pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 6, pp. 457~463 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.6.457

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

밀키트(가정간편식) 중 농산물의 잔류농약 안전성 조사

송성민* · **선유정** · **서현정** · **한현호** · **이가혜** · **김정임** · **김명희** · **허명제** · **권문주**
인천광역시보건환경연구원 남촌농수산물검사소

A Safety Survey for Residual Pesticides in Agricultural Products in Meal-kits

Sung-min Song*, Yoo Jung Sun, Hyun-Jung Seo, Hyun Ho Han, Ga Hye Lee, Jung-Im Kim, Meyong-Hee Kim, Myung-Je Heo, Mun-Ju Kwon
Namchon Agricultural and Fishery Products Inspection Center, Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon, Korea

(Received July 9, 2023/Revised October 10, 2023/Accepted October 24, 2023)

ABSTRACT - To investigate residual pesticide levels in agricultural products contained in Meal-kits, 27 Meal-kit products were collected from marts, Meal-kit shops, and online stores in Incheon City, South Korea. Seventy-six vegetable and thirty-seven mushroom products were analyzed for residual levels of 339 pesticides. Residual pesticides were detected in 23 out of 76 vegetables and were not present in the 37 mushroom products. The residual pesticide detection rate was 20.4% (23/113 cases). The pesticides famoxadone 0.034 mg/kg (standard: 0.01 mg/kg or less, PLS) and fenpyroximate 0.302 mg/kg (standard: 0.01 mg/kg or less, PLS) exceeded their maximum residue levels (MRL). This survey revealed that various types of pesticides remain in agricultural products in Meal-kits. Due to the nature of Meal-kit products, there is no separate standard for residual pesticides in agricultural products. Therefore, continuous monitoring of residual pesticides is necessary.

Key words: Meal-kits, Agricultural products, Pesticide residues

최근 사회·경제적 발전에 따라 맞벌이 가구, 1인 가구, 저출산, 고령화 등으로 사람들의 식생활 가치관이 달라지고 있다. 바쁜 생활 속에서 음식 준비 시간을 소비하는 것보다 간편하고 편리한 가정간편식으로 실용성을 추구하는 라이프스타일이 일반화되어 가고 있다[1]. 또한 코로나19를 겪으면서 사회 전반적으로 언택트 서비스가 이슈로 떠오르면서 밀키트 상품과 같은 관련 상품들의 소비가 큰 폭으로 증가하고 있다. 밀키트는 온·오프라인의 경로로 다양한 메뉴를 손쉽게 구매할 수 있으며 손질된 식재료를 이용해 간편하게 조리할 수 있는 부분이 장점이다[2].

밀키트는 home meal replacement (HMR)의 분류 중 ready to prepare (RTP; 신선편의식품)에 속하는 제품이다. 모든 식자재를 씻거나 추가적인 칼질 없이 손질된 식자재와 양념으로 구성되어 있어 작성된 레시피에 따라 바로 조리 가능한 상태의 반조리식품이다. 전조리제품과 달리 소비자들이 식자재 손질의 번거로움 및 재료 낭비 없이 간단하고 쉽게 식사를 준비할 수 있게 구성되어 있다. 이처럼 소비자들의 편리함에 대한 수요를 충족시키는 동시에 직접 요리를 하는 즐거움까지 더하여 날이 갈수록 그 인기가 커지고 있다[3]. 한국농촌경제연구원 자료에 의하면 밀키트 시장규모는 2020년 2,000억 원, 2021년에는 3,000억 원, 2024년에는 7,000억 원으로 형성될거라 추정하였다. 이는 밀키트 시장이 빠르게 성장하는 식품산업임을 알 수 있는 부분이다[4].

밀키트의 원재료 구성은 가열 및 살균 처리 하지 않은 신선식품 비중이 평균 56%이며, 메인 재료 비중은 축산물과 수산물이 약 60%와 26%를 차지하고 있다. 대부분 냉장 방식으로 유통되고 있으며 유통기한이 2-7일로 비교적 짧다[5]. 밀키트는 조리되지 않은 식재료가 포함되어 제조·유통 과정에서 위생관리가 중요해지고 있어, 식품의약품안전처에서는 밀키트 안전 관리를 위해 2022년 1월 '간편조리세트(밀키트)' 식품유형을 신설하고 식중독균에 대한 기준·규격을 설정하여 유통 밀키트에 대한 안전성을 강조하고 있다. 하지만 기준·규격이 식중독균에 한정되어 있

*Correspondence to: Sung-min Song, Namchon Agricultural and Fishery Products Inspection Center, Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon 21620, Korea
Tel: +82-32-440-8512, Fax: +82-32-440-8801
E-mail: ssmins@korea.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

어 밀키트 원재료별 중점 검사 항목이 부족하고, 특히 농산물에 대한 안전성 관리가 필요하다고 판단되어 인천광역시 내 유통되는 밀키트 제품 중 농산물의 함유량이 높은 제품을 선정하여 동시다성분 분석이 가능한 잔류농약 339 항목의 안전성 조사를 실시하였다.

