

볶은 보리 및 참깨의 갈색도와 돌연변이 유발성

정희진 · 이서래

이화여자대학교 식품영양학과

Browning and Mutagenicity of Roasted Barley and Sesame Seeds

Hee-Jin Jung and Su-Rae Lee

Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University

Abstract

This study was undertaken to measure the degree of browning and mutagenicity by Ames test using *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100 strains for roasted barley and sesame seeds used as food materials. The degree of browning of roasted barley for barley tea on the market showed a wide variation; barley for restaurant-use was heavily roasted (5 times) in comparison with home-use barley. Sesame seeds for oil extraction were more roasted (4 times) than those for seasoning. Water-, ethanol- and ether-soluble fractions from roasted barley and sesame seeds did not show any signs of mutagenicity, even at the extremely high concentrations of the extracts.

Key words: roasted barley, roasted sesame, browning, mutagenicity

서 론

식품의 조리가공 및 저장 중에는 식품성분의 변화 또는 상호반응에 의하여 갈색화 현상이 일어난다. 특히 식품을 가열할 때 일어나는 Maillard 반응과 캐러멜화 반응은 갈색색소와 독특한 향미물질들을 형성하여 식품의 기호성, 영양가 및 안전성에 중요한 의미를 부여해 주고 있다⁽¹⁾.

1970년대에 들어와 발암물질에 대한 신속한 검출방법으로 Ames/*Salmonella* assay가 보급됨에 따라 가열, 조리된 식품의 돌연변이 유발능에 대한 연구가 여러 연구자에 의하여 수행되었다. 예컨대 생선, 육류와 같이 단백질이 풍부한 식품에서 돌연변이원성 물질의 생성⁽²⁾, 탄수화물이 풍부한 roasted coffee bean, instant coffee 및 tea에 대한 돌연변이 유발능에 대한 연구^(3,4), 그리고 가열된 당류와 아미노산을 이용한 모델 실험에서 돌연변이원성 물질의 생성과 갈색화 반응의 관계를 규명한 연구^(5,6)들이 발표되고 있다. 다른 한편 Chan 등⁽⁷⁾은 가열된 lysine-fructose 용액과 캐러멜화된 sucrose의 항돌연변이원성을 발표하였고 Kim 등⁽⁸⁾은 모델 시스템을 이용하여 Maillard 반응의 최종산물인 melanoidin이 돌연변이의 억제효과가 있다고 보고한 바 있다. 따라서 가열된 식품에서 갈변물질의 발암성 혹은 항암성은 아직 확실히 규명되어 있다고 볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 볶음과정을 거쳐서 이용하는 보리차용 보리와 깨소금 및 착유용 참깨의 갈색화 정도와

아울러 Ames/*Salmonella* assay에 의한 돌연변이 유발능을 실험하였다.

재료 및 방법

보리 시료의 준비

실험재료로서 생보리(raw barley), 보리차(barley tea)에 사용하는 가정용 볶은 보리(commercially roasted barley for home-use), 업소용 볶은 보리(commercially roasted barley for restaurants and tearooms)를 준비하였다. 생보리는 경동시장에서 구입하였으며 볶은 보리는 가정용과 업소용으로 유통되고 있는 48개 제품을 서울시내의 남대문시장, 경동시장, 청량리시장, 중앙시장, 가락동시장, 노량진수산시장, 백화점에서 구입하였다.

참깨 시료의 준비

실험재료로서 생참깨(raw sesame), 깨소금용 볶은 참깨(roasted sesame for seasoning), 참기름용 볶은 참깨(roasted sesame for oil extraction)를 준비하였다. 생참깨는 경동시장에서 구입하였으며 돌과 기타 잡물을 제거 후 사용하였다. 본 실험에 사용한 깨소금용 참깨와 참기름용 참깨는 생참깨 250g씩을 주물 가마솥에서 중앙에 금속온도계를 세워놓고 200±5℃로 불의 세기를 조절하면서 각각 10, 20분간 저으면서 볶았다. 이들 시료는 막자사발에서 곱게 마쇄 후 사용하였다.

갈색도의 측정

분쇄한 시료 5g을 50% 에탄올 수용액 100 ml에 넣어 실온에서 30분간 흔들어 주면서 추출한 후 여과하였다.

Corresponding author: Su-Rae Lee, Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea

이 여과액을 50% 에탄올 용액으로 10배 희석한 후 Spectronic 21 spectrophotometer를 사용하여 420 nm에서 흡광도(A₄₂₀)를 측정하였다.

