

된장의 Aflatoxin B₁에 대한 항돌연변이 효과

박건영 · 문숙희 · 백형석* · 최총식

부산대학교 식품영양학과

*부산대학교 미생물학과

Antimutagenic Effect of Doenjang(Korean Fermented Soy Paste) toward Aflatoxin

Kun-Young Park, Suk-Hee Moon, Hyung-Suk Baik* and Hong-Sik Cheigh

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan, 609-735, Korea.

*Dept. of Microbiology, Pusan National University, Pusan, 609-735, Korea

Abstract

Antimutagenic effect of doenjang (Korean fermented soy paste) on mutagenesis induced by aflatoxin B₁ (AFB₁) in *Salmonella typhimurium* strains TA98 and TA100 was studied. AFB₁ revealed maximum mutagenicity at dose level of 1 μ g /plate with metabolic activation system in both strains. Strong antimutagenic activity toward AFB₁ was observed in methanol extract of doenjang. The AFB₁ mediated mutageneses in both strains were completely inhibited at the level of 50% of the doenjang extract. At the same concentration, 64~66% and 39~53% of the AFB₁ induced mutageneses were blocked when the methanol extracts of raw and cooked soybeans were added in the system, respectively. Raw soybeans showed higher inhibition rate to the mutagenicity than cooked soybeans, but the fermented soybeans(doenjang) was the most effective ($p<0.05$). Other soybean fermented foods such as commercial doenjang, natto and miso were also exhibited some antimutagenic activities, however, the traditional doenjang was the most effective and then commercial doenjang. Natto and miso were less effective.

서 론

Aflatoxin(AF)은 현재되어 있는 *Aspergillus flavus*나 *Aspergillus parasiticus*와 같은 곰팡이들이 그들의 제2차 대사산물로 생성하는 물질로서 지금까지 알려진 발암물질중 가장 강력한 발암물질의 하나로 알려져 있다¹⁾. 우리나라의 재래식 된장은 자연발효에 의해 제조되기 때문에 이들 곰팡이의 오염가능성으로 인한 AF의 생성으로 된장은 암발생의 원인이 될 수 있다는 우려가 있어 왔었다. 1969년 "Time"지²⁾는 우리나라에서 많이

발생하는 위암은 AF으로 오염된 된장을 많이 섭취하기 때문이라고 발표했다. Crane 등³⁾은 이와 관련된 논문에서 위암환자는 정상인보다 현저하게 된장을 많이 섭취하였다고 하였으며($p<0.001$) 그때 된장 시료에서 AF를 생성하는 *A. flavus*를 분리해 낼 수 있었다고 주장하였다.

실제로 된장제조시 AF의 생성이 일어날 것인가를 검토하기 위해 Park 등⁴⁾과 박과 이⁵⁾는 AF을 가장 많이 생성하는 *A. parasiticus*를 된장 발효시 미리 첨가하여 된장제조과정중 AF의 생성 및 파괴현상을 연구하였다. 그들의 실험 결과에 의하면

메주의 발효과정에서는 이곰팡이에 의해 AF의 생성 및 오염은 가능하였지만 긴 숙성과정을 거치는 동안 메주콩(콩)의 특이한 성질과 여러 인자들⁴⁻⁷⁾에 의해 생성된 AF의 대부분이 파괴되었는데 특히 물에 담구어 숙성을 했을 경우는 생성되었던 AF은 완전히 제거되어 우리의 재래식 된장에서 AF의 오염 가능성은 거의 없음을 확인할 수 있었다.

한편 재래식 된장은 콩으로부터 제조되기에 콩 및 콩발효식품이 가질 수 있는 항발암성 물질들인 trypsin inhibitor^{8,9)}, 비타민E를 비롯한 항산화물질¹⁰⁾ 그리고 불포화지방산¹¹⁾ 등이 다량 존재하기 때문에 오히려 이들로 인해 항발암적으로 작용할 가능성이 있다. Shin 등¹²⁾은 메주가 AFB₁과 benzo(a)pyrene에 의한 돌연변이성을 막아주는 효과가 있다고 보고한 바 있으며 또한 대조군의 경우에는 암이 발생하였는데도 AF으로 오염된 메주를 쥐에게 먹였을 때는 암이 전혀 발생되지 않았다는 보고도 있다. Kurechi 등¹³⁾은 일본된장을 비롯한 콩으로 만든 식품은 nitrite를 파괴하고 N-nitrosamine 생성을 방해하므로 이들로 인한 위암 발생을 감소시켜준다고 하였다.

