

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
종장기 Code	A	RIMS Code			
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
강원도 자생식물의 자원화 연구		작물보호 LS0803	'00 ~'08	농산물이용시험장 농업생물소재	허수정
1) 자생식물의 농약활성물질 탐색 및 이용연구		작물보호 LS0803	'00 ~'08	농산물이용시험장 농업생물소재	허수정
2) 향료자원 탐색연구		저장,가공이용 LS0505	'07 ~'08	농산물이용시험장 농업생물소재	허수정
색인용어	자생식물, 농약활성물질, 향료자원				

1. 연구목표

현대사회에서는 합성물질의 오·남용으로 인한 환경오염 등의 문제가 심각하게 대두되고 있고, 이와 함께 경제적인 생활여건의 향상으로 화두로 떠오른 Well-being에 대한 관심이 사회 전반에 확산되고 있으나, 멜라민 파동, 잔류농약 등 먹거리 안전에 대한 문제가 여전히 발생하고 있어 소비자는 안전한 먹거리를 찾는데 촉각을 세우고 있고, 환경오염 등으로 아토피 등 민감성 피부로 고생하는 사람들의 증가로 천연소재에 대한 관심이 날로 높아지고 있다. 이와 더불어 천연소재를 이용한 식품첨가물, 화장품첨가물, 무공해농약 등의 수요가 급증하고 있고, 그 활용범위는 생활속에 밀접하게 관계하여 식품, 생활용품, 의류소재는 물론 건축자재, 공업용 도료, 가축사료 등에 이르기까지 다양하다. 세계 각국은 자원의 전쟁이라고 할 수 있을 만큼 천연자원을 활용한 연구들이 활발히 진행되고 있고, 중국 등의 국가에서는 이에 따르는 연구시설과 연구비를 국가적인 차원에서 지원하고 있다. GR출범이후 유기합성 농약보다는 환경순화형 천연물방제제가 선호되고 있고, 합성농약 감축정책에 따른 대체제의 개발은 필수적으로 이루어져야 할 과제이다. 또한 자연주의, 기능성을 고려한 천연향료시장은 한방재 원료를 중심으로 한 화장품시장과 샴푸 등의 세정제, 아토피 등 민감성 피부를 겨냥한 유아용품에 이르기까지 가파른 성장세를 꾸준히 이어가고 있다.

풍부한 식물자원이 서식하는 강원도의 장점을 활용하여 식물유래의 천연물을 활용한 소재 개발연구를 선점하고, 농약대체 방제소재와 더불어 유망 천연향료식물을 발굴, 다양한 제품의 소재로 활용할 수 있도록 하여 농가소득 및 기업매출 증대에 보탬이 되고자 이 연구를 수행하였다.

2. 주요 결과

가. 자생식물의 농약활성물질 탐색 및 이용연구

1) 자생식물 추출물의 확보

- 천연물연구를 시작하기에 앞서 연구의 기본이 될 수 있는 시료를 확보하고자 2000년도 부터 자생식물과 생약재 등 약 850여종의 시료를 수집하였음.
- 이들 시료는 각종 생리활성 시험에 이용할 수 있도록 음건 후 마쇄하여 용도에 따라 메탄올과 에탄올 등의 용매를 이용하거나 열수추출한 후 감압농축과 동결건조를 거쳐 고형의 추출물상태로 제조하고, 밀봉한 후 저온에서 보관하였음.