돌연변이 유발능 시험시료의 추출

수용성 성분은 마쇄한 시료 50g을 증류수 1000 ml에 넣어 30℃의 항온수조에서 계속 흔들어 주면서 1시간 추출한 후 여과하였다. 이 여과액을 flash evaporator를 이용하여 35℃에서 감압농축시켜 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

에탄올 용해성 성분은 마쇄한 시료 50g을 50% 에탄올 용액 1000 ml에 넣어 30℃ 항온수조에서 계속 흔들어 주면서 1시간 추출한 후 여과하였다. 이 여과액을 flash evaporator를 이용하여 35℃에서 감압농축시켜 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

에테르 용해성 성분은 마쇄한 시료 10g을 원통여과지에 넣고 에틸에테르 150 ml가 들어 있는 Soxhlet 장치로 12시간 추출하고 물증탕으로 에테르 성분을 모두 휘발시킨 후 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

돌연변이 유발능 시험

볶은 보리와 찹개 시료의 발암성을 예측하기 위해 Ames 등의 방법에 준하여 돌연변이 유발능을 시험하였다⁹⁾.

결과 및 고찰

볶은 보리의 갈색도

현재 국내에서 널리 유통되고 있는 보리차용 볶은 보리 중 가정용 및 업소용 시료 24개씩의 볶음정도를 비교하기 위하여 420 nm에서 흡광도를 측정하고 그들의 분포를 나타낸 결과는 Table 1과 같다.

가정용 볶은 보리는 흡광도가 0.05에서 0.3까지 분포하였고 한편 업소용 볶은 보리는 0.3에서 0.9까지 분포되어 있어 가정용에 비해 더 진한 색을 띠며 외관상 보기에 더 많이 볶은 것으로 판단되었다. 평균 흡광도는 가정용이 0.13, 업소용이 0.63으로 업소용이 가정용에 비해 거의 5배 정도로 더 많이 볶아졌는데 이는 다방이나 대중음식점에서 볶은 보리의 사용량을 줄이기 위한 것으로 생각된다.

판매되는 보리차용 보리의 볶음정도를 알아보기 위하여 실험실에서 가정용 팬으로 볶음시간에 따른 갈색도를 측정하여 보았다. 즉 생보리 30g을 팬에서 200℃ 정도로 시간을 달리하여 볶은 후 50% 에탄올 용액으로 추출한 용액의 흡광도를 420 nm에서 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 흡광도를 보면 볶음시간 40분까지는 증가하다가 그 이후로는 거의 일정해지는 것을 볼 수 있었다. 보리 30g 정도를 200℃의 팬에서 볶을 경우 가정용 볶은 보리는 10~30분 정도 볶아서 판매하는 것으로 추정되지만

Table 1. Absorbance of 50% ethanol extracts from commercially roasted barley samples

Degree of browning (A ₄₂₀) ^{a)}	Number of sample	
	For home-use	For restaurant-use
0.05~0.10	10	—
0.11~0.15	6	—
0.16~0.20	6	—
0.21~0.25	1	—
0.26~0.30	1	—
0.31~0.40	—	2
0.41~0.50	—	2
0.51~0.60	—	3
0.61~0.70	—	10
0.71~0.80	—	5
0.81~0.90	—	2
Average A ₄₂₀	0.13	0.63

^{a)}Values are absorbance at 420 nm for extracts at the ratio of roasted barley : solvent = 1 : 200(w/v)

업소용 수준까지는 볶아질 수 없었다.

또한 팬을 사용하여 180℃에서 240℃까지 20℃ 간격으로 온도를 올려가며 보리를 볶아본 결과 200℃까지는 시간이 너무 많이 걸렸고 240℃에서는 탄화되어 버리기 때문에 보리차 원료로는 사용할 수 없었다. 따라서 업소용 볶은 보리는 일반적으로 가정에서 팬이나 솥에서 볶는 것이 아니고 탄화되지 않도록 특수제작된 기구를 사용하여 강렬하게 볶는 것으로 생각된다.

Ames test에 사용한 보리 시료의 흡광도(A₄₂₀)는 Table 2에서 보는 것처럼 생보리의 경우는 0.01을 보여주었고 판매되는 가정용 볶은 보리는 0.16으로 연갈색을 나타내는 반면에 시판되는 업소용 볶은 보리는 0.81로 암갈색을 띠었다.

