



잔류농약 안전관리를 위한 농산물 식품 중 잔류분석 시료 분류에 대한 국내외 규정 비교검토

박성연¹ · 김진성¹ · 강남숙² · 배지연^{1,3} · 이지원^{1,4} · 김진호^{1*}

¹경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과, ²식품의약품안전처 부산지방식품의약품안전청 시험분석센터

³식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과,

⁴농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

Review of the Crop Classification Groups for Pesticide Residue Analysis in Raw Agricultural Commodities on International Organizations and the Korean National Regulations

Seong-Yeon Park¹, Jin-Seong Kim¹, Nam-Suk Kang², Ji-Yeon Bae^{1,3}, Jiwon Lee^{1,4}, Jin-Hyo Kim^{1*}

¹Department of Agricultural Chemistry, Institutes of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52727, Republic of Korea

²Center for Food and Drug Analysis, Busan Regional Office of Food and Drug Safety, MFDS, Busan 47537, Republic of Korea

³Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Food Safety Evaluation Department, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Cheongju 28159, MFDS, Republic of Korea

⁴Residual Agrochemical Evaluation Division, Department of Agrofood Safety and Crop Protection, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

(Received on October 14, 2022. Revised on November 2, 2022. Accepted on November 8, 2022)

Abstract Food safety control has become more complex with the increment of international trade of food crops. Pesticides as an intentional contaminant are popularly used toxic chemicals for crop protection and quality control, and these are supervised by food safety control agencies. To keep the residual safety of pesticides in food items, each government has its own strict residue safety regulations, including maximum residue limits (MRLs), preharvest residual limits (PHRL), sampling methods, etc., and these can be different by each government. Thus, a few international organizations, such as CODEX and OECD try to make harmonized regulations for residual pesticides in food items for reducing the food safety burden in international trade. On the pesticide residue regulation in food, the residue is limited to an edible part of a food crop, while the edible part varies in a food item due to the diverse eating culture. Thus, it has been difficult to harmonize the sampling regulations for pesticide residue analysis internationally. Herein, the classification of crops for the residue analysis in food crops was compared between the international organizations (CODEX and OECD), EU, and Korean national organizations (MFDS and RDA). CODEX and OECD guidelines for the analytical sampling methods were harmonized recently, and the regulations of the EU and the Korean governments were similar to those of OECD broadly. But the specific rules and the definition of food commodity groups differed slightly in each organization.

Key words Pesticide residue, Sampling regulation, Food commodity, International harmonization, Edible part, Food crop

*Corresponding author
E-mail: jhkim75@gnu.ac.kr

서론

현대의 상업적 농작물 생산에서 농약은 병해충 방제와 잡초의 제거, 생산작물의 품질향상 및 수확시기 조절을 위해 없어서는 안 될 필수 농자재이다(Azabagaoglu et al., 2007, Birinci and Uzundumlu, 2009, Horvath et al., 2013, Cha et al., 2014, Dagistan et al., 2015, AL-Zaidi et al., 2019). 하지만, 식물호르몬 등 안전성 우려가 없는 일부 성분을 제외하면, 대부분 농약 성분은 일정 수준이상의 환경독성 및 인축독성이 있으며(Hyne et al., 2009, Armes et al., 2011, Jiang et al., 2014, Budzinski and Couderchet, 2018, Centner, 2021, Choi et al., 2021, Jayasiri et al., 2022, Kim et al., 2022), 이로 인해 우리나라를 포함한 각 국 정부기관은 농식품 안전관리 규제기관과 농약 등록기관을 통해 농약을 의도적오염물질(intentional contaminants)로 규정하고, 농약의 등록 단계에서부터 인축 및 환경독성과 농산물 중 잔류성, 농작업자 노출안전 문제 등을 고려하여 등록심사하고 있으며, 등록된 농약에 대해서는 그 사용법과 농산물 중 잔류안전관리에 관한 사항 등을 엄격히 규정하고 있다(Boone et al., 2014, Ambrus and Yang 2016, Brancato et al., 2017, Ko et al., 2018, Choi et al., 2022, Eapen et al., 2022, Lee et al., 2022, Oh et al., 2022).

특히, 식물성 식품의 원료인 농산물에 병해충 방제와 품질관리 목적으로 사용되어 잔류하고 있는 농약은 다양한 형태의 식품으로 가공되어 식이섭취를 통해 노출 될 수 있기 때문에, 농산물 중 농약의 잔류량을 평가하고 이를 기반으로 한 최대잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)의 설정과 생산 및 유통단계 농산물에 대한 안전관리 모니터링 실시는 잔류농약 위해관리를 위해 반드시 수행되어야 한다(CODEX 2022a, Eun et al., 2006, Winter and Jara, 2015, Ambrus and Yang, 2016, Lee et al., 2021, Mahdavi et al., 2022).

농산물 중 잔류농약은 농약의 등록 심사단계에서부터 소비자가 직접 섭취하는 가식부를 중심으로 잔류량을 평가하고 있으며, 이를 토대로 농산물 가식부에 대한 MRL을 설정하고 이에 적합한 잔류분석법을 개발하여 안전관리에 적용하고 있다. 가식부에 대한 정의를 분명히 하고자, 농약 등록 심사기관인 농촌진흥청(Rural Development Administration, RDA)과 유통농산물의 안전관리 책임기관인 식품의약품안전처(Ministry of Food and Drug Safety, MFDS)에서는 국내 생산량이나 수입 유통량이 많은 주요 농산물인 경우 개별작물에 대해 가식부위를 규정하고 있으며, 개별 작물 기준이 없는 경우 유사작물군의 가식부 규정을 통하여 정의하고 있다(MFDS 2022, RDA 2022).

이와 함께, 잔류분석을 위한 시료채취 및 선정 규칙에 대한 절차적 정당성과 기술적 적합성을 확보하기 위해 잔류농

약 안전관리 규정에는 가식부에 대한 정의 외에도 시험분석 절차상의 통계학적인 오차와 실험적 오차에 의한 잔류시험 성적의 오류를 보완하고 참값에 근접하기 위해 잔류농약 시험 시료 선정에 대한 표본집단의 수와 크기 등을 제시하고 있다(MFDS 2022, RDA 2022).

