

## 농작업시 발생하는 화학적 및 생물학적 위험요인에 대한 유사노출작업군 설정 연구

이민지 · 신소정\* · 김효철 · 허진영 · 안민지 · 김경란 · 김경수  
농촌진흥청 국립농업과학원

### A Study on Establishment of Similar Exposure Groups(SEGs) for Chemical and Biological Risk Factors in Farm Work

Minji Lee · Sojung Sin\* · Hyocher Kim · Jinyoung Heo · Minji Ahn · Kyungran Kim · Kyungsu Kim  
*National Institute of Agriculture Science, RDA, Korea*

#### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this research is to establish Similar Exposure Groups (SEGs) for chemical and biological risk factors that occur in farm work involving 24 tasks among 15 crops.

**Methods:** To categorize SEGs, work type, work environment, and similar tasks for each crop were considered. After confirming the chemical risk factors (pesticides, inorganic dust—total dust and PM<sub>10</sub>, ammonia, and hydrogen sulfide) and biological factors (organic dust—total dust and PM<sub>10</sub>, and endotoxins) that occur in the crops and tasks, similar crops and tasks were selected as SEGs.

**Results:** Among chemical risk factors, pesticides was selected for the SEGs, which was categorized by open field, greenhouse, fruit, and specialty crops. For inorganic dust, open field (plowing harrowing, seedling, planting, harvest, and sorting and packing) and specialty crops (plowing harrowing, seedling, planting, and harvest) were selected as SEGs. For ammonia and hydrogen sulfide, livestock (preparation of farm, management of nursery bed, feeding, shipment and manure treatment) were selected as SEGs. For biological risk factors such as organic dust (total dust, PM<sub>10</sub>) and endotoxins, open field (manure application), greenhouse (plowing harrowing, planting, manure application, and harvest), fruit (manure application), specialty crops (manure application, making furrows, mixing mushroom media, harvest, and sorting and packing), and livestock (preparation of farm, maintaining poultry litter, feeding, shipment and manure treatment) were selected as SEGs.

**Conclusions:** To establish similar exposure groups in agriculture, it is important that the characteristics of each hazard factor are categorized by identifying risk factors occurring by tasks.

**Key words:** biological and chemical risk factors, farm-work, Similar Exposure Groups(SEGs)

#### I. 서 론

농업은 건설업, 광업과 함께 전세계적으로 높은 산업 재해율을 나타내며, 농기계 사고와 농약 중독 등으로 인해 발생하는 각종 질환과 직업능력의 손실은 의료비용

을 증가시켜 농업인의 사회 경제적 어려움을 가중시킨다(ILO, 2000). 농작업은 한가지 작목을 재배하더라도 작업에 따라 분진, 농약 등 여러가지 유해요인이 발생하며, 작목 및 작업의 형태에 따른 반복적 노출로 인해 농업인의 작업성 질환 및 능력 저하에 따른 사회경제적

\*Corresponding author: Sojung Sin, Tel: 063-238-4269, E-mail: sjsin13@korea.kr, Department of Agricultural Engineering, 310 Nongsaengmyeong-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si Jeollabuk-do, 54875, Republic of Korea

Received: September 7, 2020, Revised: September 18, 2020, Accepted: September 27, 2020

Minji Lee <http://orcid.org/0000-0001-8041-397X>

Hyocheer Kim <http://orcid.org/0000-0002-8223-0859>

Minji Ahn <http://orcid.org/0000-0002-3553-4200>

Kyungsu Kim <http://orcid.org/0000-0001-8585-0773>

Sojung Sin <http://orcid.org/0000-0001-5193-3167>

Jinyoung Heo <http://orcid.org/0000-0003-2241-1014>

Kyungran Kim <http://orcid.org/0000-0001-8216-112X>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

부담이 증가할 수 있다(Lee, 2010; Kim et al., 2013).

