로 사용되는 유통 농산물에는 통상적으로 농약잔류허용기준 이내에서 농약이 잔류할 수 있다(박 2009).

우리나라는 최근들어 매년 식량 자급률이 낮아지고 있으며 쌀(95.8%)을 제외한 농산물의 자급률은 27.2%(2007년)로 매우 낮아 많은 식용작물을 수입에 의존하고 있는 실정이며(농림수산식품부 2008), 소비자의 식생활패턴의 변화에 따라 농산물을 가공한 다양한 건조 가공식품이 크게 증가하고 있다. 따라서 건조 가공식품의 잔류농약 오염과 같은 안전성 문제가 많이 대두되고 있으며 이는 국내뿐만 아니라 국제적으로 관심의 대상이 되고 있다. 이에 따라 미국, Codex 등 선진 각국에서는 건조 및 가공식품에 대한 농약잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있다(EPA 1995, FAO/WHO 2008).

*연락처 : Tel. +82-2-380-1822, Fax. +82-2-380-6451

E-mail: parkks0@kfda.go.kr

건조농산물 등에 대한 과학적, 합리적 농약잔류허용기준 설정을 위해서는 원료농산물중의 농약잔류량이 건조과정에 의해 어떻게 변화하는지에 대한 자료가 필요하다. 농약이 잔류된 농산물은 건조, 가공하는 동안 잔류농약의 절대량은 분명히 감소하며 그 감소 정도는 농산물의 종류, 건조 및 가공의 조건에 따라 많은 차이를 나타낼 수 있다(박 등 2005). 여기서 중요한 것은 건조 및 가공 중에 농산물의 수분도 함께 제거된다는 사실이다. 이때 농산물 중 잔류농약의 절대량은 감소하지만 건조 및 가공 후 농산물 중의 수분함량과 잔류농약의 감소 정도에 따라 건조 및 가공 후 농산물 중 잔류농약의 농도는 낮아지거나 높아질 수 있다(임 등 2006). 이를 수치로 표시한 값을 가공계수라 하며, 건조 및 가공식품 중 농약잔류허용기준 설정에 중요한 자료로 사용되고 있다. 실제 Codex에서 건조 및 가공 농산물의 농약잔류허용기준을 설정할 때 가공계수에 의한 농약섭취량 산출이 매우 중요한 요인이 되고 있음을 인식하고 있다.

따라서 Codex Committee on Pesticide Residues(CCPR: 잔류농약위원회)은 가공과정 중 잔류농약의 농도가 높아지는 경우 즉 가공계수가 1 이상인 가공품에 대해서만 잔류허용기준을 설정할 예정이라고 하였다(FOA/WHO 2005). 미국 EPA와 유럽연합에서는 가공계수에 대한 지침을 제정하였으며, FAO/WHO의 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues(JMPR:잔류농약전문가모임)에서는 2003년부터 전세계적으로 가공계수에 대한 자료를 수집하여 정리하고 있는 실정이다(EPA, EC). Codex에서는 동일 원료로 가공하는 제품별로 서로 다른 기준을 적용하고 있으며, 특히 과일과 채소는 국가별로 소비 형태가 다르고(WHO 2008) 가공계수가 표준화되어 있지 않아 계속 자료 수집중이다(FAO 2002, 1997).

따라서 이 연구에서는 섭취가 증가하고 또한 건조상태로도 수입되는 당근에 대한 잔류농약 관리 자료를 위하여 가공계수를 산출하고자 하였다. 우리나라의 당근 생산량은 2008년 99,581 T이고, 수입량은 85,016 T(35,065,240 달러)에 달한다(한국농촌경제원 2008). 수입 형태는 대부분이 신선(냉장)상태로 97%이고 건조상태는 1%, 냉동상태가 2%이며 2008년도 수입식품통계에 의하면 신선 당근은 모두 중국에서, 건조 당근은 폴란드에서 수입한 것으로 나타나 있다(식품의약품안전청 2008).

