

해양심층수염 및 다시마분말 첨가 고추장추출물의 항돌연변이성 및 암세포 성장억제효과

함승시[†] · 최현진 · 김수현 · 오현택 · 정미자
강원대학교 생명공학과

Antimutagenic and Cytotoxic Effects of *Kochujang* Extracts Added Deep Sea Water Salt and Sea Tangle

Seung-Shi Ham[†], Hyun-Jin Choi, Soo-Hyun Kim, Hyun-Taek Oh, and Mi-Ja Chung

Dept. of Biotechnology and Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This study was performed to observe the antimutagenic and cytotoxic activities of methanol extract of *kochujang* added with sea tangle and deep sea water salts (SDK) and *kochujang* added with sea tangle (SK) using the Ames test and SRB assay, respectively. The direct antimutagenic effect of SDK and SK methanol extracts were examined by Ames test using *Salmonella* Typhimurium TA98 and TA100. In the Ames test, methanol extract of SDK and SK alone did not exhibit mutagenicity and most of the samples showed high antimutagenic effects against mutation induced by *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine (MNNG) and 4-nitroquinoline-1-oxide (4NQO). Methanol extract of SDK (200 µg/plate) showed approximately 71.4% inhibitory effect on the mutagenesis induced by 4NQO against TA98 strain; whereas 56.1% and 83.6% inhibitions were observed on the mutagenesis induced by 4NQO and MNNG against TA100 strain. The cytotoxic effects of SDK and SK increased with increasing sample concentration against human cervical adenocarcinoma (HeLa), human hepatocellular carcinoma (Hep3B), human breast adenocarcinoma (MCF-7), human stomach adenocarcinoma (AGS), and human lung carcinoma (A549). The SDK at the concentration of 1 mg/ml showed cytotoxicities of 61.5%, 61.3%, 51.4%, 57.9% and 77.7% against HeLa, Hep3B, MCF-7, AGS and A549, respectively. In contrast 1 mg/ml treatment of SDK and SK methanol extract had only 2~38% cytotoxicity on human transformed primary embryonal kidney cell (293).

Key words: deep sea water *kochujang*, antimutagenic, cytotoxic activity

서 론

우리나라의 고추장은 약 200년 전통을 가진 것으로 조미료를 목적으로 널리 애용되며 고유의 전통발효식품 중의 하나로 고추분, 찹쌀 및 콩의 발효물에서 유래된 단백질, 당류, 카로틴, 비타민, 캡사이신과 대두 펩타이드 등 영양성분 및 생리활성물질이 함유되어 있다. 전분의 분해로 생성되는 유리당에 의한 단맛, 단백질로부터 분해된 유리아미노산에 의한 신맛 등에 의하여 특유한 맛을 형성하여 각종 요리에 이용가치가 높다(1,2). 고추장은 된장과 간장에 비해 vitamin B₁, B₂, C 및 folic acid 등이 다량 함유되어 있는 식품으로 비타민의 주요 공급원이며, 미생물의 대사 및 발효작용으로 생성되는 유기산, 핵산, 알코올 및 색소 등의 미량성분이 맛, 향 및 색 등에 조화를 이룬 발효식품이다(3). 식품에서 생리활성을 나타내는 기능성 물질은 생체 방어계, 호르몬계, 신

경계 및 순환계 등의 기능을 조절해 줌으로써 질병의 예방과 회복을 가능케 하는 것을 말하며 식생활이 변화함에 따라 고추장도 원료의 일부가 과습이나 감, 호박 및 사과로 대체하거나 홍삼을 첨가하여 고추장의 풍미와 기능성을 향상시키는 연구들이 시도되고 있다(4-8). Kim 등(9)은 양파 분말 첨가 고추장을 제조 후 항암 및 면역 활성을 조사한 결과, 암 세포를 억제하고 제거하는 효과가 뛰어나고 비장세포 증식을 유도한다고 보고하였다. Hyun 등(10)이 홍국과 보리를 첨가하여 고추장 제조 후 고지혈증에 관련되어 있는 HMG-CoA reductase(HMGR) 저해활성을 조사한 결과 홍국 첨가 고추장에서 높은 저해활성을 나타내었다.