농업인 안전재해 예방을 위해 선진국에서는 농업에 특화된 법과 정책을 시행하고 있다. 스웨덴의 경우 근로자의 작업 환경 개선 및 농작업 위험 예방 등의 역할을 수행하는 근로환경관리(Systematic Work Environment Management, SAM)가 체계적으로 진행되고 있으며, 캐나다에서도 위험요인별 작업활동시간 규제 등을 시행하고 있다(Johansson & Johansson, 2008; Adam et al., 2015). 우리나라의 경우 농업인의 농작업 안전재해 예방관리를 위해 ‘농어업인의 안전보험 및 안전재해예방에 관한 법률 제16조’ 및 ‘농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법 제14조’에 따라서 중앙정부와 지자체가 농업인의 위험요인 노출에 대해 관리하도록 규정하고 있다.

유사노출작업군(Similar Exposure Groups, SEGs)은 작업과 수행방식의 유사성과 빈도 등을 고려하면서 동일한 위험요인에 대하여 노출이 유사한 작업군을 의미하며(Bullock & Ignacio, 2006), 비용 및 투입시간 대비 효율적인 작업환경 측정을 위해서는 유사노출작업군 선정이 필요하다(Roh et al., 2001). 또한, 작업과 관련된 위험요인의 파악 및 관리에 대한 우선순위를 확인할 수 있으며, 위험인자 관리와 역학조사시 노출량을 정량적으로 추정하는 근거로 활용될 수 있다(Roh et al., 2001; Lee et al., 2010).

일반 사업장의 경우, Trichloroethylene(TCE), Dimethyl Formamide(DFM) 및 석면과 같은 화학적 유해 물질에 대해 작업분류를 수행하고, 이를 직무노출 매트릭스(Job Exposure Matrix, JEM)의 개발에 활용하여 노출등급을 설정한 연구들이 수행되었다(Rosa,

2003; Ha et al., 2008). 그러나, 농업의 경우 유사노출작업군 선정을 통한 체계적인 작업환경 평가가 아닌, 시설하우스, 축산 작목의 일부 작업에서 소수 농업인을 대상으로만 근골격계 질환을 발생시키는 작업자세, 독성증후군을 일으키는 분진, 내독소, 농약 등 특정 위험요인 중심의 노출평가 연구가 수행되고 있다(Kim et al., 2009; Kim et al., 2013; Suh et al., 2015; Choi & Kim, 2016).

효과적인 농업인 안전보건 관리를 위해 한정된 자원과 인력으로 진행되고 있는 작목별 유해요인 노출평가의 효율성을 높여야하며, 그 첫 단계로서 작목 및 작업을 바탕으로 유해요인별 유사노출작업군의 선정이 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 Sin et al.(2019)에서 분류한 15개 작목 및 24개 작업을 바탕으로 유해요인 별 유사노출작업군을 선정하여 노출평가의 기초 자료로 활용하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 유사노출작업군 설정 방법

기존 선행연구 결과를 근거로 유사노출작업군 분류를 위하여 선정한 작목 및 작업은 Table 1과 같다(Sin et al., 2019). 작목의 경우 총 5개(노지, 시설, 과수, 축산, 특수 작목)로 대분류하였으며, 각 대분류별 작목은 노지 작목 4개(배추, 옥수수, 생강, 감자), 시설작목 5개(오이, 백합, 참외, 호박, 토마토), 과수작목 2개(감귤, 배), 축산작목 1개(양계), 특작 3개(담배, 느타리, 인삼)로 총 15개를 선정하였다. 작업은 경운정지, 정식, 수확 등 작목 별로 작업을 분류하였으며, 총 24개로 구분하였다

**Table 1.** Crops and tasks categorized in previous study(Sin et al., 2019)

Category	Crop	Task
Open field crops (4)	Chinese cabbage, corn, ginger, potato	Plowing harrowing, seedling, planting, manure application pest control, harvest, sorting and packing
Fruits (2)	Mandarin, pear	Pruning, manure application, pest control ,bagging, weeding, pollinating, fruit thinning, harvest
Greenhouse crops (5)	Cucumber, lily, oriental melon, pumpkin, tomato	Plowing harrowing, seedling, planting, pest control, manure application, training, harvest
Livestock (1)	Poultry	Preparation of farm, maintaining poultry litter, feeding, vaccination, shipment
Specialty crops (3)	Ginseng, tobacco oyster mushroom	Seed harvesting, management nursery bed, make furrow, seedling, manure application, plowing harrowing, planting, mixing mushroom media, culture medium, inoculation spawn, pest control, harvest, sorting and packing

