

초임계이산화탄소에 의한 톳과 알로에 추출물의 수율 및 항균활성

임상빈 · 김수현 · 고영환 · 오창경 · 오명철 · 고용구* · 박제석
제주대학교 식품공학과, *제주도 보건환경연구원

Extraction Yields of *Hizikia fusiforme* and *Aloe vera* Linne by Supercritical Carbon Dioxide and Antimicrobial Activity of their Extracts

Sangbin Lim, Soo-Hyun Kim, Young-Hwan Ko, Chang-Kyung Oh, Myeong-Cheol Oh,
Yong-Gu, Ko* and Che-Seok Park

Department of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju, 690-756, Korea
*Institute of Health and Environment, Cheju-Do Provincial Government Cheju, 690-170, Korea

Abstract

Extraction yields of *Hizikia fusiforme* and *Aloe vera* Linne by supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) with and without ethanol as a cosolvent, and antimicrobial activities of the extracts against *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Alternaria* sp. were determined. Both yield and solubility of the extracts from *Hizikia fusiforme* and *Aloe vera* Linne by SC-CO₂ with ethanol were two times greater than those by only SC-CO₂. All of the extracts demonstrated antimicrobial activities in the decreasing order of bacteria, yeast and fungus. The extracts by SC-CO₂ with ethanol showed almost the same degree of microbial growth inhibition as those by only SC-CO₂. Based upon these data, it was speculated that the components soluble in nonpolar solvent might be more responsible for the antimicrobial activity

Key words: *Hizikia fusiforme*, *Aloe vera* Linne, supercritical fluid extraction, antimicrobial activity

서 론

식품저장 중 일어나는 미생물에 의한 변질을 방지하기 위하여 천연물에 존재하는 항균성 물질을 이용하고자 하는 연구는 오래 전부터 수행되어 왔다⁽¹⁾. 일반적으로 사람이 오랫동안 섭취해 왔던 천연물 그 자체 또는 이들의 추출물에 존재하는 천연 항균성 물질로는 단백질⁽²⁾, 유기산^(3, 5), 탄수소가 12~18개인 지방산^(6, 7), 향신료^(8, 10), 생약제류^(11, 14) 등이 있다.

한편 제주 지역은 구로시오계의 난류와 황해의 저층 냉수, 황해와 남해의 연안수 등 담수계가 교류하는 곳 이어서 다양한 해조류가 서식하고 있다. 제주도 연안에는 남조식물 53종, 갈조식물 81종, 홍조식물 287종으로 총 432종의 해양식물이 생육하고 있으며, 이는 한국 연안에 생육하고 있는 해양식물의 약 63%를 차지한다⁽¹⁵⁾. 톳은 제주도 연안에서 자생 또는 양식되는 갈조류로 1989년도 생산량이 약 5,000 M/T으로서 전국 생산량의 약 50%를 차지하고 있다⁽¹⁶⁾. 톳에 대한 식품학적 연구로는 항암활

성을 측정할 예가 있는데, Ryu 등⁽¹⁷⁾이 톳으로부터 열수추출한 단백질당체의 항암효과를 측정하기 위하여, 톳 추출물을 100 mg/kg/day씩 쥐에 10일간 투여하였을 때 56.6%의 종양 성장 저지율을 보였고, 수명연장율은 9%라 하였다. 또한 김⁽¹⁸⁾은 Sarcoma-180 세포를 이식한 흰쥐의 고형암 성장 저지율을 측정할 결과, 톳 열수 추출물이 63%의 저지효과를 보였다고 하였다. 해조류에 함유되어 있는 항균성 물질로는 할로겐 원소가 방향화, 脂環, 락톤화에 붙어 있는 물질, terpene 골격을 구성하는 물질, phenol류, 직쇄 탄화수소 구조를 가지는 물질, 할로겐화 지방족, 황 함유 화합물 등이 알려져 있다⁽¹⁹⁾.