해양심층수란 태양광이 도달하지 않는 해수로부터 약 200 m 이하의 해수로 연중 수온 변화가 거의 없는 저온 고압상태의 바닷물이다. 심해에 존재하는 물은 오염이 되지 않으며 미네랄이 풍부하고 유기물과 오염물질들이 수심 200 m까지

[†]Corresponding author. E-mail: hamss@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6453, Fax: 82-33-250-6453

내려오지 못하기 때문에 순수한 상태를 유지한다. 마그네슘, 칼슘 등의 유용 미량원소와 다양한 미네랄이 균형 있게 포함되어 있으며, 부영양성, 청정성, 저수온성, 숙성성, 고미네랄의 특징을 가지고 있다(11-13). 미네랄 중의 칼슘과 마그네슘은 인간에 있어 골격을 형성하고, 치아의 형성 및 유지, 체내의 삼투압을 조절하며, 체액의 산-염기 평형상태를 유지하며, 각종 효소의 활성제로서나 에너지 발생작용 조절기능을 가지고 있다(14). 이런 해양심층수를 바탕으로 Kim 등(15)은 해양심층수 염을 이용하여 식빵의 품질을 높이는 연구를 하였으며, Lee 등(16)은 두부응고제로 해양심층수를 첨가하여 천연응고제로서 이용가능성을 높였다.

다시마는 칼슘, 칼륨, 요오드 및 아연 등 신체의 생리대사에 관여하는 주요 미네랄이 풍부하게 함유되어 있으며, uronic acid로 구성된 alginic acid, 황산기를 함유하는 fucoindan 및 laminaran과 같은 식이섬유가 있어 비만을 예방하고 치유하는 효과가 있다(17). 또한 당에 대한 내성을 증가시키며, 혈중 콜레스테롤을 저하하는 등의 지질대사를 개선함으로써 항당뇨효과를 나타낸다(18,19).

이에 본 연구에서는 기호성 및 기능성 향상을 위해 다시마를 첨가한 해양심층수 고추장과 일반 고추장을 제조하여 생리활성을 살펴보고자 Amest test를 이용한 항돌연변이성 및 cytotoxicity 등의 생리활성 측정을 통해 기능성식품의 적용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 해양심층수, 다시마, 콩, 메주가루 및 고춧가루는 2006년 고성군 농업기술센터에서 제공 받았으며 소금은 시판되는 것을 사용하였고 메주곡자(*Aspergillus oryzae*)는 곡자회사(충무발효)로부터 구입하였다.

고추장제조

고추장 제조는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 *Aspergillus oryzae*를 이용한 개량식 방법에 따라 제조하였다. 고추장의 원료 배합비는 Table 1에 나타내었다.

시료의 조제

고추장을 동결건조시킨 후 시료를 마쇄하여 시료에 20% (w/v)의 메탄올을 첨가하여 12시간 교반을 3회 반복한 후

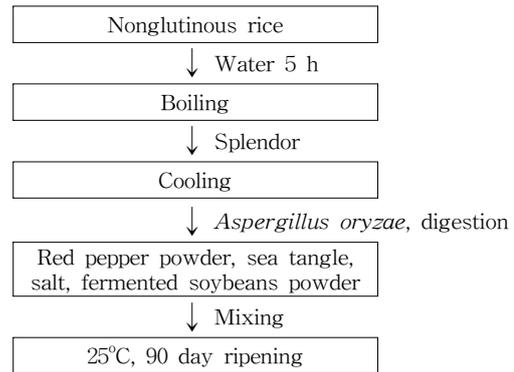


Fig. 1. Procedure for manufacturing of kochujang.

여과하여 회전식 진공농축기로 농축하여 메탄올 추출물을 얻은 후 동결건조기를 이용하여 건조시킨 다음 실험에 사용하였다.