건조 당근의 농약 가공계수 산출은 당근에 농약이 잔류허용기준 만큼 함유되어 있다고 가정하고 건조 및 가공 후의 농약잔류량을 측정하여 건조 및 가공 전의 농약잔류량을 나누어 가공계수를 산출하였다. 대상 농약은 당근에 기준이 설정된 농약 중 관리가 요구되는 농약을 선정하였고 당근에 이들 농약을 잔류허용기준 정도로 침투시키기 위하여 실험실에서 농약을 첨가액을 사용한 침투실험을 통하여 실시하였고 또한 실제와 경향 비교를 위하여 포장시험(재배하면서 농약 살포)을 통한 실험도 병행하여 수행하였다. 이 연구를 통하여 건조 당근 안전성 확보를 위하여 농약잔류허용기준 설정의 기초 자료 및 실제 섭취단계에서의 식이 안전성 평가 자료로 활용되기를 기대한다.

재료 및 방법

대상 농산물 및 농약

연구대상 농산물로서 우리나라에서 건조 농산물로 많이 이용하는 당근을 선정하였다. 대상 농약은 우리나라 식품공전 중 파에 기준이 설정된 농약(식품의약품안전청 2008) 및

Table 1. Structure and commercial product name of pesticides

<p>Azinphos-methyl (구사치온, 25%)</p>	<p>Chlorpyrifos (터스반, 25%)</p>	
<p>Endosulfan (경농지오릭스, 35%)</p>	<p>Captan (캡탄, 80%)</p>	<p>Trichlorfon (디프록스, 50%)</p>

미국의 건조식품 중 잔류허용기준이 설정된 농약(EPA 2008)과 중첩되는 농약과 당근에 대한 농약사용에 대한 연구가 필요한 농약들을 선정하였다. 식품공전 중 당근에는 azinphos-methyl, captan, chlorpyrifos, diazinon, endosulfan, trichlorfon, 등 71종 농약에 잔류허용기준이 설정되어 있다. 이들 중에서 미국의 건조식품에 농약잔류허용기준이 설정된 농약과 중첩되는 농약인 azinphos-methyl, chlorpyrifos, trichlorfon과 당근에 잔류성이 높은 captan과 endosulfan을 선정하여 포장 시험 및 침지실험을 3반복 수행하였다(Table 2). 각 농약의 구조식과 제제명(British Crop Protection Council 1997)은 Table 1과 같다.

포장시험

포장시험은 비닐하우스에서 당근을 파종하여 재배기간 동안에 시판 농약인 구사치온(azinphos-methyl ; 25%), 깟탄(captan ; 50%), 더스반(chlorpyrifos ; 25%), 경농지오릭스(endosulfan ; 35%), 디프록스(trichlorfon ; 50%)를 농약안전사용기준(한국농약공업협회 2008)에 준하여 5종 농약을 모두 함께 물에 혼용 희석하여 5일 간격으로 2회 지상부에 살포하였으며, 최종 살포일 후 8일째에 수확하여 시료로 하였다.

침지시험

포장시험과 같은 농약인 azinphos-methyl, captan, chlorpyrifos, endosulfan 및 trichlorfon을 대상으로 하였다. 침지 시간 결정을 위해 이들 농약 중 GC-ECD에서 가장 감도가 좋고, 시료에서 유래된 불순물 peak의 영향이 적은 trichlorfon을 5 mg/kg 수준의 수용액을 조제하였다. 농산물 시료를 감압 하에 5, 10, 20, 30 및 50분 동안 침지하여 trichlorfon을 시료의 조직 내에 침투시킨 후 분석한 결과로 침지시간을 결정하였다. Fig. 1에서 5, 10, 20, 30 및 50분 동안 침지한 후 각각의 농약 잔류량을 분석한 결과 10분 이후에는 농약 잔류 농도의 차이가 거의 없어서 침지시간은 10분으로 결정하였다.

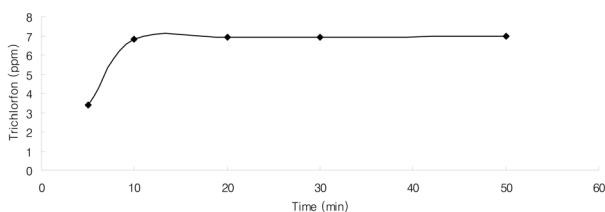


Fig. 1. Time course residues of trichlorfon in radish dipped in 5 mg/kg trichlorfon solution.

