



## 생활화학제품의 알레르기반응가능 향료성분 함유 현황 및 동시 출현 패턴 조사

김수민<sup>1</sup> , 이기영<sup>1,2</sup> , 임미영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 보건대학원 환경보건학과, <sup>2</sup>서울대학교 보건환경연구소

## Characteristics and Co-Occurrence Patterns of Fragrance Allergens in Consumer Chemical Products

Soomin Kim<sup>1</sup>, Kiyoung Lee<sup>1,2</sup>, and Miyoung Lim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University, <sup>2</sup>Institute of Health and Environment, Seoul National University

### ABSTRACT

**Background:** Fragrance substances in consumer products can cause adverse health effects such as contact allergy. In South Korea, consumer chemical products must list 26 known fragrance allergens on product labels when they contain more than 0.01%. Fragrance substances are mostly used in combination, so co-exposure can occur via use of a consumer chemical product. Co-exposure to fragrance allergens may show a synergistic effect on the human body.

**Objectives:** The aims of the study were to analyze the characteristics of fragrance allergens in consumer chemical products available on public websites and to identify the co-occurrence patterns of fragrance allergens.

**Methods:** The chemicals in 1,443 ingredient disclosures for consumer chemical products were collected through the Ecolife database. The 26 labelled fragrance allergens were identified by category of consumer chemical product. The co-occurrence patterns of the 26 labelled fragrance allergens were analyzed by frequent pattern mining. The unlabelled fragrance allergens presented by European Union Scientific Committee on Consumer Safety were also identified.

**Results:** Consumer chemical products contained an average of 5.3±4.2 substances among the 26 labelled fragrance allergens. More than 85% of air fresheners, deodorizing agents, and fabric softeners contained at least one of the 26 labelled fragrance allergens. The most frequently contained fragrance allergens were limonene (50.5%), linalool (49.9%), hexyl cinnamal (34.0%), and citronellol (28.3%). 16.7% of consumer chemical products showed a co-occurrence of limonene, linalool, hexyl cinnamal, and citronellol. Thirty-eight unlabelled fragrance allergens were found in the consumer chemical products, with hexamethylindanopyran (25.2%) being the most frequently contained substance.

**Conclusions:** The characteristics and co-occurrence patterns of 26 labelled fragrance allergens would be useful information for the management of co-exposure to fragrance allergens in consumer chemical products. It is necessary for attention to be paid to unlabelled fragrance allergens.

**Key words:** Fragrance allergen, consumer chemical product, co-occurrence, all ingredient disclosure, consumer exposure

Received July 1, 2022

Revised August 2, 2022

Accepted August 9, 2022

### Highlights:

- All 1,443 ingredient disclosures among consumer chemical products was collected.
- The average number of 26 labelled fragrance allergens in consumer chemical product was 5.3.
- Limonene and linalool were contained more than 50% of the consumer chemical products.
- The frequent co-occurrence patterns of 26 labelled fragrance allergens were identified.
- 38 unlabelled fragrance allergens were found in the consumer chemical products.

### \*Corresponding author:

Institute of Health and Environment,  
Seoul National University, 1 Gwanak-ro,  
Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of  
Korea

Tel: +82-2-880-2811

Fax: +82-2-762-2888

E-mail: me02me0@snu.ac.kr



## I. 서 론

향료(fragrance)는 특유의 향 또는 냄새를 일으키는 단일 또는 조합물질로 방향 또는 탈취를 위해 화장품, 생활화학제품, 식품, 담배 등 다양한 소비자제품에 함유되어 있다. 향료가 포함된 소비자제품의 노출은 편두통,<sup>1)</sup> 호흡 곤란,<sup>1,2)</sup> 천식 발작,<sup>3)</sup> 점막 증상,<sup>4)</sup> 알레르기성 접촉 피부염<sup>5,6)</sup> 등의 다양한 건강영향과 관련되어 있다. 피부염 환자를 대상으로 한 영국,<sup>7)</sup> 스웨덴,<sup>8)</sup> 호주 등<sup>9)</sup>의 다수의 연구에서 테르펜(terpene) 계열의 산화 limonene과 linalool에 대해 알레르기성 패치 테스트 양성 반응이 나타난 바 있다. 피부감작성(skin sensitization)은 피부를 통해 들어온 항원에 의해 면역계가 과민하게 반응하는 것이며 알레르기성 접촉 피부염은 이전의 노출에 의해 활성화된 면역체계에 의한 지연성 접촉과민반응이므로, 향료와 피부감작성 및 알레르기성 접촉피부염에 대한 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다.<sup>10,11)</sup>

유럽연합(European Union, EU)은 소비자 안전을 위해 화장품<sup>12)</sup>과 세제(detergent)<sup>13)</sup>에 대해 알레르기 유발 위험도가 높은 알레르기반응가능 향료성분(fragrance allergen) 26종이 특정 농도 이상이 함유된 경우 해당 성분의 목록을 제품 라벨에 표시하도록 규제하고 있다. 한국도 해당 향료성분에 대해 화장품<sup>14)</sup>과 생활화학제품<sup>15)</sup>에 동일한 규제를 실시하고 있다. 화장품의 착향제 중 알레르기반응가능 향료성분 25종(1종은 화장품 중 배합금지성분인 hydroxyisohexyl 3-cyclohexene carboxaldehyde, HICC)이 사용 후 씻어내는 제품에서 0.01%, 씻어내지 않는 제품에서 0.001%를 초과해 함유한 경우 해당 성분의 명칭을 기재해야 한다.<sup>14)</sup> 안전확인대상 생활화학제품에 알레르기반응가능 향료성분 26종이 0.01% 이상 사용된 경우에 해당하는 모든 물질의 명칭을 표시해야 한다.<sup>15)</sup> 알레르기반응가능 향료성분 26종에 대한 규제가 시작된 이후에도 향료성분에 의한 알레르기 반응의 많은 새로운 증거가 지속적으로 제시되었다. EU에서는 2012년 소비자안전과학위원회(Scientific Committee on Consumer Safety, SCCS)가 임상 및 실험데이터 검토를 통해 인체에 알레르기반응가능 향료성분 85종( $\alpha$ -,  $\beta$ - 이성질체 개별 집계)을 발표<sup>16)</sup>한 이후 소비자 안전을 위해 라벨표시 대상의 범위를 확장시키는 것에 대한 논의가 이루어지고 있다.<sup>17-19)</sup>