Materials and Methods

분석시료

인천광역시 내 대형마트, 밀키트 전문점, 온라인 스토어에서 유통되는 밀푀유나베 6건, 샤브샤브 10건, 기타(월남쌈, 파육개장, 해물탕 등) 11건 총 27건을 수거하였으며, 밀키트 27건 중 채소류 76품목, 버섯류 37품목을 시료를 사용하였다.

시약 및 재료

본 연구에 사용된 잔류농약 339 항목 표준품은 Accustandard (New Haven, CT, USA)사 제품을 사용하였다. 아세토니트릴(Acetonitrile) 및 아세톤(Acetone)은 HPLC등급으로 Burdick & Jackson (Muskegon, MI, USA)사에서 구입하여 사용하였다. Primary secondary amine (PSA)는 Chromatific (Heidenrod, Germany)에서 구입하였고 Methanol with 0.1% formic acid, Water with 0.1% formic acid는 HPLC등급으로 Supelco (Oakville, Canada)사에서 구입하여 사용하였다.

표준원액 및 표준용액 조제

분석대상 농약은 GC 160 항목, LC 179 항목, 총 339 항목으로 하였다. 혼합 표준원액 1,000 mg/L을 아세토니트릴, 아세톤을 이용하여 100 mg/L로 조제한 후 희석하여 사용하였다. Matrix-matched calibration을 위해 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 mg/L 농도가 되도록 시료의 무처리 추출물로 희석하여 90% 이상의 matrix가 첨가된 표준용액을 조제하였다.

추출 및 정제

추출

시료 10 g을 정밀히 달아 50 mL 용량의 원심분리관에 넣고 아세토니트릴 10 mL를 넣은 뒤 1분간 강하게 흔들어 섞는다. 이 액에 무수황산마그네슘 4 g과 염화나트륨 1 g, 구연산이나트륨·1.5수화물 0.5 g, 구연산삼나트륨·2수화물 1 g을 넣고 1분간 강하게 흔든다. 4°C, 4,000×g에서 10분간 원심분리하여 상층액 1 mL를 취하였다.

정제

무수황산마그네슘 150 mg과 1차 2차 아민 25 mg이 미리 담겨져 있는 2 mL 원심분리관에 상층액 1 mL를 넣고 30초간 강하게 흔들어 섞는다. 4°C, 10,000×g에서 5분간 원심분리하여 분리한 후 상층액을 멤브레인 필터(PTFE, 0.2 μm, Advantec)로 여과한 후 시험용액으로 하였다.

기기분석

식품공전 제8. 일반시험법 7. 식품 중 잔류농약 시험법 7.1.2.2. 다성분시험법-제2법의 기기분석 조건을 사용하였으며 GC-MS/MS (TSQ 8000 EVO, Thermo Fisher Scientific, San Jose, CA, USA), LC-MS/MS (TSQ Endura, Thermo Fisher Scientific, Singapore)를 사용하여 분석하였으며, 분석조건은 Table 1, Table 2와 같다.

Table 1. Analytical conditions of GC-MS/MS

Instrument operating condition	
Column	DB-5ms (30 m × 0.25 mm, 0.25 μm)
Mobile phase	He
Oven temperature	60°C → 180°C(20°C/min) → 300°C(5°C/min) 5 min
Flow rate	1.2 mL/min
Interface temperature	300°C

Table 2. Analytical conditions of LC-MS/MS

Instrument operating condition			
Column	Thermo scientific Accucore™aQ (100 mm × 2.1 mm, 2.6 μm)		
Mobile phase	A: 5 mM Ammonium acetate in Methanol with 0.1% formic acid B: 5 mM Ammonium acetate in Water with 0.1% formic acid		
Gradient	Time (min)	A (%)	B (%)
	0.0	5	95
	1.0	5	95
	3.0	60	40
	13.0	100	0
	18.0	100	0
	18.1	5	95
	25.0	5	95
Flow rate	0.2 mL/min		
Column temperature	40°C		
Injection volumn	2 μL		
Pos ion spray voltage (V)	3800		
Neg ion spray voltage (V)	3500		
Ion transfer tube temp.	250°C		
Vaporizer temp.	350°C		

