



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사학위논문

경남지역에서 생산되는 채소류 내
잔류농약에 대한 다성분 동시분석법
유효성 검증 및 모니터링



2023년 2월

부경대학교 글로벌수산대학원

식품산업공학과

신민정

공학석사학위논문

경남지역에서 생산되는 채소류 내
잔류농약에 대한 다성분 동시분석법
유효성 검증 및 모니터링

지도교수 전 병 수

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2023 년 2 월

부경대학교글로벌수산대학원

식품산업공학과

신민정

신민정의 공학석사 학위논문을 인준함

2023 년 2 월 17 일



주 심 이학박사 이 양 봉 (인)

위 원 공학박사 전 병 수 (인)

위 원 농학박사 안 동 현 (인)

목 차

List of Tables	ii
List of Figures	iii
Abstract.....	iv
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 시료 선정	4
2. 표준용액 제조	4
3. 시료 전처리	5
4. 기기 분석.....	6
III. 결과 및 고찰.....	9
1. MRM 설정	9
2. 유효성 검증.....	9
2.1. 선택성	10
2.2. 직선성.....	13
2.3. 검출한계 및 정량한계	16
2.4. 정확도 및 정밀성	17

3. 모니터링 결과	18
4. 고찰	21
IV. 요약	25
V. 참고문헌	27
VI. 부록	30
VII. 감사의 글	46



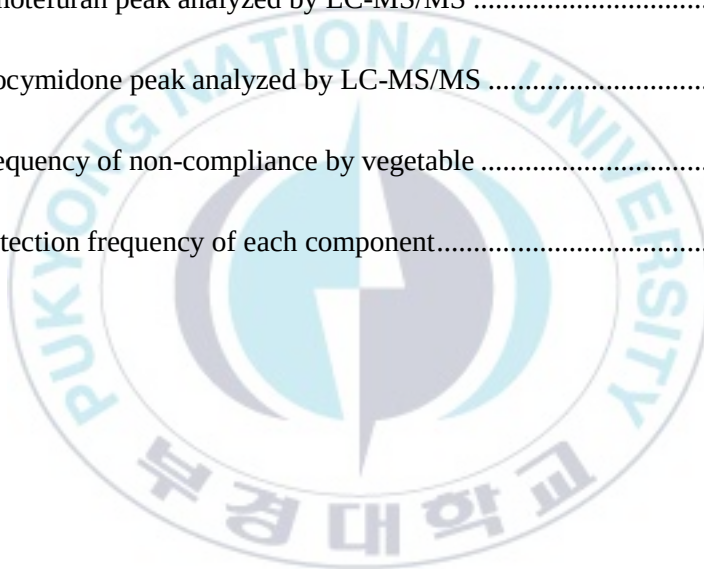
List of Tables

Table 1. Analytical conditions of LC-MS/MS.....	7
Table 2. Analytical conditions of GC-MS/MS	8



List of figures

Fig. 1. 463 compounds TIC (LC-MS/MS).....	11
Fig. 2. 463 compounds TIC (GC-MS/MS).....	12
Fig. 3. Calibration curves of dinotefuran	14
Fig. 4. Calibration curves of procymidone.....	15
Fig. 5. Dinotefuran peak analyzed by LC-MS/MS	19
Fig. 6. Procymidone peak analyzed by LC-MS/MS	20
Fig. 7. Frequency of non-compliance by vegetable	23
Fig. 8. Detection frequency of each component.....	24



Validation and monitoring of the effectiveness of the multi-component simultaneous analysis method for residual pesticides in vegetables produced

Min Jung Shin



Department of Food Industrial Engineering

Graduate school of Global Fisheries

Pukyong National University

Abstract

The purpose of this study was to monitor the safety management of residual pesticides in vegetables that can be eaten raw. To evaluate the safety of agricultural products produced in Gyeongsangnam-do, including Busan, 463 residual pesticides

were analyzed, and the risk was assessed in 898 cases of lettuce, chili pepper, perilla leaf, and chives. This study investigated four items of lettuce, perilla leaves, peppers, and chives consumed mainly in reproduction using the QuECHERS (quick, easy, chef, effective, mugged, and safe) pretreatment method. From 2020 to 2021, a total of 897 cases subject to the application of Procymidone and Dinotefuran specifications specified in the Food Code were investigated using LC-MS/MS and GC-MS/MS methods, and significant differences between the groups were confirmed. Recently, in 2020, several nonconformities occurred in the order of chives, green onions, lettuce, cabbage, chives, spinach, crown daisy, and jujube, followed by dinotefuran, carbofuran, diazinon, procymidone, tebuconazole, ethoprophos, flubendiamide. In 2021, in the order of lettuce, chives, chwinamul, spinach, green onions, perilla leaves, crown daisy, celery, cabbage, and rice, occurred in the order of nonconformity. By ingredient, diazinon, dinotefuran, procymidone, carbonofuran, carbendazim, linuron, imicyafos, and fluopyram were common. Therefore, in this research, four items that can be reproduced were selected and analyzed among items with a high frequency of dissent. In the analysis results, monitoring was performed on procymidone and dinotefuran, which were recently detected frequently. Products produced and collected in the Gyeongnam region from January to June 2022 were seen below the standard. The recovery rate test (898 samples) to confirm accuracy showed that grape juice was 70-120%. The procymidone and dinotefuran calibration lines showed excellent linearity with a correlation coefficient of 0.9998 and 0.9869. As a result, there were no pesticide

components exceeded the standard value, but trace amounts were detected in some items. As such, agricultural products can be safely eaten through education on the safety of pesticide use by government agencies and proper cleaning methods by consumers.



I. 서론

현대사회는 확산되어지고 있는 웰빙 문화로 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며 의료 기술의 발달과 더불어 우리 사회는 경제적으로 윤택해지고 있다 [1]. 하지만, 산업의 발전을 위해 산림 벌채, 도시화를 진행한 결과, 토지의 패턴이 변화되어 더 많은 CO₂의 유출이 이루어졌고, 이는 기후의 변화를 불러왔다. 특히, 담수 가용성 감소 및 생태계 변화로 식량의 생산성이 감소되었고, 이는 식량 안보라는 신조어가 생길 만큼 심각한 문제로 부상하였다 [4].

위 문제를 해결하기 위해선 인류의 식량 생산의 증대와 농산물 품질을 향상시켜야만 한다. 이를 위해선 농약의 사용은 필연적인데, 병, 해충 및 식물 성장 조정 등 작물의 생장에 필수적인 역할을 수행하기 때문이다. 하지만 무분별한 사용은 인체에 위해가 될 수 있는데, 급성 또는 만성으로 노출되었을 때, 인지 및 운동 기능 장애 등 신경계 관련 질병을 야기할 가능성이 있음을 연구를 통해 제시되어 있다 [5]. 또한 미생물, 동물 등 관련 생물에 대한 피해와 강우, 토양 침식 등 다양한 루트를 통해 화학적 오염이 확산되어 환경파괴까지 유발할 수 있어 [7] 농약 사용에 대한 기준 확립이 필요한 실정이다.

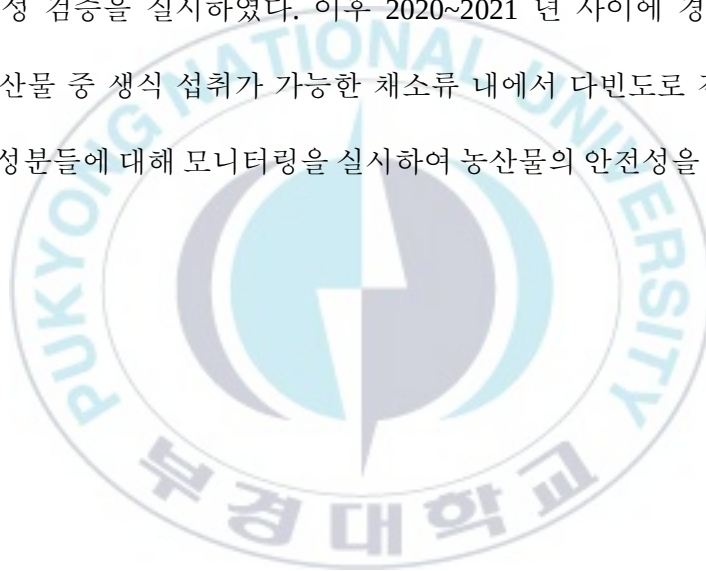
이를 방지하고자 우리나라 및 세계 각국의 기관들은 잔류농약에 대한 모니터링을 통해 안전한 농산물을 공급하고자 노력하고 있다 [3]. 세계적으로

잔류허용기준(maximum Residue Limits, MRL)을 설정하였으며, 안전한 농산물 및 원료를 이용한 가공품이 유통될 수 있도록 이를 지속적으로 관리하고 있다 [2]. 특히 우리나라는 PLS 제도 도입을 통해 MRL이 적용되지 않은 농약에 대해 일률기준(0.01 mg/L)이하만 적합판정을 내림으로써 안전을 보장함과 동시에 비관세 장벽 역할을 수행하여 농민의 소득을 향상시키는데도 기여하였다 [6]. 이러한 안전관련 제도가 정착하면서 검출을 위한 전처리와 분석기술의 중요성도 대두되었다. 전처리의 경우 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe)이 가장 효율적인 방법으로 알려져 있는데, d-SPE (Dispersive-Solid Phase Extraction) 방법으로 분리함으로써 다양한 매질에서도 잔류농약을 효과적으로 분리할 수 있기 때문이다 [8]. 또한 의약품, 잔균독소 및 다환 방향족 탄화수소 등 기타 화합물 그룹의 분석에도 사용되는 등 범용성 또한 뛰어나므로 [9], 농산물 내 잔류물질 분석에 사용하기 적합하다고 판단된다.

이렇게 전처리 된 샘플은 기기분석을 통해 정밀히 분석하여 안전성 여부를 확인할 수 있다. UV, MS/MS (Tandem mass spectrometry) 등 다양한 방법으로 분석할 수 있는데, 특히 MS/MS의 경우 다중 반응 모니터링(multiple reaction monitoring) 스캔 모드를 활용하여 노이즈 감소 및 감도 개선을 통해 복잡한 샘플에서도 낮은 함량을 검출 할 수 있다는 장점이 있다 [10]. 사용하는 용매의 종류도 달리할 수 있는데, 액체상의 경우

분리하고자 하는 물질의 특성에 따라 pH 를 달리하거나 적절한 컬럼을 사용하여 분자 이온화를 보조함으로써 분리능을 향상시킬 수 있고 [11], 극성이 낮고 휘발성 및 열 안정성을 가진 물질은 이동상을 가스로 하였을 때 더 높은 민감도를 나타내어 [12] 이를 적절히 활용한다면 보다 신뢰도 높은 결과를 도출하여 작물의 안전성을 보장할 수 있다.

이러한 이유로 본 연구는 잔류농약 성분을 동시에 분석할 수 있는 분석법에 대해 유효성 검증을 실시하였다. 이후 2020~2021 년 사이에 경남지역에서 생산된 농산물 중 생식 섭취가 가능한 채소류 내에서 다빈도로 검출된 특정 잔류농약 성분들에 대해 모니터링을 실시하여 농산물의 안전성을 확인하고자 한다.



II. 재료 및 방법

1. 시료 선정

잔류농약 모니터링 조사 대상 농산물은 생식으로 섭취가 가능한 엽채류 중 다소비 농산물 품목들로 선정하였다. 모니터링에 사용한 품목은 상추, 깻잎, 고추, 부추로 총 4 품목이다. 농산물의 수거 지역은 부산을 포함한 울산, 경남지역에서 생산된 농산물들이며 식품공전에 명시되어 있는 방법에 의거하여 검체를 수거하였으며, 조사대상은 각 지역별로 생산된 품목들로 총 898 건을 사용하였다. 수거된 시료는 4℃에서 보관하였으며, 실험 진행 시에는 가식부위를 사용하였다.

2. 표준 용액 제조

463 종의 다성분을 동시분석하기 위해 AccuStandard (New Haven, USA)사의 표준품을 사용하였다. 표준용액 제조를 위해 먼저 각 기기별로 분석이 가능한 항목을 선별하였다. 이후 1000-2000 mg/L 사이의 농도로 구성된 표준용액들을 특성별로 그룹화한 후 혼합하였고, 혼합된 표준용액을 LC 는 1, 2.5, 5, 10, 20µg/L, GC 는 5, 10, 25, 50, 100µg/L 로 희석하였다. 이를 사용하여 standard

calibration curve 를 그려 직선성이 확인된 물질들만 최종 표준용액으로 선정하였다.

3. 시료 전처리

3.1 검체 처리

잔류농약 시험에 사용하는 검체의 품목별 사용부위는 원칙적으로 가식부를 사용부위로 한다. 상추와 부추, 깻잎의 경우 흙을 털어낸 모든 부위를 사용한다. 고추는 받침을 제거한 부위를 가식부위로 하여 사용한다.

3.2 분쇄

‘3.1 검체 처리’ 방법에서 언급된 것처럼 검체를 처리한 후, 깨끗하게 세척된 믹서기에 넣어 분쇄과정을 거칩니다. 분쇄정도는 검체가 덩어리지지 않은 액체 상태로 될 정도로 분쇄를 한다.

