pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 35, No. 5, pp. 452~458 (2020)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.5.452

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

국내 잔류농약 residue definition과 관련된 식이노출의 과소평가

이미경*
안동대학교 식품생명공학과

Underestimation of Dietary Exposure to Pesticide Residues in Relation to Residue Definition in South Korea

Mi-Gyung Lee*
Department of Food Science and Biotechnology, Andong National University, Andong, Korea

(Received August 11, 2020/Revised August 19, 2020/Accepted August 27, 2020)

ABSTRACT - In this study we aimed to find out pesticide types with probability for underestimation of dietary exposure to pesticide residues in Korea by comparing the residue definitions between Korea and Codex standards. In addition, we sought to establish priorities regarding the necessity of review concerning pesticide types and their impacts based on the risk assessment and dietary exposure underestimation. As a result, we found that according to the residue definition information, 44 pesticides have probability for underestimation in terms of dietary exposure assessments. Among them, 24 pesticides have priority for review of dietary exposure underestimation and its impacts on risk assessment, based on the ADI values of pesticides, Korean MRL information and toxicological information of metabolite. The 24 pesticides were as follows: acibensolar-S-methyl, chlorfenapyr, chlorothalonil, cyantraniliprole, cyclaniliprole, cyflumetofen, dithiocarbamates, fenamidone, fenpyroximate, fluazifop-P-butyl, fluopicolide, flupyradifuron, fluxapyroxad, glyphosate, hexythiazox, isoprothiolane, isopyrazam, myclobutanil, penthiopyrad, propiconazole, spinetoram, spiromesifen, spirotetramat, trifloxystrobin. Furthermore, chlorfenapyr, chlorothalonil, dithiocarbamates and fenamidone may have considered a top priority for review due to greater toxicity of metabolite. This study could be of great use for improvement on risk assessment approaches in South Korea regarding pesticide residues in food commodities.

Key words : Pesticide residue, Residue definition, Exposure assessment, Korea

일반적으로 재배기간 동안 사용되었던 농약은 수확한 농산물에 잔류한다. 이러한 잔류농약(pesticide residue)은 사용된 농약성분(pesticide chemical)인 모화합물(parent compound) 뿐만 아니라 대사물질(metabolite), 분해물질(degradates)등의 여러 물질로 구성된다. 이 때문에 잔류농약 규제에서는 식품 및 사료에 대한 농약 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)을 설정할 때 잔류물질의 종류를 명확히 하기 위해 “residue definition”을 설립한다.

식품 및 사료에 대한 잔류농약의 안전관리를 위한 residue definition에는 MRL 운용을 위한 것(residue definition for monitoring/compliance with MRL)과 식이위해성 평가를 위한 것(residue definition for dietary risk assessment)이 있다(이 논문에서는 전자를 RD-MRL, 후자를 RD-DRA로 표기함)[1]. 그 목적에 맞게 RD-MRL은 Good Agricultural Practice (GAP)에 따라 농약이 올바로 사용되었는 지를 확인할 수 있는 잔류물질로 그리고 RD-DRA는 독성학적으로 우려되는 잔류물질로 설립되어야 한다.

국제기구인 Codex Alimentarius Commission (CAC)[2], 유럽연합[3], 미국[4] 등은 그 두 종류의 residue definition을 설립해 운용한다. MRL을 제시할 때 코덱스는 RD-MRL과 RD-DRA을 함께 제시하고 있고 유럽연합과 미국은 RD-MRL 만을 제시하면서 위해성 평가에서는 RD-MRL과 다른 residue definition, 즉 RD-DRA를 사용하고 있다.

국내 식품의약품안전처는 “잔류물의 정의”라는 하나의 residue definition을 제시하고 “잔류물의 정의”에 대해 “기

*Correspondence to: Mi-Gyung Lee, Andong National University, #1375 Gyeongdong–ro, Andong-si, Gyeongbuk 36729, Korea
Tel: +82-54-820-6011, Fax: +82-54-820-6264
Email: leemig@anu.ac.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.

