



파이썬을 이용한 국내 병해충관리용 유기농업자재 허용물질과 공시현황 분석

진명수¹ · 김형우¹ · 이상현¹ · 김인모¹ · 송유진¹ · 안수정² · 김민정³ · 심창기³ · 최성환^{1,4*}

¹경상국립대학교 원예과학부, ²농업회사법인이랑(주), ³국립농업과학원 유기농업과, ⁴경상국립대학교 농식품바이오융복합연구원

Analysis of Disclosure Status of Permitted Substances in Organic Agricultural Materials Associated with Plant Disease and Insect Control Using Python

Myeung-Soo Jin¹, Hyeung-Woo Kim¹, Sang-Hyeon Lee¹, In-Mo Kim¹, Yoo-Jin Song¹, Soo-Jeong Ahn²,
Min-Jeong Kim³, Chang-Ki Shim³, Sung-Hwan Choi^{1,4*}

¹Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

²Agricultural Corporation ERANG Co., Ltd., Changwon 51217, Korea

³Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea

⁴Agri-Food Bio Convergence Institute, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

(Received on December 12, 2023. Revised on February 11, 2024. Accepted on February 12, 2024)

Abstract Organic agricultural materials are products made from substances permitted for use in the production, manufacturing, processing, or handling of organic agricultural products. Disclosure of information including the names, main ingredient details, quantities, and methods for usage of organic agricultural materials is regulated by the National Agricultural Products Quality Management Services (NAQS). In this study, the ingredients and characteristics of permitted substances were analyzed for acquisition of data on the disclosure status of organic agricultural materials with the purpose of sharing information on product development. As of 2022, using Python's PyAutoGUI and Pandas libraries, the ingredient names of disclosed items were collected and processed and an analysis was performed using Excel's pivot tables. There were 1,931 disclosed items of organic agricultural materials, including 955 items (49.5%) for soil improvement and crop growth, 311 items (16.1%) for insect control, 245 items (12.7%) for crop growth, 223 items (11.5%) for disease control, and 162 items (8.4%) for disease and insect control, and 35 items (1.8%) for soil improvement items. When categorizing the raw material names of items based on permitted substances for control of disease and insects, sodium silicate accounted for 59 items (19.4%) for disease control, natural plant preparations comprised 128 items (25.6%) for insect control, and both animal and plant-based oils as well as natural plant preparations each comprised 66 items (20.4%) for control of disease and insects, which were the most prevalent. The ingredient names of all items used in control of disease and insects were mainly represented by *Sophora Flavescens* extract and sulfur, each with 73 items (6.5%), and sodium silicate with 65 items (5.8%). However, analyzing the names of all ingredients can be challenging due to potential differences in disclosure of identical substances, making determination of accurate figures difficult. Improved methods for collection and processing of data for these disclosure documents may contribute to the collection of information on all disclosed organic agricultural materials. Collection of data on all organic agricultural materials could contribute to the standardization of names and the establishment of an accurate system of classification.

Key words Disease control, Insect control, Organic agricultural materials, Permitted substances, Python

*Corresponding author
E-mail: csh1@gnu.ac.kr

서론

친환경농업은 과잉농산물 공급을 감소시키며 농업에 의한 환경오염을 최소화할 수 있는 대안농업으로 세계적으로 관심을 가지는 추세이다(Yoo, 2007). 우리나라의 친환경농업은 1997년 친환경농업육성법을 제정한 후 2001년부터 명칭과 내용 등의 몇 차례 개정을 거쳐 현행 친환경농업육성법 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률(친환경농어업법)에 이르러 있다(KFRI, 2012). 친환경농업은 환경보전기능을 증대시키고 농업으로 인한 환경오염을 줄이며 친환경농업을 실천하는 농업인을 육성하여 지속가능한 친환경농업을 추구하고 이와 관련된 친환경농산물과 유기식품 등을 관리하여 생산자와 소비자를 함께 보호하는 것을 목적으로 한다. 친환경농산물은 2015년 이후 저농약농산물이 전면 폐지되었으며 화학비료의 사용에 따라 무농약농산물과 유기농산물로 분류된다. 친환경 유기농산물을 생산, 제조·가공 또는 취급하는 과정에서 사용할 수 있는 허용물질을 원료 또는 재료로 하여 만든 제품을 유기농업자재로 규정하고 있다(KLIC, 2023a). 우리나라는 허용물질을 사용하여 생산된 자재인지를 확인하여 그 자재의 명칭, 주성분명, 함량 및 사용방법 등에 관한 정보를 국립농산물품질관리원에서 공시하고 있으며 현재 유기농업자재의 구분은 토양개량용자재, 작물생육용자재, 토양개량 및 작물생육용자재, 병해충관리용자재, 충해관리용자재, 병해충관리용자재로 용도에 따라 구분하여 화학비료와 합성농약의 대체제로 이용되고 있다(KLIC, 2023a). 허용물질은 토양개량과 작물생육을 위해 사용 가능한 물질과 병해충관리를 위해 사용 가능한 물질로 분류된다(KLIC, 2023a).

국립농산물품질관리원 제공되는 유기농업자재 공시 데이터는 `xlsx`, `csv`의 형태로 제공하고 있어 모든 자재의 자료를 편리하게 볼 수 있다. 다만 성분에 관한 정보는 활성물질로만 기술되어 있어 어떤 원료가 이용되었는지 파악하기 어렵다. 웹페이지에서 각 자재별 공시번호 링크에 원료 정보가 기술되어 있지만 자료는 별도로 제공하지 않고 있다.

본 조사에서는 병해충관리를 위해 사용가능한 유기농업자재의 공시현황과 허용물질을 분석하여 원료의 특성과 제품 개발에 대한 정보를 공유하고자 수행하였다. 자료의 수집, 가공에 소요되는 시간과 반복되는 작업의 최소화를 위해 `python` 언어를 이용하였다. `Python` 언어는 코드 자체의 가독성이 우수하고 데이터의 처리 및 분석 작업을 쉽게 할 수 있는 추가 모듈, 오픈소스 패키지, 내장 함수 등이 다양하다는 장점이 있다(Park, 2018).

재료 및 방법

분석대상

유기농업자재는 국립농산물품질관리원(NAQS)에서 제공

하는 2022년 12월 31일 기준의 공시 목록을 대상으로 실시하였다. 분석은 허용물질 리스트(허용물질 제3조 제1항)를 기준으로 하였으며(KLIC, 2023b) 병해충관리용자재, 충해관리용자재, 병해충관리용자재로 구분하였다.

자료 수집

국립농산물품질관리원에서 자재명, 사업자, 공시번호, 자재구분은 기존에 제공하는 `xlsx` 형식의 정형데이터를 이용하였다. 원료데이터는 활성물질만 제공하고 있어 허용물질 리스트를 기준으로 분류하기 어렵다고 판단되어 웹페이지에 각 자재별 공시 링크로 들어가 주성분(원료) 포함 부분을 수집하였다.

