

식물 추출물의 화장품 오염 미생물에 대한 생육억제 활성

류영현*† · 김동근* · 연일권* · 허창석* · 류정아* · 조우식* · 박상조** · 이윤수***

*경북농업기술원 유기농업연구소, **경북농업기술원 농업환경연구과, ***강원대학교 식물자원응용공학과

Screening for Inhibition Activity of Plant Extracts on Microorganism Contaminating in Cosmetics

Young Hyun Ryu*†, Dong Geun Kim*, Il Kwon Yeon*,
Chang Seok Huh*, Jung A Ryu*, Woo Sik Jo*, Sang Jo Park** and Youn Su Lee***

*Organic Agriculture Research Institute, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Service, Uiseong 769-803, Korea.

**Department of Plant Environment, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Service, Daegu 702-708, Korea.

***Department of Applied Plant Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

ABSTRACT : A total of 708 methanol extracts from 599 species in 126 families(e.g. Aceraceae) of plant resources were screened for inhibition of cosmetics contaminating microbe, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* using 96-well microplate bioassay. Four plant extracts including *Celastrus orbiculatus* inhibited the growth of *Staphylococcus aureus* over 90%, 38 extracts including *Acer palmatum* var. *nakaii* inhibited the growth of *Pseudomonas aeruginosa* over 60% and 10 extracts including *Ilex crenata* var. *microphylla* inhibited growth of *Candida albicans* over 60%. Plant extracts showing growth inhibition activity against *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *C. albicans* could be used as a reference guide for the future development of natural preservatives for cosmetics.

Key Words : Antimicrobial, Cosmetics, Natural Preservative, Plant Extracts

서 언

핸드크림과 같은 화장품은 사용시 손과 직접 접촉되며 사용 기간이 수개월로 길다. 따라서 대기중이나 인체에 존재하는 미생물에 의한 오염이 쉽게 일어날 수 있는 상황이다 (Smart and Spooner, 1992; Kim, 2013). 2005년에서 2008년 사이에 유럽지역에서 173종의 화장품 제품이 회수조치 된 바 있는데 그중 24종은 미생물오염으로 인한 것으로 대부분 병원성 *Pseudomonas aeruginosa*에 오염된 것으로 시장회수 조치되었으며 (Lundov and Zachariae, 2008), 또한 화장품에서의 미생물 오염을 연구한 결과에서 91종의 화장품중에 샴푸 제품의 6.7%, 액체비누 제품의 10%가 *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus epidermidis* 그리고 *Pseudomonas putida*에 오염되었으며 (Campana et al., 2006), 로션크림과 같은 유화

형 화장품에서도 방부살균제를 처리하지 않았을 경우 *Staphylococcus aureus*의 증식이 이루어짐을 보고하였다 (Ryu 등, 1992).

소비자가 화장품을 사용하면서 발생하는 미생물 오염을 방지하기 위해서 화장품들은 적절한 종류의 화학보존제 처리가 필요하다. 몇몇의 화학보존제들은 피부자극, 접촉알러지, 홍반, 접촉자극, 접촉피부염 같은 부작용을 유발할 수 있고 이러한 합성보존제에 대한 피부 자극이나 안전성의 문제가 대두되었다 (Groot and White, 1995).

이에 따라서 화장품에서의 미생물 오염방지와 생육 저해를 위해서 다양한 종류의 방부제를 사용하고 있는데 화장품에 포함되는 방부제는 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Heptyl, Benzyl paraben 등의 Paraben화합물, Formaldehyde 및 Quaternium-15, Imidazolidinyl urea, DMDM hydantoin과 같

†Corresponding author: (Phone) +82-54-832-9669 (E-mail) younghyunr@korea.kr

Received 2014 October 1 / 1st Revised 2014 November 10 / 2nd Revised 2014 December 10 / 3rd Revised 2014 December 31 / Accepted 2015 January 7

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.

은 releaser가 결합된 formaldehyde-releaser화합물, MCI (Methylchloroisothiazolinone) / MI (Methylisothiazolinone) 계열 그리고 Phenoxyethanol 등이 있다 (Jeong, 2013).

Paraben은 화장품중에서 대표적으로 사용되는 방부제인데 1920년 중반에 처음 사용되었으며 무색무취불휘발성이고, 화학적으로 안정하며 폭넓은 pH영역에서 그 효과를 발휘하는 장점이 있으나, 최근 피부발진과 독성이 있는 것으로 보고되고 있다 (Ahn 등, 2009).

Formaldehyde는 한국, 스위스, 일본에서는 화장품에 사용이 금지되었고, Formaldehyde-releaser으로 대체되어 가고 있다 (Sasseville, 2004).

MCI (Methylchloroisothiazolinone)와 MI (Methylisothiazolinone)는 화장품의 성분으로도 사용될 수 있으며 매우 적은 첨가량으로도 여러 가지 곰팡이와 세균을 제거할 수 있으나, 200 mg/Kg농도 이상을 사용할 경우, 피부에 강한 알레르기 반응을 일으킬 수 있다고 알려져 있다 (Sasseville, 2004).

Phenoxyethanol은 곰팡이, 세균, 곤충에 대한 광범위한 방부제 작용을 나타내어 화장품 및 여러 목욕용품 등 피부관련 제품에서 다양하게 사용되고 있는데 (Han 등, 2009), 경우에 따라 피부자극과 알러지를 일으킬 수 있는 가능성이 있다는 보고가 있다 (Zug et al., 2009).

식물은 여러 가지의 물질을 함유하고 있는데 특히 약용식물은 수천년간 세계 여러 지역에서 인류의 여러 질병을 치료하는데 이용되어 왔으며 약용식물에서 상당한 항균성물질이 밝혀져 이들 성분의 약리작용 및 항균성 효과에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는데 Oh 등 (1998)에 의해서 황련, 측백 등의 항균효과, Kim 등(2000)에 의해서는 초피추출물의 항균효과, Chung 과 Noh (2000)에 의해서는 허브식물의 항균력, Bae 등 (2005a, b)에 의해서는 꼭두서니와 금은화 추출물의 항균효과, Choi 와 Rhim (2008)에 의해서는 오레가노의 항균효과 그리고 Choi 등 (2013)에 의해서는 보골지, 오미자 추출물 등의 항균활성이 연구되었다.

Cho 등(2008)에 의해서 가자나무, 오배자, 계피 추출물을 천연방부제로 이용하여 화장품 제형에서의 방부효과, Shim (2008)에 의해서는 고삼추출물과 황금추출물을 이용한 화장수와 로션에서의 천연항균효과, Lee 등 (2012)에 의해서는 함박꽃나무, 오배자, 메타세콰이어 추출물을 이용한 화장품의 천연방부효과 그리고 Yang 등 (2012)에 의해서는 산벚나무 잎추출물에서의 항균활성 연구 등이 진행된 바 있다.

특히 Kim 등 (2013)에 의해서는 감귤인 부지화 미숙과의 에센셜오일을 추출하여 항산화와 항균활성 효과를 연구하였는데 부지화의 에센셜오일이 여드름 원인 세균인 *Staphylococcus epidermidis*와 *Propionibacterium acnes*에 대해서 생육 저해효과를 확인하였고 에센셜 오일은 화장품과 식품에 천연 항균제

로 적용 가능성을 보고하였다.

본 연구에서는 국내 식물자원 126과 599종 식물의 전초, 뿌리, 열매로 부터 methanol로 추출한 조추출물 708종을 수집하고 이들을 이용하여 화장품에 주로 발생하는 *Staphylococcus aureus* (황색포도상구균), *Pseudomonas aeruginosa* (녹농균), *Candida albicans* 등 3종 미생물들에 대한 생육억제 효과를 조사하여 천연 항균성 보존제로서의 이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 조추출물 분리 및 확보.

취꼬리마초 (*Justicia procumbens*)를 비롯한 126과, 599종의 식물체 (Table 1)를 상온조건 음지에서 건조한 다음 0.6 mm 이하로 분쇄하여 건조시료를 제조하고, 준비된 건조시료 100 g을 5 L 삼각플라스크에 넣고 99% methanol 2 L를 부어 실온에서 24시간 두었다. Methanol 추출액은 부흐너깔때기 (Buchner funnel, Daihan Scientific, Seoul, Korea)에 whatman여과지 (#1, Whatman International Ltd., Maidstone, England)를 사용하여 감압 여과하였다. 감압 여과된 methanol 분획은 회전진공농축기 (R-215, BCHI Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)를 이용하여 45°C에서 감압 농축한 후 동결 건조 (IlshinBiobase, Dongdoochun, Korea)하여 methanol 조추출물로 조제한 다음 냉동 보관 (-5 ± 1°C)하면서 항균성 실험에 사용하였다.

2. 시험미생물 균주 및 배양.

항균 활성 시험에 사용한 균주는 농촌진흥청 농업유전자원 센터의 KACC (Korean Agricultural Culture Collection (RDA-Genebank Information Center, Jeonju, Korea)로부터 분양받은 미생물을 사용하였는데 그람양성 세균으로는 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*, KACC 10768)를 그람음성 세균으로는 *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*, KACC 10185)을 그리고 항진균 활성에는 효모류인 *Candida albicans* (*C. albicans* KACC 30003)를 사용하였으며 세균류의 배양용 배지는 Nutrient agar배지 (Difco BD Diagnostics, Sparks, MD, USA)를 진균류의 배양용 배지는 YPD배지 (Difco BD Diagnostics, Sparks, MD, USA)를 사용하였다. 시험균주들은 각각의 배지에 접종하여 30°C에서 2-3일간 배양한 다음 5°C냉장고에 보관하였으며 미생물 생육억제 시험 48시간 전에 세균류는 Nutrient broth배지 (Difco BD Diagnostics, Sparks, MD, USA)에 그리고 진균류는 YPD broth배지 (Difco BD Diagnostics, Sparks, MD, USA)에 각각 재배양하여 시험에 사용하였다.

Table 1. Plant sources tested for effects on microorganism growth ordered by family and number of species.