본적으로 모화합물로 관리하며, 위해평가과정에서 독성학적 중요성을 가지는 대사산물을 포함하도록 함"으로 설명한다[5]. 그리고 TMDI(Theoretical Maximum Daily Intake)의 추정[5] 및 유통농산물에 대한 모니터링 자료를 활용하는 위해성 평가[6]에서 그 "잔류물의 정의"에 포함된 물질만을 대상으로 한다. 이런 상황들로 볼 때 국내에서는 하나의 residue definition만을 사용해서 MRL 준수여부를 확인하는 동시에 위해성 평가를 실시하고 있는 것으로 판단된다.

모니터링을 위해서는 잔류물질에 대한 비교적 간단한 분석법이 확보되어야 한다. 그러므로 모니터링에 적합한 잔류물질이 존재할 경우 분석이 복잡하고 까다로운 물질은 독성이 우려되더라도 일반적으로 RD-MRL에 포함시키지 않는다. 그래서 국내와 같이 하나의 residue definition만으로 모니터링과 위해성 평가를 실시할 경우 그러한 독성이 우려되는 물질을 포함하는 위해성 평가가 실시되지 못하게 된다.

농약의 위해성 평가에서는 RD-DRA에 포함된 모든 물질에 대해 그들의 잔류농도를 하나의 값, 즉 "total residue" 농도로 나타내고 이것에 식품섭취량을 곱해서 식이노출량을 추정한 다음 이를 독성기준치인 일일섭취허용량(Acceptable Daily Intake for human, ADI)과 비교하여 위해성을 평가한다. RD-DRA에 포함된 어느 물질을 식이노출 평가에 포함하지 않아 total residue 값이 낮아지게 되면 식이노출이 과소평가되고 이것은 위해성의 과소평가로 나타나게 된다.

이에 본 연구는 식물성 식품에 대한 잔류농약의 국내와 코덱스의 residue definition 비교를 통해 국내에서 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 농약성분을 파악하고자 하였다. 더 나아가 이들 성분 중 식이노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 농약성분을 알아내고자 하였다. 본 연구는 잔류농약에 대한 국내 위해성 평가방법의 개선을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Materials and Methods

검토 자료

국내 residue definition 및 MRL에 대해서는 식품의약품안전처 고시 제-2020-24호[7]와 "농산물의 농약 잔류허용기준" 책자[8]를 참고했다. 코덱스가 사용하는 residue definition 및 ADI와 기타 독성학적 정보에 대해서는 Codex Committee on Pesticide Residues (CCPR) 회의 의제서류[9]와 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) 보고서[10,11]를 참고했다. JMPR에 의해 권고되는 residue definition과 ADI가 CCPR에 의해 사용되고 있으므로 이 논문에서는 코덱스 residue definition, 코덱스 ADI로 표현했다. 본 논문에서 농약성분 및 대사물질 등 화합물의 이름은 보통명, 제조회사 코드 또는 통용되는 축약형으로 표기되었다.

식이노출 과소평가 농약성분 및 우선적 검토 필요 성분의 도출

본 연구는 1-4 단계의 절차에 따라 수행되었다. 1 단계에서는 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 농약성분을 파악하였다. 2-4 단계를 통해서는 식이노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 성분을 도출하였다. 단계별 방법은 다음과 같다.

1 단계: 코덱스 기준이 존재하는 농약성분으로서 코덱스의 RD-MRL과 RD-DRA이 동일하지 않은 농약성분 중에서 국내 MRL이 설정되어 있는 농약성분 리스트를 확보했다. 이들 중 코덱스 RD-DRA에 포함된 대사물질에 대해 국내에서 노출평가가 실시되고 있다고 판단되는 농약성분은 제외되었다.

2 단계: 이 리스트의 농약성분 중 식이노출이 과소평가되더라도 농약성분의 독성이 크지 않아 위해성 증가에 미치는 영향력이 적을 것으로 판단되는 성분을 제외하였다. 독성의 판단기준으로 ADI 값 0.1 mg/kg bw/day이 임의적으로 채택되었다.