세정제,<sup>20,21)</sup> 방향·탈취제<sup>22)</sup> 등의 생활화학제품은 알레르기반응가능 향료성분의 주요 인체노출원이다. 법적 표시대상인 알레르기반응가능 향료성분 26종 외에도 다양한 알레르기반응가능 향료성분이 생활화학제품에 함유되어 있을 수 있다. 또한, 향료는 단일 화학 성분보다는 여러 성분이 포함된 혼합물(mixture)의 형태로 사용되는 경우가 많이<sup>23,24)</sup> 단일 제품 사용을 통해서도 여러 알레르기반응가능 향료성분에 동시 노출(co-exposure)될 가능성이 있다. 여러 알레르기반응가능 향료성분의 동시 노출로 알레르기 반응의 감작(sensitization)과

발현(elicitation)이 증가하는 상승(synergistic) 효과<sup>25,26)</sup>가 보고된 바 있다. 임상적으로 다수의 알레르기반응가능 향료성분의 패치테스트가 amyl cinnamal 외 8종의 혼합물인 Fragrance mix I (FM I)과 citronellol 외 7종의 혼합물인 Fragrance mix II (FM II)를 대상으로 이루어지고 있다.<sup>27,28)</sup> 그러나 임상적으로 알레르기 반응을 일으킨 향료 혼합물 성분이 실제 제품에 어떠한 조합으로 함유되고 있는지에 대한 논의는 거의 이루어지지 않았다. 생활화학제품 내 알레르기반응가능 향료성분을 안전하게 관리하기 위해서는 시판되는 생활화학제품 내 해당 성분의 함유 현황 및 동시 출현(co-occurrence) 패턴을 파악할 필요가 있다.

환경부는 「생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률」 시행에 따라<sup>29)</sup> 국민의 알 권리 보장을 위해 '생활환경안전정보시스템(초록누리 Ecolife)' 홈페이지<sup>30)</sup>를 통해 모든 생활화학제품의 표시대상 함유성분을 공개하고 있다. 전 세계적으로 제품 내 함유성분 목록 공개에 대한 논의가 커지는 상황에서<sup>31)</sup> 초록누리 데이터베이스는 생활화학제품 함유성분의 안전관리를 위한 자료수집에 유용한 도구이다.<sup>32)</sup> 생활화학제품 안전성 강화를 위해 정부·시민사회·기업이 체결한 자발적 협약<sup>33)</sup>에 따라 일부 제조사의 생활화학제품은 전성분 정보(all ingredient disclosure) 또한 초록누리에 공개되어 있어, 생활화학제품 내 표시대상이 아닌 알레르기반응가능 향료성분의 함유 여부를 파악할 수 있다. 이에 본 연구는 초록누리의 전성분공개제품 데이터베이스를 통해 생활화학제품 내 알레르기반응가능 향료성분의 함유 현황을 종합적으로 분석하고 동시 출현 패턴을 파악하여 동시 노출을 고려한 알레르기반응가능 향료성분의 안전관리를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구대상 선정 및 자료 수집

2022년 5월 기준 생활환경안전정보시스템(초록누리) 홈페이지<sup>28)</sup>에 개시된 1,508개의 전성분공개 제품 중 품목당 제품의 개수가 5개 이하인 품목의 제품을 제외한 8개 품목군(세정제품군, 세탁제품군, 코팅제품군, 방향·탈취제품군, 자동차전용제품군, 살균제품군, 구제제품군, 기타)의 13개 품목(세정제, 세탁세제, 표백제, 섬유유연제, 광택코팅제, 특수목적코팅제, 방향제, 탈취제, 자동차용 워셔액, 살균제, 기피제, 초, 습기제거제)에 속하는 1,470개 제품의 함유성분명 및 CAS 등록번호 정보를 크롤링(crawling) 방법으로 수집하였다. 등록된 상세 제품명, 업체명, 등록번호, 함유성분수를 모두 비교하고 상세 제품명과 업체명이 유사하되 등록번호와 함유성분수가 일치하는 중복 제품을 제거하여 총 1,443개의 제품 목록을 작성하였다. 단일 제품 내 함유성분의 중복기재 여부를 확인하여 중복되는 성분을 제거한 후 함유성분 목록을 작성하였다. 크롤링 방법으

로 수집한 CAS 등록번호와 성분명의 일치함을 CAS Common Chemistry<sup>34)</sup>를 통해 검토하고 클리닝하였다.

## 2. 알레르기반응가능 향료성분 함유 현황

0.01% 이상 함유 시 생활화학제품 내 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종의 함유 현황을 품목군별로 분석하였다 (Amyl cinnamal [CAS No 122-40-7], benzyl alcohol [CAS No 100-51-6], cinnamyl alcohol [CAS No 104-54-1], citral [CAS No 5392-40-5], eugenol [CAS No 97-53-0], hydroxycitronellal [CAS No 107-75-5], isoeugenol [CAS No 97-54-1], amyl cinnamyl alcohol [CAS No 101-85-9], benzyl salicylate [CAS No 118-58-1], cinnamal [CAS No 104-55-2], coumarin [CAS No 91-64-5], geraniol [CAS No 106-24-1], anise alcohol [CAS No 105-13-5], benzyl cinnamate [CAS No 103-41-3], farnesol [CAS No 4602-84-0], butylphenyl methylpropional [CAS No 80-54-6], linalool [CAS No 78-70-6], benzyl benzoate [CAS No 120-51-4], citronellol [CAS No 106-22-9],

hexyl cinnamal [CAS No 101-86-0], limonene [CAS No 138-86-3, 5989-27-5, 5989-54-8], methyl 2-octynoate [CAS No 111-12-6], alpha-isomethyl ionone [CAS No 127-51-5], HICC [CAS No 31906-04-4], Evernia prunastri extract [oak moss extract] [CAS No 90028-68-5], Evernia furfuracea extract [tree moss extract] [CAS No 90028-67-4]). 표시대상으로 지정되지 않은 물질에 대해서도 함유 현황을 파악하기 위해 SCCS가 제안한 인체 알레르기반응가능 향료성분 85종에 해당하는 물질에 대한 품목군별 함유 현황을 분석하였다.<sup>16)</sup>