2) 제초활성효과

- 300여종의 메탄올 추출물을 대상으로 seed bio-assay를 통해 식물생장량을 조사하였으며, 이들 중 할미꽃, 애기수영, 가중나무, 가시박, 족도리, 삼지구엽초, 산마늘을 대상으로 활성물질을 분리하고자 하였으며, 이들의 GR₅₀ 값은 각각 6,776, 3,120, 690, 328, 242, 381, 736 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 이었음.
- 할미꽃이 함유한 제초활성물질을 분리하기 위해 메탄올추출물을 n-hexane, di chloromethane, ethyl acetate, n-butanol로 극성별로 순차분획하여 CH₂Cl₂분획물의 활성이 가장 높은 것을 확인하고, 수회에 걸친 column chromatography, TLC 분석으로 62 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 GR₅₀값을 나타낸 분획물을 질량분석 등 기기분석을 활용하여 제초활성물질 「아네모닌(Anemonine)」을 분리 동정함.
- 애기수영은 유럽원산의 귀화식물로 길가나 공터에 자라는 잡초로 극성별 용매분획에 있어서는 n-hexane 분획물에서 690 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 GR₅₀ 값을 나타내었고, chromatography와 기기분석을 통해 제초활성물질 「크리소파닉산(chrysophanic acid)」를 분리·동정하였음.
- 가중나무 조추출물의 제초활성은 매우 우수하여 1,000ppm의 농도에서 드렁새, 털비듬, 알방동사니의 종자발아를 100%억제하였고, 경엽처리 10,000ppm에서 100%고사하여 가중나무 메탄올 조추출물의 살초효과가 매우 우수함을 알 수 있었음.
- 환경유해식물로 생태계를 교란하는 식물로 잘 알려져 있는 가시박은 메탄올 조추출물 상태에서도 2,000ppm 드렁새, 털비듬, 알방동사니의 90%이상의 종자발아 효과가 있었으며, 특히 CH₂Cl₂분획물은 43 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 GR₅₀ 값을 나타내어 매우 높은 활성을 나타내었음.
- 생약명으로 세신이라 불리는 족도리는 메탄올 추출물 상태의 GR₅₀ 값이 242 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 우수하였고, n-hexane 분획물이 제초활성물질을 포함하는 것으로 확인하여 「엘레미신(elemicin)」을 분리·동정하였음.
- 삼지구엽초는 음양곽이라 불리는 생약재로 CH₂Cl₂ 분획층과 EtOAc 분획층의 활성이 각각 GR₅₀ 값이 231, 476 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 우수하였음. CH₂Cl₂ 분획물은 일련의 분석과정을 거쳐 132 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 GR₅₀ 값을 가지는 「메틸파라벤조에이트(methyl-p-benzoate)」를 제초활성물질로 분리하였음.

- 산마늘 추출물은 n-hexane을 제외한 전 분획층에서 CH₂Cl₂ 58, EtOAc 177, BtOH 184 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 낮은 GR₅₀값을 나타내어 이들의 제초활성이 매우 높음을 알 수 있고, 물질 분리 동정에 관한 후속연구가 요구됨.

3) 살균활성효과

- 농업유해균 6종(벼도열병균, 벼잎집무늬마름병균, 오이잣빛곰팡이병균, 토마토역병균, 밀녹병균, 보리흰가루병균)에 대한 메탄올 추출물의 살균효과를 3,000 ppm 수준에서 미세스프레이를 이용하여 검정한 결과 도열병균에 80%이상의 살균효과가 있는 추출물은 28종(당단풍, 단풍취, 미나리냉이, 박새, 사시나무, 노루오줌, 황금노타리, 노루궁뎅이, 표고, 표고(열수추출), 영지(열수추출), 메리골드, 황금노타리(열수추출), 노루궁뎅이(열수추출), 정향, 백부근, 고삼(뿌리), 붉나무, 노회, 대풍자, 진범, 고삼(종실), 마황, 아귀, 칩, 호초, 속수자, 잣나무)이었고, 토마토역병균, 밀녹병균, 보리흰가루병균에 80%이상의 살균활성을 나타낸 추출물은 당단풍, 아귀, 박새 각각 1종이었음.
- 인삼 주요병원균 6종(모잘록병균, 잣빛곰팡이병균, 역병균, 균핵병균, 점무늬병균, 탄저병균)을 대상으로 paper-disc를 이용한 항균효과시험은 주로 에탄올과 열수로 추출한 생약재 추출물과 정유 등 180여 종에 대해 실시하였으며, 흰별과 바질 정유, 음양곽 추출 단리물인 MPB가 잣빛곰팡이병균에 효과가 있었으며, 어성초 추출물은 점무늬병균에 대해 항균효과를 나타내었음.

