

동결건조에 따른 마늘 중 azoxystrobin과 flutolanil의 가공계수 및 감소계수

노현호 · 강경원 · 박효경 · 이광현 · 이재윤 · 이은영¹ · 박영순² · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, ¹(주)동부한농 동부기술원 농생명연구소, ²농업기술실용화재단

(2010년 8월 26일 접수, 2010년 9월 6일 수리)

Processing and Reduction Factors of Azoxystrobin and Flutolanil in Garlic by Freeze-Drying

Hyun Ho Noh, Kyung Won Kang, Hyo Kyoung Park, Kwang Hun Lee, Jae Yun Lee, Eun Young Lee¹, Young Soon Park² and Kee Sung Kyung*

Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea, ¹AgroLife Research Institute, Dongbu Advanced Research Institute, Dongbu Hanong Co., Ltd., Daejeon 305-708, Korea, ²Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer, Suwon 441-707, Korea

Abstract

In order to elucidate residual characteristics of pesticides in garlic by drying, azoxystrobin and flutolanil used for garlic were treated to the garlic by dipping for 1 and 5 min into their standard diluents and then the garlic was dried with a freeze-drier. The test pesticides were analyzed with a GLC-ECD/NPD. Recoveries of the pesticides ranged from 81.96 to 98.18%. Amount of azoxystrobin and flutolanil in fresh garlic were 0.34 and 1.18 mg/kg in case of dipping for 1 min. and 0.44 and 2.15 mg/kg in case of dipping for 5 min., respectively. Also, amount of azoxystrobin and flutolanil in dried garlic were 0.80 and 4.51 mg/kg in case of dipping for 1 min. and 1.03, 5.28 mg/kg in case of dipping for 5 minute, respectively, representing that concentration of the test pesticides in garlic were increased by drying. In case of dipping for 1 and 5 min., processing factors of azoxystrobin were 2.35 and 3.34 and those of flutolanil were 1.19 and 1.17, respectively. Reduction factors of the pesticides in garlic were range from 0.94 to 0.97, indicating that few amounts of the test pesticides in garlic were dissipated by freeze-drying.

Key words Garlic, Azoxystrobin, Flutolanil, Freeze-drying, Processing factor, Reduction factor

서론

유통기간 짧고 장기간 보관이 어려운 농산물은 수확 후 신속하게 소비되지 않으면 부패 등으로 폐기되는 경우가 생기는데 특히 마늘의 경우는 저장 기간 중 부패하여 폐기 되는 경우가 많아 마늘을 가공하여 제품화하는 비율이 높아지고

있다(이, 1981). 또한 현대사회 소비자들의 식생활 패턴 변화로 농산물을 다양하게 건조 및 가공한 제품들의 종류가 많아지고 있는 실정이다. 이와 같이 가공 농산물이 증가함에 따라 가공 농산물 중 농약의 잔류허용기준을 설정하여 관리하는 것이 가공 농산물 중 잔류농약의 안전성을 확보하는데 매우 중요하다.

농산물 중 농약의 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 과거에 농산물 자체에만 설정하여 관리하였지만 최근

*연락처 : Tel. +82-43-261-2562, Fax. +82-43-271-5921

E-mail: kskyung@chungbuk.ac.kr

에는 가공품에 대해서도 MRL을 설정하여 관리하고 있다. 실제로 미국 EPA와 Codex에서도 건조 및 가공 농산물에 대하여 MRL을 설정하여 관리하고 있으며, 2003년부터 FAO/WHO 합동잔류농약전문가회의(Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residue, JMPR)에서는 전 세계의 가공계수 데이터를 수집하여 정리하고 있다(EPA, 2008; 박, 2009). 또한 가공 농산물을 소비하는 과정에서 가공 및 조리과정에 따른 농약의 가공계수를 정확히 알고 있을 경우에 합리적인 최대추정일일 섭취량(estimated maximum daily intake, EMDI)와 MRL도 설정할 수 있는 것이다(김, 2004). 또한 식품 중 잔류농약의 기준은 관행적으로 식품원료인 농산물과 축산물에 대하여 설정하고 있지만 이러한 식품원료를 그대로 섭취하기보다는 보통 가공단계를 거쳐 소비하기 때문에 가공품 중 잔류농약을 분석하여 정확한 가공계수를 산출하고 이에 근거하여 가공품에 대한 잔류허용기준을 설정하고 있다(이 등, 1997).

