

적채 분획물의 항균, 암세포 증식 억제효과

박윤자 · 전광혜 · 김선희¹ · 배송자*

신라대학교 식품영양학과, 마린-바이오 산업화 지원센터, ¹부산대학교 의과대학 생화학교실

Received April 12, 2004 / Accepted July 10, 2004

The Effects on Antimicrobial and Cytotoxicity of *Brassica oleracea* L. Fractions. Yun-Ja Park, Kwang-Hye Jeon, Sun-Hee Kim¹ and Song-Ja Bae*. Dept. of Food and Nutrition, Marine Biotechnology Center for Biofunctional Material Industries, Silla University, Busan 617-736, Korea, ¹Dept. of Biochemistry, College of medicine, Busan National University, Busan 609-735, Korea – This study was carried out to investigate the affects on antimicrobial and cytotoxicity of red cabbage (*Brassica oleracea* L., BO). In the paper disc test, antimicrobial activity of BO fractions was increased in proportion to its concentration. Among the various solvent fractions of methanol extract (BOM) of BO, the ethylacetate partition layer (BOMEA) showed the strongest antimicrobial activity. We also determined the cytotoxicity and Quinone Reductase induced effect of BO extract and fractions on human cancer cells. The cytotoxicity of BO fractions on HepG2, HeLa and MCF-7 cells was evaluated by MTT assay. The BOMEA and BOMEA showed strong cytotoxic effects on all cancer cell lines we used. The quinone reductase induced effect of BO fractions on HepG2 cells, the hexane partition layer (BOMH) at a dose of 200 µg/ml was 2.88 times more effective compared to the control values of 1.0.

Key words – antimicrobial, cytotoxicity, quinone reductase, *Brassica oleracea* L. (BO)

현대 과학의 발달에도 불구하고 암은 사람의 질병 중 가장 위위를 차지하고 있다. 그러나 아직 그 기작과 확실한 치료방법이 밝혀져 있지 않고 있으며, 암 발생 원인 중 40~60%가 잘못된 식이와 관련 있는 것으로 보고 되고 있다 [15,16]. 우리가 일상생활에서 섭취하는 식품에는 암의 발생을 억제하거나 지연시키는 효과가 있으며 [1,4,7], 천연식품은 합성화학약품과는 달리 생체 내에서 항산화 및 항발암 등의 생리활성 작용을 나타내는 약이 되는 유효 성분들이 많이 있다. 다행히 최근 천연물을 이용한 생리활성물질의 확인과 그 작용기작, 이들 물질들의 분리와 동정에 대한 연구들이 많이 진행되고 있는 실정이다 [9-11,16].

본 연구에서 사용된 적채(red cabbage, *Brassica oleracea* L. BO)는 십자화과에 속하는 채소로서 주로 flavonoid류에 속하는 anthocyanin계 색소를 많이 함유하고 있다. 특히, 이 색소 성분들은 노화의 원인인 free radical에 의한 세포손상을 막아줌으로써 심장질환과 암을 예방한다고 하며 노화억제, 항균, cholesterol 저하작용 등 다양한 생리활성 작용을 가지고 있으며, 기관지염, 천식 등 호흡기 질환에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 특히 이 색소 성분은 천연 항산화제인 천연 항산화제인 α -tocopherol 보다 5~7배의 강한 항산화 효능을 나타낸다고 한다 [1]. 십자화과 식물에 대한 연구로는 이 등 [12]이 인체 암세포 증식에 있어 십자화과 채소류의 항돌연변이 효과를 보고하였으며, 박 등 [16]은 십자화과 식물