데이터에 수집 방법에는 대표적으로 `Open API`와 크롤링(`crawling`), 스크래핑(`scraping`) 등의 기법이 존재한다(Chung, 2022). 다만 국립농산물품질관리원의 `Open API` 서비스는 성분명이 기존 제공하는 `xlsx` 파일과 동일하였고 웹크롤링의 경우 서버의 과부하를 야기할 가능성이 있어(Chung, 2022) 스크래핑(`scraping`) 방식을 이용하였다. `Python`의 `PyAutoGUI` 라이브러리를 기반으로 자동화 툴을 구축하여 웹페이지의 지정된 위치로 이동 후 공시번호 문자열을 엑셀형태로 수집하였다. `PyAutoGUI Documentation` (`PyAutoGUI`, 2022)에서 제공하는 `locateCenterOnScreen`, `move_to` 함수들을 사용하여 이미지 인식과 커서의 이동 기능을 자동화 시켰다. 추가적으로 서버의 과부하 방지와 안정적인 수집을 위해 `time.sleep` 함수를 이용하였다. 다만 마우스 자동화를 이용한 데이터 스크래핑 방식은 타 수집방법에 비해 시간적 효율성이 떨어져 방대한 양의 데이터 수집은 불가능 할 것으로 판단된다.

자료 전처리

수집된 데이터는 주성분이 한 개 이상인 품목들이 존재하여 각 셀에 있는 문자열을 분리하였다. 원료의 분류는 상표명(자재명) 부분에 기재된 허용물질이 기재되어 있어 허용물질 제3조 제1항(병해충관리를 위해 사용가능한 물질)과 대조하여 분류하였다(KLIC, 2023b). 분석의 편의성을 위해 최종적으로 피벗테이블을 이용하여 병해충관리용, 충해관리용, 병해충관리용으로 세분화하였고 별도의 `sheet`로 저장하였다(Fig. 1).

허용물질 분석

허용물질은 `codex` 가이드라인을 기반으로 하여 제정되어(Lee et al., 2015) 유기식품의 생산·가공·표시·유통에 관한 가이드라인 참고하여 허용물질을 동·식물, 광물질, 생물학적 해충관리에 사용되는 미생물, 기타, 덧으로 분류하였다(`Codex Alimentarius Commission`, 2013). 성분의 수량파악은 `python`의 `pandas` 라이브러리를 이용하였으며 별도의 `python` 설치

A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
순번	공시번호	상표명	주성분1	block1	주성분2	block2	주성분3	block3	주성분4	block4	주성분5	block5
1	공시-3-3-466	유황가리고토(황산칼륨고토)	황백나이트 100	SG17								
2	공시-2-5-134	그린출 입제(닐추출물)	닐추출물 0.165	DI5								
3	공시-3-3-136	홍살림골드(미생물+점토광물+쌀겨)	미생물(Bacillus s)	SG25	제오라이트 20	SG17	쌀겨(미강) 57.14	SG15				
4	공시-3-2-016	아카디아인29(해조 추출물)	해조추출물 100	SG27								
5	공시-3-3-020	필류마스(트탄)	트탄 100	SG26								
6	공시-3-4-006	재노탄(미생물)	미생물(Bacillus s)	DI36	규산염 90	DI27						
7	공시-1-4-013	합시도(미생물)	미생물(Paenibaci)	DI36								
8	공시-1-4-014	셀러스(미생물)	미생물(Bacillus s)	DI36								
9	공시-1-4-012	아리석회황(석회유황합제)	황 22	DI35	생석회 14	DI24						
10	공시-1-5-012	솔빛채(미생물)	미생물(Bacillus t)	DI36								
11	공시-1-2-054	마루이유기(가공계분)	계분 100	SG1								
12	공시-2-3-096	키티나이스 골드(키티산)	키티산 6	SG24								
13	공시-1-3-088	대원바이오 숯(왕겨)	왕겨 100	SG15								
14	공시-1-3-089	평원왕겨(왕겨)	왕겨 100	SG15								
15	공시-2-4-036	골드보르드(808)(석회보르드액)	생석회 14.9	DI24	황산중 14.5	DI23						
16	공시-2-4-043	도열이(식물성오일)	피마자오일 92	DI15								
17	공시-1-3-060	내추릴칼(천연석고(황산칼슘))	천연석고(황산칼)	SG17								
18	공시-3-3-054	빛모음(토양미생물제제)	미생물(Rhodops)	SG25								
19	공시-3-3-340	강토골드(토양미생물제제)	미생물(Bacillus s)	SG25	제오라이트 72	SG17	질석 4	SG17	쌀겨 4	SG15		
20	공시-3-2-095	역상강토(토양미생물제제)	미생물(Bacillus s)	SG25								
21	공시-3-2-098	칼라링(동물부산물+목초액+제당산업의부산물)	동물질추출물 80	SG7	목초액 10	SG23	포도당 10	SG9				
22	공시-3-3-338	리부(자연암석분말 용액)	물 93.897	SG31	부엽토 1.408	SG2	자철석 0.939	SG20	녹석암 0.939	SG20	석회석 0.939	SG17
23	공시-2-2-153	뉴트리젤프(해조류추출물)	해조류추출물 100	SG27								
24	공시-2-2-154	대유진목초(목초액)	목초액 100	SG23								
25	공시-2-3-131	대유쓰일닥터(토양미생물제제)	규조토 50	SG17	미생물배양액(Ba)	SG25	제오라이트 20	SG17	설탕 5	SG9	미강 5	SG15
26	공시-2-1-202	진농제오라이트(점토광물)	제오라이트 100	SG17								
27	공시-2-1-201	제오맥(나무 숯+자연암석분말+점토광물)	목탄 1	SG16	맥반석 1	SG20	운모 1	SG20	제오라이트 97	SG17		
28	공시-2-2-269	플라신(식품공장의 유기적 부산물+제당부산물+해조류)	대부분 16	SG5	마늘 2	SG5	알로에 2	SG5	엿기름 0.5	SG15	로박 3	SG5
29	공시-2-3-669	우리개구리+(플라스)(가축분퇴비)	수피 40	SG16	돈분 30	SG1	계분 20	SG1	버섯패배지 5	SG3	톱밥 5	SG16

Fig. 1. Example of preprocessed data for permitted substances.

```
#pip install pandas

import pandas as pd
df = pd.read_excel("유기농업자재공시현황.xlsx", sheet_name= "총해관리용")

for i in range(1, 11):
    block_name = f'block{i}'
    block_counts = df[block_name].value_counts()
    result_df = pd.concat([result_df, block_counts], axis=1)

result_df = result_df.fillna(0)
print(result_df)
```

Fig. 2. Python source code example for counting the values of permitted substances.

```
#pip install pandas
import pandas as pd

df = pd.read_excel("유기농업자재공시현황.xlsx", sheet_name='허용물질', engine = 'openpyxl')
result = df['성분'].str.rstrip(" 0123456789 ").value_counts().to_frame()
result.to_excel('result.xlsx')
```

Fig. 3. Python source code for counting the values of ingredient names.