## 3. 동시 출현 패턴 분석

생활화학제품의 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종이 주로 어떤 조합으로 많이 사용되었는지 동시 출현 행태를 파악하기 위해 전성분공개 생활화학제품 1,443개를 대상으로 R version 4.2.0 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)과 arules 패키지<sup>35)</sup>를 사용하여 빈발 패턴 마이닝(frequent pattern mining, FPM) 분석을 실시하였다. FPM

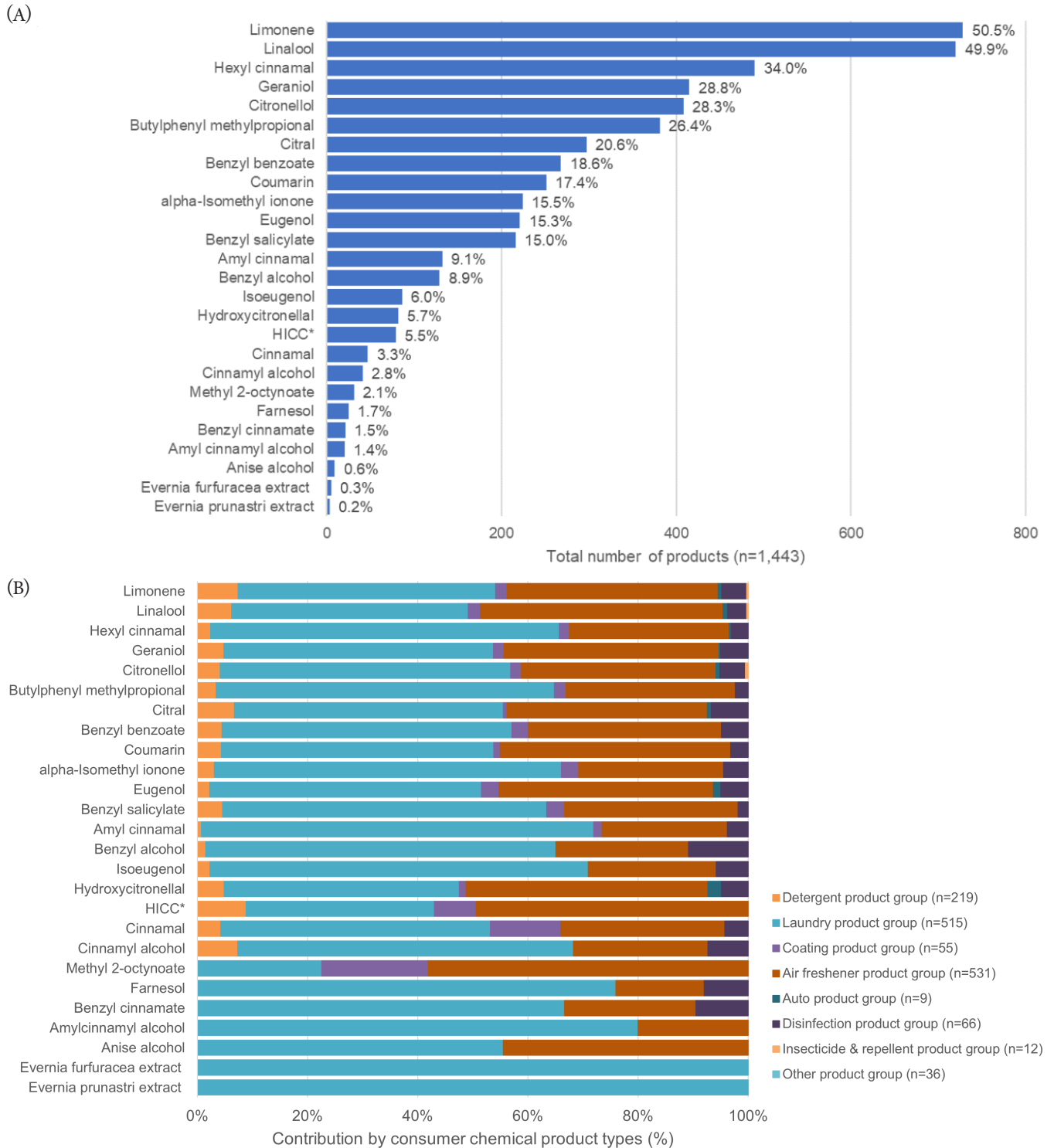
**Table 1.** The numbers of products, ingredients, products containing 26 labelled fragrance allergens, and 26 labelled fragrance allergens for different consumer chemical product types

	Unique products N (%)	Ingredients per product		Product containing 26 labelled fragrance allergens, N (%)	26 labelled fragrance allergens per product	
		Mean±SD	Max		Mean±SD	Max
Total	1,443 (100)	25.6±21.1	152	975 (100)	5.3±4.2	26
Detergent product group						
Cleaners	219 (15.2)	12.7±8.9	44	76 (7.8)	3.3±2.2	12
Laundry product group						
Laundry detergents	268 (18.6)	36.3±20.0	104	198 (20.3)	7.3±5.2	26
Bleaching agents	68 (4.7)	16.1±13.6	70	32 (3.3)	4.8±3.3	13
Fabric softeners	179 (12.4)	30.5±17.3	89	153 (15.7)	7.3±4.5	17
Coating product group						
Gloss coatings	40 (2.8)	18.2±13.8	53	13 (1.3)	6.9±3.9	12
Special purpose coatings	15 (1.0)	16.9±15.9	52	5 (0.5)	5.8±4.1	12
Air freshener product group						
Air fresheners	375 (26.0)	30.9±25.9	152	325 (33.3)	3.8±3.3	24
Deodorizing agents	156 (10.8)	22.7±15.1	86	135 (13.8)	4.9±3.9	15
Auto product group						
Windshield washer fluids for automobiles	9 (0.6)	24.2±14.5	40	6 (0.6)	4.0±2.2	6
Disinfection product group						
Disinfectants	66 (4.6)	20.8±21.6	96	32 (3.1)	6.7±4.8	18
Insecticide & repellent product group						
Insect repellents	12 (0.8)	4.9±2.6	10	2 (0.2)	3.0±NA	3
Other product group						
Candles	14 (1.0)	4.9±13.6	52	-	-	-
Dehumidifying agents	22 (1.5)	1.3±0.7	4	-	-	-

SD: standard deviation, NA: not applicable.

