

Assessing Adjuvants and Extractants Applicable to Environment-friendly Organic Agro-materials

Woo-Mi Lee · Sung-Ji Yoon · Youn-Joo An*

친환경 유기농자재에 사용 가능한 첨가제 및 추출제 평가

이우미 · 윤성지 · 안윤주*

Received: 12 December 2012 / Accepted: 18 December 2012 / Published Online: 30 June 2013
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2013

Abstract This study reviewed the adjuvants or extractants used in environment-friendly organic agro-materials used in a range of advanced countries or institutes. We observed that potassium hydroxide and fermented ethyl alcohol are generally acceptable extractants, and the inert ingredient list 4 of United States Environmental Protection Agency (US EPA) is applicable for crop production adjuvants.

Keywords adjuvants · environment-friendly organic agro-materials · extractants

환경 및 건강에 대한 관심이 커짐에 따라 유기농작물에 대한 수요가 증가하고 있다. 유기농업은 인간과 환경에 해가 되지 않는 기술을 이용한 작물생산 방법으로 생물다양성, 생물학적 순환, 토양의 생물학적 활성을 포함한 농업생태계의 건강성을 향상시키려는 전반적 생산 관리체계를 의미한다(CAC, 2010). “유기(organic)”라고 표기된 제품은 유기농 인증기준에 맞춰 생산된 제품을 의미하며, 각 국가 및 유기농작물 인증기관에서는 자체적인 인증기준을 갖추고 있다. 국제적인 유기농협회인 세계유기농업운동연맹(International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) (IFOAM, 2012)을 비롯하여 국제식품규격협회(Codex Alimentarius Commission (CAC) (CAC, 2010), 그리고 주요 국가별로는 미국(NOSB, 2010; OMRI, 2011), 캐나다(HC, 2010; SSC, 2011), 호주(NASAA, 2012), 일본(MAFF, 2012), 유럽위원회(EC, 2007), 영국(DEFRA, 2006) 등

이 유기농작물 생산을 위한 가이드라인 또는 허용물질목록을 갖추고 있다. 우리나라의 경우 유기농작물 생산과 관련하여 1997년 ‘친환경농업육성법’을 제정하고 ‘친환경농업육성법 시행규칙 별표 3 인증기준<개정 2011. 10. 13>’을 마련하였다. 친환경 유기농업에서는 농작물재배 시 화학비료 및 유기합성농약 사용을 전면 금지하고, 이를 대체하여 사용할 수 있는 토양개량 및 작물 생육제와 병해충방지 자재를 공시하고 있다. 유기농자재는 그 목적에 따라 크게 주자재와 부자재로 구분할 수 있는데 주자재의 경우 토양개량, 작물생육 또는 병해충방지를 위해 사용되는 자재가 포함되며 부자재는 주성분의 효과를 극대화하고 물리적 성질이 서로 다른 성분의 혼합 또는 농약의 이화학적 성질을 향상시키기 위해 첨가되는 물질을 의미한다. 주자재의 경우 현 법규에서 ‘친환경농업육성법 시행규칙 별표 10. 친환경농자재의 종류와 사용조건<개정 2011. 10. 13>’ 그리고 ‘별표 12. 친환경유기농자재 공시 및 품질인증 기준<신설 2011. 10. 13>’에서 목록을 공시하고 있으나, 보조제의 경우 제품 생산자에 한해서만 적용되는 ‘별표 12. 친환경유기농자재 공시 및 품질인증 기준’에서만 보조제를 언급하고 있어 유기농업을 하는 일반농가에서 농자재를 자가제조 시 보조제사용의 근거가 마련되어 있지 않다. 한편 주자재의 경우 목록에 포함된 추출물들은 물리적 또는 화학적 방법에 의해 생산되는데 외국의 경우 추출물별 추출방법 또는 사용 가능한 추출제를 조건화하고 있다. 반면 우리나라에서는 추출조건을 명시하고 있지 않고, ‘친환경농업육성법 시행규칙 별표 12’에서 유기합성물질이 포함되지 않아야 하며 병해충 관리자재의 경우 추출시 불가피하게 유기합성용매를 사용한 경우에는 최종물질에 잔류되지 않아야 한다고만 명시하고 있다. 유기농산물은 생산과정에서 화학물질 및 합성물질 사용을 금지하고 있으나 현실적으로 농자재의 물리적 특성상 또는 제조공정상 불가피하게 보조제 및 추출제를 사용하는 경우가 있다. 한편 외국에서는 사용 가능한 보조제와 추출제를 제시하고 사용조건을 함께 명시하고 있다. 그러나 국내에서는 보조제 및 추출제에 대한 사용조건이 명확하지 않으므로 유기농

W.-M. Lee · S.-Ji. Yoon · Y.-J. An
Department of Environmental Science, Konkuk University, Republic of Korea

*Corresponding author (Y.-J. An: anyjoo@konkuk.ac.kr)

업의 정의를 벗어나지 않는 범위 내에서 수립할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내외에서 허용하고 있는 보조제 및 추출제를 조사하여 세부사용조건을 분석 및 평가하여 허용조건을 제안하였다.

