

## 코로나바이러스감염증-19와 일부 가축전염병 방역소독제품의 함유성분 및 유해물질 조사

김동현\*  · 임미영\*\*  · 이기영\*\*\*† 

\*서울대학교 보건대학원 환경보건학과, \*\*서울대학교 보건환경연구소

### Investigation of Ingredients and Hazardous Substances in Disinfectants Used against COVID-19 and Some Livestock Diseases

DongHyun Kim\*, Miyoung Lim\*\*, and Kiyoung Lee\*\*\*†

\*Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University

\*\*Institute of Health and Environment, Seoul National University

#### ABSTRACT

**Objectives:** The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic has caused the death of 740,000 people around the world as of August 12, 2020. Foot-and-Mouth Disease, Avian Influenza, and African Swine Fever are serious livestock diseases. Government agencies in Korea have provided ingredient information and usage instructions for disinfectants used to counter those infectious diseases. The purpose of this study was to provide information on the chemical ingredients in disinfectant products used against COVID-19 and certain livestock diseases.

**Methods:** We collected information from the Korean government. The Central Disaster Management Headquarters and Central Disease Control Headquarters provided information on disinfectant products used against COVID-19. The Animal and Plant Quarantine Agency of Korea provided information on efficacy-certified disinfectant products for use against selected livestock diseases. Health hazard and environmental hazard information on the ingredients in the disinfectants was collected from the Korea Occupational Safety & Health Agency's Material Safety Data Sheets, and toxicity value information was collected from United States Environmental Protection Agency's CompTox Chemicals Dashboard.

**Results:** There were 76 COVID-19 disinfectant products in use, and the most common ingredients were benzalkonium chloride (51%), alkylbenzyl dimethyl ammonium (30%), and ethanol (3%). There were 216 livestock disease disinfectant products comprised of 89 acidic, 88 oxidic, 30 aldehydic, three alkaline, and six other products. Among the 49 active ingredients used in the disinfectants that were investigated, health and environmental hazard information was provided for many of them, but only 20 chemicals had official toxicological information.

**Conclusion:** Since the disinfectants included numerous chemicals, an understanding of their chemical characteristics could be critical to prevent unintended human or environmental exposure.

**Key words:** COVID-19, disinfectant, disinfecting chemicals, infectious disease, livestock disease

†Corresponding author: Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, 08826, Republic of Korea, Tel: +82-2-880-2735, Fax: +82-2-762-2888, E-mail: cleanair@snu.ac.kr  
Received: 14 August 2020, Revised: 18 August 2020, Accepted: 20 August 2020

## I. 서 론

코로나바이러스감염증-19(Coronavirus Disease 2019, COVID-19)는 2019년 12월 1일 중국 후베이성의 우한시에서 발발한 감염병으로, 2020년 1월 20일 한국에서 첫 확진자가 발생한 후 8월 14일 0시를 기준으로 한국의 누적 확진자 수는 14,873명인 것으로 확인됐다.<sup>1)</sup> 8월 14일 0시를 기준으로 전세계의 확진자 수는 2,000만명 이상이며 사망자도 73만명 이상인 것으로 확인됐다.<sup>1)</sup> 구제역(Foot-and-Mouth Disease, FMD), 조류인플루엔자(Avian Influenza, AI), 아프리카돼지열병(African Swine Fever, ASF)은 소, 가금류, 돼지 등에게 감염되는 바이러스 전염병으로, 가축 폐사에 이를 수 있는 심각한 가축전염병이다. 한국 정부는 가축전염병 예방법을 제정하여 구제역, 조류인플루엔자, 아프리카돼지열병을 1종 가축전염병으로 분류하여 관리하고 있다.<sup>2)</sup>

감염병의 유입이 증가하자 적절한 방역소독의 필요성이 대두되었다.<sup>3)</sup> 방역소독이란 가축 또는 사람에게 직접 병을 일으키는 병원균을 사멸하거나 증식 또는 활동에 제제를 가하는 방법을 말한다.<sup>4)</sup> 방역소독에는 크게 물리적 방법, 생물학적 방법, 그리고 화학적 방법이 있다.<sup>4)</sup> 물리적 방법은 시설을 설치하여 질병의 유입을 막는 것이고 생물학적 방법은 미생물 살균제를 사용하여 병원균을 억제하는 것이다.<sup>4)</sup> 화학적 방법은 화학물질을 이용하여 전염성 질환의 증식을 억제하는 것으로, 방역소독을 목적으로 사용하는 화학적 제제를 방역소독제라 한다.<sup>4)</sup> 방역소독제는 전염성 병원균을 효율적으로 억제하는 한가지 방법으로 다양한 전염성 질환에 대응해 쓰이고 있다.<sup>5)</sup> COVID-19와 같은 전염성 질환의 확산으로 소독제품의 수요가 증가함에 따라 2019년 말 1.7조 원에 달했던 세계 소독제품 시장 규모는 2020년에서 2027년까지 매년 7.6%씩 증가할 것으로 예측된다.<sup>6)</sup> 소독제품의 수요와 사용량이 증가함에 따라 한국은 중앙방역대책본부와 중앙사고수습본부에서 COVID-19 감염 예방 및 대응 업무 수행을 위한 소독 지침을 제공하고 있으며 농림축산검역본부에서는 구제역, 조류인플루엔자, 아프리카돼지열병에 관한 공개데이터베이스를 구축하고 소독약제에 대한 소독효과와 성분 정보를 공개하고 있다.<sup>7,8)</sup>