분석은 연관규칙(association rule) 중 동치 클래스(equivalence class) 단위에 포함된 모든 다빈도 항목 조합을 찾는 eclat 알고리즘<sup>36)</sup>을 사용하여 표시대상 알레르기반응가능 향료성분의

개수별로 존재하는 지지도(support) 5% 이상의 조합(combination)의 수 및 상위 조합 패턴을 제시하였다.



**Fig. 1.** The 26 labelled fragrance allergens and their appearance on all ingredient disclosure product lists by (A) number of observations on consumer chemical products and (B) distribution by consumer chemical product types. \*HICC: hydroxyisohexyl 3-cyclohexene carboxaldehyde.

### III. 결 과

#### 1. 전성분공개 생활화학제품

전성분공개 생활화학제품의 품목군별 제품수, 함유 전성분수, 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종 함유 제품수, 함유 표시대상 알레르기반응가능 향료성분수는 Table 1과 같다. 대상 생활화학제품에 함유된 평균(±표준편차) 성분의 수는 25.6(±21.1)종이었다. 대상제품 중 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종 중 1종 이상 성분을 함유한 제품은 975개(67.6%)로 함유된 평균(±표준편차) 향료성분은 5.3(±4.2)종이었다. 품목별로는 방향제, 탈취제, 섬유유연제가 각 대상제품의 85% 이상에서 1종 이상의 표시대상 알레르기반응가능 향료성분을 함유하였다.

#### 2. 표시대상 알레르기반응가능 향료성분

전성분공개 제품 중 생활화학제품 표시대상 알레르기반응가

능 향료성분의 함유건수와 품목군별 함유비율은 Fig. 1과 같다. 대상 제품 중 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종의 함유율은 limonene (50.5%), linalool (49.9%), hexyl cinnamal (34.0%), geraniol (28.8%), citronellol (28.3%)의 순으로 나타났다(Fig. 1A). Limonene과 linalool은 모든 품목군에서 1, 2순위로 확인되었다. 확인된 26종 중 linalool, coumarin, hydroxycitronellal, HICC, methyl 2-octynoate, anise alcohol의 6종은 방향·탈취제품군의 제품수가 가장 많았고, 나머지 18종은 세탁제품군의 제품수가 가장 많았다(Fig. 1B).

#### 3. 표시대상 알레르기반응가능 향료성분의 동시 출현 패턴

표시대상 알레르기반응가능 향료성분의 개수별 조합(combination)의 수 및 상위 조합 패턴은 Table 2와 같다. 전체 대상 제품 중 16.7%가 limonene, linalool, hexyl cinnamal, citronellol을 동시에 함유하였다. 8가지 향료성분을 동시에 함유한 조

**Table 2.** The most frequent 26 labelled fragrance allergen combinations identified by the eclat algorithm of frequent pattern mining with support of more than 5%

Number of fragrance allergens considered	Maximum number of combinations	Combinations	Support (%)
4	486	FA17, FA19, FA20, FA21	16.7
		FA12, FA17, FA19, FA21	16.6
		FA12, FA17, FA20, FA21	16.4
		FA16, FA17, FA20, FA21	16.0
		FA12, FA17, FA19, FA20	15.3
5	435	FA12, FA17, FA19, FA20, FA21	13.2
		FA4, FA12, FA17, FA20, FA21	12.0
		FA4, FA12, FA17, FA19, FA21	11.4
		FA12, FA16, FA17, FA20, FA21	11.3
		FA16, FA17, FA19, FA20, FA21	11.0
6	196	FA4, FA12, FA17, FA19, FA20, FA21	9.4
		FA12, FA16, FA17, FA19, FA20, FA21	8.6
		FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	8.6
		FA4, FA12, FA16, FA17, FA20, FA21	8.0
		FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA21	7.9
		FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	7.4
7	45	FA2, FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA21	6.9
		FA2, FA4, FA12, FA17, FA19, FA20, FA21	6.8
		FA2, FA4, FA12, FA17, FA18, FA20, FA21	6.5
		FA2, FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20	6.5
		FA2, FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	6.5
8	4	FA2, FA4, FA5, FA12, FA17, FA18, FA19, FA21	5.1
		FA1, FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	5.1
		FA4, FA5, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	5.1
		FA2, FA4, FA12, FA17, FA18, FA19, FA20, FA21	5.1

The fragrance allergens were abbreviated as follows; FA1: amyl cinnamal, FA2: benzyl alcohol, FA4: citral, FA5: eugenol, FA12: geraniol, FA16: butylphenyl methylpropional, FA17: linalool, FA18: benzyl benzoate, FA19: citronellol, FA20: hexyl cinnamal, FA21: limonene.



합수는 총 4개로, 지지도가 가장 높은 조합은 지지율이 6.5%인 limonene, linalool, hexyl cinnamal, geraniol, citronellol, citral, benzyl benzoate, benzyl alcohol이었다.