Table 2. Exposure concentration of each pesticide for carrot

Pesticides	Exposure concentration (mg/kg)			
	1*MRL ¹⁾	10*MRL	25*MRL	50*MRL
Azinphos-methyl	0.5	1	15	30
Captan	2	10	50	100
Chlorpyrifos	0.5	2	20	50
Endosulfan	0.2	0.5	2	10
Trichlorfon	0.05	0.5	4	10

¹⁾ Exposure concentration equals to multiply alphabetical number by MRL

침지 농도수준 결정

각 농약이 당근의 농약잔류허용기준 수준으로 침투되도록 하고 또한 노출 농도별로 농약 침투정도를 비교해 보기 위해 농약잔류허용기준의 2, 10 및 20배 농도의 침지액을 조제하여 침지하였으나 당근은 잔류기준 농도까지 침지되지 않아 다시 농약잔류허용기준의 5, 25 및 50배의 침지액을 조제하여 15분간 침지하였다(Table 2).

건조

포장 및 침지시험이 끝난 당근은 60°C에서 건조를 실시하였다. 농약잔류허용기준 5배 농도에 침지시킨 당근을 건조 온도에 따른 농약 감소양상을 파악하기 위해 60°C 이외 50 및 70°C에서 건조하여 가공계수를 비교하였다. 건조시간은 50°C에서 24분, 60°C에서 10분, 70°C에서 8분 실시하였다.

수분 측정

당근 일정량(3~5 g)을 달아 105°C의 oven에서 4시간 동안 건조하고 데시케이터에서 30분간 식힌 후 무게를 달아 건조전의 무게와 비교하여 측정하는 건조감량법에 따라 각 시료의 수분함량을 측정하였다.

잔류농약분석

당근 200 g을 세절하여 잘 혼합한 후, 그 중 10 g을 취하여 acetone 100 mL을 가하여 2분간 균질화한 것을 흡인여과하여 500 mL 회전감압농축기용 플라스크에 취하였다. 잔사는 acetone 50 mL로 씻어 위의 여과액과 합하여 40°C 이하의 수욕 중에서 감압 하에 대부분의 acetone을 날려 버렸다. 남은 액은 분액깔대기에 옮기고 여기에 포화 식염수 10 mL, 증류수 100 mL를 가한 다음 ethyl acetate 50 mL씩으로 3회 분배 추출하고 정지하였다. 각각의 용매층(위층)을 모아

Table 3. GC operating parameters for analysis of pesticides

Pesticide	Azinphos-methyl, captan, chlorpyrifos, endosulfan, trichlorfon
Instrument	HP 5890 Series II
Detector	Electron Capture Detector
Column	DB-5 capillary column (0.53 mm i.d. × 30 m)
Temperature	Injector : 250°C
	Column : 50°C(3 min)→15°C/min→220°C→2°C/min→240°C(2 min)
	Detector : 300°C
Gas flow rate	Carrier : N ₂ 5 mL/min, Makeup : N ₂ 36 mL/min Anode purge : N ₂ 30 mL
Sample size	1.0 µL
Split ratio	10 : 1

무수 sodium sulfate로 탈수한 후 40°C 이하의 수욕 중에서 감압 하에 농축하고 잔류물을 acetone 1 mL로 녹여 GC로 분석하였다. 당근은 비교적 매질에 의한 방해 피크가 적어 감도가 높은 GC-ECD로 측정하였으며 측정조건은 Table 3과 같다.

가공계수의 산출

가공계수는 건조 전 잔류량과 건조 후 잔류량의 비율로 구하였으며 계산식은 다음과 같다.

(가공계수 산출식)

$$\text{가공계수} = \frac{\text{건조후 잔류량 (mg/kg)}}{\text{건조전 잔류량 (mg/kg)}}$$

(감소계수 산출식)

$$\text{감소계수} = \frac{\text{건조후 무게기준잔류량(mg/kg)}}{\text{건조전 무게기준잔류량(mg/kg)}}$$

(건조무게 잔류량 산출식)

$$\text{건조무게기준 잔류량(mg/kg)} = \frac{\text{생체중 잔류량} \times 100}{100 - \text{수분함량(\%)}}$$

(수분 함량 계산식)

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{\text{건조후 무게}}{\text{건조전 무게}} \times 100$$