시험법 유효성 확인

본 연구에 대한 분석방법의 유효성 검증은 식품의약품안전평가원 '식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)'에 근거하여 직선성(linearity)은 각 농도별 3반복 측정한 후 검량선을 작성하여 회귀선 상관계수(correlation coefficient, R^2)를 확인하였고, 회수율(recovery rate)은 배추 무처리 시료에 잔류농약 혼합표준물질을 희석하여 5반복으로 실험을 수행하여 평균 회수율과 상대표준편차를 계산하였다[6]. 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of detection quantification, LOQ)는 International council for harmonisation of technical requirements for pharmaceuticals for human use (ICH)에서 제시한 방법에 따라 표준편차와 검량선의 기울기 평균에 근거하여 산출하였다.

$$LOD = 3.3 \times \sigma / S$$
$$LOQ = 10 \times \sigma / S$$

(σ: The standard deviation of the response, S: The slope of the calibration curve)

Results and Discussion

유효성 검증

밀키트 중 농산물에서 검출된 잔류농약에 대한 시험법 유효성 검증결과는 Table 3과 같다. 검량선에 대한 직선성 상관계수 범위는 0.996-1.000으로 모두 0.99<R^2 이었으며, LOD는 0.0001-0.0010 mg/kg, LOQ는 0.0007-0.010 mg/kg으로 나타났다. 검출 농약에 대한 회수율은 0.1 mg/kg 농도에서 95.00±1.82%-109.47±0.73% 범위로 확인되었다. 국내에서는 잔류농약 분석법의 검출한계는 식품의 경우 0.05 mg/kg 이하를 만족하면서 동시에 잔류허용기준의 1/2-1/10까지 검출하도록 규정하고 있어, 이 기준에 적합한 결과를 나타냈다[7]. 식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인에 따르면 0.01 mg/kg 이하의 농도에서는

Table 3. Recovery rate, linearity, LOD and LOQ of pesticides detected

Analysis instrument	Pesticides	Recovery±RSD(%) (0.1 mg/kg) (n=5)	Correlation coefficient (R^2)	LOD (mg/kg) (n=5)	LOQ (mg/kg) (n=5)
GC-MS/MS	Boscalid	95.00±1.82	0.999	0.0010	0.0100
	Chlorfenapyr	99.66±1.16	0.999	0.0009	0.0094
	Fluquinconazole	95.00±1.82	0.999	0.0010	0.0097
	Paclobutrazol	101.33±1.51	0.999	0.0006	0.0061
	Spiromesipen	99.33±1.54	0.999	0.0007	0.0068
	Tebuconazole	100.33±1.15	0.999	0.0005	0.0050
	Tetraconazole	103.33±0.56	0.999	0.0005	0.0050
	Thifluzamide	95.66±2.65	0.999	0.0009	0.0093
	Trifloxystrobin	100.66±0.57	0.999	0.0009	0.0091
LC-MS/MS	6-Benzyl_Aminopurine	107.17±0.94	0.999	0.0005	0.0050
	Acetamiprid	107.70±2.07	0.996	0.0006	0.0060
	Azoxystrobin	107.64±1.46	0.999	0.0005	0.0051
	Benthiavalicarb_R	108.25±1.22	0.999	0.0002	0.0024
	Benthiavalicarb_S	109.02±0.43	1.000	0.0007	0.0074
	Chlorantraniliprole	108.73±0.55	1.000	0.0001	0.0007
	Cyazofamid	107.70±2.07	0.999	0.0008	0.0084
	Cyenopyrafen	106.48±0.13	1.000	0.0006	0.0055
	Dinotefuran	104.15±1.09	1.000	0.0005	0.0055
	Emamectin benzoate	106.41±0.65	1.000	0.0008	0.0082
	Etofenprox	104.34±0.12	1.000	0.0003	0.0033
	Famoxadone	103.75±1.44	1.000	0.0009	0.0090
	Fenpyroximate	105.40±0.33	1.000	0.0006	0.0060
	Flonicamid	106.18±2.62	0.999	0.0004	0.0043
	Flufenoxuron	104.33±0.56	1.000	0.0007	0.0074