방역소독제품은 인체에 직접 사용하지 않을 것을

권고하는 경우가 많으나 노출을 완벽하게 피할 수 없다. 방역소독제는 소독 유효성분뿐 아니라 용매 등 많은 화학물질을 포함하기 때문에 화학물질의 의도하지 않은 인체 및 환경 노출이 발생할 수 있다. 작업환경에서의 glutaraldehyde, bleach, hydrogen peroxide, alcohol, quaternary ammonium compounds와 같은 소독제에 주당 4-7일의 빈도로 6년 동안 노출된 사람은 25%에서 38% 수준의 만성폐쇄성질환 증가율을 보였다.<sup>9)</sup> 또한 sodium hypochlorite와 같은 방역소독제는 수생생물과 수생환경에 잠재적인 독성 영향을 끼칠 수 있다.<sup>10)</sup> 따라서, 방역소독제품의 무분별한 사용은 직간접적으로 인체/환경에 위협을 가할 수 있다.<sup>5)</sup> 그러므로 방역소독제 함유 화학물질에 대한 인체/환경유해성 정보 파악이 필요하다. 본 연구의 목적은 COVID-19와 가축전염병에 사용되는 방역소독제품의 화학성분에 대한 자료를 파악하고 기초 독성자료를 제공하는 것이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 제품군 선정

COVID-19와 구제역, 조류인플루엔자, 아프리카돼지열병의 3가지 가축전염병에 대해 효력을 인정받은 방역소독제품을 대상으로 선정하였다. 중앙방역대책본부와 중앙사고수습본부에서 2020년 5월 20일 발표한 “코로나바이러스감염증-19 대응 집단시설, 다중이용시설 소독 안내(제3-3판)”에 제시된 환경부 승인 COVID-19 방역용 소독제품 83개를 조사하였고 제조와 수입이 중단된 방역소독제품 7개는 조사 대상에서 제외하였다<sup>7)</sup>. 농림축산검역본부 홈페이지에 게재된 가축방역 효력인증 소독제품 데이터베이스를 이용하여 구제역 소독제품 171개(2019.10.4. 기준), 조류인플루엔자 소독제품 199개(2019.10.4. 기준), 아프리카돼지열병 소독제품 81개(2020.4.1. 기준)를 조사하였다.<sup>8)</sup>

### 2. 정보 수집

#### 2.1. 제품 및 유효성분

COVID-19 방역소독제품의 유효성분은 중앙방역대책본부와 중앙사고수습본부에서 제공된 “코로나바이러스감염증-19 대응 집단시설, 다중이용시설 소독 안내(제3-3판)”의 살균·소독제품 세부지침과 환경부

(화학제품관리과)의 초록누리(<http://ecolife.me.go.kr>) 최신 개정안 자료를 통해 파악하였다.<sup>7,11)</sup> 가축전염병 방역소독제품의 유효성분은 농림축산검역본부의 동물용의약품관리시스템(<http://medi.qia.co.kr>)에 제공된 소독제품별 성분 부표를 통해 파악하였다.<sup>12)</sup> 기본리스트에 특정 제품군이 하나의 성분처럼 다루어진 모든 제품의 유효성분은 미국 화학회(American Chemical Society)의 CAS (Chemical Abstracts Service) 등록번호별 개별물질로 추가하여 리스트를 작성하였다.

COVID-19와 가축전염병 방역소독제품별 제형은 각각 환경부(화학제품관리과)의 초록누리(<http://ecolife.me.go.kr>)에 제공된 전성분공개제품 정보와 농림축산검역본부의 동물용의약품관리시스템(<http://medi.qia.co.kr>)에 제공된 소독제품별 제형 정보를 기준으로 분류하였다.<sup>12,13)</sup>

## 2.2. 인체/환경 유해성 및 독성 참고치

COVID-19와 가축전염병의 방역소독제품 함유 화학물질을 대상으로 유해성과 독성 참고치를 파악하였다. 같은 물질이나 여러 관용표현으로 사용되고 있는 화학물질은 CAS 번호를 중심으로 통일하였다. 각 성분의 인체/환경 유해성 정보는 한국산업안전보건공단(Korea Occupational Safety & Health Agency, KOSHA)의 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets, MSDS)에서 사용한 화학물질분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, GHS)의 등급을 기준으로 수집하였다.<sup>14)</sup> MSDS 화학물질 유해성 분류는 인체 유해성과 환경 유해성으

