

## 제주특화자원을 활용한 기능성소재 개발 및 산업화 연구

조 주 현  
주식회사 휴림

### 1. 연구 배경

#### 제주의 청정자원에 기술집목을 통한 차별성 및 우수성 확보

건강(기능)식품시장의 치열한 경쟁 속에서 차별성을 가지면서 경쟁력을 가질 수 있는 소재개발이 필요하여 다양한 자원을 보유하고 있는 제주에 관심을 가지게 되었다. 제주자원을 활용한 연구방향은 제주자원에 대한 데이터베이스화를 추진하였고, 이를 활용한 산업화 연구에 있어서는 천연물소재로 직접 활용하는 방법과 발효기술을 접목하여 활용하는 방법으로 추진하였으며, 본 발표에는 각각의 추진방법의 예로 감귤복합소재를 활용한 연구와 알로에-발효물에 대한 연구가 포함되어 있다.

### 2. 연구 내용

#### 가. 생물자원에 대한 기초연구

##### ① 제주생물자원의 데이터베이스화

제주지역에서 생산되어지는 자원을 감귤류(감귤, 한라봉 등), 채소류(녹차, 알로에, 당근, 마늘, 토마토, 녹차, 브로콜리, 아스파거스, 피망, 양파, 오가피

등), 과일류(딸기, 참다래, 블루베리, 포도, 용과 등), 약용자원류(까마귀쪽나무열매, 울금 등), 기타(제주 워터, 제주송이 등)로 구분하여 데이터베이스화하였음.

##### ② 제주생물자원의 이화학적 특성 및 항산화활성 평가

제주 생물자원 착즙액은 2.0-6.5의 pH 범위 값을 나타내었으며, 3.3-16.8 °Bx 값을 나타내었다. 총 페놀 함량 측정 결과 베리류 착즙액에서 높은 총 페놀 함량을 나타냈다. DPPH 및 ORAC assay를 이용하여 20종 착즙액의 항산화 활성을 측정한 결과, 한라봉 착즙액이 86.8%로 가장 높은 DPPH radical 소거능을 나타내었으며, 영귤 착즙액이 2,409.5  $\mu\text{M TE/mL}$ 로 가장 높은 ORAC 수치를 보였다. 또한 레몬, 황금향, 감귤 착즙액에서 도 높은 항산화 활성을 나타내어 감귤류 착즙액의 경우 높은 항산화 활성을 보였다. 한편, 아질산염 소거능은 참다래 착즙액이 가장 높은 활성(84.4%)을 나타내었다. 제주 생물자원 착즙액의 이화학적 특성 및 항산화 및 아질산염 소거능 간의 상관관계를 분석결과 한 결과, DPPH radical 소거능과 pH간의 상관관계수의 값이 0.7343으로 가장 높았다. 이때 5종의 감귤류 착즙액만을 선택하여 상관관계를 나타낸 경우 총 페놀 함량과

DPPH radical 소거능과의 상관관계가 0.8752로 가장 높은 값을 나타내었다.

## 나. 산업화연구

### ① 제주생물자원의 단계적인 산업화 연구

제주의 다양한 생물자원 중 우선순위를 선정하여 천연물로 활용할 소재와 발효기술을 적용하여 활용할 소재를 구분하여 단계적으로 추진

| 천연물로 활용  | 발효기술을 적용  |
|--|---|
|  |  |

### ② 감귤복합소재를 활용한 산업화연구

감귤복합소재(CBJM1, CBJM2)의 이너뷰티(주름 개선)에 관한 연구

#### 각급 복합소재2종이 피브드께이 변화

피부노화에 따라 피부 두께의 변화가 발생하는데 특히, 광노화의 경우 피부의 진피층 보호를 위해 각질층의 형성이 증가하여 피부의 두께가 두꺼워진다. UVB 조사에 의한 광노화 현상으로 피부 두께가 두꺼워졌다는 것은 광노화에 의한 피부손상이 증가함을 의미한다. 감귤복합소재 2종 처리군에서 농도 유의적으로 피부 두께가 감소하는 경향을 나타내었으며, 또한 UVB 조사군에 비해 유의적인 두께 감소효과를 나타내었다. 이 같은 결과는 감귤복합소재 2종의 경구투여가 RA도포와 유사한 주름개선 효과를 나타냄을 의미한다.