4) 살충효과

- 메탄올 추출물 농업해충 5종(벼멸구, 복숭아진딧물, 배추좀나방, 담배거세미나방, 두점박이응애)에 5,000ppm 수준으로 처리하여 살충효과를 검정한 결과 벼멸구에 대해 은행나무추출물이 100% 살충효과를 나타내었고, 두점박이응애에 대해서는 80%이상의 살충효과를 나타낸 추출물은 은행나무, 개쑥, 어성초 등 3종이었음.

나. 향료자원 탐색연구

1) 향료자원 선별위한 시료의 조제

- 향료자원 탐색에 사용할 시료의 조제를 위해 자생식물을 채취하여 용매추출물과 연속수증기증류 장치를 이용하여 정유(essential oil)와 후로랄 워터를 확보하였음.

2) 세포독성 평가

- 제품개발 소재로 활용할 수 있는 기본 시험으로 HaCaT cell(human)를 대상으로 361개의 시료에 대해 0.005%, 0.01%, 0.02%의 농도에서 세포독성 평가를 실시한 결과 모든 농도에서 세포 증식능을 나타낸 추출물은 13종이었음.
- 세포독성 확인결과 대부분의 시료에서 세포독성이 나타남.

3) 미백효과 검증

- 화장품 중 가장 큰 시장을 형성하고 있는 미백용품 시장의 접근 소재를 발굴하기 위해 mouse melanoma cell을 대상으로 미백효과 검정을 위해 75종의 시료를 이용하여 arbutin 대비 멜라닌 합성저해능을 측정한 결과 12개의 시료에서 90%이상의 멜라닌 합성저해능을 나타냈으나 모든 시료에서 피부독성을 나타내어 내어 화장품원료로의 사용이 어려울 것으로 판단됨.
- 시험한 향료식물 중 긴병꽃풀의 후로랄 워터는 상기 12종만큼 뛰어난 미백효능을 나타내지는 않았지만 피부에 안전하고 85%수준 정도로 양호한 멜라닌 합성저해능을 나타내어 화장품 첨가제로의 개발 가능성이 있음.

4) 항균효과 검증

- 식품 보존용, 생활용품 활용소재를 발굴하기 위해 호기성세균 중 그람양성균인 *Bacillus cereus* (KCTC1012), *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (KCTC1927), *Staphylococcus epidermidis* (KCTC1917)와 그람음성균인 *Escherichia coli* (KCTC2571), *Pseudomonas aeruginosa* (KCTC2641), 혐기성세균인 *Propionibacterium acnes* (KCTC3314), 효모균 중 *Saccharomyces cerevisiae* (KCTC7913), 비듬균 *Malassezia furfur* (KCTC7546)를 시험균주로 이용하여 361개 시료의 항균활성을 억제 환(環, clear zone)으로 확인하는 paper disc diffusion 방법을 이용하여 항균효과를 측정한 결과 Penicillin과 Streptomycin (50U/disc), Erythromycin(50µg/disc)의 대조구에 비해 유의한 효과를 나타낸 시료는 없었음.
- 여드름균(*Propionibacterium acnes*)에 대해 감수성을 나타낸 종이 1종 있었으나 지속력이 짧아 단독소재로의 이용은 어려울 것으로 판단되나 같은 균에 효과가 있는 다른 소재와의 혼용을 통한 적용이 가능할 것으로 생각됨.

5) 해충 기피활성 효과

- 연속수증기증류장치를 이용해 조제한 정유를 활용한 해충기피제 개발 소재를 선별하기 위해 복숭아혹진딧물과 두점박이응애를 대상으로 곤충 사육상 내에 정유를 점적한 paper-disc를 함께 넣고 사육 후 48시간 후 살충율을 조사하였다. 15종의 정유의 활성을 검정한 결과 긴병꽃풀과 흰별 정유가 두 가지 해충에 80%이상의 효과가 있었음.