본 연구에서는 재래식 된장에 AF의 오염 가능성은 없지만⁴⁻⁸⁾ 그래도 만약에 AF이 오염된다면 이경우에 된장이 가질 수 있는 항발암적 효과를 검토하기 위해 돌연변이 유발을 검색하여 발암성을 검거하는(상관관계 : 90%)¹⁴⁾ Ames mutagenicity test를 이용하여 AFB₁에 대한 된장의 항돌연변이성을 연구하였다. 또한 콩 자체와 다른 대두 발효식품의 AFB₁에 대한 항돌연변이 효과도 비교 연구하였다.

재료 및 방법

식품시료 조제 및 추출

실험에 사용된 대두시료는 밀양의 원종장에서 제공받은 남천콩이었다. 된장은 Lee¹⁵⁾의 방법에 의해 재래식으로 제조하였으며(6개월간숙성) 생콩과 삶은콩은 대두 각각 100g에 물 100mL를 넣고 하룻밤 침지시킨 후 생콩시료는 그대로 사용하였으며 삶은콩시료는 121°C에서 60분간 autocla-

ving한 후 시료로 하였다.

일본된장(miso)과 쌀은 일반시장에서 구입하였는데 일본된장은 소금 12%와 당합량이 14%인 light yellow miso였다.

상품용 조선된장과 청국장은 화영식품(부산)에서 제공받았는데 이 된장은 재래식 된장과 비슷한 방법으로 발효된 것으로 *A. oryzae*와 *Bacillus subtilis*로 발효되었으며 대두 약 60%와 밀 40%로 제조된 것이었고 상품용 된장 중 한시료는 보존제인 sorbate를 첨가한 것이었다. 청국장은 재래식 방법으로 짚과 *B. natto* 균으로 발효시켜 제조하였는데 3일동안 37°C에서 발효시킨 제품이었다. 모든 시료들은 첨가제를 넣지 않은 순수발효 식품이었다.

시료들을 motar에서 잘 마쇄한 후 methanol을 10배(g/v)로 첨가하여 7시간씩 3번 추출하였는데 각각의 추출후 10,000rpm에서 10분간 원심 분리하고 추출액을 모았다. 잔사는 다시 methanol-chloroform(1:1, v/v)으로 더 추출하여 같은 방법으로 추출액을 모은 후 각각을 vacuum evaporator(Büchi, 011 & 461, Switzerland)로 건조시킨 후 vial에 옮겨 적당한 농도로 조정하여 실험에 사용하였다. 각 시험시료의 농도는 식품시료의 무게(g)와 같은 methanol 추출액의 부피(mL)를 100%로 하였는데 생콩과 삶은콩은 생콩의 무게를 기준으로 하였다.

Aflatoxin B₁의 조제

AFB₁은 Sigma Chemical Co(St. Louis, Mo., USA)에서 구입하였다. AFB₁를 정확히 칭량하여 250ppm 용액이 되도록 methanol에 녹였다. 적당한 양의 표준용액을 취한 후 methanol을 N₂ gas로 날려보내고 다시 spectrophotometric dimethylsulfoxide(DMSO, Aldrich Co., Milwaukee, WI, USA)에 녹여 mutagenicity test에 사용하였다⁷⁾.

Ames mutagenicity test

시험균주는 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100으로 histidine requiring mutant이며 미국의 California 대학의 B.N. Ames 박사로 부터 제공받았다. 실험전에 균들은 정기적으로 histidine

requirement, deep rough character, UV sensitivity 및 R factor 존재등의 genotypes를 확인한 후 시험균주로 사용하였다.