로 구성되어 있었다. COVID-19와 가축전염병 방역소독제품의 인체/환경 유해성은 피부 부식성/자극성(Skin corrosion/irritation), 심한 눈 손상성/자극성(Serious eye damage/irritation), 호흡기 과민성(Respiratory sensitizer), 피부과민성(Skin sensitizer), 발암성(Carcinogenicity), 생식세포 변이원성(Germ cell mutagenicity), 생식독성(Reproductivity), 급성 수생 환경 유해성(Acute aquatic toxicity), 만성 수생 환경 유해성(Chronic aquatic toxicity)의 총 9개의 항목을 사용하였고 GHS 위험등급(Hazard category) 기준에 따라 1, 1A, 1B, 2, 3으로 표기되었다.<sup>14)</sup> COVID-19와 가축전염병의 방역소독제품 함유 화학물질의 독성 참고치(Reference Dose, Reference Concentration, RfD, RfC)는 미국 환경보호청(United States Environmental Protection Agency, US EPA)의 CompTox Chemicals Dashboard (<https://comptox.epa.gov/dashboard>)에서 각각의 최소값을 수집하였다.<sup>15)</sup>

## III. 결과 및 고찰

### 1. COVID-19와 가축전염병에 사용되는 방역소독제품 및 작용기전별 분류

76개의 COVID-19 방역소독제품의 유효성분은 환경부 분류 체계에 따라 quaternary ammonium compounds 60개(79%), peroxides 7개(9%), alcohols 6개(8%), chlorine compounds 2개(3%), phenolic compounds 1개(1%)의 총 5개 분류로 나뉜다. 216개의 가축전염병 방역소독제품 중 구제역, 조류인플루엔자, 아프리카돼지열병 3가지 전염병 모두에 효력이 있는

**Table 1.** The number of livestock diseases disinfectant products classified by mechanism of action

Effective diseases	Number of products	Mechanism of actions				
		Acidic	Oxidic	Aldehydic	Alkaline	Etc.
FMD+AI+ASF	73	34 (47%)	31 (42%)	6 (8%)	2 (3%)	0
FMD+AI	81	33 (42%)	34 (42%)	12 (15%)	0	2 (1%)
AI+ASF	2	1 (50%)	1 (50%)	0	0	0
FMD+ASF	1	0	0	1 (100%)	0	0
FMD	15	4 (27%)	6 (40%)	2 (13%)	0	3 (20%)
AI	38	15 (38%)	12 (31%)	9 (26%)	1 (3%)	1 (3%)
ASF	6	2 (33%)	4 (67%)	0	0	0
Total	216	89 (41%)	88 (41%)	30 (14%)	3 (1%)	6 (3%)

\*FMD: Foot-and-Mouth Disease, AI: Avian Influenza, ASF: African Swine Fever

제품은 73개(34%), 2가지 전염병에 효력이 있는 제품은 84개(39%), 1가지 전염병에 효력이 있는 제품은 59개(27%)였다. 작용기전은 acidic 89개(41%), oxidic 88개(41%), aldehydic 30개(14%), alkaline 3개(1%), 그 외 기타 6개(3%)로 분류되었다(Table 1).

병원체의 증식을 억제하는 방역소독제품의 효력은 수용체의 외부 분자표면과 작용하는 화학물질의 기전과 관련이 있다.<sup>16)</sup> COVID-19 방역소독제품에 가장 많이 사용된 quaternary ammonium compounds는 양이온 상태로 작용한다.<sup>16)</sup> Quaternary ammonium compounds의 양이온 인자는 수용체의 막을 용해하여 병원체 내부의 저분자량 성분이 새어 나오게끔 유도함으로써 병원체의 기능을 상실하게 한다.<sup>16)</sup> 가축전염병에 가장 많이 사용된 산성제와 산화제 방역소독제품의 효력도 양이온의 작용과 관련 있다.<sup>17)</sup> 산성제와 산화제 물질의 양이온 인자는 바이러스의 외피 단백질을 변성시키고 핵산 내 아미노산 결합을 파괴함으로써 병원체의 기능을 상실하게 한다.<sup>17)</sup>

본 연구에서 조사한 COVID-19 방역소독제품은 중앙방역대책본부, 중앙사고수습본부에서 주요성분에 따라 분류하고 있었고 가축전염병 방역소독제품은 농림축산검역본부에서 작용기전에 따라 분류하고 있어 방역소독제품의 성분 분류가 기관마다 상이했다. 방역소독제품은 소독 유효성분뿐 아니라 용매 등 많은 화학물질을 포함하기 때문에 통일된 성분 분류를 할 필요성이 있다.

**2. 방역소독제품의 제형 및 함유성분**

COVID-19 방역소독제품은 산제, 정제, 액제, 분무제로 분류되었고 가축전염병 방역소독제품은 산제,

정제, 지면류, 액제, 혼중제로 분류되었다. COVID-19 방역소독제품의 제형은 산제와 정제를 고체로 분류하고 액제를 액체로 분류하였으며 분무제는 별도로 표시하였다. COVID-19 방역소독제품 76개를 제형에 따라 분류한 결과 액체 제품이 67개(88%)로 가장 많았으며 고체 제품이 5개(7%), 분무제 제품이 4개(5%)인 것으로 파악되었다. COVID-19 방역소독제품에 빈번하게 사용된 성분은 benzalkonium chloride 61개(51%), alkylbenzyl dimethyl ammonium 36개(30%), ethanol 4개(3%) 순으로 나타났다(Table 2).