3 단계: 식이노출의 과소평가 가능성에도 불구하고 국내 MRL 설정 현황(MRL 및 잠정기준의 수)을 볼 때 위해성 증가에 미치는 영향력이 적을 것으로 판단되는 농약성분을 제외하였다.

4 단계: 이 단계에서는 모화합물에 비해 상대적으로 독성이 강한 대사물질을 노출평가에 포함하지 않아서 노출평가가 매우 과소평가 될 수 있는 농약성분을 파악하였다.

Results and Discussion

국내와 코덱스의 residue definition 비교

1 단계 과정에서 얻은 국내와 코덱스에 MRL이 존재하는 농약성분으로 코덱스의 RD-MRL과 RD-DRA이 동일하지 않은 농약성분은 46종으로 나타났다(Table 1). 이들의 국내 residue definition은 대부분의 농약에서 모화합물이다. 반면에 코덱스는 두 종류의 residue definition, 즉 RD-MRL과 RD-DRA이 있고 이들이 매우 다름을 볼 수 있다. 국내 residue definition은 46종 농약성분 모두에서 코덱스의 RD-DRA와 동일하지 않았으며 코덱스의 RD-MRL과도 차이가 있는 성분들이 있었다.

국내 residue definition과 코덱스의 RD-MRL이 동일한지 않은 농약성분은 dicamba, fluazifop-P-butyl, glyphosate, imazethapyr, norflurazon, spiromesifen, trinexapac-ethyl 이었다. 이들 성분의 국내 RD-MRL은 모두 모화합물이지만(예외, trinexapac-ethyl은 모화합물과 trinexapac; 코덱스는 모화합물이 분석 정량한계 이상으로 잔류하지 않기 때문

Table 1. Residue definitions of pesticide for plant commodities in Codex and South Korea

Pesticide	South Korea	Codex	
	Residue definition[1)]	Residue definition for monitoring	Residue definition for dietary risk assessment
Acephate	P[2)]	P	Sum of P and methamidophos
Acibenzolar-S-methyl	Sum of P and acibenzolar acid[3)]	Sum of P and acibenzolar acid (free and conjugated)	Sum of P and acibenzolar acid (free and conjugated) and 4-OH acibenzolar acid (free and conjugated)
Chlorfenapyr	P	P	Sum of P and 10×tralopyril
Chlorothalonil	P	P	Sum of P, SDS-3701, all considered separately
Cyantraniliprole	P	P	Parent for unprocessed; sum of P and IN-J9Z38 for processed
Cyazofamid	P	P	sum of P plus CCIM for long-term dietary intake; CCIM for short-term dietary intake
Cyclaniliprole	P	P	Sum of P and NK-1375
Cyflumetofen	P	P	Sum of P and B-1
Dicamba	P	Sum of P and DCSA (free and conjugated) for soya bean, maize and cotton; P for other crops	Sum of P, 5-OH dicamba, DCSA (free and conjugated), DCGA (free and conjugated) for soyabean, maize and cotton; sum of P and 5-OH dicamba for other crops
Dinotefuran	P	P	Sum of P, UF and DN
Dithocarbamates	Total dithiocarbamates, determined as CS_2	Total dithiocarbamates, determined as CS_2	Sum of mancozeb and ethylenethiourea regarding use of mancozeb
Fenamidone	P	P	Sum of P, RPA410193 and 10 (RPA412636+RPA412708)
Fenpyrazamine	P	P	Sum of P and S-2188-DC
Fenpyroximate	P	P	Sum of P and its Z-isomer M-1
Fipronil	P	P	Sum of P, fipronil-sulfone, fipronil-thioether and fipronil-desulfinly
Fluazifop-P-butly	P (fluazifop-butyl)	Sum of P, fluazifop-P-acid and their conjugates	Sum of P, fluazifop-P-acid (II), XL, X and their conjugates
Fluopicolide	P	P	P and 2,6-dichlorobenzamide, measured separately
Flupyradifurone	P	P	Sum of P, difluoroacetic acid and 6-chloronicotinic acid
Fluxapyroxad	P	P	Sum of P, M700F008 and M700F048
Glyphosate	P	Sum of P and N-acetyl-glyphosate for soya bean, maize and rape; of P for other crops	Sum of P, N-acetyl-glyphosate, AMPA and N-acetylAMPA
Hexythiazox	P	P	Sum of P and all metabolites containing PT-1-3
Imazalil	P	P	P (free and conjugated)
Imazamox	P	P	Sum of P and CL263284
Imazethapyr	P	Sum of P and OH-P imazethapyr	Sum of P, OH-P imazethapyr and Glu-OH-P imazethapyr
Isoprothiolane	P	P	P for rice; sum of P, M-3 (free and conjugated) and M-5 (free and conjugated) for other crops
Isopyrazam	P (sum of isomers)	P (sum of syn-isomer and anti-isomer)	Sum of P and CSCD459488
Kresoxim-methyl	P	P	Sum of P, 490M1 (incl. conj.) and 490M9 (incl. conj.)
MCPA	P	P	Sum of P, its conjugates and esters

