

메밀 국수 추출물의 항돌연변이원성 및 세포독성 효과

유광하 · 김수현 · 함영안 · 유수정 · 오현택 · 함승시[†]

강원대학교 바이오산업공학부

Antimutagenic and Cytotoxic Effects of *Fagopyrum esculentum* Moenech Noodles Extracts

Kwang-Ha Yoo, Soo-Hyun Kim, Young-An Ham, Soo-Jung Yoo,
Hyun-Taek Oh and Seung-Shi Ham[†]

School of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This study was performed to determine the antimutagenic and anticancer effects of *Fagopyrum esculentum* Moenech noodles (FEMN) extracts using Ames test and cytotoxicity, respectively. FEMN made buckwheat wet noodles (BWN), buckwheat extruded noodles (BEN) and buckwheat dehydrated noodles (BDN) by 60% buckwheat flour and 70% buckwheat flour. The inhibitory effects of FEMN extracts on cell proliferation in A549, Hep3B, MCF-7, AGS and HeLa were investigated by SRB assay. The cytotoxic effects of FEMN against the cell lines with human lung carcinoma (A549), human gastric carcinoma (AGS), human hepatocellular carcinoma (Hep3B), human cervical adenocarcinoma (HeLa) and human breast adenocarcinoma (MCF-7) were inhibited with the increase of the extract concentration. The treatment of 1.0 mg/mL FEMN of 60% BEN extracts showed strong cytotoxicities of 74.7%, 75.3% and 70.5% against AGS, A549 and HeLa, respectively. The inhibition rate of 70% BWN of FEMN extracts in the *S. Typhimurium* TA100 strain showed 41% against the mutagenesis induced by MNNG. The inhibition rate of 70% BEN of FEMN extracts in the *S. Typhimurium* TA98 strain showed 45% against the mutagenesis induced by 4NQO.

Key words: *Fagopyrum esculentum* Moenech, antimutagenic, anticancer, noodle

서 론

메밀(*Fagopyrum esculentum* Moenech)은 마디풀과에 속하는 일년초이며, 비타민, 무기질 등이 풍부하여 신선한 녹색 채소로 메밀 순을 이용하기도 한다. 분류학상으로는 다른 곡류와는 뚜렷하게 구별되어지지만, 상업적으로는 곡류와 같은 종류로 받아들여지고 있다(1,2). 그리고 메밀에는 rutin(2-phenyl-3,5,7,3',4'-pentahydroxybenzopyrone)이라는 성분을 함유하고 있는데(3) vitamin P 복합체로 혈관의 지나친 투과성을 억제시켜주는 등 여러 약리작용을 함으로써(4) 인체에 이로운 성분으로 알려져 있다. 메밀에는 globulin이 40~45%, albumin이 20~25% 등 수용성 단백질이 많이 함유되어 있으며 이에 비하여 밀가루에는 prolamins 30~35%, glutelin 28~30%, albumin 10% 등 대체로 알코올에 잘 녹는 단백질이 많이 함유되어 있기 때문에 서로 성분학적으로 대조를 이루어 제면성에 많은 차이를 보인다. 메밀 면을 가공할 때 메밀가루의 함량에 따라 dough의 형성이나 면선의 강도가 달라지므로 일반 시중에서는 메밀가루와 밀

가루를 30:70 정도의 비율로 혼합하여 국수를 만드는 것이 통례이다. 그렇기 때문에, 보통 시중의 음식집에서는 표준화된 방법이 없이 메밀분의 함량을 20~30% 정도로 하고 나머지는 밀가루 또는 옥수수 전분을 혼합하여 70~90°C의 뜨거운 물에 반죽하여 건조를 거치지 않고 바로 조리하여 메밀 국수의 면발을 만들고 있다(5).

지금까지의 메밀에 관한 연구로는 주로 성분을 중심으로 한 것이 많으며 rutin, quercetin 등 polyphenolic flavonoid (6)를 비롯하여 amino 산(7), 지방산(8)에 대한 연구 보고와 그 외 메밀의 영양에 관련된 문헌(9,10) 등이 많이 보고되어 있으나 메밀 식품의 가공 및 조리에 대한 연구는 미흡한 편이다. 또한 국수에 대한 연구로는 상황버섯, 클로렐라, 솔잎 분말, 양파즙, 마가루 등 기능성 시료를 첨가한 국수의 품질 특성이 대부분이며 국수의 생리활성에 관한 연구 역시 미흡한 편이다(11-15). 전보에서 아미로그래프와 파리노그래프를 사용하여 메밀 60% 혼합분, 메밀 70% 혼합분, 메밀 80% 혼합분, 메밀 90% 혼합분 및 메밀 100% 분에 대한 제면특성을 살펴본 결과 메밀 80% 혼합분, 메밀 90% 혼합분 및 메밀

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

100% 분에서는 제면이 부적당하다고 판단되었다.