**Table 2.** Categorization of chemical and biological risk factors

Risk	Factors
Chemical factors	Pesticide, inorganic dusts(total dust, PM <sub>10</sub> ), ammonia, hydrogen sulfide
Biological factors	Organic dusts(total dust, PM <sub>10</sub> ), endotoxin

(Sin et al., 2019). 작목 및 작업에서 발생하는 위험요인은 농촌진흥청 시험연구사업(2006 ~ 2009)의 농작업시 발생하는 유해요인 노출평가 선행연구 결과를 바탕으로 화학적 위험요인(농약, 무기분진-총분진, PM<sub>10</sub>, 암모니아, 황화수소), 생물학적 위험요인(유기분진-총분진, PM<sub>10</sub>, 내독소)으로 구분하였다(Table 2).

**2. 위험요인별 유사노출작업군 설정 기준**

본 연구에서는 농업의 유사노출작업군의 정의를 ‘서로 다른 작목 간 또는 1개의 작목 내에서 작물의 유형, 작업형태, 작업방식 및 시기, 환경적요인, 사용 농자재 및 농기계’ 등의 유사성으로 인하여 통계적으로 비슷한 작업의 노출량이 확인될 것으로 예측되는 작업들의 그룹으로 설정하였다. 유사노출작업군을 설정할시 동일 대분류 작목에서 유사한 작업군을 먼저 고려한 후, 작업형태 및 작업환경을 확인하였다.

이를 바탕으로 화학적 위험요인인 농약, 무기분진, 암모니아, 황화수소와 생물학적 위험요인인 유기분진, 내독소의 유사노출작업군 선정 기준을 세분화하였다. 화학적 위험요인에서 농약은 작목의 대분류가 다르면 유

사노출작업군으로 선정하지 않았고 작물의 크기와 재식 밀도를 고려하여 유사노출작업군을 선정하였다. 무기분진은 작목의 시기와 상관없이 같은 대분류 작업의 경우 유사노출작업군으로 선정하였지만, 시설 작목은 작업형태가 다를 경우 별도의 유사노출작업군으로 분류하였다. 암모니아 및 황화수소는 축산 작목을 대상으로 유사노출작업군을 선정하였다. 생물학적 위험요인의 유사노출작업군 선정 방법은 화학적 위험요인의 무기분진 기준과 동일하며 축산 및 특수 작목은 별도의 유사노출작업군으로 분류하였다.

**III. 결 과**

각 작목별 화학적 위험요인의 유사노출작업군 선정 결과는 Table 3, 4, 5와 같다. 농약에서의 병충해방제 작업은 작목 대분류별 노지, 시설, 과수, 특작 각각 별도의 유사노출군으로 설정하였고(Table 3), 무기분진(총분진, PM<sub>10</sub>)은 각 대분류별 작업에 따라 노지(경운정지, 파종, 정식, 수확, 선별 및 포장), 특작(경운정지, 파종, 정식, 수확)을 유사노출작업군으로 설정하였다(Table

**Table 3.** Result of establishment of SEGs for pesticide by each crop

	Pesticide				
	Open field crops	Greenhouse crops	Fruit	Livestock	Specialty crops
Pest control	Chinese cabbage corn ginger potato	Cucumber lily oriental melon pumpkin tomato	Mandarin pear		Ginseng tobacco

**Table 4.** Result of establishment of SEGs for inorganic dust by each crop

	Inorganic dust(total dust, PM <sub>10</sub> )				
	Open field crops	Greenhouse crops	Fruit	Livestock	Specialty crops
Plowing harrowing	Chinese cabbage corn ginger potato				Ginseng tobacco
Seedling					
Planting					
Harvest					
Sorting and packing	Ginger potato				

**Table 5.** Result of establishment of SEGs for ammonia and hydrogen sulfide by each crop

	Ammonia, Hydrogen sulfide				
	Open field crops	Greenhouse crops	Fruit	Livestock	Specialty crops
Preparation of farm				Poultry	
Maintaining poultry litter					
Feeding					
Shipment					
Manure treatment					