Family	No. of species	Family	No. of species	Family	No. of species	Family	No. of species
Acanthaceae	1	Cruciferae	11	Loganiaceae	1	Rutaceae	10
Aceraceae	11	Cucurbitaceae	2	Lycopodiaceae	1	Sabiaceae	1
Actinidiaceae	1	Cupressaceae	5	Lythraceae	3	Salicaceae	11
Agavaceae	1	Cyperaceae	7	Magnoliaceae	7	Salviniaceae	1
Aizoaceae	1	Dioscoreaceae	5	Malvaceae	2	Sapindaceae	1
Amaranthaceae	2	Ebenaceae	2	Marsileaceae	1	Sapindaceae	2
Amaryllidaceae	2	Elaeocarpaceae	1	Meliaceae	1	Saxifragaceae	11
Anacardiaceae	3	Empetraceae	1	Menispermaceae	3	Schisandraceae	2
Apocynaceae	1	Equisetaceae	1	Moraceae	7	Scrophulariaceae	7
Aquifoliaceae	4	Ericaceae	8	Myrsinaceae	2	Selaginellaceae	1
Araceae	7	Eriocaulaceae	2	Myrtaceae	1	Simaroubaceae	2
Araliaceae	3	Euphorbiaceae	15	Nymphaeaceae	2	Solanaceae	3
Aristolochiaceae	2	Fagaceae	4	Oleaceae	3	Staphyleaceae	1
Asclepiadaceae	1	Flacourtiaceae	1	Onagraceae	4	Sterculiaceae	1
Aspidaceae	8	Fumariaceae	2	Ophioglossaceae	1	Styracaceae	1
Berberidaceae	6	Geraniaceae	5	Orchidaceae	5	Tamaricaceae	1
Betulaceae	10	Ginkgoaceae	1	Oxalidaceae	1	Taxaceae	1
Bignoniaceae	2	Gramineae	17	Paeoniaceae	1	Taxodiaceae	3
Boraginaceae	2	Guttiferae	3	Papaveraceae	4	Theaceae	2
Buxaceae	2	Haemodoraceae	1	Phytolaccaceae	3	Thymelaeaceae	4
Campanulaceae	1	Haloragaceae	1	Pinaceae	9	Tiliaceae	1
Cannabinaceae	2	Hamamelidaceae	2	Polygonaceae	22	Typhaceae	1
Caprifoliaceae	9	Hippocastanaceae	1	Pontederiaceae	1	Ulmaceae	6
Caryophyllaceae	7	Hydrocaryaceae	1	Portulacaceae	1	Umbelliferae	14
Celastraceae	4	Hydrocharitaceae	2	Potamogetonaceae	1	Urticaceae	2
Cercidiphyllaceae	1	Iridaceae	7	Primulaceae	4	Valerianaceae	1
Chenopodiaceae	1	Juglandaceae	3	Pteridaceae	2	Verbenaceae	3
Chloranthaceae	2	Labiatae	18	Punicaceae	1	Violaceae	2
Compositae	30	Lardizabalaceae	1	Ranunculaceae	14	Vitaceae	7
Convolvulaceae	1	Lauraceae	5	Rhamnaceae	3	Zingiberaceae	1
Cornaceae	6	Leguminosae	26	Rosaceae	53		
Crassulaceae	5	Liliaceae	23	Rubiaceae	8	Total	599

3. 96-well microplate를 이용한 식물 조추출물의 미생물 생육억제 효과 조사.

식물체 methanol 조추출물 0.1 g을 ethanol 1 mL에 녹이고 (10% W/V, 100 mg mL⁻¹), 이를 다시 2차 증류수로 다시 10배 희석한 조추출물 희석액 (1% W/V, 10 mg mL⁻¹)을 준비하여 미생물 생육억제 시험에 사용하였다.

미생물 생육억제 활성검정은 96-well microplate (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하였는데, 96-well microplate의 각 홀에 식물체 조추출물 희석액 (1% W/V, 10 mg mL⁻¹) 30 µL와 살균증류수에 희석시킨 미생물 배양체 희석액 (1X10⁴ CFU mL⁻¹) 30 µL를 혼합하여 총 60 µL로 만들어 microplate well에서의 최종적으로 식물체 조추출물 농도를 5,000 µg mL⁻¹ (5 mg mL⁻¹)로 조정하여 식물체

조추출물의 미생물 생육억제 효과를 조사하였다.

Positive control로는 식물체 조추출물 희석액 대신에 nutrient broth나 YPD broth를 첨가하였고 negative control로는 식물체 조추출물 희석액 대신에 멸균증류수를 첨가하였다. 미생물이 접종된 96-well microplate는 건조와 오염을 방지하기 위하여 microplate 뚜껑을 덮은 다음 주방용 랩 (Lock & Lock Co., Asan, Korea)으로 밀봉하여 30°C로 조절된 항온배양기 (Multi Thermo Incubator MTI-202, EYELA, Tokyo, Japan)에서 배양하였다.

접종된 96-well microplate는 도립현미경 (CKX41, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 배양 1일 후 부터 미생물의 증식을 관찰하였다.