가 필요하지 않은 google colab 환경에서 진행하였다. 전처 리된 자료를 이용하여 허용물질의 빈도수를 분석하였으며 필요한 python의 함수들은 pandas documentation (Pandas, 2023)에서 참고하여 작성하였다. 엑셀의 sheet를 read_excel 함수를 이용하여 python에서 읽을 수 있게 하였으며 중복되는 값의 수치를 파악하기 위해서는 value_counts 함수를 이용

하였다. 주성분의 혼합여부를 파악하기 위해 to_frame 함수를 통하여 dataframe 형식으로 출력 하였으며 값은 복사하여 최종적으로 엑셀의 피벗 테이블을 이용하여 정리하였다(Fig. 2).

전체 성분명 분석

허용물질의 수량이 아닌 공시되고 있는 품목의 원료명을

분석하기 위해 수행되었다. 수집된 데이터에는 성분의 함량비가 포함되어 value_counts 함수로 정확한 수량을 파악할 수 없어 가공된 데이터의 주성분을 하나의 열로 통합하고 rstrip 함수를 이용하여 성분비를 제거하였다. 최종적으로 to_excel 함수를 이용하여 xlsx 형태로 저장하였다. value_counts 함수는 series 유형으로 저장되기 때문에 xlsx 파일로 저장할 수 없어 to_frame 함수를 이용하여 데이터프레임으로 변환하는 과정을 거쳐야 했다(Pandas, 2023). 분석은 현재 공시되고 있는 성분의 현황을 분석하는 목적이기 때문에 성분비만 제외하였으며 성분명의 수정은 거치지 않았다(Fig. 3).

결과 및 고찰

전체 현황

2022년 12월 31일 기준으로 품목 수는 1,931 품목이었으며 자재구분을 기반으로 분석한 결과 작물생육용자재 955 품목(49.5%), 총해관리용 311 품목(16.1%), 작물생육용 245

품목(12.7%), 병해관리용 223 품목(11.5%), 병해충관리용 162 품목(8.4%), 토양개량용 35 품목(1.8%) 순이다(Table 1).

2022년 기준 유기농업자재를 생산하는 705개 업체 중 20개 품목 이상 공시한 5개 업체(0.7%)는 (주)대유, 고려바이오(주), (주)자연과미래, 글로벌아그로(주), (주)남보로 각 업체별 공시품목 수는 63, 34, 23, 21, 21개로 나타났다(Table 2).

병해충관리를 위해 사용가능한 품목은 단일성분이 383종(55%) 이중성분이 219종(31.5%) 다중성분이 94종(13.5%)으로 나타났다. 다중성분은 3종 이상의 조합으로 이루어진 품목을 포함시켰으며 구성은 6종이 최대로 나타났다(Table 3).

병해관리용자재의 허용물질 분석

병해관리용자재는 전체 304종의 원료 중 규산나트륨 59종(19.4%) 미생물 및 미생물 추출물 58종(19.1%), 천연식물기반의 주성분 45종(14.8%) 순으로 나타났다(Table 4). 규산나트륨은 전부 동일한 성분명으로 이루어져 있었다. 미생물 및 미생물 추출물 원료명은 32종이었으며 미생물추출물,

Table 1. Classification of organic agricultural materials by purpose in 2022

Classification	No. of item	Ratio (%)
Crop growth and soil improvement	955	49.5
Insect control	311	16.1
Crop growth	245	12.7
Disease control	223	11.5
Disease and insect control	162	8.4
Soil improvement	35	1.8
Total	1,931	100

Table 2. Number of companies disclosing organic agricultural materials

Products	No. of Company	Ratio (%)
> 20	5	0.7
16~20	9	1.3
11~15	17	2.4
6~10	42	6.0
2~5	250	35.5
1	382	54.2
Total	705	100

Table 3. Number of combinations of major ingredients for each materials

Classification	Number of ingredients			Sub total
	Single	Dual	Multi ^a	
Insect control	152	64	7	223
Disease control	175	94	42	311
Disease and insect control	56	61	45	162
Total	383	219	94	696

^aItems composed of three or more ingredients

Table 4. List of permitted substances for disease control

Source	Disease control	No. of item	Ratio (%)
Plant and Animal	Natural plant preparations, excluding tobacco	45	14.8
	Plant and animal oils	17	5.6
	Chitosan	5	1.6
	Pyroligneous liquor	4	1.3
	Lecithin	3	1.0
	Natural acids (e.g. vinegar)	2	0.7
	Seaweeds and seaweed products	1	0.3
	Beeswax, Propolis	1	0.3
	Extract from Chlorella	1	0.3
Mineral	Sodium silicate	59	19.4
	Sulphur	35	11.5
	Copper in the form of copper hydroxide ^a	22	7.2
	Calcium oxide, Calcium hydroxide	16	5.3
	Silicates, Bentonite	6	2.0
	Diatomaceous earth	4	1.3
	Potassium bicarbonate, Sodium bicarbonate	4	1.3
	Mineral powders (stone meal)	2	0.7
	Paraffin oil	1	0.3
Microorganisms ^b	Microorganisms, Microbial extracts	58	19.1
Others	Ethyl alcohol	14	4.6
	Sea salts and salty water	3	1.0
Traps	Pheromone preparations	1	0.3
Total		304	100

^aCopper in the form of copper hydroxide, copper oxychloride, (tribasic) copper sulphate, cuprous oxide, Bordeaux mixture and Burgundy mixture

^bMicroorganisms used for biological disease controls

미생물배양액(*Bacillus amyloliquefaciens*), 미생물배양액(*Bacillus subtilis*), 미생물배양액(*Bacillus velezensis*), 미생물배양액(*Paenibacillus polymyxa*), 미생물배양물(*Trichoderma harzianum*), 미생물(*Bacillus subtilis*), 미생물추출물(*Pseudomonas fluorescens*), 미생물배양액(*Trichoderma koningii*), 미생물배양액(*Streptomyces sporoverrucosus*) 등으로 나타났다. 미생물추출물의 경우 균주명이 기술되어 있지 않아 같은 성분인지 확인할 수 없었다. 천연식물 기반의 주성분명은 총 22종이었으며 대황추출물, 오배자추출물, 황련추출물, 자몽종자추출물, 차나무추출물, 정향나무추출물, 옷나무추출물, 황백피추출물, 고삼추출물, 황기추출물 등으로 나타났다. 병해관리용자재 중 페로몬에 포함되는 1개의 자재는 공시의 오류로 판단된다.

총해관리용자재의 허용물질 분석

총해관리용자재는 전체 500종의 원료 중 천연식물 기반의 주성분 128종(25.6%), 페로몬 86종(17.2%), 동·식물성 오일 59종(11.8%) 순으로 나타났다(Table 5). 천연식물 기반

의 주성분명은 39종이었으며 고삼추출물, 식물추출물(회화나무, 멀구슬나무, 양명아주), 계피추출물, 동백나무종실추출물, 마늘추출물, 오렌지추출물, 방이추출물, 정향추출물, 차나무추출물, 초오추출물 등으로 나타났다. 페로몬에 포함되는 성분명은 페로몬1~8종 등으로 나타났다. 동·식물성 오일에 포함되는 원료명은 29종이었으며 계피오일, 채종유, 피마자오일, 시트로넬라오일, 오렌지오일, 유칼립투스오일, 카란자오일, 마늘유, 삼나무오일, 정향오일 등으로 나타났다.