Mutagenicity test를 위한 S9 mixture, 배지, 필요한 시약의 조제는 Maron과 Ames¹⁶⁾의 방법에 따라 행하였으며 Matsushima 등¹⁷⁾의 방법에 따라 mutagenicity test를 행하였다. 즉, 각 cap tube를 ice bath에 보관하면서 S9 mix 0.5ml, 하룻밤 배양된 균주($1\sim2\times10^9$ cells/ml) 0.1ml와 시료들을 각각 0.1ml씩을 tube에 첨가한 후 가볍게 vortex하고 37°C에서 20분간 예비 배양하였다. 45°C에 보관중이던 top agar 2ml씩을 각 tube에 붓고 3초간 vortex한 후 minimal glucose agar plate에 도말한 다음 37°C에서 48시간 배양하고 revertant 숫자를 계수하였다.

통계분석

실험 data로 부터 ANOVA를 구한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계분석을 행하였다¹⁸⁾.

결과 및 고찰

AFB_1 은 S9 mix 존재시 *Salmonella typhimurium* TA98(frame shift mutant)와 TA100(base pair su-

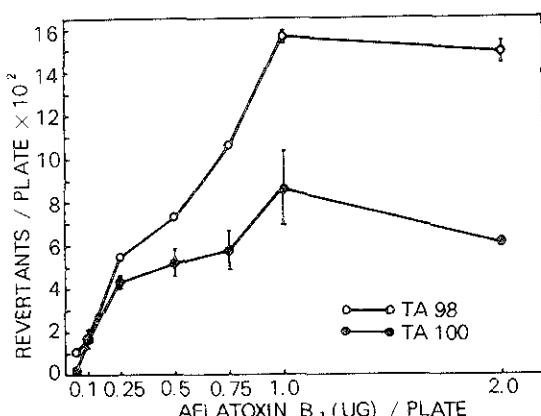


Fig. 1. Dose response effect of aflatoxin B₁ in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100. The vertical bars represent one standard deviation of three samples.

bstitution mutant)에서 강한 back mutation을 일으킨다¹⁹⁾. 각각의 TA98과 TA100균주에서 AFB_1 에 의한 돌연변이성과 독성을 나타내는 부위를 검토하였는데 Fig. 1에서 보여주듯이 AFB_1 은 TA98과 TA100에서 Spontaneous revertant 숫자보다 각각 15배 및 8배로 최대 돌연변이 숫자를 나타내었다. 사용된 AFB_1 의 양은 plate당 0.05~2μg 이었는데 1μg/plate에서 가장 높은 돌연변이성을 나타내어 이 농도를 이용하여 된장 및 다른 식품들의 항돌연변이성 효과를 검토하였다.

AFB_1 은 사람을 포함한 여러동물에서 주로 간암을 일으키며 다른 여러 암 발생의 원인이 되는데 AFB_1 은 최종발암원, 아마도 AFB_1-2 , 3-oxide 즉 매우 electrophile한 화합물이 되기위해 mammalian liver microsomal activation을 필요로 하는데 이 epoxide는 DNA 염기의 nucleophilic한 부위와 반응하여 adduct를 형성하므로 돌연변이를 일으켜 암발생을 유발하게 한다²⁰⁾.

Crane 등³⁾은 재래식 된장이 발암원인인 이유는 발효중 생성되는 AF(주로 AFB_1)때문이라고 추정하였는데 실제로 이 AFB_1 에 대해 재래식된장은 어떤 반응을 일으키는가를 검토해 보았다. Fig. 2에서 보여주듯이 TA98 균주에서의 경우, 된장의 methanol 추출물을 본래 된장 농도의 10%로 하여 시험 system에 첨가해 본 결과 AFB_1 으로 인한 돌연변이 유발성이 93% 저해됨을 관찰할 수 있었다. 50%농도의 추출물에서는 AFB_1 에 의한 돌연변이성이 완전히 저해되었다. 한편 실험에 사용되었던 시료들은 시험 system에서 toxicity test¹⁶⁾를 행해본 결과 전혀 toxicity를 나타내지 않았다. 재래식 된장 시료는 약 10%의 소금을 함유하고 있었고 이들이 모두 methanol 분획에 용출되어 나와 있었는데도 이러한 강한 항돌연변이적 효과를 보인 것은 흥미있는 사실이다. 소금은 식품내 다량 존재할 때 N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG)와 같은 발암물질의 발암성을 다소 도와 주는 역할을 한다고도 알려져 있는데²¹⁾ 된장의 항돌연변이 물질은 이러한 효과도 제거할 수 있는 강력한 물질로 사료되었다²²⁾.