#### 4. 표시 비대상 알레르기반응가능 향료성분

SCCS가 제안한 인체 알레르기반응가능 향료성분 85종<sup>16)</sup> 중 현행 생활화학제품 표시대상 26종과 CAS 번호를 특정할 수 없는 *Narcissus* spp.와 rose flower oil (*Rosa* spp.)의 2종을 제외한 57종의 물질의 함유 현황은 Table 3과 같다. 전체 대상물질 중 개별 화학물질 32종 중 25종, 천연추출물 25종 중 13종이 생활화학제품에 쓰이고 있는 것으로 나타났다. 전성분공개 제품 1,443개 중 함유율은 hexamethylindanopyran (25.2%), tetramethyl acetyloctahydronaphthalenes (21.2%), linalyl acetate (17.3%), delta-damascone (11.9%), terpineol (11.3%) 순으로 모두 개별 화학물질이었다. 천연추출물 중에는 *Citrus sinensis* peel oil expressed (4.1%)와 *Eucalyptus* spp. leaf oil (3.3%)의 함유율이 높았다. 품목군별로는 확인된 57종 중 22종은 방향·탈취제품군의 제품수가 가장 많았고, 16종은 세탁제품군의 제품수가 가장 많았다.

## IV. 고 찰

본 연구는 한국의 전성분공개 생활화학제품을 대상으로 알레르기반응가능 향료성분의 함유 현황과 동시 출현 패턴을 분석하였다. 대상 제품(n=1,443) 중 표시대상 알레르기반응가능 향료성분을 1개 이상 함유한 제품이 67.6%였으며 방향제, 탈취제, 섬유유연제는 함유율이 85% 이상이었다. 성분별 함유율은 limonene (50.5%)가 가장 높았으며 limonene, linalool, hexyl cinnamal, citronellol의 조합이 16.7%로 빈번하게 출현했다. 표시 비대상 알레르기반응가능 향료성분 중에서는 hexamethylindanopyran (25.2%)가 가장 많이 함유된 것으로 나타났다.

생활화학제품에 주로 사용된 알레르기반응가능 향료성분은 제품 판매 국가, 조사시기 또는 사용대상에 따라 비교할 수 있다. 우리나라의 생활화학제품 전성분공개는 2019년부터<sup>33)</sup> 이루어졌으나, 세정 및 세탁(detergent) 제품의 알레르기반응가능 향료성분 26종 표기 규정<sup>13)</sup>이 존재하는 EU에서는 2000년대 이후 다수의 제품 라벨 조사 연구가 시행된 바 있다. 26종 중 limonene이 가장 많이 함유된 것은 영국(51.0%, n=57),<sup>37)</sup> 이탈리아(43.6%, n=291),<sup>38)</sup> 스웨덴(25.8%, n=97),<sup>39)</sup> 독일(23.1% n=817)<sup>24)</sup>의 세정 및 세탁제품 라벨 조사 연구에서도 동일하였다. 우리나라의 생활화학제품과 2015년 독일<sup>24)</sup>에서 조사된 세정 및 세탁제품은 limonene 다음 순위로 linalool이 함유되었지만 2006~2009년에 조사된 유럽<sup>37-39)</sup>의 세정 및 세탁제품은 hexyl cinnamal, butylphenyl methylpropional, citronellol의 함유순위가 linalool보다 높았다. 2014년 스위스<sup>40)</sup>에서 조사된 전

문가용 세정제품(n=488)에서는 linalool, butylphenyl methylpropional, hexyl cinnamal이 limonene보다 함유순위가 높았다. 다만 방향·탈취제품군, 살균제품군, 코팅제품군 등은 보고된 연구결과가 없어서 직접적인 비교가 어려웠다.

우리나라의 생활화학제품은 EU의 유사 제품군과 비교했을 때 더 많은 종류의 성분을 높은 빈도로 함유하는 것으로 나타났다. 영국의 세정 및 세탁제품<sup>37)</sup>은 평균 3.0종을, 독일의 세정 제품<sup>24)</sup>은 하위분류에 따라 평균 0.9~1.7종의 표시대상 알레르기반응가능 향료성분을 함유하였다. 우리나라의 생활화학제품은 세정제 평균 3.3종, 세탁세제 평균 7.6종, 섬유유연제 평균 7.3종의 표시대상 알레르기반응가능 향료성분을 함유하였다. 독일의 세정제품<sup>24)</sup>은 알레르기반응가능 향료성분의 함유순위는 유사하지만 함유율 20% 이상의 물질은 limonene과 linalool의 2종뿐이었다. 우리나라의 생활화학제품의 세정 및 세탁제품군에 한정할 경우 함유율 20% 이상의 물질은 limonene, linalool, hexyl cinnamal, geraniol, citronellol, butylphenyl methylpropional, citral, benzyl benzoate의 8종이었다. 이러한 결과는 우리나라의 생활화학제품 사용자가 EU의 사용자보다 알레르기반응가능 향료성분에 더 많이 노출될 수 있음을 의미한다. 생활화학제품 내 여러 알레르기반응가능 향료성분의 동시 출현은 동시 노출로 이어지며, 알레르기 반응의 상승 효과<sup>25,26)</sup>가 나타날 수 있다.

빈발 패턴 조합은 동시 노출을 고려한 알레르기반응가능 향료성분의 관리에 직접적으로 활용할 수 있다. 본 연구는 FPM 분석을 통해 전체 대상제품의 16.0%가 limonene, linalool, hexyl cinnamal, butylphenyl methylpropional의 4종을 동시에 함유하며, 해당 조합이 물질 4종의 조합 중 4순위임을 제시하였다. 반면, 세정제품 내 알레르기반응가능 향료성분의 동시 출현을 계층적 군집분석을 통한 덴드로그램으로 나타낸 경우<sup>37)</sup> limonene과 linalool, hexyl cinnamal과 butylphenyl methylpropional 쌍이 각각 빈번하게 함께 함유됨을 그래프로 제시하였으나 빈번함의 정도를 정량적으로 제시하지 못하였다. 화장품 내 알레르기반응가능 향료성분의 동시 출현을 네트워크 다이어그램으로 나타낸 경우<sup>23)</sup>도 가장 빈번한 limonene과 linalool 쌍의 발생 비율만을 제시하였다. 빈발 패턴 조합은 제품사용으로 인한 다물질 동시 노출 시나리오로 기능할 수 있으며<sup>41,42)</sup> 위해성에 기반한 화학물질 관리에 유용한 도구가 될 수 있다.