3.3 추출

시료를 믹서(Blixer 4 PLUS, Robot Coupe, France)로 균질화 한 후 시료 10 g 을 정밀히 달아 50 mL 용량의 원심분리관에 넣고 acetonitrile (Lichrosolv®, USA) 10 mL 를 넣은 뒤 rotary mixer (DE/VIVA, Collomix)로 1 분간 강하게 흔들어 주었다. 그 후 QuEChERS Extraction Kit (magnesium sulfate $\geq$ 98.5%, sodium chloride $\geq$ 99.5%, sodium citrate 99.9%, disodium citrate sesquihydrate 99%)을 넣고 1min

다시 강하게 흔들어 섞은 다음 4℃, 4,000G 에서 10min 간 또는 이와 동등한 조건에서 원심분리를 진행하였다,

3.4 정제

QuEChERS dispersive SPE (primary secondary amine (PSA), octadecylsilane end-capped, magnesium sulfate $\geq 98.5\%$) 에 ‘추출’로부터 얻은 상층액 1 mL를 넣고 30초간 강하게 흔들어 섞은 다음 이를 10000 rpm에서 3 min 원심분리 하였으며, 상층액을 멤브레인 필터(PTFE, 0.2 μ m)로 여과한 액을 최종 시험용액으로 사용하였다.

4. 기기 분석

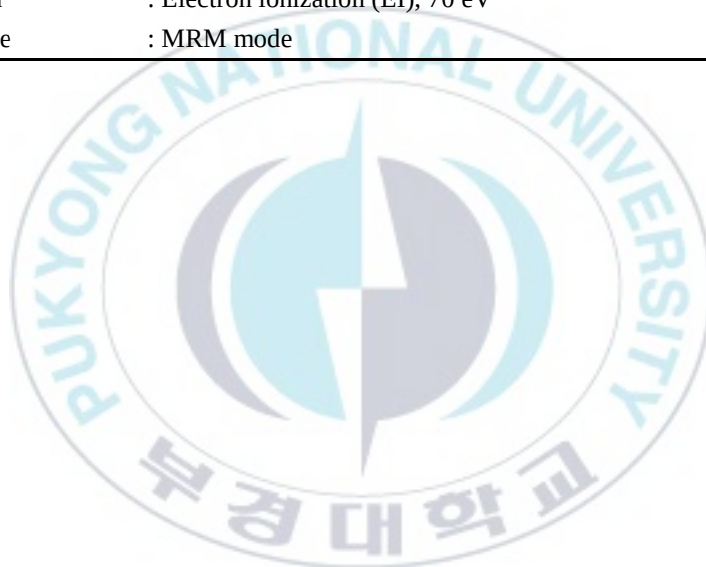
분석을 위해 사용한 GC-MS/MS 와 LC-MS/MS 의 용매조성 및 기기분석 조건은 아래와 같이 설정하였다(Table 2). LC-MS/MS 는 Multiquiant 3.0.2 software 로, GC-MS/MS 는 Lab Solution Insight software 로 데이터를 처리하였다.

Table 1. Analytical conditions of LC-MS/MS

Instrument	: AB Sciex Triple Quad 4500 with Agilent 1290 series HPLC		
Column	: Imtakt UK-C18, 150mm × 3mm, 3 μm		
Mobile phase A	: 0.1% formic acid & 5 mM ammonium acetate in water		
Mobile phase B	: 0.1% formic acid & 5 mM ammonium acetate in methanol		
Gradient program	Time (min)	A (%)	B (%)
	0	95	5
	1	95	5
	3	40	60
	13	0	100
	18	0	100
	18.1	95	5
	25	95	5
Injection volume	: 10 μL		
Column temperature	: 40°C		
Flow rate	: 0.4 mL/min		
Ionization mode	: ESI positive		
Scan type	: MRM (Multiple Reaction Monitoring) mode		

Table 2. Analytical conditions of GC-MS/MS

Instrument	: GCMS-TQ8050			
Column	: DB-5MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)			
Flow rate	: Helium (99.999%) at 1.2 mL/min			
Injection volume	: 1 μL splitless			
Column oven	Ramp	Temperature (°C)	Rate (°C/min)	Hold time (min)
	Initial	90	-	0
	1	180	20	5
	2	300	8	5
Source temperature	: 280°C			
Ionization	: Electron ionization (EI), 70 eV			
Scan mode	: MRM mode			



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. MRM 설정

먼저, 각 기기로 분석이 가능한 물질들에 대한 MRM 설정 값을 각각 나타내었다. precursor ion 은 Q1 단계에서 가장 감도가 높은 이온을 선정하였고, product ion 은 Q1 단계에서 선정된 이온에 여러 범주의 collision energy 를 가했을 때 Q3 단계에서 가장 감도가 높게 나온 이온을 선택하였다.

2. 유효성 검증

각 물질별로 설정한 MRM 값을 바탕으로 유효성 검증을 실시하였다. 포도를 매트릭스로 선정하였고, 저농도(10 μ g/L), 고농도(100 μ g/L)로 희석된 혼합표준물질을 사용하여 선택성, 직선성, 검출한계 및 정량한계, 정확도 및 정밀성 확인을 통해 분석법의 유효성을 검증하였다.

2.1. 선택성

선택성은 혼재 상태에 있는 분석대상 물질을 정확하게 측정이 가능한지 여부를 판단하는 것으로 특이성(Specificity)라고도 한다. 이를 위해 표준물질을 분석한 TIC(Total ion chromatography)를 추출하였으며, 이를 Fig. 1, Fig. 2 에 나타내었다. GC 는 10 μ g/L, LC 는 100 μ g/L 의 혼합표준용액을 사용하였고, 분석 결과 대부분의 피크가 적절하게 분리되었음을 확인하였다.



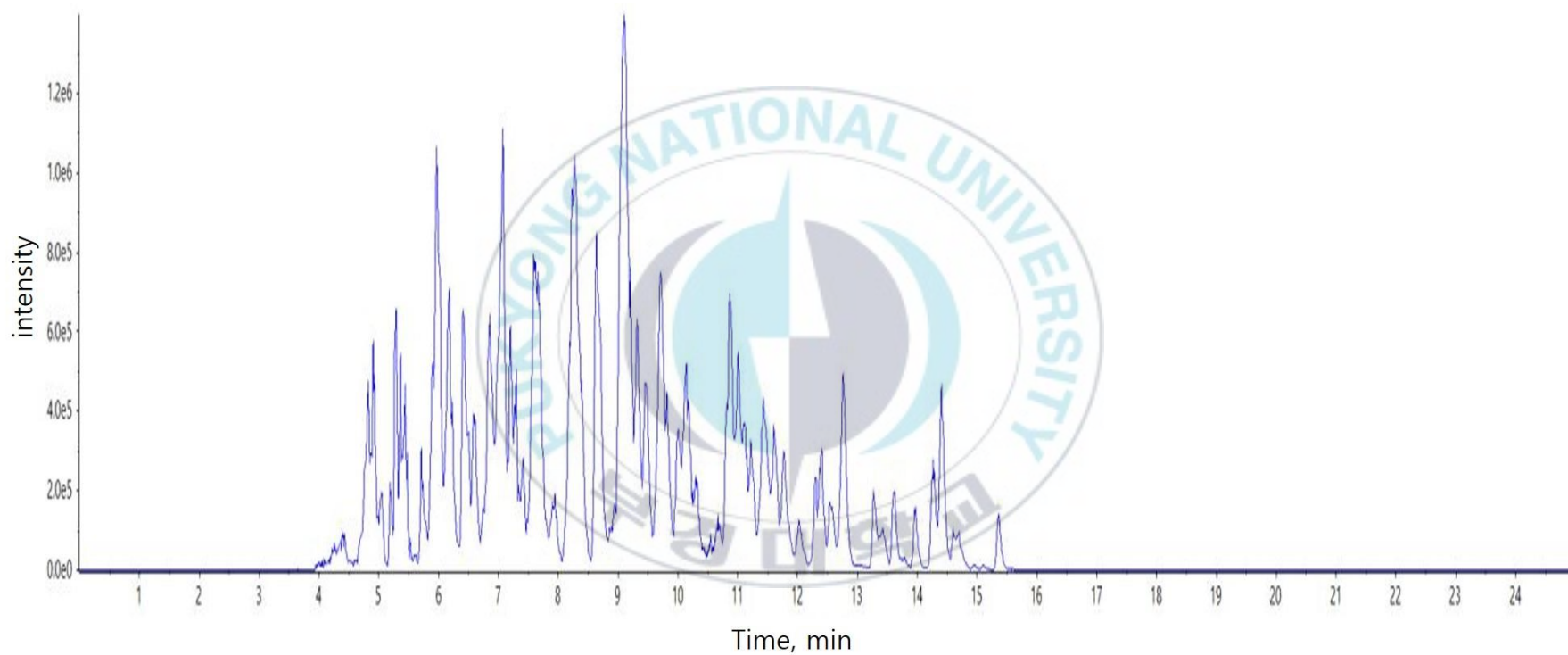


Fig. 1. 463 compounds TIC (LC-MS/MS).

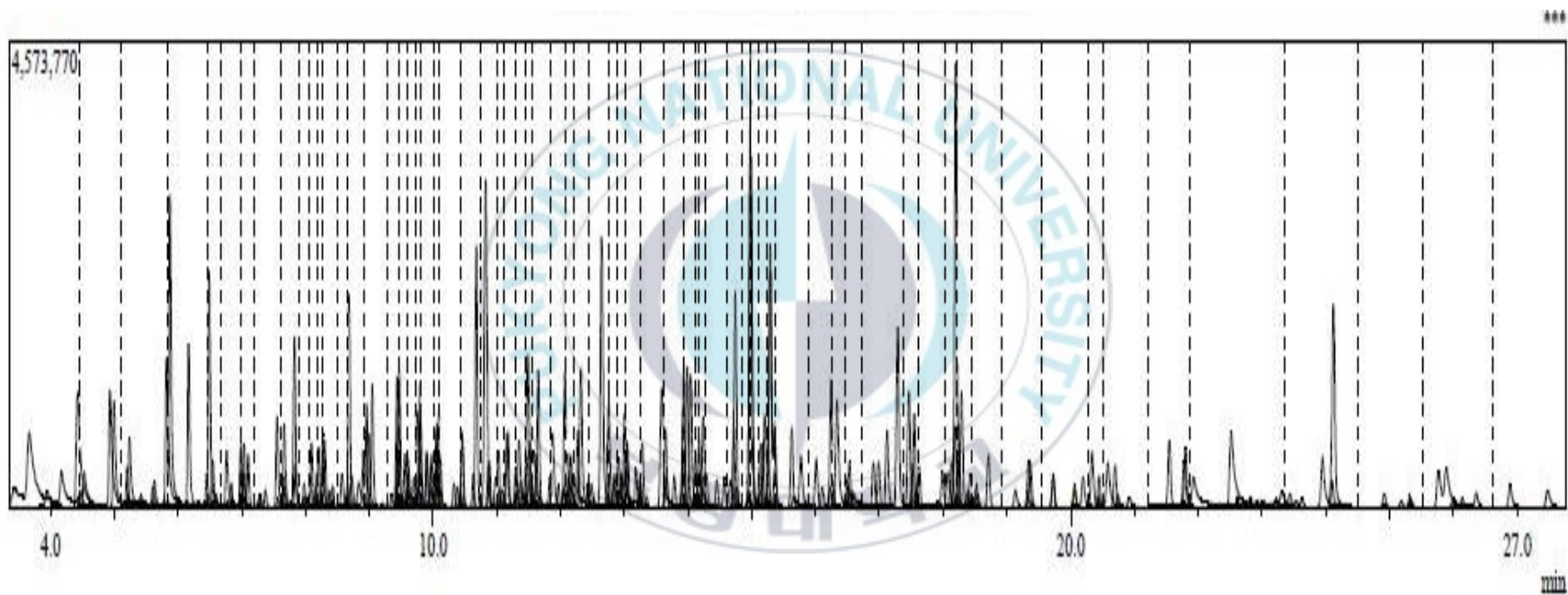


Fig. 2. 463 compounds TIC (GC-MS/MS).

2.2. 직선성

직선성은 실험방법이 일정 범위에 있는 검체 중 분석 대상물질의 농도에 대하여 직선적인 측정값을 얻어 내는 것을 말한다. 이를 통해 검체 내 표적물질의 상한 또는 하한값을 설정하고, 범위의 타당성을 판단할 수 있다. 본 연구에서는 463 종의 잔류농약을 분석하기 전에 검량선 작성을 위해 GC (1, 2.5, 5, 10, 20 $\mu\text{g/L}$), LC (5, 10, 25, 50, 100 $\mu\text{g/L}$)의 표준혼합용액을 사용하였으며, 그 결과는 부록에 나타내었다.

결정계수(r^2 , coefficient of determination)가 1 에 가까울수록 직선성을 가진다고 볼 수 있는데, 물질 대부분이 > 0.99 의 직선성을 나타내는 것으로 나타나 해당 분석법이 대부분의 물질에서 유의미한 직선성을 산출할 수 있다고 판단된다.