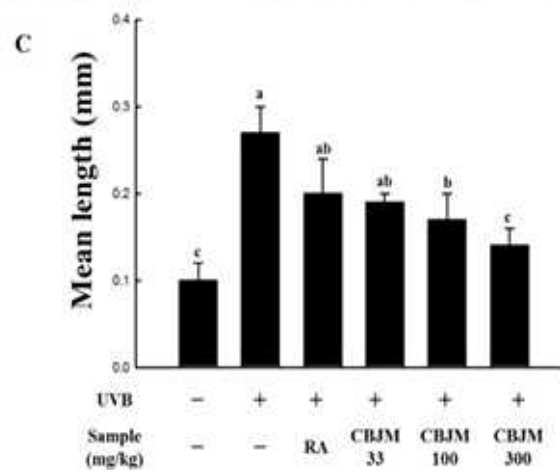
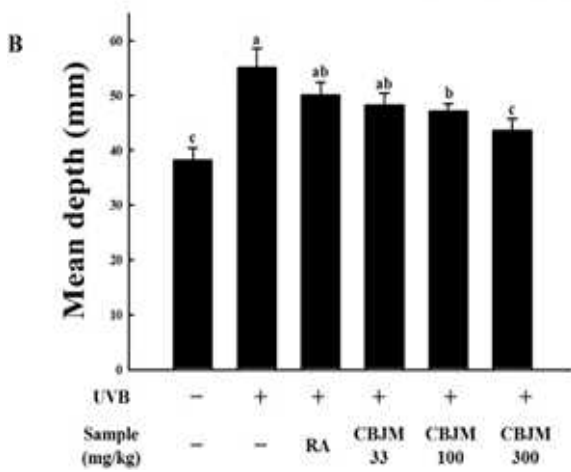
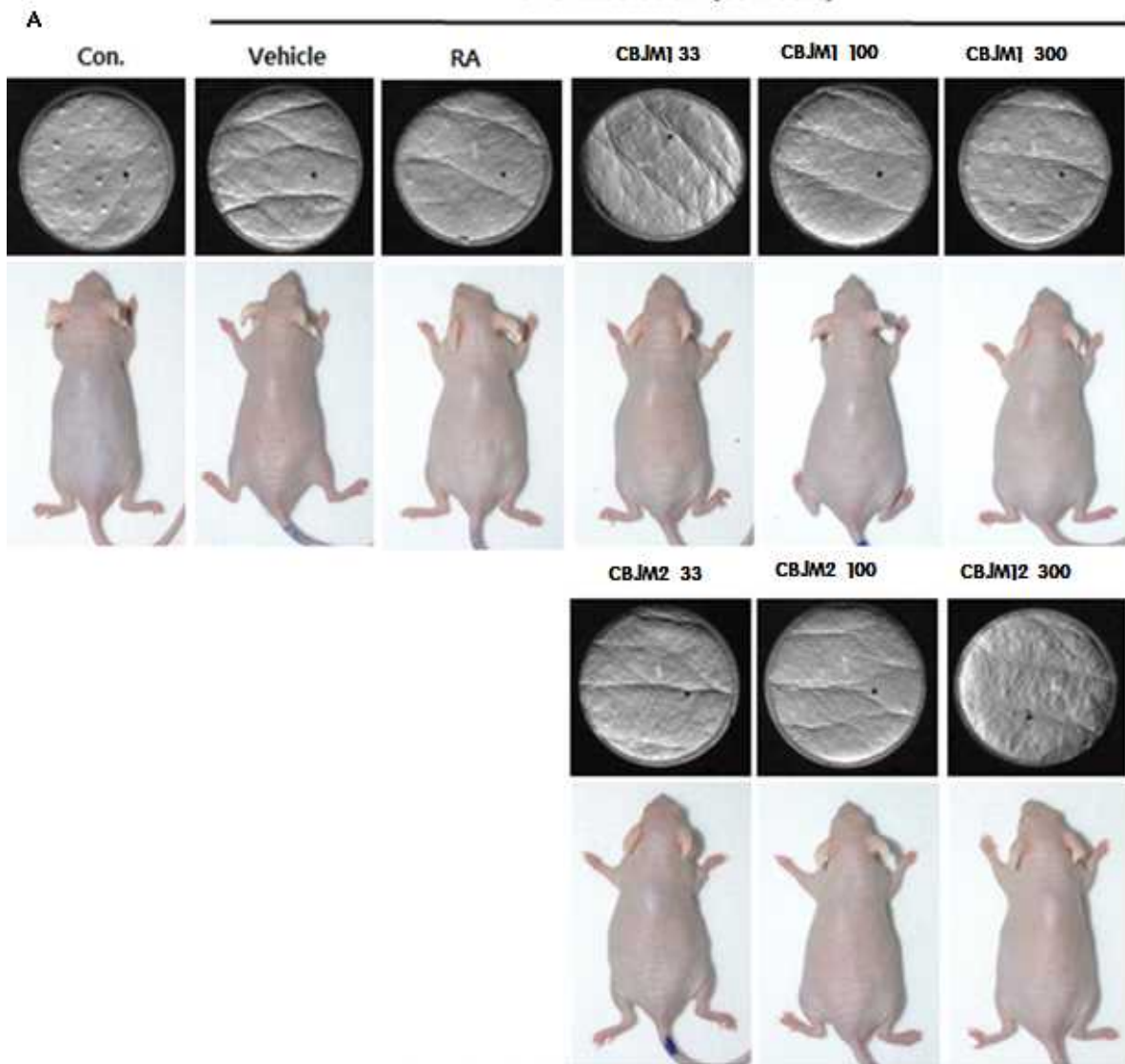
#### 각급 복합소재2종이 주름형성이 변화