병해총관리용자재의 허용물질 분석

병해총관리용자재는 전체 323종의 원료 중 천연식물 천연식물 기반의 주성분 과 동·식물성 오일이 각각 66종(20.4%), 황이 42종(13.0%) 순으로 나타났다(Table 6).

천연식물 기반의 주성분명은 31종이었으며 고삼추출물, 차나무추출물, 데리스추출물, 식물추출물(회화나무, 멀구슬나무, 양명아주), 정향추출물, 자몽종자추출물, 오렌지추출물, 은행잎추출물, 상사화추출물, 동백나무종자추출물 등으로 나타났다. 동·식물성 오일에 포함되는 원료명은 30종이

Table 5. List of permitted substances for insect control

Source	Insect control	No. of item	Ratio (%)
Plant and Animal	Natural plant preparations, excluding tobacco	128	25.6
	Plant and animal oils	59	11.8
	Neem (Azadirachtin) from <i>Azadirachta indica</i>	40	8.0
	Rotenone from <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp., <i>Thephrosia</i> spp..	25	5.0
	Pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	18	3.6
	Pyroligneous liquor	9	1.8
	Fermented product from <i>Aspergillus</i>	1	0.2
	Tobacco tea (except pure nicotine)	1	0.2
Mineral	Paraffin oil	32	6.4
	Diatomaceous earth	8	1.6
	Iron phosphates	5	1.0
	Machine oil	3	0.6
	Silicates, Bentonite	1	0.2
Microorganisms ^a	Microorganisms, Microbial extracts	48	9.6
Others	Ethyl alcohol	9	1.8
	Potassium soap (soft soap)	3	0.6
Traps	Pheromone preparations	86	17.2
	Natural enemy	19	3.8
	Metaldehyde	5	1.0
Total		500	100

^aMicroorganisms used for biological insect controls

Table 6. List of permitted substances for disease and insect control

Source	Disease and insect control	No. of item	Ratio (%)
Plant and Animal	Natural plant preparations, excluding tobacco	66	20.4
	Plant and animal oils	66	20.4
	Neem (Azadirachtin) from <i>Azadirachta indica</i>	15	4.6
	Pyroligneous liquor	10	3.1
	Pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	10	3.1
	Rotenone from <i>Derris elliptica</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Thephrosia</i> spp.	7	2.2
	Sea salts and salty water	5	1.6
	Natural acids (e.g. vinegar)	2	0.6
	Chitosan	2	0.6
	Seaweeds and seaweed products	2	0.6
Mineral	Sulphur	42	13.0
	Paraffin oil	23	7.1
	Sodium silicate	6	1.9
	Diatomaceous earth	6	1.9
	Calcium oxide, Calcium hydroxide	4	1.2
	Copper in the form of copper hydroxide ^a	4	1.2
	Potassium bicarbonate, Sodium bicarbonate	3	0.9
	Silicates, Bentonite	1	0.3
Microorganisms ^b	Microorganisms, Microbial extracts	32	9.9
Others	Ethyl alcohol	14	4.3
	Potassium soap (soft soap)	3	0.9
Total		323	100

^aCopper in the form of copper hydroxide, copper oxychloride, (tribasic) copper sulphate, cuprous oxide, Bordeaux mixture and Burgundy mixture

^bMicroorganisms used for biological insect controls

Table 7. List of major ingredient names for disease and insect control

Source	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Plant and Animal	<i>Sophora Flavescens</i> extract	73	6.5
	Neem extract	50	4.4
	Derris extract	31	2.8
	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> extract	28	2.5
	Cinnamon oil	26	2.3
	Pyroligneous oiquor	22	2.0
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium Ambrosioides</i>)	19	1.7
	Caster oil	13	1.2
	Teatree oil	12	1.1
	Thyme oil	11	1.0
Mineral	Sulfur	73	6.5
	Sodium Silicate	65	5.8
	Paraffin oil	48	4.3
	Diatomaceous earth	18	1.6
	Copper sulfate	16	1.4
	Calcium oxide	12	1.1
Microorganisms ^a	Microorganism extract	25	2.2
Traps	Pheromones 1	25	2.2
	Pheromones 2	25	2.2
	Pheromones	16	1.4
	Pheromones 3	12	1.1
Others	Fermented alcohol	25	2.2
	Etc. ^b	482	42.8
	Total	1,127	100

^aMicroorganisms used for biological disease and insect controls

^bLess than 1 % of major substances for disease and insect control

있으며 녹나무오일, 백리향오일, 시트로넬라오일, 오렌지오일, 칠엽수종자오일, 정향오일, 잣나무오일, 유칼립투스오일, 오레가노오일, 피마자오일 등으로 나타났다.

공시되고 있는 성분명 분석

병해충관리를 위해 사용가능한 원료는 총 1,127종이며 원료명은 256종으로 나타났다. 고삼추출물 73종(6.5%), 황 73종(6.5%), 규산나트륨 65종(5.8%) 순으로 많았다(Table 7). 다만 같은 성분임에도 명칭이 상이한 경우도 존재하여 정확한 수치라고 판단하기 어렵다.

고 찰

전체 유기농업자재의 공시현황은 2021년 말 기준으로 1,935품목 중 병해충관리를 위해 사용가능한 자재가 674품목(35%)으로 나타났으며(Kim, 2022) 2022년에는 1,931품목 중 696품목(36%)으로 전년도 대비 비슷한 양상을 나타냈다.

허용물질의 경우 천연식물기반 주성분이 높은 수치를 차지하는데 이는 허용물질 리스트에서 데리스(derris) 추출물, 쿠아시아(quassia) 추출물, 라이아니아(ryania) 추출물, 님(neem) 추출물, 담배잎 차를 제외한 광범위한 식물을 포함하고 있기 때문이라 판단된다. 페로몬은 총해충관리용자재 중 17.2%를 차지하고 있지만 정확한 성분명이 표시되지 않아 유래 성분을 알 수 없었으며 천연식물 기반의 주성분, 미생물 및 미생물 추출물, 동·식물성 오일 또한 일부 정확한 성분명을 확인할 수 없거나 동일한 성분임에도 상이한 명칭으로 공시되고 있는 품목이 존재하였다.