식용 작물에 대한 분류는 유전적, 재배학적, 영양학적 특성에 따라 각각의 전공영역에서 달리 분류할 수 있으나, 잔류농약의 안전관리 측면에서 작물분류는 영양학적 관점에서 섭취량과 섭취형태 등을 고려해야 하며, 재배학적 관점에서 병해충 방제와 농약사용에 따른 작물별 잔류특성을 고려하여 결정되어야 한다. 이에 따라, 우리나라와 외국기관 간의 유사작물 분류가 다를 수 있으며, 가식부의 정의 또한 차이가 있을 수 있다. 또한, 잔류농약 분석대상 시료취급시 절차적 편의성 등을 고려하여 농산물 중 잔류농약 분석부위는 가식부 외의 부분이 포함되기도 한다(CODEX 2022b, EU 2008, EU 2019, FAO 2009, OECD 2021). 따라서, 농산물에 대한 유사작물 분류와 잔류농약 분석 대상 표본시료의 분석부위에 대한 정의의 차이로 인해 개별 공인시험기관에서 수행된 Good Laboratory Practice (GLP) 잔류시험성적이 국가간 혹은 국내 기관간 상호인정 받기 어려울 수 있다(EU 2008, FSAI 2009, MAC 2008, MFDS 2022). 즉, 개별국의 특성화된 안전관리 기준만으로는 범지구적 생산체계와 자유무역 중심의 상업경제 질서가 구축된 지금의 농식품 산업에서의 잔류농약에 대한 안전 확보가 어렵다. 이에 따라, The United Nations (UN)산하의 The Food and Agriculture Organization (FAO)와 World Health Organization (WHO)에서 주관하는 The Codex Alimentarius Commission (CODEX)와 The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)를 중심으로 잔류농약등 위해물질 안전관리에 관한 국제공조화와 자국의 생산 농산물 등 수출입농산물에 대한 안전 관리체계 구축을 포함한 무역질서의 확립을 위해 국제규범을 마련해 두고 있다(CODEX 2022a, CODEX 2022b, OECD 2021). 하지만, 농식품 중 잔류농약 안전관리에 관한 국내규정과 국제규범 사이의 상세규정이 항상 일치하지 않으며, 이에 따라, 본 연구에서는 농식품의 잔류농약 시험법 중 분석시료의 선정기준에 대해 국제기구인 CODEX, OECD와 유럽연합(EU)과 국내 기관인 MFDS와 RDA에서 고시한 내용 중 잔류농약 분석의 시료채취에 관한 규정을 비교 분석함으로써, 표본시료 선정의 합리적 규정을 검토하고 잔류농약 안전관리체계의 국제 공조화를 위한 내용을 분석하였다.

농약 잔류허용기준 적용 작물의 기준그룹

식용 농산물 중 잔류농약의 분석부위에 대한 정의는 개별 식용작물을 대상으로 일부 규정이 마련되어 있지만, 주요 작물들을 제외하면 대부분의 개별작물들은 유사작물을 중심

으로 소그룹화하고, 새롭게 정의된 소그룹을 중심으로 MRL 설정 등 잔류농약 안전관리를 위한 기준으로 활용하고 있다. 특히, 최근에는 해외 작물의 수입증가 및 소비작물의 다양화와 농약 허용물질 목록관리 제도(postive list system, PLS)의 시행으로 인해 자국내 MRL설정 이전이라도 수입 유통을 위한 절차가 진행되고 있으며, 이에 따라 신규 도입 작물과 국내 생산 소면적 재배작물에 대한 체계적인 안전관리를 위해 유사작물 그룹과 그룹 MRL 설정에 관한 연구도 다양하게 진행되고 있다. 따라서, 유사작물에 대한 분류체계의 이해는 농약의 등록시험과 잔류허용기준 설정 및 적용에 있어 매우 중요하며, 작물의 분류체계에 따라 적용 받는 그룹 MRL과 시료취급 절차가 달라질 수 있어 유사작물의 분류기준에 대해 면밀히 살펴볼 필요가 있다.

CODEX, OECD, MFDS, RDA에서는 농작물을 주요작물 중심으로 곡류, 채소류, 과일류, 견과류 및 종실류, 허브 및 향신식물류 등으로 대분류하고 있으며, 상세하게는 국가기관마다 일부 다르게 분류하고 있다(Table 1) (FAO 2009, CODEX 2022a, OECD 2021, MFDS 2022, RDA 2022). 국제기구인 FAO와 OECD에서 정의하는 과일류는 여러해살이 풀과 나무에서 얻을 수 있는 식용열매로 정의하고 있

며, 과일류는 감귤류, 인과류, 핵과류, 장과류, 식용껍질 열대과일류, 비식용껍질 열대과일류 등으로 소분류하여 구분하고 있다. 2009년 FAO에서 규정한 열대과일류(Assorted fruits)에 대한 분류명칭은 최근 OECD와 동일한 명칭인 “Assorted tropical and sub-tropical fruits”로 변경되는 등 적절한 분류기준의 국제 공조화를 위한 노력들이 꾸준히 진행되고 있다. 이와 달리 EU는 열대과일류 그룹을 두지 않고 “Miscellaneous fruits”에서 품목별로 규정하고 있었다.

채소류는 한두해살이 풀에서 얻을 수 있는 식용원료로 정의하고 있으며, 섭취부위에 따라 엽채소류, 줄기채소류(엽경채류), 뿌리채소류, 열매채소류로 나눌 수 있고, 보다 상세하게는 OECD와 FAO등 국제기구에서 조금 다르게 구분하고 있다. 이들 기구에서 채소류는 현재 알뿌리채소류, 십자화과 채소류(Brassica), 엽채소류, 콩과채소류, 뿌리 및 덩이줄기 채소류, 줄기채소류, 건조두류, 박과 과채류, 박과 이외의 과채류를 분류 체계로 통일하여 사용하고 있으나, 과거 FAO는 박과 과채류로 분류된 현재의 분류를 대신하여 ‘식용껍질 과채류’와 ‘비식용껍질 과채류’로 분류하였고, 엽경채류에 대해 “Stem vegetables”로 분류하였으나, 최근OECD 및 MFDS와 동일한 명칭인 “Stalk and stem vegetables”로 개

Table 1. Comparison of the classification group for agricultural commodities on EU, FAO, OECD, and MFDS

Category ^{a)}	FAO-CODEX	OECD	EU	MFDS
Vegetables	Root and tuber, Bulb, Leafy (including Brassica leafy), Brassica (Head cabbage, flowerhead), Stalk and stem, Legume, Fruiting (Cucurbits), Fruiting (other than Cucurbits) ^{c)} , Pulses, Others	Root and tuber, Bulb, Brassica (except Brassica leafy), Fruiting (Cucurbits), Fruiting (other than Cucurbits), Leafy (including Brassica leafy), Legume, Stalk and stem, Pulses, Edible fungi	Root and tuber, Bulb, Fruiting, Brassica, Leafy vegetables and fresh herb, Legume, Stem, Fungi, Seaweeds, Pulses ^{b)}	Beans ^{b)} , Potatoes ^{b)} , Flowerhead brassica, Leafy, Root and tuber, Stalk and stem, Fruiting (Cucurbits), Fruiting (other than Cucurbits), Mushrooms ^{b)} , Algae ^{b)}
Fruits	Citrus, Pome, Stone, Berries and other small fruits, Assorted tropical and sub-tropical fruits (Edible peel), Assorted tropical and sub-tropical fruits (Inedible peel), Others	Citrus, Pome, Stone, Berries and other small fruits, Assorted tropical and sub-tropical fruits (Edible peel), Assorted tropical and sub-tropical fruits (Inedible peel)	Citrus, Tree nuts, Pome, Stone, Berries and small fruits, Miscellaneous (Edible peel, Inedible peel-small, Inedible peel-large)	Citrus, Berries and other small fruits, Pome, Stone, Assorted tropical and sub-tropical fruits
Grasses	Cereal grains, Grasses for sugar or syrup production	Cereal grains, Grasses for sugar or syrup production	Cereals, Sugar plants ^{b)}	Cereal grains
Herb and Spices	Herbs, Spices	Herbs, Spices, Teas, Dried herbs	Tea, Coffee, Herbal infusions and Cocoa, Spices ^{b)}	Herbs, Spices, Tea leaves ^{b)}
Nuts and seeds ^{d)}	Nuts (Whole in shell), Seed for beverages and sweets, Tree nuts, Oilseed	Tree nuts, Seed for beverages and sweets, Oilseeds and oil fruits	Oilseeds, Oilfruits	Peanut or nuts, Oilseeds, Seed for beverages and sweets
Others unspecified		Tree sap	Hops	Hops, Other plants ^{e)}