육안 및 표면 측정기를 이용한 피부주름의 형성 정도를 확인한 결과, UVB 조사군에서는 주름의 길이, 깊이, 최대깊이 및 주름의 수가 복합소재 2종 경구 투여군에서 추출물 농도증가에 따라 주름의 길이, 깊이가 감소하는 경향을 나타내었으며 유의적인 주름 개선 효과를 보여주었다.( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ). 특히, 주름의 최대깊이의 경우 CON군에서는 668.7

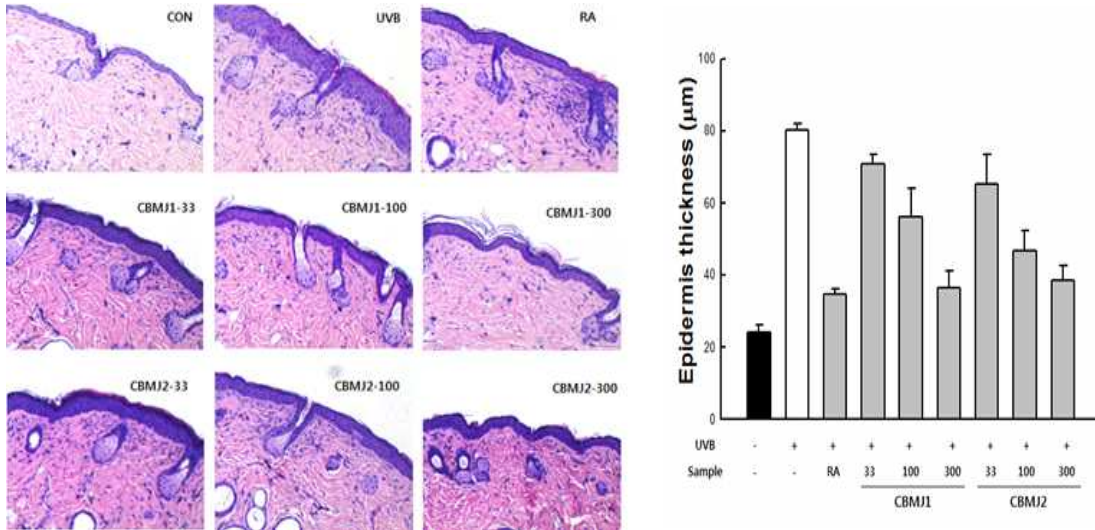
$\pm 43.2$  mm로 나타난 반면 UVB 조사군에서는  $1272.1 \pm 335.3$  mm로 나타났다. CBJM1과 CBJM2 300 mg/kg의 경우 각각  $707.3 \pm 201.7$  mm,  $671.5 \pm 195.1$  mm로 나타났고 양성대조군인 RA 도포군에서는  $754.5 \pm 97.3$  mm로 나타났다. 또한 최대 깊이의 경우 CBJM2에서 농도가 높아질수록 그 깊이가 얕아지는 것을 확인하였다. 주름의 수의 경우 CBJM1과 CBJM2 모두에서 UVB처리군에 비해 감소하는 경향을 나타내었다.