1997년 친환경유기농육성법이 제정된 이후 유기농업자재 후보물질의 다양성이 증가하고 있으며(Kwon et al., 2021) 국립농산물품질관리원은 공공데이터포털을 통하여 다양한 형식으로 공시품목 데이터를 제공하고 있다. 이러한 웹사이트의 자료들을 수집하는 방법으로는 스크래핑(scraping), 크롤링(crawling), Open API 등이 있다. 본 조사는 서버의 과부하를 방지하기 위해 인터넷에서 존재하는 특정 정보나 데이터를 컴퓨터프로그램을 통해 자동화된 방법으로 수집, 추

출하는 방식인 스크래핑(Chung, 2022)을 하였지만 방대한 양의 데이터를 수집하기는 어려웠다. 웹 크롤링은 크롤러(crawler) 혹은 로봇(robot)을 이용해 기계적인 방법으로 html 이나 문서 등을 광범위하게 수집하는 것을 말하며 특정 데이터만 뽑아내는 스크래핑과는 차이가 있다(Chung, 2022). 광범위하게 데이터를 수집할 수 있지만 이러한 방식은 서버의 운영을 방해할 위험이 있으며 위법 행위가 될 수 있다(Chung, 2022). Open API 방식은 정보의 보유자 또는 데이터베이스의 운영자로부터 명시적 허락을 받았거나 상호 이용허락(cross license) 혹은 조건부 이용허락(conditional license)을 받고 데이터를 제공받는 형태에 해당한다(Chung, 2022). 다만 국립농산물품질관리원에서 제공하는 유기농업 공시품목 Open API 서비스는 주성분 함량에 관한 정보가 없어 이용할 수 없었다.

현재 유기농업자재는 작용기작에 관한 연구나 명칭의 통일화는 초기 단계인 상황이며 우선적으로 유기농업자재의 성분을 체계화하는 것이 필요하다(Kwon et al., 2021). 모든 사안을 고려하여 추후 공시자료의 수집, 가공방식이 개선되어 1년간의 자료에 국한하지 않고 모든 유기농업자재의 공시정보를 수집할 수 있다면 명칭의 통일화와 객관적인 분류 체계 확립에 기여할 수 있을 것이다.

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Author Information and Contributions

Myeong-soo Jin, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Korea, Undergraduate student, <https://orcid.org/0009-0001-0390-5011>

Hyeung-woo Kim, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Korea, Master student

Sang-hyeon Lee, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Korea, Master student

In-mo Kim, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Korea, Undergraduate student

Yoo-jin Song, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Korea, Master student

Soo-Jeong Ahn, Agricultural Corporation ERANG Co.,

Ltd., CEO

Min-Jeong Kim, Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea, Researcher

Chang-Ki Shim, Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea, Senior Researcher

Sung-hwan Choi, Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, 52725, Korea, Agri-Food Bio Convergence Institute, Gyeongsang National University, Jinju, 52725, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-3723-7664>

Research design; Choi SH, Jin MS, Shim CK, Investigation; Jin MS, Kim HW, Lee SH, Kim, MJ, Shim CK, Data analysis; Jin MS, Kim IM, Song YJ, Choi SH, Ahn SJ, Kim, MJ, Shim CK, Writing – original draft preparation; Jin MS, Choi SH, Ahn SJ, Shim CK, Writing – review & editing; Jin MS, Choi SH.

Literature Cited

- Chung WJ, 2022. A study on the criteria for determining a tort of web crawling behavior through case study. Korean J. Civil. Law. 100:105-189. (In Korean)
- Codex Alimentarius Commission, 2013. Guideline for the production, processing, labeling and marketing of organically produced foods (Amendments 2013).
- Kim DH, 2022. Disclosure status of organic agricultural materials and improvement tasks. Korean J. Environ. Agric. 2022(0) 81-97. (In Korean)
- KFRI (Korea Food Research Institute), Korea Food Research Institute, 2012. Current situation and developmental direction for organic food control systems in Korea. Korea. Seongnam, Korea. p. 5
- Kwon DH, Kwack GY, Won SM, Kim MH, Choi HJ, et al., 2021. Establishment of classification system of major ingredients in organic agricultural materials associated with insect pest control. Korean J. Pestic. Sci. 25(4): 287-304. (In Korean)
- Lee NK, Kim SK, Lee JK, Lee YD, Joo JH, et al., 2015. Properties of permitted materials for organic agriculture based on codex criteria and development of practical technology. J. Agric. Life Sci. 27(3):1-8. (In Korean)
- National Agricultural Products Quality Management Services (NAQS), 2022. Information system of organic agricultural materials. <https://www.naqs.go.kr/contents/contentsTab.do> (Accessed Dec. 31. 2022)
- KLIC (Korea Law Information Center), 2020. Disclosure standards of organic agricultural materials (Enforcement

- Date Dec. 12. 2020).
- KLIC (Korea Law Information Center), 2023a. Act on the promotion of environment-friendly agricultural and fisheries and the management of and support for organic food (Enforcement Date Jan. 01. 2023).
- KLIC (Korea Law Information Center), 2023b. Enforcement rule of the act on the promotion and support of environment-friendly agriculture and fisheries, and the management and support of organic foods under the jurisdiction of the ministry of agriculture, food and rural affairs (Enforcement Date Mar. 1. 2023).
- Pandas, 2023. Pandas API reference. <https://pandas.pydata.org/docs/reference/index.html> (Accessed Jan. 15. 2023)
- Park SJ, 2018. A study on the utilization of big data using python, Korean Industrial Technology Convergence Society. 23(1): 31-40. (In Korean)
- PyAutoGUI, 2022. PyAutoGUI's documentation. <https://pyautogui.readthedocs.io/en/latest/mouse.html> (Accessed Dec. 31. 2022)
- Yoo DK, 2007. The promotion of conversion to organic farming. Korean J. Organic Agric. 15(1): 1-23. (In Korean)

파이썬을 이용한 국내 병해충관리용 유기농업자재 허용물질과 공시현황 분석

진명수¹ · 김형우¹ · 이상현¹ · 김인모¹ · 송유진¹ · 안수정² · 김민정³ · 심창기³ · 최성환^{1,4*}

¹경상국립대학교 원예과학부, ²농업회사법인이랑(주), ³국립농업과학원 유기농업과, ⁴경상국립대학교 농식품바이오융복합연구원

요약 유기농업자재란 유기농산물을 생산, 제조·가공 또는 취급하는 과정에서 사용할 수 있는 허용물질을 원료 또는 재료로 하여 만든 제품이며 국립농산물품질관리원에서 유기농업자재의 명칭, 주성분명, 함량 및 사용방법 등에 관한 정보를 공시하도록 규정하고 있다. 본 조사에서는 유기농업자재의 공시현황 데이터를 수집하고 허용물질의 원료와 특성을 분석하여 제품개발에 대한 정보를 공유하고자 수행하였다. 2022년 기준 공시품목의 원료명을 python의 PyAutoGUI, pandas라이브러리를 이용하여 수집, 가공하였으며 엑셀의 피벗테이블을 이용하여 분석하였다. 유기농업자재는 총 1,931품목이 공시되어 있으며 토양개량 및 작물생육용 955품목(49.5%), 병해관리용 311품목(16.1%), 작물생육용 245품목(12.7%), 병해관리용 223품목(11.5%), 병해충관리용 162품목(8.4%) 토양개량용 35품목(1.8%) 순이었다. 품목의 원료명을 허용물질별로 분류한 결과 병해관리용은 규산나트륨 59종(19.4%), 충해관리용은 식물추출물 128종(25.6%), 병해충관리용은 동·식물성 오일과 천연식물 기반 원료가 각각 66종(20.43%)으로 가장 많았다. 병해충 관리에 사용되는 모든 품목의 성분명은 고삼추출물 73종(6.5%), 황 73종(6.5%), 규산나트륨 65종(5.8%)이 가장 많았다. 다만, 전체 성분명의 분석은 동일한 물질임에도 명칭이 상이하게 공시되고 있는 성분도 존재하여 정확한 수치라 판단하기 어려웠다. 공시자료의 수집, 가공방식이 개선되어 공시된 모든 유기농업자재의 자료를 수집할 수 있다면 명칭의 통일화와 정확한 분류체계확립에 기여할 수 있을 것이다.