결과 및 고찰

회수율과 정량한계

시험대상으로 한 잔류농약이 검출되지 않은 당근에 azinphos-

methyl, captan, chlorpyrifos, endosulfan, 및 trichlorfon을 첨가하여 회수율과 정량한계를 구하였다. 이 연구는 미량의 잔류분석이 아니므로 5종 농약을 각각 1.0 mg/kg 되도록 혼합표준용액을 조제하여 각각의 농산물 시료 100 g씩을 취하여 혼합표준용액 2 mL 첨가한 후 잔류농약 분석방법에 따라 실험한 결과 회수율과 농약의 정량한계는 Table 4와 같다. 각 농약의 정량한계(LOQ)는 각 분석기기에서의 최소검출량을 구하고 이를 각 농산물의 matrix를 고려하여 검출한계(LOD)를 구한 후 여기에 3을 곱하였다(Volker Tomsen 등 2003).

시료의 수분함량

건조감량법에 의하여 수분함량을 측정한 결과 당근의 건조 전 수분함량은 91.5% 이었고, 건조 후 농산물의 수분함량은 건조 온도에 따라 50°C일때 20.8%, 60°C에서 14.8%, 70°C에서 15.5% 이었다

포장재배 당근의 잔류농약 가공계수

비닐하우스에서 재배하면서 농약을 살포한 후 수확한 당근 및 이를 건조한 당근에서 농약잔류량을 분석하였다. 건조 당근의 농약잔류량을 건조 전 당근의 농약잔류량으로 나누어 산출한 건조당근의 농약 가공계수는 Table 5와 같다. 건조 전 당근의 농약잔류량은 azinphos-methyl 0.24, chlorpyrifos 0.14, endosulfan 0.28 mg/kg이었으며 captan과 trichlorfon 검출한계 이하였으며 건조당근의 농약잔류량은 azinphos-methyl 1.42, captan 0.01, chlorpyrifos 1.07, endosulfan 1.68 mg/kg 이었고 trichlorfon은 검출되지 않았다. 건조당근의 농약 가공계수는 농약별로 azinphos-methyl 5.9, captan 1.7, chlorpyrifos 7.6, endosulfan 6, trichlorfon 0~7.6 범위였다.

잔류농약 가공계수와 감소계수와 관계

잔류농약의 가공계수와 감소계수의 관계를 알아보기 위하여 포장재배한 당근의 농약잔류량을 사용하여 감소계수를 구한 후 가공계수와 비교하였다 (Table 6). 감소계수를 산출하

Table 4. Recovery and quantitative limit of pesticides in carrot

Pesticides	Recovery (%)	Quantitative limit (mg/kg)
Azinphos-methyl	94.8 ± 0.56	0.01
Captan	114.1 ± 0.26	0.01
Chlorpyrifos	87.4 ± 0.35	0.006
Endosulfan	115.3 ± 0.14	0.008
Trichlorfon	99.2 ± 0.12	0.006

Table 5. Pesticide residue levels and processing factor of carrot before and after drying which is treated with pesticides on the filed conditions

Pesticides	Concentrations (mg/kg)		Processing factors
	before drying	after drying	
Azinphos-methyl	0.24 ± 0.02	1.42 ± 0.14	5.9
Captan	ND (0.006)	0.01 ± 0.00	1.7
Chlorpyrifos	0.14 ± 0.03	1.07 ± 0.08	7.6
Endosulfan	0.28 ± 0.05	1.68 ± 0.16	6
Trichlorfon	ND (0.003)	ND	0

ND : Not detected

Table 6. The comparison of processing factors and reduction factors of carrot treated with pesticides on the filed conditions

Pesticides	Concentrations (mg/kg)			Reduction factors	Processing factors
	before drying		after drying		
	wet base	dry base			
Azinphos-methyl	0.24 ± 0.02	2.85 ± 0.12	1.42 ± 0.14	0.50	5.9
Captan	0.006 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.16	1.7
Chlorpyrifos	0.14 ± 0.03	1.65 ± 0.13	1.07 ± 0.08	0.65	7.6
Endosulfan	0.28 ± 0.05	3.34 ± 0.15	1.68 ± 0.16	0.51	6
Trichlorfon	0.003 ± 0.00	0.04 ± 0.01	ND	0	0