^{a)} The main category was classified based on the FAO-CODEX manual.
^{b)} It was classified separately as a category, not included in the main category.
^{c)} Edible fungi and mushrooms were included.
^{d)} EU has Oil seed and oil fruits as a category instead of this.
^{e)} Sweet sorghum and sugar cane for sugar or syrup production were included.

정하였으며, 버섯에 대한 규정도 최근 CODEX 분류체계에 Mushroom과 Edible fungi로 구분하여 박과 이외의 과채류로 분류하고 있다. 이와 달리, OECD는 버섯류에 대해 Edible fungi를 Mushroom과 구분하지 않고 과채류와 구분되는 개별 분류체계로 되어 있었다.

곡류는 주로 녹말로 구성되어 있고, 인류가 가장 흔히 섭취하는 입상열매이며, 설탕 및 시럽생산 작물은 당분이 많이 함유되어 있어 설탕생산을 목적으로 재배하는 작물로 단수수수와 사탕수수 등이 있으며, 유지종실류는 종자가 결실되는 류의 식물로 기름을 생산할 수 있으며, 유지종자와 유지과일류 등으로 구분할 수 있다. 국제기구에서 이들 작물군을 따로 분류하고 있으며, CODEX는 초분류내 곡류와 설탕 및 시럽생산 작물을 분류하고 있었고, 견과 종실류내 견과류, 유지종자류와 음료 및 감미종실류를 개별 목록으로 세분하고 있었다. 이와 달리, OECD는 이들을 소분류로 묶지 않고 개별 분류체계로 관리하고 있었다. 이들 중 음료 및 감미종실류내 포함된 카카오원두와 커피원두를 과거 FAO는 열대종자류(Tropical seeds)로 분류 표기하였으나, 최근 OECD 및 MFDS와 동일한 음료 및 감미종실류(Seed for beverages and sweets)로 명칭을 변경하였다.

이외에도 CODEX는 허브류와 향신료에 대한 소분류 체계내 허브류와 향신료류를 구분하고 있었다. 또한, 최근 개정된 분류체계내 차류(Teas)에 대한 분류가 없어졌다. 반면, EU는 ‘차, 커피, 허브류 및 코코아’를 하나의 소분류로 구분한 뒤 차류(Tea), 커피콩류(Coffee beans), 건조 허브류(Herbal infusions, dried), 코코아류(Cocoa), 캐롭(Carob)으로 세분류하고 있다. 나무 수액류에 대한 분류는 OECD 규정에만 있었으며, 조류(Algae, Seaweeds)에 대한 규정은 FAO와 OECD 등 국제기구에는 없었으며, 우리나라와 EU 등 개별국에만 존재하였다. 이들 국제기구에서는 식용 작물 외에도 사료작물에 대한 분류가 있으나, 본 연구에서는 식용작물에 대한

잔류농약 분석시료 규정에 대해 보다 면밀히 검토하고자, 사료작물 등 비식용 작물과 동물성 식품에 대한 잔류농약시료 분석규정은 비교대상에서 제외하였다.

국제기구와 우리나라의 작물분류 비교해보면, 전반적으로 우리나라 MFDS의 작물분류 체계는 OECD 분류 체계와 매우 유사하였다. 다만, 딸기의 경우 FAO, OECD, MFDS에서는 장과류(Berries and other small fruits)로 분류하여 관리하고 있었으나, RDA는 「농약 및 원제의 등록기준-[별표14] 작물잔류성 시험의 기준 및 방법」의 ‘14-7. 시료채취’에서는 과채류로, ‘14-12. 대표작물 시험’에서는 과일류 중 장과류로 분류하고 있었다. 이에 대해서는 국제기구 규정 및 MFDS 규정을 검토하여 통일된 분류로 개정되어야 할 것이다. 또한, 우리나라 MFDS는 「식품의 기준 및 규격」의 제2. 3. 7) 농약의 잔류허용기준에서 근채류의 지상부이면서 식용으로 사용되는 무청(열무 포함)은 엽채류로 분류하고 있었고, 서류인 고구마의 줄기 등은 엽경채류로 분류하여 잔류농약 안전관리 기준을 적용하고 있었다. 또한, 풋콩, 풋마늘 등 미숙단계에서 수확하여 식용으로 사용되는 작물에 대해서도 별도 분류 규정을 두어 관리하고 있었다. 이와 같이 국제기구의 식용작물 분류체계와 개별국의 분류체계는 상세하게는 일부 다른 점이 있으나, 용어의 정의 및 소분류 체계에서 합리적인 국제 공조화를 위한 방향으로 끊임없이 개정이 이루어 지고 있었다.

농산물 소분류에 따른 국제기구의 잔류농약 분석 시료 부위 비교

잔류농약 분석 등 식품안전관리의 목적으로 OECD와 FAO 등 국제기구에서 규정하고 있는 농산물의 시료 채취 규정에 대해 자료를 수집하고 조사하였으며, 잔류농약 분석을 위한 농산물의 시료분석 부위에 따라 농작물을 소분류하면 Table 2와 같았다(EU 2008, FAO 2009, EU 2019, Codex

Table 2. The general test guideline for sampling part of agricultural commodities for the pesticide residue analysis by EU, CODEX, and OECD

Sampling part to be analyzed	Agricultural commodity
Whole commodity	Legume vegetables, Citrus fruits, Assorted tropical and subtropical fruits (edible and inedible peels), Cereal grains, Oilseeds ^{a)} , Seeds for beverages and sweets, Herbs, Spices, Teas, Grasses for sugar or syrup production, Tree saps, Pulses
Whole commodity after removing stems or crown	Fruiting vegetables (including cucurbits and other than cucurbits), Pome fruits, Miscellaneous fruit ^{b)}
Whole commodity after removing tops	Root and tuber vegetables
Whole commodity after removal of the shell	Tree nuts
Whole commodity after removal of stems and stones	Stone fruits
Whole commodity after removal of caps and stems	Berries and other small fruits
Whole commodity after removal of obviously decomposed or withered leaves, root and adhering soil (medium)	Leafy vegetables, Brassica (leafy) vegetables, Stalk and stems vegetables, Seaweeds, Bulb vegetables, Edible fungi

^{a)}EU guided to MRL apply with “whole product after removal of shell, stone and husk when possible”. ^{b)} EU only.