색인어 병해관리용자재, 유기농업자재, 충해관리용자재, 파이썬, 허용물질

Supplementary table 1. List of registered ingredient names for disease control

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Sea salts and salty water	Sea salt	2	0.7
	Sea water	1	0.3
Natural acids (e.g. vinegar)	Vinegar	2	0.7
Pyroligneous liquor	Pyroligneous liquor	3	1.0
	Bamboo vinegar	1	0.3
Chitosan	Chitosan	3	1.0
	Chito-oligosaccharide	2	0.7
Beeswax, Propolis	Propolis	1	0.3
Plant and animal oils	<i>Thymus Quinquecostatus</i> oil	4	1.3
	<i>Ricinus communis</i> oil	3	1.0
	<i>Origanum vulgare</i> oil	2	0.7
	Clove oil (1) ^a	2	0.7
	<i>Cinnamomum Cassia</i> oil	2	0.7
	<i>Brassica Camperstris</i> oil	1	0.3
	Clove oil (2) ^a	1	0.3
	<i>Cymbopogon martinii</i> oil	1	0.3
	<i>Torilis japonica</i> oil	1	0.3
	Seaweeds and seaweed products	Seaweed extract	1
Lecithin	Lecithin	3	1.0
Extract from Chlorella	Chlorella	1	0.3
Natural plant preparations, excluding tobacco	<i>Rheum rhabarbarum</i> extract	6	2.0
	<i>Rhus javanica</i> extract	5	1.6
	Grapefruit Seed Extract	4	1.3
	<i>Coptis japonica</i> Extract	4	1.3
	<i>Toxicodendron vernicifluum</i> extract	3	1.0
	Clove extract (1) ^a	3	1.0
	Tea tree extract	3	1.0
	<i>Phellodendri cortex</i> extract	2	0.7
	<i>Sophora flavescens</i> extract	2	0.7
	<i>Astragalus membranaceus</i> extract	1	0.3
	<i>Cinnamomum camphora</i> extract	1	0.3
	Clove extract (2) ^a	1	0.3
	<i>Gossypium indicum</i> extract	1	0.3
	Plant extract(<i>Lysimachia foenum-graecum</i>)	1	0.3
	Plant extract(<i>Rhus javanica</i>)	1	0.3
	<i>Prunus mume</i> , <i>Ginkgo biloba</i> extract	1	0.3
	<i>Rheum rhabarbarum</i> extract liquid	1	0.3
<i>Rhus javanica</i> extract	1	0.3	

Supplementary table 1. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Natural plant preparations, excluding tobacco	<i>Salicornia Herbacea</i> extract	1	0.3
	Soap nut extract	1	0.3
	Tea tree extract liquid	1	0.3
	<i>Thymus quinquecostatus</i> extract	1	0.3
Copper in the form of copper hydroxide, Copper oxychloride, (tribasic) Copper sulphate, Suprous oxide	Copper sulfate	14	4.6
	Bordeaux mixture	5	1.6
	Copper hydroxide	2	0.7
	Copper salt	1	0.3
Calcium oxide, Calcium hydroxide	Calcium oxide	9	3.0
	Calcium hydroxide	7	2.3
Silicates, clay (Bentonite)	Bentonite	2	0.7
	Diatomite	2	0.7
	Silicate	1	0.3
	Quartz	1	0.3
Sodium silicate	Sodium Silicate	59	19.4
Diatomaceous earth	Diatomaceous Earth	4	1.3
Mineral powders (stone meal)	Tourmaline	1	0.3
	Perlite	1	0.3
Paraffin oil	paraffin oil	1	0.3
Sodium hydrogen carbonate, Potassium hydrogen carbonate	Potassium hydrogen carbonate	2	0.7
	Sodium hydrogen carbonate	2	0.7
Sulfur	Sulfur	34	11.1
	Sulfur(Sulfur)	1	0.3
Microorganisms, Microbial extracts	Microorganism extract	11	3.6
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus subtilis</i>)	6	2.0
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	4	1.3
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus velezensis</i>)	4	1.3
	Microorganism culture (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	3	1.0
	Microorganism (<i>Bacillus subtilis</i>)	2	0.7
	Microorganism culture (<i>Trichoderma harzianum</i>)	2	0.7
	Microorganism culture liquid (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)	2	0.7
	Microorganism (<i>Bacillus licheniformis</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus subtilis</i> KBC1010)	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus velezensis</i> GH1-13) culture	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus velezensis</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Burkholderia territorii</i>) culture	1	0.3
	Microorganism (culture liquid)(<i>Trichoderma atroviride</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)	1	0.3

Supplementary table 1. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
	Microorganism (<i>Serratia marcescens</i>) culture	1	0.3
	Microorganism (<i>Streptomyces rimosus</i>) extract	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Bacillus methylotrophicus</i>)	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Bacillus subtilis</i>)	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Bacillus velezensis</i>)	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Burkholderia lata</i>)	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Paenibacillus polymyxa</i>)	1	0.3
	Microorganism culture (<i>Streptomyces griseus</i>)	1	0.3
Microorganisms, Microbial extracts	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus methylotrophicus</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Burkholderia pyrrocinia</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Pseudomonas putida</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Serratia plymuthica</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Streptomyces griseofuscus</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Streptomyces lavendulae</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Streptomyces sporoverrucosus</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Trichoderma koningii</i>)	1	0.3
	Microorganism extract (<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	1	0.3
Pheromone preparations	Pheromone	1	0.3
	Fermentated alcohol	10	3.3
Ethyl alcohol	Ethyl alcohol	2	0.7
	Ethyl alcohol(Fermentated alcohol)	2	0.7
	Total	304	100

^aIngredients with varied Korean nomenclature for the same substance.