Table 3. (Continued) Recovery rate, linearity, LOD and LOQ of pesticides detected

Analysis instrument	Pesticides	Recovery±RSD(%) (0.1 mg/kg) (n=5)	Correlation coefficient (R^2)	LOD (mg/kg) (n=5)	LOQ (mg/kg) (n=5)
LC-MS/MS	Fluxametamide	103.78±3.04	0.998	0.0009	0.0088
	Imidacloprid	108.60±0.90	0.999	0.0003	0.0031
	Metaflumizone_E	102.20±1.57	1.000	0.0008	0.0075
	Metaflumizone_Z	106.56±0.65	1.000	0.0006	0.0061
	Propamocarb	107.38±0.48	1.000	0.0004	0.0040
	Pyraclostrobin	106.52±0.52	1.000	0.0009	0.0089
	Terbufos	103.97±0.39	1.000	0.0009	0.0095
	Terbufos oxon	109.47±0.73	0.999	0.0008	0.0082
	Terbufos oxon sulfone	105.77±1.17	0.999	0.0006	0.0063
	Terbufos oxon sulfoxide	109.15±0.67	0.999	0.0009	0.0089
	Terbufos sulfone	109.24±2.25	0.999	0.0008	0.0078
	Terbufos sulfoxide	108.12±0.41	1.000	0.0007	0.0074

회수율 60-120%, 상대표준편차 22% 이하를 제시하고 있으며, Codex에서 요구하는 잔류농약 시험법 회수율 허용기준은 0.1 mg/kg 이하의 농도에서 회수율 70-120%, 상대표준편차 20%이하를 제시하고 있다[8]. 따라서 두 가지 가이드라인으로 회수율 결과를 살펴보면 기준에 적합한 것으로 판단된다.

밀키트 중 농산물의 잔류농약 분석 결과

인천광역시 내 대형마트, 밀키트 전문점 및 온라인 스토어에서 밀키트 27개 제품을 수거하여 원재료 중 채소류(76품목), 버섯류(37품목)를 시료로 사용하여 잔류농약 339항목에 대해 분석하였다. 검출된 잔류농약은 식품의약품안전처에서 고시한 농약 잔류허용기준을 적용하였고, 기준이 설정되지 않은 농약은 농약 허용물질목록 관리제도(positive list system, PLS)에 따라 일괄 적용하였다. 밀키트 27개 제품 중 14개 제품에서 잔류농약이 검출되어 51.8%의 높은 검출률을 보였고, 검체별로 검출된 농약 종류와 결과는 Table 4와 같다. 세부적으로 밀키트 27개 제품의 원재료 중 113품목(채소류 76품목, 버섯류 37품목)에서 잔류농약을 검사한 결과 채소류 23품목(20.4%)에서 잔류농약이 검출되었으며, 버섯류에서는 검출되지 않았다. 2019년부터 2021년까지 인천광역시 유통 농산물의 잔류농약 검출률은 2019년 8.2%(191건/2,342건), 2020년 8.4%(191건/2,271건), 2021년 7.4%(181건/2,456건)로 검출률이 평균 8.0%인 것과 비교해 보면 밀키트 중 농산물에서 농약의 검출률이 2배 이상 높게 나타났다[9]. 소분류로 잔류농약의 검출률을 살펴보면 엽채류 42건 중 15건(35.7%), 엽경채류 7건 중 1건(14.2%), 박과 이외 과채류 5건 중 4건(80.0%), 근채류 9건 중 2건(22.2%), 숙주 및 콩나물 9건 중 1건(11.1%)이 검출되었다. 품목별로 보면 들깻잎 5

Table 4. List of pesticide residues detected in agricultural products

NO	Sample name (Meal kit)	Agricultural products	Pesticide detected	Concentration (mg/kg)	MRL (mg/kg)
1	Shabu-Shabu	Perilla leaves	Azoxystrobin	0.048	20
			Spinomesifen	0.132	30
2	Vietnamese spring rolls	Green pepper	Boscalid	0.042	3.0
			Chlorfenapyr	0.044	0.7
			Tetraconazole	0.022	1.0
3	Seafood soup	Bean sprouts	6-Benzyl_Aminopurine	0.012	0.2
4	Seafood and vegetables with mustard sauce	Carrot	Cyenopyrafen	0.010	0.01(PLS)
			Emamectin benzoate	0.011	0.05
			Flonicamid	0.017	0.05
		Red pepper	Flonicamid	0.085	2.0
			Pyraclostrobin	0.084	1.0
		Green pepper	Flonicamid	0.081	2.0