국내에서 수행된 가공계수의 연구로는 식품의약품안전청에서 밀(김, 2004), 인삼(장, 2006; 허, 2009; 경, 2009), 고추(경, 2006), 파(경, 2006; 이, 2007), 배추(경, 2006; 김, 2007) 등의 가공계수 연구를 수행하여 가공식품 중 농약의 MRL을 설정하여 가공식품 중 잔류농약의 안전성 확보에 크게 이바지하였다. 이 중에서 경(2006)이 수행한 고추 중 잔류농약의 가공계수에 관한 연구 결과를 Codex에 제출하여 현행 Codex 기준인 건고추에 대한 기존의 가공계수 10을 7로 하향조정하는데 기여하였다(JMPR 보고서, 2007). 또한 김 등(2009)은 인삼을 건삼, 홍삼, 건삼농축액, 홍삼농축액으로 가공하는 과정에서 azoxystrobin의 가공계수에 관하여 보고하였다.

본 연구에 사용된 마늘은 고추, 파, 양파 등과 함께 우리나라 식생활에서 없어서는 안 되는 필수적인 조미료이다. 이러한 마늘은 alliin이라는 성분이 강력한 살균과 강장 작용을 하는 것으로 알려지면서 건강식품으로 대두되고 있으며(신 등, 2002), 현재 흑마늘, 마늘 농축액, 마늘분말 등 마늘 자체로 만든 가공품과 마늘과자, 마늘 고추장, 마늘 녹차와 같이 기존의 제품에 마늘을 첨가한 가공품이 시판되고 있다.

마늘의 수확 시기는 장마 시작 직전으로 고온다습하여 예건 처리가 어려워 저장성을 향상시키는 방법이 시급한 실정이다(고, 1983; 조 등, 1995; 김, 등 2003). 이(1981)의 보고에 의하면 마늘 저장기간 중 *Penicillium hirsutum* 등의 병원균에 의하여 부패하게 되는데 저장 기간 중 부패하여 폐기되는 마늘의 양이 33~55%라고 하였다(이, 1981). 이와 같은 이유로 인하여 마늘 가공품의 비율은 점차 늘어나고 있으며, 이러한 가공품 제조로 인하여 농민의 소득은 증대되고 있을 뿐만 아니라 소비자 또한 마늘 고유의 향을 많이 제거한 마늘 가공품에 눈을 돌리고 있다. 이러한 마늘 가공품 중 잔류농약의 안전성을 확보하기 위하여 잎마름병을 방제하는 azoxystrobin과 흑색 썩음균핵병을 방제하는 flutolanil을 농약사용지침서의 안전사용기준에 따라 조제한 희석액에 각각 1분과 5분 침지하고 동결건조한 후 잔류농약을 분석하여 가공계수를 산출함으로써 마늘 가공품 중 잔류농약의 안전성을 확보하고자 한다.

재료 및 방법

시험 작물 및 시험농약

시험작물인 마늘(한지형, 단양종)은 충북 단양 소재 영농조합법인 단양마늘동호회에서 구입하여 실험에 사용하였다. 시험농약은 우리나라에서 등록하여 사용 중인 살균제 azoxystrobin(오티바, 20% SC)과 flutolanil(몬카트, 15% EC)을 시중에서 구입하여 사용하였으며, 시험농약과 시험농약의 안전사용기준은 표 1에 제시하였다.

시약

잔류농약분석용 시료를 조제하는데 사용한 *n*-hexane, dichloromethane, acetonitrile은 SK chemical사(한국)의 GR급을, 표준용액조제용 *n*-hexane과 HPLC 이동상 조제용 acetone은 Burdick & Jackson사(미국)의 LC-grade급을 사용하였으며, 불순물 정제에 사용한 Florisil은 Fluka사(미국)의 제품을 사용하였다.

Table 1. Pesticide products for spraying and their safe use guidelines

Pesticide	Formulation type	A.I. ^{a)} content (%)	Amount (mL) of pesticide product in 20 L water	Safe use guideline	
				PHI ^{b)} (day)	MAF ^{c)} (time)
Azoxystrobin	SC ^{d)}	20	8	14	3
Flutolanil	EC ^{e)}	15	20	1	1

^{a)}Active ingredient. ^{b)}Pre-harvest interval. ^{c)}Maximum application frequency. ^{d)}Suspension concentrate. ^{e)}Emulsifiable concentrate.