**Table 6.** Result of establishment of SEGs for organic dust by each crop

	Organic dust (total dust, PM <sub>10</sub> , endotoxin)				
	Open field crops	Green house crops	Fruit	Livestock	Specialty crops
Plowing harrowing		Cucumber lily oriental melon pumpkin tomato			
Planting					
Manure application	Chinese cabbage corn ginger potato		Mandarin pear		Ginseng tobacco
Management nursery bed					Oyster mushroom
Make furrow					
Inoculation spawn					
Harvest		Cucumber lily oriental melon pumpkin tomato			
Sorting and packing					
Preparation of farm				Poultry	
Maintaining poultry litter					
Feeding					
Shipment					
Manure treatment					

4). 암모니아와 황화수소의 경우, 축산작목의 양계(계사준비, 깔짚관리, 사료급여, 출하, 분뇨처리)작목을 별도의 유사노출작업군으로 선정하였다(Table 5). 생물학적 위험요인의 유기분진(총분진, PM<sub>10</sub>)과 내독소는 노지(비료살포), 시설(경운정지, 정식, 비료살포, 수확), 과수(비료살포), 특작(비료살포) 각각의 대분류별로 유사노출작업군을 선정하였다. 일반 농작업과 달리 특수한 작업이 포함되는 축산작목의 양계(계사준비, 깔짚관리, 사료급여, 출하, 분뇨처리)와 특작(입상, 배지제조, 종균접종, 수확, 선별 및 포장)은 작업에 따라 별도의 유사노출작업군으로 선정하였다(Table 6).

#### IV. 고 찰

농업부문에서의 위험요인 평가는 재배 작목, 작업 환경 및 형태의 차이로 인해 농작업시 발생하는 위험요인에 대한 노출평가 및 관리는 매우 어려운 실정이다. 이에, 농업인의 건강에 영향을 주는 위험요인을 파악하고 효율적인 예방사업을 진행하고자 Sin et al.(2019)의 작목 및 작업분류에 대한 선행 연구 결과인 15개 작목, 24개 작업을 바탕으로 농업인이 직·간접적으로 노출

될 수 있는 화학적 및 생물학적 위험요인에 대해 유사노출작업군을 설정하였다.

화학적 위험요인 중 농약은 노지, 시설 등 작업 환경의 차이와 작목별 적용 가능한 농약이 달라 대분류의 특성에 따라 분류하였으며(Kim et al., 2014a; Kim et al., 2014b; Choi & Kim, 2016), 병충해작업에 대해 노지(감자, 배추, 생강, 옥수수), 시설(백합, 참외, 오이, 호박, 토마토), 과수(배, 감귤)작목을 유사노출작업군으로 선정하였다. 특작의 경우 온·습도 조절이 가능한 시설 내에서 재배하는 느타리버섯과 노지에서 재배하지만 해가림시설 안에서 재배하는 인삼 등 각 작목마다 작업환경 및 작업이 상이하어 단독으로 유사노출작업군을 구분하였다.

무기분진(총분진, PM<sub>10</sub>)은 작목 대분류별로 해당 위험요인에 노출되는 작업거리 유사노출작업군을 설정하였다. 노지는 감자, 옥수수, 배추, 생강 작목의 작업 중 경운정지, 파종, 정식, 수확작업을 유사노출작업군으로 선정하였다. 감자와 생강의 선별 및 포장 작업은 다른 작목들과 달리 토양 속에 있는 작물의 뿌리를 수확하여 흙을 털어낸 후 작물을 무게별로 포장하기 때문에 별도의 유사노출작업군으로 구분하였다(Sin et al., 2019). 특작의 담배와 인삼은 작목별 재배방식과 작업환경을 고려하여 분진이 발생하는 작업을 별도의 유사노출작업군으로 선정하였다. 또한, 화학적 위험요인 중 암모니아와 황화수소는 축산작목의 계사준비, 분뇨처리 등의 작업에서만 발생하는 유해요인이므로 별도의 유사노출작업군으로 설정하였다.