Table 1. (Continued) Residue definitions of pesticide for plant commodities in Codex and Korea

Pesticide	South Korea	Codex	
	Residue definition[1)]	Residue definition for monitoring	Residue definition for dietary risk assessment
Meptyldinocap	P[4)]	Dinocap and sum of all isomers	Sum of P and the corresponding phenol, 2,4-DNOP
Myclobutanil	P	P	Sum of P, RH-9090 and its conjugates
Norflurazon	P	Sum of P and desmethyl norflurazon	Sum of P and desmethyl norflurazon (free and conjugated)
Oxathiapiprolin	P	P	Sum of P, IN-E8S72 and IN-SXS67
Parathion-methyl	P	P	P and paraoxon-methyl
Penconazole	P	P	Sum of P and CGA132465 (free and conjugated)
Penthiopyrad	P	P	Sum of P and PAM
Pirimicarb	P	P	Sum of P, demethyl pirimicarb and demethyl formamido pirimicarb
Propiconazole	P	P	Sum of P and all metabolites convertible to 2,4-dichloro-benzoic acid
Quinclorac	P[5)]	Sum of P and its conjugates	Sum of P, its conjugate and quinclorac methylester
Spinetoram	P[6)]	P (XDE-175-J and XDE-175-L)	Sum of P and N-demethyl and N-formyl metabolites of the major spinetoram component
Spiromesifen	P	Sum of P and spiromesifen-enol	Sum of P, spiromesifen-enol and 4-hydroxymethyl-spiromesifen-enol (free and conjugated)
Spirotetramat	Sum of P and enol metabolite	Sum of P and enol metabolite	Sum of P, enol, ketohydroxy, monohydroxy and enol glucoside
Sulfuryl fluoride	P	P	P and fluoride ion, measured separately
Thiamethoxam	P	P	P and clothianidin, considered separately
Trifloxystrobin	P	P	Sum of P and CGA321113
Triflumezopyrim	P	P	Sum of P and IN-Y2186
Trinexapac-ethyl	Sum of P and trinexapac	Trinexapac (acid)	Sum of trinexapac and its conjugates

[1)] In South Korea, the residue definition for monitoring is also used for dietary risk assessment.
[2)] P means the parent compound of pesticide chemical.
[3)] Including free and conjugated acibenzolar acid.
[4)] Considered as including other isomers as well as meptyldinocap.
[5)] Including its conjugates.
[6)] Including XDE-175-J and XDE-175-L.

에 trinexapac만으로) 코덱스 RD-MRL은 다른 잔류물질을 포함한다. 즉 fluazifop-P-butyl은 fluazifop-P-acid와 포합물질들(모화합물 및 대사물질의 conjugates), imazethapyr는 OH-P imazethapyr, norflurazon은 desmethyl norflurazon, spiromesifen은 spiromesifen-enol을 포함한다. 한편 코덱스는 작물에 따라 RD-MRL이 다르기도 하다. Dicamba는 대두, 옥수수, 면실에만 DSCA(free and conjugated) 물질을 포함하고 glyphosate는 대두, 옥수수, 유채에만 N-acetyl-glyphosate 물질을 포함한다.