보조제 관리현황은 미국환경청(United State Environmental Protection Agency, US EPA)에서 분류하고 있는 inert ingredient list (NOSB, 2010)와 캐나다의 표준규격위원회(Standard Council of Canada)의 유기농산물 허용물질 목록(SCC, 2011) 및 해충관리규제청(Pest Management Regulatory Agency, PMRA)의 formulants list (HC, 2010)를 조사하였다. 추출물 관리현황 및 독성영향분석은 국제기관인 CAC (CAC, 2010), IFORM (IFORM, 2012)과 국가별로는 미국(OMRI, 2011), 캐나다(SCC, 2011), 유럽위원회(EC, 2007), 영국(DEFRA, 2006), 호주(NASAA, 2012), 일본(MAFF, 2012)의 유기농자재 목록에서 선별하여 각 세부조건을 비교하였다. 한편 병해충관리자재 중 제충국, 데리스, 쿠아시아, 라이아니아, 님 추출물의 경우 이 자재를 허용하고 있는 모든 국가에서 추출제에 대한 언급이 없어 관련논문을 수집하여 조사하였다. 조사한 추출제는 독성, 생물축적성, 잔류성을 평가하였다. 발암등급은 International Agency for Research on Cancer (IARC)와 미국환경청의 Integrated Risk Information System (IRIS)에서 조사하였다. 또한 위해 수준을 분류한 Risk Phrases (R-phrase)는 유럽위원회의 Institute for Health and Consumer Protection (IHCP)에서 운영하는 European chemical Substances Information System (ESIS)의 생물축적성 및 생태독성영향자료는 미국환경청의 EPI Suite v4.10로부터 수집하였고 토양 잔류성은 미국환경청의 Persistence Bioaccumulation Toxicity (PBT) profiler를 이용하였다. 잔류성, 생물축적성, 독성은 PBT profiler의 기준을 이용하여 평가하였다. PBT profiler의 기준은 물질의 반감기($t_{1/2}$)가 60일 이상, Biological Concentration Factor (BCF)가 1000 이상, 어류 만성독성이 10 mg/L 이하일 때 잔류성, 생물축적성, 독성이 있다고 평가한다.

보조제는 부자재, 부재료, 첨가제와 동일한 의미로 주성분의 효과를 극대화하고 이화학적 성질을 개선하여 작물보호제를 효과적으로 사용할 수 있도록 첨가되는 물질을 뜻한다. 국내에서는 '친환경농업육성법 시행규칙 별표 12 친환경유기농자재 공시 및 품질인증 기준'과 농촌진흥청 고시 '친환경유기농자재 제품의 공시 및 품질인증 등에 관한 세부실시요령<시행 2012. 03. 05>'에서 보조제에 대해 '보조제는 그 함량이 주원료 투입비율을 초과하지 않는 범위 내에서 사용하는 경우에는 허용할 수 있다. 이 경우 불활성성분 목록 3의 식품등급에 해당하는 보조제는 식품의약품안전청에서 식품첨가물로 지정된 물질이어야 한다'라고 고시하고 있다. 외국의 경우 미국과 캐나다에서 유기농자재에 사용 가능한 보조제 목록을 제시하고 있다. 미국은 inert ingredients list 4를 살충제 성분으로 사용을 허용하고 있다(US GPO, 2012). Inert ingredients는 살충제의 효과를 높이는 역할을 하는 독성이 없는 물질을 의미하며, 고화(cracking) 및 거품화(foaming) 방지, 제품의 유효기간 연장, 제조제의 경우 식물체로의 침투를 돕는 용매로 사용된다. List 4는 안전하고(낮은 독성 또는 거의 독성이 없는), 알려진 특성으로 가용한 정보를 검토할 수 있으며, 적합한 사용 하에 안전하게 사용한 사례 등의 정보를 바탕으로 결정한다. 한편 list 3은 잠재적 독성영향이 알려지지 않은 물질로 페로몬 유인제(passive pheromone dispensers)에만 허용하고 있다. List 3의 경우 다른 list (1, 2, 4)로 분류되지 않은 물질로, 지속적으로 평가하여 list 1, 2, 4로