농약처리 및 건조

마늘에 등록되어 사용 중인 시험농약의 제품을 시중 농약사에서 구입하여 농약사용지침서(한국작물보호협회, 2009)의 표준 희석비율로 침지용 용액을 조제한 후 이 용액에 2 kg의 마늘을 각각의 시험농약에 1분과 5분간 침지하였다. 침지한 마늘은 상온에서 2시간 건조한 후 약 500 g의 마늘을 취하여 분쇄기로 마쇄하여 비건조 시료로 하였으며, 나머지 마늘은 마늘 가공 공장의 관행적 건조방법인 -70℃의 동결건조기에서 36시간동안 건조한 후 마쇄하여 건조 시료로 하였다.

시료의 전처리 및 기기분석

Azoxystrobin

증류수 10 mL을 첨가한 비건조 시료 10 g과 증류수 30 mL로 1시간 동안 습윤시킨 건조시료 5 g을 300 mL tall beaker에 넣고 50 mL의 80% acetonitrile을 넣어 10,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 Celite545(Merck, 독일)를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 여과액과 합하였다. 여과액을 100 mL의 포화식염수와 400 mL의 증류수가 들어있는 1 L 분액여두에 옮기고 50 mL의 ethyl acetate를 가한 후 Recipro shaker(SR-2W, Taitec, 일본)를 이용하여 250 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. Ethyl acetate 분배액을 무수 황산나트륨으로 탈수하여 35℃에서 감압농축한 후 5 mL의 *n*-hexane에 용해하였다. 130℃에서 5시간 이상 활성화한 Florisil 5 g을 glass column(1×22 cm)에 건식 충전하고 약 2 g의 무수 황산나트륨을 Florisil 상부에 넣고 50 mL의 *n*-hexane으로 세척한 후 상기 5 mL의 *n*-hexane에 용해한 정제용 시료를 column 상부에 가하여 흘려버렸다. 용기를 씻은 5 mL의 *n*-

hexane:dichloromethane(8:2, v/v)를 흘려버린 후 50 mL의 dichloromethane:acetonitrile(50:50, v/v) 혼합용매로 azoxystrobin을 용출하여 35℃에서 감압농축 하였다. 농축 건고된 시료는 2 mL의 acetone에 재용해한 후 표 2에 제시한 방법으로 분석하였다.

Flutolanil

증류수 10 mL을 첨가한 비건조 시료 10 g과 증류수 30 mL로 1시간 동안 습윤시킨 건조 시료 5 g을 300 mL tall beaker에 넣고 50 mL의 80% acetonitrile을 넣어 10,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 Celite545(Merck, 독일)를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 여과액과 합하였다. 여과액을 100 mL의 포화식염수와 400 mL의 증류수가 들어있는 1 L 분액 여두에 옮기고 50 mL의 *n*-hexane을 가한 후 Recipro shaker를 이용하여 250 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. *n*-Hexane 분배액을 무수 황산나트륨으로 탈수하여 35℃에서 감압농축한 후 5 mL의 *n*-hexane로 용해하였다. 130℃에서 5시간 이상 활성화한 Florisil 10 g을 glass column(1×22 cm)에 건식 충전하고 약 2 g의 무수 황산나트륨을 Florisil 상부에 넣고 50 mL의 *n*-hexane으로 세척한 후 상기 5 mL의 *n*-hexane 용매에 용해한 정제용 시료를 column 상부에 가하여 흘려버렸다. 용기를 씻은 5 mL의 *n*-hexane을 연속하여 흘려버리고, 30 mL의 *n*-hexane:dichloromethane:acetonitrile(45:50:5, v/v/v)로 flutolanil을 용출하여 35℃에서 감압농축 하였다. 농축 건고된 시료는 2 mL의 *n*-hexane에 재용해한 후 GLC-NPD로 분석하였으며, 분석조건은 표 2에 제시하였다.

Table 2. Gas chromatographic conditions for the analysis of azoxystrobin and flutolanil residues in garlic

Instrument	Agilent 6890N GC equipped with ECD and NPD, U.S.A.
Column	HP-5, 30 m L. × 0.25 mm I.D., 0.25 μm film thickness
Detector	ECD for azoxystrobin and NPD for flutolanil
Temperature	Oven: Programmed from 200℃ (flutolanil-180℃) to 300℃ at a rate of 10℃/min and hold for 6 min Injector: 250℃, Detector: 310℃
Flow rate	Carrier N ₂ : 1 mL/min Detector H ₂ : 3 mL/min for flutolanil Air : 60 mL/min for flutolanil Make-up N ₂ : 60 mL/min for azoxystrobin 5 mL/min for flutolanil
Split ratio	10:1 for azoxystrobin and splitless for flutolanil
Injection vol.	1 μL