2022b, OECD 2021). 잔류농약 분석 시료부위가 수확농산물 전체인 농작물군은 콩과작물류, 감귤류, 열대과일류(식용 및 비식용껍질류 포함), 곡류, 유지종자류, 허브 및 향신료류, 음료 및 감미중실류, 나무수액류 등이었고, 엽채소류(십자화과 채소류 포함) 및 엽경채류는 토양과 뿌리, 낙엽이 지거나 상한 잎을 제외한 전체를 사용하도록 규정하고 있다.

이와 달리, 과채류 전체와 인과류, 장과류는 수확 및 유통 농산물 중 줄기나 꼭지 및 꽃받침을 제거한 후 분석 시료부위로 사용하도록 정의하고 있었다. 핵과류는 줄기와 과실내 핵을 제거한 후 분석시료로 사용해야 하며, 견과류와 콩과작물의 유지종실류는 외피를 제거해야 한다. 뿌리채소류 중 양파, 대파 등 알뿌리채소류(Bulb vegetables)는 흙과 뿌리를 제거한 후 분석시료로 사용하는 반면, 비트, 무, 당근 등 뿌리 및 덩이줄기 채소류(Root and tuber vegetables)는 흙과 지상부를 제외한 부분을 분석시료로 사용하도록 규정하고 있다. EU는 유지종실류의 잔류분석부위를 외피, 핵 등의 제거가 손쉽게 가능한 경우 제거하도록 규정하였으며, 열대과일류는 기타과일류(Miscellaneous fruits)의 규정에서 줄기 혹은 왕관(Crown)을 제외한 전체로 구분하고 있다.

해외 모든 기관은 유사작물 그룹에 공통으로 적용되는 시료채취 규정을 두고 있지만, 개별 농작물의 가식부에 대한 특성이 다른 경우 분석시료 채취기준을 개별적으로 규정하고 있었다. Table 3은 유사작물 그룹내 채취 공통기준을 따르지 않고, 시료분석 부위를 달리 규정한 작물을 나타내었다.

엽경채류로 분류된 아티초크는 가식부가 꽃봉오리이며, 이에 따라 엽경채류에 적용되는 시료채취 규정이 아닌 꽃봉오리를 잔류분석 부위로 사용하며, 대황(Rhubarb)과 아스파라거스는 잎을 제외한 줄기만 분석부위로 규정하고 있다.

또한, 십자화과의 엽채소류로 분류된 콜리플라워, 브로콜리도 아티초크와 같이 꽃봉오리를 섭취하고 있으며 꽃대를 포함한 꽃봉오리를 분석부위로 규정하고 있고, 방울다다기양배추(Brussels sprouts)는 줄기를 따라 달리는 거드랑이눈에 해당하는 결구를 섭취하며, 분석부위는 이 작은 결구로 규정되어 있다. 같은 십자화과 채소류인 콜라비(Kohlrabi)는 지상 줄기부가 부풀어올라 커진 부분을 섭취하며, 이에 따라 잎을 제외한 줄기의 결구부위를 분석부위로 정하고 있다.

장과류에 적용되는 일반 규정은 줄기와 꽃받침을 제외한 과실부위이지만, 커런트(black, red, white currants)는 줄기를 포함하여 분석하는 것으로 규정되어 있다. 열대과일류로서 올리브, 대추야자(Dates), 아보카도, 망고류는 과육내 핵과 줄기를 제외하고 분석시료로 채취해야 하며, 바나나는 꼭지부분을 제외하고, 파인애플은 crown 부분을 제외한 열매부분을 분석부위로 규정하고 있다.

곡류에서는 옥수수 중 단미종 및 풋옥수수용은 겉껍질만 제거한 뒤 속대를 포함한 시료를 사용하도록 하고 있으며, 완숙옥수수 등은 속대까지 제외한 알맹이만 분석시료로 사용하도록 규정하고 있다. 특히 곡류의 경우 CODEX는 별도 규정 없이 전체부위를 분석시료로 사용하도록 규정하고 있으나, OECD는 수확과정에서 쉽게 겉껍질이 제거되는 밀, 수수, 트리티케일, 호밀 등은 껍질을 제외한 알곡만 분석시료로 사용하도록 규정하고 있으며, 쌀, 보리 등 별도의 도정 과정이 필요한 곡류는 껍질을 포함한 전체를 분석부위로 규정하고 있다. 이는 우리나라에서 겉껍질을 제거한 현미 혹은 알곡만을 잔류분석 부위로 규정한 것과 큰 차이가 있다.

이와 함께, 잔류농약 분석을 위한 검체의 무게와 수 등에 대해서도 별도 규정을 두고 있다. 일반적으로 잔류농약 분

Table 3. Specified analyzed part of raw agricultural material for the pesticide residue analysis

Sampling part to be analyzed	EU, CODEX and OECD	Commodity group
Flower head and stems – discarding leaves	Cauliflower, headed broccoli	Brassica leafy vegetables
Buttons only	Brussels sprouts	Brassica leafy vegetables
Tuber-like enlargement of the stem	Kohlrabi	Brassica vegetable
Stems only	Rhubarb, Asparagus	Stem vegetables
Flower head only	Globe artichoke ^{a)}	Stalk and stem vegetables
Whole commodity after removal of stems and stones	Dates, Olives	Assorted fruits (Edible peel)
Whole commodity after removal of crown	Pineapple	Assorted fruits (Inedible peel)
Whole commodity after removal of stone	Avocado, Mangoes	Assorted fruits (Inedible peel)
Whole commodity after removal of crown tissue and stalks	Banana ^{b)}	Assorted fruits (Inedible peel)
Fruit with stems	Currants	Small fruits and berries
Whole in skin	Chestnuts	Tree nuts
Kernels plus cob without husk	Fresh and sweet corns	Cereal grains
Kernels only ^{a)}	Wheat, rye, triticale, maize, sorghum, pearl millet	Cereal grains

^{a)} OECD test guideline only; ^{b)} OECD regulates only pulp

석에 사용되는 농산물 시료는 사용 부위에 해당하는 검체를 혼합 분쇄한 후 균질화해서 사용하도록 규정하고 있으나, 상세하게는 작물의 기준 그룹별 혹은 주요 작물별 검체의 무게와 시료 개체의 수를 특정하고 있다. 간략히 살펴보면, 허브류와 향신료류의 경우 0.2-0.5 kg, 식용버섯은 0.5 kg, 장과류 등 작은 과일류, 십자화과 채소류, 엽채소류, 콩과작물류, 곡류, 견과류, 유지과일류, 음료 및 감미중실류의 경우 0.5-1 kg, 이외의 작물은 2 kg의 시료를 취하도록 최소 무게 규정을 두고 있고, 이와 함께 시료 수에 대한 하한 규정을 함께 두고 있다(FAO 2009, OECD 2021, MFDS 2022, RDA 2022).