재분류하고 있다. 캐나다의 경우 작물보조제(crop production aid and material)와 PMRA list for formulants를 함께 마련하고 있다. 작물보조제의 경우 서로 다른 물질을 혼합할 때 또는 해충방제 및 식물병 관리에 사용하는 물질을 의미하며 각 보조제별 사용기준을 함께 제시하고 있다. PMRA list는 미국환경청의 inert ingredient list와 같은 의미로 해충방제제품에 첨가하는 불활성 성분을 의미한다. 캐나다는 미국과 마찬가지로 PMRA에서 분류하고 있는 list 4A와 4B를 formulants(불활성 물질로 살충제에 첨가하는 물질)로 허용하며 list 3은 페로몬 유인제에만 허용하고 있다.

국내 법규에서는 추출제 사용에 있어 다음과 같이 명시하고 있다. 「친환경농업육성법 시행규칙」 '별표 12 친환경유기농자재 공시 및 품질인증 기준' 내에서 '유기합성물질이 혼입되지 않아야 하고 화학적 공정을 거치지 않아야 한다. 단 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재에서 천연추출물의 추출·분리 및 정제 과정에서 불가피하게 유기합성용매를 사용한 경우에는 최종 물질에서 잔류되지 않아야 한다'라고 명시되어있다. 또한 '대두박, 미강유박, 잠용유박, 깻묵, 아주까리박, 팜박, 야자박 등 식물성 유박류는 화학물질이나 화학적 제조공정을 거치지 않아야 한다. 다만, 추출과정에서 불가피하게 유기합성용매를 사용한 경우에는 최종 제품에서 화학물질이 검출되지 않아야 한다'고 되어있다. 한편 식품의약품안전청에서는 식용유지 추출시 핵산을 허용(잔류량 0.005 g/kg 이하)하고 있고, 핵산 이외에 식약청에서 식품추출시 허용하고 있는 용매는 물, 주정, 이소프로필알콜(잔류허용량: 0.01 g/kg(설탕), 0.05 g/kg(건강기능식품의 기능성원료 추출 또는 분리 등의 목적)) 등이 있다. 외국의 경우 추출제로 KOH와 NaOH를 제외한 대부분의 합성물질 사용을 금지하고 있으며, 각 자재별 추출제 또는 추출방식에 대해 명시하고 있다(Table 1). 미국의 경우 농업에 대한 연방법규(Federal Regulation)내 National Organic Program (NOP) rule § 205.105 Allow and prohibited substances, method, and ingredients in organic production and handling에서 potassium hydroxide와 sodium hydroxide를 제한적(추출에 필요한 양만큼만 사용)으로 사용하는 한에서 추출제로 허용하고 있다. 유럽위원회와 영국은 'Seaweeds and seaweed product'의 세부조건에 ① dehydration, freezing, grinding을 포함한 물리적 추출, ② 물 또는 산 또는 알칼리용액(추출에 필요한양만큼만 사용), ③ 발효에 의한 것을 사용하도록 하고 있다. IFORM의 경우 위 세부조건은 동일하나 용매는 potassium hydroxide와 물만 허용한다. 캐나다는 해충방제 목적의 식물추출물의 경우 cocoa butter, lanolin, animal fats, alcohol, 물을 이용한 추출을 허용하고 있으며, 합성물질은 potassium hydroxide와 sodium hydroxide 모두 허용하나 potassium hydroxide사용을 권장하며 sodium hydroxide의 경우 사용의 필요성을 입증하도록 하고 있다. Humic and fulvic acid의 경우 발효 또는 potassium hydroxide 사용을 허용하며, aquatic plant and aquatic plant product는 potassium hydroxide와 sodium hydroxide (sodium hydroxide의 경우 사용의 필요성을 입증해야 함)를 허용하고 있다. 한편 ethyl alcohol의 경우 CAC(인증기관 및 관계당국의 승인필요)와 국내(발효주정일 것)에서는 병해충 관리자재에 포함되어 있고, IFORM은 작물보호 및 생장규제 항목에, 캐나다의 경우 작물보조제 항목에서 비합성 ethyl alcohol을 식물성살충제 추출시 용매로 허용하고 있다. 국외에서 허용하고 있는 추출제를 종합해 봤을 때 대부분 potassium hydroxide와 sodium hydroxide를

Table 1 Comparison with extractants and preparation condition used in organic agriculture