6) 천연물 활용 제품 개발

- 미백기능을 나타낸 긴병꽃풀 후로랄 워터를 상백피, 감초, 홍삼추출물 등의 천연재료에 더하여 만든 미백기능강화 화장품으로 스킨, 로션, 크림을 제조하였음.
- 비타민C의 함량이 높고 항염효과가 탁월한 것으로 알려진 비타민나무의 오일과 추출농축액을 천연재료에 배합하여 민감성피부에도 안심하고 사용할 수 있고, 여드름 등의 피부 트러블을 완화시킬 수 있는 기능성 비누와 비타민나무 잎 추출물과 가루를 이용한 입욕제를 제조하였음.
- 항균활성을 나타내는 편백, 티트리, 레몬그라스 등의 정유를 활용하여 섬유의 탈취는 물론 항균효과와 은은한 향기의 지속성을 가지는 섬유탈취제를 제조하였음.

3. 고 찰

가. 자생식물의 농약활성물질 탐색 및 이용연구

안전한 먹거리 생산을 위한 친환경농업에 대한 관심이 높아지고 있으나 화학농약 대체제의 개발은 미흡한 형편이다. 이에 강원도의 자생식물 등 천연자원을 활용한 친환경 농자재 선발을 위해 본 시험을 수행하였다.

본 시험에서는 제초제, 살균제, 살충제의 천연소재를 발굴하기 위해 각각의 활성검정을 수행하였다. 첫 번째로 제초활성시험에 있어서는 300여종의 추출물을 seed bio-assay를 통해 식물의 성장량을 조사하였다. 활성이 높은 종 들을 몇 가지 선발하였으나 지속적인 연구를 위한 시료의 확보에 어려움이 있는 종 들은 제외하였고 할미꽃 등 7종을 대상으로 연차적으로 활성물질 분리를 실시하였다. 애기수영의 크리소파닉산, 할미꽃의 아네모닌, 족도리의 엘레미신, 삼지구엽초의 메틸파라벤조에이트를 살초활성물질로 단리하여 특허출원하였다.

가중나무와 가시박, 산마늘, 삼지구엽초의 에테아세테이트 분획물은 추출물 상태로 살초 활성이 우수하여 이 후 물질분리가 이루어져야 할 것이다. 단리 된 물질은 유기합성 등의 과정을 거쳐 포장시험과 제형화로 경제성, 시장성 검토 등의 동반과 함께 제품화의 방향을 모색해야 할 것으로 사료된다.

식물 추출물과 정유를 이용한 농업해충의 살충효과와 병원균의 살균효과에 있어서도 어성초, 은행나무 추출물과 헨넬 정유 등은 친환경 농자재 개발소재로 이용가치가 크다고 생각 된다. 친환경, 유기농산물 시장의 확대와 더불어 천연방제제에 대한 수요는 더욱 성장할 것이며, 이에 대한 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

나. 향료자원 탐색연구

생활속에 깊숙이 자리하고 있는 생활용품과 향장품의 소재로 이용할 수 있는 천연 향료를 개발하기 위해 식물추출물과 정유를 확보하여 세포독성, 미백효과를 검정하였고 식품보존제 등에 이용하기 위해 항균활성을 해충기피 효과를 시험하였다. 향장품 개발을 위해 우선적으로 실시한 항산화효과 시험에서 높은 활성을 나타낸 추출물에서 미백효과와 주름개선 효과가 동반되어 나타나는 경향을 보여 차후에는 비교적 간단한 방법으로 결과를 알아볼 수 있는 항산화효과 시험을 거쳐 선발된 시료에 대해 기능성 효과 시험을 수행하는 것이 효율적일 것으로 사료된다. 360여종의 추출물에 대한 미백효과검정에서 90%이상의 멜라닌합성저해능을 나타내는 시료 12종 가운데 세포독성이 없는 시료 13종에 충족되는 시료가 없어 아쉽게도 향장품 소재로서 무리가 있을 것으로 생각되나, 85%수준의 양호한 효과를 나타내는 긴병꽃풀 후로랄워터는 기능과 더불어 천연향으로 화장품에 첨가할 수 있어 부소재로서 개발 가능성이 밝다. 실제로 화장품 개발 관계자들의 평가에 있어서도 한방화장품 등에 사용할 만한 천연향으로 관심을 받은바 있다.