생물학적 위험요인의 유기분진(총분진, PM<sub>10</sub>)과 내독소는 작목 대분류별 재배환경, 위험요인 등을 고려하여 해당 위험요인이 발생하는 작업거리 유사노출작업군을 선정하였다. 유기질비료를 주로 사용하는 비료살포 작업은 노지(감자, 고구마, 배추, 생강), 과수(배, 감귤), 특작(담배, 인삼)으로 대분류별 유사노출작업군을 단독 설정하였다. 시설작목(백합, 참외, 오이, 호박, 토마토)은 작업 환경의 차이가 발생하므로 경운정지, 정식, 비료살포, 수확작업을 유사노출작업군으로 선정하였다. 특히, 시설작목은 개방된 작업장에서 작업하는 노지 작목과 달리 시설하우스 내에서 작업이 이루어져 분진, 내독소 등과 같은 위험요인들이 환기되지 못하고 작물의 잎에 가라앉아 농작업시 농업인의 호흡기계에 영향을 미친다(Madsen et al., 2009; Thilising et al., 2015; Liu et al., 2019). 축산 작목의 양계는 분변, 깔짚, 사료 등에

서 발생하는 엔도톡신을 포함한 유기분진이 주로 발생하며(Basinas et al., 2015; Davidson et al., 2018; Stoleski et al., 2019), 느타리버섯의 경우에도 벗짚, 톱밥 등을 사용하는 배지 재료와 재배시 발생하는 포자 날림 등 엔도톡신을 포함한 유기분진이 발생하므로 노지와 시설 작목들과 다른 위험요인의 노출 특성을 나타내 별도의 유사노출작업군으로 구분하였다.

농업부문에서 대표성을 갖춘 유사노출작업군을 선정하기 위해 Sin et al.(2019)의 재배면적과 단위면적당 노동투하시간을 바탕으로 동일한 대분류 작목에서 유사한 작업군을 고려하고 작업형태 및 작업환경을 확인한 후 위험요인별로 유사노출작업군을 세분화하였다. 유사노출작업군 설정시 작업시간에 대한 확인이 필수적이지만, 임업을 제외한 농업의 품목은 102개로 다양한 작목이 존재하고 농장의 규모도 제각기 다르며(KOSIS, 2018), 작목별 투입인력 및 작업시간이 상이하어 Sin et al.(2019)은 재배면적과 노동투하시간을 곱하여 작목별 총 작업시간을 산출하여 간접적으로 노출대상 인구의 규모를 산정하였다. 또한, 동일한 작업일지라도 각 작목의 특색마다 다양한 세부작업이 존재하고 트랙터, 로타리, 비료살포기 등을 사용하는 농기계의 종류에 따라라도 발생하는 위험요인이 달라진다. 그 중 본 연구에서 화학적 위험요인 중 농약은 작목의 대분류별로 작물의 크기와 재식밀도를 고려하여 유사노출작업군으로 설정했지만, 작물에 따라 사용되는 농약이 다르며 재배면적 및 시설형태에 따라 농약 살포기의 종류가 다양하다. 소규모로 재배하는 농가와 시설 작목의 경우 농업인이 직접 매는 배낭형 분사기를 사용하며, 노지와 과수 작목은 동력분무기를 사용해 일시에 농약을 살포한다(KOSIS, 2019). 향후, 표준 작업 이외 작목 대분류별 세부작업 방식에 대한 유사노출작업군 설정에 대해 세밀한 검토가 필요하며 근골격계 및 물리적 위험요인 등 여러 위험요인에 대해 범위 확장이 필요할 것으로 판단된다.