	Korea ¹	Codex ²	IFOAM ³	US ⁴	Canada ⁵	EC ⁶	UK ⁷	Australia ⁸	Japan ⁹
Soil fertilizing and conditioning									
Aquatic plants and aquatic plant products	Seaweeds and seaweed products: Not mentioned condition for use	Seaweeds and seaweed products: Need recognized by the certification body or authority.	Seaweeds and seaweed products: As far as obtained by-(i) physical processes including dehydration, freezing and grinding; (ii) extraction with water or potassium hydroxide solutions, provided that the minimum amount of solvent necessary is used for extraction; (iii) fermentation.	Extraction process is limited to the use of potassium hydroxide or sodium hydroxide; solvent amount used is limited to that amount necessary for extraction (§205.601(f))	Shall not contain synthetic preservatives, such as formaldehyde. Natural extracts are allowed. Extraction with synthetic solvents is prohibited except for potassium hydroxide or sodium hydroxide, provided the amount of solvent used does not exceed the amount necessary for extraction. The manufacturer shall prove the need to use sodium hydroxide.	Seaweeds and seaweed products: As far as directly obtained by- (i) physical processes including dehydration, freezing and grinding; (ii) extraction with water or aqueous acid and/or alkaline solution; (iii) fermentation; need recognized by the inspection body or authority	Seaweeds and seaweed products: As far as directly obtained by- (i) physical processes including dehydration, freezing and grinding; (ii) extraction with water or aqueous acid and/or alkaline solution; (iii) fermentation; need recognized by the inspection body or authority	“Seaweed and seaweed products (must not contain preservatives and must be free from contamination)” 1) As part of overall fertility program 2) Licensed harvest sites, low salts and heavy metals, unfortified	
oil cake, expeller cake	Plant oil cake: Not mentioned condition for use	×	×	×	×	×	×	×	×
<p>-Cottonseed Meal: Specific materials must be evaluated using the OMRI GMO Decision trees to determine compliance -Peanut Meal, Soybean meal: Not mentioned condition for use</p>									

Table 1 Continued

	Korea ¹	Codex ²	IFOAM ³	US ⁴	Canada ⁵	EC ⁶	UK ⁷	Australia ⁸	Japan ⁹
					Plant pest and disease control				
					Plant extracts, oils and preparations: Allowed for use as production aids unless otherwise specifically restricted or prohibited. Allowed extractants include cocoa butter, lanolin, animal fats, alcohols and water. Allowed for pest (disease, weed and insect) control. Extraction with synthetic solvents is prohibited except for potassium hydroxide or sodium hydroxide, provided the amount of solvent used does not exceed the amount necessary for extraction. Of the two products, potassium hydroxide is the preferred choice; the manufacturer shall prove the need to use sodium hydroxide.				
Plant preparations	Preparation from natural plant and herb: Not mentioned condition for use	×	Not mentioned condition for use	Plant Extracts: Allowed with Restrictions. For use as a pest lure, repellent, or as part of a trap, or as a disease control. May be used for other pesticidal purposes only if the requirements of 205.206(e) are met (§205.206(a),(b),(c),(d) & (e))		×	×	Plant Extracts and Products: 1) Includes animal fats, alcohols, marigolds, sesame, garlic, chilli 2) Provided no potential contamination of end product	×
Ryania	Preparations from Ryania: extract from <i>Ryania speciosa</i>	Preparations from <i>Ryania speciosa</i> : Need recognized by the certification body or authority	<i>Ryania(Ryania speciosa)</i> : Not mentioned condition for use	Ryania: See also PLANT PESTICIDES	×	×	×	Ryania: <i>Ryania speciosa</i>	×

Table 1 Continued

	Korea ¹	Codex ²	IFOAM ³	US ⁴	Canada ⁵	EC ⁶	UK ⁷	Australia ⁸	Japan ⁹
Preparations on basis of pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Preparations from pyrethrins: natural extract from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Need recognized by the certification body or authority. Exclusion of Piperonyl butoxide after 2005 as a synergist	The synergist Piperonyl butoxide is prohibited.	Pyrethrum: 1) Pyrethrum is a natural botanical extract 2) Synthetic pyrethroids are prohibited. See also PLANT PESTICIDES 3) Piperonyl butoxide may not be used as a synergist 4) See also PIPERONYL BUTOXIDE 5) Liquid formulations with prohibited inert ingredients are prohibited	Pyrethrum: May only be combined with acceptable formulants listed in par. 4.3. See also Botanical pesticides for restrictions	Pyrethrum: Insecticide Need recognised by the inspection body or inspection authority	Insecticide Need recognised by the inspection body or inspection authority	Pyrethrum: 1) As part of integrated pest management, not storage 2) Not synthetic origin. Piperonyl butoxide (PbO) prohibited as synergist	Pyrethrum emulsion: Those extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> , and without piperonyl butoxide as synergist
Preparations of Rotenone from <i>Derris elliptica</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Thephrosia</i> spp.	Preparations of Rotenone: natural from <i>Derris elliptica</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Thephrosia</i> spp.	Need recognized by the certification body or authority. The substance should be used in such a way as to prevent its flowing into waterways.	Not near waterways. Subject to approval by the CB	Rotenone: 1) Particularly toxic to fish. Piperonyl butoxide may not be used as a synergist 2) See also PIPERONYL BUTOXIDE and PLANT PESTICIDES	Rotenone: Shall not be combined with unacceptable formulants. See also Botanical pesticides for restrictions.	Insecticide; need recognized by the inspection body or inspection authority.	Insecticide; need recognized by the inspection body or inspection authority.	<i>Derris elliptica</i> , <i>Derris</i> Dust, Rotenone(CAUTI ON – MAY BE HEALTH RISK): 1) Not near aquatic systems or on edible plant portions 2) Unfortified, natural extraction	