시약

항돌연변이원성 실험에 필요한 직접 돌연변이원으로서 4-nitroquinoline-1-oxide(4NQO)와 *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine(MNNG)는 미국 Sigma사로부터 구입하였고, 이 변이원 물질은 dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 암세포주는 인간 자궁암세포 HeLa(Human cervical adenocarcinoma, KCLB NO. 1002), 인간 간암세포 Hep3B(Human hepatocellular carcinoma, KCLB NO. 88064), 인간 유방암세포 MCF-7(Human breast adenocarcinoma, KCLB NO. 30022), 인간 위암세포 ASG(Human gastric carcinoma, KCLB NO. 21739)와 인간 폐암세포(Human lung carcinoma, KCLB NO. 10185)가 이용되었으며, 정상세포로는 293(Transformed primary human embryonal kidney, KCLB NO. 21573)을 사용하였다. 세포 배양을 위해 RPMI 1640과 Dulbecco's modified Eagle's medium(DMEM)의 배지를 사용하였으며, hepes buffer, fetal bovine serum, trypsin-EDTA는 Hyclone사로부터 구입하였다.

돌연변이원성 실험

시료 자체의 돌연변이성 유무를 규명하기 위하여 *S. Typhimurium*의 변이주인 TA98과 TA100을 이용하여 Ames test를 개량한 preincubation법(20)으로 실시하였다. 시료의 추출물들을 미리 건조 멸균시킨 glass cap tube 시험

Table 1. The mixing ratio of raw material for the preparation of kochujang

| Sample code | SK (<i>kochujang</i> added with sea tangle) | SDK (<i>kochujang</i> added with sea tangle and deep sea water salts) |
|---------------------------|--|--|
| Nonglutinous rice | 2 | 2 |
| Water or deep sea water | water 6 L | deep sea water 6 L |
| Fermented soybeans powder | 0.8 | 0.8 |
| Salt or deep sea water | salt 0.6 | deep sea water salt 0.6 |
| Red pepper powder | 0.6 | 0.6 |
| Sea tangle | 100 g | 100 g |

관에 각각의 농도별로 50 µL씩 가하고 여기에 전 배양시킨 *S. Typhimurium* 배양균액을 100 µL씩을 가한 다음 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 7.4)로 전체량이 700 µL가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 30분간 preincubation한 다음 hisitidine/biotin이 첨가된 top agar(45°C)를 2 mL씩 가하여 잘 혼합한 후에 미리 조제해 놓은 최소 minimal glucose agar plate에 도말하고 평판 고화시켜 37°C 배양기에서 48시간 배양하여 생긴 복귀돌연변이(his⁺ revertant colony) 수를 측정하여 추출물의 돌연변이원성의 유무를 판정하였다.

항돌연변이성 실험

Ames test를 개량한 preincubation법(20)에 따라 항돌연변이원성 실험을 실시하였고, 직접 변이원으로 널리 알려진 4NQO와 MNNG를 사용하였다. 건열 멸균시킨 glass cap tube에 고추장 추출물들을 각각의 농도별로 50 µL씩 첨가하고 변이원 물질을 각각 50 µL씩 첨가한 다음 여기에 전배양시킨 균액을 100 µL씩 주입한 후에 0.2 M sodium phosphate buffer를 가하여 최종 부피가 700 µL가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 30분간 진탕배양한 다음 상기 돌연변이원성 실험과 같은 방법으로 실험하고, 생성된 복귀돌연변이수를 측정하여 시료의 항돌연변이 활성을 판정하였다. 각 시료와 변이원물질의 농도는 예비실험을 통하여 결정하였으며, 항돌연변이 활성은 변이원물질의 활성에 대한 시료의 억제율(inhibition ratio, %)로 나타내었다.

암세포 성장억제효과

SRB assay(Sulforhodamine B)는 세포단백질 염색을 이용하여 세포증식이나 독성을 측정하는 방법이다(21). 10% fetal bovine serum 및 각각의 암세포 HeLa, Hep3B, MCF-7, AGS, A549와 293을 함유하는 RPMI 1640과 DMEM 배지를 5×10⁴ cells/mL 농도로 100 µL씩 96-well에 첨가하여 24시간 동안 배양(37°C, 5% CO₂)시킨 후 각각의 배지에 녹인 시료를 농도별로 100 µL로 첨가하여 48시간 다시 배양하였다. 그 후 상등액을 aspirator로 조심스럽게 제거한 후 냉장 보관한 10%(w/v) TCA를 100 µL 첨가하여 세포들을 well 바닥에 고정시켰다. 1시간 동안 4°C에서 배양시킨 다음 증류수로 다섯 번 세척하였다. Plate를 건조시키고 여기에 1%(v/v) acetic acid에 녹인 0.4%(w/v) SRB 염색액을 100 µL 첨가하여 30분간 염색시켰다. 결합되지 않은 SRB 염색액을 제거하기 위해 1%(v/v) acetic acid로 네 번 세척하여 다시 건조시킨 후 10 mM Tris buffer(pH 10.5) 100 µL로 염색제를 충분히 녹인 다음 540 nm에서 micro-plate reader로 흡광도를 측정하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(statistical package for social sciences) program을 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 농도의 평균차의 통계적 유의성을 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range