따라서 본 연구에서는 춘천의 향토음식으로써 메밀 국수의 면발을 조리적 특성에 따라 생면, 건면, 압출면으로 나누어 메밀의 분말함량에 따른 각 면의 항돌연변이원성과 세포독성 효과를 분석하여 춘천 메밀 국수의 표준화 및 기능성 식품으로의 개발과 동시에 브랜드를 확립할 수 있는 기반을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 메밀은 춘천지역에서 생산된 단메밀로서 춘천 막국수 협회 제분공장에서 제분된 메밀분을 사용하였으며 제분된 메밀분 중의 메밀껍질 함유량은 8% 내외였다. 점탄성과 신전성을 증대시키기 위한 국수 제조용 밀가루는 (주)동아제분의 무표백제품으로 수분함량 14%, 단백질함량 9.45%의 제품을 사용하였다. 밀가루의 혼합비율은 메밀 60% 복합분 및 70% 복합분으로 혼합하였으며 대조군으로서 메밀 100% 가루를 사용하였다.

메밀 국수 제조

메밀 60% 복합분 및 메밀 70% 복합분을 사용하여 메밀생면, 메밀압출면, 메밀건면을 (주)동아제분에서 제조하였다.

시료의 추출

시료량의 10배인 70% 에탄올을 첨가하고 8시간씩 80°C에서 3회 추출한 후, 감압여과 장치에서 뜨거운 상태로 여과한 후 감압 농축기를 사용하여 추출용매를 제거한 후 동결건조기로 건조시켜 실험에 사용하였다.

돌연변이원성 실험

돌연변이원성 실험은 *Salmonella* Typhimurium의 변이주인 TA98과 TA100을 이용하여 Ames test를 개량한 preincubation(16)법으로 실시하였다. 각 메밀면 추출물을 미리 전열 멸균시킨 glass cap tube에 각각의 농도별로 50 µL씩을 가하고 여기에 전배양시킨 *S. Typhimurium* 배양균액을 100 µL씩 가한 다음 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 7.4)로 전체량이 700 µL가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 20분간 진탕배양한 다음 histidine/biotin이 첨가된 top agar(45°C)를 2 mL씩 가하여 잘 혼합 후에 미리 조제해 놓은 minimal glucose agar plate상에 도말하고 평판고화시켜 37°C 배양기에서 48시간 배양하여 생긴 복귀돌연변이(*his*⁺ revertant colony) 수를 측정하여 각 메밀면 추출물들의 돌연변이원성의 유무를 판정하였다.

항돌연변이성 실험

실험에 사용한 변이원은 직접 돌연변이원으로서 4-nitro-quinoline-1-oxide(4NQO)와 N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG)를 Sigma 회사로부터 구입하였다. 건

열멸균시킨 glass cap tube에 시료 추출물들을 각각의 농도별로 50 µL씩 첨가하고 변이원 물질을 각각 50 µL씩 첨가하였다. 여기에 전배양시킨 *S. Typhimurium* 균액을 100 µL씩 주입한 후에 0.2 M sodium phosphate buffer를 가하여 최종 부피가 700 µL가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 20분간 진탕배양한 다음 상기의 돌연변이원성 실험과 같은 방법으로 생성된 복귀돌연변이 colony수를 측정하여 항돌연변이원성 유무를 판정하였다. 메밀면 추출물과 변이원 물질의 농도는 예비실험을 통하여 결정하였으며 항돌연변이 억제 효과는 변이원 물질의 활성화에 대한 시료의 억제율(inhibition, %)로 나타내었다. 즉 돌연변이 물질의 존재하의 복귀 돌연변이 수에 대한 자연 복귀 돌연변이와 시료 존재하의 복귀 돌연변이에 대한 비율로 나타내었다.

세포독성 실험

본 실험에 이용된 세포주는 암세포로 인간 위암세포 AGS (human stomach adenocarcinoma), 인간 폐암세포 A549 (human lung carcinoma), 인간 유방암세포 MCF-7(human breast adenocarcinoma), 인간 간암세포 Hep3B(human hepatocellular carcinoma), 인간 자궁암세포 HeLa(human cervical adenocarcinoma) 그리고 정상세포로 293(transformed human kidney)을 Korea Cell Line Bank(KCLB)로부터 구입하여 실험에 사용하였다.