Table 4. (Continued) List of pesticide residues detected in agricultural products

NO	Sample name (Meal kit)	Agricultural products	Pesticide detected	Concentration (mg/kg)	MRL (mg/kg)
5	Mille-feuille nabe	Perilla leaves	Benthiavalicarb	0.036	10
			Flufenoxuron	0.153	10
			Imidacloprid	0.026	7.0
			Paclobutrazol	0.089	5.0
			Spiromesipen	0.754	30
6	Shabu-Shabu	Ssam cabbage	Dinotefuran	0.011	3.0
7	Shabu-Shabu	Ssam cabbage	Cyazofamid	0.035	10
8	Mille-feuille nabe	Perilla leaves	Dinotefuran	0.485	30
			Flonicamid	0.169	7.0
9	Shabu-Shabu	Bok choy	Dinotefuran	0.504	9.0
			Famoxadone	0.034	0.01 (PLS)
10	Dumpling hot pot	Bok choy	Acetamiprid	0.038	10
			Flufenoxuron	0.034	2.0
11	Mille-feuille nabe	Bok choy	Dinotefuran	0.146	9.0
		Perilla leaves	Terbufos	0.074	0.5
12	Shabu-Shabu	Ssam cabbage	Cyazofamid	0.011	2.0
			Dinotefuran	0.023	3.0
			Metaflumizone	0.020	2.0
		Bok choy	Fenpyroximate	0.302	0.01 (PLS)
		Ssam cabbage	Propamocarb	0.012	3.0
13	Mille-feuille nabe	Bok choy	Propamocarb	0.013	3.0
		Perilla leaves	Fenpyroximate	0.591	7.0
		Ssam cabbage	Propamocarb	3.002	3.0
14	Seafood soup	Radish	Dinotefuran	0.041	0.05
		Welsh onion	Etofenprox	0.081	2.0
			Fluquinconazole	0.032	3.0
			Pyraclostrobin	0.042	4.0
			Thifluzamide	0.021	0.05
		Chili pepper	Chlorantraniliprole	0.022	1.0
			Fluquinconazole	0.023	0.7
			Fluxametamide	0.101	1.0
			Tebuconazole	0.050	3.0
			Trifloxystrobin	0.042	3.0

건, 청경채 5건, 알배기 4건, 피망 3건, 엇갈이배추 1건, 고추 1건, 당근 1건, 무 1건, 콩나물 1건, 파 1건에서 잔류농약이 검출되었다.

잔류농약 성분별 분석 결과

잔류농약이 검출된 시료 23건에서는 총 45 항목의 잔류농약이 검출되었으며, 잔류농약 종류는 29 항목이었다. 식품의약품안전처 잔류물질정보를 참고하여 용도별로 분류한 결과 살충제 17 항목(37.8%), 살균제 16 항목(35.5%), 살응애제(살비제) 9 항목(20%), 식물생장조절제 3 항목(6.7%)인 것으로 나타났다[10]. 검출 농약을 용도별로 살펴보면 Table 5와 같다. 2020년 울산지역에서 유통된 농산물 중 검출된 401건의 잔류농약을 용도별로 분류한 결과 살균제 56.1%, 살충제 성분 29.7%, 살비제 13.2%, 생장조절제 0.7% 가 검출된 것과 비교해 보면 비슷한 수준으로 검출된 것을 알 수 있다[11]. 다빈도 검출 농약으로는 살충제 성분인 dinotefuran (6회), flonicamid (4회)가 검출되었고, 살균제 성분으로는 propamocarb (3회), fluquinconazole (2회), pyraclostrobin (2회)이 검출되었다. 살비제 성분으로는 chlorfenapyr (2회), fenpyroximate (2회), flufenoxuron (2회), spiromesifen (2회)이 검출되었다. 가장 많이 검출된 dinotefuran (13.3%)은 주로 벼룩잎벌레, 나방류, 깍지벌레 등 여러 해충 방제에 사용되는 살충제로 다양한 작물에 사용할 수 있도록 등록되어 있는 것으로[12] 청경채, 엇갈이