ND : Not detected

기 위하여 농약을 살포하면서 재배한 당근의 농약잔류량을 건조무게 기준으로 환산한 결과 azinphos-methyl 2.85, captan 0.07, chlorpyrifos 1.65, endosulfan 3.34, trichlorfon 0.04 mg/kg이었다. 이 당근을 건조한 후의 농약잔류량은 azinphos-methyl 1.42, captan 0.01, chlorpyrifos 1.07, endosulfan 1.68 mg/kg 이었고 trichlorfon 불검출이었다. 감소계수 산출을 위해 건조 후의 농약잔류량을 건조전 무기기준의 전류량으로 나누어 계산한 결과 각 농약의 감소계수는 azinphos-methyl 0.50, captan 0.16, chlorpyrifos 0.65, endosulfan 0.51, trichlorfon 0 이었다. 감소계수에서 보듯이 건조 전 후의 절대적인 농약잔류량은 감소하였으나 가공계수에서의 상대적인 농약잔류 농도는 Table 6에서 보듯이 trichlorfon을 제외하고 나머지 농약은 증가한 것으로 나타났다. 따라서 건조농산물의 농약잔류허용기준 설정을 위한 자료로서는 가공계수가 유용할 것으로 판단되어 이후의 모든 자료는 가공계수로 산출하였다.

침지실험 당근의 잔류농약 가공계수

침지농도에 따른 당근의 잔류농약 농도

각 농약을 당근의 농약잔류허용기준 수준으로 침투시키기 위하여 잔류허용기준의 5, 25, 50배 농도의 침지액에 침지한

당근의 농약잔류량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 침지농도가 증가함에 따라 당근의 잔류농약 농도도 증가하였으나 농약에 따라 증가율이 상이하였다.

Azinphos-methyl와 chlorpyrifos의 경우는 침지액의 농도 증가에 따라 농약의 잔류량 증가가 거의 직선성을 나타냈다. Azinphos-methyl의 경우는 잔류허용기준의 5배 농도액에 침지한 경우 0.68 mg/kg, 25배 농도액 침지 때 4.97 mg/kg, 50배 농도액 침지 때 9.89 mg/kg이 잔류하였고, chlorpyrifos의 경우 농약잔류허용기준의 5배농도 액에 침지한 경우 0.58 mg/kg, 25배 농도액 침지 때 3.63 mg/kg, 50

Table 7. Pesticide residues of carrot dipped in several pesticide concentration solutions

Pesticides	Concentrations (mg/kg)		
	5×MRL ¹⁾	25×MRL	50×MRL
Azinphos-methyl	0.68 ± 0.03	4.97 ± 0.08	9.89 ± 0.70
Captan	0.52 ± 0.04	1.93 ± 0.15	9.11 ± 0.58
Chlorpyrifos	0.58 ± 0.04	3.63 ± 0.19	6.26 ± 0.34
Endosulfan	0.22 ± 0.01	0.58 ± 0.02	3.52 ± 0.23
Trichlorfon	0.08 ± 0.01	0.67 ± 0.01	1.33 ± 0.06

¹⁾ Exposure concentration equals to multiply alphabetical number by MRL

배 농도액 침지 때 6.23 mg/kg이 잔류하였다.

건조 후 농약 가공계수

농약잔류허용기준의 5, 25 및 50배 농도액에 15분간 침지한 당근 및 이 당근을 60°C에서 10시간 건조한 당근의 농약 잔류량을 구하여 건조 당근의 농약잔류량을 침지 당근의 농약 잔류량으로 나누어 산출한 건조 당근의 농약 가공계수는 Table 8과 같다. 농약액에 침지한 당근은 건조 후 trichlorfon을 제외하고는 모두 잔류 농도가 증가하였다. Trichlorfon은 농약잔류허용기준의 5배농도 침지액에서는 검출되지 않았으며 25, 50배의 농도에서는 0.06~0.03 mg/kg, 0.11~0.03 mg/kg이 검출되었으며, 이때의 농약 가공계수를 산출한 결과 0.3이었다. 각 농약의 가공계수는 azinphos-methyl 4.4~3.9, captan 2.5~9.1, chlorpyrifos 3.6~4.7, endosulfan 3.5~4.3으로 captan 25배 농축액 침지에서의 가공계수인 9.1을 제외

하면 유사한 수치를 보였다. 따라서 침지액들 간의 각 농약 농도(5, 25 및 50배)가 크게 다름에도 불구하고 건조 이후의 농약 가공계수는 크게 상이하지 않음을 볼 수 있었다.