식물체 조추출물의 미생물 생육억제 효과의 표시는 positive

Table 2. Effect of inhibition of plant extract against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*^a.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a. ^c	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Acanthaceae	<i>Justicia procumbens</i>	whole	-	-	-	Aquifoliaceae	<i>Ilex integra</i>	fruit	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer buergerianum</i>	leaf	-	-	-	Aquifoliaceae	<i>Ilex macropoda</i>	leaf	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer ginnala</i>	stem (bark)	-	-	-	Aquifoliaceae	<i>Ilex rotunda</i>	fruit	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer mandshuricum</i>	stem (bark)	-	-	-	Araceae	<i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i>	root	-	+++	-
Aceraceae	<i>Acer microsieboldianum</i>	leaf	-	-	-	Araceae	<i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i>	above-ground	-	+	-
Aceraceae	<i>Acer okamotoanum</i>	leaf	-	++	-	Araceae	<i>Arisaema heterophyllum</i>	above-ground	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer palmatum</i> var. <i>nakaii</i>	leaf	-	+++	-	Araceae	<i>Arisaema ringens</i>	root	-	+	-
Aceraceae	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>	leaf,stem	-	-	-	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	whole	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer pseudo-sibolianum</i>	leaf,stem	-	-	-	Araceae	<i>Symplocarpus renifolius</i>	root	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer takesimense</i>	leaf	-	-	-	Araceae	<i>Typhonium giganteum</i> Engl.	root	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer truncatum</i>	leaf	-	-	-	Araliaceae	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	stem	-	-	-
Aceraceae	<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	stem	-	-	-	Araliaceae	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i>	stem	-	-	-
Araceae	<i>Acorus gramineus</i> Sol.	above-ground	-	+++	-	Araliaceae	<i>Kalopanax pictus</i>	stem (bark)	-	-	-
Araceae	<i>Acorus gramineus</i> Sol.	root	-	-	-	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia manshuriensis</i>	stem	+	-	++
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> var. <i>platyphylla</i>	leaf	-	-	-	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia manshuriensis</i>	flower	-	-	-
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> var. <i>platyphylla</i>	stem	-	-	-	Aristolochiaceae	<i>Asarum sieboldii</i> Miq.	root	-	-	-
Agavaceae	<i>Yucca smalliana</i>	leaf	-	-	-	Asclepiadaceae	<i>Marsdenia tomentosa</i>	whole	-	-	-
Aizoaceae	<i>Mollugo verticillata</i>	whole	-	-	-	Aspidaceae	<i>Cyrtomium falcatum</i>	whole	-	-	-
Amarantaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	whole	-	-	-	Aspidaceae	<i>Diplazium subsinuatum</i>	whole	-	-	-
Amaranthaceae	<i>Achyranthes japonica</i>	whole	-	+++	-	Aspidaceae	<i>Dryopteris bissetiana</i>	whole	-	-	-
Amaryllidaceae	<i>Crinum asiaticum</i> var. <i>japonicum</i>	above-ground	-	-	-	Aspidaceae	<i>Dryopteris pacifica</i>	whole	-	-	-
Amaryllidaceae	<i>Lycoris koreana</i>	root	-	-	-	Aspidaceae	<i>Matteuccia orientalis</i>	whole	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus chinensis</i>	gallnut	-	-	-	Aspidaceae	<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	root	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus chinensis</i>	root	-	-	-	Aspidaceae	<i>Polystichum retrospaleaceum</i> var. <i>coraiense</i>	whole	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus chinensis</i>	fruit	-	-	-	Aspidaceae	<i>Rumohra standishii</i>	whole	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus succedanea</i>	leaf	-	-	-	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i>	leaf	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus succedanea</i>	stem	-	-	-	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> var. <i>lactifolia</i>	stem	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus succedanea</i>	fruit (unripend)	-	+	-	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> var. <i>lactifolia</i>	leaf	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Rhus trichocarpa</i>	leaf,stem	-	-	-	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> var. <i>quelpaertensis</i>	leaf	-	-	-
Apocynaceae	<i>Nerium indicum</i>	leaf	-	-	-	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> var. <i>quelpaertensis</i>	stem	-	-	-
Apocynaceae	<i>Nerium indicum</i>	stem	-	-	-	Berberidaceae	<i>Caulophyllum rebustum</i>	root	-	-	-
Aquifoliaceae	<i>Ilex crenata</i> var. <i>microphylla</i>	leaf	-	-	+++	Berberidaceae	<i>Epimedium koreanum</i> Nakai	root	-	-	-
Aquifoliaceae	<i>Ilex integra</i>	leaf,stem	-	-	-	Berberidaceae	<i>Jeffersonia dubia</i>	whole	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	P.a.	C.a.				S.a.	P.a.	C.a.
Betulaceae	<i>Alnus firma</i>	flower	-	-	-	Caryophyllaceae	<i>Silene gallica</i>	whole	-	-	-
Betulaceae	<i>Alnus firma</i>	leaf	-	-	-	Caryophyllaceae	<i>Stellaria aquatica</i>	whole	-	-	-
Betulaceae	<i>Alnus hirsuta</i>	leaf	-	-	-	Caryophyllaceae	<i>Vaccaria segetalis</i> (Neck.) Garcke	whole	-	-	-
Betulaceae	<i>Alnus japonica</i>	leaf	-	-	-	Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i>	fruit	-	-	-
Betulaceae	<i>Alnus japonica</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	leaf	+++++	-	-
Betulaceae	<i>Alnus japonica</i>	flower	-	-	-	Celastraceae	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold	leaf	-	+	-
Betulaceae	<i>Alnus maximowiczii</i>	stem	-	-	-	Celastraceae	<i>Euonymus hamiltonianus</i> Wall.	stem	-	-	-
Betulaceae	<i>Alnus pendula</i>	leaf	-	-	-	Celastraceae	<i>Euonymus pauciflorus</i>	stem	-	-	-
Betulaceae	<i>Carpinus cordata</i>	leaf,stem	-	-	-	Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Siebold & Zucc.	stem	-	-	-
Betulaceae	<i>Carpinus coreana</i>	leaf	-	-	-	Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Siebold & Zucc.	leaf	-	-	-
Betulaceae	<i>Carpinus laxiflora</i>	flower	-	-	-	Chenopodiaceae	<i>Salicornia herbacea</i>	whole	-	+	-
Betulaceae	<i>Carpinus tschonoskii</i>	leaf,flower	-	-	-	Chloranthaceae	<i>Chloranthus fortunei</i> var. <i>koreanus</i>	leaf,stem	-	-	-
Betulaceae	<i>Corylus sieboldiana</i> var. <i>mandshurica</i>	leaf	+	++	-	Chloranthaceae	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold	root	-	-	-
Bignoniaceae	<i>Campsis grandifolia</i> (Thunb.)	leaf,stem	-	-	-	Compositae	<i>Adenocaulon himalaicum</i>	root	-	-	-
Bignoniaceae	<i>Catalpa ovata</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia annua</i>	leaf	-	-	-
Boraginaceae	<i>Bothriospermum tenellum</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia fukudo</i>	leaf,stem	-	-	-
Boraginaceae	<i>Buglossoides zollingeri</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia japonica</i>	whole	-	-	-
Buxaceae	<i>Buxus microphylla</i> var. <i>koreana</i>	stem	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	root	-	-	-
Buxaceae	<i>Pachysandra terminalis</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia scoparia</i>	above-ground	-	-	-
Campanulaceae	<i>Codonopsis lanceolata</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Artemisia scoparia</i>	whole	-	-	-
Cannabinaceae	<i>Cannabis sativa</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	whole	-	-	-
Cannabinaceae	<i>Humulus japonicus</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Aster hayatae</i>	whole	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Abelia coreana</i>	leaf	-	-	-	Compositae	<i>Aster pekinensis</i>	whole	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Abelia coreana</i>	stem	-	-	-	Compositae	<i>Aster scaber</i>	flower	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Abelia coreana</i> var. <i>insularis</i>	leaf,stem	-	+++	-	Compositae	<i>Aster spathulifolius</i>	flower	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Abelia tyaihyoni</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Aster spathulifolius</i> var. <i>oharae</i>	above-ground	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Lonicera coreana</i>	stem	-	-	-	Compositae	<i>Atractylodes ovata</i> (Thunb.) DC	root	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i>	flower	-	-	-	Compositae	<i>Bidens tripartita</i>	whole	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Lonicera praeflorens</i>	stem	-	-	-	Compositae	<i>Cacalia firma</i>	above-ground	-	-	++
Caprifoliaceae	<i>Sambucus latipinna</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Carpesium abrotanoides</i>	flower	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Caprifoliaceae	<i>Viburnum carlesii</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Chrysanthemum coronarium</i> var. <i>spatiosum</i>	whole	-	-	-
Caprifoliaceae	<i>Viburnum dilatatum</i>	above-ground	-	-	-	Compositae	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> subsp. <i>coreanum</i>	whole	-	-	-
Caryophyllaceae	<i>Dianthus superbus</i> var. <i>longicalycinus</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i>	above-ground	-	-	-
Caryophyllaceae	<i>Melandryum oldhamianum</i> var. <i>roseum</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	above-ground	-	-	-
Caryophyllaceae	<i>Melandryum seoulense</i>	whole	-	-	-	Compositae	<i>Crepidiastrum lanceolatum</i>	above-ground	-	-	-
Caryophyllaceae	<i>Pseudostellaria coreana</i>	whole	-	+++	-	Compositae	<i>Crepidiastrum lanceolatum</i>	root	-	-	-
Compositae	<i>Erigeron canadensis</i>	whole	++	-	-	Cruciferae	<i>Arabis stelleri</i> var. <i>japonica</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Farfugium japonicum</i>	root	-	-	-	Cruciferae	<i>Cardamine impatiens</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Galinsoga parviflora</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Cardamine leucantha</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Inula helenium</i> L.	root	-	-	-	Cruciferae	<i>Cardamine violifolia</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Cardamine yezoensis</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Ixeris dentata</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Diplotaxis muralis</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Lapsana apogonoides</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Lepidium apetalum</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Leibnitzia anandria</i> (L.) Turcz.	root	-	-	-	Cruciferae	<i>Lepidium ruderales</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Nasturtium officinale</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Rhapontica uniflora</i>	above-ground	-	-	-	Cruciferae	<i>Rorippa indica</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Rudbeckia bicolor</i>	whole	-	-	-	Cruciferae	<i>Sisymbrium officinale</i> var. <i>leiocarpum</i>	whole	-	-	-
Compositae	<i>Rudbeckia laciniata</i> var. <i>hortensis</i>	above-ground	-	-	-	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>	above-ground	-	-	-
Compositae	<i>Saussurea gracilis</i>	whole	-	-	-	Cucurbitaceae	<i>Trichosanthes kirilowii</i> var. <i>japonica</i>	fruit flesh	-	-	-
Compositae	<i>Senecio vulgaris</i>	whole	-	-	-	Cupressaceae	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	leaf	-	-	-
Compositae	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	whole	-	-	-	Cupressaceae	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	leaf, stem	-	-	-
Compositae	<i>Tagetes erecta</i>	whole	-	-	-	Cupressaceae	<i>Chamaecyparis pisifera</i> var. <i>squarrosa</i>	leaf, stem	-	-	-
Compositae	<i>Xanthium strumarium</i>	fruit (unripend)	-	-	-	Cupressaceae	<i>Juniperus virginiana</i>	leaf, stem	-	-	-
Compositae	<i>Youngia sonchifolia</i>	whole	-	-	-	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i>	leaf	-	+++	-
Compositae	<i>Zinnia elegans</i>	leaf	-	-	-	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i>	stem	-	-	-
Convolvulaceae	<i>Calystegia soldanella</i>	whole	-	-	-	Cyperaceae	<i>Carex parviflora</i> var. <i>macroglossa</i>	whole	-	-	-
Cornaceae	<i>Aucuba japonica</i>	leaf	-	-	-	Cyperaceae	<i>Carex pumila</i>	whole	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	fruit stalk	-	-	-	Cyperaceae	<i>Carex scabrifolia</i>	whole	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	leaf, stem	-	-	++	Cyperaceae	<i>Scirpus komarovii</i> Roshev.	root	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus kousa</i> F.Buenger ex Miquel	leaf	-	-	-	Cyperaceae	<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr	root	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Cornaceae	<i>Cornus macrophylla</i>	leaf	-	-	-	Cyperaceae	<i>Scirpus triangulatus</i>	seed	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus officinalis</i>	leaf,stem	-	-	-	Cyperaceae	<i>Scirpus wichurae</i>	whole	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus officinalis</i>	fruit	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea bulbifera</i>	above-ground	-	-	-
Cornaceae	<i>Cornus walteri</i>	stem	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea japonica</i>	whole	-	-	-
Crassulaceae	<i>Hylotelephium spectabile</i> (Boreau)	above-ground	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	root	-	-	-
Crassulaceae	<i>Penthorum chinense</i> Pursh	seed	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea septemloba</i>	above-ground	-	-	-
Crassulaceae	<i>Penthorum chinense</i> Pursh	above-ground	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea septemloba</i>	root	-	+++	-
Crassulaceae	<i>Penthorum chinense</i> Pursh	root	-	-	-	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea tenuipes</i> Franch. & Sav.	root	-	-	-
Crassulaceae	<i>Sedum kamtschaticum</i> Fisch. & Mey.	root	-	-	-	Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	root	-	+	-
Crassulaceae	<i>Sedum middendorffianum</i> Maxim.	above-ground	-	-	-	Ebenaceae	<i>Diospyros lotus</i>	stem (bark)	-	-	-
Crassulaceae	<i>Sedum middendorffianum</i> Maxim.	root	+	-	-	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> var. <i>ellipticus</i>	leaf	-	-	-
Crassulaceae	<i>Sedum takesimense</i> Nakai	above-ground	-	-	-	Empetraceae	<i>Empetrum nigrum</i> var. <i>japonicum</i>	stem	-	-	-
Equisetaceae	<i>Equisetum ramosissimum</i>	whole	-	-	-	Flacourtiaceae	<i>Xylosma congestum</i>	stem (bark)	-	-	-
Ericaceae	<i>Hugeria japonica</i>	leaf,stem	-	-	-	Fumariaceae	<i>Corydalis turtshchaninovii</i>	whole	-	-	-
Ericaceae	<i>Pieris japonica</i> D. Don ex G. Don	leaf	-	-	-	Fumariaceae	<i>Dicentra spectabilis</i>	fruit	-	-	-
Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz.	above-ground	-	+++	-	Geraniaceae	<i>Geranium eriostemon</i> var. <i>reinii</i>	whole	-	-	-
Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	leaf	-	-	-	Geraniaceae	<i>Geranium nepalense</i> subsp. <i>thunbergii</i>	whole	-	-	-
Ericaceae	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	leaf	-	-	-	Geraniaceae	<i>Geranium sibiricum</i> L.	above-ground	-	-	-
Ericaceae	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	stem	-	-	-	Geraniaceae	<i>Geranium wilfordii</i>	whole	-	-	-
Ericaceae	<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	stem	-	-	-	Geraniaceae	<i>Pelargonium inquinans</i>	whole	-	+++	-
Ericaceae	<i>Vaccinium bracteatum</i>	stem	-	-	-	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	root	-	-	-
Ericaceae	<i>Vaccinium oldhami</i>	leaf	-	-	-	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	leaf,stem	-	-	-
Ericaceae	<i>Vaccinium oldhami</i>	stem	-	-	-	Gramineae	<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	whole	-	-	-
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon decemflorum</i>	whole	++	+	-	Gramineae	<i>Briza minor</i>	whole	-	-	-
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon miquelianum</i>	whole	-	+++	-	Gramineae	<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Aleurites fordii</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Gramineae	<i>Eleusine indica</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	stem	-	-	-	Gramineae	<i>Eragrostis ferruginea</i>	whole	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia ebracteolata</i>	above-ground	-	-	-	Gramineae	<i>Eragrostis japonica</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia ebracteolata</i>	root	-	-	-	Gramineae	<i>Leptochloa chinensis</i>	whole	+	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia esula</i>	whole	-	-	-	Gramineae	<i>Miscanthus sinensis</i>	above-ground	+	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia humifusa</i>	whole	-	+++	-	Gramineae	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia lathyris</i> Georgi	root	-	-	-	Gramineae	<i>Phalaris arundinacea</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	whole	-	-	-	Gramineae	<i>Phragmites communis</i>	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sieboldiana</i>	whole	-	-	-	Gramineae	<i>Phragmites japonica</i>	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia supina</i>	whole	-	-	+	Gramineae	<i>Poa acroleuea</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Mallotus japonicus</i>	fruit	-	-	-	Gramineae	<i>Secale cereale</i>	whole	-	-	++
Euphorbiaceae	<i>Mallotus japonicus</i>	leaf, stem	-	-	-	Gramineae	<i>Spodiopogon cotulifer</i>	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Merrcuialis leiocarpa</i>	whole	-	-	-	Gramineae	<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus urinaria</i>	whole	-	-	-	Gramineae	<i>Zoysia sinica</i>	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	root	-	-	-	Guttiferae	<i>Hypericum ascyron</i> L.	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Sapium japonicum</i>	leaf	-	-	-	Guttiferae	<i>Hypericum oliganthum</i> Franch. & Sav.	above-ground	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Sapium japonicum</i>	stem	-	-	-	Guttiferae	<i>Hypericum patulum</i> Thunb.	whole	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Securinega suffruticosa</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Guttiferae	<i>Hypericum patulum</i> Thunb.	above-ground	-	-	-
Fagaceae	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	stem (bark)	-	-	-	Guttiferae	<i>Hypericum patulum</i> Thunb.	root	-	-	-
Fagaceae	<i>Fagus crenata</i> var. <i>multinervis</i>	leaf	-	-	+++	Haemodoraceae	<i>Anemarrhena asphodeloides</i> Bunge	root	-	-	-
Fagaceae	<i>Quercus serrata</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Haemodoraceae	<i>Anemarrhena asphodeloides</i> Bunge	above-ground	-	-	-
Fagaceae	<i>Quercus serrata</i>	stem (bark)	-	-	-	Haloragaceae	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	whole	-	+++	-
Fagaceae	<i>Quercus variabilis</i>	stem (bark)	-	-	-	Hamamelidaceae	<i>Corylopsis coreana</i>	seed	-	-	-
Hamamelidaceae	<i>Corylopsis gotoana</i> var. <i>coreana</i>	leaf	-	-	-	Labiatae	<i>Schizonepeta tenuifolia</i> var. <i>japonica</i>	seed	-	-	-
Hamamelidaceae	<i>Corylopsis gotoana</i> var. <i>coreana</i>	stem	-	-	-	Labiatae	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	root	++	+++	-
Hamamelidaceae	<i>Hamamelis japonica</i>	leaf	-	-	-	Labiatae	<i>Scutellariadentata</i> var. <i>alpina</i>	whole	++	+++	-
Hippocastanaceae	<i>Aesculus trubinata</i>	stem (bark)	-	-	-	Labiatae	<i>Scutellaria indica</i>	whole	-	-	+
Hippocastanaceae	<i>Aesculus turbinata</i> Blume	leaf	-	+	-	Lardizabalaceae	<i>Akebia quinata</i>	whole	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Hydrocaryaceae	<i>Trapa japonica</i>	whole	-	-	-	Lauraceae	<i>Actinodaphne lancifolia</i>	twig	-	-	-
Hydrocharitaceae	<i>Hydrilla verticillata</i>	whole	-	-	-	Lauraceae	<i>Lindera erythrocarpa</i>	stem	-	-	-
Hydrocharitaceae	<i>Hydrocharis dubia</i>	whole	-	-	-	Lauraceae	<i>Lindera erythrocarpa</i>	fruit	-	+++	-
Iridaceae	<i>Gladiolus gandavensis</i> Van	leaf,stem	-	+++	-	Lauraceae	<i>Lindera glauca</i>	leaf	-	-	-
Iridaceae	<i>Gladiolus gandavensis</i> Van	root	-	-	-	Lauraceae	<i>Lindera obtusiloba</i>	flower	-	-	-
Iridaceae	<i>Iris germanica</i> L.	above-ground	-	-	-	Lauraceae	<i>Litsea japonica</i>	stem(heartwood)	-	-	-
Iridaceae	<i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i> (Fisch.) Koidz.	root	-	+++	-	Lauraceae	<i>Litsea japonica</i>	stem(bark)	-	-	-
Iridaceae	<i>Iris netschinskia</i>	seed	-	+++	-	Leguminosae	<i>Albizia julibrissin</i>	fruit	-	-	-
Iridaceae	<i>Iris pseudoacorus</i>	above-ground	-	-	-	Leguminosae	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	whole	-	-	-
Iridaceae	<i>Iris savatieri</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Astragalus sinicus</i>	whole	-	-	+
Iridaceae	<i>Tritonia xrocosmiiflora</i> G.Nicholson	root	-	-	-	Leguminosae	<i>Campylotropis macrocarpa</i>	root	-	-	-
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i>	stem(heartwood)	-	-	-	Leguminosae	<i>Cercis chinensis</i>	root	-	-	-
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i>	stem(bark)	-	-	-	Leguminosae	<i>Crotalaria sessiliflora</i>	whole	-	-	-
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i>	leaf	-	-	-	Leguminosae	<i>Dunbaria villosa</i>	whole	-	-	-
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i>	stem	-	-	-	Leguminosae	<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i>	stem(heartwood)	-	-	-
Juglandaceae	<i>Juglans sinensis</i>	stem(bark)	-	-	-	Leguminosae	<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i>	stem(bark)	-	-	-
Juglandaceae	<i>Platycarya strobilacea</i>	fruit	-	-	-	Leguminosae	<i>Glycine soja</i>	whole	+	-	-
Juncaceae	<i>Juncus papillosus</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	root	-	-	-
Juncaceae	<i>Juncus tenuis</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Indigofera kirilowi</i>	whole	-	-	-
Labiatae	<i>Agastache rugosa</i>	flower	-	-	-	Leguminosae	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	whole	-	-	-
Labiatae	<i>Elsholtzia splendens</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Lespedeza bicolor</i>	above-ground	-	-	-
Labiatae	<i>Glechoma grandis</i> (A.Gray) Kuprian.	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Maackia fauriei</i>	stem(heartwood)	-	-	-
Labiatae	<i>Lamium amplexicaule</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Medicago sativa</i>	above-ground	-	-	-
Labiatae	<i>Lamium purpureum</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Melilotus alba</i>	above-ground	-	-	-
Labiatae	<i>Leonurus macranthus</i>	whole	-	+++	-	Leguminosae	<i>Melilotus suaveolens</i>	above-ground	-	-	-
Labiatae	<i>Leonurus sibiricus</i>	root	-	+++	-	Leguminosae	<i>Phaseolus calcaratus</i>	whole	+	-	-
Labiatae	<i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i>	whole	-	-	-	Leguminosae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	whole	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Labiatae	<i>Mosla dianthera</i>	whole	++	-	-	Leguminosae	<i>Pisum sativum</i>	whole	-	-	-
Labiatae	<i>Phlomis koraiensis</i>	above-ground	-	-	-	Leguminosae	<i>Pueraria thunbergiana</i>	flower	-	-	-
Labiatae	<i>Salvia japonica</i> Thunb.	above-ground	-	-	-	Leguminosae	<i>Pueraria thunbergiana</i>	stem	-	-	-
Labiatae	<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge	root	-	-	-	Leguminosae	<i>Robinia pseudo-accacia</i>	leaf, stem	-	-	-
Leguminosae	<i>Senna tora</i> (L.) Roxb.	root	-	-	-	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	seed	-	-	-
Leguminosae	<i>Vicia unijuga</i>	whole	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	stem	-	-	-
Leguminosae	<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i>	whole	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	leaf	-	-	-
Leguminosae	<i>Wisteria floribunda</i>	leaf	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Magnolia kobus</i>	leaf	-	-	-
Leguminosae	<i>Wisteria floribunda</i>	insect cyst	-	-	++	Magnoliaceae	<i>Magnolia liliiflora</i> Desr.	above-ground stem	-	-	-
Liliaceae	<i>Allium microdictyon</i> Prokh.	root	++	-	-	Magnoliaceae	<i>Magnolia obovata</i>	(bark)	-	-	-
Liliaceae	<i>Allium sacculiferum</i>	whole	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Magnolia sieboldii</i>	stem	-	-	-
Liliaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> var. <i>orientale</i>	whole	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Michelia compressa</i>	leaf	-	-	-
Liliaceae	<i>Asparagus schoberioides</i>	whole	-	-	-	Magnoliaceae	<i>Michelia compressa</i>	stem (bark)	-	-	-
Liliaceae	<i>Convallaria keiskei</i>	seed	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus hamabo</i>	stem(heartwood)	-	-	-
Liliaceae	<i>Convallaria keiskei</i> Miq.	root	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus hamabo</i>	stem (bark)	-	-	-
Liliaceae	<i>Disporum smilacinum</i>	whole	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus hamabo</i>	flower	-	-	-
Liliaceae	<i>Disporum viridescens</i>	whole	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	leaf	-	-	-
Liliaceae	<i>Heloniopsis orientalis</i>	whole	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	stem (heartwood)	-	-	-
Liliaceae	<i>Hemerocallis fulva</i>	whole	-	-	-	Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	stem (bark)	-	-	-
Liliaceae	<i>Hemerocallis littorea</i>	above-ground	-	-	-	Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i>	whole	-	-	-
Liliaceae	<i>Hosta capitata</i>	seed	-	-	-	Meliaceae	<i>Cedrela sinensis</i>	fruit	+	-	-
Liliaceae	<i>Hosta capitata</i>	whole	-	-	-	Menispermaceae	<i>Cocculus trilobus</i>	fruit	-	+++	-
Liliaceae	<i>Hosta longipes</i>	whole	-	-	-	Menispermaceae	<i>Menispermum dauricum</i>	whole	-	-	-
Liliaceae	<i>Hosta minor</i>	whole	-	-	-	Menispermaceae	<i>Sinomenium acutum</i>	whole	-	-	-
Liliaceae	<i>Liriope platyphylla</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	above-ground	-	-	-
Liliaceae	<i>Ophiopogon jaburan</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	whole	-	-	-
Liliaceae	<i>Ophiopogon japonicus</i>	above-ground	-	-	-	Moraceae	<i>Ficus erecta</i>	stem (heartwood)	-	-	-
Liliaceae	<i>Paris verticillata</i>	whole	-	+++	-	Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	root	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Liliaceae	<i>Polygonatum involucreatum</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	stem	-	-	-
Liliaceae	<i>Smilacina japonica</i>	above-ground	-	-	-	Moraceae	<i>Morus bombycis</i>	root	-	-	-
Liliaceae	<i>Trillium kamschaticum</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Morus bombycis</i>	leaf,stem	-	-	-
Liliaceae	<i>Trillium tschonoskii</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Morus bombycis</i> for. kase	leaf,stem	-	-	-
Liliaceae	<i>Tulipa edulis</i>	whole	-	-	-	Moraceae	<i>Morus tiliaefolia</i>	leaf	-	-	-
Liliaceae	<i>Veratrum nigrum</i> var. <i>ussuriense</i>	above-ground	-	-	-	Myrsinaceae	<i>Ardisia japonica</i>	whole	-	-	-
Loganiaceae	<i>Buddleja davidii</i>	whole	-	-	-	Myrsinaceae	<i>Ardisia pusilla</i>	whole	-	-	-
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium annotinum</i>	above-ground	-	-	-	Myrtaceae	<i>Callistemon lanceola</i>	stem	-	-	-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	leaf	-	-	-	Nymphaeaceae	<i>Nuphar pumilium</i>	whole	-	-	-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	leaf	-	-	-	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea tetragona</i> var. <i>angusta</i>	root	-	-	-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Oleaceae	<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	leaf,stem	-	-	-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	stem (bark)	-	+	-	Oleaceae	<i>Ligustrum quihoui</i> var. <i>latifolium</i>	leaf	-	+++	-
Oleaceae	<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	leaf	-	-	-	Pinaceae	<i>Tsuga sieboldii</i>	stem	-	-	-
Onagraceae	<i>Ludwigia prostrata</i>	whole	-	-	-	Pinaceae	<i>Tsuga sieboldii</i>	leaf	-	-	-
Onagraceae	<i>Oenothera laciniata</i>	whole	-	-	-	Pinaceae	<i>Tsuga sieboldii</i>	stem (bark)	-	-	-
Onagraceae	<i>Oenothera lamarckiana</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Aconogonum polymorphum</i>	above-ground	++	+++	-
Onagraceae	<i>Oenothera speciosa</i> Nutt.	above-ground	-	-	-	Polygonaceae	<i>Fallopia ciliinervis</i> (Nakai) Hammer	root	-	-	-
Ophioglossaceae	<i>Botrychium multifidum</i> var. <i>robustum</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Fallopia ciliinervis</i> (Nakai) Hammer	above-ground	-	-	-
Orchidaceae	<i>Calanthe discolor</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria conspicua</i>	whole	-	-	-
Orchidaceae	<i>Cephalanthera longibracteata</i>	whole	-	++	-	Polygonaceae	<i>Persicaria filiforme</i>	whole	-	-	-
Orchidaceae	<i>Epipactis thunbergii</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria japonicum</i>	above-ground	-	-	-
Orchidaceae	<i>Goodyera macrantha</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria nodosa</i>	whole	-	+	-
Orchidaceae	<i>Spiranthes sinensis</i>	whole	-	+++	+	Polygonaceae	<i>Persicaria senticosa</i>	whole	-	-	-
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria trigonocarpa</i> (Makino) Nakai	whole	-	+	-
Paeoniaceae	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	above-ground	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria trigonocarpa</i> (Makino) Nakai	above-ground	-	+++	-
Papaveraceae	<i>Chelidonium majus</i>	root	-	-	-	Polygonaceae	<i>Persicaria vulgaris</i> Webb & Moq.	whole	-	+++	-
