마늘죽 첨가 고추장의 항산화 및 항암효과

송호수 · 김영목 · 이근태*

부경대학교 식품생명공학부

Received June 16, 2008 / Accepted August 24, 2008

Antioxidant and Anticancer Activities of Traditional Kochujang Added with Garlic Porridge. Ho-Su Song, Young-Mog Kim and Keun-Tai Lee*. Department of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea - In order to improve the functional properties of kochujang, garlic porridge was added to traditional kochujang during manufacturing. Changes in physiochemical properties of kochujang by garlic porridge addition were then investigated. No big differences in general chemical compositions was observed between three kinds of kochujangs tested in this study, general kochujang purchased from a market (GK), kochujang added with raw garlic (RGK) and kochujang added with garlic porridge (GPK). However, GPK showed higher level of antioxidant and anticancer activities than those of others. The methanolic extract of GPK showed 66.38% of DPPH radical scavenging activity, while the extracts of GK and RGK exhibited 38.44% and 50.97%, respectively. Also, the effects of three different extracts of kochujangs on cell proliferation of stomach cancer cell (MKN 45), colon cancer cell (HCT116), and lung cancer cell (NCI-H460) were investigated using MTT assay. All of three extracts exhibited the highest anti-proliferative activity against stomach cancer cell, even though the proliferation of colon cancer cell and lung cancer cell were also inhibited. Among them, the extract of GPK showed the highest anti-proliferative activity (62.35%) against stomach cancer cell. From the results obtained in the present study, we concluded that the antioxidant and anticancer activity of GPK mainly originated from garlic because GPK was consisted of 23% garlic (w/w) compared to 10% (w/w) of RGK.

Key words : Garlic porridge, kochujang, antioxidant, anticancer

서 론

마늘(garlic, *Allium sativum*)의 생리적 활성을 나타내는 주된 성분은 allicin (allyl 2-propene thiosulfinate)으로서 마늘의 파쇄 과정 중에 allinase의 작용에 의해 pyruvate 및 ammonia와 함께 생성된다. Allicin 역시 매우 불안정한 화합물로서 여러 형태의 함황화합물로 쉽게 전환된다. 그 중 diallyl disulfide, diallyl sulfide, allylpropyl disulfide, methyl trisulfide가 주요 화합물이며 이들은 allicin과 더불어 마늘의 독특한 향미를 나타내는 주된 물질로서 알려져 있다[11]. 마늘은 전통적으로 식품의 향신료, 의약품의 원료, 기능성 식품으로서 이용되어 왔으며, 항균작용[23] 비롯하여 항암작용[3,6,21,24], 면역증진작용[20,25], 항산화작용[2,5,27]이 있다는 것이 밝혀졌다. 특히, 마늘의 섭취에 의해 심혈관계 질환에 관련된 다양한 위험요소를, 즉 고혈압, 고콜레스테롤지혈증, 혈소판의 응집도 증가, 혈액의 응고성 증가 등을 개선시키는 효과가 있다는 것이 알려져 왔으며[9,14,19] 최근에 심혈관계 질환의 발생빈도가 비약적으로 증가하면서 이 질환을 예방하는 기능성 식품으로서 관심을 끌고 있다.

그러나 마늘을 이용한 가공 제품은 극히 저조한 실정인데 마늘 전체 생산량 중 98%가 생마늘 형태로 이용되고 있는 반면 가공제품은 매우 미미한 수준이다. 이와 같이 가공제품이 저조한 이유는 소비자가 요구하는 마늘을 소재로 한 고품질의 가공제품을 생산하지 못하는데 큰 원인이 있다고 할 수 있다.

우리나라의 전통식품인 고추장은 콩과 쌀을 적당한 비율로 섞어 만든 메주와 함께 찹쌀 등 전분질 원료, 엿기름 그리고 고춧가루 등을 섞어 발효시킨 제품으로 현재 우리의 식탁에 없어서는 안 될 독특하고 고유한 발효 식품의 일종이다. 또한 고추장은 발효과정 중에 전분 분해로 생성되는 당분의 단맛과 콩 단백질 분해물에 기인한 아미노산의 구수한 맛, 고춧가루의 매운맛, 소금의 짭맛이 조화되어 고유의 풍미를 갖게 된다[7,8,11,22].