의 원형질체 모양과 결합에 관해 연구하였다. 또한, 광 [10]은 채소 작물의 내염성에 관하여 연구하였고, 이 등 [11]은 *Salmonella* 실험에서 십자화과 채소류의 항돌연변이 효과를 보고하였다. 천연물 자원을 이용한 생리 활성 물질 연구는 오래 전부터 많은 연구자들의 주된 연구 대상이 되어 왔으며, 최근 이들의 추출물 및 단일 성분을 이용한 신약 및 신 기능성 식품이 개발되는 등 한층 활기를 띠고 있다 [5,8,21]. 본 연구실에서는 식생활에서 애용되는 식품의 생리활성 기능을 중심으로 천연물 활성물질 탐색 연구를 실시해 오고 있으며 [2,20,22], 본 연구에서는 대표적 자주색 식품인 적채를 분획하고 각 분획물의 항균 효과를 검색하기 위하여 paper disc test를 하여 항균효과 검색을 하였고, 암세포증식억제효과 측정을 위해서는 인체 암세포주를 이용한 MTT assay를 행하였으며 암예방 효소계인 quinone reductase 유도 활성효과를 측정 비교하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 적채(*Brassica oleracea* L., BO)는 2003년 5월 부산 엄궁 농수산물시장에서 구입하여 음건하였다. 이 시료를 추출·분획하여 각 균주에 대한 항균효과와 암세포주에 대한 암세포 증식억제 효과(cytotoxicity) 및 quinone reductase (QR) 유도 활성 물질 검색에 사용하였다.

항균실험에 사용한 균주는 충치 유발균인 *Streptococcus mutans* [KCTC3065], 곡류 부패균인 *Bacillus subtilis* [KCTC1021], 대장균인 *Escherichia coli* [KCTC1929], 식품 부패균인 *Pseu-*

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5462, Fax : +82-51-999-5687

E-mail : sjbae@silla.ac.kr

domonas aeruginosa [KCTC2004] 및 황국균인 *Aspergillus oryzae* [KCTC6983] 균이었으며 각 균의 생육 및 보존을 위해 사용한 배지는 Nutrient agar (Difco), Yeast extract, Malt extract를 사용하였다.

암세포 증식억제 실험에 사용된 시약 중 NP-40과 menadione은 Sigma사(St. Louis, USA) 제품을 사용하였고 flavin adenine dinucleotide (FAD), dicumarol 및 glucose-6-phosphate dehydrogenase는 Amresco사(USA) 제품을 구입하였으며, minimum essential medium (MEM), Dulbecco's Eagle modified medium (DMEM)과 phosphate buffered saline (PBS), Trypsin-EDTA, Penicillin-Streptomycin, FBS (Fetal Bovine Serum) 등은 Gibco-BRL (Grand Island Biologic Co. USA)에서 구입하였으며, 그 외 연구에 사용된 용매 및 시약은 특급을 사용하였다.

시료의 추출 및 분획물 제조

시료로 사용된 적채(BO)는 건조 후 분말화하여 메탄올을 첨가한 후 37°C에서 진탕한 후 4시간 동안 3회 반복 추출하고 회전식 진공 농축기로 감압 농축시킨 후 동결 건조하여 적채의 methanol 추출물(BOM)을 얻고, 이 추출물을 각 용매별로 분획하여 hexane층(BOMH), ethyl ether층(BOME), ethyl acetate층(BOMEA), butanol층(BOMB) 및 수층분획물(BOMA)로 각각 분획하고 각 층을 감압 농축 후 동결 건조하여 분말로 만들어 시료로 사용하였다.

용매 분획별 항균활성 측정

계통분획 추출물의 항균성 검색은 paper disc method [6]를 이용하였다. 항균성 시험용 평판 배지는 멸균 후 petri dish에 20 ml씩 분주하여 응고시키고 전 배양한 각종 시험균을 무균적으로 첨가하여 기층용 배지 위에 다시 0.1 ml씩 분주하여 이중의 평판배지를 만들었다. 각 용매 분획별 추출물의 농도를 500에서 2000 µg/disc까지 시료의 농도를 증량시키면서 멸균된 disc (직경 8 mm, Toyo Roshi Kaisha, Ltd.)에 흡수, 건조시켜 균주가 도말된 plate 표면에 올려놓은 후 37°C incubator에서 24시간 배양하여 disc 주위에 생성된 clear zone의 직경(mm)으로부터 각 분획물의 항균활성을 측정하였으며 이 실험을 5회 반복하여 평균치를 나타내었다.

암세포 배양

본 실험에 사용한 암세포주는 인체 간암 세포인 HepG2 (human hepatocellular carcinoma), 자궁 경부암 세포인 HeLa (human cervix adenocarcinoma), 유방암 세포인 MCF-7 (human breast adenocarcinoma pleural effusion) 및 정상세포인 liver cell을 2003년 7월 부산대학교 의과대학 생화학교실에서 제공받았다. HepG2, HeLa, MCF-7 및 liver 정상 세포주는 DMEM medium에 10% fetal bovine serum (FBS) 100 ml와 1% 100 units/ml의 penicillin streptomycin

10 ml이 함유된 배지를 사용하여, 37°C 5% CO₂ incubator에서 monolayer로 배양하였다.