Table 5. Functional classification of the use of pesticides

Functional classification	Pestisides	No. of agricultural product detected
Insecticide (17)	Acetamiprid	1
	Chlorantraniliprole	1
	Dinotefuran	6
	Emamectin benzoate	1
	Etofenprox	1
	Flonicamid	4
	Imidacloprid	1
	Metaflumizone	1
	Terbufos	1
Fungicide (16)	Azoxystrobin	1
	Benthiavalicarb	1
	Boscalid	1
	Cyazofamid	1
	Famoxadone	1
	Fluquinconazole	2
	Propamocarb	3
	Pyraclostrobin	2
	Tebuconazole	1
	Tetraconazole	1
	Thifluzamide	1
	Trifloxystrobin	1
Acaricide (9)	Chlorfenapyr	2
	Cyenopyrafen	1
	Fenpyroximate	2
	Flufenoxuron	2
	Spiromesifen	2
Growth regulator (3)	6-Benzyl_Aminopurine	1
	Fluxametamide	1
	Paclobutrazol	1

배추, 알배기, 들깻잎, 무에서 검출되었으며, flonicamid (8.9%)는 피리딘 카르복실 아미드계 살충제로 진딧물류, 가루이류등의 해충을 방제하는 약제로 당근, 피망, 들깻잎에서 검출되었다[13].

잔류농약 부적합 농산물

밀키트 27개 제품 중 농산물 113건의 잔류농약 검사를 실시한 결과 2건에서 농약 잔류허용기준을 초과하였다. 이는 2건 모두 청경채에서 검출되었으며 검출 농약은 famoxadone 0.034 mg/kg (기준: 0.01 mg/kg 이하, PLS), fenpyroximate 0.302 mg/kg (기준: 0.01 mg/kg 이하, PLS) 이었다. Famoxadone은 곰팡이 질병으로부터 과일, 채소류 등에 농산물을 보호하는 살균제로 청경채에는 허용기준이 없어 농약 허용물질목록 관리제도(positive list system, PLS)에 따라 0.01 mg/kg을 적용한 결과 기준보다 3배 이상 높은 것으로 나타났다[14]. Fenpyroximate는 응애류를 선택적으로 살상시키는 피라졸계 살비제로 기준보다 30배 이상 검출되었다[15]. 잔류농약 허용기준을 초과하여 검출된 부적합 검체의 비율은 1.8% (2건/113건), 밀키트 제품으로 나타내면 7.4% (2제품/27제품)인 것을 알 수 있다. 2019년부터 2021년까지 인천광역시 유통 농산물의 부적합 비율을 살펴보면 2019년 1.0% (24건/2,342건), 2020년 1.4% (31건/2,271건), 2021년 1.1% (28건/2,456건)로 나타났다[9]. 평균적으로 1.2% 수준의 부적합률을 나타냈으며, 이번 연구에서 나타난 부적합 비율과 유사하였다.

국문요약

밀키트 중 농산물의 잔류농약 안전성 조사를 위해 인천광역시 내 대형마트, 밀키트 전문점 및 온라인 스토어에서 밀키트 27개 제품을 수거하여 원재료 중 채소류 76품목, 버섯류 37품목을 대상으로 잔류농약 339 항목에 대해 분석하였다. 채소류 76품목 중 23품목에서 잔류농약이 검출되었으며, 버섯류 37품목은 검출되지 않았다. 잔류농약 검출률은 20.4%(23건/113건)를 보였으며 평균적으로 인천광역시 유통 농산물의 잔류농약 검출률이 8.0%인것과 비교해 보면 2배 이상 높게 검출된 것을 알 수 있었다. 조사결과 23건의 잔류농약이 검출된 시료에서 총 45 항목이 검출되었으며, 잔류농약 종류는 29 항목인 것으로 나타났다. 살충제 17 항목(37.8%), 살균제 16 항목(35.5%), 살응애제(살비제) 9 항목(20%), 식물생장조절제 3 항목(6.7%)이었다. 검출된 잔류농약 중 청경채에서 2건이 농약 잔류허용기준을 초과하였으며 초과된 농약은 famoxadone 0.034 mg/kg(기준: 0.01 mg/kg 이하, PLS), fenpyroximate 0.302 mg/kg(기준: 0.01 mg/kg 이하, PLS) 이었다. 부적합률은 1.8%(2건/113건)이며, 평균적인 부적합률 1.2%와 비슷하게 나타났다. 이번 조사를 통해 밀키트 중 농산물에 다양한 종류의 농약이 잔류하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 밀키트 제품의 특성상 농산물에 대한 잔류농약 기준이 따로 설정되어 있지 않기 때문에 잔류농약에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다고 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Sung-min Song https://orcid.org/0000-0001-5164-3725