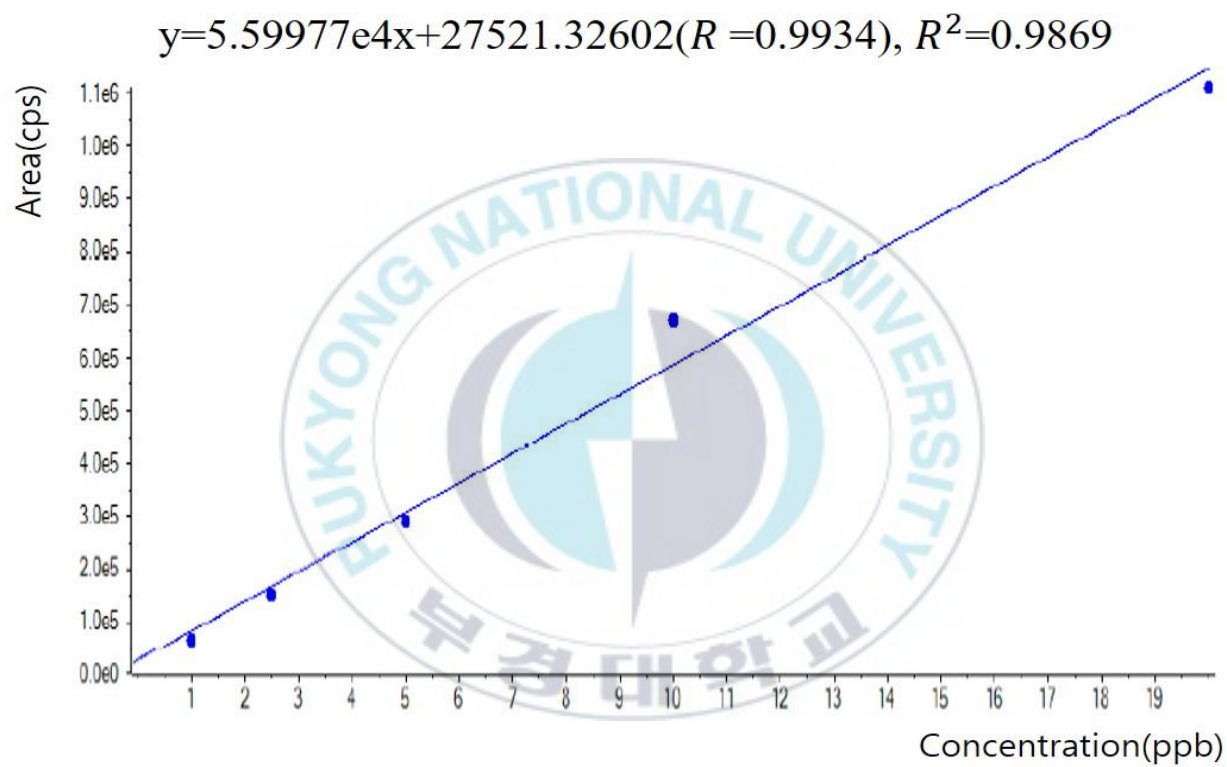


Fig. 3. Calibration curves of dinotefuran

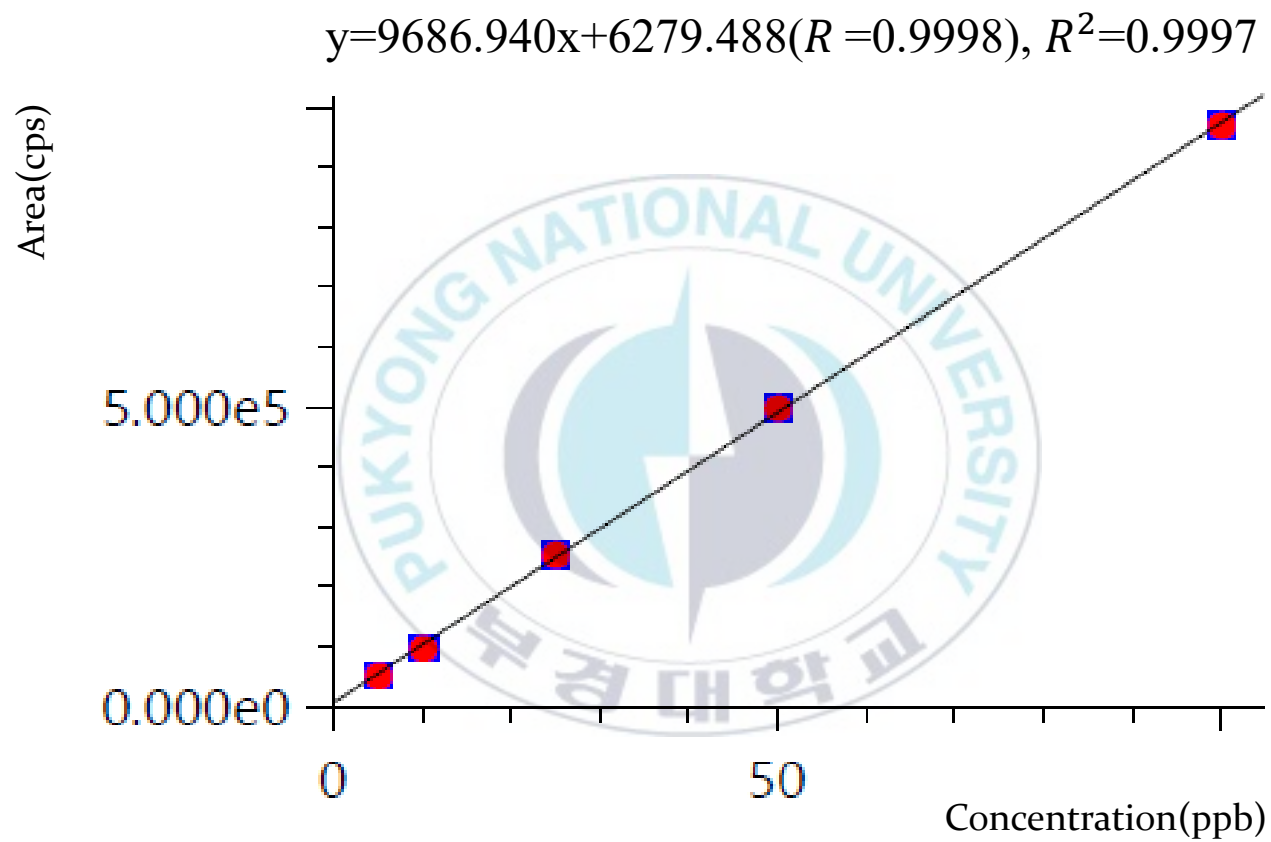


Fig. 4. Calibration curves of procymidone

2.3. 검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ)

검출한계(Limit of Detection, LOD)란 검체 중에 존재하는 분석 대상물질의 검출 가능한 최소량 또는 최소농도를 말하며, 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)란 정량값으로 표현할 수 있는 검체 중 분석대상물질의 최소량 또는 최소농도를 말한다. LOD, LOQ 를 측정하기 위해 검출한계와 정량한계를 구하였다.

결과값의 산출은 표준편차와 검량선의 기울기를 기반으로 하였다. 저농도에서 다수의 반복측정을 통해 얻은 표준편차를 바탕으로 LOD, LOQ 를 계산하였다. 그 결과 LC 로 분석한 물질들의 LOD, LOQ 값은 각각 0.1-1.1 $\mu\text{g/L}$, 0.3-3.3 $\mu\text{g/L}$ 사이로 나타났고, GC 로 분석한 물질들은 0.4-3.3 $\mu\text{g/L}$, 1.2-9.9 $\mu\text{g/L}$ 의 범위 내에서 값이 산출되었다(부록)

2.4. 정확도 (Accuracy) 및 정밀성 (Precision)

정확성(accuracy)이란 측정값이 이미 알고 있는 참값이나 표준 값에 근접한 정도를 말한다. 이를 확인하기 위해 저농도($10\mu\text{g/L}$), 고농도($100\mu\text{g/L}$) 표준혼합용액을 테스트하려는 매질(Matrix)에 넣고, 동일하게 전처리하여 분석하였으며, 검출된 수치는 회수율(%)로 표기하였다.

정밀성(precision)은 정해진 조건에 따라 분석을 진행하였을 때, 측정값 사이의 분산 정도를 말하며, 각 농도별로 3 반복 측정을 통해 얻은 값을 바탕으로 상대표준편차(RSD)를 계산하였다.

그 결과 저농도에서 bistrifluron, clethodim 두 물질의 회수율이 각각 61.9, 60.4 로 낮게 측정되었으나, 나머지 모든 물질은 70-120%사이의 회수율을 나타내었다. 이는 CODEX guideline [13]에서 제시한 적정 범위에 속하는 범위이다. 또한 상대표준편차 역시 모든 물질이 가이드라인이 제시한 범위인 20% 이내에 들어간 것으로 산출되었고, 이를 통해 해당 분석법으로 분석한 결과값이 신뢰할 수 있는 수준임을 확인하였다(부록).

3. 모니터링 결과(Monitoring)

463 종에 대한 동시 분석을 진행한 결과 농약성분 2 종(Procymidone, Dinotefuran)이 대표적으로 다량 검출되었으나, 설정된 기준치 이하로 검출됨을 확인하여 경남지원에서 생산되고 있는 상추, 깻잎, 고추, 부추들이 안전하게 생산되고 있다는 결과를 얻을 수 있었다. 두 성분의 peak 형태를 Fig. 5, Fig. 6 에 나타냈으며, 순서는 sample, blank, standard 순으로 정렬하였다.



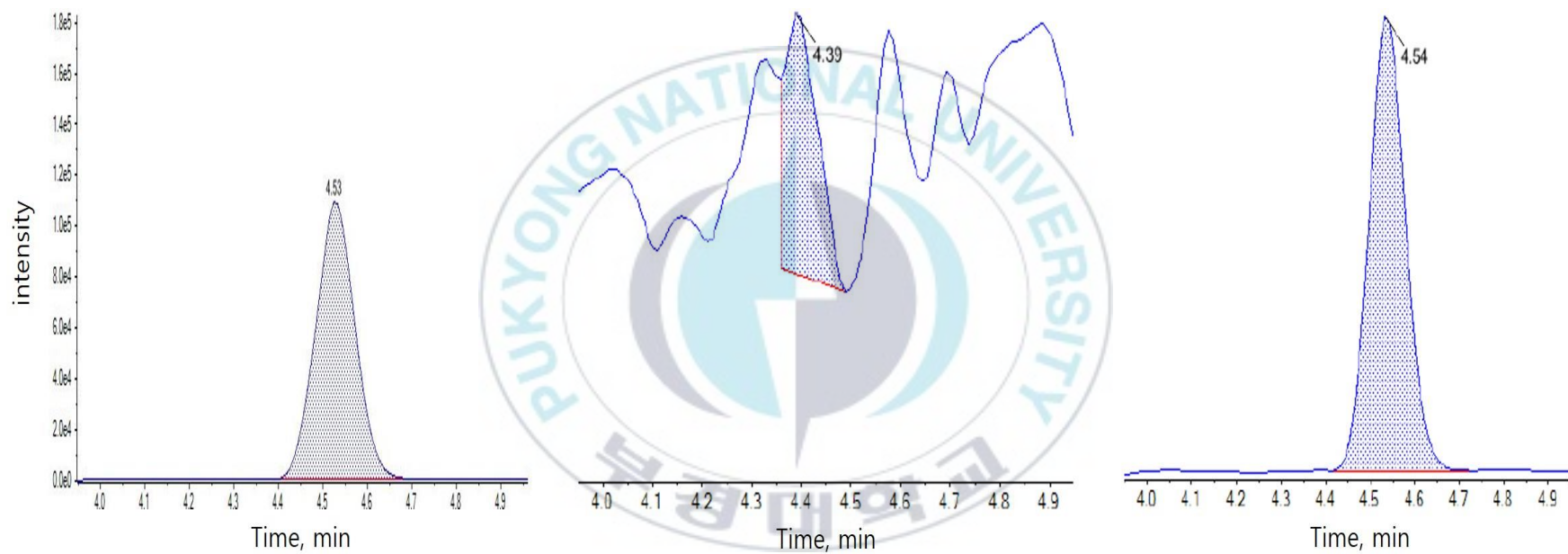


Fig. 5. Dinotefuran peak analyzed by LC-MS/MS (sample, blank, standard)

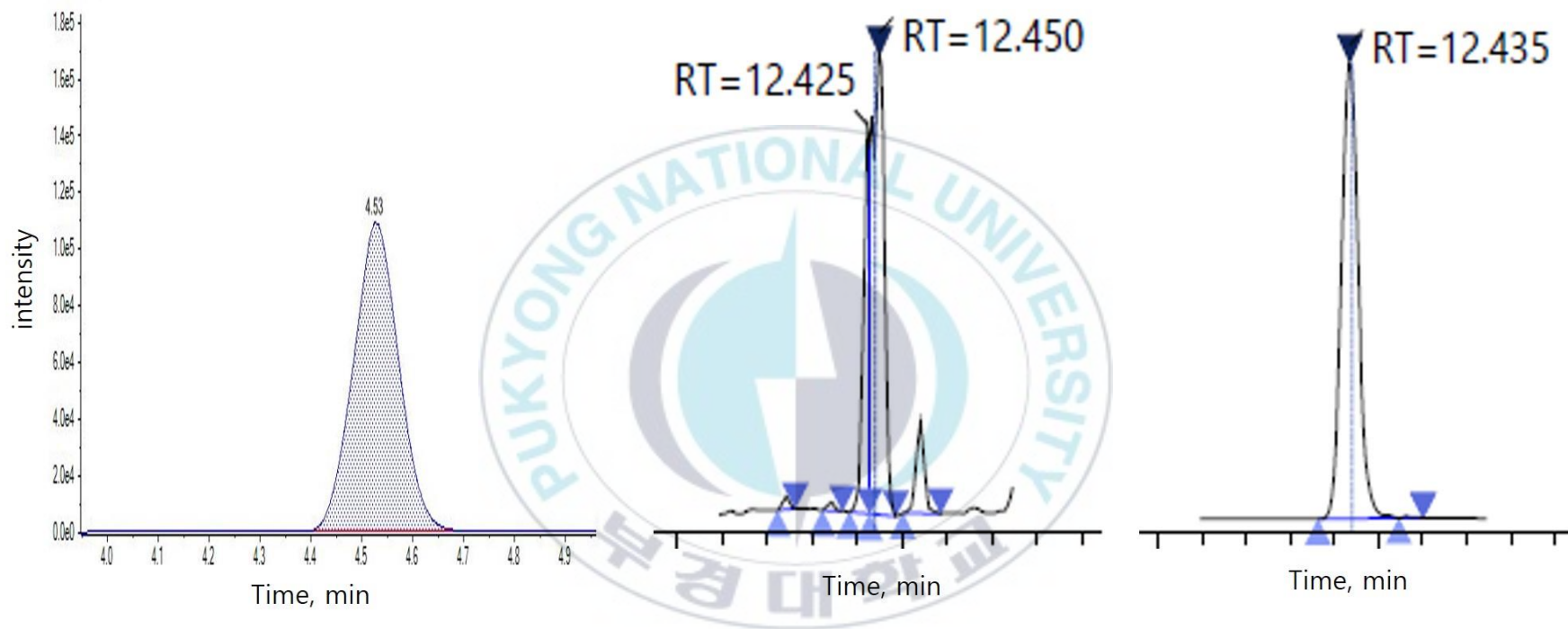


Fig. 6. Dinotefuran peak analyzed by GC-MS/MS (sample, blank, standard)