볶은 찹개의 갈색도

Ames test에 사용하기 위해 실험실에서 볶은 찹개 시료의 흡광도는 Table 2에서 보는 바와 같이 생찹개는 0.01을 나타내었고 개소금용 찹개는 0.04로 연갈색을 띠었으며 참기름용 찹개는 0.15로 암갈색을 나타냈다. 참기름용 찹개는 개소금용 찹개보다 약 4배 수준으로 더 많이 볶아서 사용하였다.

표준물질에 의한 Ames test의 검정

본 실험에서 사용한 positive control agent는 미량의 histidine을 첨가한 배지에서 *Salmonella typhimurium* 균주에 대해 역돌연변이 유발가능성을 나타내므로 이들 물질의 농도를 달리하여 dose-response 관계를 확인하였다.

Sodium azide는 TA100 균주에 대해 S₉ mix에 의한 활성화 영향을 받지 않고 농도가 증가됨에 따라 역돌

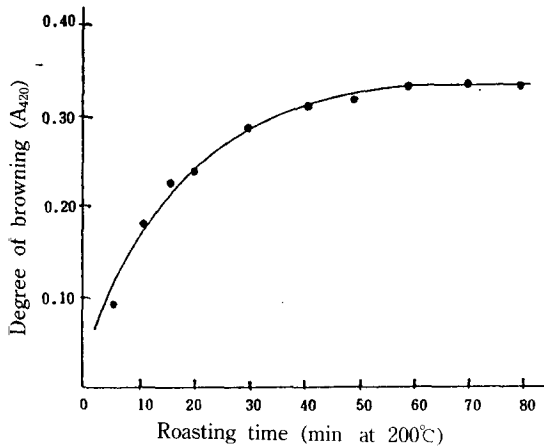


Fig. 1. Absorbance of 50% ethanol extracts from experimentally roasted barley samples

연변이수가 비례적으로 증가하여 돌연변이 유발성을 확인할 수 있었다. 2-Nitrofluorene도 또한 S₉ mix에 의한 활성화 영향을 받지 않으면서 TA98 균주에 대해 돌연변이 유발성을 확인할 수 있었다. 한편 2-aminoanthracene은 S₉ mix를 첨가시켰을 경우 TA98과 TA100에 대해 돌연변이 유발성을 나타냈다.

따라서 위의 실험결과를 토대로 하여 볶은 보리와 볶은 참깨의 돌연변이 유발 가능성을 조사하기 위해서는 positive control로 S₉ mix를 첨가하지 않고 TA100 균주에는 sodium azide 2 µg/plate를, TA98 균주에는 2-nitrofluorene 4 µg/plate를 사용하였고, S₉ mix를 첨가했을 때는 두 균주 모두에게 2-aminoanthracene 2 µg/plate를 사용

Table 2. Absorbance of 50% ethanol extracts from raw and roasted barley and sesame samples subjected to Ames test^{a)}

Samples	Raw	Lightly roasted	Heavily roasted
Barley	0.01	0.16	0.81
Sesame	0.01	0.04	0.15

^{a)}Values are absorbance at 420 nm for extracts at the ratio of grain : solvent = 1 : 200(W/V).

하였다.

또한 TA98과 TA100 균주에 대하여 negative control인 DMSO(dimethylsulfoxide)에 의한 자연발생적 역 돌연변이수를 실험한 결과 TA98은 30~50개, TA100은 120~200개 범위안에서 나타나므로 돌연변이 유발성이 없으며 negative control은 제대로 잘 수행된 것으로 생각된다.

Ames test에 의한 볶은 보리의 돌연변이 유발능

생보리와 볶음정도를 달리한 가정용 볶은 보리 및 업소용 볶은 보리에서 수용성, 에탄올 용해성 및 에테르 용해성 성분의 수득율을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 수용성 성분과 에탄올 용해성 성분의 수득율은 많이 볶을수록 증가하였고 에테르 용해성 성분은 볶음정도와 상관없이 거의 비슷하였다. 이러한 결과는 볶음과정에 의하여 보리 중의 전분질이 텍스트린으로 변화되어 용해되어 나온 것으로 추정된다.