Table 1 Continued

	Korea ¹	Codex ²	IFOAM ³	US ⁴	Canada ⁵	EC ⁶	UK ⁷	Australia ⁸	Japan ⁹
				1) For use as a pest lure, repellent, or as part of a trap, or as a disease control 2) May be used for other pesticidal purposes only if the requirements of 205.206(e) are met 3) See also PLANT PESTICIDES					
Preparations from Neem	Preparations from <i>Neem</i> : natural from <i>Azadirachta indica</i>	Need recognized by the certification body or authority	Not mentioned condition for use	“Azadirachta indica” 1) May be used as a pesticide if the requirements of 205.206(e) are met 2) See also NEMM EXTRACT AND DERIVATIVES, NEMM AND NEMM DERIVATIVES – NATURAL, and BOTANICAL PESTICIDES	×	1) Insecticide by the inspection body or inspection authority 2) Need recognised by the inspection body or inspection authority	1) Insecticide by the inspection body or inspection authority 2) Natural extraction, no prohibited inputs	1) As part of integrated, ecological pest management 2) Natural extraction, no prohibited inputs	×
Preparations from <i>Quassia amara</i>	Preparations from <i>Quassia amara</i> : natural from <i>Quassia</i>	Need recognized by the certification body or authority	Not mentioned condition for use	See also PLANT PESTICIDES	×	Insecticide, repellent	Insecticide, repellent	Extracted from <i>Quassia amara</i>	×
Plant and animal oils	Not mentioned condition for use	Not mentioned condition for use	plant oils, animal preparation and oils: Not mentioned condition for use	Oils – nonsynthetic sources: 1) Plant or animal derived (e.g., fish) 2) Used as suffocating or stylet oils, summer oils, and dormant oils 3) May only be used as a pesticide if the requirements of 205.206(e) are met	Vegetable oils: Spreader-stickers, surfactants and carriers. Plant oils shall not contain synthetic pesticides.	Plant oils (e.g. mint oil, pine oil, caraway oil): Insecticide, acaricide, fungicide and sprout inhibitor	Plant oils (e.g. mint oil, pine oil, caraway oil): Insecticide, acaricide, fungicide and sprout inhibitor	Plant and Animal Oils (inc. pine oil): 1) Specified source, free of prohibited inputs 2) Natural extracts only	×

Table 1 Continued

	Korea ¹	Codex ²	IFOAM ³	US ⁴	Canada ⁵	EC ⁶	UK ⁷	Australia ⁸	Japan ⁹
Extract from mushroom (Shiitake fungus)	Not mentioned condition for use	Need recognized by the certification body or authority	×	×	×	×	×	×	Lentinus edodes mycelium extract liquid: Not mentioned condition for use
Aquatic plants and aquatic plant products	-See Seaweed and seaweed products: Not chemically treated	-See Seaweed and seaweed products: Not chemically treated(plant and animal)	Algal preparations: See seaweed and seaweed products	×	See aquatic plants and aquatic plant products & Seaweed and seaweed products	×	×	See aquatic plants and aquatic plant products & Seaweed and seaweed products	Chlorella extract liquid: Not mentioned condition for use
- Seaweed, seaweed meal, seaweed extracts	-See Extract from Chlorella: Not mentioned condition for use	-See Extract from Chlorella: Not mentioned condition for use							
- Algal preparations									
Extract(aqueous solution) from <i>Nicotiana tabacum</i>	Except pure nicotine	Need recognized by the certification body or authority.	×	×	×			×	×
Ethyl alcohol	Non synthetic	Need recognized by certification body or authority(Other)	Not mentioned condition for use	×	Non-synthetic ethyl alcohols are allowed as solvents to extract botanical insecticides.	×	×	×	×

Refer to

1. Ministry of Government Legislation in Korea (<http://www.moleg.go.kr/english/>)
2. CAC (2010) Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organically produced foods
3. IFOAM (2012) The IFOAM NORMS for organic production and marketing
4. OMR(2011) Generic materials list
5. SSC (2011) Organic production systems permitted substances lists.
6. EC (2007) Organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs, EEC No 2092/91.
7. DEFRA (2006) Compendium of UK organic standards.
8. NASAA (2012) NASAA organic standard
9. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in Japan (2012) Japanese agricultural standard for organic processed foods.