세포독성 측정 시 이용하는 SRB분석은 세포 단백질 염색을 이용하여 세포생육정도를 측정하는 방법(17)으로 10% fetal bovine serum 및 각각의 암세포(A549, Hep3B, MCF-7, AGS, HeLa)와 293을 함유하는 RPMI 1640과 DMEM배지를 5×10^4 cells/mL 농도로 100 µL씩 각 well에 첨가하여 하루 동안 배양(37°C, 5% CO₂)시킨 후 0.2 M 이하의 DMSO로 녹인 시료를 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 mg/mL의 농도로 100 µL씩 첨가하여 48시간 동안 다시 배양하였다. 그 후 상등액을 aspirator로 조심스럽게 제거하고 냉장 보관한 10% TCA를 100 µL씩 첨가한 후 1시간 동안 4°C에서 방치한 후 증류수로 다섯 번 정도 행구었다. 열풍건조기에서 건조시킨 후 1% acetic acid에 녹인 0.4% SRB용액 100 µL를 첨가해 30분 동안 염색시켰다. 결합되지 않은 SRB 염색액은 1% acetic acid 용액으로 네 번 정도 행구어, 다시 건조시킨 후 10 mM Tris buffer 100 µL로 염색제를 충분히 녹인 후 540 nm에서 microplate reader로 흡광도를 측정하였다.

통계처리

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험결과들은 Microsoft office excel 2003 프로그램을 사용하여 표준편차를 구하였다.

결과 및 고찰

Ames test를 이용한 돌연변이원성 및 항돌연변이원성 메밀 국수의 돌연변이원성 실험에서는 *S. Typhimurium*

Table 1. Mutagenicity of buckwheat noodles in *Salmonella* Typhimurium TA 98 and TA 100

Dose (mg/mL)	His ⁺ revertants/plate ¹⁾	
	TA 98	TA 100
Spontaneous	17±4	183±6
60% BEN ²⁾	0.8	18±2
	1.6	20±3
	2.4	17±3
	3.2	18±2
60% BWN ³⁾	0.8	18±2
	1.6	20±1
	2.4	19±2
	3.2	17±3

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

²⁾60% BEN: 60% Buckwheat extruded noodles.

³⁾60% BWN: 60% Buckwheat wet noodles.

TA98과 TA100을 이용한 Ames test를 통하여 메밀분 60% 혼합분 압출면 추출물(메밀가루 60%+밀가루 40%)에 의한 돌연변이 유발 유무를 검토한 결과 음성대조군의 복귀 돌연변이 집락수는 TA98이 17±4, TA100은 183±6이었다. 압출면 추출물을 40, 80, 120, 160 µg/plate의 여러 농도로 첨가하여 실험한 결과, 집락수의 음성 대조군인 spontaneous에 비하여 농도 증가에 따른 집락수의 큰 변화를 나타내지 않았으므로 압출면 추출물은 돌연변이원성을 나타내지 않는다는 것을 알 수 있었다(Table 1). 생면(메밀가루 60%+밀가루 40%) 추출물을 40, 80, 120, 160 µg/plate의 여러 농도로 첨가하여 시험한 결과에서도 음성대조군에 비하여 농도 증가에 따른 집락수의 큰 변화를 나타내지 않았으므로 생면 추출물 역시 돌연변이원성을 나타내지 않음을 알 수 있었다(Table 1). 항돌연변이원성 실험에서는 직접변이원인 MNNG(0.4 µg/plate)의 경우, 메밀분 60%와 70%를 혼합한 생면 추출물에 대하여 실험을 실시한 결과 *S. Typhimurium* TA100 균주에서 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 변이원성 억제효과를 나타내었으며 시료농도 160 µg/plate에서 메밀분 70% 혼합분 생면 추출물의 경우 41%의 억제효과를 나타내었다. 그리고 메밀분 60% 혼합분 생면 추출물의 경우는 낮은 변이원 억제 효과를 나타내었으며(Fig. 1), 메밀분 60% 및 70%를 혼합한 생면 추출물에 대한 돌연변이 억제 효과에서는 직접 변이원인 4NQO(0.15 µg/plate)에 대한 TA98과 TA100 균주에서 두 균주 모두 메밀분 70%를 첨가한 생면추출물에서 높은 억제효과를 보였다. 특히 TA98 균주의 경우 메밀분 70%를 첨가한 생면 추출물에서 43%의 억제효과를 나타내었고, 농도 의존적으로 강한 억제활성을 보였다. 그러나 TA100의 경우에는 29%의 낮은 항돌연변이 활성을 보였다(Fig. 2). 이상의 결과에서 알 수 있듯이 직접변이원에 대한 억제효과는 시료의 농도가 증가함에 따라 억제율이 증가하는 것으로 나타났다.