Papaveraceae	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	above-ground	-	-	-	Polygonaceae	<i>Polygonum viscoferum</i>	whole	-	-	-
Papaveraceae	<i>Coreanomecon hylomeconoides</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Reynoutria elliptica</i>	seed	-	-	-
Papaveraceae	<i>Macleaya cordata</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	fruit	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Papaveraceae	<i>Papaver radicum</i> var. <i>pseudoradicatum</i>	whole	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rheum palmatum</i> L.	root	-	-	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i>	above-ground	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rheum tanguticum</i> Maxim. Et Balf.	above-ground	-	-	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i>	fruit	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rheum undulatum</i> L.	above-ground	++	+	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca esculenta</i>	leaf,stem	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i> L.	whole	-	-	-
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca insularis</i>	leaf,stem	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	above-ground	-	-	-
Pinaceae	<i>Abies koreana</i>	stem	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	root	-	-	-
Pinaceae	<i>Abies koreana</i>	root	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex conglomeratus</i>	root	-	-	-
Pinaceae	<i>Picea abies</i>	leaf	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	root	-	-	-
Pinaceae	<i>Picea abies</i>	stem	-	-	-	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	above-ground	-	-	-
Pinaceae	<i>Picea abies</i>	stem(bark)	-	-	-	Pontederiaceae	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i>	whole	-	-	-
Pinaceae	<i>Picea koraiensis</i>	leaf,stem	-	-	-	Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i>	whole	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus bungeana</i>	stem	-	-	-	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton cristantus</i>	whole	-	+	-
Pinaceae	<i>Pinus bungeana</i>	leaf	-	+++	-	Primulaceae	<i>Lysimachia clethroides</i>	whole	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus densiflora</i>	stem (bark)	-	-	-	Primulaceae	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>avurica</i>	seed	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus densiflora</i> for. <i>multicaulis</i>	leaf	-	-	-	Primulaceae	<i>Primula modesta</i> var. <i>fauriae</i>	whole	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	root	-	-	-	Primulaceae	<i>Primula sieboldii</i>	whole	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	leaf	-	-	-	Pteridaceae	<i>Adiantum pedatum</i>	above-ground	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	root	-	-	-	Pteridaceae	<i>Adiantum pedatum</i>	root	-	-	-
Pinaceae	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	stem	-	-	-	Pteridaceae	<i>Onychium japonicum</i>	whole	-	-	-
Punicaceae	<i>Punica granatum</i>	above-ground	-	-	-	Rosaceae	<i>Potentilla cryptotaeniae</i> Maxim.	root	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Aconitum sibiricum</i>	whole	-	+	-	Rosaceae	<i>Potentilla discolor</i> Bunge	root	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Actaea asiatica</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	whole	-	-	+
Ranunculaceae	<i>Adonis amurensis</i>	above-ground	-	-	-	Rosaceae	<i>Potentilla nivea</i>	whole	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Adonis amurensis</i>	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Potentilla supina</i> L.	root	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Anemone raddeana</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Pourthiaea villosa</i>	above-ground	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Cimicifuga acerina</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>brunnea</i>	leaf	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis mandshurica</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	leaf	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis patens</i>	above-ground	-	+++	-	Rosaceae	<i>Prunus buergeriana</i>	leaf	+	-	-
Ranunculaceae	<i>Clematis patens</i>	root	-	+++	-	Rosaceae	<i>Prunus leveilleana</i>	stem(bark)	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Delphinium maackianum</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc.	leaf	-	+++	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Ranunculaceae	<i>Hepatica asiatica</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus padus</i> var. <i>seoulensis</i>	leaf	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Hepatica insularis</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus padus</i> var. <i>seoulensis</i>	stem (bark)	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Hepatica maxima</i>	whole	-	-	+	Rosaceae	<i>Prunus salicina</i> Lindl.	stem	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Pulsatilla cernua</i>	whole	+	-	-	Rosaceae	<i>Prunus salicina</i> var. <i>columnaris</i>	above-ground	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus quelpaertensis</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	leaf	-	-	-
Ranunculaceae	<i>Semiaquilegia adoxoides</i>	whole	-	-	-	Rosaceae	<i>Prunus triloba</i> var. <i>truncata</i> Kom.	stem	-	-	-
Rhamnaceae	<i>Rhamnus davurica</i>	leaf,stem	-	-	-	Rosaceae	<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i>	above-ground	-	-	-
Rhamnaceae	<i>Sageretia theezans</i>	leaf,stem	-	+++	-	Rosaceae	<i>Pyrus pyrifolia</i>	stem (heartwood)	-	-	-
Rhamnaceae	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i>	stem	-	-	+	Rosaceae	<i>Pyrus pyrifolia</i>	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Amelanchier asiatica</i>	leaf	-	-	-	Rosaceae	<i>Raphiolepis umbellata</i>	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Aruncus dioicus</i>	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Raphiolepis umbellata</i> var. <i>intergerrima</i>	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin)	stem	-	-	-	Rosaceae	<i>Rhodotypos scandens</i>	root	-	+	-
Rosaceae	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin)	leaf	-	-	-	Rosaceae	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Crataegus maximowiczii</i>	stem	-	-	-	Rosaceae	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>platyphylla</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Crataegus pinnatifida</i>	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Exochorda serratifolia</i>	stem	-	-	++	Rosaceae	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	stem	-	-	-
Rosaceae	<i>Filipendula palmata</i> (Pall.) Maxim.	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus corchorifolius</i>	stem	-	-	-
Rosaceae	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	above-ground	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus coreanus</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus hongnoensis</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	stem	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus longisepalus</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Malus pumila</i> var. <i>dulcissima</i>	stem	-	-	++	Rosaceae	<i>Rubus oldhamii</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Malus pumila</i> var. <i>dulcissima</i>	leaf	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus parvifolius</i>	whole	-	-	-
Rosaceae	<i>Malus sieboldii</i>	stem (bark)	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus phoenicolasius</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Potentilla chinensis</i> Ser.	above-ground	-	-	-	Rosaceae	<i>Rubus soribifolius</i>	whole	-	-	-
Rosaceae	<i>Potentilla chinensis</i> Ser.	root	-	-	-	Rosaceae	<i>Sanguisorba hakusanensis</i>	whole	-	-	-
Rosaceae	<i>Sanguisorba officinalis</i>	whole	-	-	-	Salicaceae	<i>Salix glandulosa</i>	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Sanguisorba tenuifolia</i> var. <i>purpurea</i>	whole	-	-	+	Salicaceae	<i>Salix graciliglans</i>	above-ground	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Rosaceae	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> Maxim.	above-ground	-	-	-	Salicaceae	<i>Salix hultenii</i>	stem	-	-	-
Rosaceae	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> Maxim.	leaf	-	-	-	Salicaceae	<i>Salix koreensis</i>	leaf	-	-	-
Rosaceae	<i>Sorbus commixta</i> Hedl.	stem	-	-	-	Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Spiraea chinensis</i>	stem	-	-	-	Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> var. <i>multinervis</i>	above-ground	-	-	-
Rosaceae	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	leaf	-	-	-	Salviniaceae	<i>Azolla imbricata</i>	whole	-	-	-
Rosaceae	<i>Spiraea trichocarpa</i>	leaf	-	-	-	Sapindaceae	<i>Acer triflorum</i> Kom.	stem	-	-	-
Rubiaceae	<i>Adina rubella</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Sapindaceae	<i>Acer triflorum</i> Kom.	leaf	-	-	-
Rubiaceae	<i>Adina rubella</i>	stem (bark)	-	-	-	Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxmann	root	-	-	-
Rubiaceae	<i>Asperula maximowiczii</i>	whole	-	-	-	Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxmann	leaf	-	-	-
Rubiaceae	<i>Damnacanthus indicus</i>	above-ground	-	+	-	Sapindaceae	<i>Sapindus mukorossi</i>	above-ground	-	-	-
Rubiaceae	<i>Galium gracilens</i>	whole	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>dauidii</i>	root	-	-	-
Rubiaceae	<i>Galium kinuta</i>	whole	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Astilbe koreana</i>	whole	-	-	-
Rubiaceae	<i>Gardenia jasminoides</i> for. <i>grandiflora</i>	stem	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Chrysosplenium grayanum</i>	whole	-	-	-
Rubiaceae	<i>Paederia scandens</i>	whole	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Deutzia crenata</i> for. <i>plena</i>	above-ground	-	-	-
Rubiaceae	<i>Rubia chinensis</i> var. <i>glabrescens</i>	whole	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Deutzia prunifolia</i>	stem	-	-	-
Rutaceae	<i>Citrus unshiu</i>	leaf,stem	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> for. <i>otaksa</i>	above-ground	-	-	-
Rutaceae	<i>Dictamnus dasycarpus</i> Turcz.	root	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>	above-ground	-	-	-
Rutaceae	<i>Evodia daniellii</i>	leaf	-	-	++	Saxifragaceae	<i>Kirengeshoma koreana</i>	root	-	-	-
Rutaceae	<i>Fortunella japonica</i> var. <i>margarita</i>	whole	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Mukdenia rossii</i> (Oliv.) Koidz.	above-ground	-	-	-
Rutaceae	<i>Phellodendron insulare</i>	leaf	-	+++	-	Saxifragaceae	<i>Rodgersia podophylla</i>	above-ground	-	-	-
Rutaceae	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	stem	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Rodgersia podophylla</i>	root	-	-	-
Rutaceae	<i>Poncirus trifoliata</i> Raf.	fruit	-	-	-	Saxifragaceae	<i>Tiarella polyphylla</i>	whole	-	-	-
Rutaceae	<i>Poncirus trifoliata</i> Raf.	seed	-	-	-	Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	fruit	-	-	-
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	root	-	-	-	Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	root	-	-	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	above-ground	-	-	-	Schisandraceae	<i>Schisandra repanda</i> (Siebold & Zucc.)	stem	-	+	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	fruit	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i>	whole	-	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum planispinum</i>	leaf	-	+	-	Scrophulariaceae	<i>Mazus miquelii</i>	whole	-	+	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum planispinum</i>	stem	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i>	fruit	-	-	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	fruit	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i>	leaf, stem	-	-	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	above-ground	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Paulownia tomentosa</i>	leaf	-	-	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	seed	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Paulownia tomentosa</i>	stem	-	-	-
Sabiaceae	<i>Meliosma oldhamii</i>	stem (bark)	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia boreal-koreana</i>	above-ground	-	-	-
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	leaf, stem	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia takesimensis</i>	above-ground	-	-	-
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	leaf	-	-	-	Scrophulariaceae	<i>Veronica arvensis</i>	whole	-	-	-
Selaginellaceae	<i>Selaginella tamariscina</i>	whole	-	-	-	Umbelliferae	<i>Angelica tenuissima</i> Nakai	root	-	-	-
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	stem (heartwood)	-	-	-	Umbelliferae	<i>Bupleurum falcatum</i>	whole	-	-	-
Simaroubaceae	<i>Picrasma quassioides</i>	stem	-	-	-	Umbelliferae	<i>Bupleurum longeradiatum</i>	whole	-	-	-
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i>	whole	-	-	-	Umbelliferae	<i>Cnidium japonicum</i>	above-ground	-	-	-
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i>	above-ground	-	-	-	Umbelliferae	<i>Cnidium officinale</i> Makino	root	-	-	-
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L. var. <i>nigrum</i>	above-ground	-	-	-	Umbelliferae	<i>Glehnia littoralis</i>	whole	-	-	-
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L. var. <i>nigrum</i>	root	-	-	-	Umbelliferae	<i>Heracleum moellendorffii</i> Hance	root	-	-	-
Staphyleaceae	<i>Staphylea bumalda</i>	above-ground	-	-	-	Umbelliferae	<i>Ostericum grosseserratum</i>	whole	-	-	-
Sterculiaceae	<i>Firmiana simplex</i>	above-ground	-	-	-	Umbelliferae	<i>Peucedanum hakuunense</i>	whole	-	-	-
Styracaceae	<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	fruit	-	-	-	Umbelliferae	<i>Pimpinella brachycarpa</i>	whole	-	-	-
Tamaricaceae	<i>Tamarix chinensis</i>	above-ground	-	-	-	Urticaceae	<i>Achudemia japonica</i>	whole	-	-	-
Taxaceae	<i>Cephalotaxus koreana</i>	stem	-	-	-	Urticaceae	<i>Boehmeria nivea</i>	above-ground	-	-	-
Taxodiaceae	<i>Cryptomeria japonica</i>	stem	-	-	-	Valerianaceae	<i>Patrinia saniculaefolia</i>	whole	-	+++	-
Taxodiaceae	<i>Sciadopitys verticillata</i>	leaf	-	-	-	Verbenaceae	<i>Callicarpa dichotoma</i>	above-ground	-	-	-
Taxodiaceae	<i>Sciadopitys verticillata</i>	stem	-	-	-	Verbenaceae	<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	leaf	-	-	-
Taxodiaceae	<i>Taxodium distichum</i>	stem	-	-	-	Verbenaceae	<i>Caryopteris divaricata</i>	above-ground	++ +	-	-