Table 2 Toxicity, bioaccumulation, and persistence of 10 extractants

Substances	Acetone	Chloroform	Ethyl alcohol	Ethyl acetate	Potassium hydroxide	n-Hexane	Sodium hydroxide	Methyl alcohol	Dichloromethane	Petroleum ether
Cas No.	67-64-1	67-66-3	64-17-5	141-78-6	1310-58-3	110-54-3	1310-73-2	67-56-1	75-09-2	8032-32-4
R-Phrase	-	R40, R48/20/22	-	-	R35	R51/53, R62, 48/20	R35	R23/24/25	R40	R45, R46, R65
Carcinogenicity	IARC	2B	1 (alcoholic beverages)	-	-	-	-	-	2B	2A (Petroleum refining: occupational exposures in)
				Not Assessed under the IRIS Program		In adequate information to assess carcinogenic potential		Not Assessed under the IRIS Program	D (Likely to be carcinogenic to humans)	
Persistence in soil (t1/2)	30	75	17	30	17	30	17	30	75	
Bioaccumulation	BCF	3	9	3	3	174	3	3	3	1220
	log Kow	-0.24	1.97	-0.31	-1.38	3.90	0.08	-0.77	1.25	5.18
Ecotoxicity	Fish-Chronic (96h-LC50)	372	25	245	453000	1	323000	447	25	0.107
	Fish (96h-LC50)	4145	243	2719	6450000	5	4600000	5114	249	1
	Daphnia (48h-E(L)C50)	1680	127,569	1117,098	1520000	3,333	1090000	1954,310	122,020	127
	Algae (96h-EC50)	302	49	209	56312,113	3	40145	296	45	1
	Earthworm (LC50-14d)	172	233	134	397	110	283	104	173	115

R23/24/25: Toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed.
R35: Causes severe burns.
R40: Limited evidence of a carcinogenic effect.
R45: May cause cancer.
R46: May cause heritable genetic damage

R48/20/22: Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation and if swallowed.
R48/20: Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation.
R51/53: Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
R62: Possible risk of impaired fertility.
R65: Harmful: may cause lung damage if swallowed.

제외한 합성물질은 모두 금지하고 있으며 주로 potassium hydroxide 사용을 권장하고 있었다.