된장내의 항돌연변이 효과가 된장제조중 생성

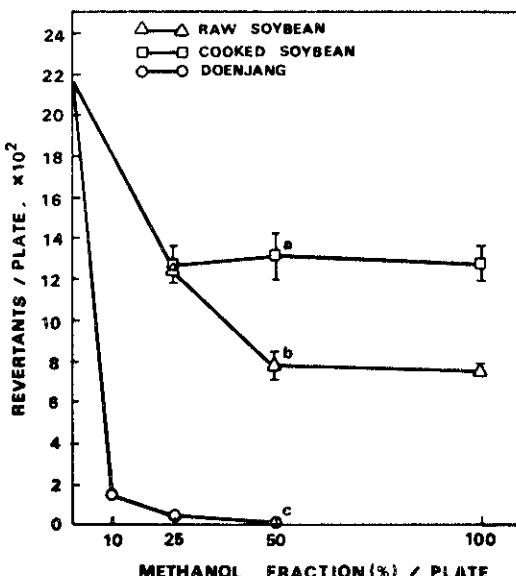


Fig. 2. Effect of methanol extracts of raw soybean, cooked soybean and doenjang on the mutagenesis of aflatoxin B₁ in *Salmonella typhimurium* TA 98 strain. Each data point is the mean \pm SD for three samples and the different letters beside the symbols at 50% of sample extracts are significantly different at the 0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

된물질에 의한 것인지 콩 자체에 존재하는 물질에 의한 것인지를 검토하기 위해 생콩과 삶은콩에서의 항돌연변이 효과를 된장과 비교해 보았다. Fig. 2에서 보여주듯이 콩 자체도 어느정도의 항돌연변이 효과가 있음이 관찰되었는데 시료들의 50% 추출농도(생콩의 무게기준)에서 생콩은 64%, 삶은콩은 39%의 저해효과를 보인 반면 된장은 이때 100%의 저해효과를 나타내었다. 이들의 차이에서는 통계적인 유의성이 관찰되었다($p<0.05$). 이 결과에서 나타난 사실중의 하나는 생콩이 삶은콩보다 항돌연변이성이 강하다는 점이었다. 일본에서는 콩제품이 위암발생을 방지한다고 주장하였는데 이와 관련된 물질이 trypsin inhibitor라 하였으며²³⁾, 생콩내에 존재하는 trypsin inhibitor의 항발암효과는 이미 알려진 바 있다^{8,9)}. 이 단백질은 열에 불안정하여 장시간 삶는 동안 파괴되었기 때문에 삶은콩에서는 그

저해도가 감소되었다고 생각된다. 그러나 된장은 이미 삶아서 메주를 만들어 발효숙성을 거친 제품이기에 된장내에서 그 저해도가 증가된 이유는 생콩에서와는 달리 다른 어떤 발효산물이 항돌연변이적 효과와 관련이 있다고 생각된다. 두번째 분획인 methanol-chloroform 추출물 역시 다소의 항돌연변이 효과가 있었으나 그 저해효과는 그다지 크지 않았다(결과는 나타내지 않았음).