건조 온도에 따른 가공계수

농약잔류허용기준의 5배 농도액에 침지한 당근 및 이 당근을 50, 60 및 70°C에서 건조한 건조당근의 농약잔류량과 건조당근의 농약잔류량을 침지당근의 농약잔류량으로 나누어 산출한 건조당근의 농약 가공계수는 Table 9와 같다. 건조온도가 50°C에서 60°C로 증가할 때 가공계수가 높았으나 60°C에서 70°C로 증가할 때는 가공계수는 조금 낮아졌으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 건조 온도 50°C에서의 농약별 가공계수는 azinphos-methyl 3.8, captan 6.8 chlorpyrifos 5.8, endosulfan 5.5, trichlorfon 0.6으로 산출되었다. 60°C에서의 농약별 가공계수는 azinphos-methyl 3.7, captan 2.5, chlorpy-

Table 8. Pesticide residual concentrations and processing factors of carrot dipped into MRL×5, MRL×25 and MRL×50 levels of solution

Pesticides	MRL level	Concentrations (mg/kg)		Processing factors
		after dipping	after drying	
Azinphos-methyl	MRL × 5	0.06 ± 0.00	0.22 ± 0.01	4.4
	MRL × 25	0.42 ± 0.03	1.12 ± 0.07	2.7
	MRL × 50	0.84 ± 0.07	3.27 ± 0.27	3.9
Captan	MRL × 5	0.04 ± 0.00	0.10 ± 0.00	2.5
	MRL × 25	0.16 ± 0.01	0.37 ± 0.02	2.3
	MRL × 50	0.77 ± 0.08	7.03 ± 0.38	9.1
Chlorpyrifos	MRL × 5	0.05 ± 0.00	0.18 ± 0.01	3.6
	MRL × 25	0.31 ± 0.01	0.98 ± 0.03	3.2
	MRL × 50	0.53 ± 0.04	2.49 ± 0.28	4.7
Endosulfan	MRL × 5	0.02 ± 0.00	0.07 ± 0.00	3.5
	MRL × 25	0.05 ± 0.00	0.17 ± 0.01	3.4
	MRL × 50	0.30 ± 0.02	1.29 ± 0.19	4.3
Trichlorfon	MRL × 5	0.007 ± 0.00	ND.	0
	MRL × 25	0.06 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.3
	MRL × 50	0.11 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.3

Table 9. The change of processing factors of carrot dipped into MRL×5 levels of pesticide solution according to different drying temperatures

Pesticides	After dipping	Concentrations (mg/kg)			Processing factors		
		50°C	60°C	70°C	50°C	60°C	70°C
Azinphos-methyl	0.06 ± 0.00	0.23 ± 0.02	0.22 ± 0.01	0.13 ± 0.01	3.8	3.7	2.2
Captan	0.04 ± 0.00	0.27 ± 0.03	0.10 ± 0.00	0.07 ± 0.01	6.8	2.5	1.8
Chlorpyrifos	0.05 ± 0.00	0.23 ± 0.02	0.18 ± 0.01	0.15 ± 0.02	5.8	3.6	3.0
Endosulfan	0.02 ± 0.00	0.11 ± 0.02	0.07 ± 0.00	0.05 ± 0.01	5.5	3.5	2.5
Trichlorfon	0.007 ± 0.00	0.004 ± 0.00	ND	ND	0.6	0	0

ND : Not detected

rifos 3.6, endosulfan 3.5, trichlorfon 0이었고 70°C에서의 농약별 가공계수는 azinphos-methyl이 2.3을 보였고, captan 1.8, chlorpyrifos 3.0, endosulfan 2.5, trichlorfon가 0을 보였다. 60°C와 70°C에서는 농약잔류변화에 상관관계가 없는 것으로 생각되었다.

당근의 농약별 가공계수

농약을 사용하여 포장 재배한 당근의 건조시 농약 가공계수는 azinphos-methyl 5.9, captan 1.7, chlorpyrifos 7.6, endosulfan 6, trichlorfon 0 이었다. 실험실에서 포장시험보다 더 바람직한 가공계수를 얻고자 각 농산물을 농약액 침지하여 여러 가지 조건으로 실험한 결과, 당근의 침지농도별 가공계수는 농약에 따라 0~4.7, 건조온도별 가공계수는 0~6.7 이었고 trichlorfon이 가공계수는 감소되어 0~0.6을 보였고 chlorpyrifos의 가공계수가 가장 커 3.0~5.8이었고 가장 높은 가공계수는 captan 9.1 이었다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

EPA (2008) : 40 CFR, Parts 150 to 189, 522-608, USA.
 FAO/WHO (2008) : Pesticide Residues in Food, Codex Alimentarius Commission.
 Joint FAO/WHO Food standards Programme (2005) : Report of the 37nd Session of the Codex Committee on Pesticide residues, Codex Alimentarius Commission, FAO/WHO, Rome, Italy.