회수율 시험

회수율 시험은 검출한계의 10배와 50배 수준으로 각각의 표준품을 처리하여 상기 분석방법과 동일하게 분석시료를 조제한 후 분석하여 회수율을 산출하였다.

$$\text{감소계수} = \frac{\text{건조 후 무게기준 잔류량 (mg/kg)}}{\text{건조 전 무게기준 잔류량 (mg/kg)}}$$

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

수분함량측정

마늘의 수분함량은 식품공전의 방법(2008)에 따라 다음 식으로부터 산출하였다.

$$\text{수분함량 (\%)} = \frac{\text{칭량접시와 검체의 무게(g)} - \text{건조 후 칭량접시와 검체의 무게(g)}}{\text{칭량접시와 검체의 무게(g)} - \text{칭량접시의 무게(g)}} \times 100$$

가공계수 및 감소계수

건조에 의한 마늘 중 시험농약의 가공계수와 감소계수는 다음의 식으로부터 구하였다(경 2006; 임 등, 2006; 임 등, 2007; 이 등, 2009; 박 등, 2009).

$$\text{가공계수} = \frac{\text{건조 후 잔류농도 (mg/kg)}}{\text{건조 전 잔류농도 (mg/kg)}}$$

Table 3. Regression and correlation factors of calibration curves for quantification of the pesticides in fresh and dried garlic

Pesticide	Sample state	Regression	r
Azoxystrobin	Fresh	y = 1665x + 32.89	0.9994
	Dried	y = 1598x + 28.88	1.0000
Flutolanil	Fresh	y = 16.652x - 0.748	0.9998
	Dried	y = 15.266x + 1.276	0.9999

Table 4. Limits of detection (LOD) of the analytical methods for the test pesticides in fresh and dried garlic

Pesticide	LOD (mg/kg)	
	Fresh garlic	Dried garlic
Azoxystrobin	0.01	0.02
Flutolanil	0.02	0.04

Table 5. Recoveries of the test pesticides in fresh and dried garlic

Pesticide	Fresh garlic		Dried garlic	
	Fortification (mg/kg)	Recovery (%) ±SD	Fortification (mg/kg)	Recovery (%) ±SD
Azoxystrobin	0.1	93.97±2.84	0.2	81.96±3.20
	0.5	95.83±4.70	1.0	94.32±4.54
Flutolanil	0.2	88.82±4.70	0.4	98.18±2.02
	1.0	82.50±3.00	2.0	83.84±3.55

결과 및 고찰

표준곡선식

마늘 중 시험농약을 정량하기 위한 표준곡선식은 표 3과 같으며, 직선성은 양호하였다.

검출한계 및 회수율 시험

Azoxystrobin과 flutolanil의 검출한계는 각각 0.01과 0.02 mg/kg이고, 회수율은 81.96-98.18%이었으며, 변이계수는 1.55-7.68%로써 농촌진흥청(2008)에서 고시한 “농산물 중 잔류농약 검사”에서 분석법의 적합여부는 검출한계 0.05 mg/kg 이하, 회수율 70-120%, 변이계수 10% 이내로 판단한다는 점을 고려할 때 분석법은 적합한 것으로 판단되었다.

수분함량

Azoxystrobin과 flutolanil 처리구의 건조 전 마늘 수분함량은 각각 60.97%와 62.30%이었으며, 건조 후 수분함량은 각각 3.10%와 3.00%이었다.

시험농약의 잔류량

마늘 중 azoxystrobin과 flutolanil의 잔류량은 표 6에 제시한 바와 같이 각각 0.34-1.03과 1.18-5.28 mg/kg으로써 마늘 중 시험농약은 건조하는 과정에서 잔류농도는 증가하는 경향을 보였으며, 침지 시간에 따른 잔류농도는 1분 침지보다 5분 침지에서 더 높은 경향이었는데 이는 두 시험농약 모두 침투이행성 약제이기 때문이라고 판단되었다. 또한 박 등 (2009)은 건조 대파의 잔류농약 가공 및 감소계수 연구에서

Table 6. Concentration of the pesticides in fresh and dried garlic

Pesticide	Concentration (mg/kg)			
	Dipping for 1 min		Dipping for 5 min	
	Fresh garlic	Dried garlic	Fresh garlic	Dried garlic
Azoxystrobin	0.34±0.01	0.80±0.09	0.44±0.03	1.03±0.08
Flutolanil	1.18±0.01	4.51±0.02	2.15±0.02	5.28±0.02

Table 7. Processing and reduction factors of the pesticides in garlic

Pesticide	Processing factor		Reduction factor	
	Dipping for			
	1 min	5 min	1 min	5 min
Azoxystrobin	2.35	2.34	0.95	0.94
Flutolanil	1.19	1.17	0.97	0.95

반복 간에 차이는 있지만 대체적으로 건조 후 잔류량이 증가하였다는 보고와 경(2006)이 보고한 건조 농산물 감소계수에 서 고추, 대파, 얼갈이배추는 건조 후에 농약의 농도가 증가하였다는 결과와 일치하였다.