Data source: Information system of organic agricultural materials, National Agricultural Products Quality Management Services, 2022

Supplementary table 2. List of registered ingredient names for insect control

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> extract	18	3.6
Rotenone from <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp., <i>Thephrosia</i> spp..	Derris extract (1) ^a	24	4.8
	Derris extract (2) ^a	1	0.2
Neem (Azadirachtin) from <i>Azadirachta indica</i>	Neem extract	37	7.4
	Neem oil	3	0.6
Fermented product from <i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i> spp. fermented products	1	0.2
Pyroligneous liquor	Pyroligneous liquor	9	1.8
Tobacco tea (except pure nicotine)	Tobacco leaf tea	1	0.2
Plant and animal oils	<i>Cinnamomum Cassia</i> oil	11	2.2
	Canola oil	7	1.4
	<i>Ricinus Communis</i> oil	6	1.2
	<i>Cymbopogon Nardus</i> oil	3	0.6
	<i>Allium Sativum</i> oil	2	0.4
	Clove oil (1) ^a	2	0.4
	Clove oil (2) ^a	2	0.4
	<i>Cryptomeria japonica</i> oil	2	0.4
	Eucalyptus oil	2	0.4
	Karanja oil	2	0.4
	Orange oil	2	0.4
	<i>Allium Sativum</i> oil	1	0.2
	<i>Annona reticulata</i> seed oil	1	0.2
	Camphor oil	1	0.2
	Canola oil (1) ^a	1	0.2
	Canola oil (2) ^a	1	0.2
	<i>Cinnamomum Camphora</i> leaf oil	1	0.2
	<i>Cymbopogon martini</i> oil	1	0.2
	<i>Cymbopogon nardus</i> oil	1	0.2
	<i>Ocimum basilicum</i> oil	1	0.2
	Pepper seed oil	1	0.2
	Pine tree oil	1	0.2
	Plant oil	1	0.2
	Plant oil (Camphor oil)	1	0.2
	Plant oil (<i>Cinnamomum cassia</i> oil)	1	0.2
	Plant oil (Sesame oil)	1	0.2
	<i>Schizonepeta tenuifolia</i> oil	1	0.2
Sesame oil	1	0.2	
<i>Thymus quinquecostatus</i> oil	1	0.2	

Supplementary table 2. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
	<i>Sophora Flavescens</i> extract	55	11.0
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) (1) ^a	14	2.8
	<i>Cinnamomum cassia</i> extract	8	1.6
	<i>Allium Sativum</i> extract	4	0.8
	<i>Camellia japonica</i> seed extract	4	0.8
	Orange extract	3	0.6
	<i>Aconitum jaluense</i> extract	2	0.4
	<i>Agastache rugosa</i> extract	2	0.4
	Camellia seed extract	2	0.4
	Clove extract (1) ^a	2	0.4
	Plant extract (<i>Sophora Flavescens</i>)	2	0.4
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) (2) ^a	2	0.4
	Tea tree extract	2	0.4
	<i>Allium Cepa</i> extract	1	0.2
	<i>Angelica gigas</i> extract	1	0.2
	<i>Aralia cordata</i> extract	1	0.2
	Camellia extract	1	0.2
	<i>Chamaecyparis obtusa</i> extract	1	0.2
Natural plant preparations, excluding tobacco	Clove extract (2) ^a	1	0.2
	Cosmos extract	1	0.2
	<i>Gleditsiae fructus</i> extract	1	0.2
	<i>Kochiae fructus</i> extract	1	0.2
	<i>Perilla frutescens</i> extract	1	0.2
	<i>Persicaria hydropiper</i> extract	1	0.2
	<i>Phytolacca acinosa</i> extract	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i> , <i>Melia azedarach</i>)	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i> extract)	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) (3) ^a	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) : Matrine	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i> extract)	1	0.2
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> + <i>Melia azedarach</i> + <i>Chenopodium ambrosioides</i>)	1	0.2
	<i>Pulsatilla koreana</i> extract (1) ^a	1	0.2
	<i>Pulsatilla koreana</i> extract (2) ^a	1	0.2
	<i>Quilia</i> extract	1	0.2
	<i>Sabadilla</i> extract	1	0.2

Supplementary table 2. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Natural plant preparations, excluding tobacco	<i>Solanum nigrum</i> extract	1	0.2
	<i>Sophora flavescens</i> seed extract	1	0.2
	<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i> extract	1	0.2
	Tea tree	1	0.2
Silicates, clay (Bentonite)	Bentonite	1	0.2
Diatomaceous earth	Diatomaceous Earth	8	1.6
Iron phosphates	Iron phosphate	5	1
Paraffin oil	Paraffin oil (1) ^a	28	5.6
	Paraffin oil (2) ^a	4	0.8
Microorganisms, Microbial extracts	Microorganism extract	7	1.4
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	6	1.2
	Microorganism culture (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	5	1.0
	Microorganism (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	4	0.8
	Microorganism culture (<i>Beauveria bassiana</i>)	4	0.8
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus subtilis</i>)	4	0.8
	Microorganism	2	0.4
	Microorganism culture liquid	2	0.4
	Microorganism (<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Aizawai</i>)	1	0.2
	Microorganism (<i>Bacillus thuringiensis</i>) culture liquid	1	0.2
	Microorganism (<i>Beauveria bassiana</i>)	1	0.2
	Microorganism (<i>Beauveria brongniartii</i>)	1	0.2
	Microorganism (<i>Trichoderma harzianum</i>)	1	0.2
	Microorganism culture (<i>Bacillus subtilis</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus paralicheniformis</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Esteya vermicola</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Isaria javanica</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Lactobacillus sakei</i>)	1	0.2
	Microorganism culture liquid (<i>Paecilomyces lilacinus</i>)	1	0.2
Microorganism culture liquid (<i>Photorhabdus temperata</i>)	1	0.2	
Microorganism culture liquid (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 1×10 ⁶ cfu/ml)	1	0.2	
Natural enemy	<i>Aphidius colemani</i>	3	0.6
	<i>Orius laevigatus</i>	2	0.4
	Enemy (<i>Steinernema carpocapsae</i>)	2	0.4
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	2	0.4
	<i>Amblyseius swirskii</i>	1	0.2
	<i>Aphidius matricariae</i>	1	0.2
	Enemy (<i>Aphidius colemani</i>)	1	0.2
	Enemy (<i>Orius laevigatus</i>)	1	0.2
	Enemy (<i>Steinernema carpocapsae</i>)	1	0.2

Supplementary table 2. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Natural enemy	Entomopathogenic nematodes (<i>Heterorhabditis megidis</i>)	1	0.2
	Entomopathogenic nematodes (<i>Steinernema carpocapsae</i> 2×10 ⁷)	1	0.2
	<i>Hypoaspis miles</i>	1	0.2
	<i>Neoseiulus californicus</i>	1	0.2
	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	0.2
Pheromone preparations	Pheromone 1	25	5.0
	Pheromone 2	25	5.0
	Pheromone	15	2.8
	Pheromone 3	12	2.4
	Pheromone 4	5	1.0
	Pheromone 5	2	0.4
	Pheromone 6	1	0.2
	8 types of pheromone	1	0.2
Metaldehyde	Metaldehyde	5	1.0
Soap	Soap	3	0.6
Ethyl alcohol	Ethyl alcohol	4	0.8
	Fermentated Ethanol	2	0.4
	Ethanol	1	0.2
	Ethyl alcohol(Ethanol)	1	0.2
	Henethyl alcohol	1	0.2
Machine oil	Machine oil	3	0.6
Total		500	100

^aIngredients with varied Korean nomenclature for the same substance.