Fig. 3은 메밀가루 60% 및 70%를 첨가한 압출면 추출물에 대한 항돌연변이 실험 결과로서 직접변이원으로 사용된

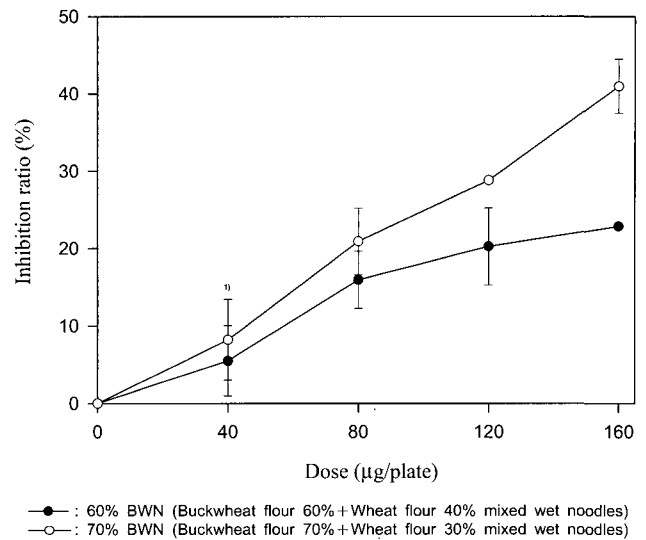


Fig. 1. Antimutagenic effect of buckwheat wet noodles extract on the mutagenicity by MNNG (0.4 µg/plate) in *Salmonella* Typhimurium TA 100.

¹⁾Mean±SD (n=3).

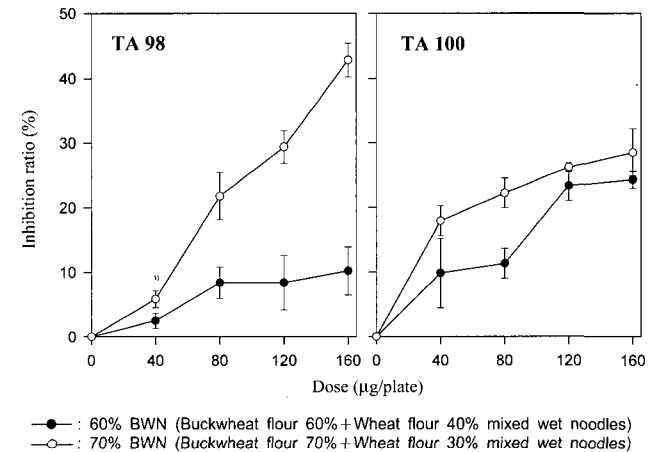


Fig. 2. Antimutagenic effect of buckwheat wet noodles extract on the mutagenicity by 4NQO (0.15 µg/plate) in *Salmonella* Typhimurium TA 98 and TA 100.

¹⁾Mean±SD (n=3).

MNNG(0.4 µg/plate)의 경우 *S. Typhimurium* TA100 균주에서 시료 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 변이원성 억제효과를 나타내었으며 70%를 첨가한 압출면 추출물에서 시료농도 160 µg/plate 첨가에서 28%의 낮은 억제효과를 나타내었다. 한편 Fig. 4는 메밀분 60%와 70%를 첨가한 압출면 추출물에 대하여 4NQO(0.15 µg/plate)를 이용한 *S. Typhimurium* TA98과 TA100 균주에서의 변이원 억제 실험 결과로써 두 균주 모두 생면에서의 결과와 마찬가지로 시료 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 변이원성 억제효과를 나타내었다. 시료농도 160 µg/plate 첨가 시 TA98의 경우 메밀가루를 70% 첨가한 압출면 추출물에서 45%의 억제효과를 나타내었으며 TA100의 경우는 메밀가루 60%를 첨가