test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

SK와 SDK 고추장의 수율

주원료인 SK와 SDK를 동결 건조시킨 후 메탄올로 추출하여 다시 동결 건조하여 얻은 추출물에 대해 수율을 조사하였다. SK는 53.3%, SDK는 49.6%로 SK가 더 높은 수율을 나타내었다(Table 2). 이는 SDK에 사용된 해양심층수 염의 수분을 완전히 증발시켰기 때문이라고 사료된다.

돌연변이원성 실험

S. Typhimurium TA98과 TA100을 이용하여 SK와 SDK의 돌연변이원성을 확인해 보고자 메탄올 추출물에 대한 돌연변이원성 실험을 실시하였으며 그 결과는 Table 3에 나타내었다. SK의 음성 대조군 자연 복귀 돌연변이 집락수가 TA98이 23±2, TA100은 161±5이었고 SDK의 자연복귀 돌연변이 집락수는 TA98이 21±1, TA100은 152±4이었다. 각각 메탄올 추출물을 50, 100, 150 및 200 µg/plate의 여러 농도로 첨가하여 실험한 결과, 복귀 돌연변이 수와 비교하여 농도 의존성을 나타내지 않았으므로 SK와 SDK 메탄올 추출물은 돌연변이원성을 나타내지 않는 것으로 판단되었다(Table 3).

항돌연변이원성 실험

SK와 SDK에 대하여 항돌연변이원성을 검토하기 위하여 먼저 세포내 DNA에 직접적으로 손상을 주어 돌연변이를 유발하는 직접돌연변이 물질인 MNNG와 4NQO를 이용하여 항돌연변이원성 효과를 조사하였다. 먼저 직접 변이원으로 사용된 MNNG(0.4 µg/plate)의 경우 *S. Typhimurium* TA100 균주에서 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 변이원성 억제효과를 나타내었으며 시료 농도 200 µg/plate에서

Table 2. Yields of methanol extract from SK and SDK

| Sample | Yield (%) |
|------------------|-----------|
| SK ¹⁾ | 53.3 |
| SDK | 49.6 |

¹⁾Refer to Table 1.

Table 3. Mutagenicity of methanol extract from SK and SDK in *Salmonella Typhimurium* TA98 and TA100

| Dose (µg/plate) | His ⁺ revertants/plate ¹⁾ | | | |
|-----------------|---|-------|------|-------|
| | SK ²⁾ | | SDK | |
| | TA98 | TA100 | TA98 | TA100 |
| Spontaneous | 23±2 | 161±5 | 21±1 | 152±4 |
| 50 | 20±2 | 144±3 | 23±5 | 152±1 |
| 100 | 23±1 | 172±8 | 23±2 | 153±3 |
| 150 | 20±5 | 157±3 | 22±3 | 165±8 |
| 200 | 19±2 | 184±4 | 20±3 | 159±6 |

¹⁾Each value represents the mean±SD of three plates.

²⁾Refer to Table 1.

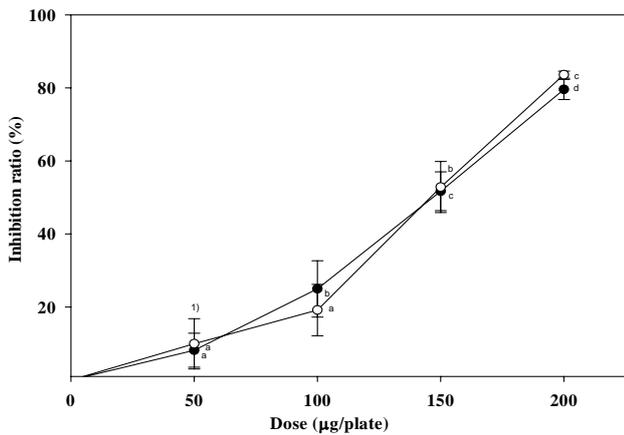


Fig. 2. Inhibitory effects of methanol extract from SK and SDK on the mutagenicity by MNNG (0.4 µg/plate) in *Salmonella Typhimurium* TA100.