가축전염병 방역소독제품의 제형은 산제, 정제, 지면류를 고체로 분류하고 액제와 혼중제를 각각 액체와 기체로 분류하였다. 가축전염병 방역소독제품 216개를 작용기전별로 분류한 후 제형에 따라 분류한 결과 액체 제품이 125개(58%)로 가장 많았으며 고체 제품이 87개(40%), 기체 제품이 4개(2%)였다. 가축전염병 방역소독제품에 빈번하게 사용된 성분은 citric acid 71개(16%), benzalkonium chloride 62개(14%), potassium peroxymonosulfate 60개(13%) 순으로 나타났다(Table 3).

화학물질이 체내에 도입될 수 있는 일차적 경로는 위장관계, 호흡기계, 그리고 피부 흡수를 통해서다.<sup>18)</sup> 액체에 녹은 물질은 위장관계와 피부를 통해 생체로 유입되고 고체 상태의 물질은 위장관계를 통해 유입되며 공기 중 가스나 입자로 존재하는 물질은 호흡기계와 위장관계를 통해 유입된다.<sup>18)</sup>

본 연구에서 조사한 COVID-19와 가축전염병 방역소독제품은 액체 형태가 가장 많았다. 따라서 경피나 경구섭취를 통한 노출이 일반적이다. 그러나 방역소독제품의 물리, 화학적 특성과 취급방식, 사용형

**Table 2.** The number of chemical ingredients classified by major ingredients in Coronavirus disease-19 disinfectant products

Classification (n)	Physical State (n)	Chemical Ingredients (n)
Chlorine (4)	Spray (2)	Benzalkonium chloride (2), Alkylbenzyl dimethyl ammonium (2)
Alcohol (11)	Liquid (4)	Ethanol (4), Sodium dichloroisocyanurate (2), 1-Propanol (1)
	Spray (2)	Benzethonium chloride (2), Isopropanol (2)
Benzalkonium chloride (95)	Solid (5)	Benzalkonium chloride (5), Alkylbenzyl dimethyl ammonium (4)
	Liquid (55)	Benzalkonium chloride (54), Alkylbenzyl dimethyl ammonium (30), Polihexanide (1), Didecyl dimethyl ammonium chloride (1)
Peroxide (7)	Liquid (7)	Peroxyacetic acid (3), Hydrogen peroxide (2), Ammonium peroxodisulfate (2)
Phenol (3)	Liquid (1)	D-Gluconic acid (1), Polihexanide (1), Didecyl dimethyl ammonium chloride (1)

**Table 3.** The number of chemical ingredients classified by mechanism of action in Foot-and-Mouth Disease (FMD), Avian Influenza (AI), African Swine Fever (ASF) disinfectant products

Classification (n)	Physical State (n)	Chemical Ingredients (n)
	Solid (11)	Citric acid (11), Lauryl sulfate (2), Lactic acid (1), Potassium peroxymonosulfate (1)
Acidic (200)	Liquid (78)	Citric acid (48), Benzalkonium chloride (45), Phosphoric acid (32), Citric acid monohydrate (9), Hydrogen peroxide (7), Didecyl dimethyl ammonium chloride (6), Grapefruit oil (5), Iodine (4), Sulfuric acid (4), Glutaraldehyde (3), Tar acid (2), Acetic acid (2), Dodecylbenzenesulfonic acid (2), dl-Tartaric acid (2), Sodium hypochlorite (1), Hypochlorous acid (1), Silver chloride (1), Phenol (1), Isopropyl-o-cresol (1), 4-Chloro-3,5-dimethylphenol (1), Cresol (1), Sodium dichloroisocyanurate (1), Lactic acid (1), Bis(tributyltin) oxide (1), Methyl anthranilate (1), 4-Chloro-3-methylphenol (1), 2-Phenylphenol (1), Thymol (1)
Oxidic (172)	Solid (75)	Potassium peroxymonosulfate (59), Malic acid (50), Sodium dichloroisocyanurate (24), Citric acid (9), Sulfamic acid (2), Tar acid (2), Sodium chlorite (1), Sodium dichloroisocyanurate dehydrate (1)
	Liquid (13)	Peroxyacetic acid (11), Hydrogen peroxide (9), Benzalkonium chloride (1), Hypochlorous acid (1), Sodium hypochlorite (1), Lactic acid (1)
Aldehydic (65)	Liquid (29)	Glutaraldehyde (29), Benzalkonium chloride (15), Didecyl dimethyl ammonium chloride (7), Formaldehyde (6), Alkylbenzyl dimethyl ammonium (3), Glyoxal (2), Phosphoric acid (1), Citric acid (1)
	Gas (1)	Paraformaldehyde (1)
	Solid (1)	Sodium hydroxide (1)
Alkaline (6)	Liquid (2)	Copper (II) sulfate pentahydrate (1), Benzalkonium chloride (1), Alkylbenzyl dimethyl ammonium (1), Ammonia (1), Sulfuric acid (1)
Etc. (12)	Liquid (3)	Iodine (2), Citric acid (2), Didecyl dimethyl ammonium chloride (1), D-Gluconic acid (1), Phosphoric acid (1), Sulfuric acid (1)
	Gas (3)	2-Phenylphenol (2), Paraformaldehyde (1), Ammonium nitrate (1)