이와 같은 고추장은 전통적으로 각 가정에서 제조되어 가족 소비에 한정되었으나 현재 제조과정의 복잡성, 여성의 사회활동 참여 증가와 핵가족화가 되면서 점점 상품화된 고추장의 수요가 증가되고 있으며 이에 따라 소비자의 기호도도 높아져 고급화가 요구되고 있는 실정이다.

이에 현재 기능성을 살린 고추장이 다양하게 출시되고 있는데 그 종류에는 홍삼을 첨가한 고추장[23], 다시마 분말을 첨가한 고추장[3], 참치 자숙액을 첨가한 고추장[20] 등이 있

*Corresponding author

Tel : +82-51-629-5825, Fax : +82-51-629-5824

E-mail : ktlee@pknu.ac.kr

으며 각 고추장에 대한 성분분석과 생리활성연구가 진행 중이다.

따라서 본 연구에서는 마늘을 이용한 기능성 전통 고추장을 개발하기 위해 마늘을 죽 형태로 제조하여 첨가한 고추장을 제조한 후 이에 대한 성분 분석, 항산화능력 및 항암능력을 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

마늘죽 첨가 전통고추장 제조를 위하여 고춧가루는 영양 고추 유통공사, 천일염 및 마늘은 농협(신안 도초, 경남 남해)을 통해 구매하였으며 기타 메주가루, 조청, 참쌀가루는 부산시 내 제래시장에서 구입하였으며 비교분석용 고추장의 경우에는 시판용 일반 고추장과 시판용 생마늘 첨가 고추장을 대상으로 비교 실험하였다.

고추장 제조

마늘죽 첨가 전통 고추장을 제조하기 위해 분쇄한 마늘에 2배 중량의 물을 가해 가열용기에 넣어 교반하면서 약 3시간 정도 가열하여 마늘죽을 제조한 후 고춧가루와 마늘죽을 1:1의 비율로 넣고 메주가루, 조청, 천일염 등의 부재료를 혼합하여 고추장을 제조한 후 18°C에서 5개월간 숙성시킨 후 실험 재료로 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 A.O.A.C법[1]과 식품공전의 분석방법에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉 수분은 105°C 상압건조법, 조화분은 건식회화법, 조지방은 산분해법, 조단백질은 Kjeldahl법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조화분, 조단백질, 조지방을 뺀 값으로 하였다.

아미노태 질소 분석

아미노태 질소 함량은 Formol 적정법[6]을 이용하여 분석하였다. 즉 시료 일정량에 10배의 증류수를 넣고 1시간 동안 교반하여 충분히 용해시킨 뒤 0.1 N NaOH용액을 이용하여 pH 8.5까지 조절하였다. 여기에 중성 포르말린 용액(pH 7.0) 20 ml를 가하고 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.5가 될 때까지 중화 적정하였으며 대조구로 시료 대신 증류수를 사용하였다. 다음의 식을 이용하여 아미노태질소 함량을 계산하였다.

$$\text{아미노태질소}(mg\%) = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F \times D}{S} \times 100$$

A: 분시험의 시료에 대한 0.1 N NaOH 표준액의 적정소비량(ml)

B: 대조구에 대한 0.1 N NaOH 표준액의 적정소비량(ml)

D: 희석배수, F: 0.1 N NaOH 용액의 factor

식염 정량

마늘고추장의 식염 정량은 Mohr법[15]을 이용하였다. 즉 고추장 5 g과 증류수 100 ml를 혼합하여 균질화 시킨 용액 중 10 ml를 취하여 5% 크롬산칼륨(K_2CrO_4)용액 1 ml를 가한 후 질산은($AgNO_3$)용액으로 적정하였다. 이때 소비된 질산은의 ml수로 다음의 식을 이용하여 염분 함량을 계산하였다.

$$NaCl(\%) = \frac{A \times 0.00585 \times F}{S} \times 100$$

A: $AgNO_3$ 용액의 적정소비량(ml)