4. 고찰

각 품목의 2020, 2021 년 부적합 검출 통계를 요약하여 나타내었다(Fig. 7). 먼저 상추의 경우, 해마다 부적합으로 판정되는 시료의 수가 일정하고, 또 그 빈도가 상대적으로 높음을 확인하였다. 이는 상추에 사용하는 대부분의 농약이 잎에 잔류하고 있고 [13], 또 가식부위가 잎이라는 점에서 이러한 결과도 출되었다고 판단된다. 고추는 매우 낮은 부적합율을 나타내었는데, 고추의 경우 잎보다 열매의 반감기가 3 배정도 빠르며 [14], 주로 소비하는 부위가 열매인 점이 낮은 부적합율을 나타내는 원인으로 판단된다. 대파는 가식부위가 잎이며, 그 면적이 상대적으로 넓다는 점 [15]에서 다수의 항목이 부적합으로 판정되었으며, 갯잎은 시설 재배지가 늘어나고 있고, 이로 인해 고온 다습한 환경의 증가로 인한 병해충 방지를 위해 농약을 반복 살포하여 잔류량이 증가 [16]한 것으로 판단된다.

주로 검출되는 두가지 잔류농약의 경향에 대해서도 통계를 산출하였다(Fig. 8). Dinotefuran 은 가을철 채소류에 주로 사용되고, 또한 최근 한 재배지에서 여러 작물을 생산하는 농가에서 다량의 잔류농약이 검출되는 경향을 나타내고 있어, 수확철에서 가장 많이 검출되는 특성을 가지고 있다. Procymidone 의 경우, 연중 내내 사용 가능하며 수화제 형태로 살포되는 경우가 많아 최대 3 개월이상 잔류하는 특성이 있어 다수의 작물에서 검출되고 있다. 이 두 잔류농약은 최근 1 년 사이 검출량이 감소되고 있는데, 이는 PLS 제도의

안정적인 정착과 지속적인 교육 및 홍보의 효과로 판단된다. 이처럼 지속적인 제도 관리도 중요하지만, 이 분석법을 활용한다면 보다 높은 농산물 안전성을 기대할 수 있을 것이라 판단된다.



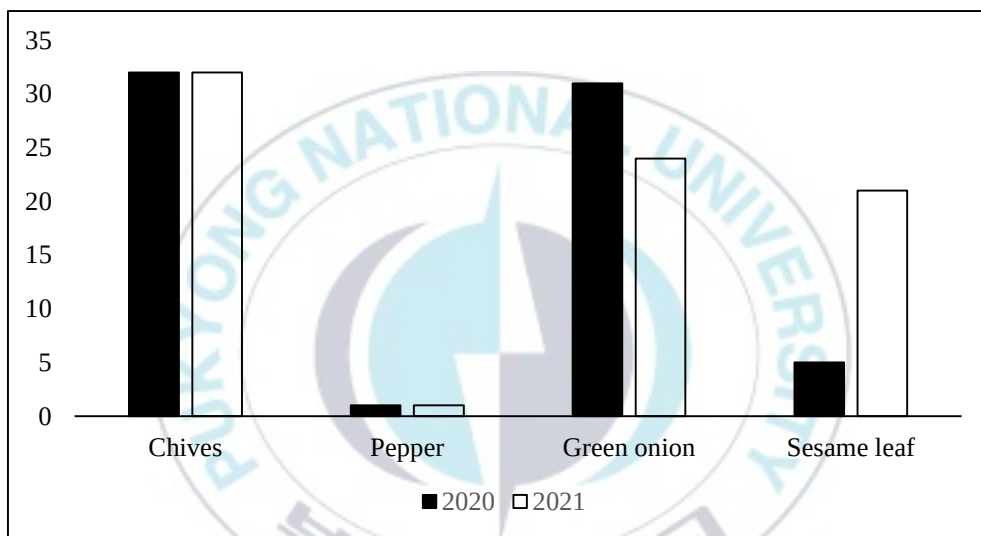


Fig. 7. Frequency of non-compliance by vegetable

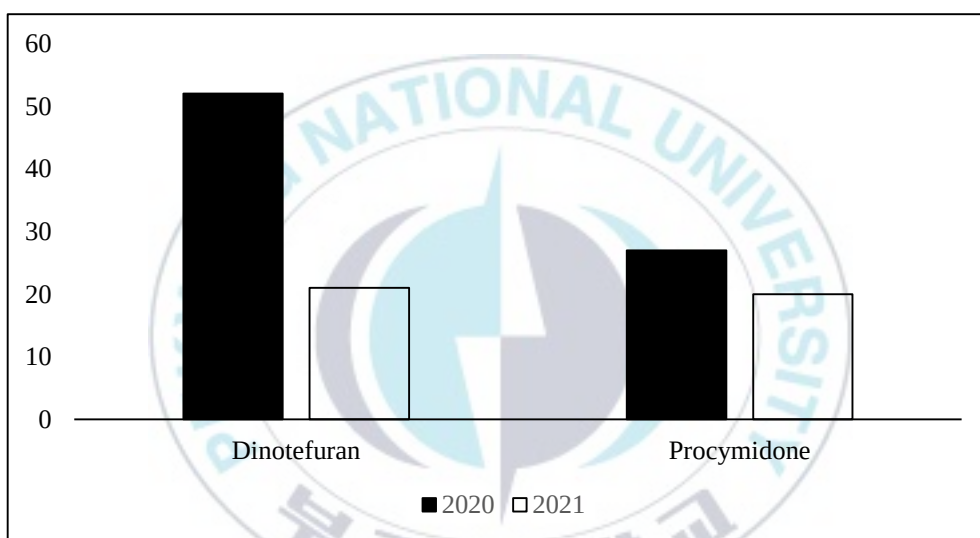


Fig. 8. Detection frequency of each component

IV. 요약

본 연구의 목적은 생식으로 섭취가 가능한 채소류의 잔류농약 안전성 관리가 잘 되고 있는지 모니터링 하였다. 부산을 포함한 경상남도 지역에서 생산되어지고 있는 농산물 중 생식위주의 섭취를 하는 농산물을 대상으로 안전성을 평가하기 위해 상추, 고추, 깻잎, 부추 4 품목 898 건에 대하여 463 종의 잔류농약을 분석하고 위해도를 평가하였다.

2020 년부터 2021 년동안 다빈도로 식품공전에 명시된 프로사이미돈(Procymidone), 디노테푸란(Dinotefuran) 규격 적용 대상 품목들과 성분들을 각각 분류하여 총 897 건을 LC-MS/MS 와 GC-MS/MS 방법을 사용하여 조사하였고 집단간의 유의한 차이를 확인하였다. 최근 2020 년에는 부추, 대파, 상추, 배추, 쪽파, 시금치, 쪽갓, 대추 순으로 부적합이 다수 발생하였고, 성분별로는 dinotefuran, carbofuran, diazinon, procymidone, terbuconazole, ethoprophos, flubendicamide 순으로 발생하였다. 2021 년에는 상추, 부추, 취나물, 시금치, 대파, 깻잎, 쪽갓, 셀러리, 배추, 쌀 순으로 부적합이 발생하였고. 성분별로는 diazinon, dinotefuran, procymidone, carbofuran, carbendazim, linuron, imicyafos, fluopyram 순으로 발생했다. 이에 본 논문에서는 부적합 빈도가 높은 품목들 중에서 생식이 가능한 품목들 4 가지를 선택하여 분석하였다. 분석 결과에서는 최근 다빈도로 검출되는 procymidone 과 dinotefuran 에

대해 모니터링을 실시하였다. 1 월부터 6 월까지에 경남지역 내에서 생산 및 수거된 제품에 대해서는 기준치 이하로 검출되었다. 검사건수 898 건 중에 정확도를 확인하기 위한 회수율 시험에서는 포도즙으로 한 결과 70~120%로 나타났다. procymidone 과 dinotefuran 검량선은 상관계수가 0.9998, 0.9869 로 우수한 직선성을 보였다.



V. 참고문헌

- [1] Lee, J. M., S. H. Lee, and H. M. Kim. "Use of oriental herbs as medicinal food." *Food Industry and Nutrition* 5.1, 2000, pp. 50-56.
- [2] Kim, Jun Young. "Development and industrialization of functional bioactive material from the medicinal plant." *Food industry and nutrition* 18.2 ,2013, pp. 1-6.
- [3] Han, Kook-Tak, et al. "Pesticide residue survey and estimate intake amount of vegetables in Noeun wholesale market, Daejeon." *Korean Journal of Environmental Agriculture* 22.3, 2003, pp. 210-214.
- [4] Sarkar, Deepranjan, et al. "Low input sustainable agriculture: A viable climate-smart option for boosting food production in a warming world." *Ecological Indicators* 115, 2020, 106412.
- [5] Kamel, Freya, and Jane A. Hoppin. "Association of pesticide exposure with neurologic dysfunction and disease." *Environmental health perspectives* 112.9, 2004, pp. 950-958.
- [6] Seok, J. H., H. P. Moon, and D. H. Moon. " The Estimated Effects of Positive List System for Pesticides Maximum Residue Limits on Agricultural Import in

Korea." *Korean Journal of Agricultural Management and Policy* 48, 2021, pp. 329-350.

[7] El-Nahhal, I., & El-Nahhal, Y. (2021). Pesticide residues in drinking water, their potential risk to human health and removal options. *Journal of Environmental Management*, 299, 113611.

[8] González-Curbelo, M. Á., et al. "Evolution and applications of the QuEChERS method." *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 71, 2015, pp. 169-185.

[9] Socas-Rodríguez, Bárbara, et al. "Recent advances and developments in the QuEChERS method." *Comprehensive Analytical Chemistry* 76, 2017, pp. 319-374.

[10] López-Fernández, Olalla, et al. "Determination of polyphenols using liquid chromatography–tandem mass spectrometry technique (LC–MS/MS): A review." *Antioxidants* 9.6, 2020, p. 479.

[11] Picó, Yolanda, Cristina Blasco, and Guillermina Font. "Environmental and food applications of LC–tandem mass spectrometry in pesticide-residue analysis: An overview." *Mass spectrometry reviews* 23.1, pp. 45-85.

- [12] Pico, Yolanda, Ahmed H. Alfarhan, and Damia Barcelo. "How recent innovations in gas chromatography-mass spectrometry have improved pesticide residue determination: An alternative technique to be in your radar." *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 122, 2020, 115720.
- [13] Soon-mok Kwon, et al. " Distribution Characteristics of Pesticide Residues in the Portions of Lettuce Leaves." *Journal of Pesticide Science* 18.2, 2014, pp. 53-60.
- [14] Ki-yong Sung, et al. " Residues and Half-lives of Bitertanol and Tebuconazole in Greenhouse-Grown Peppers." *Applied Biological Chemistry* 47.1, 2004. pp. 113-119.
- [15] Sung-Yong Cho , Jun-Ho Seo. " A Study on the Risk Assessment of Pesticide Residues of Agricultural to Ensure Military Food Safety." *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 2020, pp. 137-143.
- [16] Tae-hwa Song, et al. " Monitoring of Pesticide Residues in Winter Produce from Production Stage." *Korean Society of Environmental Agriculture* 2021, p. 195.