본 연구를 통해 표시대상이 아닌 알레르기반응가능 향료성분이 생활화학제품에서 이미 널리 사용되고 있음을 확인할 수 있었다. 생활화학제품의 품목군 중 향료를 주기능성분으로 사용하는 방향·탈취제품군에서 표시 비대상 알레르기반응가능 향료성분의 함유 비율이 높은 것도 주목할 필요가 있다. 표시 비대상 알레르기반응가능 향료성분 중 연구대상 제품 중 10% 이상에 함유된 것으로 나타난 개별 화학물질인 hexamethylindanopyran, linalyl acetate, alpha-pinene, beta-pinene은 임상적

**Table 3.** The unlabelled fragrance allergens including lists by European Union Scientific Committee on Consumer Safety (EU SCCS) and their appearance on lists of ingredients on consumer chemical products (n=1,443)

Chemical name	CAS no.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Total (%)
Individual chemicals										
Acetylcedrene	32388-55-9	1	31	1	25	-	1	-	-	59 (4.1)
Amyl salicylate	2050-08-0	2	54	1	25	1	4	-	-	87 (6.0)
Trans-Anethole	4180-23-8	2	19	-	7	-	3	-	-	31 (2.1)
Benzaldehyde	100-52-7	11	1	6	37	-	-	-	-	55 (3.8)
Camphor	76-22-2; 464-49-3	8	8	1	34	1	1	-	-	53 (3.7)
Beta-Caryophyllene (Ox.)	87-44-5	1	17	-	27	-	2	-	-	47 (3.3)
Carvone	99-49-0; 6485-40-1; 2244-16-8	4	6	1	19	-	7	-	-	37 (2.6)
(Damascenone) Rose Ketone-4	23696-85-7	2	5	-	26	-	1	-	-	34 (2.4)
Alpha-Damascone (TMCHB)	43052-87-5; 23726-94-5	-	25	-	6	-	1	-	-	32 (2.2)
Cis-beta-Damascone	23726-92-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta-Damascone	57378-68-4	6	110	-	50	-	6	-	-	172 (11.9)
Dimethylbenzyl carbiny acetate (DMBCA)	151-05-3	-	24	-	21	3	-	-	-	48 (3.3)
Hexadecanolactone	109-29-5	-	-	-	1	-	-	-	-	1 (0.1)
Hexamethylindanopyran	1222-05-5	27	159	19	151	-	5	2	-	363 (25.2)
Linalyl acetate	115-95-7	24	61	10	148	-	6	-	-	249 (17.3)
Menthol	1490-04-6; 89-78-1; 2216-51-5	7	10	-	17	-	13	-	-	47 (3.3)
6-Methyl coumarin	92-48-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methyl salicylate	119-36-8	-	1	-	3	-	3	-	-	7 (0.5)
3-Methyl-5-(2,2,3-trimethyl-3-cyclopentyl)pent-4-en-2-ol	67801-20-1	-	-	-	1	-	-	-	-	1 (0.1)
Alpha-Pinene	80-56-8	11	52	1	84	1	5	-	-	154 (10.7)
Beta-Pinene	127-91-3	5	47	2	83	1	5	-	-	143 (9.9)
Propylidene phthalide	17369-59-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salicylaldehyde	90-02-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alpha-Santalol	115-71-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beta-Santalol	77-42-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sclareol	515-03-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpineol (mixture of isomers)	8000-41-7	17	50	7	78	4	7	-	-	163 (11.3)
Alpha-Terpineol	10482-56-1; 98-55-5	5	15	2	56	1	3	-	-	82 (5.7)
Terpinolene	586-62-9	7	17	1	49	1	3	-	-	78 (5.4)
Tetramethyl acetyloctahydronaphthalenes	54464-57-2; 54464-59-4; 68155-66-8; 68155-67-9	13	173	4	105	-	11	-	-	306 (21.2)
Trimethyl-benzenepropanol (Majantol)	103694-68-4	-	6	-	1	-	6	-	-	13 (0.9)
Vanillin	121-33-5	-	6	6	26	-	-	-	-	38 (2.6)

Table 3. Continued

Chemical name	CAS no.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Total (%)
Natural extracts										
Cananga odorata and ylang-ylang oil	8006-81-3; 83863-30-3	-	-	-	4	-	-	-	-	4 (0.3)
Cedrus atlantica bark oil	92201-55-3; 8000-27-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinnamomum cassia leaf oil	8007-80-5	-	19	-	2	-	-	-	-	21 (1.5)
Cinnamomum zeylanicum bark oil	84649-98-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citrus aurantium amara flower/peel oil	8016-38-4; 72968-50-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citrus bergamia peel oil expressed	89957-91-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citrus limonum peel oil expressed	84929-31-7	1	1	-	-	-	-	-	-	2 (0.1)
Citrus sinensis peel oil expressed	97766-30-8; 8028-48-6	7	28	2	21	1	-	-	-	59 (4.1)
Cymbopogon citratus/schoenanthus oils	89998-14-1; 8007-02-1; 89998-16-3	-	-	-	1	-	-	-	-	1 (0.1)
Eucalyptus spp. leaf oil	92502-70-0; 8000-48-4	4	27	-	14	-	2	-	-	47 (3.3)
Eugenia caryophyllus leaf/flower oil	8000-34-8	-	1	-	2	-	2	-	-	5 (0.3)
Jasminum grandiflorum/officinale	84776-64-7; 90045-94-6; 8022-96-6	-	14	-	-	-	2	-	-	16 (1.1)
Juniperus virginiana	8000-27-9; 85085-41-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laurus nobilis	8002-41-3; 8007-48-5; 84603-73-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lavandula hybrida	91722-69-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lavandula officinalis	84776-65-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mentha piperita	8006-90-4; 84082-70-2	4	2	-	8	-	1	-	-	15 (1.0)
Mentha spicata	84696-51-5	-	1	-	-	-	-	-	-	1 (0.1)
Myroxylon pereirae	8007-00-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pelargonium graveolens	90082-51-2; 8000-46-2	-	1	-	2	-	-	-	-	3 (0.2)
Pinus mugo	90082-72-7; 97676-05-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pogostemon cablin	8014-09-3; 84238-39-1	-	22	-	7	-	1	-	-	30 (2.1)
Santalum album	84787-70-2; 8006-87-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turpentine (oil)	8006-64-2; 9005-90-7; 8052-14-0	-	-	-	17	-	-	-	-	17 (1.2)
Verbena absolute (Lippia citriodora Kunth.)	8024-12-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