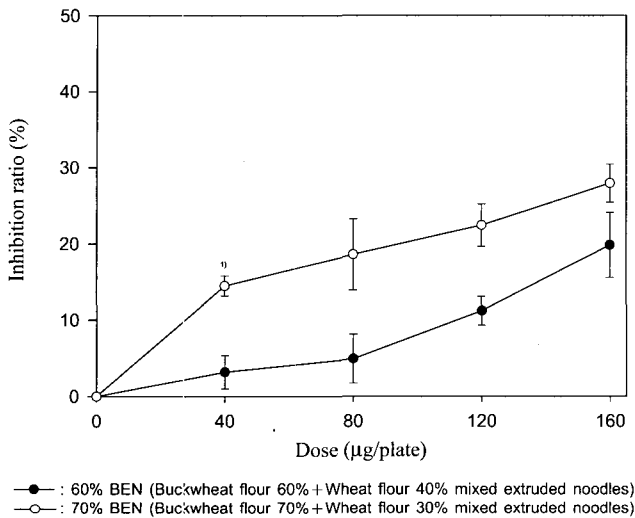


Fig. 3. Antimutagenic effect of buckwheat extruded noodles extract on the mutagenicity by MNNG (0.4 µg/plate) in *Salmonella* Typhimurium TA 100.

¹⁾Mean ± SD (n=3).

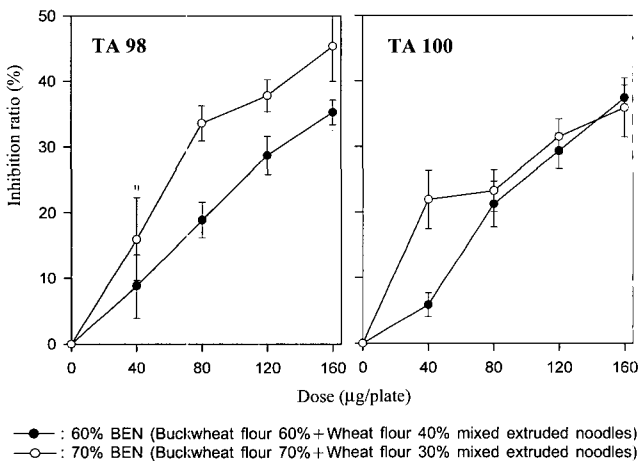


Fig. 4. Antimutagenic effect of buckwheat extruded noodles extract on the mutagenicity by 4NQO (0.15 µg/plate) in *Salmonella* Typhimurium TA 98 and TA 100.

¹⁾Mean ± SD (n=3).

한 압출면 추출물이 37%의 억제효과를 나타내었다. Kwak 등(18)은 한국산 메밀, 수수, 기장, 율무의 에탄올 추출물들에 대한 항돌연변이원성 효과에서 모든 시료에서 농도 의존적으로 억제활성을 나타내었고 또 각각의 시료들이 직접변이원에 대하여 높은 억제 활성을 나타내는 것으로 보고하였는데 이는 본 실험과 일치하는 결과를 얻었다.

암세포 성장 억제효과

70% 메밀 혼합분말을 이용한 생면 추출물에 대한 암세포 성장 억제효과 실험에서는 위암세포와 폐암세포에 대해서는 낮은 억제율을 보였다. 그러나 자궁암세포와 간암세포에 대한 성장 억제효과는 1.0 mg/mL 농도를 첨가하였을 때 68.5%와 52.2%의 세포독성을 나타내었으며(Fig. 5), 메밀분

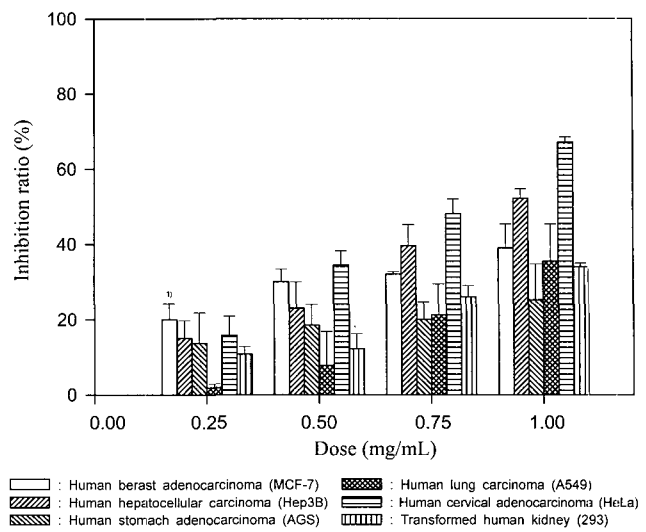


Fig. 5. Growth inhibition effects of 70% buckwheat wet noodles (buckwheat flour 70%+wheat flour 30% mixed wet noodles) extract against human cancer cells.