이러한 3가지 추출성분을 DMSO에 가능한한 최고의 농도로 희석하여 Ames test에 사용하였다. 이 때 생성된

Table 3. Yield of concentrated extracts from barley samples

Barley sample	Water-soluble ^{a)} (g/100g grain)	Ethanol-soluble ^{a)} (g/100g grain)	Ether-soluble (g/100g grain)
Raw	11.7	9.8	2.1
Lightly roasted	23.4	11.5	2.1
Heavily roasted	56.3	44.8	2.4

^{a)}Water content of the concentrated extract was about 35%.

Table 4. Mutagenic activity of water-soluble fraction from raw and roasted barley samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	2.2	22.7 ± 5.0 ^{b)}	122.3 ± 8.4	33.3 ± 7.5	149.3 ± 20.0
	4.6	24.0 ± 3.6	143.7 ± 28.4	33.0 ± 11.5	149.3 ± 29.7
Lightly roasted	2.2	24.7 ± 6.7	140.3 ± 25.7	35.0 ± 3.5	141.7 ± 11.6
	4.6	19.0 ± 5.5	160.7 ± 14.3	30.0 ± 6.2	137.3 ± 24.4
Heavily roasted	2.2	21.3 ± 1.6	135.7 ± 20.6	22.7 ± 2.1	141.7 ± 10.4
	4.6	24.0 ± 3.5	137.3 ± 18.1	24.7 ± 3.5	144.0 ± 3.6

^{a)}mg of extract with 35% moisture, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean ± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Table 5. Mutagenic activity of ethanol-soluble fraction from raw and roasted barley samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	2.2	32.0± 5.6 ^{b)}	146.3± 10.0	34.3± 2.9	114.7± 10.6
	4.6	27.7± 4.9	161.0± 5.2	39.7± 1.5	139.3± 9.1
Lightly roasted	2.2	31.3± 3.1	142.3± 33.5	33.0± 1.0	143.3± 6.5
	4.6	27.7± 2.1	137.7± 26.1	34.7± 2.1	117.7± 7.0
Heavily roasted	2.2	25.7± 3.2	151.3± 6.7	35.3± 5.0	123.0± 8.2
	4.6	21.7± 3.2	189.3± 27.6	35.0± 3.6	127.0± 14.4

^{a)}mg of extract with 35% moisture, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Table 6. Mutagenic activity of ether-soluble fraction from raw and roasted barley samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	5.8	33.0± 2.6 ^{b)}	149.3± 8.0	30.3± 4.7	142.7± 8.1
	12.2	28.0± 3.6	139.7± 14.6	39.0± 4.4	166.3± 8.1
Lightly roasted	5.8	32.0± 4.0	150.3± 4.5	29.7± 2.5	167.3± 5.1
	12.2	34.3± 15.0	145.3± 9.1	42.7± 2.5	156.7± 23.6
Heavily roasted	5.8	31.0± 7.8	158.3± 33.3	44.3± 6.4	166.3± 11.2
	12.2	37.0± 8.7	159.3± 9.0	44.0± 10.8	156.0± 14.9

^{a)}mg of extract, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Table 7. Yield of concentrated extracts from sesame samples

Sesame sample	Water-soluble ^{a)} (g/100g grain)	Ethanol-soluble ^{a)} (g/100g grain)	Ether-soluble (g/100g grain)
Raw	12.5	8.5	50.1
Lightly roasted	7.6	7.3	49.7
Heavily roasted	7.8	8.2	49.5

^{a)}Water content of the concentrated extract was about 35%.

역돌연변이수는 자연발생적 역돌연변이수와 비교해 보아 적어도 2배가 되지 않으면 negative response로 보아야 하므로 이에 준해 실험결과를 판정하였다.

각 시료의 수용성 성분은 Table 4에서 보는 바와 같이 S₉ mix를 첨가하거나 첨가하지 않고 실험한 결과 negative control(DMSO)에 의한 자연발생적 역돌연변이수와 비슷하므로 TA98과 TA100 균주에 대해 돌연변이를 유발시키지 못하였다. 에탄올 용해성 성분도 Table 5에서 보는 것처럼 S₉ mix를 첨가하거나 첨가하지 않은 TA98 균주와 S₉ mix를 첨가한 TA100균주에서 모두 돌연변이를 유발시키지 못하였다. 다만 S₉ mix를 첨가하지 않은 TA100 균주에서 엽소용 볶은 보리가 약간의 역돌연변이 증가현상을 보였으나 negative control의 2배도 되지 못하므로 돌연변이 유발성이 없는 것으로 판정하였다. 에테르 용해성 성분도 Table 6에서 처럼 S₉ mix를 첨가

하거나 첨가하지 않은 경우 모두 두 균주에서 돌연변이를 일으켰다고 볼 수 없었다.