F: $AgNO_3$ 용액의 농도계수

DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능을 측정하기 위해 동결 건조시킨 고추장 5 g에 95% 메탄올을 50 ml 가하고 상온에서 3시간동안 교반시킨 후 원심분리(10,000× g, 30 min)하여 여과시킨 액을 시료로 하였으며 그 측정방법은 Park 등[18]의 방법을 약간 변형하여 실험하였다. 여과액 0.3 ml에 0.04 mM DPPH 용액 3 ml를 가하고 30 분 동안 상온에서 방치한 뒤 분광광도계(Biospec-1601, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 다음 식으로 계산하였다.

$$DPPH\text{라디칼소거능}(\%) = (1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{blank absorbance}}) \times 100$$

환원력 측정 방법

환원력은 Wu 등[28]의 방법에 따라 실험하였다. 환원력 측정에 사용된 고추장 추출액은 DPPH 측정에 사용된 것과 같은 방법으로 준비하였으며 대조구의 시료로는 탈이온수를 사용하였으며 실험방법은 다음과 같다. 시료 추출액 2 ml에 0.2 M phosphate buffer (pH 6.6) 2 ml와 1% potassium ferricyanide 2 ml를 첨가한 후 혼합물을 50°C에서 20분간 배양시키고 2 ml의 10% trichloroacetic acid를 각각의 반응물에 첨가했다. 배양된 반응물 2 ml에 증류수 2 ml와 0.4 ml의 0.1% ferric chloride를 시험관에 첨가하여 10분 후 분광광도계를 이용해서 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 평가하였다.

GC/MS 분석 방법

고추장성분의 질량분석은 DM-1Ms(30 mm×0.25 mm×0.2 μm) 컬럼이 장착된 GC/MS (Shimadzu, Japan, QP-5050A)를 이용하여 마늘죽 고추장을 대상으로 질량 분석 하였으며 분석조건은 다음과 같다. Injector 와 detector 온도 각각 200°C로 하였고 초기 컬럼 온도는 50°C에서 150°C 까지 분당 1°C씩 상승시켜 실험하였으며 운반기체는 질소가스(1.5 ml/min)를 사용하여 분석하였다.

암세포 증식 억제 효과 측정

고추장의 항암효과를 조사하기 위하여 100 g의 고추장을 동결 건조시켜 마쇄한 후 95% 메탄올을 첨가하여 상온에서 12시간 동안 침지시킨 후 여과하여 rotary vacuum evaporator로 40°C에서 감압농축한 후 건조중량을 측정하여 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 용해시켜 0.45 µM membrane filter로 여과한 후 암세포 증식 억제 측정용 시료로 사용하였다[19].

실험에 사용한 암세포는 인체 암세포주인 MKN45 (위암), HCT116 (대장암), NCI-H460 (폐암)를 한국 세포주 은행에서 분양받아 사용하였으며 인체 암세포는 penicillin 100 unit/ml 과 10% fetal bovine serum (FBS)이 함유된 Rosewell Park Memorial Institute (RPMI) 배지를 이용하여 37°C, 5%의 CO₂ incubator에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 4-5일마다 교체하고 PBS로 세척한 후 trypsin-EDTA로 부착된 세포를 분리하여 계대 배양한 후 추출물의 암세포 증식 억제 효과는 MTT assay 방법을 이용하여 측정하였다[4,30]. 대조구로는 항암제(cisplatin, 25 ppm)를 사용하였으며 고추장 추출액 시료는 100 ppm을 사용하였다[16,29]. 세포 증식 억제율은 다음식에 의해 계산하였으며 모든 추출물은 3번 분석하여 평균값으로 하였다.

$$\text{Antiproliferative activity (\%)} = \left[1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right] \times 100$$

A_{sample}: 시료 첨가구의 흡광도 값

A_{control}: 시료 비첨가구의 흡광도 값

관능 검사

마늘죽 첨가 고추장과 기타 고추장과의 품질 차이를 알아보고자 관능평가를 하기 위해 부경대학교 식품공학과 학생을 무작위로 10명을 선발하여 숙성기간이 5개월 된 고추장을 관능평가용 시료로 제공하였다. 평가항목은 색, 냄새, 맛, 전체적인 기호도로 7점 채점법을 이용하여 평가하였다. 즉, 매우 싫다: 1점, 보통으로 싫다: 2점, 약간 싫다: 3점, 좋지도 싫지도 않다: 4점, 약간 좋다: 5점, 보통으로 좋다: 6점, 매우 좋다: 7점으로 하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