¹⁾Mean ± SD (n=3).

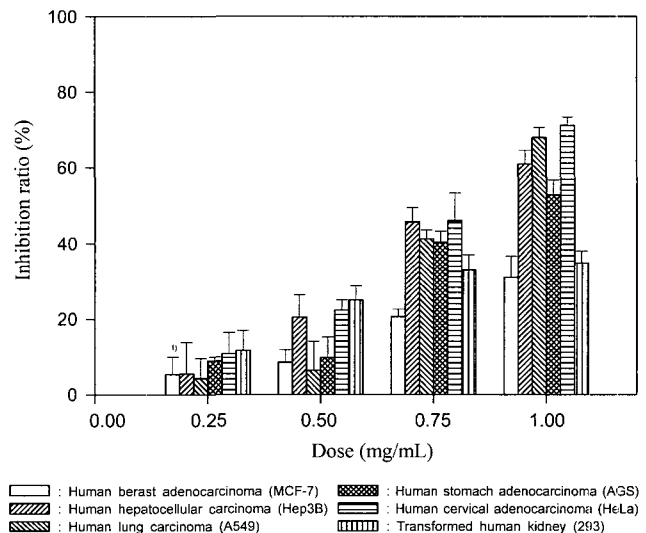


Fig. 6. Growth inhibition effects of 60% buckwheat wet noodles (buckwheat flour 60%+wheat flour 40% mixed wet noodles) extract against human cancer cells.

¹⁾Mean ± SD (n=3).

60% 혼합분말로 제조한 생면 추출물에 대한 생리활성을 검토한 결과 각 암세포에 대하여 시료 농도의 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포 성장 억제효과를 나타내었으며, 간암세포와 폐암세포 그리고 자궁암세포에 대해서는 1.0 mg/mL 첨가 시 각각 60.9%와 67.9% 그리고 72.1%의 억제효과를 나타내었다. 그러나 유방암세포에 대해서는 낮은 세포독성을 나타내었다(Fig. 6). 위의 결과에서는 공통적으로 자궁암세포에 대하여서 메밀생면에서 높은 억제효과를 보이는 것으로 나타났다.

Fig. 7은 70% 메밀 혼합분말로 압출면을 제조한 후 암세포에 대한 성장 억제효과를 측정된 결과로서 각 암세포에

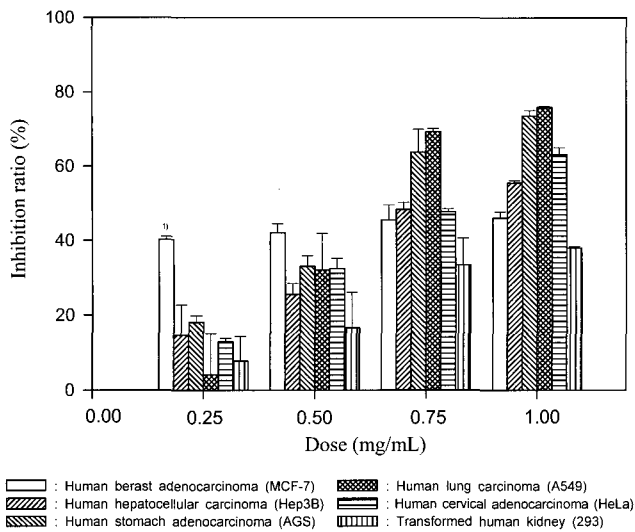


Fig. 7. Growth inhibition effects of 70% buckwheat extruded noodles (buckwheat flour 70%+wheat flour 30% mixed extruded noodles) extract against human cancer cells. ¹⁾Mean ± SD (n=3).

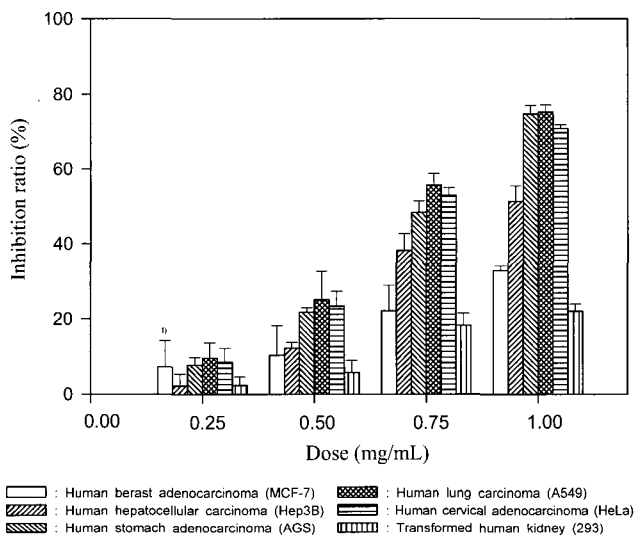


Fig. 8. Growth inhibition effects of 60% buckwheat extruded noodles (buckwheat flour 60%+wheat flour 40% mixed extruded noodles) extract against human cancer cells. ¹⁾Mean ± SD (n=3).