TA100 균주에서도 TA98에서와 비슷한 현상을 보였는데 추출물 50% 농도에서 된장이 AFB₁에 대한 항돌연변이성이 가장 높았고 생콩 그리고

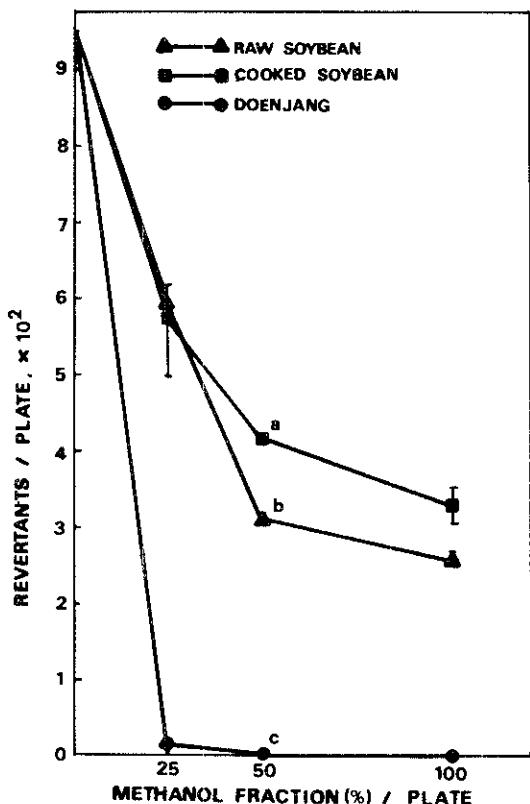


Fig. 3. Effect of methanol extracts of raw soybean, cooked soybean and doenjang on the mutagenesis of aflatoxin B₁ in *Salmonella typhimurium* TA 100 strain. Each data point is the mean \pm SD for three samples and the different letters beside the symbols at 50% of sample extracts are significantly different at the 0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

삶은 콩의 순서였다($P<0.05$). TA100에서는 된장의 25% 추출물에서 AFB₁에 의한 돌연변이성이 97%가 감소되었으며 50%에서는 완전히 저해되었다. 생콩과 삶은콩에서는 25% 농도에서 두시료 공히 약 40% 정도가 저해되었으나 농도를 50%로 증가시켰을 때는 생콩에서는 66% 삶은콩에서는 53% 정도의 감소효과를 나타내었다.

이러한 재래식 된장의 항돌연변이성이 대두로 제조된 다른 여러 발효식품들과는 어떤 차이가 있는지 검토해보았다(Fig. 4). 일본된장, 청국장, 상품용 조선된장을 재래식 된장과 비교해 보았는데 이 실험에서도 재래식 된장이 AFB₁에 대한 항돌연변이 효과가 가장 커으며 다음으로 상품용 된장, 청국장, 일본된장의 순서이었다. 상품용 된장 중 보존료 sorbate를 첨가한 시료와 첨가하지

않은 시료를 비교해본 결과 저해능에 별다른 차이를 보이지 않았으므로 시료에 sorbate 첨가유무와는 관계없이 그 활성물질은 항돌연변이 역할을 했던것으로 사료되었다. 일본된장은 *A. oryzae*로 쌀 코지를 만들고 효모나 젖산균을 첨가하여 대두와 함께 발효한 것이며 청국장의 경우는 발효기간이 다른 제품에 비해 짧고 *B. natto*균에 의해 발효가 된 것인데 이들 제품은 된장과 비교해 볼 때 그 저해 효력이 다소 적었다. 이러한 결과로부터 여러 종류의 미생물 특히 곰팡이류와 세균류가 발효에 관여하고 그 발효기간이 길고 콩만으로 만들어진 것이 항돌연변이성 물질을 많이 생성하는 것으로 생각된다. 한편 대조군으로 쓰인 쌀에서는 전혀 항돌연변이 효과가 나타나지 않았다(Fig. 4).

이러한 항돌연변이 효과는 다른 발암물질 특히 S9의 microsomal activation을 필요로 하지 않는 MNNG와 4-NQO(4-nitroquinoline-1-oxide)에서도 강력한 항돌연변이 효력을 보였을 뿐 아니라 S9의 microsomal activation을 요구하는 nitrosodimethylamine과 benzo(a)pyrene의 발암성 역시 크게 저해하는 효력을 나타내었다²²⁾.

여기에 관련된 항돌연변이성 물질은 된장의 발효 및 숙성동안 콩에서부터 유래된 물질이라고 사료되는데 극성을 띤 지방산 계통의 물질 또는 된장내에 존재하는 항산화물질로 추정된다. Kurechi 등¹³⁾은 콩제품인 tofu, soya milk, miso, bon-lact 등은 위내의 pH인 3 정도에서 nitrite와 dimethylamine에 의해 생성되는 nitrosamine 생성을 크게 저해했으며 precarcinogen인 nitrite도 직접 파괴하였는데 이때 관여한 물질은 제품속에 있는 불포화지방산과 폐놀계 화합물이라고 추정하였다.