실험 종료 후 hairless mice의 피부를 적출하여 H&E 염색을 통하여 외피 두께의 변화를 분석하였다. CON군( $24.3 \pm 1.9$   $\mu\text{m}$ )에 비하여 UVB군( $80.3 \pm 1.8$   $\mu\text{m}$ )에서 광노화에 의하여 외피두께가 약 3배정도 증가한 것으로 나타났으며, 양성대조군인 RA 도포군에서는  $34.9 \pm 1.3$   $\mu\text{m}$ 로 관찰되었다. 감귤복합소재 2종 투여군에서는 농도 유의적으로 두께가 감소하는 것을 확인하였으며 특히 CBJM1, 2의 300 mg/kg

UVB irradiation (10 weeks)



H&E staining을 통한 피부 외피 두께 변화 및 Collagen 생성량의 변화



에서 각각  $36.6 \pm 4.5 \mu\text{m}$ ,  $38.6 \pm 4.1 \mu\text{m}$ 로 RA 도포군과 유사한 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 감귤 복합소재 경구 투여군에서 광노화에 의한 피부두께의 증가를 감소시킨 것으로 사료된다.

③ 알로에-발효물 소재의 산업화연구

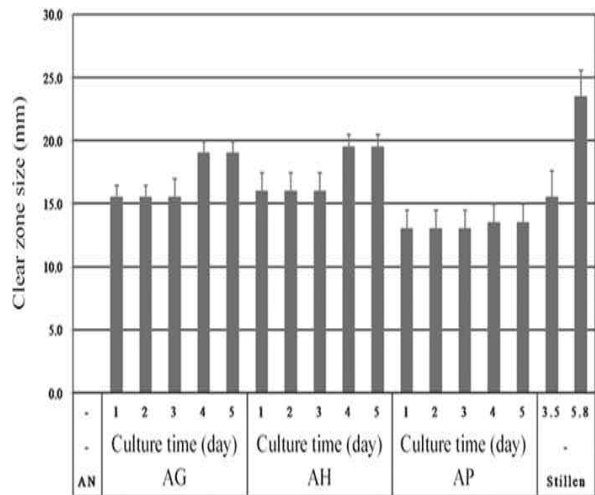
알로에발효물소재(AFP)의 위장질환개선에 관한 연구

알로에-발효물 소재 3종 개발



Paper disk method로 알로에 발효물의 생육억제환 크기(mm)를 측정 한 결과, AG는 1~5일 동안의 배양 일수에 각각 15.5 mm, 15.5 mm, 15.5 mm, 19.0 mm, 19.0 mm를 나타내는 결과를 얻었으며, AH는 배양

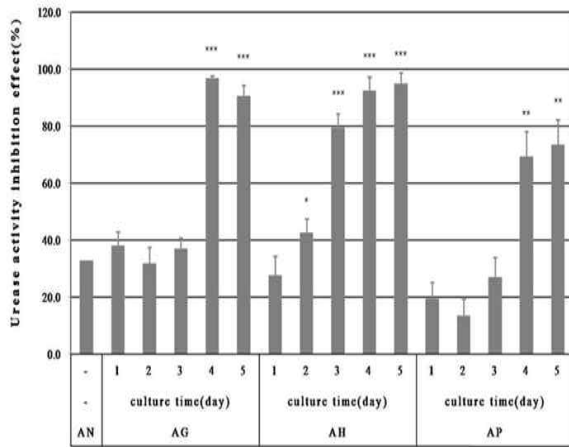
Anti-bacterial activity against H. pylori by AFP



일수에 따라 각각 16.0 mm, 16.0 mm, 16.0 mm, 19.5 mm, 19.5 mm의 결과를 얻었고, AP의 경우 배양일수에 따라 각각 13.0 mm, 13.0 mm, 13.0 mm, 13.5 mm, 13.5 mm의 결과를 얻었다. 반면 대조군으로 사용한 알로에(천연배지)의 경우 0.0 mm로 나타났으며, 양성대조군으로 사용한 스티렌정(1정 350 mg)은 paper disk당 3.5 mg와 5.8 mg 농도에서 측정하여 생육 억제환 크기(mm) 각각 15.5 mm와 23.5 mm의

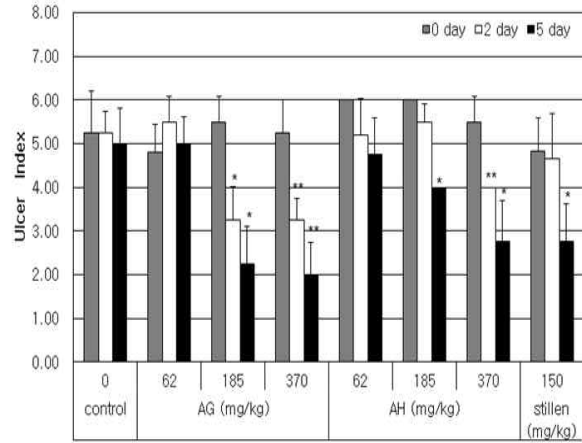
결과를 얻었다. 따라서 본 실험결과 천연 알로에의 경우 헬리코박터 파이로니균의 생육을 억제하는 효과가 거의 없는 결과를 얻었으나, 알로에를 천연배지로 하여 발효시킨 알로에발효물, 영지버섯 발효물 및 노루궁뎅이 발효물의 경우 *Helicobacter pylori* (KTCC 5335)와 *Helicobacter pylori* (KTCC 12083)에 대하여 유의적으로 생육을 억제하는 결과를 얻었다.