잔류농약 분석 표본 선정 이후 농식품에 대한 정량적 분석은 최근 기기분석학적 기술의 비약적 발전에 힘입어 triple quadrupole mass spectrometer (TQMS)를 사용하여 quick, easy, cheap, effective, rugged, safe (QuEChERS) 추출법을 적용한 다성분 동시분석법이 여러 나라의 공인 시험분석법으로 보급되고 있다(Park et al., 2011, Srivastava et al., 2011, Kowalski et al., 2012, Restrepo et al., 2014, Niell et al., 2015, Abdallah et al., 2018, Acosta-Dacal et al., 2021, Bruce-Vanderpuije et al., 2021, Shin et al., 2022, Yildirim and Ciftci, 2022). 이와 같이 최근 분석기술의 비약적인 발전은 농산물과 같은 복잡한 matrix를 갖는 시료에서 특정 농약성분을 선택적이고, 정량적으로 분석할 수 있도록 하였으며, 시료의 표본이 결정된 이후 진행되는 정량분석은 일정 수준의 숙련도만 확보된다면 큰 문제없이 수백 종에 이르는 잔류농약성분을 신속하고 정확하게 정량 할 수 있는 수준에 이르렀다(Kaila et al., 2022, Nguyen et al., 2022, Only, 2022, Oymen et al., 2022, Shin et al., 2022, Wang et al., 2022, Xie et al., 2022, Yildirim and Ciftci, 2022). 따라서, 분석기술에 대한 국제적 수준의 기술과 국제 공조화 등은 상당 수준 기술적 합의를 갖추었다고 볼 수 있다.

국내외 잔류농약 안전관리 기관의 농산물 중 잔류농약 분석 시료부위

앞서 살펴본 바와 같이, 국내외 기관 모두 전체 개별 작물에 대해 시료채취 기준과 방법을 개별적으로 상세하게 규정하고 있지는 않지만, 주요작물에 대해서는 상세규정을 별도로 두고 있고, 우리나라의 시료채취 규정이 CODEX나 OECD에서 규정된 내용과 크게 다르지 않았다(Table 4). 다만, 일부 작물에 한하여 각 기관별 잔류농약 분석 시료부위에 대한 규정 차이가 있었다.

과일류 중 바나나에 적용되는 시료 분석부위 기준을 보면, MFDS와 CODEX, EU 등은 껍질을 포함하도록 규정한 반면, OECD는 과육만을 시료분석 부위로 채택하고 있고, 감에 대해 MFDS에서는 꽃받침과 씨를 제거한 분석부위를 채택하고 있는 반면, CODEX와 OECD는 별도의 규정을 두지

않고 있다.

MFDS는 채소류 중 엽채류로 분류되는 배추, 양배추, 상추, 양상추의 경우 변질일과 함께 심을 제거하도록 규정하고 있으며, 과채류인 고추, 토마토, 피망, 가지의 경우 받침을 제거하도록 규정하고 있다. 반면, CODEX와 OECD는 엽채류의 경우 변질된 부위를 제외한 전체를 분석부위로 하고, 과채류는 줄기를 제외한 전체를 분석부위로 규정하고 있다. 또한, 콩과작물류에 대해 MFDS는 깍지를 제거하도록 별도 규정을 두고 있으며, 콩과작물 중 꼬투리가 포함된 그린빈, 대두, 스냅빈, 완두 등은 풋콩으로 세분류한 뒤 이를 박과 이외의 과채류로 소분류하고 잔류분석 부위는 가식부로 꼬투리를 포함하도록 규정하고 있다. 이와 달리, 국제기구들은 콩과작물류 전체에 대해 깍지를 포함하도록 규정하고 있다. 그리고, 우리나라는 쌀, 보리, 밀 등 주요 곡류에 대해 탈각한 전체를 분석부위로 규정하고 있으나, CODEX는 전체 부위를, OECD는 밀, 호밀, 옥수수, 수수, 기장 등 탈각이 용이한 작물은 탈각한 전체부위를 사용하며, 탈각이 용이하지 않은 쌀, 귀리, 보리 등은 전체를 분석부위로 사용하도록 규정하고 있다.

또한, MFDS는 옥수수의 경우 OECD, CODEX와 달리 종의 구분없이 모두 포엽, 수염 및 이삭속을 제거한 것을 분석부위로 사용하도록 규정하고 있고, 유지종실류인 해바라기씨와 면실은 외피를 제거하도록 규정하고 있으며, 카카오 원두의 경우 내피를 제거한 종자로 규정하고 있는 것이 국제기구와 다르다.

국내 농약 안전관리기관간 시료분석부위 규정 비교

농산물 식품 중 잔류농약 분석부위에 관한 일반 기준은 가식부로 정의할 수 있고, MFDS에서 규정한 농약의 잔류 시험 시료채취에 관한 상세규정은 식품공전 제8. 일반시험법의 7절 식품 중 잔류농약시험법 중 7.1.1. 일반원칙의 ‘가. 검체의 처리’를 따르며, RDA는 농약 및 원제의 등록기준에 관한 고시 별표14의 “작물잔류성 시험의 기준 및 방법”에서 정하는 바에 따른다. 농작물 중 잔류농약 안전관리를 위한 국내 기관 간의 시료채취 규정에 대한 검토는 MFDS와 RDA의 고시기준을 따랐으며, Table 4에 나타낸 것과 같이 옥수수와 감, 배추 등 결구채소류, 약용작물에 대한 규정을 제외하면 두기관의 규정은 표시문구에 대한 차이만 일부 있을 뿐 크게 다르지 않았다. 옥수수의 경우 RDA는 풋옥수수와 완숙옥수수에 대해 시료채취 부위를 구분하여 정의하고 있으며, 풋옥수수는 포엽과 수염을 제외한 이삭속(심)과 알곡을 포함하여 분석하도록 규정하였고, 완숙옥수수는 포엽과 이삭속을 제거한 알곡만 채취시료로 규정하고 있는 것과 달리, MFDS는 RDA에서 정한 완숙옥수수 기준으로만 규정하고 있다. 감의 경우에도 MFDS는 씨를 제외하도록 규정한 반면, RDA는 꼭지만 제외한 전체를 잔류분석 시료부위

Table 4. The sampling regulation of MFDS and RDA for the pesticide residue analysis