농업인은 작업을 수행하면서 다양한 위험요인에 장기간 동안 동시에 노출이 되며, 특수한 농업환경에 의해 유기분진, 내독소, 농약, 근골격계 위험요인 등이 발생하여 건강에 큰 영향을 미치지만(Lee et al., 2004; Kim et al., 2013; Basinas et al., 2015; Suh et al., 2015; Davidson et al., 2018), 해당 위험요인에 대해 체계적으로 판단하기란 매우 어렵다. 반면, 농업을 제외한 제조업, 조선업 등과 같은 일반 산업에서는 유사노출

작업군을 설정함에 따라 위험인자 관리와 역학조사시 노출량을 정량적으로 추정하는 근거로 활용하고 있다 (Roh et al., 2001; Lee et al., 2010). 이에 따라, 본 연구에서는 다양한 환경에 속해 있는 농업부문에서 위험요인별 유사노출작업군 설정은 매우 지난한 작업이지만 농업인이 주로 수행하는 표준작업에서 발생하는 위험요인에 대한 파악 및 노출 평가가 가능할 것으로 판단된다. 또한, '제 1차 농작업 안전재해 예방 기본계획 (20~24)'에 근거하여 국가 단위의 대규모 안전 보건 수준 평가 및 관리와 '여성농업인 육성법 시행령 제 4조'에 근거하여 농약, 분진 등 위험요인에 노출되는 여성농업인의 특수건강검진 수행에 있어 기초자료로 활용될 수 있다고 생각한다.

## V. 결 론

본 연구에서는 15개 작목 및 24개의 농작업을 대상으로 농업부문에서 발생하는 화학적 및 생물학적 위험요인에 대해 유사노출작업군을 설정하였다. 작목 대부분에서 유사한 작업군을 선정한 후, 각 작목의 작업형태 및 작업환경을 확인하여 각 위험요인별 유사노출작업군 선정 기준을 세분화하여 유사노출작업군을 설정하였다. 대부분별 작목을 대상으로 작업을 분류하고 유사노출작업군을 설정함으로써 농작업에서 발생하는 위험요인 분류 및 노출 평가가 가능할 것으로 판단된다. 향후, 다양한 작목과 작업의 세분화를 통해 농작업에서 발생하는 위험요인을 고려하여 유사노출작업군 설정의 확장 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 성과물(논문, 산업재산권, 품종보호권 등)은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01249101)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

Agricultural Health Study. Available: <http://www.Aghalth.org/> [accessed 15 April; 2011]  
 Adam-Poupart A, Smargiassi A, Busque M. A, Duguay P, Fournier M, et al. Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). *Occup Environ Med* 2015; 72(5):338-345

Basinas I, Sigsgaard T, Kromhout H, Heederik D, Wouters IM, et al. A Comprehensive review of levels and determinants of personal exposure to dust and endotoxin in livestock farming. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2015;25(2):123-137  
 Bae HJ, Jung JH, Phee YG. Analysis of quartz concentrations by FTIR-DOF and FTIR-Transfer method in concrete manufacturing industries. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2013;23(2):75-83  
 Bullock WH, Ignacio JS. A strategy for assessing and managing occupational exposures. *AIHA* 2006  
 Choi JH & Kim KY. Fundamental research for establishing Job-Exposure Matrix(JEM) of farmer related to insecticide of pesticide(III):Fruit. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2016;26(3), 317-323(<https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2016.26.3.317>)  
 Davidson ME, Schaeffer J, Clark ML, Magzamen S, Brooks EJ, et al. Personal exposure of dairy workers to dust, endotoxin, muramic acid, ergosterol, and ammonia on large-scale dairies in the high plains Western United States. *J Occup Environ Hyg* 2018;15(3):182-193(<https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1403610>)  
 Ha KC, Park DU, Yoon CS, Choi SJ, Lee GY, et al. Application of matrices and risk assessment of industries and processes using DMF. *J Occup Environ Hyg* 2008;18(4): 303-309  
 International Labor Office(ILO). *Safety and Health in Agriculture*, 2000  
 Johansson B & Johansson J. *Work environment and work organization in the Swedish and Finnish mining industry*. Lulea tekniska universitet, 2008  
 Kim KY, Cho MS, Lee SG, Kang DM, Kim JE, et al. fundamental research for establishing a Job-Exposure Matrix(JEM) for farmers related to insecticides(I): Rice cultivation. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2014a;24(1):59-64(<https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2014.24.1.059>)  
 Kim KY, Cho MS, Lim BS, Lee SG, Knag DM, et al. Fundamental research for establishing Job-Exposure Matrix(JEM) of farmer related to insecticide of pesticide(II): Vegetable. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2014b;24(3):293-299(<https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2014.24.3.293>)  
 Kim KR, Lee KS, Kim HC, Song EY. Health status and musculoskeletal workload of red pepper farmers. *J Ergon Soc Korea* 2009;28(3):7-15(<https://doi.org/10.5143/JESK.2009.28.3.007>)  
 Kim HC, Lee KS, Chae HS, Kim KR, Min KD, et al. Research on exposure to total dust and endotoxin during planting and harvest tasks at Cucumber, Yellow