### Inhibitory effects of AFP on urease activity



알로에 발효물들의 urease 활성 억제효과를 측정한 결과 AG의 urease 활성 억제효과(%)는 AG-1 35.90%, AG-2 36.20%, AG-3 36.80%, AG-4 90.30%, AG-5 95.70%로 결과가 나왔고, AH는 AH-1 36.30%, AH-2 47.50%, AH-3 75.20%, AH-4 92.30%, AH-5 94.80%로 결과가 나왔다. 그리고 AP는 AP-1 21.50%, AP-2 22.80%, AP-3 29.60%, AP-4 66.40%, AP-5 66.00%로 결과가 나왔다. 이와 같은 결과는 AG와 AH의 경우 1일부터 5일까지 발효되면서 urease 활성 억제효과도 증가되었고 이는 유의적으로 *H. pylori*에 생육에 대한 억제효과가 있는 것으로 판단된다.

### Improving effects of AFP on gastric ulcer by WIRS



위궤양의 관찰은 스트레스를 준 당일, 2일 후, 5일 후에 위를 절제하여 수행하였으며, 0 day의 결과는 시료 및 양성대조물질인 스티렌정에서도 시료 비투여군과 비교해 볼 때 의미 있는 변화가 나타나지 않는 것으로 보아, 이들의 스트레스에 의한 위궤양 발생에 대한 예방효과는 없는 것으로 사료된다. 반면, 궤양유발 후 2일 및 5일간 지속적으로 시료를 투여한 경우, 시료 AG의 경우 저농도(62mg/kg)를 제외한 중농도(185mg/kg) 및 고농도(370mg/kg) 시료를 투여한 경우 뚜렷한 위궤양의 감소를 보여주고 있다. 시료 AH의 경우, 저농도에서는 별다른 효과를 보이지 못하지만, 중농도에서는 5일 후, 고농도에서는 2일 후, 5일 후 모두 현저한 위궤양 감소효과를 보이고 있다. 양성대조군으로 사용한 스티렌정의 경우, 위궤양 유발 후 5일 후에도 효과를 보이는 것으로 나타났다

### 3. 연구의 활용 및 맺음말

#### 브랜드 개발 및 산업화



오주스

- ❖ “O” 안에 제주의 총총이 쌓인 역사와 편린을 상징으로 구성하여 화산섬 제주의 이야기를 담고자 함
- ❖ Oh! 감탄사, ORAC, O(전부, 완전함, ....), O를 디자인 모티브로 한 강력한 주목력을 생성
- ❖ 메인 색상은 오렌지톤을 선정, 제주와 음료를 친근하게 떠올리도록 의도
- ❖ 감귤, 한라봉, 망고, 키위, 아체믹스, 딸기, 블루베리 등 소재별 컬러 연구



감귤복합소재를 포함한 제주생물자원을 원료로 한 혼합음료브랜드로 “오”( O )를 개발하여 4종의 상품화를 추진하였음.

#### 연구결과를 활용한 다양한 상품화 추진

감귤복합소재의 경우 동물실험 뿐만 아니라 인체 적용시험에서도 유의적인 항산화효과를 확인하였다. 이에 이너뷰티에 컨셉에 맞추어 상품화 추진계획을 가지고 있다. 또한 알로에발효물의 경우도 상기에서 제시한 스트레스원인으로 유발되어지는 위 질환 외에도 화학적원인으로 유발되어지는 동물실험모델 등에서도 유의적인 효능을 확인하였으며, 독성실험을 통한 안전성을 확보하였으며, 인체적용 시험에서도 일부 지표에서 유의적인 효과를 확인하여 위장질환 개선에 도움을 줄 수 있는 건강기능식품소재로의 활용이 가능하다고 판단된다.

#### 청정의 이미지에 가치를 입혀 경쟁력 있는 소재로 활용

제주자원은 그것이 가지고 있는 청정의 이미지만으로도 충분한 경쟁력을 가지고 있다고 판단된다. 그러나 그 가치에 그것에 맞는 기술적인 가치를 체계적으로 입힌다면 보다 우수하면서 경쟁력 있는 자원으로 다시 태어날 것이라고 생각된다.