알로에는 혈액순환 촉진, 유독물질 분해, 항균력 강화, 정상세포 형성, 항바이러스 작용 등^(20, 21) 많은 약리효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있는 다육질성 식물로서, 최근 약품 제조원료나 건강보조식품으로 이용되면서 그 재배 생산량이 증가하고 있다. 특히 제주 지역은 토양 및 기후가 양질의 알로에 생산에 적합하여 전국 재배 면적의 50% 이상을 차지하고 있다⁽²²⁾. 지금까지 알로에에 대한 연구로는 김⁽²³⁾의 alloxan 당뇨 흰쥐의 혈당량 및 insulin량에 미치는 알로에 베라의 효과와 최⁽²⁴⁾의 알로에 베라 투여가 코발트-60 감마선 조사를 받은 쥐의 생존율과 조혈간세포에 미치는 영향에 대한 보고가 있다.

Corresponding author: Sangbin Lim, Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

그리고 황⁽²⁵⁾의 알로에 아보레센스 분말의 물, 50% 에탄올 및 석유에테르 추출물의 암세포 증식저지 효과에 대한 연구에서는 석유에테르 추출물의 활성이 가장 강하였다. 이 등⁽²¹⁾은 알로에 베라로부터 추출한 다당체의 리올로지 특성을 측정하였고, 김⁽²⁶⁾은 알로에 베라의 소화성장애에 대한 치료효과를 검색하였으며, 박 등⁽²⁷⁾은 알로에 베라의 추출방법에 따른 barbaloin(직장 완화제의 일종)의 함량변화를 측정하였다.

초임계유체에 의한 천연물의 추출은 최근 많은 관심의 대상이 되고 있다. 초임계유체 추출은 초임계 부근 또는 그것을 초월한 영역에서 유체의 특이한 성질을 이용한 분리법이다. 혼합물에서 특정 성분을 분리하는 전통적인 방법에는 구성 성분의 휘발도를 이용하는 증류법과 어떤 특정 용매에 대한 구성물의 용해도 차이를 이용하는 용매추출법 등이 있다. 그러나 증류법은 너무 높은 비등점으로 인하여 천연물에서는 고온에 의한 유효성분의 분해 및 파괴 등이 문제가 되고 있으며, 용매추출법은 적절한 용매의 선택, 추출후 유기용매 제거의 어려움 및 저조한 분리효과 등의 문제점을 갖고 있다. 이에 비하여 초임계유체 추출법은 증류법에 비하여 저온에서 조작할 수 있어서 천연물과 같이 열에 민감한 물질의 추출에 유용하며, 액체용제를 사용하는 종래의 추출법과 비교해 볼 때 초임계유체는 확산계수가 높고 점도가 낮기 때문에 보다 빠른 추출과 상분리가 가능하며, 온도 또는 압력을 약간 변화시킴으로써 용제 회수를 쉽게 행할 수 있는 장점이 있다⁽²⁸⁾. 또한 큰 분리효과를 얻기 위하여 초임계유체와 고비점성분 이외에 휘발도가 두 성분의 중간 정도되는 제삼의 물질을 동반체로 첨가하는 경우도 있다⁽²⁹⁾.

따라서 본 연구에서는 제주지역에 서식하는 생물자원들을 대상으로 향균, 향압 및 생리활성 물질을 탐색하는 연구의 일환으로, 제주도에서 많이 생산되고 있는 톳과 알로에를 초임계이산화탄소와 에탄올을 보조용매로 추출하여 각각의 추출 수율을 측정하고, 이들 추출물들의 항균활성을 검색하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

건조톳(*Hizikia fusiforme*)은 북제주군 조천읍 함덕리 어촌계에서 구입하여 50℃에서 2시간 건조한 후(수분함량 8.48%), 건식분쇄기(건설통기, KH-201)로 마쇄하고 표준체 50 mesh (Standard Testing Sieve, Chung Gye Sang Gang Sa, Seoul, Korea) 이상의 것을 추출용 시료로 사용하였다. 알로에는 (주)김정문 알로에로부터 제공받은 알로에 베라(*Aloe vera* Linne) 분말(수분함량 13.8%)을 사용하였다.