앞에서 언급한 농약성분들과 같이 국내 잔류농약 모니터링에서 코덱스 RD-MRL에 포함되어 있는 잔류물질에 대한 분석 없이 GAP의 준수 여부를 충분히 확인할 수 있는지에 대한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

식이노출 과소평가의 가능성이 있는 농약성분(1 단계 결과)

국내와 코덱스에 MRL이 존재하는 농약성분으로 코덱스의 RD-MRL과 RD-DRA이 동일하지 않은 46종의 성분 중 acephate와 thiamethoxam의 경우 코덱스 RD-DRA에 포함된 대사물질 즉 methamidophos와 clothianidin에 대해 국내에서는 별도의 잔류허용기준을 설정하고 있으므로 이들 대사물질에 대한 식이노출 평가가 실시되고 있는 것으로 볼 수 있다. 따라서 잔류농약에 대한 국내 식이노출평가에서 코덱스 RD-DRA에 포함된 대사물질을 포함하지 않음으로써 식이노출 과소평가의 가능성이 나타날 수 있는 44종의 농약성분이 1 단계에서 파악되었다 (Table 1).

Table 2. Distribution of ADI values for pesticides studied in this study

ADI[1] max.	Pesticide, ADI value in parenthesis
ADI ≤ 0.01	Fipronil (0.0002[2]), Parathion-methyl (0.003), Fluazifop-P-butly (0.004), Norflurazon (0.005), Sulfuryl fluoride (0.01), Fenpyroximate (0.01)
0.01 < ADI ≤ 0.05	Pirimicarb (0.02), Meptyldinocap (0.02), Fluxapyroxad (0.02), Chlorothalonil (0.02), Dithiocarbamates (0.03[3]), Cyantraniliprole (0.03), Chlorfenapyr (0.03), Fenamidone (0.03), Hexythiazox (0.03), Spiromesifen (0.03), Myclobutanil (0.03), Penconazole (0.03), Imazalil (0.03), Trifloxystrobin (0.04), Cyclaniliprole (0.04), Spinetoram (0.05), Spirotetramat (0.05)
0.05 < ADI ≤ 0.1	Isopyrazam (0.06), Propiconazole (0.07), Acibenzolar-S-methyl (0.08), Flupyradifurone (0.08), Fluopicolide (0.08), Isoprothiolane (0.1), Glyphosate (0.1), Cyflumetofen (0.1), MCPA (0.1), Penthiopyrad (0.1)
0.1 < ADI ≤ 1	Triflumezopyrim (0.2), Dinotefuran (0.2), Cyazofamid (0.2), Trinexapac-ethyl (0.3), Fenpyrazamine (0.3), Kresoxim-methyl (0.3), Dicamba (0.3), Quinclorac (0.4), Imazethapyr (0.6)
ADI > 1	Imazamox (3), Oxathiapiprolin (4)

[1] ADI, mg/kg bw/day.
[2] A group ADI for fipronil and fipronil-desulfinyl, alone or in combination.
[3] A group (or in any combination) ADI for ethylene-bis-dithiocarbamates (EBDCs: mancozeb, maneb, metiram and zineb).

Table 3. MRLs established for pesticide residue in plant food commodities in South Korea

Pesticide	No. of MRLs[1]	No. of P. limit[2]	Pesticide	No. of MRLs	No. of P. limit
Acibensolar-S-methyl	26	8	Isoprothiolane	32	27
Chlorfenapyr	106	28	Isopyrazam	25	7
Chlorothalonil	80	28	MCPA	33	26
Cyantraniliprole	101	24	Meptyldinocap	12	8
Cyclaniliprole	37	2	Myclobutanil	52	24
Cyflumetofen	48	14	Norflurazon	10	10
Dithiocarbamates	98	44	Parathion-methyl	65	64
Fenamidone	13	0	Penconazole	12	11
Fenpyroximate	36	16	Penthiopyrad	66	10
Fipronil	9	3	Pirimicarb	77	77
Fluazifop-P-butyl	50	30	Propiconazole	47	22
Fluopicolide	43	28	Spinetoran	101	15
Flupyradifuzone	58	7	Spiromesifen	48	14
Fluxapyroxad	107	24	Spirotetramat	94	8
Glyphosate	52	28	Sulfuryl fluoride	8	3
Hexythiazox	32	13	Trifloxystrobin	78	13
Imazalil	35	35			

[1] No. of established total MRLs.
[2] No. of provisional MRLs.