가공계수 및 감소계수

마늘 중 azoxystrobin의 가공계수는 1분 및 5분 침지 처리 구에서 각각 2.35와 2.34이었고, flutolanil의 가공계수는 1분 및 5분 침지 처리구에서 각각 1.19와 1.17로써 침지 시간에 따라 가공계수의 차이는 거의 없었다. 이 가공계수는 건조하지 않은 마늘의 잔류허용기준(MRL)을 근거로 하여 마늘 분말 가공품 중 농약의 잔류허용기준을 설정하는데 매우 유용한 과학적인 자료로 활용될 수 있을 것이다.

감소계수는 두 시험 농약에서 침지시간에 관계없이 0.94-0.97의 범위로써 동결건조 과정 중 시험농약의 소실은 거의 없는 것으로 판단되었다. 이 등(2009)이 보고한 구기자과 대추 중 잔류농약의 건조에 따른 가공계수 및 감소계수 산출연구에서 구기자 중 triadimefon와 triforine의 감소계수는 각각 0.29-0.35, 0.33-0.47이었고, 대추 중 methoxyfenozide와 thiocloprid의 감소계수는 각각 0.75-0.98, 0.68-0.87이었다고 보고하였다. 농산물 중 잔류농약은 열풍건조 과정에서 열에 의하여 분해 또는 휘발된다고 알려져 있다(Sharma 등, 2005). 하지만 본 연구에서는 마늘을 열풍건조가 아닌 동결 건조하였기 때문에 농약의 소실이 거의 없었던 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 연구는 2009년 농촌진흥청의 용역과제인 친환경재배

마늘 및 건조가공제품 중 잔류농약의 안전성 평가 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

EPA guidelines OPPT 860.1520.
 EPA (2008) 10 CFR, Parts 150 to 189, 522-608, USA.
 Sharma J., S. Satya, V. Kumar, and D. K. Tewary (2005) Dissipation of pesticide during bread-making, *Chemical health & safety*, pp. 17~22.
 경기성 (2006) 건조농산물 감소계수 연구, *식품의약품안전청 용역 보고서*.
 경기성 (2009) 가공식품 중 농약잔류기준 설정 연구-인삼 및 건조농산물에 대하여, *식품의약품안전청 용역보고서*.
 고하영 (1983) 마늘 장기저장방법, *전북대학교 석사학위논문*.
 김용기, 이상범, 이상엽, 심홍식, 최인후 (2003) 마늘 저장법 방제를 위한 경종적, 화학적 접근, *농약과학회지* 7(2):139~148.
 김장익 (2007) 건조 농산물 감소계수 연구, *식품의약품안전청 용역 보고서*.
 김정환 (2004) 농산물별 농약감소지수 산출연구, *식품의약품안전청 용역보고서*.
 김종길, 김성수, 박홍열, 지광용, 이정희, 함현주, 임무혁, 허장현 (2009) 인삼의 재배 및 가공단계 별 Azoxystrobin 잔류성, *농약과학회지* 13(4):232~240.
 농림수산식품부 (2008) *농림수산식품 주요통계*.
 농촌진흥청고시 (2008) 농약의 등록시험 기준과 방법 제 2008-4호, pp. 174~176.
 박건상, 서정혁, 최정희, 김선구, 이효구, 심재한 (2009) 포장 및 지실험 당근의 건조에 의한 농약 가공계수 산출 연구, *농약과학회지* 13(4):209~215.
 박소연, 강혜림, 고광용, 길근환, 임무혁, 이규승 (2009) 건조 대파의 잔류농약 가공 및 감소계수 연구, *농약과학회지* 13(4):249~