Sugimura 등⁽²⁾은 단백질의 열분해 산물이 모두 S₉ mix에 의해 활성화되어 TA100 균주에 의한 base-pair mutant 보다는 TA98 균주에 의한 frame-shift mutant에 보다 더 mutagenic 하지만 전분의 열분해 산물은 S₉ mix에 의한 대사적 활성화 없이 TA100에 보다 직접적으로 mutagenic하다고 하였다. 본 실험에서는 볶은 보리의 에탄올 용해성 성분이 이와 비슷한 경향을 보이지만 활성은 매우 약하다고 볼 수 있다.

이상의 결과로 보아 볶은 보리의 수용성 성분에는 돌연변이 유발능이 없다고 볼 수 있으므로 음료로 사용되는 보리차의 경우 가정용으로 볶는 것이나 이보다 더 많이 볶아서 사용하는 엽소용의 경우 모두 발암성은 별로 문제되지 않는다고 볼 수 있다.

Table 8. Mutagenic activity of water-soluble fraction from raw and roasted sesame samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	2.2	29.3± 5.9 ^{b)}	132.7± 12.3	34.0± 1.7	142.7± 24.2
	4.6	21.3± 2.5	141.0± 25.9	34.7± 12.5	172.0± 9.5
Lightly roasted	2.2	33.0± 6.1	134.3± 13.2	40.7± 12.4	133.3± 13.3
	4.6	31.3± 10.5	119.0± 27.2	33.3± 2.1	135.3± 21.9
Heavily roasted	2.2	21.3± 10.8	146.7± 14.8	41.3± 0.6	165.3± 13.0
	4.6	30.3± 10.6	131.7± 12.7	38.3± 5.8	156.7± 18.0

^{a)}mg of extract with 35% moisture, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Table 9. Mutagenic activity of ethanol-soluble fraction from raw and roasted sesame samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	2.2	25.3± 6.7 ^{b)}	152.3± 25.0	38.3± 2.9	103.7± 9.1
	4.6	24.7± 7.2	160.0± 24.0	37.0± 7.8	130.3± 11.2
Lightly roasted	2.2	30.0± 3.5	145.0± 20.3	33.0± 2.0	130.7± 13.4
	4.6	32.0± 6.9	148.3± 15.0	25.7± 5.7	171.3± 9.9
Heavily roasted	2.2	30.3± 8.0	143.0± 25.7	35.0± 4.4	144.7± 17.6
	4.6	28.3± 5.9	114.7± 16.2	42.7± 3.2	164.0± 10.4

^{a)}mg of extract with 35% moisture, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Table 10. Mutagenic activity of ether-soluble fraction from raw and roasted sesame samples

Treatment (degree of roasting)	Amount ^{a)}	S ₉ mix free		S ₉ mix added	
		TA98	TA100	TA98	TA100
Raw	5.8	24.7± 2.9 ^{b)}	139.7± 17.2	21.7± 7.6	118.3± 3.1
	12.2	26.0± 6.9	116.0± 20.0	27.0± 3.0	141.0± 8.2
Lightly roasted	5.8	27.0± 1.0	121.7± 8.3	28.0± 7.5	163.0± 8.9
	12.2	28.3± 1.5	135.0± 13.9	26.7± 3.5	132.3± 24.1
Heavily roasted	5.8	27.7± 2.1	145.3± 21.7	30.7± 11.2	152.0± 15.6
	12.2	29.3± 7.1	133.0± 7.0	29.0± 7.8	148.3± 3.2

^{a)}mg of extract, dissolved in DMSO/test plate

^{b)}Mean± S.D. of 3 determinations for the number of revertants per plate, including the number of spontaneous revertants of negative control (DMSO)

Ames test에 의한 볶은 참깨의 돌연변이 유발능

생참깨와 볶음정도를 달리한 개소금용 참깨와 참기름 용 참깨에서 수용성, 에탄올 용해성 및 에테르 용해성 성분의 수득율을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 수용성 성분의 수득율은 생참깨보다 볶은 참깨의 경우가 적었고 에탄올 용해성 성분과 에테르 용해성 성분의 수득율은 볶음정도와 상관없이 거의 비슷하였다. 에테르 용해성 성분이 매우 많은 것은 참깨씨의 지방질 함량 때문이며 수용성 및 에탄올 용해성 성분이 볶음에 따라 증가하지 않음은 열분해성 전분질의 함량이 보리보다 낮기 때문이라 생각된다.