	MFDS	RDA
Cereal grains	Whole commodity after removal of husk	
Unmatured corn (Fresh)	Only Kernels	Kernels plus cob without husk
Matured corn	Only Kernels	
Fruiting vegetables	Whole commodity after removal of caps and stems	
Leafy vegetables	Whole commodity after removal of obviously decomposed or withered leaves	
Broccoli, cauliflower	Flower head and stems – discarding leaves	
Green onion ^{a)}	Whole commodity after removal of root and withered leaves	
Cabbage, Kimchi cabbage, lettuce, cabbage lettuce	Whole commodity after removal of root, withered leaves, and core stem	Whole commodity after removal of root and withered leaves
Legume vegetables	Whole commodity after removal of pods	
Unmatured beans (Fresh) ^{b)}	Whole commodity including pods	
Root vegetables	Whole commodity after removal of top	
Garlic	Whole commodity after removal of root and parchment skin	
Root and tuber vegetables	Whole commodity after removal of top	
Ginseng	Whole commodity after removal of top	
Fruits	Whole commodity after removal of stems	
Persimmon	Whole commodity after removal of caps and seed	Whole commodity after removal of caps
Peach, Apricot, Plum, Cherry ^{c)}	Whole commodity after removal of stone	
Citrus ^{d)}	Whole commodity	
Oilseeds	Whole commodity	
Sunflower, Cotton	Whole commodity after removal of shell	- ^{e)}
Edible Mushrooms	Edible part	Head and stem
Teas (dry)	Whole commodity	
Herbal medicines		
Using fruits	- ^{e)}	Fruits only
Using roots	- ^{e)}	Whole commodity after removal of top

a) It was classified as stalk and stem vegetables separately in the MFDS classification group, but not in the RDA. b) MFDS classified the un-matured beans as fruiting vegetables (other than cucurbits), whereas RDA classified them as legume vegetables. c) unspecified it. d) RDA described tangerine only, not all citrus.

로 규정한 점이 차이가 있었다. 또한, 배추, 양배추, 상추, 양상추의 경우 MFDS는 바깥의 변질된 잎과 심을 제거한 부위를 분석부위로 규정하고 있으나, RDA는 변질된 잎을 제외한 전체를 분석부위로 규정하고 있었다. 식용버섯의 경우 RDA는 갓과 줄기로 규정하고 있으며, MFDS는 가식부분으로 정의하고 있었다. 약용작물은 RDA는 농산물로 분류하여 관리대상에 포함되었지만, MFDS는 생약으로 분류하고, 약사법 관리를 받는 ‘대한민국 약전’의 규정을 따르고 있어 농산물의 분류체계에 포함되어 있지 않다.

결론

농식품 중 잔류농약 등 잔류물질에 대한 분석 기준의 체계적인 규격화와 국제 공조화는 각국의 잔류허용기준 설정과 농산물에 대한 Import tolerance (IT) 설정에 있어 매우

중요한 가치를 갖는다. 특히, 잔류물질 분석을 위한 시료채취 기준은 이후 진행되는 기기분석학적 특성과 달리 위해성과 연결된 가식부 표본 집단에 대한 규정이라는 중요성을 갖는다. 하지만, 여러 국가에서 생산되는 작물의 다양성과 이들의 섭취문화 차이에 따른 가식부의 정의가 다른 상황을 고려하면, 모든 작물에 대해 통일된 작물별 시료채취 기준을 상세 규정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그러므로 주요작물에 한해서라도 국제기구를 통해 시료채취 기준의 합의를 도출하는 것은 국가간 무역을 돕고, 잔류농약 분석법의 기술적 요인에 따른 농식품의 수출입간 발생가능한 문제를 사전예방하기 위해 필요하다. 이에 따라 CODEX 및 OECD는 각 개별국에서 정의된 가식부와 잔류분석을 위한 시료채취 기준 등을 검토하여 국가간 공통된 규범을 만들고자 노력하고 있다. 이와 발맞추어 개별국가에서도 잔류농약 분석을 위한 시료채취 기준에 관해 개선 논의가 필요한 부분은 합

리적인 논의과정과 절차를 거쳐 수정보완해 가야 할 것이다. 국제기구에서 규정한 시료채취 기준과 다른 국내 규정을 적용받는 쌀, 보리 등 주요 곡류와 내피 혹은 외피를 제거해야 하는 카카오원두, 해바라기씨 및 면실류 등과 심을 제거해야 하는 십자화과 작물 등은 국내에서 시험된 작물잔류성 시험결과를 토대로 외국에 대한 IT설정 신청이 어려울 수 있으며, 이는 외국 기관에서 시험한 잔류성 자료를 통한 국내 IT 신청시에도 적용될 수 있다. 따라서, CODEX, OECD 등 국제기구의 시료채취 규정과 국내 잔류농약 시험에 적용되는 시료채취 규정을 보다 면밀히 분석하고 필요한 경우, 관련 규정을 일치시켜 나가는 노력이 필요할 것이다.

Acknowledgments

본 연구는 “2022년도 농촌진흥청 공동연구사업(PJ016834 052022)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

Author Information and Contribution

Seong-Yeon Park, Department of Agricultural Chemistry, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, student, <https://orcid.org/0000-0002-2067-4227>

Jin-Seong Kim, Department of Agricultural Chemistry, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, student, <https://orcid.org/0000-0001-5154-2561>

Nam-Suk Kang, Center for Food and Drug Analysis, Busan Regional Office of Food and Drug Safety, MFDS, Researcher

Ji-Yeon Bae, Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Food Safety Evaluation Department, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-4872-9143>

Jiwon Lee, Residual Agrochemical Evaluation Division, Department of Agro-food Safety and Crop Protection Division, National Institute of Agricultural Sciences, Researcher

Jin-Hyo Kim, Department of Agricultural Chemistry, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0341-7085>

Disclosure of potential conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Literature cited

- Abdallah OI, Alamer SS, Alrasheed AM, 2018. Monitoring pesticide residues in dates marketed in Al-Qassim, Saudi Arabia using a QuEChERS methodology and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Biomed. Chromatogr.* 32(6):e4199. doi.org/10.1002/bmc.4199
- Acosta-Dacal A, Rial-Berriel C, Diaz-Diaz R, Bernal-Suarez MD, Luzardo OP, 2021. Optimization and validation of a QuEChERS-based method for the simultaneous environmental monitoring of 218 pesticide residues in clay loam soil. *Sci. Total Environ.* 753:142015.
- AL-Zaidi AA, Baig MB, Muneer SE, Hussain SM, Aldosari FO, 2019. Farmers' level of knowledge on the usage of pesticides and their effects on health and environment in northern pakistan. *J. Anim. Plant Sci.* 29:1501-1515.
- Ambrus A, Yang YZ, 2016. Global harmonization of maximum residue limits for pesticides. *J. Agric. Food Chem.* 64(1):30-35.
- Armes MN, Liew Z, Wang A, Wu XM, Bennett DH, et al., 2011. Residential pesticide usage in older adults residing in central California. *Int. J. Environ. Research Public Health* 8(8):3114-3133.
- Azabagaoglu M, Kubas A, Hurma H, Yilmaz F, 2007. Producers' pesticide usage knowledge and purchase behaviour in Turkey at the EU extension process. *J. Environ. Prot. Ecol.* 8(2):241-248.
- Birinci A, Uzundumlu AS, 2009. An assessment of producer's approach to agricultural pesticide usage in potato production: A case study in Erzurum, Turkey. *Sci. Res. Essays* 4(11): 1225-1228.
- Boone MD, Bishop CA, Boswell LA, Brodman RD, Burger J, et al., 2014. Pesticide regulation amid the influence of industry. *Bioscience* 64(10):917-922.
- Brancato A, Brocca D, Erdos Z, Ferreira L, Greco L, et al., 2017. Reporting data on pesticide residues in food and feed according to Regulation (EC) No 396/2005 (2016 data collection). *EFSA J.* 15(5):e4792. DOI 10.2903/j.efsa.2017.4792
- Bruce-Vanderpuije P, Megson D, Ryu SH, Choi G-H, Park S-W, et al., 2021. A comparison of the effectiveness of QuEChERS, FaPEX and a modified QuEChERS method on the determination of organochlorine pesticides in ginseng. *PLoS ONE* 16(1):e0246108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246108>
- Budzinski H, Couderchet M, 2018. Environmental and human health issues related to pesticides: from usage and environmental fate to impact. *Environ Sci. Pollut. Res.* 25:14277-