초임계이산화탄소에 의한 추출

초임계유체 추출장치(Autoclave Engineers, #08U-06-

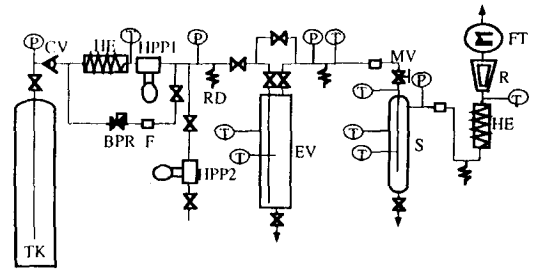


Fig. 1. Schematic diagram of supercritical fluid extraction system (BPR: back pressure regulator, CV: check valve, EV: extraction vessel, F: filter, FT: flow totalizer, HE: heat exchanger, HPP: high pressure pump, MV: metering valve, P: pressure gauge, R: rotameter, RD: rupture disk, S: separator, T: temperature indicator, TK: carbon dioxide tank)

60-FS)는 최대 압력이 5,000 psi까지 사용 가능한 연속 유통형으로 Fig. 1과 같다. 먼저 추출조(EV)에 건조톳 100 g 또는 알로에분말 20g을 주입한 후, check valve(CV)를 거쳐 탄산가스(TK)가 공급되어 고압 피스톤펌프(HPP1)에 의해 가압된다. 이 때 탄산가스 주입부의 공동화 현상을 방지하기 위하여 -20℃ 냉각조(HE)를 설치하여 이산화탄소의 기화를 방지한다. 가압된 이산화탄소는 역압조절기(BPR)에 의하여 250기압으로 조절되며 추출조로 이송된다. 이 추출조의 내용적은 300 ml이고, 온도는 비례형 온도조절기에 의하여 40℃로 조절되며, 열전쌍온도계에 의하여 측정된다. 이와 같이 하여 일정 압력과 온도에서 정상상태로 유지된 후, 추출조 출구로 나가는 고압의 혼합물은 가온된 metering valve(MV)를 통하여 분리조(S)에서 대기압으로 감압, 팽창되면서 탄산가스와 추출물로 분리된다. 이 때 통과되는 탄산가스의 유량은 rotameter(R)에 의해 측정되고, 적산부피는 totalizer(FT)에 의해 측정되어진 후 대기 중으로 방출된다. 이와 같은 방법으로 40℃에서 3시간 동안 추출한 후 추출조를 격리시키고, 보조용매 펌프(HPP2)를 이용하여 추출조 후반부 라인과 분리조를 150 ml의 에탄올로 세척하여 회수된 추출물을 Toyo No. 5A 여지로 여과한 후, 여액을 50℃에서 회전 진공증발농축기로 농축하여 에탄올을 제거하였으며, 농축물은 dimethylsulfoxide (DMSO)에 용해시킨 후 50 ml로 정용하고, 다시 Whatman GF/C 여지로 여과한 후 여액을 검색용 시료로 사용하였다.

시료 추출 용매로는 탄산가스와 보조용매로서 에탄올(99.9% V/V)을 사용하였으며, 이 때의 유속은 각각 1.5 l/min과 0.49 ml/min였다.

추출수율과 용해도

고형분 추출수율은 추출물 10 ml를 각각 2회씩 취하여 105℃에서 건조 후 증발잔사의 양을 시료 건물량에 대한

무게 백분율로 나타내었다. 용해도는 추출물 중의 고형분에 대한 용매의 무게비로 나타내었다.

항균활성 실험

추출물에 의한 생육저해 여부를 확인하기 위해서 다음과 같은 미생물을 공시균주로 사용하였다. 원핵생물 중 *Escherichia coli* ATCC 8739는 그람음성균의 대표세균으로, *Bacillus subtilis* KCTC 1021은 그람양성균의 대표세균으로 각각 사용하였고, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763은 진핵생물의 대표균주로 사용하였다. 이들 각각의 균주는 그들의 생리적, 유전적 특성이 다른 균주들에 비하여 비교적 상세히 알려져 있어서 선택되었다. 또한 진핵생물과 원핵생물간에, 그리고 원핵생물내에서도 그람양성과 그람양성 세균간에는 형태, 구조뿐만 아니라 생리대사기작에도 차이가 있다. 따라서 특정물질의 항균성 여부는 실험 대상 미생물의 종류에 따라 다를 수 있다. 그리고 *Alternaria* sp.는 본 연구실에서 부패감균로부터 분리된 곰팡이로, 이 균에 대해서 항균성이 있는 천연물을 찾으려는 의도에서 공시균주로 채택되었다.