한편 병해충관리 자재 중 제충국 추출물, 데리스 추출물, 쿠아시아 추출물, 라이아니아 추출물, 님 추출물의 경우 이 자재를 허용하고 있는 국가 모두 추출제에 대한 언급은 없었다. 이들 추출물은 대부분 제품으로 생산되어 판매되고 있는 제품이므로 추출의 효율성을 연구한 논문으로부터 추출제를 조사하였다. 유통제품의 경우 대다수 solvent extract라고 표기되어 있으나 어떤 종류의 용매를 사용하였는지는 제시하고 있지 않다. 사용용매를 제시하는 일부 제품의 경우 ethyl alcohol을 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 한편 식물추출물 관련 논문에서 사용하고 있는 용매는 acetone (Ande과 Olowojolu, 1999; Wenjie 등, 2009), chloroform (Wenjie 등, 2009), ethyl alcohol (Ande과 Olowojolu, 1999; Toma 등, 2003; Sae-Yun 등, 2006; Liauw 등, 2008; Sae-Yun, 2009; Wenjie 등, 2009; Kim 등, 2010; Ban 등, 2010), ethyl acetate (Wenjie 등, 2009), n-hexane (Gouvza 등, 2010), methyl alcohol (Ajaiyeoba 등, 1999; Ande 과 Olowojolu, 1999; Sae-Yun, 2009; Wenjie 등, 2009; Jeon 등, 2010), dichloromethane (Toma 등, 2003), petroleum ether (Sae-Yun, 2009; Wenjie 등, 2009)으로 조사되었다. 추출제는 대부분 유기합성용매이므로 이에 대한 독성영향, 잔류성, 생물축적성을 조사하였다(Table 2). 조사대상 물질은 외국에서 허용하고 있는 ethyl alcohol, 합성물질인 potassium hydroxide와 sodium hydroxide, 그리고 논문검색을 통해 조사된 식물추출물 제조시 사용가능한 7가지 유기용매(acetone, chloroform, ethyl acetate, n-hexane, methyl alcohol, dichloromethane, petroleum ether) 등 총 10개 물질이다. ESI의 R-phrase와 IARC 그리고 IRIS의 발암등급을 조사한 결과, chloroform과 dichloromethane 인체 발암물질로 확인되었으며, 토양내 반감기가 75일로 잔류성이 있는 것으로 확인되었다. Ethyl alcohol의 경우 주류로 섭취시 1등급 발암물질로 분류되어 있다. n-hexane은 R-phrase에서 장기간 노출시 수생생물에 독성을 야기할 수 있는 물질(R51/53) 및 생식영향을 줄 수 있는 물질(R62)로 분류하고 있다. Petroleum ether의 경우 생물축적성과 생태독성이 높은 것으로 확인되었고, 발암독성은 분류되어 있지 않으나 petroleum refining의 경우 작업장에서 암을 야기할 수 있는 물질로 분류되어 있다. 조사대상 물질의 만성 어독성 값을 기준으로 비교시 petroleum ether > n-hexane > dichloromethane = chloroform > ethyl alcohol > acetone > methyl alcohol > sodium hydroxide > potassium hydroxide 순으로 생태독성 높은 것으로 확인되었으며, PBT profiler의 기준으로 평가 시 n-hexane과 petroleum ether는 생태독성이 있는 물질로 분류되었다. 한편, 국립환경과학원 고시 '유독물 등의 분류기준 및 표시방법에 관한 규정<시행 2010. 12. 31>'에 의거하여 10개 물질을 분류하였을 때 petroleum ether의 경우 '수생생물에 매우 유독함'에 해당하였다. 따라서 잔류성, 생물축적성, 독성영향 측면에서 petroleum ether, chloroform, dichloromethane, 그리고 n-hexane를 이용한 추출은 배제되어야 할 것이다.

본 연구에서는 유기농자재의 보조제 및 추출제 사용에 있어 외국의 사례를 종합적으로 평가하여 다음과 같이 제안하였다. 국내에서는 미국환경청의 inert ingredient list 3 중 식품첨가물로 지정된 물질을 보조제로 허용하고 있으나 이는 독성이 확인되지 않은 물질로 유기농업에 사용하는 것은 적절하지 않다. 식품첨가물 중에도 n-hexane과 같이 생태독성을 야기할 수 있는

물질이 포함되어 있기 때문이다. 식품첨가물의 경우 허용량과 같은 사용기준을 명시하고 있으나 유기농업에서는 이에 대한 제한기준이 없기 때문에 단순히 식품첨가물에 한해 허용하는 것은 적절하지 않다고 판단된다. 따라서 inert ingredient list를 제시하고 있는 미국과 같이 list 3은 작물 및 토양에 직접적으로 접촉하지 않는 한에서 페로몬 유인제로, 그리고 list 4는 보조제로 허용하는 것이 적절할 것이다. 한편, 국내 법규 내에서는 추출과정에 있어 불가피하게 유기용매 사용시 잔류하지 않도록 규정하고 있으나 국제적으로 potassium hydroxide와 sodium hydroxide를 제외한 합성물질에 의한 추출을 제한하고 있으므로 합성물질에 의한 추출을 제한할 필요가 있다. 또한, potassium hydroxide와 sodium hydroxide의 경우 제한적 사용(추출에 필요한 최소한의 양을 사용)에 한해 허용하고 있으나 sodium hydroxide의 경우 Na⁺에 의해 염류장해가 야기될 수 있다는 측면에서 potassium hydroxide 사용을 권장하는 것이 바람직하고, 불가피하게 sodium hydroxide를 사용해야 하는 경우 그 필요성을 입증하도록 하는 것이 적절할 것이다. 병해충관리자재에 속한 일부 추출물(제충국, 데리스, 쿠아시아, 라이아니아, 님)의 경우 논문고찰을 통하여 사용되는 추출제를 평가하였으나 유기농업에 취지에 적합하지 않은 합성물질을 사용하고 있었다. Ethyl alcohol의 경우 우리나라 CAC, IFORM에서 유기농자재로 허용하고 있고 캐나다의 경우 식물성 살충제 추출 시 허용하고 있으므로 위의 식물추출물 추출 시 발효와 같이 자연적으로 생성될 수 있는 ethyl alcohol을 이용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

초 록

본 연구는 국내외에서 친환경유기농자재로 허용하고 있는 보조제 및 추출제 종류 및 세부사용조건을 분석 및 평가하여 허용조건을 제안하였다. Potassium hydroxide와 발효 ethyl alcohol은 국제적으로 친환경유기농자재의 추출제로서 허용되고 있고, 미국 환경청 (US EPA)에서 규정하고 있는 inert ingredient list 4에 해당하는 물질은 작물생산 보조제로서 사용되고 있다.