VI. 부 록

Validation result of 463 compounds

Compound	RSQ ^a	100 (μg/L)			10 (μg/L)			LOD ^d	LOQ ^e
		H AVR	H REC ^b	H RSD ^c	L AVR	L REC	L RSD		
2,3,5-trimethacarb	0.9979	108.8	108.8	0.7	10.0	100.3	10.7	0.4	1.3
3,4,5-trimethacarb	0.9990	103.6	103.6	6.0	10.0	100.3	2.7	0.4	1.3
6-Benzyl aminopurine	0.9992	85.0	85.0	2.0	6.4	63.7	1.6	0.4	1.1
Acephate	0.9990	89.6	89.6	6.4	7.5	74.9	4.1	0.4	1.3
Acetamiprid	0.9992	99.2	99.2	1.7	7.3	72.7	2.2	0.2	0.5
Acibenzolar-S-methyl	0.9949	105.6	105.6	2.1	9.8	98.3	6.7	0.9	2.6
Aldicarb	0.9932	90.2	90.2	4.3	6.8	68.0	3.9	0.7	2.1
Allethrin	0.9979	96.3	96.3	4.2	9.0	89.6	3.3	0.3	0.9
Ametoctradin	0.9993	98.1	98.1	3.0	7.8	77.6	1.6	0.1	0.4
Amisulbrom	0.9989	101.0	101.0	6.7	7.6	75.8	1.3	0.5	1.5
Asulam	0.9983	75.2	75.2	6.4	6.0	60.1	3.0	0.4	1.3
Azamethiphos	0.9994	98.0	98.0	2.2	7.6	75.6	2.4	0.2	0.5
Azinphos-methyl	0.9965	97.7	97.7	3.8	7.2	72.1	3.2	0.5	1.4
Azoxystrobin	0.9995	97.6	97.6	1.7	8.8	88.4	1.2	0.2	0.5
Benalaxyl	0.9984	100.0	100.0	1.7	9.0	90.5	4.6	0.1	0.4
Bendiocarb	0.9994	99.5	99.5	2.0	8.7	86.8	5.6	0.2	0.6
Bensulide	0.9961	101.8	101.8	4.1	8.4	84.4	13.2	0.8	2.5
Bentazone	0.9965	93.1	93.1	3.9	6.4	63.8	8.8	0.3	0.9
Benthiavalicarb-isopropyl(R)	0.9992	95.3	95.3	5.2	7.8	77.6	8.2	0.2	0.7
Benthiavalicarb-isopropyl(S)	0.9982	96.5	96.5	2.3	9.9	99.0	7.7	0.3	0.8
Benzobicyclon	0.9991	95.2	95.2	1.5	8.4	83.8	8.4	0.2	0.5
Bistrifluron	0.9968	92.6	92.6	4.8	6.2	61.9	9.2	0.2	0.7
Bixafen	0.9981	96.3	96.3	4.3	11.0	110.3	2.3	0.5	1.6
Bromacil	0.9989	97.6	97.6	2.4	8.4	84.2	4.8	0.3	0.9
BTS 44595	0.9977	92.8	92.8	1.4	8.7	87.3	1.2	0.2	0.7
BTS 44596	0.9986	98.8	98.8	4.9	9.1	90.8	5.3	0.4	1.3

Butocarboxim	0.9949	91.1	91.1	0.7	10.0	99.8	12.7	0.7	2.1
Carbaryl	0.9989	98.9	98.9	2.1	8.5	84.6	9.8	0.2	0.7
Carbendazim	0.9995	91.4	91.4	2.2	8.2	81.8	3.8	0.3	1.0
Carbetamide	0.9977	95.0	95.0	0.2	7.4	74.4	19.2	0.4	1.3
Carpropamide	0.9988	99.4	99.4	3.1	7.6	75.7	6.0	0.3	0.8
Chlorantraniliprole	0.9992	99.4	99.4	2.7	8.4	83.9	15.3	0.4	1.3
Chlorfenvinphos (E)	0.9990	97.9	97.9	1.7	8.8	87.8	15.8	0.2	0.7
Chlorfenvinphos (Z)	0.9992	98.7	98.7	2.7	8.8	88.1	10.2	0.3	0.8
Chlorfluazuron	0.9993	100.8	100.8	2.9	9.2	92.1	11.7	0.2	0.7
Chloridazone	0.9984	95.2	95.2	5.0	7.6	76.4	7.6	0.4	1.3
Chlorobenzuron	0.9993	96.8	96.8	0.7	9.2	91.5	16.1	0.2	0.5
Chlorotoluron	0.9987	95.3	95.3	1.1	8.9	89.5	5.7	0.3	1.0
Chloroxuron	0.9991	98.7	98.7	1.2	8.0	79.6	2.9	0.2	0.7
Chromafenozide	0.9986	98.4	98.4	3.5	8.2	81.9	7.0	0.2	0.5
Clethodim	0.9968	95.3	95.3	4.0	6.0	60.4	2.2	0.4	1.1
Clethodim sulfone	0.9935	81.7	81.7	6.1	7.0	70.4	22.8	0.8	2.5
Clethodim sulfoxide	0.9967	72.4	72.4	6.3	6.1	61.1	13.5	0.4	1.3
Clofentezine	0.9959	98.7	98.7	1.5	6.6	65.8	5.4	0.2	0.6
Clomeprop	0.9979	97.4	97.4	5.4	6.9	68.8	7.9	0.5	1.5
Clothianidin	0.9988	91.9	91.9	3.2	8.6	86.2	14.5	0.5	1.5
Crotoxyphos (NH4)	0.9996	99.3	99.3	2.1	8.9	89.5	4.9	0.2	0.5
Crufomate	0.9989	100.1	100.1	3.0	10.8	108.3	4.1	0.2	0.5
Cyanazine	0.9993	96.5	96.5	4.0	7.5	75.0	7.9	0.3	0.8
Cyantraniliprole	0.9979	99.3	99.3	4.0	8.3	83.3	4.7	0.3	1.0
Cyazofamid	0.9981	98.8	98.8	3.2	7.9	78.8	5.8	0.2	0.7
Cyclaniliprole	0.9984	98.5	98.5	6.1	10.5	105.4	15.2	0.3	0.9
Cycloate	0.9922	94.6	94.6	2.0	10.3	102.8	7.6	0.5	1.4
Cycloprothrin	0.9935	103.1	103.1	7.6	8.2	82.4	12.0	1.0	3.0
Cyclosulfamuron	0.9994	92.6	92.6	2.0	8.1	80.6	5.7	0.3	1.0
Cyenopyrafen	0.9999	97.0	97.0	1.7	10.1	101.1	3.0	0.1	0.2
Cyflumetofen	0.9979	97.9	97.9	2.7	9.5	95.4	5.1	0.2	0.5

Cymoxanil	0.9976	96.8	96.8	1.8	8.1	81.4	4.3	0.3	1.0
Cyproconazole(I)	0.9979	97.0	97.0	1.3	6.0	60.2	6.5	0.4	1.3
Cyproconazole(II)	0.9979	97.5	97.5	3.9	6.3	63.0	5.1	0.6	1.8
Demeton-S	0.9984	97.0	97.0	2.1	7.9	79.0	4.5	0.3	0.9
Demeton-S-methyl	0.9989	96.5	96.5	0.9	10.0	100.1	7.7	1.1	3.3
Demeton-S-methyl-sulfone	0.9992	101.4	101.4	4.8	9.8	97.9	16.1	0.3	0.9
Demeton-S-sulfone	0.9995	94.9	94.9	1.5	7.4	74.2	46.0	0.8	2.4
Demeton-S-sulfoxide	0.9994	109.7	109.7	1.7	11.5	115.3	7.9	0.5	1.4
Dichlorvos (DDVP)	0.9952	97.8	97.8	2.5	8.1	80.5	14.8	0.3	0.9
Diclosulam	0.9965	82.9	82.9	1.7	6.8	67.7	29.6	0.5	1.4
Diflubenzuron	0.9990	97.6	97.6	0.5	9.9	98.8	8.4	0.4	1.2
Dimethoate	0.9921	101.4	101.4	3.8	10.3	102.7	25.6	0.8	2.4
Dinotefuran	0.9986	93.3	93.3	1.1	7.0	70.2	9.8	0.3	0.8
Disulfoton	0.9984	96.6	96.6	8.3	9.9	98.8	33.2	0.5	1.6
Disulfoton sulfone	0.9992	99.9	99.9	3.2	9.2	92.1	9.7	0.3	0.9
Disulfoton sulfoxide	0.9987	96.9	96.9	0.6	8.7	86.9	5.5	0.1	0.4
Diuron	0.9994	97.9	97.9	0.5	8.1	80.6	6.0	0.2	0.5
Dodine	0.9988	92.8	92.8	1.9	11.7	117.5	12.9	0.7	2.2
Emamectin B1a	0.9996	91.5	91.5	1.5	8.1	80.6	5.3	0.2	0.7
Ethaboxam	0.9986	99.1	99.1	3.1	9.9	99.0	5.2	0.2	0.5
Etofenprox	0.9999	101.6	101.6	0.9	10.2	102.1	1.6	0.2	0.5
Etrinfos	0.9991	100.2	100.2	2.1	7.8	77.9	7.8	0.2	0.5
Famoxadone	0.9963	101.2	101.2	6.8	10.1	100.8	16.9	0.4	1.2
Fenazaquin	0.9998	97.1	97.1	1.2	9.1	91.2	3.7	0.1	0.3
Fenhexamid	0.9990	94.3	94.3	7.5	7.0	70.5	21.6	0.3	0.9
Fenpyroximate	0.9997	102.2	102.2	1.4	9.2	91.9	1.2	0.1	0.4
Fensulfothion	0.9985	96.2	96.2	0.4	7.6	75.7	7.7	0.1	0.2
Ferimzone(E)	0.9985	94.4	94.4	0.8	7.3	73.4	4.2	0.8	2.5
Ferimzone(Z)	0.9961	99.3	99.3	2.6	10.1	100.8	1.9	0.6	1.7
Flazasulfuron	0.9991	77.5	77.5	4.4	6.0	60.2	5.0	0.2	0.7
Flonicamid	0.9953	95.2	95.2	2.3	8.4	83.7	21.2	0.5	1.5

Fluazinam	0.9989	103.1	103.1	0.8	11.8	118.2	2.3	0.2	0.7
Flubendiamide	0.9974	104.9	104.9	0.4	8.4	84.4	9.2	0.2	0.5
Fludioxonil	0.9984	104.8	104.8	1.6	10.7	107.3	14.6	0.5	1.5
Flufenoxuron	0.9994	100.5	100.5	1.7	7.7	77.5	8.9	0.2	0.7
Fluometuron	0.9957	100.1	100.1	2.7	9.0	89.9	9.4	0.3	0.8
Fluopicolide	0.9985	100.6	100.6	1.4	8.7	86.9	4.0	0.2	0.6
Flupoxam	0.9990	96.1	96.1	2.2	8.0	80.4	3.1	0.3	0.8
Flupyradifurone	0.9993	97.5	97.5	3.1	8.0	79.8	7.1	0.3	1.0
Fluridone	0.9979	97.3	97.3	3.4	8.0	80.3	0.8	0.1	0.4
Flusulfamide	0.9981	100.4	100.4	2.2	10.7	107.1	9.7	0.3	0.9
Fluthiacet-methyl	0.9964	97.9	97.9	4.6	11.3	113.3	2.1	0.4	1.2
Flutolanil	0.9993	98.7	98.7	1.2	8.1	80.6	3.4	0.2	0.6
Flutriafol	0.9981	92.0	92.0	1.8	6.1	61.3	2.4	0.6	1.7
Fluxametamide	0.9952	99.2	99.2	3.2	8.3	83.2	2.6	0.4	1.1
Fomesafen	0.9874	97.2	97.2	11.6	8.4	84.5	6.5	1.1	3.4
Fosthiazate	0.9998	97.3	97.3	1.1	8.9	88.7	4.1	0.1	0.3
Halosulfuron-methyl	0.9988	89.7	89.7	3.7	7.3	72.5	5.5	0.2	0.7
Hexaconazole	0.9994	91.2	91.2	2.4	9.0	89.8	13.8	0.2	0.5
Hexazinone	0.9996	96.5	96.5	2.3	8.8	87.7	1.7	0.2	0.6
Imazalil	0.9995	95.9	95.9	1.4	7.3	72.6	1.9	0.2	0.6
Imibenconazole	0.9996	97.8	97.8	3.8	8.7	86.9	0.4	0.2	0.7
Imicyafos	0.9987	93.0	93.0	0.2	7.5	74.8	3.5	0.3	0.8
Imidacloprid	0.9954	99.2	99.2	1.9	8.0	80.3	8.4	0.2	0.5
Indaziflam	0.9989	101.8	101.8	3.4	8.0	79.7	4.4	0.2	0.6
Ipfencarbazone	0.9995	96.3	96.3	1.5	9.4	93.5	14.2	0.4	1.3
Isoproturon	0.9995	100.6	100.6	1.5	8.7	87.3	6.8	0.3	0.8
Isoxaben	0.9988	98.7	98.7	0.7	7.5	74.7	2.2	0.2	0.5
Isoxathion	0.9977	100.0	100.0	2.9	8.5	85.3	5.5	0.2	0.6
KIE-9749	0.9989	96.7	96.7	2.4	8.1	81.0	3.5	0.2	0.6
Lenacil	0.9987	96.9	96.9	4.4	7.1	70.5	9.0	0.4	1.3
Linuron	0.9993	99.2	99.2	1.0	10.7	106.6	10.7	0.3	1.0