대하여 시료 농도의 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포 성장 억제효과도 증가하였으며, 특히 폐암세포와 위암세포에 대해서 1.0 mg/mL 농도를 첨가하였을 때 각각 73.5%와 75.7%의 억제효과를 나타내었다. 메밀분 60% 혼합분을 이용한 압출면 추출물에 대하여 암세포 성장 억제효과를 검토한 결과 모든 암세포에 대하여 농도 의존적으로 암세포 성장 억제효과를 나타내었으며 특히 위암세포와 폐암세포 그리고 자궁암세포에 대해서는 1.0 mg/mL 첨가하였을 때 각각 74.7%와 75.3% 그리고 70.5% 억제효과를 나타냄으로서 높은 세포독성 효과가 있음을 알 수 있었다. 그러나 유방암

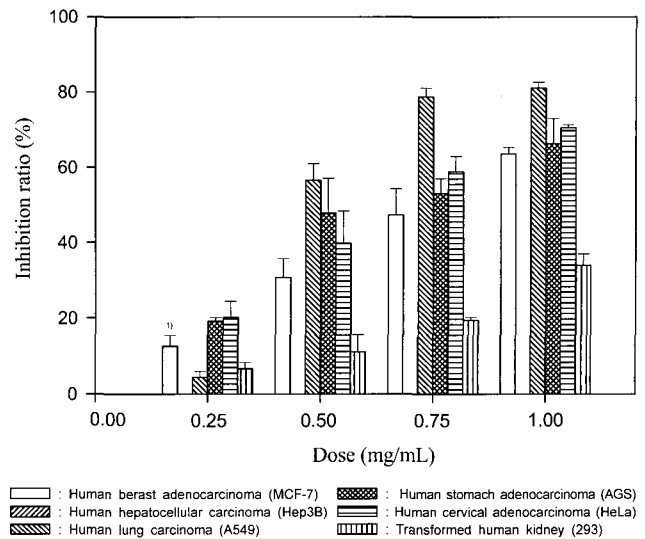


Fig. 9. Growth inhibition effects of 60% buckwheat dehydrated noodles (buckwheat flour 60%+wheat flour 40% mixed dehydrated noodles) extract against human cancer cells. ¹⁾Mean ± SD (n=3).

세포와 정상세포에 대해서는 낮은 세포독성 효과를 나타내었다(Fig. 8). 위의 결과에서 위암세포에 대하여 압출면 추출물이 가장 높은 억제 활성을 보였다.

Fig. 9는 메밀분 60% 혼합분으로 건면을 제조한 후 추출물에 대한 각종 인간 암세포에 대한 세포 성장 억제효과를 검토한 결과로서 시료 농도 1.0 mg/mL 첨가 시 폐암세포에 대해서 80%의 높은 세포독성을 보였다. 한편 정상세포인 293에 대해서는 낮은 세포독성 효과를 나타내었다.

Hwang 등(19)은 발아 메밀 추출물이 폐암 세포인 Calu-6에서 최고 농도인 800 µg/mL에서 95.1%의 높은 억제효과를 나타내었으며, 위암세포인 SNU-601에 대한 세포독성 효과는 Calu-6와 유사한 양상을 보였고 SNU-601에 대해서도 역시 암세포 억제효과가 우수한 것으로 보고한 바 있다. 이는 본 연구에서 메밀 압출면이 위암 세포에서 높은 억제율을 보인것과 유사한 결과임을 알 수 있다. 그러나, 암세포 종류의 차이와 농도의 기준이 다른 것에 기인된 것으로 판단된다.