The consumer chemical product groups were abbreviated as follows; G1: detergent product group, G2: laundry product group, G3: coating product group, G4: air freshener product group, G5: auto product group, G6: disinfection product group, G7: insecticide & repellent product group, G8: other product group.  
 Ox.: oxidized substances, TMCHB: 1-(2,6,6-trimethyl+2-cyclohexen-1-yl)-2-butenone; Spp.: several species.



으로 11~100명의 패치테스트 양성 결과<sup>16)</sup>가 존재한다. 천연추출물 중 turpentine (oil)은 17개 제품에 함유된 것으로 나타났으나 임상적으로 1,000명 이상의 패치테스트 양성 결과가 존재한다.<sup>16)</sup> 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 외의 알레르기반응가능 향료성분에 대해서도 추가적인 논의가 필요하다.

본 연구는 자발적 협약에 참여한 일부 기업의 전성분공개 생활화학제품에 한해 분석이 이루어졌다는 한계점이 존재한다. 그렇지만 1,443개의 대상 생활화학제품은 57~817개의 세정 및 세탁제품을 대상으로 한 EU의 제품 라벨 조사 연구에 비해 큰 규모이며, 표시대상 알레르기반응가능 향료성분 26종뿐만 아니라 비표시대상 알레르기반응가능 향료성분의 함유 현황을 함께 분석하였기에 충분한 의미가 있다. 생활화학제품의 라벨 표시 및 전성분 목록은 함유된 알레르기반응가능 향료성분의 목록만을 제시하며 성분별 함량정보는 공개되지 않는다. 위해성에 기반한 알레르기반응가능 향료성분의 안전관리를 위해서는 제품 내 해당성분 함량에 대한 추후 연구가 필요하다.

## V. 결 론

본 연구는 전성분공개 생활화학제품의 알레르기반응가능 향료성분의 함유 현황과 표시대상 성분의 동시 출현 패턴을 제시하였다. 우리나라의 생활화학제품은 67.6%가 표시대상 알레르기반응가능 향료성분을 함유하며 평균 함유성분수는 5.3종이었다. 표시 비대상 알레르기반응가능 향료성분 중 38종이 생활화학제품에서 사용되고 있었다. 알레르기반응가능 향료성분의 빈발 패턴 조합은 동시 노출 시나리오로 활용이 가능하다. 이러한 결과는 알레르기반응가능 향료성분의 관리를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생활화학제품 안전관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다 (과제번호: 2021002970003, NTIS: 1485017937).

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

- Steinemann A. Fragranced consumer products: exposures and effects from emissions. *Air Qual Atmos Health*. 2016; 9(8): 861-866.
- Alrasheed M, Albalawi O, Aljallal M, Alqahtani AS. Prevalence

- and risk factors of self-reported perfume sensitivity in Saudi Arabia. *Healthcare (Basel)*. 2021; 9(10): 1248.
- Millqvist E, Löwhagen O. Placebo-controlled challenges with perfume in patients with asthma-like symptoms. *Allergy*. 1996; 51(6): 434-439.
- Elberling J, Linneberg A, Dirksen A, Johansen JD, Frølund L, Madssen F, et al. Mucosal symptoms elicited by fragrance products in a population-based sample in relation to atopy and bronchial hyper-reactivity. *Clin Exp Allergy*. 2005; 35(1): 75-81.
- van Amerongen CCA, Ofenloch RF, Cazzaniga S, Elsner P, Gonçalo M, Naldi L, et al. Skin exposure to scented products used in daily life and fragrance contact allergy in the European general population - the EDEN Fragrance Study. *Contact Dermatitis*. 2021; 84(6): 385-394.
- Kumar M, Devi A, Sharma M, Kaur P, Mandal UK. Review on perfume and present status of its associated allergens. *J Cosmet Dermatol*. 2021; 20(2): 391-399.
- Audrain H, Kenward C, Lovell CR, Green C, Ormerod AD, Sansom J, et al. Allergy to oxidized limonene and linalool is frequent in the U.K. *Br J Dermatol*. 2014; 171(2): 292-297.
- Sukakul T, Bruze M, Mowitz M, Antelmi A, Bergendorff O, Björk J, et al. Contact allergy to oxidized linalool and oxidized limonene: Patch testing in consecutive patients with dermatitis. *Contact Dermatitis*. 2022; 86(1): 15-24.
- Bråred Christensson J, Karlberg AT, Andersen KE, Bruze M, Johansen JD, Garcia-Bravo B, et al. Oxidized limonene and oxidized linalool - concomitant contact allergy to common fragrance terpenes. *Contact Dermatitis*. 2016; 74(5): 273-280.
- Corsini E, Galbiati V. Contact allergy to fragrances: in vitro opportunities for safety assessment. *Cosmetics*. 2019; 6(1): 3.
- Lee I, Na M, O'Brien D, Parakhia R, Alépée N, Westerink W, et al. Assessment of the skin sensitization potential of fragrance ingredients using the U-SENS<sup>TM</sup> assay. *Toxicol In Vitro*. 2022; 79: 105298.
- European Union. Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on Cosmetic Products. Luxembourg: European Union; 2009.
- European Union. Regulation (EC) No 648/2004 of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on Detergents. Luxembourg: European Union; 2004.
- Korea Ministry of Food and Drug Safety. Regulation No. 2022-33 of the Ministry of Food and Drug Safety on Labeling of Attention in Using the Cosmetics and Allergic Ingredients. Cheongju: MFDS; 2022.
- Korea Ministry of Environment. Regulation No. 2022-19 of the Ministry of Environment on Designation, Safety and Labeling Standards of Consumer Chemical Products Subject to Safety Verification. Sejong: Ministry of Environment; 2022.
- European Union, Scientific Committee on Consumer Safety. SCCS Opinion on Fragrance Allergens in Cosmetic Products. Available: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/consumer\\_safety/docs/sccs\\_o\\_073.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_073.pdf) [accessed 25 May 2022].
- Uter W, Johansen JD, Börje A, Karlberg AT, Lidén C, Rastogi S, et al. Categorization of fragrance contact allergens for prioritization of preventive measures: clinical and experimental data and consider-