미생물 배양용 배지로는 대장균의 경우 LB⁽³⁰⁾, 고초균의 경우 nutrient agar 또는 broth (Difco, USA), 효모의 경우 yeast-malt extract(Difco, USA), 그리고 곰팡이의 경우 malt extract(Difco, USA)를 각각 사용하였다. 피검체시료는 사용전에 멸균된 0.45 μm 의 membrane filter로 여과시켰고, 시료의 pH가 균체의 생육에 미치는 영향을 최소화하기 위해서 사전에 해당균주에 맞게 조절하였다.

항균성 유무는 filter disk법에 의하여 측정하였다. 이 방법은 비교적 단순하면서도 다수의 시료를 단시간에 일차적으로 검색하는데 유용하다⁽³¹⁾. stock culture로부터 각 균주를 백금으로 1회 취해 5 ml의 액체배지에 접종하여 30°C에서 24시간 동안 진탕배양기에서 배양한 배양액 0.1 ml를 고체배지상에 유리막대로 균일하게 도말시킨 후, 멸균된 원판형 여지(6mm, Whatman No. 2)를 한천배지 표면 위에 올려놓고 각 추출물을 20 μl 씩 흡수시켜 24시간 동안(단, 곰팡이는 72시간), 항온배양기(대장균과 고초균은 37°C, 효모와 곰팡이는 28°C)에서 배양한 후 disk 주위에 형성된 생육저지대(clear zone)의 직경(mm)을 측정하여 항균성의 유무와 강도를 비교하였다.

결과 및 고찰

건조톳의 추출수율 및 용해도

초임계이산화탄소와 보조용매(동반제)로서 에탄올이 건조톳의 추출수율 및 용해도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 건조톳을 40°C에서 3시간 동안 추출한 후, 추출수율 및 용해도를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

추출용매로 초임계이산화탄소만을 사용했을 때 추출

Table 1. Extraction yield and solubility of *Hizikia fusiforme* by supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) with and without ethanol as a cosolvent

Extraction solvent	Extraction yield %(wt/wt)	Solubility (mg/g)
SC-CO ₂	0.0815	0.1381
SC-CO ₂ + ethanol	0.1657	0.2751

Table 2. Extraction yield and solubility of *Aloe vera* Linne by supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) with and without ethanol as a cosolvent

Extraction solvent	Extraction yield %(wt/wt)	Solubility (mg/g)
SC-CO ₂	0.3074	0.1091
SC-CO ₂ + ethanol	0.6845	0.2308

수율과 용해도는 각각 0.0815%와 0.1381 mg/g인 반면, 초임계이산화탄소에 동반제로서 에탄올을 0.03%(v/v) 가했을 때의 추출수율과 용해도는 0.1657%와 0.2751 mg/g으로 초임계이산화탄소만을 사용했을 때보다 추출수율과 용해도가 각각 2.03배 및 1.99배 높았다. 이는 전보⁽³²⁾에서 보고한 바와 같이 극성이 높은 유기용매를 사용했을 때 톳의 추출수율이 증가했다는 사실과 일치하는 것으로 보아 톳에는 극성성분이 많이 함유되어 있는 것으로 추정된다. 조⁽³³⁾에 의하면 건조톳에는 당질이 건물당 39%, 회분이 41% 함유되어 있다.

한편 Brunner⁽³⁴⁾는 제 3의 물질인 동반제를 초임계이산화탄소에 첨가하면 저휘발성 물질의 상대적 휘발도를 증가시킨다 하였다. 또한 Tavana 등⁽³⁵⁾은 에탄올 추출물에 의해서 유기물질의 초임계이산화탄소에 대한 용해도가 digoxin(a cardiac glycoside)는 2.2배, cholesterol은 2.4배, stigmasterol은 3.9배씩 증가한다고 보고하였다. 이러한 사실로 보아 동반제로서 에탄올은 톳 중의 저휘발성물질과 초임계이산화탄소 사이의 친화도를 증가시켜 주는 역할을 하는 것으로 판단된다.