암세포 증식억제 효과측정(Cytotoxicity)

적채 추출 분획물의 암세포 증식억제 효과는 MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) assay를 사용하여 행하였다[4,16].

이를 위해 각 세포주를 1×10⁵ cells/well의 농도로 맞추고 24 well에 각각 1 ml씩 첨가하여 24시간 동안 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양한 후 용매 종류별 분획물을 각각 일정량의 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹여서 50, 100, 150, 200 및 250 µg/ml의 농도로 첨가하였다. 48시간 동안 배양한 후 각 well에 PBS 완충액에 녹인 MTT 용액(3 mg/ml)을 100 µl씩 첨가하여 4시간 동안 다시 배양시킨 후, well 바닥에 형성된 formazan이 흡수되지 않게 상등액을 제거하고 DMSO와 ethanol을 1:1로 혼합한 용액 1 ml를 첨가하여 천천히 녹인 후 UV-visible spectrophotometer를 이용하여 570 nm, 690 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 대조군 세포수를 100%로 하였을 때의 상대적인 세포성장 억제율을 구하였다. 같은 방법을 이용하여 정상세포인 liver cell을 이용하여 적채 분획물의 세포 독성효과 실험을 하였다.

Quinone reductase (QR) 유도 활성 측정

QR생성 유도 효과는 Prochaska 와 Santamaria의 방법[19] 및 박[17]의 방식을 참조하여 측정하였다. 즉 T-75 flask에서 배양중인 HepG2세포가 80%이상 증식하게 되면 24 well plate의 각 well에 1×10⁴ cells/ml 되도록 HepG2세포를 분주하여, 37°C 5% CO₂ incubator에 24시간 동안 배양한 후 적채 추출물을 각각 DMSO에 녹여 40, 60, 80 및 100 µg/ml의 농도로 첨가하고, 다시 24시간 동안 배양한 다음 배양액을 제거하였다. 배지가 제거된 각 well에 250 µL의 lysis buffer (10 mM Tris-HCl, pH 8.0, 14 mM NaCl, 15 mM MgCl₂)를 혼합하여 well에 1 mM씩 첨가하여 5분 동안 반응시킨 후, 반응 정지 용액인 10.3 mM dicumarol, 0.5% pyridine, 5 mM potassium phosphate (pH 7.4) 혼합액을 250 µl씩 첨가하여 효소반응을 정지시키고 UV-visible spectrophotometer를 이용하여 610 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다. 그리고 단백질량은 동일한 set의 well plate에 대한 crystal violet 염색 방법으로 정량하였다.

결과 및 고찰

적채 추출물의 각 용매별 분획물 수율

각 시료의 용매별 추출 분획물의 수율은 Table 1과 같다. 시료로 사용한 적채(BO)를 메탄올로 추출하여 추출물(BOM)을 14.40% 얻고, 이 추출물을 분획하여 hexane분획물(BOMH) 20.81%, ethyl ether분획물(BOME) 1.68%, ethyl acetate

Table 1. Yields (%) of various solvent fractions of *Brassica oleracea* L (BO)

Fractions	Yields (g)	Yields (%)
BOM	36.0	14.40
BOMH	7.5	20.81
BOME.E.	0.6	1.68
BOMEA	1.3	3.62
BOMB	9.4	26.11
BOMA	17.2	47.78

BOM: methanol ext. BOMH: hexane fraction (fr). BOME.E.: ethylether fr. BOMEA: ethylacetate fr. BOMB: butanol fr. BOMA: aqueous fr.

(BOMEA) 3.62%, butanol (BOMB) 26.11% 및 수층(BOMA) 47.78%를 수득하였으며, 특히 수층의 수득율이 약 47.78%로 많은 양을 얻었다.