본 실험의 결과로부터 우리나라의 재래식 된장은 순수한 콩으로 제조되기에 콩이 가지는 식품으로서의 우수성이 있을 뿐 아니라 발효과정에서 생성되는 물질들로 인한 강한 항돌연변이(항발암)성이 있음을 확인할 수 있었다. 결국 된장의 발효숙성중 AFB₁의 오염 가능성은 거의 없지만 비록 AFB₁이 된장에 오염된다 하더라도 된장은 AFB₁에 의한 돌연변이성을 크게 저해할

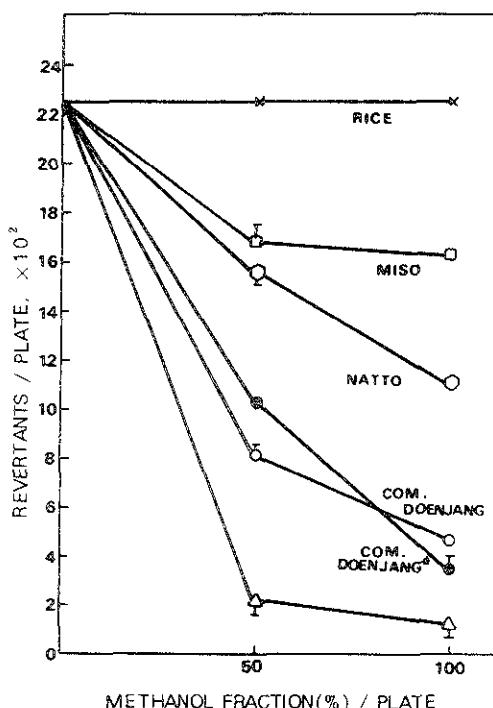


Fig. 4. Effect of methanol extracts of various soybean fermented foods on the mutagenesis of aflatoxin B₁ in *Salmonella typhimurium* TA 100 strain. The vertical bars represent one standard deviation of three samples.

*Commercial doenjang with potassium sorbate as a preservative.

뿐 아니라 다른 여러 발암물질로 인한 발암성도 방지하는 효과가 있다고 하겠다. 그러나 이와 관련된 *in vivo* system에서의 장기간의 항발암 연구와 함께 된장이 가질 수 있는 항암효과에 대한 연구도 계속되어야 한다고 생각된다.

요 약

Salmonella typhimurium TA98과 TA100에서 aflatoxin B₁(AFB₁)에 의해 유도되는 돌연변이 유발성에 대한 된장의 항돌연변이 효과를 연구하였다. AFB₁은 S9 mix 존재시 두 균주에서 plate당 1 μ g 수준에서 최대 돌연변이성을 나타내었다. 된장의 methanol 추출물에서 AFB₁에 대해 강력한 항돌연변이성을 관찰할 수 있었는데 된장추출물 50% 농도에서 AFB₁에 의한 돌연변이 유발성은 두 균주 모두에서 완전히 저해되었다. 같은 농도에서 생콩과 삶은콩에서는 각각 64~66%와 39~53%가 저해되었다. 생콩이 삶은콩보다는 저해능이 컸으나 된장이 가장 항돌연변이성 효과가 컼었다($p<0.05$). 다른 콩 발효제품인 상품용 된장, 청국장, 일본된장들도 된장과 함께 항돌연변이적 효과가 있었으나 된장이 가장 그 저해능이 컸었고 다음이 상품용 된장이었다. 청국장과 일본된장은 다소 그 효력이 적었다.

사 사

본 연구는 1988~1989년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사를 드린다.