태에 따라 노출경로가 달라질 수 있다. 액체 제품의 경우 분사됨으로써 호흡기계로 흡수될 수 있으며 고체 제품의 경우 용해하여 사용함으로써 피부를 통한 흡수가 가능하다. 방역소독제품의 제형 정보를 파악함으로써 제품별 가능한 노출경로를 확인할 수 있으나 추후 방역소독제품의 취급방식과 실제 사용형태에 대한 조사가 필요한 것으로 판단된다.

US EPA는 COVID-19 방역을 위한 소독제품 정보를 ‘List N Tool’을 통해 공개하고 있다.<sup>19)</sup> List N은 제2형 중증급성호흡기증후군 코로나바이러스 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, SARS-CoV-2)보다 죽이기 어려운 병원체나 SARS-CoV-2와 유사한 바이러스에 대한 효능이 입증된 제품을 포괄한 광범위한 475개(2020.8.13. 기준) 제품 목록이며, SARS-CoV-2에 대한 직접적인 효능이 인

증된 제품은 19개이다. List N 제품은 표면살균이 주목적이며 인체에 직접 사용할 수 없다는 주의사항이 존재하지만 시중에서 판매 및 구입이 가능한 소비자제품이다. 제품별 접촉시간, 사용형태(직접 사용, 희석, 스프레이, 미스트, 닦아내기 등), 사용대상(비다공성 표면, 다공성 표면, 식품접촉 시 행균필요 여부 등)에 대한 가이드라인이 존재하지만 소비자가 거주지에서 직접 사용하는 제품이므로 과다 사용 및 오사용에 대한 각별한 주의가 필요하다. 국내에서도 COVID-19의 예방적 차원에서 자가소독제품 사용 또한 장기화되고 오·남용 피해에 대한 우려가 커짐에 따라 소독제품의 안전한 사용을 위한 더욱 구체적인 가이드라인이 필요하다. “코로나바이러스감염증-19 대응 집단시설, 다중이용시설 소독 안내(제3-3판)”와 함께 배포된 ‘코로나19 살균·소독제품의 안

**Table 4.** Health/Environmental hazards (n=9) and toxicity values of chemical substances in COVID-19 and livestock diseases disinfectant products

Chemical name	CAS No.	Product category				GHS Health/Environmental hazards*					Toxicity value**		
		Live stock	COVID-19	Skin corrosion/irritation	Serious eye damage/irritation	Respiratory sensitizer	Skin sensitizer	Skin Carcinogen	Germcell mutagenicity	Reproductive toxicity	Acute aquatic toxicity	Chronic aquatic toxicity	RfD (mg/kg-day)
1-Propanol	71-23-8	O	O	2	2							NA	NA
2-Phenylphenol	90-43-7	O	O	2	2							NA	NA
4-Chloro-3,5-dimethylphenol	7379-51-3	O	O	2	1						2	NA	NA
4-Chloro-3-methylphenol	59-50-7	O	O	2	1					1		0.005	NA
Acetic acid	64-19-7	O	O	1	1							NA	NA
Alkylbenzyl dimethyl ammonium	68391-01-5	O	O	2	2						2	NA	NA
Ammonium nitrate	6484-52-2	O	O	2	2							NA	NA
Ammonium peroxodisulfate	7727-54-0	O	O	2	1	1						NA	NA
Benzalkonium chloride	8001-54-5	O	O	1	1					1		NA	NA
Benzethonium chloride	121-54-0	O	O	2	2						2	NA	NA
Bis(tributyltin)oxide	56-35-9	O	O	2	2					1	1	0.0003	NA
Citric acid	77-92-9	O	O	1	1	1						NA	NA
Citric acid monohydrate	5949-29-1	O	O	2	2							NA	NA
Copper(II) sulfate pentahydrate	7758-99-8	O	O	1	1					1	1	NA	NA
Cresol	1319-77-3	O	O	1	1							0.005	0.6
D-Gluconic acid	18472-51-0	O	O									NA	NA
Didecyl dimethyl ammonium chloride	7173-51-5	O	O	1	1					1	2	0.1	NA
dl-Tartaric acid	133-37-9	O	O	2	2							NA	NA
Dodecylbenzenesulfonic acid	27176-87-0	O	O	2	1	1						0.5	NA
Ethanol	64-17-5	O	O	2	2				1A			NA	NA
Formaldehyde	50-00-0	O	O	1	1	1			1A	2		0.2***	0.0098
Glutaraldehyde	111-30-8	O	O	1	1	1						0.1	0.00008
Glyoxal	107-22-2	O	O	2	2	1				2		NA	NA
Grapefruit oil	8016-20-4	O	O	1	1	1				1	1	NA	NA
Hydrogen peroxide	7722-84-1	O	O	1	1	3			2		3	NA	NA
Hypochlorous acid	7790-92-3	O	O	1	1							NA	NA