항균활성 효과

Table 2는 각 균주에 따른 적채 분획별 항균 활성 결과를

나타낸 것으로, 실험균주 5종 모두 적채의 ethyl acetate 분획층인 BOMEA에서 비교적 넓은 clear zone을 형성하여 강한 항균력을 나타냄을 알 수 있었다. 즉, *Streptococcus mutans*에서는 제일 낮은 시료첨가 농도인 500 µg/ml첨가에서 BOMEA는 약 9.10의 clear zone을 형성하였고, 최종 첨가 농도인 2000 µg/ml에서는 11.95의 균 생육저지 clear zone을 형성하여 다른 분획물보다 비교적 높은 항균 활성 효과가 나타났다. *Bacillus subtilis*에서도 *Streptococcus mutans*에서와 같이 BOMEA가 비교적 높은 항균활성을 나타내었으며, 최종 첨가 농도인 2000 µg/ml에서 10.10 mM의 clear zone이 형성되었다. *Escherichia coli*에서도 앞의 두 세균주에서와 같이 BOMEA의 항균 활성이 높게 나타났으며, 최종 농도인 2000 µg/ml를 첨가했을 때, 약 10.65 mM의 항균활성이 나타났다. *Pseudomonas aeruginosa*와 *Aspergillus oryzae*에서도 최종 첨가 농도인 2000 µg/ml에서 각각 10.85 및 10.00 mM의 균 생육 저지대를 형성하여 실험에 사용한 다섯가지 균주 모두 적채의 ethyl acetate층인 BOMEA에서 제일 높은 항균효과를 볼 수 있었다. 적채시료의 다른 용매분획층의 경우, BOMEA 다

Table 2. Antimicrobial activity of various partition layers of *Brassica*

partition layers (µg/ml)	Microorganisms	Clear zone on plate (mm) ²⁾				
		<i>Streptococcus mutans</i> [KCTC3005]	<i>Bacillus subtilis</i> [KCTC1021]	<i>Escherichia coli</i> . [KCTC1923]	<i>Pesudomonas aeruginosa</i> [KCTC2004]	<i>Aspergillus oryzae</i> [KCTC6983]
BOMH	500	-	-	9.10 ± 0.002	-	-
	1000	-	8.20 ± 0.001 ¹⁾	9.55 ± 0.002	-	-
	1500	-	8.55 ± 0.002	10.20 ± 0.002	8.15 ± 0.002	-
	2000	-	9.10 ± 0.002	11.95 ± 0.001	8.35 ± 0.002	-
BOME.E.	500	-	-	9.00 ± 0.003	-	-
	1000	-	-	9.25 ± 0.002	-	-
	1500	-	8.35 ± 0.002	9.85 ± 0.001	-	-
	2000	-	9.05 ± 0.002	10.10 ± 0.002	8.55 ± 0.001	-
BOMEA	500	-	-	8.65 ± 0.002	-	-
	1000	-	8.05 ± 0.003	9.45 ± 0.003	-	-
	1500	-	8.45 ± 0.001	9.90 ± 0.001	-	-
	2000	-	8.70 ± 0.001	10.65 ± 0.002	-	-
BOMB	500	-	-	8.85 ± 0.003	-	-
	1000	-	-	9.20 ± 0.002	-	-
	1500	-	8.25 ± 0.001	9.55 ± 0.001	-	-
	2000	-	8.55 ± 0.002	10.85 ± 0.002	-	-
BOMA	500	-	-	9.05 ± 0.002	-	-
	1000	-	8.35 ± 0.001	9.40 ± 0.001	-	-
	1500	-	8.60 ± 0.002	9.85 ± 0.002	-	-
	2000	-	9.05 ± 0.002	10.00 ± 0.002	-	-

¹⁾Values are Means ± SD.

²⁾*Brassica oleracea* L. var fractions was absorbed into paper disc (8 mM, diameter) and confirmed the diameter (mm) of clear zone around the colony.

음으로는 미약하나마 BOMEE층이 항균활성이 있었음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 김 등[9]이 고수 추출물을 이용하여 항균 활성 효과를 측정 한 결과 ethyl acetate 분획물과 ethyl ether 분획물의 항균 활성성분이 다른 분획물에 비해 월등히 컸다고 보고한 바와 비슷한 결과였으며, 최 등[4]은 야생 식용 식물의 약물 대사 활성 성분 에 관한 연구에서 부추를 chloroform, ethyl acetate 및 butanol로 각각 처리하여 얻은 분획물의 활성 성분을 비교한 결과, ethyl acetate 분획물의 활성성분이 월등히 컸다고 보고한 결과와 비슷한 양상을 나타내었다.