● : SK (*kochujang* added with sea tangle, ○ : SDK (*kochujang* added with sea tangle and deep sea water salts).
¹⁾Results are expressed as mean ± SD (n=3). Values not sharing common superscript letter in column were significantly different at p<0.05.

SK와 SDK은 각각 79.5% 및 83.6%로 돌연변이 억제효과를 나타내었다(Fig. 2). 한편 직접변이원인 4NQO(0.15 µg/plate)에 대한 억제 효과를 측정된 결과 농도 의존적으로 억제 활성을 나타내었으며, *S. Typhimurium* TA98의 경우에는 SK와 SDK를 200 µg/plate 첨가 시 각각 69.0% 및 71.4%의 돌연변이 억제효과를 보였다. *S. Typhimurium* TA100 경우에서도 같은 시료 농도에서 SDK가 56.1%, SK는 45.4%로 SDK가 SK에 비해 10% 이상의 돌연변이 억제효과를 나타내었다(Fig. 3). Kim 등(9)은 aflatoxin B₁을 돌연변이원으로 사용한 *S. Typhimurium* TA98 균주에 양파분말 첨가 고추장 메탄올 추출물을 처리하여 항돌연변이 효과를 측정된 결과 양파고추장과 첨가하지 않은 고추장이 각각 31.8%와 34.5%의 억제 효과를 나타내었다고 보고하였다.

따라서 본 결과의 항돌연변이 효과는 다시마의 alginic acid와 황산기를 함유하는 fucoidan(17)의 생리활성 기능을 갖고 있는 성분과 해양심층수의 미네랄에 의한 것으로 추측

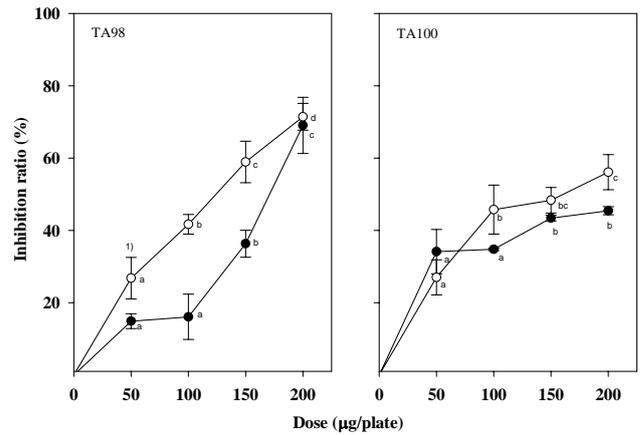


Fig. 3. Inhibitory effects of methanol extract from SK and SDK on the mutagenicity by 4NQO (0.4 µg/plate) in *Salmonella Typhimurium* TA98 and TA100.

● : SK (*kochujang* added with sea tangle, ○ : SDK (*kochujang* added with sea tangle and deep sea water salts).
¹⁾Results are expressed as mean ± SD (n=3). Values not sharing common superscript letter in column were significantly different at p<0.05.

할 수 있으며, 제품 개발을 위한 숙성에 관한 실험도 수행해야 할 것으로 사료된다.

암세포 성장효과

암 유발 초기단계에서 돌연변이가 매우 중요한 작용을 하고 대부분의 발암물질 돌연변이원이라는 공통점은 항돌연변이원성을 가진 물질이 항암활성을 가질 수 있다는 것을 의미한다(22). 따라서 본 실험에서는 각종 암세포에 대한 세포독성을 규명하기 위해 암세포로는 인간 자궁암세포(HeLa), 인간 간암세포(Hep3B), 인간 유방암세포(MCF-7), 인간 위암세포(AGS), 인간 폐암세포(A549)와 인간 신장정상세포(293)를 이용하여 SK와 SDK 메탄올 추출물에 대하여 SRB assay를 이용하여 암세포 성장억제효과를 살펴보았다(Table 4). 인간 자궁암 세포인 HeLa에 대한 세포 독성 효과를 확인한 결과, SK와 SDK는 시료 최고 농도인 1 mg/mL일 때 각각 55.4%와 61.5%로 두 시료 모두 50% 이상의 암세포 성장억제효과를 보였으며, SK에 비해 SDK의 억제효과가