알로에 분말의 추출수율 및 용해도

초임계이산화탄소와 보조용매로서 에탄올에 의한 알로에 분말의 추출수율을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

추출용매로서 초임계이산화탄소만을 사용했을 때의 추출수율과 용해도는 각각 0.3074%와 0.1019 mg/g인 반면, 초임계이산화탄소에 동반제로서 에탄올을 가했을 때의 추출수율과 용해도는 각각 0.6845%와 0.2308 mg/g으로 에탄올은 알로에분말의 추출수율을 2.2배 증가시켰다. 이로부터 알로에에도 극성성분이 많이 함유되어 있는 것으로 추정된다.

Waller 등⁽³⁶⁾은 알로에 베라의 물-아세톤 추출물을 지용성 및 수용성 분획으로 분리하고, 다시 수용성 분획은 이온교환수지를 통과시켜 양이온성과 중성 분획으로,

Table 3. Microbial growth inhibition by supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) extracts from *Hizikia fusiforme*

Extract	Clear zone on plate (mm)				Soluble solid content (µg/disk)
	<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Alternaria</i> sp.	
SC-CO ₂	12.3	12.0	8.7	+	29.2
SC-CO ₂ + ethanol	11.7	12.8	8.5	+	59.4

+: slight growth

Table 4. Microbial growth inhibition by supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) extracts from *Aloe vera* Linne

Extract	Clear zone on plate (mm)				Soluble solid content (µg/disk)
	<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Alternaria</i> sp.	
SC-CO ₂	11.6	7.3	9.1	+	21.2
SC-CO ₂ + ethanol	11.9	12.3	8.3	+	47.2

+: slight growth

지용성 분획은 가수분해시킨 후 비검화물 칼람크로마토 그래피를 이용하여 triterpenoid와 sterol 분획으로 분리하여 각 분획들의 성분을 분석한 결과, 양이온성 분획의 아미노산 조성은 arginine이 총아미노산의 20% 이상을 차지하고, 다음으로 asparagine, glutamic acid, aspartic acid, serine 순으로 함유되어 있었다고 하였다. 중성 분획의 당분석 결과 mannose와 glucose가 대부분을 차지하고, arabinose, galactose, rhamnose, xylose가 소량 함유되어 있었다. 또한 triterpenoid 분획에서는 cholesterol, campesterol, 그리고 β -sitosterol이 다량 함유되어 있었다고 보고하였다.

건조톳 추출물의 항균활성

건조톳을 초임계이산화탄소와 보조용매로 에탄올을 사용하여 얻은 추출물의 세균 2종, 효모 1종 그리고 곰팡이 1종에 대한 항균활성을 검색한 결과는 Table 3과 같다. 보조용매로 사용된 에탄올이 항균성을 지니고 있기 때문에 회전 진공증발농축기를 사용하여 추출물 중의 에탄올을 제거한 후, 항균성 검정용 시료로 하였다. 이들 추출물들은 물에 불용성이어서 항균성이 없는 DMSO에 용해시켜 항균성을 검정하였다.

Table 3에 제시한 바와 같이 건조톳 추출물들은 공시된 모든 균종에 대하여 항균성을 보였으며, 세균에 대하여 가장 높고, 그 다음 효모, 곰팡이 순이었다. 초임계이산화탄소-에탄올 추출물에는 초임계이산화탄소만을 이용한 추출물보다 2배 이상의 고형물이 함유되어 있음에도 불구하고 거의 동일한 항균성을 보이고 있는 것으로 보아 초임계이산화탄소와 같은 비극성용매에 용해되는 물질들이 강한 항균성을 나타내는 것으로 추정된다.