식이노출 과소평가 영향에 대한 검토가 우선적으로 필요한 농약성분(2-4 단계 결과)

1 단계로부터 얻은 결과, 즉 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 44종의 농약성분을 대상으로 노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 농약성분을 2-4 단계의 절차를 통해 다음과 같이 파악하였다.

2 단계: ADI 값에 근거한 독성 고려

44종 농약성분의 ADI 값 분포는 0.01 mg/kg bw/day 이하 6성분, 0.05 mg/kg bw/day 이하 23 성분, 0.1 mg/kg bw/day 이하 33 성분, 1 mg/kg bw/day 이하 42 성분, 4 mg/kg bw/day 이하가 44 성분으로 나타났다(Table 2). 독성이 큰 성분일수록, 즉 ADI 값이 작을수록 노출 과소평가가 위해성 평가결과에 더 민감하게 영향를 미치게 된다.

3 단계: MRL 설정 현황에 근거

앞 단계에서 도출된 33종의 농약성분에 대해 국내 MRL 현황을 살펴보았다(Table 3). 그 결과 fipronil, parathion-methyl, norflurazon, sulfuryl fluoride, pirimicarb, meptyldinocap,

penconazole, imazalil, MCPA는 MRL의 수가 적거나(10개 이하) 잠정기준의 수가 다수였다. 이러한 국내 MRL 현황을 볼 때 이들 9종의 농약성분은 노출 과소평가가 위해성 평가결과에 현재로서는 큰 영향을 주기 어렵다고 판단되었다. 따라서 이들 9 성분을 제외한 나머지 24종의 농약성분을 용도에 따라 구분하면 다음과 같았다(ADI 값이 커지는 순, 즉 독성이 약해지는 순으로 나열).

·살충제(10종): fenpyroximate, cyantraniliprole, chlorfenapyr, hexythiazox, spiromesifen, cyclaniliprole, spinetoram, spirotetramat, flupyradifuron, cyflumetofen

·살균제(12종): fluxapyroxad, chlorothalonil, dithiocarbamates, fenamidone, myclobutanil, trifloxystrobin, isopyrazam, propiconazole, acibensolar-S-methyl, fluopicolide, isoprothiolane, penthiopyrad

·제초제(2종): fluazifop-P-butyl, glyphosate

4 단계: 대사물질의 독성 수준 고려

앞 단계에서 파악된 24 성분 중 코덱스 RD-RDA에 포함된 물질로서 모화합물 보다 독성이 강한 대사물질을 가지고 있는 성분은 chlorfenapyr, chlorothalonil, dithiocarbamates, fenamidone이었다. Chlorfenapyr의 대사물질인 tralopyril은 모화합물에 비해 10배, chlorothalonil의 대사물질인 SDS-3701은 2.5배, dithiocarbamates의 대사물질인 ethylenethiourea는 모화합물 mancozeb에 비해 7.5배, fenamidone의 대사물질인 RPA412636 및 RPA412708은 각각 10배 독성이 더 크다. 이들 네 성분의 경우 그러한 대사물질이 노출평가에 포함되지 않을 때 노출의 과소평가가 위해성 평가결과에 미치는 영향이 매우 클 수 있을 것으로 판단된다.