Table 4. Inhibitory effects of growth of human cancer cells and 293 cell in the *kochujang* methanol extracts

| Dose (mg/mL) | Growth inhibition (%) | | | | | | |
|------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 293 | HeLa | Hep3B | MCF-7 | AGS | A549 | |
| SK ¹⁾ | 0.25 | 7.0 ± 5.3 ^{a2)} | 5.9 ± 6.7 ^a | 9.0 ± 2.2 ^a | 10.6 ± 6.1 ^a | 10.8 ± 2.7 ^a | 6.15 ± 2.3 ^a |
| | 0.50 | 18.6 ± 1.3 ^b | 14.3 ± 1.8 ^b | 30.6 ± 2.4 ^b | 25.6 ± 5.0 ^b | 20.7 ± 2.9 ^b | 23.6 ± 6.4 ^b |
| | 0.75 | 21.6 ± 6.6 ^b | 33.0 ± 3.3 ^c | 40.5 ± 4.9 ^c | 31.3 ± 2.9 ^b | 38.7 ± 3.8 ^c | 39.3 ± 1.6 ^c |
| | 1.00 | 30.2 ± 0.4 ^c | 55.4 ± 1.9 ^d | 57.6 ± 1.2 ^d | 40.8 ± 1.6 ^c | 51.4 ± 5.5 ^d | 55.4 ± 3.2 ^d |
| SDK | 0.25 | 2.7 ± 3.5 ^a | 7.4 ± 1.9 ^a | 1.6 ± 1.3 ^a | 9.18 ± 2.9 ^a | 1.5 ± 1.2 ^a | 10.6 ± 2.1 ^a |
| | 0.50 | 17.2 ± 2.6 ^b | 19.7 ± 0.8 ^b | 19.3 ± 3.5 ^b | 20.9 ± 1.2 ^b | 7.1 ± 5.3 ^a | 36.4 ± 0.8 ^b |
| | 0.75 | 29.8 ± 4.1 ^c | 35.4 ± 4.8 ^c | 55.7 ± 4.5 ^c | 41.3 ± 0.7 ^c | 36.7 ± 3.8 ^b | 58.4 ± 3.2 ^c |
| | 1.00 | 38.0 ± 1.9 ^d | 61.5 ± 1.3 ^d | 61.3 ± 2.9 ^c | 51.4 ± 3.1 ^d | 57.9 ± 5.9 ^c | 77.7 ± 6.7 ^d |

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Results are expressed as mean ± SD (n=3). Values not sharing common superscript letter in column were significantly different at p<0.05.