Lufenuron	0.9972	96.4	96.4	3.5	6.7	67.2	5.4	0.4	1.3
Malaoxon	0.9997	96.8	96.8	1.8	8.7	87.1	2.2	0.1	0.3
Malathion	0.9977	97.7	97.7	1.9	6.6	66.3	6.3	0.1	0.4
Mandestrobin	0.9985	97.5	97.5	3.9	8.1	80.6	1.7	0.1	0.3
Mandipropamid	0.9991	96.9	96.9	6.0	8.3	82.7	10.6	0.2	0.6
Mefenacet	0.9995	97.4	97.4	1.2	8.6	85.9	1.9	0.1	0.3
Mefentrifluconazole	0.9994	97.7	97.7	3.6	8.4	84.4	6.5	0.3	0.8
Mephosfolan	0.9990	96.1	96.1	3.3	7.6	76.4	4.9	0.2	0.6
Metaflumizone (E)	0.9965	99.1	99.1	8.2	9.6	96.3	5.6	0.4	1.3
Metaflumizone (Z)	0.9980	89.5	89.5	2.8	11.3	112.9	10.6	0.5	1.6
Metamitron	0.9918	104.0	104.0	5.8	7.3	72.6	15.1	1.1	3.3
Metconazole	0.9986	95.7	95.7	4.3	6.4	63.8	3.9	0.1	0.4
Methabenzthiazuron	0.9989	97.1	97.1	0.7	8.4	83.5	5.5	0.2	0.6
Methamidophos	0.9983	85.4	85.4	1.0	6.0	60.1	9.8	0.4	1.1
Methiocarb	0.9989	95.4	95.4	2.9	9.0	89.5	4.9	0.2	0.6
Methoxyfenozide	0.9990	97.6	97.6	0.5	8.3	83.0	5.5	0.1	0.3
Metominostrobin	0.9995	71.1	71.1	1.9	6.3	62.6	1.4	0.2	0.5
Metrafenone	0.9983	101.2	101.2	3.7	7.4	74.5	4.2	0.2	0.5
Mevinphos	0.9949	97.2	97.2	6.6	9.7	97.0	10.4	0.5	1.5
Milbemectin A3	0.9983	105.0	105.0	4.6	8.0	80.0	13.3	0.7	2.1
Milbemectin A4	0.9998	102.0	102.0	4.4	10.2	101.8	12.6	0.3	0.9
Monocrotophos	0.9985	95.8	95.8	3.1	9.6	95.7	4.9	0.2	0.5
Napropamide	0.9993	99.9	99.9	1.3	9.5	95.2	5.3	0.2	0.6
Neburon	0.9925	97.8	97.8	1.9	6.7	66.8	8.7	0.3	0.8
Nitenpyram	0.9992	93.4	93.4	0.9	8.4	84.0	12.6	0.2	0.7
Norea	0.9985	102.1	102.1	5.4	8.9	88.6	4.6	0.3	0.8
Norflurazon	0.9990	99.4	99.4	1.0	7.1	70.7	3.2	0.1	0.3
Omethoate	0.9990	92.6	92.6	1.7	8.2	81.9	3.3	0.9	2.7
Orthosulfamuron	0.9935	86.7	86.7	7.9	9.7	97.4	7.1	0.7	2.1
Orysastrobin	0.9978	105.3	105.3	6.0	8.0	79.6	1.1	0.3	0.8
Oryzalin	0.9882	86.2	86.2	13.7	9.7	97.1	10.6	1.3	4.0

Oxadiargyl	0.9943	92.2	92.2	13.1	8.0	79.6	13.8	0.6	1.7
Oxamyl	0.9993	96.6	96.6	1.6	8.4	84.0	2.3	0.2	0.6
Oxamyl-oxime	0.9986	96.7	96.7	4.4	6.0	60.3	6.0	0.2	0.6
Oxathiapiprolin	0.9983	93.4	93.4	3.4	8.6	86.3	8.1	0.2	0.7
Oxycarboxin	0.9986	95.2	95.2	1.5	7.3	72.9	12.9	0.4	1.3
Oxydemeton-methyl	0.9997	94.7	94.7	1.1	8.9	89.3	3.4	0.1	0.3
Pebulate	0.9990	99.5	99.5	1.5	9.4	94.1	14.1	0.4	1.1
Pencycuron	0.9997	98.1	98.1	2.9	8.9	88.7	2.9	0.1	0.4
Phenmedipham	0.9988	97.9	97.9	2.7	8.5	85.0	2.5	0.2	0.5
Phenothrin cis	0.9980	104.4	104.4	2.8	7.7	77.4	13.8	0.4	1.1
Phenothrin trans	0.9984	101.0	101.0	3.4	9.6	95.8	8.6	0.5	1.6
Phorate	0.9995	100.1	100.1	1.8	9.0	89.5	6.9	0.3	0.8
Phorate oxon	0.9996	98.5	98.5	3.7	8.3	83.0	5.1	0.2	0.5
Phorate oxon sulfone	0.9916	93.2	93.2	3.9	6.9	69.0	5.2	0.9	2.6
Phorate oxon sulfoxide	0.9996	96.7	96.7	2.5	8.4	84.1	5.8	0.2	0.7
Phorate sulfone	0.9990	96.1	96.1	6.7	9.2	91.7	5.4	0.1	0.4
Phorate sulfoxide	0.9975	99.3	99.3	4.1	8.8	88.3	3.8	0.3	1.0
Phosfolan	0.9988	105.3	105.3	5.7	11.5	114.9	2.0	0.4	1.2
Phoxim	0.9992	98.8	98.8	2.4	8.7	87.4	2.3	0.1	0.4
Picarbutrazox	0.9962	98.4	98.4	4.2	8.2	82.3	7.0	0.2	0.7
Picolinafen	0.9990	103.8	103.8	3.5	8.1	81.3	3.4	0.2	0.5
Propamocarb	0.9916	79.4	79.4	1.7	6.3	62.6	13.0	2.4	7.1
Propyrisulfuron	0.9991	84.4	84.4	2.6	7.0	70.5	7.4	0.3	0.9
Proquinazid	0.9998	101.6	101.6	1.5	9.4	94.2	5.6	0.1	0.4
Prosulfocarb	0.9993	99.8	99.8	2.2	8.6	86.0	4.1	0.1	0.3
Pydiflumetofen	0.9989	97.8	97.8	0.6	6.6	65.5	2.3	0.2	0.6
Pyflubumide	0.9991	96.3	96.3	1.0	9.0	89.6	2.9	0.1	0.4
Pyflubumide-NH	0.9956	100.8	100.8	1.1	6.7	67.1	4.6	0.2	0.5
Pyraclonil	0.9974	95.5	95.5	2.4	6.2	62.3	15.5	0.2	0.6
Pyraclostrobin	0.9982	95.1	95.1	0.8	8.0	79.6	3.7	0.1	0.3
Pyraziflumid	0.9969	100.0	100.0	0.6	6.7	67.4	8.5	0.2	0.5

Pyrazolate	0.9974	99.3	99.3	0.7	7.3	72.8	5.9	1.7	5.2
Pyrazosulfuron-ethyl	0.9801	79.8	79.8	12.5	6.7	67.1	3.9	1.6	4.9
Pyrazoxyfen	0.9983	93.8	93.8	2.2	7.5	74.9	1.5	0.3	0.9
Pyribencarb	0.9983	94.3	94.3	1.5	8.1	80.7	1.7	0.2	0.7
Pyridaben	0.9997	100.0	100.0	0.7	10.2	102.0	2.1	0.1	0.3
Pyridaphenthion	0.9988	99.9	99.9	2.5	9.1	90.5	1.3	0.2	0.7
Pyrifluquinazon	0.9993	95.3	95.3	3.9	9.5	94.8	3.1	0.3	1.0
Pyriofenone	0.9995	99.6	99.6	2.6	7.6	76.2	9.6	0.2	0.6
Saflufenacil	0.9965	94.9	94.9	0.6	10.2	101.8	4.5	0.4	1.3
Secbumeton	0.9996	98.5	98.5	0.3	9.5	95.4	6.2	0.2	0.6
Sedaxane cis	0.9993	99.4	99.4	1.5	8.9	89.4	6.3	0.1	0.4
Sedaxane trans	0.9996	99.9	99.9	2.2	8.5	85.1	5.3	0.2	0.5
Sethoxydim	0.9995	91.6	91.6	1.7	7.7	77.2	6.4	0.3	0.8
Simazine	0.9980	95.3	95.3	2.3	9.5	94.8	10.1	0.4	1.3
Spinetoram (J)	0.9997	96.0	96.0	1.6	10.6	105.7	3.1	0.3	0.9
Spinetoram (L)	0.9970	95.2	95.2	2.4	9.9	98.9	7.4	0.4	1.1
Spinosyn A	0.9994	95.2	95.2	5.1	10.9	109.2	4.2	0.4	1.2
Spinosyn D	0.9980	95.9	95.9	2.5	9.6	95.6	4.7	0.4	1.3
Spirodiclofen	0.9996	101.0	101.0	3.2	8.8	88.2	0.6	0.2	0.5
Sulfentrazone	0.9986	101.9	101.9	1.5	8.3	83.1	13.4	0.5	1.6
Sulfoxaflor	0.9927	105.1	105.1	8.9	11.7	117.2	4.2	0.6	1.7
Sulprofos	0.9985	97.8	97.8	2.1	9.1	90.9	0.9	0.2	0.5
Tebufenozide	0.9983	100.0	100.0	3.2	10.7	106.9	0.6	0.2	0.7
Tebufloquin	0.9991	96.1	96.1	2.9	9.6	95.5	0.7	0.2	0.5
Tebufloquin M1	0.9992	98.9	98.9	1.3	8.1	80.6	2.8	0.1	0.3
Tebuthiuron	0.9991	96.5	96.5	1.0	8.1	80.5	1.9	0.2	0.5
Teflubenzuron	0.9946	99.4	99.4	7.8	6.1	60.7	4.9	0.8	2.3
Tepraloxydim	0.9970	88.2	88.2	6.6	6.3	62.5	0.4	0.5	1.5
Terbufos	0.9965	103.7	103.7	0.8	7.6	75.8	7.0	0.5	1.6
Terbufos oxon	0.9958	102.4	102.4	1.9	6.1	61.2	12.0	0.2	0.7
Terbufos oxon sulfone	0.9958	95.7	95.7	3.1	7.1	71.4	11.0	0.3	0.9

Terbufos oxon sulfoxide	0.9969	103.8	103.8	2.9	10.7	107.2	10.3	0.4	1.1
Terbufos sulfone	0.9990	95.1	95.1	1.2	9.8	98.3	11.5	0.2	0.7
Terbufos sulfoxide	0.9993	99.9	99.9	1.1	8.6	85.9	3.4	0.3	0.9
Tetraniliprole	0.9967	97.8	97.8	3.5	6.8	67.6	9.0	0.3	1.0
Thiabendazole	0.9992	87.6	87.6	2.7	8.3	83.0	6.8	0.1	0.3
Thiacloprid	0.9993	99.5	99.5	0.7	7.9	78.5	2.5	0.2	0.5
Thiamethoxam	0.9963	101.9	101.9	3.0	8.5	84.6	9.0	0.2	0.5
Thidiazuron	0.9969	94.1	94.1	2.2	10.9	109.3	3.1	0.6	1.9
Thiobencarb	0.9980	101.3	101.3	2.1	9.0	90.4	5.6	0.1	0.3
Thiophanate-methyl	0.9986	93.6	93.6	1.6	6.2	61.9	6.6	0.2	0.7
Tiadinil	0.9872	104.2	104.2	1.4	9.1	91.5	11.5	0.1	0.4
Tolfenpyrad	0.9994	99.8	99.8	0.8	11.4	113.8	2.7	0.2	0.5
Triafamone	0.9994	95.3	95.3	2.9	8.5	84.9	1.8	0.1	0.4
Triazamate	0.9981	100.3	100.3	4.6	8.2	82.2	2.9	0.2	0.6
Tribufos	0.9997	101.5	101.5	0.6	9.3	92.7	3.9	0.2	0.5
Trichlorfon	0.9812	105.2	105.2	14.4	6.6	65.6	5.0	0.9	2.7
Tricyclazole	0.9874	95.5	95.5	3.9	9.2	91.6	10.9	0.6	1.9
Trifloxysulfuron	0.9985	88.9	88.9	2.2	6.5	65.0	8.7	0.3	1.0
Triflumuron	0.9997	96.0	96.0	0.4	9.0	90.5	13.3	0.2	0.5
Triticonazole	0.9993	92.8	92.8	2.8	7.0	70.2	13.6	0.3	1.0
TZ-1E	0.9993	95.6	95.6	3.0	8.7	86.6	7.3	0.2	0.7
Uniconazole	0.9986	96.4	96.4	4.5	8.6	85.7	14.1	0.4	1.1
Valifenalate	0.9980	97.7	97.7	3.8	9.8	97.7	4.5	0.2	0.5
Vernolate	0.9991	103.8	103.8	2.8	10.1	100.6	9.1	0.2	0.7
XMC	0.9987	96.8	96.8	4.5	11.2	112.4	9.8	0.3	0.9
Alachlor	0.9996	99.1	99.1	1.0	10.7	107.5	4.0	1.0	2.9
Aldrin	0.9972	98.0	98.0	1.3	9.7	97.2	14.9	2.3	7.0
Allidochlor	0.9968	94.0	94.0	0.9	11.3	113.0	11.8	2.6	7.7
Ametryn	0.9993	96.3	96.3	1.8	9.9	98.5	1.9	2.3	6.8
Aramite 1	0.9989	94.3	94.3	3.0	10.3	102.6	5.1	1.6	4.7
Aramite 2	0.9995	92.7	92.7	2.5	9.8	98.0	3.7	0.7	2.1