- ation of structure-activity relationships. *Contact Dermatitis*. 2013; 69(4): 196-230.
18. Rey A, Corbi E, Pérès C, David N. Determination of suspected fragrance allergens extended list by two-dimensional gas chromatography-mass spectrometry in ready-to-inject samples. *J Chromatogr A*. 2015; 1404: 95-103.
  19. European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Impact Assessment study on Fragrance Labelling on Cosmetic Products: Final Report. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2873/193428> [accessed 25 May 2022].
  20. Basketter DA, Lemoine S, McFadden JP. Skin sensitisation to fragrance ingredients: is there a role for household cleaning/maintenance products? *Eur J Dermatol*. 2015; 25(1): 7-13.
  21. Nijkamp MM, Bokkers BG, Bakker MI, Ezendam J, Delmaar JE. Quantitative risk assessment of the aggregate dermal exposure to the sensitizing fragrance geraniol in personal care products and household cleaning agents. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2015; 73(1): 9-18.
  22. Safford B, Api AM, Barratt C, Comiskey D, Ellis G, McNamara C, et al. Application of the expanded Creme RIFM consumer exposure model to fragrance ingredients in cosmetic, personal care and air care products. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2017; 86: 148-156.
  23. Uter W, Yazar K, Kratz EM, Mildau G, Lidén C. Coupled exposure to ingredients of cosmetic products: I. Fragrances. *Contact Dermatitis*. 2013; 69(6): 335-341.
  24. Wieck S, Olsson O, Kümmerer K, Klaschka U. Fragrance allergens in household detergents. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2018; 97: 163-169.
  25. Johansen JD, Skov L, Volund A, Andersen K, Menné T. Allergens in combination have a synergistic effect on the elicitation response: a study of fragrance-sensitized individuals. *Br J Dermatol*. 1998; 139(2): 264-270.
  26. Bonefeld CM, Nielsen MM, Rubin IM, Vennegaard MT, Dabelsteen S, Giménez-Arnau E, et al. Enhanced sensitization and elicitation responses caused by mixtures of common fragrance allergens. *Contact Dermatitis*. 2011; 65(6): 336-342.
  27. Geier J, Uter W, Lessmann H, Schnuch A. Fragrance mix I and II: results of breakdown tests. *Flavour Fragr J*. 2015; 30(4): 264-274.
  28. van Oosten EJ, Schuttelaar ML, Coenraads PJ. Clinical relevance of positive patch test reactions to the 26 EU-labelled fragrances. *Contact Dermatitis*. 2009; 61(4): 217-223.
  29. Korea Ministry of Environment. Act No. 18170 on the Consumer Chemical Products and Biocides Safety Control. Sejong: Ministry of Environment; 2021.
  30. Korea Ministry of Environment. Living Environment Safety System. Available: <https://ecolife.me.go.kr/ecolife/> [accessed 2 May 2022].
  31. Bergeson LL. The rise of ingredient disclosure: the California and New York experience. *Environ Qual Manag*. 2019; 28(3): 141-144.
  32. Lee I, Lee S, Ji K. A screening method to identify potential endocrine disruptors using chemical toxicity big data and a deep learning model with a focus on cleaning and laundry products. *J Environ Health Sci*. 2021; 47(5): 462-471.
  33. Lee J, Kim S. Corporate responsibility for consumer chemical products in Korea. *J Environ Health Sci*. 2019; 45(4): 321-325.
  34. CAS Common Chemistry. Available: <https://commonchemistry.cas.org> [accessed 2 May 2022].
  35. Hahsler M, Buchta C, Gruen B, Hornik K, Borgelt C, Johnson I, et al. arules: Mining Association Rules and Frequent Itemsets. R Package Version 1.7-3. 2022. Available: <http://CRAN.R-project.org/package=arules> [accessed 27 May 2022].
  36. Zaki MJ, Parthasarathy S, Ogihara M, Li W. New Algorithms for Fast Discovery of Association Rules. Proceedings of the Third International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-97). 1997:283-286. Available: <https://www.aaai.org/Papers/KDD/1997/KDD97-060.pdf> [accessed 27 May 2022].
  37. Buckley DA. Fragrance ingredient labelling in products on sale in the U.K. *Br J Dermatol*. 2007; 157(2): 295-300.
  38. Magnano M, Silvani S, Vincenzi C, Nino M, Tosti A. Contact allergens and irritants in household washing and cleaning products. *Contact Dermatitis*. 2009; 61(6): 337-341.
  39. Yazar K, Johnsson S, Lind ML, Boman A, Lidén C. Preservatives and fragrances in selected consumer-available cosmetics and detergents. *Contact Dermatitis*. 2011; 64(5): 265-272.
  40. Gerster FM, Vernez D, Wild PP, Hopf NB. Hazardous substances in frequently used professional cleaning products. *Int J Occup Environ Health*. 2014; 20(1): 46-60.
  41. Lim M, Lee K. Aggregate exposure assessment using cosmetic co-use scenarios: I. Establishment of aggregate exposure scenarios. *Food Chem Toxicol*. 2020; 142: 111486.
  42. Kim S, Seo M, Na M, Kim J. Investigation on combined inhalation exposure scenarios to biocidal mixtures: biocidal and household chemical products in South Korea. *Toxics*. 2021; 9(2): 32.

〈저자정보〉

김수민(대학원생), 이기영(교수), 임미영(연구교수)