마늘죽 첨가 고추장에 대한 일반성분 분석은 Table 1에 나타내었다. 마늘죽 첨가 고추장을 일반 고추장, 생마늘 첨가 고추장과 비교한 결과 수분은 약 2-4%정도 낮은 결과를 나타내었으며 조단백질 함량은 약 2%, 회분 함량은 약 2-3% 정도 높은 것으로 조사되었다. 조지방 함량의 경우에는 마늘을 첨가한 제품이 일반 고추장에 비해 약 0.6% 낮은 것으로 조사되었는데 이러한 결과는 마늘을 첨가한 경우 lipase의 활

Table 1. Chemical composition of various *kochujang* products

Ingredients	Content (%)		
	A	B	C
Moisture	38.42	42.36	36.80
Crude protein	4.78	4.45	6.88
Crude fat	3.26	3.01	2.51
Crude ash	8.04	6.80	9.42
Carbohydrate	45.75	43.13	44.39

Data are the averages of duplicate experiments. A, general *kochujang* purchased from a market; B, *kochujang* added with raw garlic; C, *kochujang* added with garlic porridge.

성이 높아져 상대적으로 지방 분해율이 높아졌다는 Lee 등 [12]의 연구 결과와도 유사한 결과를 나타내었다.

아미노태 질소 함량

일반적으로 아미노태 질소는 고추장의 숙성 과정 중 단백질이 유리아미노산 형태로 분해되어 구수한 맛을 내게 되는 것으로 그 함량이 높을수록 맛이 좋아지며 고추장의 일반적인 품질지표로서 사용된다. 이러한 아미노태 질소의 분석결과, 마늘죽 첨가 고추장의 경우 1964.54±58.31 mg%로 높았으며 다음으로 일반 고추장 1704.42±25.23 mg%, 생마늘 첨가 고추장 1044.8±22.38 mg% 순으로 나타났다(결과 미제시).

식염 정량

시판 일반고추장의 경우 7.75±0.04%, 시판 생마늘 첨가 고추장 6.97±0.04%, 마늘죽 첨가 고추장 6.06±0.02%로 시판 일반 고추장의 식염함량이 높게 나타났다(결과 미제시). 이는 일반고추장의 경우 제조과정상 첨가되는 곡물 유래 전분 함량이 높아 조미목적 외에도 초기 부패 방지의 목적으로 상당량의 식염을 첨가함에 반해 마늘 첨가구의 경우 고추장 제조 시 첨가되는 곡류 유래 전분질 대신 일정량의 마늘을 첨가하여 제조하였기 때문에 상대적으로 식염 함량을 낮출 수 있었으며 특히 마늘죽 첨가 고추장의 경우 시판용 고추장에 비해 상대적으로 낮은 식염 함량을 나타내었는데 마늘죽 고추장의 경우 일반 소금에 비해 나트륨 함량이 적은 천일염을 사용함으로써 상대적으로 조미의 목적은 충족하면서도 나트륨 함량을 줄일 수 있는 고추장을 제조할 수 있었다.

관능 평가

5개월간 숙성시킨 마늘죽 고추장과 시판 고추장에 대한 색, 냄새, 맛 등에 대한 관능평가 결과는 Table 2와 같다. 마늘죽 고추장과 일반고추장의 경우 색, 냄새, 맛, 전체적인 기호도에서 모두 좋다고 평가 되었으나 시판용 생마늘 첨가 고추장의 경우 색을 제외한 항목에 있어서 마늘 특유의 향에 대한 거리감으로 인해 기타 고추장에 비해 모두 낮게 평가되었다. 이와 같이 마늘을 이용한 고추장 제조 시에 마늘특

Table 2. The sensory evaluation score of various *kochujang* products

	A	B	C
Color	6.7±1.2	6.2±1.3	6.8±1.2
Smell	6.6±1.3	3.4±1.2	6.8±1.6
Taste	5.9±0.3	3.8±0.2	6.6±0.2
Overall taste	6.4±2.1	4.5±1.8	6.7±2.3

Sensory evaluation were rated using a 7-point descriptive scale (1=minimum; 3=slight; 5=more; 7=maximum preference). A, general *kochujang* purchased from a market; B, *kochujang* added with raw garlic; C, *kochujang* added with garlic porridge.