Yoo Jung Sun https://orcid.org/0009-0000-6378-1498
Hyun-Jung Seo https://orcid.org/0009-0001-4023-7323
Hyun Ho Han https://orcid.org/0000-0002-5336-6351
Ga Hye Lee https://orcid.org/0009-0001-4373-1570
Jung-Im Kim https://orcid.org/0000-0002-5493-7769
Meyong-Hee Kim https://orcid.org/0000-0002-2814-5960
Myung-Je Heo https://orcid.org/0000-0003-3801-2798
Mun-Ju Kwon https://orcid.org/0000-0001-9556-9950

References

1. Lee, K.J., Lee, S.Y., A study on the utilization and satisfaction of meal-kits by food-related lifestyle. *JHEER,* **33**, 15-30 (2021).
2. Lee, S.C., Kim, D.B., A study on the consumption of meal-kit by dietary lifestyle types. *J. Tour. Leis. Res.*, **34**, 389-411 (2022).
3. Jeon, E.B., Kim, J.Y., Choi, M.S., Choi, S.H., Bang, H.J., Park, S.Y., Microbial contamination levels in the raw material of home meal replacement Shabu-Shabu meal kit distributed in markets. *J. Food Hyg. Saf*., **35**, 375-381 (2020).
4. Lee, K.Y., Park, K.T., Effects of selection attributes of HMR's meal-kit product on the purchasing behavior and consumer satisfaction by the COVID-19. *Foodserv. Ind. J.,* **17**, 277-289 (2021).
5. Lee, S.H., Nam, S.J., Kim, D.W., Kim, G.R., Park, S.J., Lee, E.J., Je, H.J., Koo, O.K., Investigation of microbial contamination in meal-kit products purchased via online shopping. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **54**, 235-240 (2022).
6. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2016, Guidelines on standard procedures for preparing analysis method. Cheongju, Korea, pp. 1-16.
7. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS), 2017, Analytical Manual for Pesticide Residues in Foods, 5th ED., Cheongju, Korea, pp. 78-82.
8. Codex Alimentarius Commission (CAC), (2023, 3, 5). CAC/GL 40-1993 Guidelines on good laboratory practice in pesticideresidue analysis. Retrieved from https://www.yumpu.com/en/document/view/12327508/guidelines-on-good-laboratory-practice-in-residue-analysis-codex-
9. Park, B.K., Kwon, S.H., Yeom, M.S., Han, S.Y., Kang, M.J., Joo, K.S., Heo, M.J., Kwon, M.J., A safety survey of pesticide residues on agricultural products marketed in Incheon from 2019 to 2021. *J. Food Hyg. Saf*., **37**, 249-259 (2022).
10. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, May 20). Pesticide and Veterinaty Drugs information. Available from http://residue.foodsafetykorea.go.kr/prd/info
11. Kim, D.K., Kim, S.H., Kim, S.H., Choi, J.S., Kim, H.J., Kim, Y.M., A research on the residual pesticide content of dried agricultural products from Ulsan. *J. Food Hyg. Saf*., **37**, 238-248 (2022).
12. Boo, K.H., Residual characteristics of insecticide dinotefuran in asparagus under greenhouse condition. *JKAIS*, **19**, 375-381 (2018).
13. Seo, E.K., Kim, T.K., Hong, S.M., Kwon, H.Y., Gwon, J.H., Cho, N.J., Residual characteristics of a systemic insecticide flonicamid and its metabolites in sweet pepper. *Korean J. Pestic. Sci.,* **18**, 228-235 (2014).
14. Choi, J.S., Cho, B.H., Suk, C.S., Lee, J.Y., Hwang, I.C., Residual properties among cucumbers, tomatoes and melons of disinfectants Famoxadone and Metalaxyl-M. *Korean J. Pestic. Sci.,* **4**, 92 (2009).
15. Lee, J.H., Lee, Y.J., Kang, I.H., Kim, D.H., Kang, S.J., An, K.A., Lee, R.K., Suh, S.C., Lee, J.R., Analytical methods of fenpyroximate in herbal medicines. *Korean J. Pestic. Sci.,* **18**, 141-147 (2014).