Table 2. continued.

Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b			Family	Scientific name	Plant parts	growth inhibition ^b		
			S.a.	Pa.	C.a.				S.a.	Pa.	C.a.
Theaceae	<i>Stewartia pseudocamellia</i> Maxim.	leaf	-	-	-	Verbenaceae	<i>Caryopteris divaricata</i>	root	-	+++	-
Theaceae	<i>Ternstroemia japonica</i>	leaf	-	-	-	Violaceae	<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i>	whole	-	-	-
Thymelaeaceae	<i>Daphne genkwa</i>	above-ground	-	+++	-	Violaceae	<i>Viola keiskei</i>	whole	-	-	-
Thymelaeaceae	<i>Daphne kiusiana</i>	leaf	-	-	-	Vitaceae	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	leaf	-	-	+
Thymelaeaceae	<i>Daphne kiusiana</i>	stem	-	-	-	Vitaceae	<i>Parthenocissua tricuspidata</i>	whole	-	-	-
Thymelaeaceae	<i>Daphne odora</i>	above-ground	-	-	-	Vitaceae	<i>Vitis amurensis</i>	above-ground	-	-	-
Thymelaeaceae	<i>Wikstroemia trichotoma</i>	whole	-	-	-	Vitaceae	<i>Vitis coignetiae</i>	whole	-	-	-
Tiliaceae	<i>Tilia amurensis</i>	leaf	-	-	-	Vitaceae	<i>Vitis flexuosa</i>	above-ground	-	-	-
Typhaceae	<i>Typha orientalis</i>	flower	-	-	-	Vitaceae	<i>Vitis thunbergii</i> var. <i>sinuata</i>	above-ground	-	-	-
Ulmaceae	<i>Aphananthe aspera</i>	leaf	-	-	-	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>	above-ground	-	-	-
Ulmaceae	<i>Celtis choseniana</i>	stem (bark)	-	-	-	Zingiberaceae	<i>Curcuma aromatica</i> Salisb. L.	root	-	-	-
Ulmaceae	<i>Ulmus davidiana</i>	leaf	-	-	-						
Ulmaceae	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	stem	-	-	+						
Ulmaceae	<i>Ulmus pumila</i>	fruit (seed)	-	-	-						
Ulmaceae	<i>Zelkova serrata</i>	stem (bark)	-	-	-						
Umbelliferae	<i>Angelica czernevia</i>	leaf, stem	-	-	-						
Umbelliferae	<i>Angelica czernevia</i>	root	-	-	-						
Umbelliferae	<i>Angelica dahurica</i>	root	-	-	-						
Umbelliferae	<i>Angelica gigas</i>	whole	-	-	-						
Umbelliferae	<i>Angelica sinensis</i>	root	-	-	-						

a. Each microorganism was inoculated in 96-well microplate containing 5,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ of plant extract and observed after 1-2 days for their growth under light microscope and repeated for 3 times with 3 times of independent replicated experiment.

b. Growth inhibition ; -: 90 \pm 10% growth compared to positive control, +: 60 \pm 20% growth compared to positive control, ++: 25 \pm 15% growth compared to positive control, +++: less than 10% growth compared to positive control.

c S.a.:*Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* KACC10768, Pa.:*Pseudomonas aeruginosa* KACC 10185, C.a.:*Candida albicans* KACC 30003.

control에서의 미생물 증식농도에 대비하여 식물체 조추출물 첨가시 미생물 증식농도가 90 \pm 10% 정도로 증식되는 경우에는 -, 60 \pm 20% 증식되는 경우에는 +, 25 \pm 15% 증식되는 경우에는 ++ 그리고 positive control대비 10%이하의 증식이 나타나는 경우에는 +++로 표시하였다 (Table 2).

식물체 추출물에 대한 96-well microplate이용 생육억제 효과 시험은 1회 시험에 3반복이상 실시하였으며 3회 이상 실시하여 일관된 생육억제 효과가 나오는 것을 확인한 다음 항균효과에 대한 결과를 작성하였다.

결과 및 고찰

1. *Staphylococcus aureus*에 대한 생육억제 활성

126과, 599종의 식물에서 뿌리, 잎 등의 부위별로 나누어 methanol로 추출한 조추출물 708종의 조추출물이 화장품에 주로 오염원이 되는 3종 미생물, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* 등의 생육에 미치는 영향을 조사하였다 (Table 2).