- 14279.
- Centner TJ, 2021. Pesticide usage is compromising people's health in the united states: ideas for reducing damages. *Agriculture* 11(6):486.
- Cha ES, Jeong M, Lee WJ, 2014. Agricultural pesticide usage and prioritization in South Korea. *J. Agromedicine* 19(3): 281-293.
- Choi GH, Lee DY, Bruce-Vanderpuije P, Song AR, Lee HS, et al., 2021. Environmental and dietary exposure of perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid in the Nakdong River, Korea. *Environ. Geochem. Health.* 43:347-360.
- Choi GH, Lee DY, Song AR, Moon BY, Kim JH, 2022. The dietary risk assessment of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorosulfonic acid (PFOS) in the root crops from the survey of the residue in agricultural soil and the crops. *Appl. Biol. Chem.* 65:60. <https://doi.org/10.1186/s13765-022-00728-4>
- Codex, 2022a. Commodity Categories, Pesticide database, Codex online database, Codex Alimentarius. Website available: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities/en/>, accessed on 2022.10.04.
- Codex, 2022b. Pesticide index, Pesticide database, Codex online database, Codex Alimentarius. Website available: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/en/>, accessed on 2022.10.05.
- Dagistan E, Demirtas B, Tapki N, Uremis I, Arslan M, 2015. Economic analyses of pesticide usage on red peppers (*Capsicum*) in Hatay Province in Turkey and determination of production cost. *Custos E Agronegocio on Line* 11:56-65.
- Eapen SJ, Thomas L, Praveena R, Kumar CMS, 2022. Pesticide regulation policy and global food safety for Indian spices. *J. Consumer Prot. Food Safety.* <https://doi.org/10.1007/s00003-022-01387-9>
- Eun H, Arao T, Hokakuso S, Endo S, Ueji M, 2006. Food crop grouping for setting maximum residue limits (MRLs) and facilitating the availability of pesticides for minor crop use - Cucurbit vegetable group (II). *J. Pestic. Sci.* 31:349-355.
- EU, 2019. On data requirements for setting maximum residue levels, comparability of residue trials and extrapolation of residue data on products from plant and animal origin. Technical guidelines (SANTE/2019/12752), Safty of the food chain-pesticide and biocides, European Commission Health and Food Safety Directorate-General. Website available: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-11/pesticides_mrl_guidelines_app-d.pdf, accessed on 2022-10-05.
- EU, 2008. on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC, Regulation (EC) No 396/2005 of the european parliament and of the council. European Union, pp27-46.
- FAO, 2009. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. FAO plant production and protection paper 197, 2nd Edition, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, pp176-182.
- FSAI, 2009. Pesticides in Food, Toxicology factsheet series, Food Safety Authority of Ireland (FSAI). pp 1-6. Website available: <https://www.fsai.ie/workarea/downloadasset.aspx?id=8418>, accessed on 2022.10.05.
- Horvath Z, Ambrus A, Meszaros L, Braun S, 2013. Characterization of distribution of pesticide residues in crop units. *J. Environ. Sci. Health Part B-Pestic. Food Contam. Agric. Wastes* 48(8):615-625.
- Hyne RV, Spolyarich N, Wilson SP, Patra RW, Byrne M, et al., 2009. Distribution of frogs in rice bays within an irrigated agricultural area: links to pesticide usage and farm practices. *Environ. Toxicol. Chem.* 28(6):1255-1265.
- Jayasiri MMJGCN, Yadav S, Propper CR, Kumar V, Dayawansa NDK, 2022. Assessing potential environmental impacts of pesticide usage in paddy ecosystems: A case study in the deduru oya river basin, sri lanka. *Environ. Toxicol. Chem.* 41(2):343-355.
- Jiang XX, Gao LR, Liu GR, Li C, Zheng MH, 2014. A case study on the long-term influence of historical intensive usage of organochlorine pesticides on current ambient air. *Aerosol Air Quality Res.* 14:1047-1054.
- Kaila L, Ketola J, Toivonen M, Loukola O, Hakala K, et al., 2022. Pesticide residues in honeybee-collected pollen: does the EU regulation protect honeybees from pesticides? *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29(12):18225-18244.
- Ko S, Cha ES, Choi Y, Kim J, Kim JH, 2018. The burden of acute pesticide poisoning and pesticide regulation in Korea. *J. Korean Med. Sci.*, 33(31):e208. doi: 10.3346/jkms.2018.33.e208.
- Kowalski J, Cochran J, Thomas J, Misselwitz M, Wittrig R, et al., 2012. Comprehensive pesticide residue monitoring in foods using QuEChERS, LC-MS-MS, and GCxGC-TOFMS. *Lc Gc North America* 32-33.
- Kim JY, Kim JY, Seo SJ, Seo MK, Kim JS, et al., 2022. Selective antibacterial activity of quercetin against *Xanthomonas campestris*. *J. Appl. Biol. Chem.* 65(2):101-105.
- Lee DY, Bae JY, Song YH, Oh KY, Kim YJ, et al., 2022. Residual dissipation pattern and residual safety assessment of dichlorvos and valifenalate in Chinese chives (*Allium tuberosum* R.) under greenhouse condition. *Korean J. Pestic. Sci.* 26(1):34-42.
- Lee DY, Choi GH, Megson D, Oh KY, Choi IW, et al., 2021. Effect of soil organic matter on the plant uptake of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulphonic acid (PFOS) in lettuce on granular activated carbon-applied soil. *Environ. Geochem. Health.* 43:2193-2202.
- Lee HG, Kim MS, Kim JY, Kim HK, Jo HW, et al., 2022. Status