식품 보존용, 생활용품 활용소재를 발굴하기 위해 항균효과 측정한 결과에서는 Penicillin과 Streptomycin(50U/disc), Erythromycin(50µg/disc)의 대조구에 비해 유의한 효과를 나타낸 시료는 없었고, 여드름균에 대해 감수성을 나타낸 종은 지속력이 짧아 단독소재로의 이

용은 어려울 것으로 판단되나 다른 소재와의 혼용을 통한 적용이 가능할 것으로 생각된다.

가공식품에 널리 이용하고 있는 식품보존제는 대부분이 합성보존제가 사용되고 있어 유해성 논란이 끊이지 않고 있어 천연보존제 개발의 필요성이 시급하며, 그 시장성 또한 매우 유망하다고 할 수 있어 지속적인 연구가 요구된다.

미백기능을 나타낸 긴병꽃풀 후로랄 워터를 향장품으로 개발을 위한 소재로 사용하기 위해 시제품으로 합성향 등의 인공 원료 없이 상백피, 감초, 홍삼추출물 등의 천연재료에 더하여 미백기능강화 기초화장품 세트를 제조하였으며, 비타민C 함량이 높고 항염효과가 탁월한 것으로 알려진 비타민나무의 오일과 추출농축액을 여성초 등 천연재료에 배합하여 여드름 등의 피부 트러블을 완화시킬 수 있는 기능성 비누와 비타민나무 잎 추출물과 가루를 이용한 입욕제를 제조하였다. 여드름피부의 지원자들에게 비누를 사용하게 함으로서 여드름 개선효과를 확인할 수 있었다. 환경오염 등으로 증가한 민감성체질의 증가로 천연화장품, 천연비누 등의 관심과 수요가 날로 증가하고 있고, 특히 한방소재를 활용한 제품은 고부가가치상품으로 부각되어 매출시장이 해마다 빠르게 증가하고 있는 추세임을 감안할 때 우리 강원도의 청정자원과 농산물을 이용한 소재개발을 위해 지속적인 연구가 필요하다.

4. 결과활용 요약

	계	시책 건의	영농 활용	논문 게재	저서 발간	전문지 게재	기초 활용	특허 출원
계	18			11				7
1) 자생식물의 농약활성물질 탐색 및 이용연구	18			11				7
2) 향료자원 탐색연구								

5. 세부과제 Abstract

가. 자생식물의 농약활성물질 탐색 및 이용연구('00~'08)

Plants produce many biologically active chemical compounds that inhibit the growth of other plants, microorganism and insects. Such biologically activity chemical compounds in plants has been used as a tool for weed, pest management and as lead compounds for the development of herbicides, pesticide with new modes of action. In this study, native plants extracts have been investigated for weed management and the development of herbicides with new modes of action. We were applied for patent isolated herbicidal active compound(s) from *Pulsatilla koreana*, *Rumex acetosella*, *Asarum sieboldii*, *Epimedium koreanum*, *sicyos angulatus*, *Ailanthus altissima*. The herbicidal

activity (GR_{50}) of methanol extracts of dried plants which are determined by a seed bioassay using rapeseed (*Brassica napus* L.). The methanol extract was extracted with five different solvents, such as hexane, dichloromethane, ethyl acetate, butanol, and water with different polarity and their herbicidal activity was determined. Antimicrobial activities were determined by micro splay method of plant extracts, target of six species of agricultural pathogen fungi. We selected plant extracts, anti fungal activities strong against fungi such rice blight, wheat rust, barley mildew, tomato epidermic.

나. 향료자원 탐색연구('07~'08)

Among the collected medical herbs and native plants produced essential oils and floral waters in steam distillation system and alcohol extraction. Using HaCaT cells(human), we measured cell-toxicity effect of the plant extracts. As a results of measurement of cell-growth effect, 13 species extracts showed cell-growth effect on 0.005%, 0.01%, 0.02%. Using melanoma cells, measured inhibition effect of pigment synthetic activity. Results of measurement of pigment synthetic activity inhibition effect, 12 species extracts showed inhibition effect more than 90%. However, not selected both non-toxic and whitening effects on cells. The floral water of *Glechoma hederacea* var. *longituba* Naki was safety on dermato-cell and showed whitening effect of 85% level. The *G. hederacea* var. *longituba* floral water was selected as hopeful material for development of cosmetic goods.