Aspon	0.9998	96.6	96.6	0.9	9.9	98.6	2.6	0.4	1.3
Atrazine	0.9992	94.9	94.9	3.7	9.9	98.9	7.2	2.2	6.6
Azinphos-ethyl	0.9991	87.9	87.9	3.9	9.2	92.3	5.6	1.0	2.9
Benfluralin	0.9988	103.0	103.0	1.5	10.9	108.7	1.3	1.1	3.2
Benodanil	0.9996	91.6	91.6	2.0	9.7	96.8	5.4	1.2	3.6
Benzoylprop-ethyl	0.9995	95.6	95.6	0.6	9.8	97.9	2.2	1.5	4.5
BHC (alpha)	0.9995	98.2	98.2	0.3	9.9	98.9	3.2	0.9	2.7
BHC (beta)	0.9997	101.6	101.6	0.8	10.5	105.5	2.7	0.9	2.8
BHC (delta)	0.9987	95.7	95.7	0.9	10.3	103.5	2.9	1.2	3.7
BHC (gamma)	0.9998	100.4	100.4	3.0	10.6	106.4	7.3	1.3	4.0
Bifenazate	0.9995	94.1	94.1	2.6	9.9	98.6	10.0	2.2	6.5
Bifenthrin	0.9964	93.8	93.8	0.5	9.7	97.1	3.8	0.5	1.4
Boscalid	0.9993	88.7	88.7	1.0	8.9	88.8	5.1	1.2	3.5
Bromobutide	0.9985	97.5	97.5	1.6	10.4	104.4	9.0	0.9	2.8
Bromophos-ethyl	0.9975	96.6	96.6	1.5	9.7	97.1	6.1	1.6	4.7
Bromophos-methyl	0.9996	97.4	97.4	3.1	9.4	93.7	4.1	1.2	3.6
Bromopropylate	0.9991	96.9	96.9	2.1	10.1	101.5	3.3	1.1	3.3
Bupirimate	0.9980	93.9	93.9	0.3	9.5	95.0	6.2	2.3	6.8
Buprofezin	0.9981	95.6	95.6	2.7	10.4	104.0	5.3	2.6	7.9
Butachlor	0.9991	99.2	99.2	0.8	10.4	104.2	4.6	1.0	3.0
Butralin	0.9956	90.9	90.9	1.4	9.5	95.4	11.7	2.7	8.1
Butylate	0.9993	106.6	106.6	0.9	9.5	94.6	7.3	1.2	3.7
Cadusafos	0.9968	95.4	95.4	3.1	9.2	91.9	3.7	2.7	8.1
Carboxin	0.9995	96.1	96.1	1.0	9.4	94.0	2.1	2.1	6.2
Chlorbenside	0.9991	96.7	96.7	2.7	8.5	85.4	2.6	1.2	3.5
Chlorbufam	0.9946	93.4	93.4	5.0	8.2	81.7	7.5	3.0	9.1
Chlordane-cis	0.9994	100.1	100.1	1.1	10.1	100.5	6.3	1.3	3.8
Chlordane-trans	0.9989	99.3	99.3	1.9	9.9	99.4	7.0	1.4	4.3
Chlorethoxyfos	0.9991	102.8	102.8	0.9	10.1	100.7	11.5	2.1	6.3
Chlorfenapyr	0.9856	94.0	94.0	7.9	7.9	79.1	15.7	3.0	9.1
Chlorfenson	0.9997	95.2	95.2	2.6	9.7	96.9	3.2	0.6	1.7

Chlorflurenol-methyl	0.9995	94.0	94.0	0.3	9.9	99.1	3.2	0.5	1.6
Chlornitrofen	0.9975	90.5	90.5	7.6	9.8	98.1	1.6	1.7	5.0
Chlorobenzilate	0.9996	96.7	96.7	1.0	10.2	101.7	2.4	0.3	0.9
Chloroneb	0.9990	94.7	94.7	1.6	9.4	94.5	4.6	0.6	1.9
Chloropropylate	0.9996	96.3	96.3	0.8	10.1	100.9	2.6	0.5	1.4
Chlorpropham	0.9992	96.2	96.2	0.4	9.9	99.0	5.2	0.6	1.8
Chlorpyrifos	0.9993	93.8	93.8	0.7	9.5	95.1	4.9	1.3	3.9
Chlorpyrifos-methyl	0.9971	93.0	93.0	0.8	9.2	92.3	7.3	2.0	5.9
Chlorthal-dimethyl	0.9993	96.5	96.5	0.4	10.0	100.4	0.9	1.1	3.3
Chlorthion	0.9961	84.1	84.1	5.5	8.8	87.5	9.4	3.0	9.1
Chlorthiophos 1	0.9959	95.3	95.3	0.7	10.3	103.5	6.3	2.7	8.2
Chlorthiophos 2	0.9983	94.1	94.1	1.8	9.9	98.8	10.4	2.6	7.7
Chlozolate	0.9980	93.9	93.9	2.8	7.3	72.8	16.5	2.6	7.7
Cinmethylin	0.9978	97.8	97.8	2.9	9.5	94.8	11.5	2.6	7.7
Coumaphos	0.9992	84.5	84.5	2.5	9.3	93.0	4.5	2.4	7.3
Cyanophos	0.9989	93.7	93.7	1.6	9.7	96.9	1.9	1.2	3.6
Cyflufenamid	0.9991	95.1	95.1	1.2	10.5	104.7	5.8	1.4	4.1
Cyprazine	0.9955	93.2	93.2	4.6	9.5	95.2	5.1	3.0	9.1
Cyprodinil	0.9992	97.0	97.0	0.5	9.3	93.0	6.0	1.8	5.4
Deltamethrin	0.9990	83.5	83.5	1.5	8.4	84.3	5.1	2.0	6.1
Desmetryn	0.9995	97.3	97.3	0.5	9.8	98.4	1.2	2.2	6.6
Dialifor	0.9993	88.9	88.9	1.8	9.7	96.8	6.6	0.8	2.4
Diallate 1	0.9980	94.5	94.5	0.9	10.2	102.4	8.8	1.6	4.9
Diallate 2	0.9976	97.8	97.8	3.7	10.3	102.9	11.3	0.9	2.8
Diazinon	0.9995	98.0	98.0	4.1	10.1	100.9	5.3	0.9	2.6
Dichlobenil	0.9995	99.0	99.0	1.0	9.7	97.2	2.7	0.8	2.5
Dichlofenthion	0.9995	96.9	96.9	0.6	9.6	96.0	3.4	0.6	1.8
Dichlormid	0.9996	101.8	101.8	2.5	9.9	98.6	10.6	0.9	2.8
Diclobutrazol	0.9993	98.3	98.3	2.2	9.8	98.4	9.3	3.1	9.3
Dicofol	0.9981	95.9	95.9	1.2	9.0	90.1	2.6	2.4	7.2
Dicrotophos	0.9980	80.1	80.1	2.5	9.7	96.8	2.8	1.8	5.3

Dieldrin	0.9983	95.6	95.6	0.7	9.4	94.4	12.6	2.6	7.8
Diethyl-ethyl	0.9996	96.3	96.3	2.3	10.4	103.7	10.0	1.3	3.9
Diethofencarb	0.9991	94.2	94.2	0.5	9.7	97.4	5.1	0.9	2.8
Difenoconazole 1	0.9962	89.4	89.4	1.1	7.4	73.8	10.3	2.1	6.2
Difenoconazole 2	0.9960	88.5	88.5	1.4	7.4	74.0	5.0	3.1	9.4
Diflufenican	0.9991	96.7	96.7	2.6	10.1	101.1	3.6	0.7	2.2
Dimethachlor	0.9993	99.4	99.4	0.6	10.3	103.2	3.1	0.9	2.6
Dimethenamid	0.9995	98.7	98.7	0.9	10.5	105.0	2.0	1.0	3.1
Diniconazole	0.9993	95.2	95.2	1.5	9.6	96.0	3.1	3.1	9.2
Dinitramine	0.9945	96.1	96.1	4.2	10.9	109.5	9.7	2.2	6.7
Dioxathion	0.9976	92.6	92.6	2.8	10.7	107.5	10.2	1.9	5.8
Diphenylamine	0.9984	99.6	99.6	0.3	10.0	100.5	9.1	1.1	3.3
Dithiopyr	0.9994	100.2	100.2	2.8	10.3	103.0	5.7	1.4	4.2
Endosulfan sulfate	0.9948	92.9	92.9	4.3	9.7	97.2	8.5	3.2	9.7
Endosulfan (alpha)	0.9957	95.9	95.9	3.5	9.8	98.0	4.3	1.5	4.4
Endosulfan (beta)	0.9983	97.9	97.9	6.2	9.7	97.2	11.8	2.8	8.3
Endrin	0.9985	92.6	92.6	1.9	9.8	97.9	6.8	1.7	5.1
EPN	0.9995	87.8	87.8	1.6	9.1	91.4	3.9	1.2	3.6
Epoxiconazole	0.9991	93.4	93.4	3.5	9.8	98.3	2.3	1.0	3.1
EPTC	0.9995	99.4	99.4	1.0	10.3	102.6	4.2	1.0	2.9
Etaconazole 1	0.9973	95.1	95.1	2.7	9.5	95.3	5.7	3.2	9.7
Etaconazole 2	0.9984	98.2	98.2	3.1	9.3	93.4	1.5	1.2	3.7
Ethalfuralin	0.9991	98.8	98.8	1.1	10.4	104.5	13.4	1.2	3.5
Ethion	0.9992	93.5	93.5	3.0	9.2	92.2	3.3	1.1	3.4
Ethofumesate	0.9995	95.1	95.1	0.3	9.6	95.9	3.0	1.4	4.1
Ethoprophos	0.9964	95.5	95.5	2.4	9.0	90.0	8.2	3.3	9.9
Ethychlozate	0.9989	93.5	93.5	2.6	9.4	94.3	6.3	1.6	4.7
Etoxazole	0.9982	91.7	91.7	1.9	9.3	93.2	9.8	2.7	8.2
Etridiazole	0.9992	105.5	105.5	0.5	11.2	111.6	1.0	0.4	1.3
Fenamidone	0.9993	97.0	97.0	1.1	9.4	94.3	4.4	2.2	6.7
Fenarimol	0.9990	96.0	96.0	0.9	9.2	92.2	8.8	2.3	6.8

Fenbuconazole	0.9947	92.7	92.7	2.2	7.6	76.0	12.8	3.2	9.6
Fenchlorphos	0.9991	93.5	93.5	0.7	9.7	97.4	5.1	0.7	2.1
Fenfuram	0.9992	97.5	97.5	1.5	9.0	89.8	5.0	2.2	6.6
Fenitrothion	0.9978	96.5	96.5	1.1	9.7	96.6	9.9	2.6	7.7
Fenobucarb	0.9988	96.5	96.5	1.2	10.2	102.3	18.9	2.3	6.9
Fenoxanil	0.9965	90.3	90.3	1.9	11.0	109.9	2.9	0.7	2.0
Fenpropathrin	0.9992	95.4	95.4	1.8	9.7	97.3	8.3	1.6	4.8
Fenpropimorph	0.9970	97.1	97.1	1.1	9.0	90.3	8.1	3.0	8.9
Fenpyrazamine	0.9995	88.5	88.5	1.0	8.4	84.3	13.6	1.6	4.8
Fenson	0.9996	95.8	95.8	1.0	9.9	99.4	2.9	0.5	1.4
Fenthion	0.9988	92.7	92.7	1.8	9.5	95.3	6.0	1.7	5.0
Fipronil	0.9990	95.0	95.0	1.2	10.0	99.6	11.1	2.2	6.6
Flamprop-isopropyl	0.9993	97.9	97.9	1.1	10.0	99.9	2.2	1.2	3.5
Fluazifop-butyl	0.9993	95.7	95.7	1.7	9.6	96.3	1.5	1.2	3.7
Fluchloralin	0.9977	95.2	95.2	2.5	10.3	103.4	6.5	2.8	8.4
Fluensulfone	0.9961	94.8	94.8	2.5	9.8	98.3	9.5	1.6	4.8
Flufenpyr-ethyl	0.9986	91.5	91.5	1.1	9.6	96.1	6.2	2.0	6.0
Flumetralin	0.9986	91.0	91.0	3.0	9.8	97.9	5.4	1.3	3.9
Fluopyram	0.9996	96.4	96.4	1.2	8.8	88.0	3.8	0.8	2.4
Fluorochloridone	0.9984	95.8	95.8	2.6	9.6	95.9	5.6	2.0	5.9
Fluquinconazole	0.9993	90.0	90.0	1.0	9.1	90.8	2.6	1.1	3.2
Flusilazole	0.9992	95.3	95.3	1.3	9.0	90.0	0.5	2.6	7.7
Flutianil	0.9987	91.7	91.7	0.7	8.6	86.4	1.3	1.0	3.0
Fluxapyroxad	0.9995	94.1	94.1	1.3	9.4	94.1	0.9	1.8	5.5
Formothion	0.9966	87.4	87.4	0.9	8.8	88.0	15.8	2.5	7.5
Heptachlor	0.9997	99.3	99.3	1.2	10.5	104.8	1.6	1.2	3.6
Heptachlor epoxide	0.9985	98.2	98.2	1.1	10.9	108.6	2.5	1.7	5.1
Heptenophos	0.9992	92.7	92.7	1.8	9.8	98.0	4.4	1.2	3.7
Hexachlorobenzene	0.9976	94.2	94.2	3.4	9.4	94.4	3.1	1.0	3.0
Hexythiazox	0.9992	94.7	94.7	2.6	10.1	101.3	5.6	1.6	4.7
Indoxacarb	0.9988	73.1	73.1	6.0	9.2	91.9	10.6	1.8	5.3