본 실험결과, 적체의 ethyl acetate 분획층인 BOMEA에서 적체의 다른 용매 분획층에서 보다 높은 항균활성이 나타났으며, 적체의 이 분획층에서의 적체의 항균활성 물질 규명을 위해 앞으로 계속 연구를 진행하고 있다.

암세포 증식억제에 미치는 적체 분획물의 영향

MTT는 세포의 생육을 측정하는 방법으로서 살아있는 세포의 미토콘드리아 내의 dehydrogenase가 황색 수용성 물질인 MTT에 의해 dark blue formazan을 생성하는 원리를 이용한다.

HepG2, HeLa 및 MCF-7의 암세포주와 정상 liver cell에 대한 적체 추출물 및 각 분획물의 암세포 증식억제 효과에 대한 결과는 Fig. 1~4와 같다.

Fig. 1은 HepG2에 용매별 각 시료 분획물을 100, 200, 300, 400 및 500 µg/ml씩 농도를 증가시키며 첨가하였을 때의 암세포 증식억제 효과를 나타낸 그림이며, 여러 용매분획층 중 BOMEE에서 그 효과가 뛰어났다. 즉, BOMEE의 시료 농도 400 µg/ml을 첨가했을 때 69.22%의 높은 암세포 증식억제 효과를 보였고, 시료 최종 첨가농도인 500 µg/ml을 첨가했을 때는 78.54%의 높은 억제 효과가 나타났다. HeLa에 대한 암세포 증식억제 실험 결과는 Fig. 2에 나타내었으며, Fig. 1

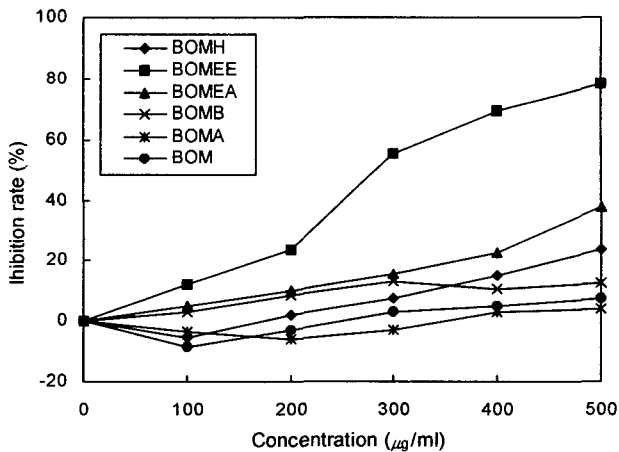


Fig. 1. Inhibitory effect of the partition layers of *Brassica oleracea* L. on HepG2 cells.

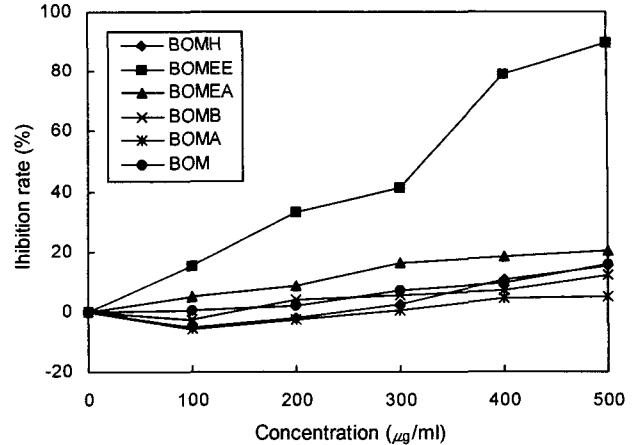


Fig. 2. Inhibitory effect of various partition layers of *Brassica oleracea* L. on HeLa cells.

의 HepG2 세포주에 대한 암세포 증식억제 효과와 유사한 결과를 나타내었다. 즉, 시료농도 400 µg/ml을 첨가했을 때 BOMEE는 다른 분획물의 경우보다 암세포 증식억제 효과가 월등히 커서 78.82%의 높은 억제 수치를 보였으며, 최종 첨가농도인 500 µg/ml을 첨가했을 때는 89.54%의 암세포 증식억제 효과를 나타내었다. Fig. 3은 MCF-7의 결과이며, 이 경우에서도 HepG2와 HeLa세포주의 경우와 같이 첨가한 각 분획층의 효과와 비슷하게 나타났으며, BOMEE를 500 µg/ml을 첨가했을 때 88.96%의 암세포 증식억제 효과를 나타내었다. 사용한 세 가지의 암세포주 중 MCF-7과 HeLa에 대해 BOMEE에서 실험에 사용한 다른 분획층보다 제일 그 효과가 컸다고 보겠다. 본 실험에 사용된 적체 분획물이 정상세포에 대해 미치는 세포증식 억제 효과를 검사하기 위하여 정상 liver cell을 이용한 결과는 Fig. 4와 같으며, 적체의 모든 분획층에서 비교적 낮은 세포독성 효과를 볼 수 있었다.