Data source: Information system of organic agricultural materials, National Agricultural Products Quality Management Services, 2022

Supplementary table 3. List of registered ingredient names for disease and insect control

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)	
Pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> extract	10	3.1	
Rotenone from <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp., <i>Thephrosia</i> spp.	Derris extract	7	2.2	
Neem (Azadirachtin) from <i>Azadirachta indica</i>	Neem oil	2	0.6	
	Neem Extract	13	4.0	
Sea salts and salty water	Sea salt	5	1.6	
Natural acids (e.g. vinegar)	Persimmon vinegar	1	0.3	
	Brown rice vinegar	1	0.3	
Pyroligneous liquor	Pyroligneous liquor	10	3.1	
Chitosan	Chitosan	2	0.6	
	<i>Cinnamomum cassia</i> oil	13	4.0	
	<i>Thymus quinquecostatus</i> oil	6	1.9	
	<i>Cinnamomum Camphora</i> (Camphor) oil	4	1.2	
	<i>Ricinus Communis</i> oil	4	1.2	
	<i>Cymbopogon nardus</i> oil	3	0.9	
	Orange oil	3	0.9	
	<i>Aesculus turbinata</i> seed oil	2	0.6	
	<i>Allium Sativum</i> oil (1) ^a	2	0.6	
	<i>Brassica juncea</i> oil	2	0.6	
	Clove oil (1) ^a	2	0.6	
	Eucalyptus oil	2	0.6	
	<i>Origanum vlgare</i> oil	2	0.6	
	<i>Pinus Koraensis</i> oil	2	0.6	
	Soybean oil	2	0.6	
	Plant and animal oils	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> seed oil	2	0.6
		<i>Allium Sativum</i> oil (2) ^a	1	0.3
		<i>Annona reticulata</i> seed oil	1	0.3
		Anola oil	1	0.3
		Canola oil	1	0.3
		Clove oil (2) ^a	1	0.3
		<i>Cymbopogon martini</i> oil	1	0.3
		<i>Cymbopogon schoenanthus</i> oil	1	0.3
		Dill seed oil	1	0.3
		Karanja oil	1	0.3
		Pine oil	1	0.3
		Plant oil (<i>Carthamus tinctorius</i> oil + Cotton eed oil)	1	0.3
Plant oil (<i>Ricinus Communis</i> oil)		1	0.3	
<i>Ricinus Communis</i> oil		1	0.3	
Sesame oil	1	0.3		

Supplementary table 3. Continued

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Plant and animal oils	Tea tree oil	1	0.3
Seaweeds and seaweed products	Seaweed extract	2	0.6
	<i>Sophora Flavescens</i> extract	16	5.0
	Tea tree extract	7	2.3
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>)	5	1.6
	Clove extract	3	0.9
	Grapefruit Seed Extract	3	0.9
	Orange extract	3	0.9
	<i>Camellia Japonica</i> seed extract	2	0.6
	<i>Cinnamomum cassia</i> extract	2	0.6
	<i>Ginkgo biloba</i> leaf extract	2	0.6
	<i>Lycoris squamigera</i> extract	2	0.6
	<i>Actinidia arguta</i> extract	1	0.3
	<i>Agastache rugosa</i> extract	1	0.3
	<i>Allium Sativum</i> extract	1	0.3
	<i>Biotae Orientalis</i> leaf extract	1	0.3
	<i>Brassica juncea</i> oil	1	0.3
Natural plant preparations, excluding tobacco	Camellia seed extract	1	0.3
	Clove tree extract	1	0.3
	<i>Coffee grounds</i> extract	1	0.3
	<i>Dendropanax morbiferus</i> extract	1	0.3
	<i>Echinacea purpurea</i> extract	1	0.3
	Herb extract	1	0.3
	<i>Melia azedarach</i> extract	1	0.3
	<i>Pachyrhizus erosus</i> extract	1	0.3
	<i>Perilla frutescens</i> extract	1	0.3
	<i>Phytolacca acinosa</i> extract	1	0.3
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) (1) ^a	1	0.3
	Plant extract (<i>Sophora japonica</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Chenopodium ambrosioides</i>) (2) ^a	1	0.3
	<i>Rhus javanica</i> extract	1	0.3
	<i>Sapindus mukorossi</i> extract	1	0.3
	Sesame oil	1	0.3
	Soapnut extract	1	0.3
Copper in the form of copper hydroxide, Copper oxychloride, (tribasic) Copper sulphate, Suprous oxide	Copper sulfate	2	0.6
	Copper salt	1	0.3
	Copper chloride	1	0.3
Calcium oxide, Calcium hydroxide	Calcium oxide	3	0.9
	Limestone	1	0.3

Supplementary table 3. Continue

Permitted substances	Registered ingredient name	No. of item	Ratio (%)
Silicates, clay (Bentonite)	Bentonite	1	0.3
Sodium Silicate	Sodium silicate	6	1.9
Diatomaceous Earth	Diatomaceous earth	6	1.9
Paraffin oil	Paraffin oil (1) ^a	19	5.9
	Paraffin oil (2) ^a	4	1.2
Sodium hydrogen carbonate, Potassium hydrogen carbonate	Sodium hydrogen carbonate	2	0.6
	Potassium hydrogen carbonate	1	0.3
Sulfur	Sulfur (1) ^a	39	12.0
	Sulfur (2) ^a	1	0.3
	Sulfur liquid	1	0.3
	Sulfur (Sulfur, adjuvant)	1	0.3
Microorganisms, Microbial extracts	Microorganism extract	7	2.2
	Microorganism (<i>Beauveria bassiana</i>)	3	0.9
	Microorganism culture (<i>Beauveria bassiana</i>)	2	0.6
	Microorganism (<i>Lecanicillium attenuatum</i>)	2	0.6
	Microorganism (<i>Trichoderma harzianum</i>)	2	0.6
	Microorganism	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus licheniformis</i>) culture liquid	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus methylotrophicus</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus subtilis</i>) culture liquid	1	0.3
	Microorganism (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Beauveria bassiana</i>) culture liquid	1	0.3
	Microorganism (<i>Irpex lacteus</i>) culture liquid	1	0.3
	Microorganism (<i>Isaria fumosorosea</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Lysobacter capsici</i>)	1	0.3
	Microorganism (<i>Paecilomyces lilacinus</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i>)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Metarhizium anisopliae</i> FT83)	1	0.3
	Microorganism culture liquid (<i>Trichoderma atroviride</i> NB077)	1	0.3
Microorganism culture spore (<i>Beauveria bassiana</i>) spores	1	0.3	
Ethyl alcohol	Fermented alcohol	13	4.0
	Ethyl alcohol	1	0.3
Soap	Soap	3	0.9
Total		323	100

^aIngredients with varied Korean nomenclature for the same substance.

Data source: Information system of organic agricultural materials, National Agricultural Products Quality Management Services, 2022