*S. aureus*에 대하여 positive control 대비, 90%이상의 생육

억제 효과를 나타낸 식물추출물은 노박덩굴 (*Celastrus orbiculatus*)의 잎부위, 황금 (*Scutellaria baicalensis* Georgi)의 뿌리, 대황 (*Rheum undulatum* Linne)의 지상부, 누린내풀 (*Caryopteris divaricata*)의 지상부 부위를 비롯한 4종이었으며 *P. aeruginosa*에 대해서는 내장단풍 (*Acer palmatum* var. *nakaii*)의 잎부위 추출물을 비롯한 38종으로 나타났다 (Table 2).

Ham 등(2013)에 따르면 *S. aureus*에 효과적인 항균작용을 나타내는 식물은 탕자나무 (*Poncirus trifoliata*)의 ethanol 추출물, 홍화 (*Carthamus tinctorius*)의 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 추출물이라 보고하였는데 본 연구에 사용된 탕자나무 (*Poncirus trifoliata*)의 methanol 추출물에서는 활성이 나타나지 않았는데 추후 재검토가 필요하다.

국내 한약재에서의 항균활성 연구 (Doh, 2010)에서 지유 (*Sanguisorba officinalis*), 황련 (*Coptis chinensis*) 그리고 마치현 (*Portulaca oleracea*)의 물, 메탄올 추출물에서 *S. aureus*와 *Vibrio parahaemolyticus*에 강한 항균 활성을 가지며, 물보다는 메탄올 추출액의 항균 활성이 높은 것으로 나타났으며 특히 지유 (*Sanguisorba officinalis*)의 물 및 메탄올추출물이 *S. aureus* 및 *V. parahaemolyticus*에 대하여 강한 항균 활성이 보고하였다. 본 연구에서는 지유 (*Sanguisorba officinalis*) 메탄올 추출물이 *S. aureus*에 대해서 생육억제효과가 없는 것으로 나타났는데 Doh (2010)의 연구에서는 사용된 추출물 농도가 5% 희석농도임에 비해서 본 연구에서 사용된 지유 (*Sanguisorba officinalis*) 메탄올 추출물 희석농도는 Doh (2010)의 연구에 비해서 1/10의 낮은 농도 (0.5%)로 사용되어 생육억제 효과가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

2. *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 생육억제 활성

녹농균인 *Pseudomonas aeruginosa*는 병원내 감염의 주요한 원인균 중의 하나로 각종의 임상검체나 병원 환경에서도 분리되며, 중양환자나 면역기능이 떨어진 환자에게 감염이 쉽게 유발되며 화장품에서도 발견된 사례가 보고되는 세균이다.

*P. aeruginosa*에 대해서 90%이상의 생육억제 효과를 나타낸 추출물은 내장단풍 (*Acer palmatum* var. *nakaii*) 잎, 석창포 (*Acorus gramineus* Sol.) 지상부, 우슬 (*Achyranthes japonica*) 전초, 창포 (*Acorus calamus* var. *angustatus*) 뿌리, 섬땡강나무 (*Abelia coreana* var. *insularis*) 잎 및 줄기, 참개별꽃 (*Pseudostellaria coreana*) 전초, 노박덩굴 (*Celastrus orbiculatus* Thunb.) 잎, 측백나무 (*Thuja orientalis*) 잎, 국화마 (*Dioscorea septemloba*) 뿌리, 진달래 (*Rhododendron mucronulatum* Turcz.) 지상부, 개수염 (*Eriocaulon miquelianum*) 전초, 땅빈대 (*Euphorbia humifusa*) 전초, 펠라고니움 (*Pelargonium inquinans*) 전초, 물수세미 (*Myriophyllum verticillatum*) 전초,

글라디올러스 (*Gladiolus gandavensis* Van) 잎 줄기, 타래붓꽃 (*Iris lactea* var. *chinensis*) 뿌리, 창포붓꽃 (*Iris netschinskia*) 씨앗, 송장풀 (*Leonurus macranthus*) 전초, 익모초 (*Leonurus sibiricus*) 뿌리, 황금 (*Scutellaria baicalensis* Georgi) 뿌리, 수골무꽃 (*Scutellaria dentata* var. *alpina*) 전초, 비목나무 (*Lindera erythrocarpa*) 과실, 샷갓나물 (*Paris verticillata*) 전초, 땡땡이덩굴 (*Cocculus trilobus*) 과실, 상동잎쥐똥나무 (*Ligustrum quihoui* var. *latifolium*) 잎, 타래난초 (*Spiranthes sinensis*) 전초, 백송 (*Pinus bungeana*) 잎, 상아 (*Aconogonum polymorphum*) 지상부, 가는개여뀌 (*Persicaria trigonocarpa* Nakai) 지상부, 봄여뀌 (*Persicaria vulgaris*) 전초, 큰꽃으아리 (*Clematis patens*) 지상부, 큰꽃으아리 (*Clematis patens*) 뿌리, 상동나무 (*Sageretia theezans*) 잎 줄기, 매실나무 (*Prunus mume*) 잎, 섬황벽나무 (*Phellodendron insulare*) 잎, 팔꽃나무 (*Daphne genkwa*) 지상부, 금마타리 (*Patrinia saniculaefolia*) 전초, 누린내풀 (*Caryopteris divaricata*) 뿌리추출물 등 38종으로 나타났다.

Moon 등 (2004)의 연구에 의하면 *P. aeruginosa*를 비롯하여 *B. subtilis*, *S. aureus*, *S. epidermidis* 등에 항균력을 가진 약용식물은 감국 (*Chrysanthemum indicum*), 감초 (*Glycyrrhiza uralensis*), 계피 (*Cinnamomum cassia*), 녹차나무 (*Camellia sinensis*), 모과나무 (*Chaenomeles sinensis*), 목단 (*Paeonia suffruticosa*), 애엽 (*Artemisia princeps*), 인진호 (*Artemisia capillaris*), 적양 (*Alnus japonica*), 정향 (*Syringa pubescens* subsp. *patula*), 천초 (*Zanthoxylum bungeanum*), 측백 (*Platycladus orientalis*), 팔각향 (*Illicium verum*) 등을 보고하였는데 본 연구에서는 측백 (*Platycladus orientalis*) 추출물이 동일한 결과를 보였으나 목단 (*Paeonia suffruticosa*) 추출물 등은 효과가 없었는데, 앞으로 본 연구결과와 상이한 부분에 대해서는 차후에 동시 실험을 실시하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

Eum (2012)의 연구에서는 *P. aeruginosa*에 대한 항균물질을 찾기 위하여 한의학에서 전통적으로 사용되어 오던 34종류의 약용식물로부터 에탄올 추출물들을 이용하여 항균활성을 조사한 결과 치자나무 (*Gardenia jasminoides*), 우영 (*Arctium lappa*), 귤나무 (*Citrus unshiu*), 황벽나무 (*Phellodendron amurense*) 등의 에탄올 추출물들이 *P. aeruginosa* ATCC 27853에 대해서 항균활성을 나타내었다고 하였으며 이들 중 치자나무 (*Gardenia jasminoides*)의 에탄올 추출물은 *P. aeruginosa*에 대해 강한 항균활성을 나타내었다고 보고하였는데 본 연구의 메탄올 조추출물에서는 생육억제 효과가 나타나지 않았다.

*S. aureus*와 *P. aeruginosa*에 대해서 동시에 90%이상의 생육억제 효과를 나타낸 식물추출물은 노박덩굴 (*Celastrus*

orbiculatus)의 잎, 황금 (*Scutellaria baicalensis* Georgi) 뿌리, 대황 (*Rheum undulatum* Linne) 지상부, 누린내풀 (*Caryopteris divaricata*) 지상부 부위로 나타나 (Table 2) 이들 추출물들은 앞으로 항세균제 용도로 활용성이 높을 것으로 생각된다.

3. *Candida albicans*에 대한 생육억제 활성

사람에게 구내염과 질염 등 칸디다증을 유발하는 진균류인 *Candida albicans*에 대해서 60%이상의 생육억제효과를 나타낸 추출물은 쯔팡팡나무 (*Ilex crenata* var. *microphylla*) 잎, 등칫 (*Aristolochia manshuriensis*) 줄기, 병풍취 (*Cacalia firma*) 지상부, 층층나무 (*Cornus controversa*) 과병, 너도밤나무 (*Fagus crenata* var. *multinervis*) 잎, 호밀 (*Secale cereale*) 전초, 등나무 (*Wisteria floribunda*) 충낭, 가침박달나무 (*Exochorda serratifolia*) 줄기, 사과나무 (*Malus pumila* var. *dulcissima*) 줄기, 쉬나무 (*Evodia daniellii*) 잎부위 등 10종으로 나타났다.

특히 너도밤나무 (*Fagus crenata* var. *multinervis*)의 잎부위 추출물은 90%이상의 증식억제효과를 나타내어 가장 높은 억제효과를 나타내었고 사과나무 (*Malus pumila* var. *dulcissima*)의 경우 줄기부위 추출물은 생육억제효과를 나타내었으나 잎부위에서의 추출물은 억제효과가 나타나지 않아 식물체 부위별로 뚜렷한 차이가 나타났다.

Cho 등 (2008)의 연구에서는 오배자 (chinese galls, *Rhus javanica*) 추출물이 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*와 그람 음성균인 *Pseudomonas aeruginosa*와 *E. coli*에 대한 항세균 활성이 우수하였고, 육계나무 (*Cinnamomum cassia*) 추출물은 효모균인 *Candida albicans*와 진균류인 *Aspergillus niger*에 대해 우수한 항진균 활성을 나타내었다고 보고하였다.

Shim (2008)의 연구에서는 고삼추출물, 황금추출물 그리고 황금+고삼추출물 등이 1주 배양시 *Candida albicans*를 사멸시켜 고삼추출물과 황금추출물이 *Candida albicans*에 대해서 우수한 항균력을 갖고 있음을 확인하였는데 본 연구에서는 오배자 (chinese galls), 육계나무 (*Cinnamomum cassia*), 고삼 (*Sophora flavescens*) 추출물 등이 본 연구에 포함되지 않아 실험결과의 직접적인 비교가 어려웠다.

다만 본 연구에서 황금 (*Scutellaria baicalensis*)의 메탄올 추출물은 *Staphylococcus aureus*와 *Pseudomonas aeruginosa*에 대해서 생육억제 효과가 나타났으나 *Candida albicans*에 대해서는 억제효과가 나타나지 않았다.