한편 Nadal 등⁽⁴⁷⁾은 녹조류인 *Cymopolia barbata*를 물, 에탄올, 에틸에테르 그리고 석유에테르 4종의 용매로 추출하여 항균성을 검색하였는데, 물 추출물은 항균활성이 없었지만 나머지 3종의 용매 추출물은 항균성을

보였으며 특히 에틸에테르 추출물에 항균성 물질량이 가장 많았다고 보고하였다. 그러나 이 에테르 추출물을 다시 물과 에탄올로 분획한 결과 그다지 현저한 항균성을 보이지 않았다고 보고하였다. 그러나 에테르 추출물을 dark fraction과 clear fraction으로 분획하여 증류한 경우, dark fraction은 증류물보다 증류 잔사물에 의한 항균성이 강하였으며, clear fraction은 33°C와 59°C에서 증류시킨 증류물이 증류 잔사물보다 항균성이 강하였다고 보고하였다. 그의 Rao와 Parekh⁽³⁸⁾도 인도산 해조(갈조류 2종, 녹조류 6종, 홍조류 9종)의 에테르, 아세톤, 알콜, 클로르포름에 의한 추출물을 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium*, *E. coli*, *Salmonella typhosa*에 대하여 항균성을 검색한 결과 그람 음성, 양성 세균 모두에 유효하였다고 보고하였다.

알로에 분말 추출물의 항균활성

알로에 분말 추출물들의 항균활성을 검색한 결과는 Table 4와 같다.

알로에 분말 추출물들도 공시된 모든 균종에 대하여 항균성을 보였는데, 초임계이산화탄소 추출물은 그람 음성 세균에 대하여 가장 높고, 그 다음 효모, 곰팡이 순 이었고, 초임계이산화탄소-에탄올 추출물은 그람 양성 세균에 대하여 가장 높고, 그 다음 그람 음성 세균, 효모, 곰팡이 순이었다. 초임계이산화탄소-에탄올 추출물에는 초임계이산화탄소만의 추출물 보다 2배 이상의 고형물이 함유되어 있음에도 불구하고 거의 동일한 항균성을 보이고 있는 것으로 보아 알로에 구성성분 중에 초임계이산화탄소와 같은 비극성용매에 용해되는 물질들이 강한 항균성을 나타내는 것으로 추정된다. 초임계이산화탄소-에탄올 추출물은 초임계이산화탄소 추출물에 비하여 *B. subtilis*에 대하여서 보다 강한 항균성을 보이는 특이한 현상을 보였다. 따라서 앞으로는 각 성분을 더욱 정제하여 보다 세분화된 성분분리에 의한 실험의 필요성이 요구된다.

한편 Schmidt와 Dopp⁽³⁸⁾은 알로에 추출물, 알로에수지, 알로인 및 알로에에모딘 가수분해물에 함유되어 있는 p-coumaric acid가 2 µg/ml 농도에서 *Mycobacterium tuberculosis*에 대하여 항균성을 나타내는 것으로 보고하였다. Fly와 Kiem⁽⁴⁰⁾은 알로에 베라 잎 전체, 껍질, 점액질 부분을 각각 분리, 마쇄하여 *S. aureus*와 *E. coli*에 대한 항균성을 검색한 결과 뚜렷한 항균성이 없었다고 보고하였는데, 이는 알로에의 수분이 99.5%인 것을 감안할 때 유효성분들의 농도가 낮은 것에 기인했던 것으로 추정된다. Lorenzetti 등⁽⁴¹⁾에 의하면 알로에 베라의 항균성 물질은 매우 불안정하여 알로에 주스를 방치하면 소실되지만, 15분 동안 80°C에서 가열한 후 동결건조하면 *S. aureus*, *Streptococcus pyrogenes*, *Corynebacterium xerosis*, *Salmonella paratyphi*에 대하여 강한 항균성을 나타내었다. 添田 등⁽⁴²⁾은 Cape aloe가 *Pseudomonas aeruginosa*와 *Proteus vulgaris*에 대하여 항균작용이 있다고 하였고, 八木와 西岡⁽⁴³⁾에 의하면 알로에 사포나리아는 barbaloin 등의 下劑 성분을 함유하고 있지 않지만, 약 20종의 tetrahydroanthracene 유도체와 anthraquinone 류를 함유하고 있고, 그 중 aloesapanarin, laccaic acid D-methyl ester, 그리고 deoxyerythrolaccin은 최소 유효농도 50~12.5 µg/ml에서 항균작용을 나타내었다고 보고하였다.