이상의 결과에서 볼 때, 3종의 암세포주 모두 비극성 용매층인 ethyl ether 분획층인 BOMEE에서 다른 분획층에서보

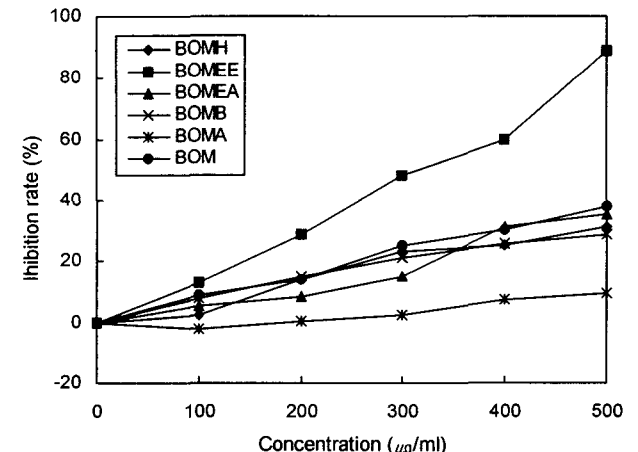


Fig. 3. Inhibitory effect of various partition layers of *Brassica oleracea* L. on MCF-7 cells.

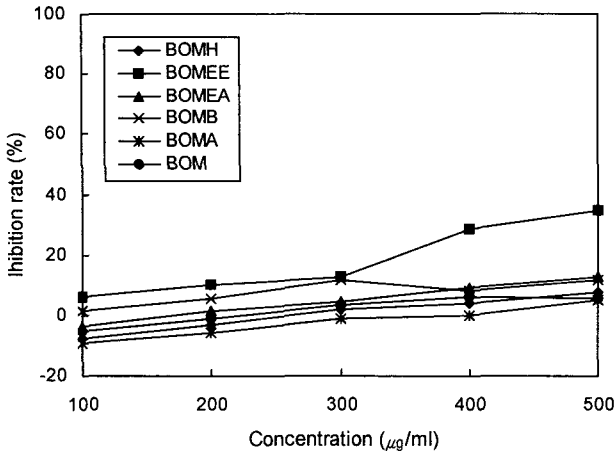


Fig. 4. Inhibitory effect of various partition layers of *Brassica oleracea* L. on liver normal cells.

다 높은 암세포 증식억제 효과(cytotoxicity)를 나타내었으며, 정상세포인 liver cell에 대한 세포 독성효과는 매우 낮았으므로 본 연구결과를 통해 적채 분획물의 HepG2, HeLa 및 MCF-7 세포주에 대한 암세포주 증식억제효과를 확인할 수 있었다.

Quinone reductase (QR) 유도활성 효과

본 연구에 도입된 quinone reductase (QR) 유도 활성 측정을 보다 신속하고 정확하게 하기 위해 여러 종류의 동물세포 중 본 실험에서는 QR 유도활성을 가진 간암세포주인 HepG2를 사용하여 실험을 행하였으며, 그 결과는 Fig. 5에 나타내었다. HepG2 세포주에 적채시료의 각 분획물을 50, 100, 150 및 200 µg/ml의 농도로 첨가했을 때 각 첨가물의 농도에 따라서 QR 활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 hexane 분획층과 ethylether 분획층에서 암 예방효과의 지표인 QR 유도 활성효과를 나타내었고, 기타 분획층에서는 거