Table 4. Continued

Chemical name	CAS No.	Product category				GHS Health/Environmental hazards*					Toxicity value**		
		Live stock	COVID-19	Skin corrosion/irritation	Serious eye damage/irritation	Respiratory sensitizer	Skin sensitizer	Carcinogenicity	Germ cell mutagenicity	Reproductive toxicity	Acute aquatic toxicity	Chronic aquatic toxicity	RfD (mg/kg-day)
Iodine	7553-56-2	0	2	2	2	1				1		0.019	NA
Isopropanol	67-63-0	0	0	2	2							2	0.2
Isopropyl-o-cresol	499-75-2	0	2	2	2							NA	NA
Lactic acid	50-21-5	0	2	1	1				2			NA	NA
Lauryl sulfate	151-41-7	0										NA	NA
Malic acid	6915-15-7	0	2	2	2							NA	NA
Methyl anthranilate	134-20-3	0										NA	NA
Paraformaldehyde	30525-89-4	0				1	1	2				NA	NA
Peroxyacetic acid	79-21-0	0	0	1	1		1	1				NA	NA
Phenol	108-95-2	0	1	1	1		2				2	0.3***	0.2
Phosphoric acid	7664-38-2	0	1	1	1							49	0.01
Polihexanide	32289-58-0	0	0					2				0.2	NA
Potassium peroxymonosulfate	10058-23-8	0										NA	NA
Silver chloride	7783-90-6	0							2			NA	NA
Sodium chlorite	7758-19-2	0		1	1					1		0.03	NA
Sodium dichloroisocyanurate	2893-78-9	0		1	1					1		NA	NA
Sodium dichloroisocyanurate dehydrate	51580-86-0	0	0							1		NA	NA
Sodium hydroxide	1310-73-2	0		1	1							NA	NA
Sodium hypochlorite	7681-52-9	0		1	1						1	NA	NA
Sulfamic acid	5329-14-6	0		1	1						3	NA	NA
Sulfuric acid	7664-93-9	0		1	1			1A				NA	0.001
Tar acid	65996-85-2	0		1	1			1B	1B			NA	NA
Thymol	89-83-8	0		1	2					2		NA	NA

\*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) standard chemical classification/labeling from Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA)'s Material Safety Data Sheet (MSDS)

\*\*Minimum reference toxicity values from US EPA's CompTox Chemicals Dashboard (RfD value derived from oral exposure and RfC value derived from inhalation exposure)

\*\*\*Oral RfD value from US EPA's Integrated Risk Information System (IRIS)

전한 사용을 위한 세부지침(20.5.20.)'은 소독제의 과다 사용과 실내공간에서의 소독을 자제하고 소독대상의 표면을 닦아내는 방식을 사용하며, 소독제 성분에 노출되지 않도록 보호장비를 착용할 것을 권장한다<sup>14)</sup>. 그러나 제품별 사용형태가 상이할 수 있기 때문에 적절한 사용대상과 사용법에 대한 상세한 설명이 제시되어야 할 것이다.

### 3. 방역소독제품 함유성분의 인체/환경 유해성 및 독성 참고치

COVID-19와 가축전염병 방역소독제품의 인체/환경 유해성을 조사한 결과, 피부 부식성/자극성 성분은 29개, 심한 눈 손상성/자극성 성분은 35개, 호흡기 과민성 성분은 5개, 피부과민성 성분은 9개, 발암성 성분은 6개, 생식세포 변이원성 성분은 7개, 생식독성 성분은 2개, 급성 수생환경 유해성 성분은 12개, 만성 수생환경 유해성 성분은 13개였다(Table 4). 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성이 있는 물질은 CMR 물질(Carcinogenic, Mutagenic or Reprotoxic)이라 통칭되며 특히 유해한 인체유해물질이다. 49개 성분 중 13개 성분이 CMR 물질로 분류되었다. 인체/환경 유해성은 1, 1A, 1B, 2, 3등급으로 분류되었으며 1등급(60%)과 2등급(33%)으로 분류된 항목이 가장 많았다. GHS에서 사용하는 신호언어인 “위험”과 “경고” 중 위험등급 1, 2는 심한 유해성 범주인 “위험”에 속한다.<sup>20)</sup>