유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었다. 인간 간암세포인 Hep3B에서 SK와 SDK는 시료 농도가 증가할수록 농도 의존적인 세포증식 억제효과를 보였다. Cui 등(23)의 연구에서 다시마분말을 첨가한 고추장 에탄올 추출물에 대한 세포독성 효과를 살펴본 결과 인간 간암세포인 HepG2 세포주는 시료농도 1 mg/mL에서 67.5%의 억제효과를 보였으며, 본 실험에서의 Hep3B 세포주를 처리한 SDK는 61.3%의 세포독성 효과를 나타내었다. 인간 유방암세포인 MCF-7의 SDK에 대한 세포독성 효과 결과는 0.25, 0.50, 0.75 및 1 mg/mL 첨가 시 각각 9.1%, 20.9%, 41.3% 및 51.4%를 나타내었으며, 시료의 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포 성장저해효과를 나타내었다. Tiisala 등(24)은 *in vitro*에서 유방암과 난소암을 억제하는 이유는 콩에 함유되어 있는 이소플라본 성분에 의한 것이라고 보고하였으며, 전통적으로 콩을 많이 먹는 일본 여성의 소변에는 핀란드 여성보다 30배나 많은 이소플라본이 들어 있다고 하였다. 인간 위암세포인 AGS에서 SK와 SDK에 대한 세포독성 효과를 확인한 결과, 최고 시료 농도 1 mg/mL에서 각각 51.4%와 57.9%의 억제효과를 나타내었다. Cui 등(23)이 다시마분말을 첨가한 고추장 에탄올 추출물에 대한 인간 위암세포인 KATOIII는 시료 최고 농도 1 mg/mL일 때 78.6%의 높은 억제율을 보였다. 인간 폐암세포인 A549에 대하여 SK와 SDK는 시료 농도 1 mg/mL일 때 77.7%의 암세포 성장억제효과를 나타내어 다른 암세포에 비해 높은 억제율을 나타내었다. Kim 등(9)은 양과초추장 메탄올 추출물 처리에 따른 암세포주의 성장 억제효과를 측정한 결과 1,000 µg/mL 농도로 추출물을 첨가하였을 때 A549의 증식 억제율은 15.6%의 억제율을 보였다. 인간 정상세포인 293에 대한 독성 효과를 살펴본 결과 SK와 SDK의 최고 시료 농도 1 mg/mL에서 모두 40% 이하의 낮은 억제효과를 나타내어 정상세포에 대해 비교적 낮은 독성을 나타낸다는 사실을 알 수 있었다.

따라서 본 실험결과를 종합하여 볼 때 SK와 SDK의 암세포주 성장억제효과는 다시마와 해양심층수에 함유되어 있는 성분과 숙성과정 중에 생성되는 여러 가지 성분들에 의해 정상세포에 대해서는 비교적 낮은 독성효과를 나타내면서 인간 유래 암세포에 대해서는 높은 억제효과를 나타내었다.

실험결과를 미루어 보아 항돌연변이원성과 암 세포주 성장억제효과는 확인할 수 있었으나, 다시마와 해양심층수 염의 시너지 효과를 기대할 수는 없었다. 하지만 SDK에 사용된 해양심층수 염을 탈염시켜 제조한다면 기능성 장류로 거듭날 수 있다고 사료된다.

요 약

본 연구는 Ames test와 SRB assay를 통해 SK와 SDK 메탄올 추출물을 이용하여 항돌연변이원성과 세포독성 효

과에 대해 살펴보았다. *S. Typhimurium* TA98과 TA100 균주를 사용하여 돌연변이원성을 실시한 결과 SK와 SDK 메탄올 추출물 자체의 돌연변이원성은 없었으며, MNNG와 4NQO를 유도하여 높은 항돌연변이 효과를 나타내었다. *S. Typhimurium* TA98에서 4NQO를 유도하여 SDK(200 µg/plate) 메탄올 추출물 처리 시에 71.4%의 억제효과를 나타내었으며, 반면에 *S. Typhimurium* TA100에 4NQO와 MNNG의 돌연변이를 유도하였을 때 각각 56.1%와 83.6%의 억제율을 보였다. 암세포 성장 억제효과를 검토한 결과 샘플 처리 시 농도 의존적 증가를 보였으며, SDK 메탄올 추출물 1 mg/mL 첨가 시 HeLa, Hep3B, MCF-7, AGS 및 A549에서 각각 61.5%, 61.3%, 51.4%, 57.9% 및 77.7%의 억제효과를 나타내었다. SK 메탄올 추출물 첨가 결과 51~58% 정도의 억제효과를 보였다. 대조적으로 SDK 메탄올 추출물을 1 mg/mL 첨가 시 293에서 2~38%의 세포독성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 고성군 농업기술센터의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과와 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kwon DJ. 2004. Quality improvement of *kochujang* using *Cordyceps* sp. *Korean J Food Sci Technol* 36: 81-85.
2. Bang HY, Par MH, Kim GH. 2004. Quality characteristics of *kochujang* prepared with *Paecilomyces japonica* from silkworm. *Korean J Food Sci Technol* 36: 4-49.
3. Woo DH, Kim ZU. 1990. Characteristics of improved *kochujang*. *Korean J Agric Chem Soc* 33: 161-168.
4. Park JS, Lee TS, Kye HW, Ahn SM, Noh BS. 1993. Study on the preparation of *kochujang* with addition of fruit juices. *Korean J Food Sci Technol* 25: 98-105.
5. Lee GD, Jeong YJ. 1998. Optimization on organoleptic properties of *kochujang* with additional of persimmon fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1132-1140.
6. Choo JJ, Shin HJ. 2000. Sensory evaluation and changes in physicochemical properties and microflora and enzyme activities of pumpkin added *kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 851-860.
7. Jeong JH, Seo JH, Lee GD, Lee MH, Yoon SR. 2000. Changes in quality characteristics of traditional *kochujang* prepared with apple and persimmon during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 575-580.
8. Shin HJ, Sin DH, Kwak YS, Choo JJ, Kim SY. 1999. Changes in physicochemical properties of *kochujang* by red ginseng addition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 760-765.
9. Kim JY, Park KW, Yang HS, Cho YS, Jeong CH, Shim KH, Yee ST, Seo KI. 2005. Anticancer and immuno activity of methanol extract from onion *kochujang*. *Korean J Food Preserv* 12: 173-178.
10. Hyun KU, No JD, Lim SI, Cha SK, Choi SY. 2007. Characteristic and HMG Co A reductase inhibitory activity of fermented red pepper soybean paste (*kochujang*) prepared from red rice and barley. *Kor J Microbiol Biotechnol* 35: 173-176.