각 시료의 수용성 성분은 Table 8에서 보는 바와 같이

S₉ mix를 첨가하거나 첨가하지 않거나 두 균주 모두에서 negative control에 의한 자연발생적 역돌연변이수와 비교해 볼 때 약간의 증가가 있었으나 2배 이상의 차이는 보이지 않으므로 돌연변이 유발성이 없다고 볼 수 있다. 에탄올 용해성 성분과 에테르 용해성 성분도 Table 9, 10에서 보는 바와 같이 두 균주에 대해서 S₉ mix 첨가 유무와 관계없이 돌연변이 유발능을 나타내지 못하였다.

Sugimura 등⁽²⁾은 식물성 기름의 열분해 산물이 강한 돌연변이 유발능을 보이지 않지만 S₉ mix에 의한 대사적 활성이 있으면 TA100에 대해 약한 돌연변이 유발성을 지닌다고 하였다. 본 실험에서 볶은 참깨의 수용성 성분과 에테르 용해성 성분은 자연발생적 역돌연변이수와

의 차이로 보아 이와 비슷한 경향을 나타내는 것으로 볼 수 있었다.

이상으로 참기름용으로 참깨를 지나치게 볶아서 사용하는 경우라 하더라도 지용성인 에테르 용해성분에 의해서는 발암성이 별로 문제되지 않는다고 할 수 있다. 이러한 실험결과가 천연물에 존재하는 항돌연변이 유발성물질(antimutagenic substance)에 의해서 나타나는지에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

요 약

본 연구는 현재 국내에서 사용되고 있는 보리차용 보리와 참깨의 볶음정도와 아울러 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100 균주를 이용한 Ames test에 의한 돌연변이 유발성 여부를 실험하였다. 시판용 보리차는 갈색도로 보아 볶음정도가 다양함을 알 수 있었고 업소용 보리차는 가정용 보리차에 비해 5배 정도로, 참기름용 참깨는 깨소금용 참깨보다 4배 정도 더 볶아진 것으로 평가되었다. 볶은 보리와 볶은 참깨의 수용성, 에탄올 용해성 및 에테르 용해성 성분에 대한 Ames test 결과는 모두 최고의 시험농도에서 돌연변이 유발능이 있다고 단정하기는 어려웠다.

감사의 말

본 연구의 일부는 진로문화재단 1990~91년도 연구

비에 의하여 이루어졌으므로 이에 감사의 뜻을 표한다.

문 헌

1. Powrie, W.D., Wu, C.H. and Paul Molund, V.: Browning reaction systems as sources of mutagens and antimutagens. *Environ. Health Perspect.*, **67**, 47(1986)
2. Sugimura, T. and Nagao, M.: Mutagenic factors in cooked foods. *Crit. Rev. Toxicol.*, **8**, 189(1979)
3. Nagao, M., Takahashi, Y., Yamanaka, H. and Sugimura, T.: Mutagens in coffee and tea. *Mutat. Res.*, **68**, 101 (1979)
4. Kosugi, A., Nagao, M., Suwa, Y., Wakabayashi, K. and Sugimura, T.: Roasting coffee beans produce compounds that induce prophage in *E. coli* and are mutagenic in *E. coli* and *S. typhimurium*. *Mutat. Res.*, **116**, 179 (1983)
5. Shibamoto, T.: Occurrence of mutagenic products in browning model systems. *Food Technol.*, **36**(3), 59(1982)
6. Shibamoto, T.: Mutagen formation in browning model systems. *J. Appl. Toxicol.*, **4**, 97(1984)
7. Chan, R.I. M., Stich, H.F., Rosin, M.P. and Powrie, W. D.: Antimutagenic activity of browning reaction products. *Cancer Letters*, **15**, 27(1982)
8. Kim, S.B., Hayase, F. and Kato, H.: Desmutagenic effects of melanoidins against amino acids and protein pyrolysates. *Dev. Food Sci.*, **13**, 383(1986)
9. 윤재영, 이서래 : 고사리의 돌연변이 유발성. *한국식품과학회지*, **20**, 558(1988)

(1991년 1월 7일 접수)