255. 박소영, 박건상, 임무혁, 최훈, 장문의, 권찬혁, 김선구, 이효구, 홍무기, 심재한, 김정환 (2009) 밀의 제분에 따른 밀가루 중 농약 가공계수 산출 연구, 농약과학회지 13(2):70~78.
- 식품의약품안전청 (2008), 식품공전.
- 신동선, 이영춘 (2002) 식품성분과 가공조건이 마늘 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향, Food Engineering Progress 6(1):59~66.
- 유오중, 이용훈, 진용덕, 김진배, 황세구, 한상현, 김장익 (2007) 마늘 저장 중 마름썩음병과 푸른곰팡이병 억제에 위한 농약의 살균활성, 농약과학회지 11(4):331~338.
- 유오중, 진용덕, 황세구, 이용훈, 임양빈, 김진배, 권오경, 경기성, 김장익, (2009) 마늘 저장중 부패병 방제를 위하여 처리한 농약의 경시적 농약 잔류량 평가, 농약과학회지, 13(3):148~158.
- 이규승 (2007) 건조 농산물 감소계수 연구, 식품의약품안전청 용역보고서.
- 이미경, 이서래 (1997) 국내 식품 중 유기인계 잔류농약의 위해성 평가, 한국식품과학회지 29(2):240~248.
- 이승우 (1981) 마늘의 저장성 향상에 관한 연구, 경북대학교논문집 (자연과학) 31:451~458.
- 임무혁, 권광일, 박건상, 최동미, 장문의, 정지윤, 이경진, 윤원갑, 홍무기, 우건조 (2006) 인삼 가공 중 잔류농약의 감소계수연구(I), 농약과학회지 10(1):22~27.
- 임무혁, 권광일, 박건상, 이경진, 장문의, 윤원갑, 최우중, 유광수 (2007) 홍삼 가공 중 azoxystrobin, fenhexamid 및 cyprodinil 농약의 감소율, 한국식품과학회지 39(5):575~579.
- 이승우 (1981) 마늘의 저장성 향상에 관한 연구, 경북대학교논문집 (자연과학) 31:451~458.
- 이은영, 노현호, 박영순, 강경원, 이광현, 박효경, 권찬혁, 임무혁, 경기성 (2009) 구기자과 대추 중 잔류농약의 건조에 따른 가공계수 및 감소계수, 농약과학회지 13(3):159~164.
- 장은경 (2006) 인삼 가공중 농약 감소율 산출 연구, 식품의약품안전청 용역보고서.
- 조원대, 김완규, 김한명 (1995) 마늘저장병해에 관여하는 진균, 농시논문집 37(2):325~329.
- 한국작물보호협회 (2009) 농약사용지침서, p. 262, pp. 323~326.
- 한국탁, 이규승, 이은경, 이용재, 고평용, 원동준, 이정원, 권순덕 (2003) 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약 잔류 실태 및 식이 섭취량 추정, 한국환경농학회지 22(3):210~214.
- 허장현 (2009) 인삼 재배, 가공 중 농약 잔류성 연구, 식품의약품안전청 용역보고서.

동결건조에 따른 마늘 중 azoxystrobin과 flutolanil의 가공계수 및 감소계수

노현호 · 강경원 · 박효경 · 이광현 · 이재윤 · 이은영¹ · 박영순² · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, ¹(주)동부한농 동부기술원 농생명연구소, ²농업기술실용화재단

요약 건조에 의한 마늘 중 농약의 잔류특성을 구명하기 위하여 마늘에 등록되어 사용 중인 azoxystrobin과 flutolanil의 표준회색 용액에 각각 1분과 5분간 침지한 후 동결 건조하였으며, 건조 전후 마늘 중 잔류농약은 GLC-ECD/NPD를 이용하여 분석하였다. 건조전후 마늘 중 시험농약의 회수율은 81.96-98.18%이었다. 건조 전 마늘 중 azoxystrobin과 flutolanil의 잔류량은 1분 침지에서 각각 0.34와 1.18 mg/kg, 5분 침지에서 0.44와 2.15 mg/kg이었으며, 건조 마늘 중 시험농약의 잔류량은 1분 침지에서 0.80과 4.51 mg/kg, 5분 침지에서 1.03과 5.28 mg/kg으로 건조 후 잔류농약의 농도는 증가하였다. Azoxystrobin의 가공계수는 1분과 5분 침지에서 각각 2.35와 2.34이었고, flutolanil의 가공계수는 1분과 5분 침지에서 각각 1.19와 1.17이었다. 건조전후 마늘 중 시험농약의 감소계수는 0.94-0.97 범위로서 동결건조 과정 중 시험농약은 거의 소실되지 않았다.

색인어 마늘, Azoxystrobin, Flutolanil, 동결건조, 가공계수, 감소계수