Keywords 보조제 · 추출제 · 친환경유기농자재

감사의 글 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009121)의 지원에 의해 이루어진 것임

References

- Ajaiyeoba EO, Abalagu UI, Krebs HC, and Oduola AMJ (1999) *In vivo* antimalarial activities of *Quassia amara* and *Quassia undulata* plant extracts in mice. *J Ethnopharmacol* **67**, 321–5.
- Ande AT and Olowojolu BI (1999) Biocidal efficacy of the extracts from various neem parts against the mealy bugs, *Rastrococcus invadens*. *Biosci Res Comm* **11**, 47–51.
- Ban D, Sladonja B, Lukic M, Lukic L, Lusetic V, Ganic KK et al. (2010) Comparison of pyrethrins extraction methods efficiencies. *Afr J Biotechnol* **9**, 2702–8.
- CAC (Codex Alimentarius Commission) (2010) Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organically produced foods, pp. 19–23, Italy.
- DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs) (2006)

- Compendium of UK organic standards, pp. 57–65, UK.
- EC (European Communities) (2007) Organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs, EEC No 2092/91, EU.
- Gouvza SM, Carvalho GA, Picanço MC, Morais EGF, Benevenuto JS, and Moreira MD (2010) Lethal and Behavioral Effects of Amazonian Plant Extracts on Leaf-Cutting Ant (Hymenoptera: Formicidae) Workers. *Sociobiology* **56**, 1–13.
- HC (Health Canada) (2010) PMRA list of formulants, Canada.
- IFORM (International Federation of Organic Agriculture Movements) (2012) The IFORM NORMS for organic production and processing, pp. 73–6, Germany.
- Jeon JH, Lee CH, and Lee HS (2010) Standardization of Acaricidal Bioassays for Developing Natural Acaricides against Three Mite Species (Arachnida: Acari). *J Korean Soc Appl Biol Chem* **53**, 810–5.
- Kim DI, Kim SG, Ko SJ, Kang, BR, Choi DS et al. (2010) Toxicology Study of Plant Extract made by *Chrysanthemum Cinerariaefolium* and *Melia Azedarach* against Natural Enemies and *Plutella Xylostella* on Chinese Cabbag. *Korean J Organic Agriculture* **18**, 559–71.
- Liauw MY, Natan FA, Widiyanti P, Iksari D, Indraswati N and Soetaredjo FE (2008) Extraction of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) using n-hexane and ethanol: studies of oil quality, kinetic and thermodynamic. *ARN J Eng Appl Sci* **3**, 49–53.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in Japan) (2012) Japanese agricultural standard for organic processed foods, Japan.
- NASAA (National Association for Sustainable Agriculture Australia Limited) (2012) NASAA organic standard, Australia.
- NOSB (National Organic Standards Board) (2010) Guidance Recommendation on inerts in pesticides allowed for use in organic production, United States.
- OMRI (Organic Materials Review Institute) (2011) Generic materials list, United States.
- Sae-Yun A, Ovatlamporn C, Itharat A, and Wiwattanapatapee R (2006) Extraction of rotenone from *Derris elliptica* and *Derris malaccensis* by pressurized liquid extraction compared with maceration. *J Chromatogr A* **1125**, 172–6.
- Sae-Yun A (2009) Extraction and formulation development of *Derris elliptica* for insect pest control. Ph.D. Thesis, Prince of Songkla University, Thailand.
- SSC (Standard Council of Canada) (2011) Organic production systems permitted substances lists, pp. 2–13, Canada.
- Toma W, Gracioso JS, Hiruma-Lima CA, Andrade FDP, Vilegas W, and Souza Brito ARM (2003) Evaluation of the analgesic and antiedematogenic activities of *Quassia amara* bark extract. *J Ethnopharmacol* **85**, 19–23.
- US GOP (Government printing office) (2012) Electronic Code of Federal Regulations; Title 7 agriculture-Part 205 national organic program, United States.
- Wenjie J, Yuchun F, Chunji G, Yunhui W, and Jie P (2009) Extraction and purification of deguelin from *Derris trifoliata* Lour root. *Int J Agric Biol Eng* **2**, 98–103.