요 약

제주도에서 많이 생산되고 있는 톳과 알로에를 초임계이산화탄소와 보조용매로서 에탄올로 추출하여 각각의 추출수율을 측정하고, 이들 추출물들의 항균활성을 검색하였다. 추출용매로 초임계이산화탄소-에탄올을 병용했을 때 톳과 알로에의 추출수율과 용해도는 초임계이산화탄소만을 사용했을 때보다 2배 이상 높았다. 모든 추출물들은 *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* 그리고 *Alternaria* sp.에 대하여 항균활성을 보였는데, 세균에 대하여 가장 높고, 그 다음 효모, 곰팡이 순이었다. 초임계이산화탄소-에탄올 추출물에는 초임계이산화탄소만을 사용한 추출물에 비하여 2배 이상의 고형물이 함유되어 있었음에도 불구하고, 두 종류의 추출물이 거의 동일한 항균활성을 나타낸 것으로 보아, 초임계이산화탄소와 같은 비극성용매에 용해되는 물질들이 보다 강한 항균성을 보이고 있는 것으로 추정된다.

문 헌

1. Beuchat, L.R. and Golden, D.A.: Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.*, **43**, 134 (1989)
2. Ashton, D.H. and Busta, F.F.: Milk components inhibitory to *Bacillus stearothermophilus* by iron, calcium and magnesium. *Appl. Microbiol.*, **16**, 628 (1968)
3. Freese, E., Sheu, C.W. and Gallier, S.E.: Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. *Nature*, **241**, 321 (1973)
4. Cox, N.A., Mercuri, A.J., Juven, B.J., Thomson, J.E. and Chew, V.: Evaluation of succinic acid and heat to improve the microbiological quality of poultry meat. *J. Food Sci.*, **39**, 985 (1974)
5. Yamamoto, Y., Hiashi, K. and Yoshi, H.: Inhibitory activity of acetic acid on yeast. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 772 (1984)
6. Kabara, J.J.: Medium chain fatty acids and esters. In *Antimicrobials in Foods*, Branen, A.L. and Davison, P. M. (ed), Marcel Dekker Inc., New York, p.109 (1983)
7. Neiman, C.: Influence of trace amounts of fatty acids on the growth of microorganism. *Bacteriol. Rev.*, **18**, 147 (1985)
8. Shelef, L.A., Naglik, O.A. and Bogen, D.W.: Sensitivity of some common food borne bacteria to the spices sage, rosemary and allspice. *J. Food Sci.*, **45**, 1042 (1980)
9. Conner, D.E. and Beuchat, L.R.: Effect of essential oils from plants on growth of food spoilage yeast. *J. Food Sci.*, **49**, 429 (1984)
10. Sahika, E.A. and Mehmet, K.: Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay leaves. *Inter. J. Food Microbiol.*, **3**, 349 (1986)
11. 이병환, 신동화: 식품 부패 미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. *한국식품과학회지*, **23**(2), 200 (1991a)
12. 이병환, 신동화: 식품 부패미생물에 대한 천연 항균성 물질의 농도별 및 분획별 항균 특성. *한국식품과학회지*, **23**(2), 205 (1991b)
13. 박옥연, 장동식, 조학래: 한약재 추출물의 항균효과 검색. *한국영양식량학회지*, **21**(1), 91 (1992a)
14. 박옥연, 장동식, 조학래: 차추출물의 항균 특성. *한국영양식량학회지*, **21**(1), 97 (1992b)
15. 이인규, 부정민: 해조류를 중심으로한 제주도의 해양식물상. *생물과학신포지음* (제14집), 한국생물과학협회, p. 132 (1993)
16. 제주도: 농수산물 가공산업 육성을 위한 조사 연구 보고서. 제주도, p.108 (1991)
17. Ryu, B.H., Kim, D.S., Cho, K. and Sin, D.B.: Antitumor activity of sea-weeds toward Sarcoma-180. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **21**(5), 595 (1989)
18. 김성홍: 제주도산 식물중 수용성 추출물의 항암효과. *제주대학교 석사학위논문* (1990)
19. 藏多一哉: 海藻の抗生物質. 海洋の生化学資源, 6章. 日本水産學會篇, 恒生社厚生閣, 東京, p.80 (1979)
20. Sugar, T. and Hirata, T.: The efficacy of the Aloe plants chemical constituents and biological activities. *Cosmetics & Toiletries*, **98**(June), 105 (1983)
21. 이신영, 김갑수, 원 숙, 김진영: Aloe로부터 추출한 다당체의 용액 및 리올로지 특성. *강원 대학교논문집* 제30집, 440 (1991)
22. 고환중: 농산물 수입자유화 대비 약용작물 재배 유망. *제주신문*, 8월 26일 (1993)
23. 김혜진: Alloxan 당뇨 흰쥐의 혈당량 및 insulin 량에 미치는 알로에 베라의 효과에 관한 연구. *이화여자대학교 석사학위논문* (1982)
24. 최민철: 알로에 베라 루어가 코발트-60 감마선 조사를 받은 마우스의 생존율과 조혈간세포에 미치는 영향. *서울대학교 박사학위논문* (1990)