본 연구는 COVID-19와 가축전염병 방역소독제품의 급성 노출과 만성 노출을 모두 고려하여 독성 참고치에 대한 정보를 수집하였다. US EPA의 CompTox Chemicals Dashboard를 이용해 방역소독제품의 독성 참고치를 조사한 결과, 49개의 성분 중 RfD, RfC 정보가 제공된 성분은 20개(41%)였다. Table 4의 RfD는 경구노출을 통해 도출된 독성 참고치이며, RfC는 흡입노출을 통해 도출된 독성 참고치이다. COVID-19와 가축전염병 방역소독제의 독성 참고치를 조사한 결과 RfD가 기재된 성분은 13개였으며 이 중 bis(tributyltin)oxide가 0.0003 mg/kg-day로 독성이 가장 크게 나타났고 phosphoric acid가 49 mg/kg-day로 독성이 가장 작게 나타났다. RfC가 기재된 성분은 7개였으며 glutaraldehyde가 0.00008 mg/m<sup>3</sup>로 독성이 가장 크게 나타났고 cresol이 0.6 mg/m<sup>3</sup>로 독성이 가장 작게 나타났다.

COVID-19와 가축전염병 방역소독제품의 인체/환경 유해성을 조사한 결과 심한 눈 손상성/자극성을 띠는 성분과 피부 부식성/자극성을 띠는 성분이 가장 많았다. 미국 국립 직업안전위생연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)에 보고된 사례 중, hydrogen peroxide, peracetic acid, acetic acid 등의 소독제품을 이용하여 소독작업을 실시한 병원 임직원들이 결막염과 피부염을 호소한 사례가 있다.<sup>21)</sup> 방역소독을 실시하는 소독업 종사자는 작업 시 눈과 피부를 통해 인지하지 못한 노출이 발생할 수 있어 적절한 보호장비를 갖추는 것은 필수적이다.<sup>22)</sup> 미국 직업안전건강관리청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)과 US EPA는 위험물 발생사건(Hazardous Materials Incidents, HazMat)에 따라 개인보호장비(Personal Protective Equipment, PPE)의 착용을 Level A부터 Level D까지 단계별로 분류하여 요구하고 있다.<sup>22)</sup> 한국의 중앙방역대책본부와 중앙사고수습본부에서 2020년 5월 20일 발표한 “코로나바이러스감염증-19 대응 집단시설, 다중이용시설 소독 안내(제3-3판)”는 COVID-19 살균·소독제 사용으로 인한 소비자의 피해를 막기 위해 개인보호구 착용에 대한 세부지침을 제공하였으나 방역소독 작업 시 구체적으로 어떤 종류와 등급의 보호장비를 사용해야 하는지에 대한 정보가 부족하다.<sup>14)</sup>

KOSHA의 MSDS와 국립환경과학원의 화학물질정보시스템(National Chemicals Information System, NCIS)은 49개의 성분 중 methyl anthranilate 1개 성분에 대한 무영향관찰용량(No Observed Adverse Effect Level, NOAEL) 정보만 제공하고 있어 정보 전달성이 떨어졌다.<sup>14,20)</sup> 인체 유해성 기준은 발암성의 경우 1A는 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질이며, 2는 시험동물에서 발암성 증거가 충분히 있거나, 시험동물과 사람 모두에서 제한된 발암성 증거가 있는 물질이다.<sup>23)</sup> MSDS 상 발암등급이 있는 물질도 cancer slope factor, unit risk factor 등의 발암독성 참고치 값이 함께 제시되지 않았다. 발암독성 참고치를 제시할 때도 노출경로를 함께 고려할 필요가 있다. 인체/환경 유해성 정보와 독성수치에 대한 자료가 부족하기에 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

## IV. 결 론

COVID-19 방역소독제품 76개와 가축전염병 방역소독제품 216개를 조사한 결과, 액체 제형이 가장 많이 사용되었다. 방역소독제품에 사용된 49개의 유효성분의 인체/환경 유해성 정보를 수집한 결과, CMR 성분이 13개였고 만성독성 참고치 값이 존재하는 성분은 19개였다. 방역소독제품의 사용에 따라 호흡기계 흡입 또는 피부를 통한 경피 노출이 발생할 수 있으므로 추후 방역소독제품 유효성분의 노출 경로를 고려하여 부족한 독성자료를 생산할 필요가 있다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다(NRF-2019 R1A2C1083938).