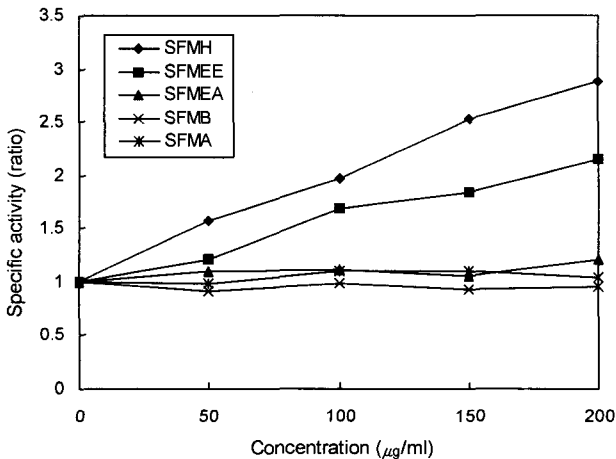


Fig. 5. Effect of various partition layers of *Brassica oleracea* L. on the induction of quinone reductase in HepG2 cells.

의 영향을 미치지 않았다. BOMH의 경우 용매 대조군을 1.0으로 하여 비교한 결과, 50, 100, 150 및 200 µg/ml의 시료첨가 농도에서 각각 1.58, 1.97, 2.53 및 2.88로 농도 의존적인 높은 QR 유도활성효과를 나타내었으며, BOMEA의 경우에서도 BOMH의 경우와 유사하게 시료첨가농도 50, 100, 150 및 200 µg/ml 첨가에서 각각 1.21, 1.69, 1.84 및 2.15의 비교적 높은 QR유도활성 효과를 나타내었다.

이와 같은 결과는 배[2]에 의해 연구된 여주 분획성분의 항발암 효과에 대한 결과와 비슷하며 본 연구에서 사용한 적채 분획물 중 비극성용매층인 BOMH와 BOMEA층의 QR 유도효과가 높았으므로 이 분획층에서 quinone reductase inducer가 존재함을 추정할 수 있으며 더욱더 심도있는 연구를 통해 생리활성 물질을 추적하여 그 구조를 동정함으로써 식품의 색에 따른 암예방 유도 효과를 지닌 기능성 식품개발에 매우 중요한 자료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

노화억제, 항균, cholesterol 저하작용 등 다양한 생리활성을 가지고, 기관지염, 천식 등 호흡기 질환에도 옛부터 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 식품으로 애용되고 있는 적채를 metanol (BOM)로 먼저 추출하고 이를 hexane 분획물 (BOMH), ethyl ether 분획물(BOMEA), ethyl acetate 분획물 (BOMEA), butanol 분획물(BOMB) 및 물 분획물(BOMA) 등 다섯가지의 각 용매별로 분획하여 적채의 항균, 암세포 증식 억제 및 QR유도 효과를 연구하였다.

먼저 적채의 각 분획물을 *Streptococcus mutans*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* 및 *Aspergillus oryzae*의 5가지 균주에 첨가시료농도를 증가시키면서 첨가 하였다. 즉, 각 분획별 시료를 500, 1000, 1500 및 2000 µg/ml의 농도로 사용균주에 각각 처리하였을때 BOMEA에서 비교적 높은 항균 활성 효과를 나타내었고, 그 다음으로는 BOMEA이었다.

적채의 암세포 증식억제 효과(cytotoxicity)를 MTT assay로 실험한 결과, 3종의 암세포주 HepG2, HeLa 및 MCF-7은 모두 BOMEA에서 높은 암세포 증식억제 효과를 보였으며, HepG2 세포주를 이용한 암예방 QR유도 활성은 다른 분획층에 비해 비극성 용매층인 BOMH과 BOMEA에서 유의적으로 QR유도 활성을 증가시키는 것으로 나타났다. 이 결과를 기초로 독특한 보라색을 띠며 식탁에서 널리 애용되고 있는 자주색 대표식품인 적채의 항균 및 암세포 성장저지 및 QR 유도 효과를 일으키는 생리활성 물질의 존재와 기전 규명에 유익한 자료가 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Bissett, D. L., J. R. Chatter and D. P. Hannon. 1991.