결론적으로 국내에서 코덱스 RD-DRA에 포함된 대사물질을 노출평가에 포함시키지 않음으로써 44종의 농약성분이 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 것으로 나타났다. 또한 농약성분의 ADI 값에 근거한 독성, 국내 MRL 현황 및 대사물질의 독성학적 정보에 근거하여 식이노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 농약성분 24종이 다음과 같이 파악되었다: acibensolar-S-methyl, chlorfenapyr, chlorothalonil, cyantraniliprole, cyclaniliprole, cyflumetofen, dithiocarbamates, fenamidone, fenpyroximate, fluazifop-P-butyl, fluopicolide, flupyradifuron, fluxapyroxad, glyphosate, hexythiazox, isoprothiolane, isopyrazam, myclobutanil, penthiopyrad, propiconazole, spinetoram, spiromesifen, spirotetramat, trifloxystrobin. 더 나아가 chlorfenapyr, chlorothalonil, dithiocarbamates, fenamidone은 대사물질의 독성이 더 커서 특히 우선적으로 검토가 요구되는 것으로 생각된다. 이들 농약성분에 대한 식이노출 및 위해성 평가에 대한 세밀한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

Acknowledgments

이 논문은 안동대학교 기본연구지원사업에 의하여 연구되었음.

국문요약

본 연구는 식물성 식품에 대한 잔류농약의 국내와 코덱스의 residue definition 비교를 통해 국내에서 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 농약성분을 파악하고 더 나아가 식이노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 농약성분을 알아내고자 하였다. 연구결과, 국내와 코덱스의 residue definition 정보로부터 식이노출 과소평가의 가능성이 있는 44종의 농약성분이 파악되었다. 이들 성분 중 농약성분의 ADI값, 국내 MRL 정보 및 대사물질의 독성학적 정보에 근거하여 다음의 24종 농약성분이 식이노출 과소평가가 위해성 평가에 미치는 영향에 대해 우선적으로 검토가 필요한 것으로 나타났다: acibensolar-S-methyl, chlorfenapyr, chlorothalonil, cyantraniliprole, cyclaniliprole, cyflumetofen, dithiocarbamates, fenamidone, fenpyroximate, fluazifop-P-butyl, fluopicolide, flupyradifuron, fluxapyroxad, glyphosate, hexythiazox, isoprothiolane, isopyrazam, myclobutanil, penthiopyrad, propiconazole, spinetoram, spiromesifen, spirotetramat, trifloxystrobin. 더 나아가 chlorfenapyr, chlorothalonil, dithiocarbamates, fenamidone은 대사물질의 독성이 더 커서 특히 우선적으로 검토가 요구되는 것으로 판단된다 . 본 연구는 식품 중 잔류농약에 대한 국내 위해성 평가방법의 개선을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Mi-Gyung Lee https://orcid.org/0000-0002-3378-605X

References

1. Organization for Economic Co-operation and Development, 2006. Guidance Document on the Definition of Residue, Series on Testing and Assessment No. 63. OECD, Paris, pp. 17-23.
2. Food and Agriculture Organization of the United States (2020, July 1). Proposed residue definition and maximum residue limits. Retrieved from http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/registration-tools/data-requirements-

and-testing-guidelines/study-detail/en/c/1186791
3. European Food Safety Authority, Guidance on the establishment of the residue definition for dietary risk assessment. *EFSA J*., **14**, 1-129 (2016).
4. U.S. Environmental Protection Agency, (2020, July 10). Setting tolerances for pesticide residues in foods. Retrieved from https://www.epa.gov/pesticide-tolerances/setting-tolerances-pesticide-residues-foods
5. Ministry of Food and Drug Safety, 2017. Principles of Standard Setting on Foods and Others. MFDS, Cheongju, Korea, pp. 13-14.
6. Ministry of Food and Drug Safety, 2019. 2018 The R&D Annual Report of Ministry of Food and Drug Safety (ABSTRACT). MFDS, Cheongju, Korea, pp. 63.
7. Ministry of Food and Drug Safety, 2020. Notification 2020-24, Appendix 4. MFDS, Cheongju, Korea, pp. 2-113.
8. Ministry of Food and Drug Safety, 2020. Pesticide MRLs for Agricultural Commodities. MFDS, Cheongju, Korea, pp. 20-230.
9. FAO/WHO Codex Committee on Pesticide Residues, 2019. CCPR, Agenda Item 6. FAO/WHO, Rome, Italy, pp. 1-379.
10. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, 2014. Pesticide Residues in Food. FAO/WHO, Rome, Italy, pp. 117-120.
11. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, 2019. Pesticide Residues in Food. FAO/WHO, Rome, Italy, pp. 111-116.