- of pesticide usage on golf courses in Korea and optimal pesticide usage plan. *Sustainability*, 14(9):5489. <https://doi.org/10.3390/su14095489>.
- MAC, 2008. Methods of sampling for the determination of pesticide residues, Thai agricultural standard. National Bureau of Agricultural Commodity and Food standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives (MAC), Thai. Website available: <https://www.acfs.go.th/standard/download/eng/sampling.pdf>, accessed on 2022-10-05
- Mahdavi V, Gordan H, Ramezani S, Khaneghah AM, 2022. National probabilistic risk assessment of newly registered pesticides in agricultural products to propose maximum residue limit (MRL). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29:55311-55320.
- MFDS, 2022. General principle for residual pesticide analysis in food, Food code, Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Website available: https://www.mfds.go.kr/eng/brd/m_15/list.do, accessed on 2022.10.04.
- Nguyen NVT, Nguyen NKH, Huynh NHT, Pham LTT, Kim KH, 2022. Analysis of popular pesticide residues in Mekong Delta vegetables using a modified QuEChERS method and UPLC-MS/MS. *Int. Food Res. J.* 29(2):311-319.
- Niell S, Jesus F, Perez C, Mendoza Y, Diaz R, et al., 2015. QuEChERS adaptability for the analysis of pesticide residues in beehive products seeking the development of an agroecosystem sustainability monitor. *J. Agric. Food Chem.* 63(18):4484-4492.
- OECD, 2021. Test guideline No. 509-Crop field trial, OECD guideline for the testing of chemicals, OECD, pp37-58.
- Oh KY, Lee DY, Song TB, Kim YJ, Kim JH, 2022. Residual dissipation pattern and the safety assessment of tebufenozide and teflubenzuron on black chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *Korean J. Pestic. Sci.* 26(2):95-102.
- Only GA, 2022. Pesticide active substances that do not require a review of the existing maximum residue levels under Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. *Efsa J.* 20:7061. DOI 10.2903/j.efsa.2022.7061.
- Oymen B, Asir S, Turkmen D, Denizli A, 2022. Determination of multi-pesticide residues in honey with a modified QuEChERS procedure followed by LC-MS/MS and GC-MS/MS. *J. Apic. Res.* 61(4):530-542.
- Park JY, Choi JH, Abd El-Aty AM, Kim BM, Oh JH, et al., 2011. Simultaneous multiresidue analysis of 41 pesticide residues in cooked foodstuff using QuEChERS: Comparison with classical method. *Food Chem.* 128(1):241-253.
- RDA, 2022. Attachment 14-Principle and method for pesticide residue in crop, Registration principle of pesticides and active ingredients. Website available: <https://www.law.go.kr/admRu1Sc.do?menuId=5&subMenuId=41&tabMenuId=183&query=%EB%86%8D%EC%95%BD%20%EB%B0%8F%20%EC%9B%90%EC%A0%9C%EC%9D%98#liBgcolor1>, accessed on 2022-10-04.
- Restrepo AR, Ortiz AFG, Ossa DEH, Mesa GAP, 2014. QuEChERS GC-MS validation and monitoring of pesticide residues in different foods in the tomato classification group. *Food Chem.* 158:153-61.
- Shin JM, Choi SJ, Park YH, Kwak B, Ha Moon S, et al., 2022. Comparison of QuEChERS and Liquid-Liquid extraction methods for the simultaneous analysis of pesticide residues using LC-MS/MS. *Food Control* 141:109202.
- Srivastava AK, Trivedi P, Srivastava MK, Lohani M, Srivastava LP, 2011. Monitoring of pesticide residues in market basket samples of vegetable from Lucknow City, India: QuEChERS method. *Environ. Monit. Assess.* 176: 465-472.
- Wang YY, Meng ZJ, Su CY, Fan SF, Li Y, et al., 2022. Rapid screening of 352 pesticide residues in chrysanthemum flower by gas chromatography coupled to Quadrupole-Orbitrap mass spectrometry with Sin-QuEChERS nanocolumn extraction. *J. Anal. Methods Chem* 2022:17. DOI 10.1155/2022/7684432
- Winter CK, Jara EA, 2015. Pesticide food safety standards as companions to tolerances and maximum residue limits. *J. Integr. Agric.* 14(11):2358-2364.
- Xie YJ, Wu XQ, Song YL, Sun YN, Tong KX, et al., 2022. Screening of 258 pesticide residues in silage using modified QuEChERS with liquid- and gas chromatography-quadrupole/orbitrap mass spectrometry. *Agriculture* 12(8):1231.
- Yildirim I, Ciftci U, 2022. Monitoring of pesticide residues in peppers from canakkale (Turkey) public market using QuEChERS method and LC-MS/MS and GC-MS/MS detection. *Environ. Monit. Assess.* 194:570. DOI 10.1007/s10661-022-10253-y

● ●

잔류농약 안전관리를 위한 농산물 식품 중 잔류분석 시료 분류에 대한 국내외 규정 비교검토

박성연¹ · 김진성¹ · 강남숙² · 배지연^{1,3} · 이지원^{1,4} · 김진호^{1*}

¹경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과, ²식품의약품안전처 부산지방식품의약품안전청 시험분석센터
³식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과,
⁴농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

요 약 글로벌 생산체제와 자유무역의 활성화는 농식품의 생산과 소비에서 큰 변화를 가져왔으며, 이에 따라 자국의 생산 농식품을 흔히 접할 수 있게 되었다. 하지만, 나라별 식문화의 차이로 인한 농작물의 섭취형태와 농약 사용법이 너무 다양하여, 의도적오염물질로 분류된 잔류농약의 안전관리를 개별국에서 일률적으로 통제하거나 관리하는 것은 불가능하다. 이에 따라, 여러 국가에서 수출입 물량이 많은 주요 농산물에 대해서 국제기구인 CODEX와 OECD를 통한 1차적인 농식품 안전관리 지침을 마련해두고 있다. 잔류농약 안전관리에는 대상농산물의 분류, 분석 시료의 선정기준과 방법, 분석법과 잔류허용기준 등으로 구분할 수 있고, 이들 각각에 대해 국제공조화를 위한 노력들이 이루어지고 있다. 잔류농약 안전관리의 핵심은 식품 섭취를 통한 노출 안전관리이며, 이를 위해서는 농산물의 가식부에 대한 정의가 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 CODEX, OECD, EU 등 국제기구와 우리나라의 MFDS, RDA에서 규정하고 있는 농산물의 분류와 잔류농약 분석에 사용되는 가식부의 정의를 비교하였다. 국가별 혹은 국제기구별로 식품의 안전관리 측면에서 농작물의 분류와 가식부 분석부위의 정의는 작물의 저장, 유통 및 취급의 편리성 등과 섭취 특성을 고려하여 실제 비가식부라 하더라도 가식부에 포함되기도 하였다. 이에 따라 주요 농산물을 중심으로 순차적인 접근을 통해 시료 분석부위의 정의에 관한 국제공조화 노력이 앞으로 계속 필요한 것으로 판단하였다.

색인어 국제공조화, 잔류농약, 분석시료, 가식부, 국제기구, 농식품분류