Volker Tomsen, Debbie Schatzlein, and David Mercurio (2003) : Limit of Detection in Spectroscopy, Spectroscopy 18(12), 112~114.
 FAO (2002) : Manual on the Submission and evaluation of Pesticide Residue Data for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed, UN FAO, Rome, p.192.
 British Crop Protection Council (1997) : The Pesticide Manual, Eleventh Edition.
 WHO (2008) Global Environment Monitoring System. Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food)
 FAO (1997) : Manual on the Submission and evaluation of Pesticide Residue Data for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed, UN FAO, Rome, p. 156.
 EPA (1995) : 40 CFR, Parts 150 to 189, 522-608, USA.
 EPA : Guidelines OPPTS 860.1520.
 EC : Council Directive 91/414/EEC (European Commission guideline 1670/VI/97 rev. 2. Appendix E. Doc. 7035/VI/95 rev.5).
 박건상 (2009) : 농산물의 건조 및 가공에 의한 농약 가공계수 산출 연구, 전남대학교 박사학위 논문.
 식품의약품안전청 (2008) : 수입식품 등 검사연보, 28~29.
 식품의약품안전청 (2008) : 식품공전, 농산물의 농약잔류허용기준, 26~124.
 한국농약공업협회 (2008) : 농약사용지침서.
 농림수산물부 (2008) : 농림수산물 주요통계.
 한국농촌경제연구원 (2007) : 식품수급표.
 임무현, 권광일, 박건상, 최동미, 장문익, 정지윤, 이경진, 윤원갑, 홍무기, 우건조: 인삼 가공중 잔류농약 감소계수 연구(I) (2006), 한국농약과학회지, 10(1) 22~27.
 박건상, 임무현, 최동미, 정지윤, 장문익, 권광일, 홍무기, 이철원 (2005) : 한국의 식품 중 농약잔류허용기준 설정, 한국농약과학회지 9(1), 51~59.

포장 및 침지 실험에 의한 건조 당근의 농약 가공 산출 연구

박건상* · 서정혁 · 최정희 · 김선구¹ · 이효규² · 심재한³

식품의약품안전평가원, ¹식품의약품안전청, ²공주대학교, ³전남대학교

요약 이 연구는 건조 당근의 농약잔류허용기준설정에 필수자료인 건조에 의한 농약의 가공계수를 산출을 위하여 실시하였다. 가공계수 산출 대상 농약은 우리나라에서 당근 중에 기준이 설정되어 있고 미국에서는 건조농산물 중에 기준이 설정된 농약인 azinphos-methyl, chlorpyrifos, captan, endosulfan, trichlorfon으로 하였다. 당근에 각 대상 농약을 기준치 정도로 침투시키기 위하여 실험실에서 농약 첨가액을 사용하여 침지실험을 하였고 또한 포장재배시의 경향을 알아보기 위하여 온실에서 농약을 살포하여 재배하였다. 침지실험은 실험실에서 다양한 침지농도와 온도에서 실험하였다. 포장 재배한 당근의 농약 가공계수는 azinphos-methyl 5.9, captan 1.7, chlorpyrifos 7.6, endosulfan 6, trichlorfon 0 이었다. 실험실에서 포장 시험보다 더 정확한 가공계수를 얻고자 각 농산물을 농약액에 침지하여 여러 가지 조건으로 실험한 결과, 당근의 침지농도별 가공계수는 농약에 따라 0~4.7, 건조온도별 가공계수는 0~6.7 이었다. Trichlorfon은 가공계수가 낮은 수준으로 0~0.6을 보였고 chlorpyrifos의 가공계수는 3.0~5.8로 높은 수준이었으며 가장 높은 가공계수는 captan 9.1 이었다.

색인어 건조당근, 농약, 가공계수