25. 황우익 : 알로에 추출물의 항암성 연구. 연구보고서 (1990)
26. 김종극 : 소화성궤양에 있어서 알로에 베라의 치료경험. 최신의학, 35(2), 97 (1992)
27. 박종상, 장기운, 남윤규 : 추출방법에 따른 알로에 베라의 barbaloin 함량. 한국농화학회 춘계합동발표요지. p. 62 (1993)
28. McHugh, M.A. and Krukoni, V.J.: *Supercritical fluid extraction: principle and practice*. Butterworths, Boston, MA. (1986)
29. Dobbs, J.M., Wong, J.M., Lahiere, R.J. and Johnston, K.P.: Modification of supercritical phase behavior using polar co-solvents. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 26(1), 56 (1987)
30. Maniatis, T.: *Molecular cloning, A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, New York, USA, p.68 (1982).
31. Koneman, E.W., Allen, S.D., Janda, W.M., Schreckenberger, P.C. and Winn, W.C.: Chapter 14. Antimicrobial susceptibility testing. In *Diagnostic microbiology*, J.B. Lippincott Company (ed), Philadelphia, *Pennsylvania, USA*, p.631 (1992)
32. 김수현, 임상빈, 고영환, 오창경, 오명철, 박제석 : 추출 용매에 따른 톱 추출물의 수율 및 항균성 검정. 한국수산화학회지, 인쇄중 (1994)
33. 조태호 : 식품성분표, 제4차 개정판. 농촌진흥청 농촌영양개선연구원, p.174 (1991)
34. Brunner, G.: Selectivity of supercritical compounds and entrainers with respect to model substances. *Fluid Phase Equilibria*, 10, 289 (1983)
35. Tavana, A., Chang, J., Randolph, A.D. and Rodriguez, N.: Scanning of cosolvents for supercritical fluids solubilization of organics, *AIChE J.*, 35(4), 645 (1989)
36. Waller, G.R., Mangiafico, S. and Ritobey, C.R.: A chemical investigation of Aloe barbadensis Miller, *Proc. Okla. Acad. Sci.*, 58, 69 (1978)
37. Nadal, N.G.M., Casillas, C.M., Rodriguez, L.V., Rodriguez, J.R. and Vera, L. T.: Antibiotic properties of marine algae-III. *Cymopolia barbara*. *Botanica Marina*, 9, 121 (1966)
38. Rao, P.S. and Parekh, K.S.: *Botanica Marina*, 24, 577 (1981)
39. Schmidt, H. and Dopp, W.: Die tuberkulostatische Wirkung der Aloe und ihrer wichtigsten Inhaltsstoffe *in vitro*. *Arzmeim. Forschg.*, 3, 627 (1953)
40. Fly, L.B. and Kiem, I.: Tests of Aloe vera for antibiotic activity. *Econ. Botony*, 17, 46 (1963)
41. Lorenzetti, L.J., Salisbury, R., Beal, J.L. and Baldwin, J.N.: Bacteriostatic property of Aloe vera. *J. Pharm. Sci.*, 53, 1287 (1964)
42. 添田百妓, 大友道子, 青梅美惠子 : 알로에의 항균 및 항진균작용에 관한 연구. 일본세균학 잡지, 21(10), 609 (1966)
43. 八木旭, 西岡五夫 : saponaria의 활성성분에 대하여. 제2회 천연약물의 개발과 응용 심포지움 강연요지집, p.13 (1978)

(1994년 10월 14일 접수)