문 현

1. 박건영 : Aflatoxin과 그 생성에 관련되는 주요인. *한국영양식량학회지*, 13(1) 117(1984)
2. Time, May 9, p. 48(1969)
3. Crane, P. S., Rhee, S.U. and Steel, D.J. : Experience with 1079 cases of cancer of the stomach seen in Korea from 1962 to 1968. *Amer.*

- J. Surgery*, 120, 747(1970)
4. Park, K.Y., Lee, K.B. and Bullerman, L.B. : Aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* and its stability during the manufacture of korean soy paste(Doenjang) and soy sauce (Kanjang) by traditional method. *J. Food Prot.*, 51(12), 938(1988)
 5. 박건영, 이규복 : 재래식된장, 간장 제조중 Aflatoxin의 파괴에 관한 연구. *부산대학교 가정대학 연구보고지*, 13, 49(1987)
 6. 박건영, 이은숙 : 간장저장중 암모니아와 pH가 Aflatoxin B₁의 파괴에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, 18(1), 115(1989)
 7. 박건영, 이은숙, 문숙희, 최홍식 : 간장 및 모델시스템에서 간장 갈색 물질과 속이 Aflatoxin B₁의 파괴에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 21(3), 419(1989)
 8. Yavelow, J., Finlay, T. H., Kennedy, A. R. and Troll, W. : Bowman-Birk soybean protease inhibitor as an anticarcinogen. *Cancer Res. (Suppl.)*, 43, 2454S(1983)
 9. Weed, H.G., McGandy, R.B. and kennedy, A.R. : Protection against dimethylhydrazine-induced adenomatous tumors of the mouse colon by the dietary addition of an extract of soybeans containing the Bowman-Birk protease inhibitor. *Carcinogenesis*, 6(8), 1239(1985)
 10. Mergens, W. J. and Bhagavan, H.N. : α -Tocopherols(Vitamin E). In "Nutrition and cancer prevention", Moon, T.E. and Micozzi, M.S. (eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, USA p. 305(1989)
 11. Hayatsu, H., Arimoto, S., Togawa, K. and Makita, M. : Inhibitory effect of the ether extract of human feces on activities of mutagens : Inhibition by oleic and linoleic acids. *Mutat. Res.*, 81, 287(1981)
 12. Shin, S.H., Jhee, E. C., Rapp, N.S., Hong, I.S., Chang, S.H. and Seel, D.J. : Mutagenicity and antimutagenicity of Meju, hot sauce and other korean foods by *Salmonella*/mammalian-microsome test : Abstract, p. 301(1989), The 5th Federation of Asian and Oceanian Biochemists, August, 13~18, Seoul, Korea
 13. Kurechi, T., Kikugawa, K., Fukuda, S. and Hasunuma, M. : Inhibition of N-nitrosamine formation by soya products. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 19, 425(1981)
 14. McCann, J., Choi, E., Yamasaki, E. and Ames, B.N. : Detection of carcinogens as mutagens in the *Salmonella*/microsome test : Assay of

- 300 chemicals. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 72 (12), 5135(1975)
15. Lee, C.H. : The effect of Korean soy sauce and soy paste making on soybean protein quality. Ph. D. Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark(1975)
 16. Maron, D.M. and Ames, B.N. : Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, 113, 173(1983)
 17. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yagagi, T., Shirai, A. and Sawamura, M. : Factors modulating mutagenicity in microbial test. In "Short-term test systems for detecting carcinogens". Norpeth, K.H. and Garner, R.C. (eds.), Springer, Berlin, p. 273(1980)
 18. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : Principles and Procedures of statistics, McGraw-Hill kogakusha, Ltd., Tokyo, p. 187(1980)
 19. 박건영, 권미향, 백형석, 최홍식 : *Salmonella* assay system에 있어서 Aflatoxin B₁의 돌연변이 유발성에 미치는 L-ascorbic acid의 영향. 한국환경생물연변이·발암원 학회지, 8 (1), 13(1988)
 20. Singer, B. and Grunberger, D. : In "Molecular biology of mutagens and carcinogens", Plenum Press, p. 181(1983)
 21. Takahashi, M. and Hasegawa, R. : In "Nutrition and cancer", Hayashi, Y., Nagao, M., Sugimura, T., Takayama, S., Tomatis, L., Wattenberg, L. W. and Wogan, G. N.(eds.), Japan Sci. Soc. Press, Tokyo : VNU Sci. Press, Utrecht, p. 169(1986)
 22. 문숙희 : 된장의 항돌연변이 효과에 관한 연구. 부산대학교 대학원, 석사학위논문 (1990)
 23. 青木宏 : みそ汁三十不健康法, ごま書房, 日本, (1981)

(1990년 2월 18일 접수)