유의 향에 대한 거부감이 높기 때문에 상대적으로 마늘의 특유향을 감소시킨 제품이 필요하다고 사료된다.

설파이드 화합물 분석

마늘의 자극적인 냄새와 맛은 함황화합물인 알리신이라는 물질에 의해 발현되는 것으로 알려져 있으며 이는 마늘에 들어 있는 알리신이 공기 중의 산소와 반응하여 합성된 것이다. 이러한 알리신은 항암효과, 당뇨 및 고혈압 개선, 해독작용, 자양강장 등과 같은 인체에 유익한 기능이 많다고 알려져 있으며 설파이드계 화합물의 생성에도 관여하는 것으로 알려져 있으나 그 맛과 냄새가 강하여 다량섭취가 어려운 단점이 있다. 그러므로 마늘을 이용한 식품을 제조하기 위해서는 알리신에 의한 맛과 냄새를 적정한 수준으로 조절하는 것이 필요하며 이를 위해 일반적으로 가열에 의한 알리신 분해 방법이 가장 많이 쓰이고 있다. 그러나 마늘에 함유된 알리신이 알리신으로 전환하기 전에 마늘을 통째 가열처리하면 열적 안정성이 낮은 알리신이 분해되어 알리신이 생성되지 않는 것으로 알려져 있다. 마늘에는 알리신 이외에도 중요한 기능성 성분인 설파이드계 화합물이 함유되어 있다. 즉, 함황 화합물인 diallyl disulfide, diallyl trisulfide, diallyl tetra sulfide가 그것으로 암발생 억제, 고혈압 및 당뇨 개선효과가 대표적이며 열에도 비교적 안정한 것으로 보고되어 있다. 이러한 유용 성분은 유지 시키면서 마늘특유의 향을 제거한 기능성 장류를 제조하기 위해 본 연구에서는 먼저 마늘을 분쇄시킨 후 80-90°C에서 약 3-4시간 정도 열수 추출하여 마늘향을 제거 시켰으며 이후 숙성과정을 거친 후에도 유용 성분인 설파이드계 화합물들의 함유 여부를 확인하기 위해 질량분석기를 이용하여 정성 분석한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 결과를 살펴보면 마늘고추장에 분자량 146인 diallyl disulfide ($C_6H_{10}S_2$)와 178인 diallyl trisulfide ($C_6H_{10}S_3$)가 존재하는 곳으로 확인되었으며, 이러한 결과는 마늘의 유효성분의 최적 열수 추출조건은 80°C, 추출시간 3.5시간이었다는 Kim 등[10]의 연구결과와도 동일한 결과를 얻을 수 있었으며 이상의 결과를 살펴 볼 때 본 연구에서 적용한 마늘죽 제조공정이 마늘의 기능성 성분은 유지 시키면서 마늘 특유의 향을

Fig. 1. GC/MS chromatogram of *kochujang* added with garlic porridge. Molecules at m/z 146 and 178 are consistent with the structure diallyl disulfide ($C_6H_{10}S_2$) and diallyl trisulfide ($C_6H_{10}S_3$), respectively. A, GC elution profile of *kochujang* added with garlic porridge; B, mass spectra of compound I; C, mass spectra of compound II.

제거할 수 있는 효율적인 방법이라고 사료되어 진다.

DPPH 라디칼 소거능

시판 고추장과 마늘죽 고추장의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 시판 일반고추장의 경우 38.44%, 시판용 생마늘 첨가 고추장 50.97%, 마늘죽 첨가 고

Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of commercial *kochujang* and Garlic porridge *kochujang*. Data Value are expressed as mean±SD of triplicate determinations. A, general *kochujang* purchased from a market; B, *kochujang* added with raw garlic; C, *kochujang* added with garlic porridge.