- Melon and Potato farms. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2013; 23(4):412-420
- Korean statistical information service(KOSIS). Agricultural survey statistics, 2018. Available from: URL: [http://www.kosis.kr/statHtml.do?orgle=114&tblld=DT\\_114\\_2014\\_S0002](http://www.kosis.kr/statHtml.do?orgle=114&tblld=DT_114_2014_S0002)
- Korean statistical information service(KOSIS). Agricultural survey statistics, 2019. Available from: URL: [http://www.kosis.kr/statisticsListndex.do?menuId=M\\_01\\_01&vwcd=MT\\_ZTITLE&parmTabld=M\\_01\\_01#SelectStatsBoxDiv](http://www.kosis.kr/statisticsListndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabld=M_01_01#SelectStatsBoxDiv)
- Liu S, Wolters PJ, Zhang Y. Association between greenhouse working exposure and bronchial asthma: A pilot, cross-sectional survey of 5,420 greenhouse farmers from northeast China. *J Occup Environ Hyg*. 2019;16(4):286-293(<https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1574973>)
- Lee JH, Park DG, Hong SC, Ha KC. Construction of an exposure matrix using a risk assessment of industries and processes involving dichloromethane. *J Env Hlth Sci* 2010;36(5):391-401(<https://doi.org/10.5668/JEHS.2010.36.5.391>)
- Lee WJ, Hoppin JA, Blair A, Lubin JH, Dosemeci M. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study. *Am J Epidemiol* 2004;159:373-80(<https://doi.org/10.1093/jnci/djh324>)
- Madsen AM, Hansen VM, Nielsen SH, Olsen TT. Exposure to dust and endotoxin of employees in cucumber and tomato nurseries. *Ann. Occup Hyg* 2009;53(2): 129-138(<https://doi.org/10.1093/annhyg/men073>)
- Roh YM, Yim HW, Kim SI, Park HM, Jung JY, et al. Recommendation and current status in exposure assessment using monitoring data in ship building industry - focused on the similar exposure group (SEG). *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2001;11(3): 126-134
- Rosa C. Exposure to trichloroethylene in and insignia manufacturing facility. *J Occup. Environ Hyg* 2003; 18(9):646-648(<https://doi.org/10.1080/10473220301373>)
- Sin SJ, Kim HC, Heo JY, Ahn MJ, Kim KR, et al. A study of categorization of farm types and crops for exposure assessment in agriculture. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2019;29(4):500-507(<https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2019.29.4.500>)
- Stoleski S, Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Mijakoski D, Atanasovska A, et al. Asthma and chronic obstructive pulmonary disease associated with occupational exposure in dairy farmers - Importance of Job Exposure Matrices. *Open Access Maced J Med Sci* 2019;7(14):2350(<https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.630>)
- Suh YS, Choen Y, Kim H, Kim R, Park K, et al. Prevalence and risk factors of upper extremity musculoskeletal diseases among farmer in Gyeongnam. *J Rheum Dis* 2015;22(6):366-373(<https://doi.org/10.4078/jrd.2015.22.6.366>)
- Thilsing T, Madsen AM, Basinas I, Schlunssen V, Tendal K, et al. Dust, endotoxin, fungi, and bacteria exposure as determined by work task, season, and type of plant in a flower greenhouse. *Ann Occup Hyg* 2015;59(2):142-157(<https://doi.org/10.1093/annhyg/meu090>)

<저자정보>

이민지(농업연구사), 신소정(석사후연구원), 김효철(농업연구사), 허진영(연구원), 안민지(농업연구사), 김경란(농업연구관), 김경수(농업연구사)