11. Takahashi M. 2001. It knows and the deep sea water. *Science and Technology* 23: 35-37.
12. Nakagawa K, Yokoyama, Y, Nakajima H, Ikegami Y. 2000. Application of minerals in deep sea water. *JADOWA Deep Ocean Water Research* 1: 1-4.
13. Inaba H, Katsumata T, Yasuda K. 2001. Temporal variation of current and temperature at 300 m in suruga bay. *JADOWA Deep Ocean Water Research* 2: 1-8.
14. Mccarron DA, Morris CD. 1985. Blood pressure response to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann Inter Med* 103: 825-831.
15. Kim ML, Jeong JS, Lee MH, Lee GD. 2003. Effect of deep seawater and salt on the quality characteristics of breads. *Korean J Food Preserv* 10: 326-332.
16. Lee SW, Kim HJ, Moon DS, Kim AR, Jeong IH. 2007. Characteristics of tofu coagulants extracted from sea tangle using treated deep ocean water. *J Kor Fish Soc* 40: 113-116.
17. Ayako Y, Koichi Y, Keiichi O. 1992. Iodine distribution in blades of several laminarias grown in the same sea area. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 1373-1379.
18. Lee KS, Seo JS, Choi YS. 1998. Effects of sea tangle and hypoglycemic agent on lipid metabolism in diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 960-967.
19. Choi JH, Choi JS, Byun DS, Yang DS. 1986. Basic studies on the development of diets for the treatment of obesity II comparison of the inhibitory effect of algae and crude drug components on obesity. *Bull Korean Fish Soc* 19: 485-492.
20. Yahagi T, Nagao M, Seino Y, Matsushima T, Sugimura T, Okada M. 1997. Mutagenicities of N-nitrosamines in *Salmonella*. *Mutat Res* 48: 121-130.
21. Scudiero DA, Shoemaker RH, Paull KD, Monks A, Tierney S, Nofziger TH, Currens MJ, Semoff D, Boyd MR. 1998. Evaluation of a soluble tetrazolium/formazan assay for cell growth and drug sensitivity in culture using human and other tumor cell lines. *Cancer Res* 48: 4827-4833.
22. Lee HJ, Cui CB, Choi HT, Kim SH, Ham YA, Lee DS, Ham SS. 2005. Biological activities of the vaporized liquid of water boiled pine needle. *Korean J Food Preserv* 12: 179-183.
23. Cui CB, Oh SW, Lee DS, Ham SS. 2002. Effects of the biological activities of ethanol extract from Korean traditional *kochujang* added with sea tangle. *Korean J Food Preserv* 9: 1-7.
24. Tiisala S, Majuri ML, Carpen O, Renkonen R. 1994. Genistein enhances the ICAM 1 and its counter receptors. *Biochem Biophys Res Commun* 203: 443-449.

(2008년 1월 16일 접수; 2008년 4월 4일 채택)