추장 66.38%로 조사되었다. 일반적으로 생마늘을 가열처리한 경우 유효성분의 감소가 일어나 상대적으로 항산화능이 낮아지는 경향이 있다고 보고되어져 있는데 본 실험에서 마늘죽 고추장이 생마늘 첨가구 보다 높은 라디칼 소거능을 나타낸 이유는 마늘죽 제조를 통해 관능적인 위해 요소인 특유의 마늘향을 감소시킴으로써 상대적으로 마늘의 함량을 증대시킨 고추장을 제조하였기 때문에 라디칼 소거능이 생마늘 첨가구 보다 높게 나타난 것으로 사료되어 진다[10]. Lim 등[13]에 의하면 석류, 은행, 홍국 등의 기능성 소재를 첨가한 고추장 중 마늘유를 첨가한 고추장이 가장 높은 라디칼 소거능을 나타냈으며 마늘추출물의 농도가 증가할수록 높은 라디칼 소거능을 나타내었다는 보고와도 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

또한, 시판 고추장과 마늘죽 고추장의 환원력을 측정 한 결과, 시판 일반고추장의 경우 700 nm에서 측정한 흡광도치가 1.49, 시판용 생마늘 고추장 1.62, 마늘죽 첨가 고추장 1.81로 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과와 동일하게 마늘죽 첨가 고추장의 환원력이 상대적으로 높은 것으로 나타났다(결과 미제시).

암세포 증식 억제효과

암세포에 대한 성장 억제효과를 살펴보기 위해 MTT assay법으로 위암(MKN45), 대장암(HCT116), 폐암세포(NCI-H460)를 대상으로 항암 억제효과를 조사하였다. 항암제(cisplatin, 25ppm)의 경우 모든 암세포에 있어서 70%이상의 성장 억제효과를 나타내었으며 위암세포(MKN45)에 대한 결과를 살펴보면 마늘죽 첨가 고추장 62.35%, 생마늘 첨가 고추장 55.26%, 일반 시판고추장 49.65%의 순으로 암세포 성장 억제능을 나타내었으며 특히 마늘죽 첨가구의 경우 60% 이상의 높은 항암효과를 나타내었다(Fig. 3). 대장암세포

Fig. 3. Antiproliferative activity of various *kochujang* on human stomach cancer cell (MKN45). Data Value are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate determinations. Control, 25 ppm cisplatin; A, general *kochujang* purchased from a market (100 ppm); B, *kochujang* added with raw garlic (100 ppm); C, *kochujang* added with garlic porridge (100 ppm).

(HCT116)에 대한 저해효과와 경우, 일반 시판고추장의 경우 33.65%, 생마늘 첨가 고추장 35.26%, 마늘죽 첨가 고추장 45.69%로 대장암세포에 대한 성장 억제효과 역시 마늘죽을 첨가한 고추장이 가장 좋은 결과를 나타내었으며(Fig. 4), 폐암세포(NCI-H460)에 대한 저해효과를 살펴본 결과에서도 역시 마늘죽 첨가 고추장이 49.65%로 가장 높은 암세포 증식 억제능을 나타내었다(Fig. 5). 이러한 결과를 살펴 볼 때 마늘죽 첨가 고추장이 기능성 고추장으로서 항암효과가 있는 것으로 사료되어 진다. Tiisala 등[26]은 콩에 함유되어 있는 isoflavone 성분이 암의 일종인 유방암과 난소암을 감소시키는 것으로 추정된다고 보고하였으며 Rho 등[19]은 마늘과 양파의 유기용매 추출물이 폐암 세포주에 대해 암세포 증식 억제능을 나타냈다고 보고하였다. 이러한 결과를 살펴볼 때 마늘고추장 추출물의 암세포 증식 억제효과는 콩 발효에 의한

Fig. 4. Antiproliferative activity of various *kochujang* on human colon cancer cell (HCT116). Data Value are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate determinations. Control, 25 ppm cisplatin; A, general *kochujang* purchased from a market (100 ppm); B, *kochujang* added with raw garlic (100 ppm); C, *kochujang* added with garlic porridge (100 ppm).

Fig. 5. Antiproliferative activity of various *kochujang* on human lung cancer cell (NCI-H460). Data Value are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate determinations. Control, 25 ppm cisplatin; A, general *kochujang* purchased from a market (100 ppm); B, *kochujang* added with raw garlic (100 ppm); C, *kochujang* added with garlic porridge (100 ppm).

isoflavone과 마늘에 함유되어 있는 allicin 및 황화합물 그리고 마늘 고추장 숙성시 생성되는 여러 성분들에 의해 상승효과를 일으켜 높은 암세포 증식 억제효과를 나타낸다고 생각되며 위암세포가 다른 암보다 활성이 높게 나타난 것은 위암세포의 특성 중 성장속도가 빠르고 비교적 항암제에 대한 감수성이 예민하며 다중약제 내성의 발현이 낮은 특성을 갖고 있기 때문으로 사료된다[17].