- Chronic ultraviolet radiation-induced increases in skin iron and the photopotentive effect of topically applied iron chelators. *Photochem, photobiol.* **54**, 215-223.
2. Bae, S. J. 2002. The effects on antimicrobial and anticarcinogenic activity of momordica charantia L., *The Korean Journal of Nutrition* **35**, 880-885.
 3. Carmichael, J., W. G. De Graff, A. F. Gazder, J. D. Minna and J. B. Mitchell. 1987. Evaluation of a tetrazolium based semiautomated colorimetric assay : assessment of chemosensitivity testing. *Cancer Res* **47**, 936-942.
 4. Choi, J. S., S. H. Park and I. S. Kim. 1989. Studies on the active principles of wild vegetables on biotransformation of drug. *Kor. J. Pharmacogn* **20**, 117-122.
 5. Chun, H. J., E. Y. Choi, S. C. Yoon, J. W. Nam, S. H. Beak and W. Woo, 2001. Inhibitory effects of ethanol extract of atracylodes rhizoma alba on melanin biosynthesis. *Yakhak Hoeji* **45**, 269-275.
 6. Davidson, P. M. and M. E. Parish. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol January*: 148-155.
 7. John, T. P., S. S. Sharad, S. S. Mohammad, T. T. Robert and C. Yogesh. 1998. Mechanisms of anticarcinogenic properties on curcumin ; the effect of curcumin on glutathione linked detoxification enzymes in rat liver. *The international. J. Biochem. and Cell Biology* **30**, 445-456.
 8. Kim, J. D. and J. H. Kim. 1999. Development of antioxidant tea for anti-aging. *Bull. Yosu Nat'l. Univ* **14**, 401-409.
 9. Kim, Y. D., S. K. Kang and O. J. Choi. 2001. Antimicrobial activity of coriander (*coriandrum sativum* L.) exreact. *J. Korean Soc. Food Sci. Nitr* **30**, 692-696.
 10. Kwack, S. N., 1991. Studies on salt tolerance of vegetables, bulletin of institute of littoral biota. *Mokpo National University* **8**, 51-64.
 11. Lee, S. M., S. H. Rhee and K. Y. Park. 1997. Antimutagenic effect of various cruciferous vegetables in Salmonella assaying system. *J. Fd Hyg. Safety* **12**, 321-327.
 12. Lee, S. M. and S. H. Rhee. 1997. Inhibitory effect of various Cruciferous vegetables on the growth of human cancer cells. *Korean J. Life Science* **7**, 234-240.
 13. Michael, C., Alley, Dominic A Scudiero, Anne Monks, Miriam L. Hursey, Maciej J. Czerwinski, Donald L. Fine, Betty J. Abbott, Joseph G. Mayo, Robert H. Shoemaker and Michael R. Boyd 1988. Feasibility of drug screening with panels of human tumor cell lines using a microculture tetrazolium assay. *Cancer Res* **48**, 589-601.
 14. Micozzi, M.S. and J. A. Tangrea. 1989. General introduction : Relation for the nutritional prevention of cancer. In "Nutrition and cancer prevention", Moon, T.E. and Micozzi, M.S. (ed), Marcel Dekker. Inc., New York. 3.
 15. Ong, T. M., W. Z. Whong, S. Stewart and H. E. Brockman. 1986. Chlorophyllin; a potent antimutagen against environmental and dietary complex mixture. *Mutat. Res* **173**, 111-115.
 16. Park, B. J., H. S. Suh, G. S. Chung and J. K. Sohn 1987. Studies on protoplast culture and fusion in cruciferae. *Korean J. Breed* **19**, 230-234.
 17. Park, H. J., 1998. Induction of quinone reductase and its regulatory mechanism at the transcriptional level by *Scutellaria baicalensis*, Ph. D. Dissertation, *Yonsei University*.
 18. Park, Y. J., M. H. Kim and S. J. Bae. 2002. Enhancement of anticarcinogenic effect by combination in lycii fructus with vitamin C. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* **31**, 143-148.
 19. Prochaska, H. J. and A. B. Santamaria, 1988. Direct measurement of NAD(P)H : Quinone reductase from cells cultured in microtiter wells : A screening assay for anticarcinogenic enzyme inducers. *Anal, Biochem.* **169**, 328-336.
 20. Shim, S. M., S. W. Choi. and S. J. Bae. 2000. Effects of quinone reductase induction and cytotoxicity of the angelica radix extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* **29**, 147-152.
 21. Yang, M. J., M. G. Kim, S. J. Lim, H. S. Ann, and R. M. Ahn. 1999. Inhibitory effects of water-acetone extracts of chestnut inner shell, pine needle and hop on the melanin biosynthesis. *Yakhak Hoeji* **43**, 494-501.