Seong (2006)의 연구에서는 백작약 (*Paeonia japonica*)의 dichloromethane추출물과 methanol추출물이 *C. albicans*에 대하여 높은 수준의 항진균 활성을 나타내었고 물 추출물은 항균 활성이 없었고 methanol추출물보다 dichloromethane 추출물의 항균활성이 높았다고 보고하였는데 본 연구에서 사용된

작약 (*Paeonia japonica*)에서는 생육억제 효과가 나타나지 않아 *Paeonia* 근연종간에서 항균활성에 대한 차이점이 실제로 존재하는지는 좀 더 연구가 진행되어야 할 것 같다.

Kim 등 (2009)의 연구에서는 수종의 한약재를 에탄올로 추출하여 *Candida*속 진균류에 대한 생육억제 효과를 연구하였는데 깽깽이풀 (*Jeffersonia dubia*, 황련) 추출물은 *C. albicans*에 대해서, *C. tropicalis*에 대해서는 민들레 (*Taraxacum mongolicum*, 포공영) 추출물, 약모밀 (*Houttuynia cordata*, 어성초) 추출물, 작약 (*Paeonia lactiflora* var. *hortensis*) 추출물이 저해효과를 나타내었으며 이들 추출물은 *C. glabrata*, *C. parapsilesis*, *C. utilis* 등 3개종에 대해서는 항균활성은 나타나지 않았다고 보고하였는데 본 연구에 사용된 깽깽이풀 (*Jeffersonia dubia*, 황련)의 메탄올 추출물은 *C. albicans*에 대한 생육억제 효과가 나타나지 않았다.

본 연구에서는 10종의 식물추출물이 *C. albicans*에 대하여 상당한 수준의 항진균 활성을 나타내므로 앞으로의 연구를 통하여 사람에게 대한 안전성 여부가 규명된다면 화장품에 첨가할 수 있는 천연 항진균성 보존제의 소재로 사용될 가능성이 있다고 생각된다.

Cho 등 (2008)의 연구에서 가자, 오배자, 계피추출물을 단독으로 사용했을 때는 세균과 진균에 대해 충분한 항균 활성을 갖지 못했지만 3종 식물 추출물을 조합한 최적 조합비로 구성된 혼합추출물은 세균과 진균에 대해 상호 보완적인 작용을 하여 *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* 등의 세균류와 *C. albicans*, *Aspergillus niger* 등의 진균류에 대해 우수한 항균 활성을 나타내었고 상업적으로 널리 사용되고 있는 파라벤 혼합 방부제와 유사한 정도의 방부 활성을 나타냄을 확인한바 있다.

본 연구에서는 Cho 등 (2008)의 연구에서 사용된 3종 식물 추출물에 대한 미생물 생육억제실험이 진행되어 않아 직접적인 비교가 어려우나 본 연구에서 생육억제활성이 나타난 식물 추출물을 조합하여 비교 실험할 필요가 있을 것으로 생각된다.

2종의 세균, *S. aureus*, *P. aeruginosa*에 대해서 동시에 90%이상의 생육억제 효과를 나타낸 식물 중에서 노박덩굴 (*Celastrus orbiculatus*)의 잎, 대황 (*Rheum undulatum*)의 지상부, 누린내풀 (*Caryopteris divaricata*)의 지상부, 그리고 *C. albicans*에 생육억제 효과를 나타낸 식물중에서 쯔팡팡나무 (*Ilex crenata* var. *microphylla*)의 잎, 등칫 (*Aristolochia manshuriensis*)의 줄기, 병풍취 (*Cacalia firma*)의 지상부, 너도밤나무 (*Fagus crenata* var. *multinervis*)의 잎, 호밀 (*Secale cereale*)의 전체부위, 사과나무 (*Malus pumila* var. *dulcissima*)의 줄기 등은 한약재에 비해서 가격이 싸고 비교적 재배가 쉬우며 생체량이 많고 산야에서 쉽게 자랄 수 있는 종류로 이들 추출물 재료에 대한 경제성은 충분히 확보될 수 있

을 것으로 여겨진다.

앞으로 이들 추출물들에 대한 인체 독성의 안전성 실험이 밝혀진다면 화장품첨가용 천연보존제 혹은 다양한 세균 및 진균의 감염에 의해서 유발되는 여러 감염성질환의 치료 및 병원내 감염을 예방하는 천연항균 대체 물질로서 다양하게 사용될 가능성이 있을 것으로 생각되며 앞으로 식물 기원의 천연 살균 물질을 연구하는 연구자에게 이 연구가 참고 자료가 되었으면 한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008434, PJ101414)와 농림수산식품기술기획평가원(과제번호: 111155-03-2-HD110)의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn HS, Nah WH, Lee JE, Oh YS and Gye MC.** (2009). Toxicity and endocrine disrupting effect of parabens. *Korean Journal of Environmental Biology*. 27:323-333.
- Bae JH, Jang HJ and Jung JI.** (2005a). Antimicrobial effect of *Rubia akane* Nakai extract on food-borne pathogens. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 34:389-394.
- Bae JH, Kim MS and Kang EH.** (2005b). Antimicrobial effect of *Lonicerae flos* extracts on food-borne pathogens. *The Korean Journal of Food Science and Technology*. 37:642-647.
- Campana R, Scesa C, Patrone V, Vittoria E and Baffone W.** (2006). Microbiological study of cosmetic products during their use by consumers: Health risk and efficacy of preservative systems. *Letters in Applied Microbiology*. 43:301-306.
- Cho EM, Bae JT, Pyo HB and Lee GS.** (2008). Antimicrobial plant extracts as an alternative of chemical preservative: Preservative efficacy of *Terminalia chebula*, *Rhus japonica* (gallnut) and *Cinnomum cassia* extract in the cosmetic formula. *Journal of The Society of Cosmetic Scientists of Korea*. 34:325-331.
- Choi EJ, Jang SR, Kang OJ and Bang WS.** (2013). Antimicrobial activity of *Psoralea corylifolia*, *Schisandra chinensis* and *Spatholobus suberectus* extracts. *The Korean Journal of Food Science and Technology*. 45:495-500.
- Choi MY and Rhim TJ.** (2008). Antimicrobial effect of oregano (*Origanum majorana* L.) extract on food-borne pathogens. *Korean Journal of Plant Resources*. 21:352-356.
- Chung HJ and Noh KL.** (2000). Screening of electron donating ability, antibacterial activity and nitrite scavenging effect of some herbal extracts. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 16:372-377.
- Doh ES.** (2010). Antibacterial activity of medicinal plant extracts to *S. aureus* KCCM 12256 and *V. parahaemolyticus* KCCM 11965. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 20:881-887.
- Eum JS.** (2012). Activity of nature plants extracts against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering* 16:1799-1804.
- Groot AC and White IR.** (1995). *Cosmetics and skin care products*, Textbook of Contact Dermatitis(2nd ed.). Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Germany. p.461.
- Ham YJ, Yang JH and Na CS.** (2013). Screening of antibacterial activity against to *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogens*, *Mannheimia haemolytica* and *Salmonella gallinarum* using different plant extracts. *Korea Journal of Organic Agriculture*. 21:105-113.
- Han SH, Gwon HJ, Lim YM, An SJ, Youn MH, Jo SY, Mun EG and Nho YC.** (2009). Evaluation of the cytotoxicity of preservatives in gamma-irradiated hydrogel. *Applied Chemistry*. 13:57-60.
- Jeong SH.** (2013). A Review of safety evaluations of cosmetic preservatives. *Korean Journal of Aesthetics and Cosmetology*. 11: 827-833.
- Kim DH.** (2013). Study on permissible usage period setting by analyzing contaminated microbes in open cosmetics. Ministry of Food and Drug Safety. Osong. Chungbuk, Korea. p.55-62.
- Kim JY, Yi YS and Lim YH.** (2009). Biological and antifungal activity of herbal plant extracts against *Candida* species. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*. 37:42-48.
- Kim SS, Hyun JM, Kim KS, Park KJ, Park SM and Choi YH.** (2013). Influence of essential oil in 'Shiranuhi' immature fruit on antioxidant and antimicrobial activities. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 21:493497.
- Kim YD, Kang, SK, Choi OJ, Lee HC, Jang MJ and Shin SC.** (2000). Screening of antimicrobial activity of *Chopi (Zanthoxylum piperitum* DC.) extract. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 29:1116-1122.
- Lee JY, Lee JN, Lee GT and Lee KK.** (2012). Development of antimicrobial plant extracts and its application to cosmetics. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*. 38:171-179.
- Lundov MD and Zachariae C.** (2008). Recalls of microbiologically contaminated cosmetics in EU from 2005 to May 2008. *International Journal of Cosmetic Science* 30:471-474.
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park YK and Jung ST.** (2004). Antimicrobial effects of methanol extracts from some medicinal herbs and the content of phenolic compounds. *Korean Journal of Food Preservation*. 11:207-213.
- Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C and Yu JY.** (1998). Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. *The Korean Journal of Food Science and Technology*. 30:957-963.
- Ryu MS, Kim JK, Won SH and Kim NK.** (1992). The growth inhibition of *Staphylococcus aureus* in emulsion type cosmetics with antiseptics. *Journal of the Korean Institute of Industrial Safety*. 7:22-29.
- Sasseville D.** 2004. Hypersensitivity to preservatives. *Dermatologic Therapy*. 17:251-263.
- Seong IW.** (2006). Antifungal activity of the extract from *Paeonia*

- japonica* against *Candida albicans*. Korean Journal of Medical Mycology. 11:19-26.
- Shim SB.** (2008). The study of preservative system in cosmetics using botanical antimicrobial. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society. 9:344-1348.
- Smart R and Spooner DF.** (1972). Microbiological spoilage in pharmaceuticals and cosmetics. Journal of the Society of Cosmetic Chemists. 23:721-737.
- Yang SA, Pyo BS, Kim SM and Lee KI.** (2012). Antibacterial activity and nitric oxide production inhibitory activity of the extract and its fractions from the leaves of *Prunus sargentii*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:308314.
- Zug KA, Warshaw EM, Fowler JF, Maibach HI, Belsito DL, Pratt MD, Sasseville D, Storrs FJ, Taylor JS, Mathias CG, Deleo VA, Rietschel RL and Marks J.** (2009). Patch-test results of the North American contact dermatitis group 2005-2006. Dermatitis. 20:149-60.