요 약

본 연구에서는 항균작용, 항암작용, 항산화작용이 있는 것으로 알려져 있는 마늘을 이용하여 소비자의 요구에 부합하는 기능성 전통 고추장 개발을 목표로 마늘죽을 첨가한 고추장을 제조한 후 이에 대한 성분 분석, 항산화능력 및 항암 능력을 살펴본 결과는 다음과 같다. 고추장의 품질 기준으로 평가되는 아미노태 질소함량분석 결과, 마늘죽 첨가 고추장이 시판 고추장에 비해 높은 것으로 나타났으며 숙련된 패널을 대상으로 관능 평가한 결과 생마늘 첨가 고추장이 색을 제외한 항목에 있어 마늘 특유의 향에 대한 거리감으로 인해 낮게 평가된 반면 마늘죽 형태로 첨가한 고추장의 경우 평가항목 모두에서 높은 점수를 얻었다. 질량 분석기를 이용하여 마늘죽 첨가 고추장을 정성 분석한 결과 diallyl disulfide ($C_6H_{10}S_2$)와 diallyl trisulfide ($C_6H_{10}S_3$)와 같은 유효 기능성 성분인 설파이드계 화합물이 존재하는 곳으로 확인되었다. 항산화 능력은 마늘죽 첨가고추장이 라디칼 소거능 및 환원력에 있어서 모두 시판 고추장에 비해 높은 것으로 조사되었으며 특히 MTT assay법으로 위암(MKN45), 대장암(HCT116), 폐암세포(NCI-H460)를 대상으로 항암효과를 조사한 결과 마늘죽 첨가 고추장의 경우 모든 암세포에 대해 항암효과가 있는 것으로 나타났으며 특히 위암(MKN45)세포에 대한 항암효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 결론적으로, 마늘죽 첨가 고추장(마늘 함량 23%, w/w)이 시판 고추장 및 생마늘 첨가 고추장(마늘 함량 10%, w/w)보다 항산화 및 항암효과가 높은 이유는 마늘 함유량이 높기 때문으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 부산테크노파크 산학공동기술혁신사업의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

References

1. A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 15th ed., Association of official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Block, E. 1985. The chemistry of garlic and onion. *Sci. Am.* **252**, 1950-1951.
3. Cui, C. B., S. H. Oh, D. S. Lee and S. S. Ham. 2002. Effects of the biological activities of ethanol extract from Korean traditional *kochujang* added with sea tangle (*Laminaria longissima*). *Korean J. Food Preserv.* **9**, 1-7.
4. Hu, Y. Q., R. X. Tan, M. Y. Chu and J. Zhou. 2000. Apoptosis in human hepatoma cell line SMMC-7721 induced by water-soluble macromolecular components of *Artemisia capillaris* Thunberg. *Jpn. J. Cancer Res.* **91**, 113-117.
5. Jain, R. C. and C. R. Vyas. 1975. Garlic in alloxan-induced diabetic rabbits. *Am. J. Clin. Nutr.* **28**, 681-684.
6. Kang, M. K. and K. B. Song. 2006. Quality characteristics of *gochujang* with the addition of skipjack cooking broth as protein source. *Korean J. Food Preserv.* **13**, 457-464.
7. Kim, D. H. and J. S. Lee. 2001. Effect of condiments on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 353-360.
8. Kim, D. H. and Y. M. Kwon. 2001. Effect of storage conditions on the microbiological and physicochemical characteristics of traditional *kochujang*. *Korean J. Food Preserv.* **33**, 589-595.
9. Kim, J. Y., K. W. Park, H. S. Cho, Y. S. Jeong, C. H. Shim, K. H. Yee, S. T. and K. I. Seo. 2005. Anticancer and immuno-activity of methanol extract from onion *kochujang*. *Korean J. Food Preserv.* **12**, 173-178.
10. Kim, Y. D., J. S. Seo, K. J. Kim, K. M. Kim, C. K. Hur and I. K. Cho. 2005. Component analysis by different heat treatments of *garlic* (*Allium sativum* L.). *Korean J. Food Preserv.* **12**, 161-165.
11. Kwon, D. J., J. W. Jung, J. H. Kim, J. Y. Yoo, Y. J. Koo and K. S. Chung. 1996. Studies on establishment of optimal aging time of Korean traditional *kochujang*. *Agri. Chem. Biotechnol.* **39**, 127-134.
12. Lee, K. S., C. O. Moon, S. H. Baek and D. H. Kim. 1986. Effect of garlic on the quality of barely *kochujang* brewed with whole red pepper. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **14**, 225-232.
13. Lim, S. I., S. Y. Choi and G. H. Cho. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of *kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 779-784.
14. Nakata, T. 1973. Effect of fresh garlic extract on tumor growth. *Nippon Eiseigaku Zasshi* **27**, 538.
15. Oh, J. Y., Y. S. Kim and D. H. Shin. 2002. Changes in physicochemical characteristics of low-salted *kochujang* with natural preservatives during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 835-841.
16. Olsson, M. E., K. E. Gustavsson, S. Andersson, A. Nilsson and R. D. Duan. 2004. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 7264-7271.
17. Park, J. G., N. S. Kwon, J. P. Kim and S. K. Oh. 1998. Establishment of SNUH celllines in serum-free defined medium and SNU cell lines serum supplemented medium. *J. Korean Cancer Assoc.* **20**, 105-116.
18. Park, W. P., S. H. Cho, S. C. Lee and S. Y. Kim. 2007.