요 약

메밀 국수의 주 재료인 메밀분의 함량을 60%와 70%로 다르게 하여 건면, 압출면 그리고, 생면의 추출물을 조제하여 항돌연변이원성과 세포독성 효과를 조사하였다. 세포독성 효과를 알아보기 위해서 A549, Hep3B, MCF-7, AGS와 HeLa를 사용하였다. 이들 시료의 추출물의 암세포 성장 억제효과를 조사한 결과, 메밀 생면은 자궁암세포에서 68.5%의 높은 억제 활성을 나타내었으며 압출면의 경우는 위암세포에서 75.7%의 억제율을 나타내었다. 건면의 경우는 폐암

세포에서 80%의 높은 억제효과를 나타내었다. 그리고 돌연변이성 및 항돌연변이 활성은 *S. Typhimurium* TA98과 TA100 균주를 이용한 돌연변이성 실험 결과 메밀면 자체에는 돌연변이성이 없었으며, 항돌연변이원성 실험에서는 직접변이원인 MNNG(0.4 µg/plate)의 경우 TA100 균주에서 시료농도 160 µg/plate에서 메밀분 70% 혼합분 생면 추출물의 경우 41%의 억제효과를 나타내었으며 4NQO(0.15 µg/plate)에 대해서는 같은 시료농도에서 TA98 균주에 대해서 43%의 억제효과를 나타내었다. 그리고 메밀분 70% 혼합분 압출면의 경우 28%의 낮은 효과를 보였으나 *S. Typhimurium* TA98 균주에서는 같은 시료농도에서 45%의 억제효과를 나타내었으며 공시 시료 모두 농도 의존적으로 억제하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 강원도 춘천시 연구사업 지원의 일부로 이루어졌으며 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

1. Maeng YS, Park HK, Kwon TB. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. *Korean J Food Sci Technol* 22: 732-737.
2. Pomeranz Y, Robbins GS. 1972. Amino acid composition of buckwheat. *J Agric Food Chem* 20: 270-274.
3. Havsteen B. 1983. Flavonoids a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem Pharm* 32: 1141-1148.
4. Choi YS, Kim BR, Jin LH, Lee BH. 2000. In vitro screening of dietary factors on buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) influencing the regulation of blood pressure, glucose and cholesterol level. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 280-287.
5. Kim YS, Kim HS. 1983. Dried noodle making of composite flours utilizing buckwheat and wheat flour. *Korean J Nutr* 16: 147-153.
6. Ohara T, Ohinata H, Muramatsu N, Matsushashi T. 1989. Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gokkaishi* 36: 114-120.
7. Thacker PA, Anderson DM, Bowland JP. 1983. Chemical composition and nutritive value of buckwheat cultivar for laboratory rats. *Can J Anim Sci* 63: 949-954.
8. Dorrell DG. 1971. Fatty acid composition of buckwheat seed. *J Am Oil Chem Soc* 48: 693-696.
9. Choi YS, Sur JH, Kim CH, Kim YM, Ham SS, Lee SY. 1994. Effects of dietary buckwheat vegetables on lipids metabolism in rat. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 212-218.
10. Ham SS, Choi KP, Choi YS, Lee SY. 1994. Studies on anti-mutagenic and lipotropic action of flavonoid of buckwheat. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 698-703.
11. Kim HR, Hong JS, Choi JS, Han GJ, Kim TY, Kim SB, Chun HK. 2005. Properties of wet noodle changed by the addition of sanghwang mushroom (*Phellinus linteus*) powder and extract. *J Korean Food Sci Technol* 37: 579-583.
12. Park SI, Cho EJ. 2004. Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *J Korean Food Nutr* 17: 120-127.
13. Jeon JR, Kim HH, Park GS. 2005. Quality characteristics of noodles of prepared with pine needle powder and extract during storage. *J Korean Food Cookery Sci* 21: 685-692.
14. Lee JH, Shim JY. 2006. Characteristics of wheat flour dough and noodles added with onion juice. *Food Engineering Progress* 10: 54-59.
15. Park BH, Cho HS. 2006. Quality characteristics of dried noodle made with *Dioscorea japonica* flour. *J Korean Food Cookery Sci* 22: 173-180.
16. Maron DM, Ames BN. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat Res* 113: 173-215.
17. Scudiero DA, Shoemaker RH, Paul KD, Monks A, Tiemey S, Nofziger TH, Currens MJ, Seniff D, Boyd MR. 1988. 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: 4827-4836.
18. Kwak CS, Lim SJ, Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and Job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 921-929.
19. Hwang EJ, Lee SY, Kwon SJ, Park MH, Boo HO. 2006. Antioxidative, antimicrobial and cytotoxicity activities of *Fagopyrum esculentum* Moench extract in germinated seeds. *Korean J Medicinal Crop* 14: 1-7.

(2006년 8월 24일 접수; 2006년 11월 28일 채택)