Ipconazole	0.9975	94.8	94.8	2.3	9.8	97.9	7.7	2.5	7.5
Iprobenfos	0.9997	95.5	95.5	1.7	10.0	100.3	3.5	0.7	2.1
Isofenphos	0.9994	96.9	96.9	0.5	9.8	98.2	4.1	0.7	2.1
Isofenphos-methyl	0.9994	96.6	96.6	1.6	9.8	98.3	3.8	1.5	4.4
Isoproc carb	0.9993	97.3	97.3	1.3	9.6	96.3	3.4	1.0	3.0
isopropalin	0.9987	99.3	99.3	1.8	10.2	101.6	6.4	1.7	5.1
Isoprothiolane	0.9981	96.8	96.8	3.0	9.9	99.5	4.0	1.6	4.9
Isopyrazam	0.9998	96.0	96.0	1.6	9.7	96.9	7.0	2.2	6.5
Isotianil	0.9995	94.9	94.9	1.8	9.5	94.7	3.1	0.6	1.8
Isoxadifen-ethyl	0.9998	94.2	94.2	2.3	9.4	94.1	5.3	1.6	4.7
keto-Endrin	0.9961	103.0	103.0	3.5	10.2	102.1	8.0	3.1	9.4
Kresoxim-methyl	0.9993	97.4	97.4	1.9	10.1	101.2	5.0	1.5	4.5
Leptophos	0.9993	91.4	91.4	4.2	9.7	97.3	9.4	0.7	2.1
Mefenpyr-diethyl	0.9999	94.6	94.6	1.4	9.9	99.2	2.9	1.1	3.4
Metalaxyl	0.9981	93.9	93.9	1.3	10.3	103.1	2.8	1.2	3.6
Methidathion	0.9996	87.8	87.8	3.1	9.6	95.9	4.2	0.6	1.9
Methoprotryn	0.9985	95.8	95.8	0.6	8.6	85.6	4.4	1.8	5.5
Methoxychlor	0.9958	107.9	107.9	3.4	10.2	102.4	10.8	1.1	3.2
Methyl trithion	0.9975	91.4	91.4	6.6	8.7	87.0	17.2	1.4	4.3
Metolachlor	0.9997	97.6	97.6	0.8	10.3	103.2	0.9	0.8	2.3
Metribuzine	0.9993	96.4	96.4	1.4	9.9	98.8	7.3	1.2	3.7
MGK-264	0.9988	95.6	95.6	0.6	9.9	98.8	0.4	0.8	2.5
Monolinuron	0.9987	88.3	88.3	1.9	9.6	95.8	6.5	2.2	6.6
Myclobutanil	0.9986	94.9	94.9	2.0	8.9	88.7	2.3	2.0	6.1
Nitrapyrin	0.9988	100.3	100.3	3.3	9.7	96.5	4.6	1.7	5.2
Nitrothal-isopropyl	0.9978	93.1	93.1	1.3	9.8	98.2	3.5	0.9	2.8
Nonachlor-cis	0.9958	100.1	100.1	3.0	9.7	96.7	19.0	2.6	7.7
Nonachlor-trans	0.9985	104.6	104.6	2.8	9.7	96.7	8.8	3.2	9.5
Nuarimol	0.9988	97.5	97.5	0.7	9.4	94.1	4.8	1.6	4.9
Oxadiazon	0.9989	96.6	96.6	1.1	9.8	98.0	7.7	1.7	5.0
Oxadixyl	0.9994	93.0	93.0	1.3	9.7	96.7	4.9	1.3	4.0

Oxyfluorfen	0.9971	99.4	99.4	3.5	8.3	83.4	9.4	2.3	6.8
Paclobutrazol	0.9991	96.8	96.8	2.3	9.5	94.8	4.4	2.2	6.5
Parathion	0.9982	95.0	95.0	2.2	9.8	97.7	3.9	2.6	7.8
Parathion-methyl	0.9972	94.1	94.1	0.7	10.0	100.4	4.4	2.2	6.6
Pendimethalin	0.9990	96.7	96.7	1.8	10.5	105.1	8.3	2.7	8.0
Penflufen	0.9992	93.3	93.3	2.3	9.6	96.4	2.9	0.5	1.4
Pentachlorobenzonitrile	0.9974	97.0	97.0	3.3	9.9	99.0	7.3	1.7	5.0
Penthiopyrad	0.9994	97.4	97.4	1.3	9.3	92.9	4.1	2.4	7.2
Pentoxazone	0.9995	94.1	94.1	2.5	9.6	95.8	5.8	2.0	6.1
Permethrin-cis	0.9996	94.0	94.0	1.4	9.9	98.9	6.6	0.7	2.0
Permethrin-trans	0.9998	95.1	95.1	2.4	9.8	98.1	4.1	0.8	2.3
Perthane	0.9998	97.3	97.3	0.8	9.8	98.3	3.5	0.8	2.5
Phenthoate	0.9996	96.2	96.2	2.0	9.0	90.3	5.0	1.7	5.2
Phosalone	0.9983	88.0	88.0	4.8	9.5	94.9	13.6	1.6	4.8
Phosmet	0.9985	81.1	81.1	3.5	9.3	93.1	2.9	0.7	2.1
Phosphamidone E	0.9974	80.8	80.8	7.4	9.8	98.2	20.6	3.3	9.9
Phosphamidone Z	0.9977	84.1	84.1	2.9	9.1	90.7	5.2	2.5	7.6
Phthalide	0.9992	93.9	93.9	2.4	9.7	97.4	3.5	0.9	2.8
Picoxystrobin	0.9981	93.3	93.3	2.1	9.4	94.2	8.9	1.0	2.9
Piperonyl butoxide	0.9994	98.7	98.7	0.8	9.1	90.6	2.5	2.7	8.1
Pirimicarb	0.9995	94.9	94.9	0.1	9.9	99.1	2.1	0.4	1.3
Pirimiphos-ethyl	0.9989	98.9	98.9	2.1	9.5	94.5	9.7	1.5	4.5
Primiphos methyl	0.9987	95.7	95.7	1.0	9.1	90.9	4.5	2.6	7.7
Procymidone	0.9987	95.9	95.9	1.0	9.1	90.9	8.8	2.6	7.7
Prodiamine	0.9979	98.1	98.1	1.0	11.0	109.6	4.2	1.5	4.4
Profenofos	0.9990	87.1	87.1	2.0	9.9	99.1	8.9	0.9	2.8
Profluralin	0.9964	94.0	94.0	5.9	8.6	85.8	16.3	3.1	9.2
Prohydrojasmon	0.9931	97.4	97.4	1.9	9.5	94.6	4.0	0.9	2.8
Prometon	0.9982	94.7	94.7	1.4	9.9	98.6	1.8	1.2	3.5
Propachlor	0.9991	97.3	97.3	1.6	9.8	97.9	6.7	2.0	6.1
Propanil	0.9979	93.1	93.1	1.4	9.2	92.4	5.4	2.0	6.1

Propetamphos	0.9989	96.9	96.9	1.3	9.6	95.7	7.0	1.4	4.1
Propham	0.9994	98.4	98.4	1.3	10.4	104.2	2.2	0.9	2.6
Propiconazole iso 1	0.9985	97.2	97.2	0.9	8.6	85.9	1.7	2.8	8.5
Propiconazole iso 2	0.9990	98.1	98.1	1.9	8.9	89.0	8.5	1.0	2.9
Propisochlor	0.9992	98.7	98.7	1.5	9.9	99.2	1.9	1.2	3.5
Prothiofos	0.9992	94.4	94.4	2.4	9.6	96.0	4.9	1.3	3.9
Pyracarbolid	0.9980	97.8	97.8	1.1	8.8	88.0	6.8	2.1	6.3
Pyraclofos	0.9995	78.5	78.5	4.7	9.3	92.6	6.7	0.8	2.5
Pyraflufen-ethyl	0.9983	95.8	95.8	2.1	9.9	99.1	11.3	1.8	5.3
Pyridalyl	0.9993	95.2	95.2	2.9	9.5	94.5	4.8	0.7	2.0
Pyrifenox 1	0.9998	94.5	94.5	1.5	10.0	99.9	2.4	1.1	3.2
Pyrifenox 2	0.9998	93.6	93.6	1.9	9.8	98.2	5.0	0.9	2.7
Pyrimethanil	0.9989	97.2	97.2	1.6	10.0	100.0	4.8	3.1	9.2
Quinalphos	0.9998	95.4	95.4	1.1	9.7	97.3	2.9	0.8	2.4
Quinoxifen	0.9994	95.2	95.2	1.8	9.4	94.0	2.7	0.9	2.6
Quintozene	0.9985	102.5	102.5	1.3	10.6	106.0	1.6	1.5	4.6
Silafluofen	0.9995	97.4	97.4	0.8	8.9	89.0	2.5	2.8	8.5
Simeconazole	0.9992	94.5	94.5	1.7	10.1	101.2	3.3	2.0	6.0
Spiromesifen	0.9983	91.8	91.8	1.7	9.6	96.5	5.4	2.1	6.2
Spiroxamine 1	0.9994	96.3	96.3	0.9	9.4	93.7	3.9	1.1	3.2
Spiroxamine 2	0.9993	96.9	96.9	0.8	9.6	96.1	0.6	0.7	2.1
Sulfotep	0.9985	97.9	97.9	1.3	9.9	99.1	7.2	0.6	1.7
Tebuconazole	0.9983	96.5	96.5	1.0	9.1	90.7	4.9	1.7	5.2
Tebuflufenpyrad	0.9987	94.4	94.4	1.9	9.1	90.6	2.1	1.3	3.8
Tebupirimfos	0.9996	99.0	99.0	1.7	10.2	101.6	4.7	1.3	3.9
Tecnazene	0.9993	98.1	98.1	1.8	10.4	104.4	6.9	0.6	1.7
Tefluthrin	0.9997	97.8	97.8	0.7	10.1	101.3	2.6	0.8	2.3
Terbacil	0.9976	88.9	88.9	2.4	9.5	94.8	5.6	1.8	5.3
Terbumeton	0.9988	95.0	95.0	1.1	8.9	88.7	11.7	1.2	3.6
Tetrachlorvinphos	0.9989	84.4	84.4	2.7	9.4	93.9	2.9	1.1	3.2
Tetraconazole	0.9990	96.0	96.0	1.9	10.0	100.2	1.1	1.4	4.1

Tetradifon	0.9986	94.2	94.2	1.6	9.5	95.3	10.4	1.6	4.8
Thifluzamide	0.9994	95.5	95.5	1.8	10.0	100.4	3.2	0.8	2.3
Thiometon	0.9954	93.8	93.8	3.7	10.1	100.8	0.9	2.2	6.7
Thionazin	0.9954	98.6	98.6	1.4	10.4	104.4	5.1	1.9	5.8
Tolclofos-methyl	0.9993	95.4	95.4	0.7	9.9	99.1	4.9	1.4	4.1
Triadimefon	0.9995	95.4	95.4	1.6	9.0	89.5	9.5	2.9	8.7
Triadimenol	0.9987	94.4	94.4	3.1	9.2	91.6	11.1	2.5	7.4
Triazophos	0.9994	90.0	90.0	4.2	9.5	94.9	3.3	2.6	7.9
Tridiphan	0.9976	103.3	103.3	1.5	11.6	116.2	2.1	1.7	5.1
Trifloxystrobin	0.9996	96.9	96.9	2.2	10.1	101.3	4.0	0.7	2.2
Triflumizole	0.9997	92.8	92.8	1.5	9.4	94.0	1.6	1.8	5.4
Trifluralin	0.9997	101.0	101.0	3.4	11.1	110.7	1.9	0.6	1.8
Vinclozolin	0.9986	95.6	95.6	2.1	9.1	91.1	4.2	2.4	7.2
Zoxamide	0.9993	86.1	86.1	2.0	9.9	98.9	8.9	1.2	3.7

^a Coefficients of correlation.

^b Average of recoveries

^c Relative standard deviation

^d Limit of detection

^e Limit of quantification

VII. 감사의 글

2021 년 글로벌수산대학원 식품공학과에 입학하고 입학한지 얼마 되지 않은 것 같은데 논문을 작성하고 졸업을 하게 되었습니다. 입학과 동시에 코로나가 겹쳐서 교수님들과 비대면 수업을 진행하는 경우가 많아 아쉬웠지만 22 년도에는 코로나시기가 잠잠해지면서 비대면 수업을 통해 교수님들의 강의를 생생하게 전달받으며 많은 지식을 습득했습니다.

지도 교수님 전병수 교수님을 비롯하여 통계학에 대한 깊은 깨달음을 주신 이양봉 교수님, 농·축산물에 대한 원료와 가공에 대한 지식을 알려주신 안동현 교수님, 실생활에서 접할 수 있는 식품위생학과 발효학 지식을 알려주신 양지영 교수님, 건강기능식품의 기능성원료의 부가가치에 대한 중요성을 알려주신 조승목 교수님, 수산물을 다양한 관점에서 접근할 수 있도록 방향을 알려주신 심길보 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

학업과 직장생활을 병행하는게 쉽지는 않았지만, 그동안 학업과 이 논문을 마무리 할 수 있도록 식품공학과 교수님들과 묵묵히 지켜보고 응원해주던 사랑하는 부모님, 동생들 그리고 남편에게 감사의 인사를 하고 싶습니다. 이외에도 논문을 작성하는데 직·간접적으로 도움을 주신 회사동료분들 덕분에 학업 생활을 잘 마무리 지을 수 있었으며 진심으로 감사의 인사를 드립니다.

비록 대학원은 졸업하지만, F&B 산업을 이끌어 나가는 인재가 되기 위해 졸업과 동시에 새로운 도전에 대한 시작이라는 생각으로 학문에 더욱 더 전념하고 더 나은 사람이 되고자 노력하겠습니다. 감사합니다.