## References

1. Central Disaster Management Headquarters and Central Disease Control Headquarters. Coronavirus Disease-19 (COVID-19) domestic occurrence status. Available: [http://ncov.mohw.go.kr/bdBoardList\\_Real.do?brdId=1&brdGubun=11&ncvContSeq=&contSeq=&board\\_id=&gubun=](http://ncov.mohw.go.kr/bdBoardList_Real.do?brdId=1&brdGubun=11&ncvContSeq=&contSeq=&board_id=&gubun=) [accessed 14 August 2020].
2. Animal and Plant Quarantine Agency of Korea. Enforcement Decree Of The Act on the prevention of contagious animal diseases. Available: <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=212181&efYd=20200611&ancYnChk=0#0000> [accessed 13 August 2020].
3. National Institute of Fisheries Science. Concept and importance of quarantine practice. Available: [file:///C:/Users/user/Downloads/3.%EB%B0%A9%EC%97%AD%EC%9D%98+%EA%B0%9C%EB%85%90+%EB%B0%8F+%EC%A4%91%EC%9A%94%EC%84%B1%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/3.%EB%B0%A9%EC%97%AD%EC%9D%98+%EA%B0%9C%EB%85%90+%EB%B0%8F+%EC%A4%91%EC%9A%94%EC%84%B1%20(5).pdf) [accessed 29 June 2020].
4. Korea Pest Control Association. Development of guideline for prevention and disinfection of pest and infectious disease. Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2017. p. 5-13.
5. Nabi G, Wang Y, Hao Y, Khan S, Wu Y, Li D. Massive use of disinfectants against COVID-19 poses potential risks to urban wildlife. *Environmental Research*. 2020; 188: 109916.
6. Grand View Research. Surface disinfectant market size, share and trends analysis report by form (liquid, wipes), by source (chemical/synthetic, bio-based), by end-use (residential, industrial & institutional), and segment forecasts, 2020 - 2027. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/surface-disinfectant-market/methodology> [accessed 21 August 2020].
7. Central Disaster Management Headquarters and Central Disease Control Headquarters. Disinfection guidelines to prevent the spread of COVID-19 at public and multi-purpose facilities (3-3edition). Available: [http://ncov.mohw.go.kr/upload/viewer/skin/doc.html?fn=1589975235173\\_20200520204715.pdf&rs=/upload/viewer/result/202008/](http://ncov.mohw.go.kr/upload/viewer/skin/doc.html?fn=1589975235173_20200520204715.pdf&rs=/upload/viewer/result/202008/) [accessed 13 August 2020].
8. Animal and Plant Quarantine Agency of Korea. Provision of safety standards for animal disinfectants and pesticides. Available: <https://www.mafra.go.kr/mafra/293/subview.do?> [accessed 29 June 2020].
9. Dumas O, Varraso R, Boggs KM, Quinot C, Zock JP, Henneberger PK, et al. Association of occupational exposure to disinfectants with incidence of chronic obstructive pulmonary disease among US female nurses. *The Journal of the American Medical Association*. 2019; 2(10): 13563.
10. Barghi M, Jin X, Lee S, Jeong Y, Yu J, Paek W, et al. Accumulation and exposure assessment of persistent chlorinated and fluorinated contaminants in Korean birds. *Science of The Total Environment*. 2018; 645: 220-228.
11. Ministry of Environment. Ecolife system-consumer product list. Available: <http://ecolife.me.go.kr/ecolife/chmstryMtrr/chmstryMtrrIndex> [accessed 21 August 2020].
12. Animal and Plant Quarantine Agency of Korea. Veterinary drugs. Available: [http://medi.qia.go.kr/homep/search/search\\_list.jsp?pastpQuery=&pQuery=\\*&check=3&comp\\_flag=1&section=out\\_ci\\_col\\_dr\\_sec\\_i&pQuery\\_tmp=\\*&x=26&y=10](http://medi.qia.go.kr/homep/search/search_list.jsp?pastpQuery=&pQuery=*&check=3&comp_flag=1&section=out_ci_col_dr_sec_i&pQuery_tmp=*&x=26&y=10) [accessed 21 August 2020].
13. Ministry of Environment. Ecolife system-ingredient disclosure. Available: <http://ecolife.me.go.kr/ecolife/irdntChmstryProduct/irdntChmstrPrdList> [accessed 21 August 2020].
14. Korea Occupational Safety & Health Agency. Material safety data sheet. Available: <https://msds.kosha.or.kr/kcic/msdssearchMsds.do> [accessed 21 August 2020].

- 2020].
15. United States Environmental Protection Agency. Chemical and products database. Available: <https://comptox.epa.gov/dashboard> [accessed 21 August 2020].
  16. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*. 1999; 12(1): 147-179.
  17. Maris P. Modes of action of disinfectants. *Revue Scientifique et Technique*. 1995; 14(1): 47-55.
  18. National Institute of Toxicological Research. Understanding the basics of toxicology. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation. 2007. p. 113-132.
  19. United States Environmental Protection Agency. List N tool: COVID-19 disinfectants. Available: <https://cfpub.epa.gov/giwiz/disinfectants/index.cfm> [accessed 13 August 2020].
  20. National Institute of Environmental Research. Chemicals information system. Available: <https://ncis.nier.go.kr/main.do> [accessed August 21 2020].
  21. Hawley B, Casey M, Virji MA, Cummings KJ, Johnson A, Cox-Ganser J. Respiratory symptoms in hospital cleaning staff exposed to a product containing hydrogen peroxide, peracetic acid, and acetic acid. *Annals of Work Exposures and Health*. 2017; 62(1): 28-40.
  22. Eyre AJ. Personal protective equipment. In: Hick JL, Thorne CD. *Ciottonè's Disaster Medicine*, 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2016. p. 294-301.
  23. Korea Ministry of Government Legislation. Classification of chemical substances. National Law Information Center. 2016. p. 28-29.

<저자정보>

김동현(대학원생), 임미영(연구교수), 이기영(교수)