- Changes of characteristics in kochujang fermented with maesil (*Prunus mume*) powder or concentrate. *Korean J. Food Preserv.* **14**, 378-384.
19. Rho, S. N. and J. H. Han. 2000. Cytotoxicity of garlic and onion methanol extract on human lung cancer cell lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 870-874.
20. Sharma, K. K. 1979. Effect of onion and garlic on serum cholesterol on normal subjects. *Mediscope.* **22**, 134-142.
21. Shashikanth, K. N., S. C. Basappa and V. S. Murthy. 1981. Studies on the antimicrobial and stimulatory factor of garlic. *J. Food Sci. Technol.* **118**, 44-51.
22. Shin, D. H., D. H. Kim, U. Choi, D. K. Lim and M. S. Lim. 1996. Studies on the physicochemical characteristics of traditional kochujang. *J. Korean Food Sci. Technol.* **28**, 157-161.
23. Shin, H. J., D. H. Shin, Y. S. Kwak, J. J. Choo and S. Y. Kim. 1999. Changes in physiochemical properties of kochujang by red ginseng addition. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 760-765.
24. Son, H. S. and W. I. Hwang. 1990. A study on the cytotoxic activity of garlic (*Allium Sativum*) extract against cancer cells. *Korean J. Nutr.* **23**, 457-464.
25. Sung, K. C. 2007. Pharmaceutical characteristics and analysis of garlic extract. *Korean J. Oil Chem. Soc.* **24**, 301-308.
26. Tiisala, S., M. L. Majuri, O. Carpen and R. Renkonen. 1994. Genistein enhances the ICAM-1 and its counter-receptors. *Biochim. Biophys. Res. Commun.* **203**, 443-449.
27. Walton, L., M. Herbold and C. C. Lindegren. 1936. Bactericidal effects of vapors from crushed garlic. *Food Res.* **1**, 163-169.
28. Wu, H. C., C. Y. Shiau, H. M. Chen and T. K. Chiou. 2003. Antioxidant activities of carnosien, anserine, some free amino acids and their combination. *J. Food Drug Anal.* **11**, 148-153.
29. Yang, J., K. J. Meyers, J. Heide and R. H. Lui. 2004.. Varietal differences in phenolic contents and antioxidant and antiproliferative activities of onions. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 6787-6793.
30. Young, F. M., W. Phungtamdet and B. J. S. Sanderson. 2005. Modification of MTT assay conditions to examine the cytotoxic effects of amitraz on the h-human lymphoblastoid cell line, WIL2NS. *Toxicol. In Vitro* **19**, 1051-1059.