

백김치의 Amaranth투여 흰쥐에 대한 독성억제효과

문수경 · Suzuki T.* · 정보영[†] · 류홍수**

경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

*동경수산대학 식품생산학과

**부경대학교 식품생명공학부

Inhibitive Effects of *Baik-Kimchi* Against Amaranth Toxicity in Rats

Soo-Kyung Moon, Takeshi Suzuki*, Bo-Young Jeong[†] and Hong-Soo Ryu**

Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,
Tongyeong 650-160, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, Tokyo 108-8477, Japan

**Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract

A feeding experiment was conducted on rats to investigate the inhibitive effects of *baik-kimchi* against the toxicity of Amaranth (Am, Food Red No.2) on growth, fecal weights and bulk, and the digestibility of protein and lipid. The body weight of the Am diet group (5% Amaranth) remained at the lowest level of all diet groups, because of diarrhea symptoms throughout the feeding period, 229.8 g of total body weight or 79.4% of the basal diet group (289.4 g). However, in the *baik-kimchi* diet group (10% *baik-kimchi* powder+5% Amaranth) no diarrhea symptoms were evident and total body weight remained at a similar level (280.3 g) to the basal diet group. It therefore appears that *baik-kimchi* offers an inhibitive effect against the toxicity of Am. In the *baik-kimchi* diet group, the total fecal weight (173.99 g/3 weeks) was 15 times that of the basal diet group (11.13 g/3 weeks) suggesting that *baik-kimchi* has the effect of increasing fecal bulk. The large intestine and the cecum of the *baik-kimchi* diet group were significantly ($p<0.05$) heavier than those of the Am diet group. The digestibility of protein (50.26%) and lipid (58.37%) in the Am diet group was very low in comparison with those in the *baik-kimchi* diet group (87.30% and 92.12%, respectively). This result indicates that the low digestibility of these nutrients in the Am diet group was directly responsible for the decrease of weight. Consequently, it is demonstrated that *baik-kimchi* can inhibit the effects of the toxicity of Am in rats.

Key words: Amaranth, *baik-kimchi*, protective effect, weight gain, digestibility

서론

우리들이 일상적으로 섭취하고 있는 식품 중에는 인체에 유해한 식품첨가물, 잔류농약 등이 광범위하게 함유되어 있으며, 이러한 유해물질을 식품으로부터 제거하는 것은 사실상 불가능한 일이다. 그러므로 이들 유해물질이 체내에 섭취되었을 때 유해작용을 억제하는 방법이 모색되어야 할 것이다. Amaranth(Am, 식용색소 적색 2호, $C_{20}H_{11}N_2Na_3S_3$)는 우리나라를 비롯하여 일본, 영국, 프랑스, 독일 등지에서는 식품첨가물로 이용되고 있으며, 주로 과자, 청량음료 및 양주의 착색료로 사용되고 있다. 그러나 1976년 FDA에서는 여러 가지 실험결과 안정성을 확인할 수 없다는 이유로 Am를 식품, 약품 및 화장품에 첨가하는 것이 금지되어 미국, 인도 등에서는 현재 사용되지 않고 있다. 식이섬유가 가지는 기능중의 하나인 독성억제효과에 관한 연구는 주로 Am가 대상이 되

고 있다. Am를 이용하여 독성억제효과를 연구한 보고(1-3)에 따르면 흰쥐에게 Am를 다량 투여하여 사육하면 흰쥐의 성장지연을 초래하지만, 식이섬유를 동시에 투여하면 거의 완전하게 성장을 회복한다고 하였다. 그러나 백김치의 식이섬유를 이용한 Am독성억제효과에 관한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 현재까지 Am에 대한 식이섬유의 독성억제효과에 대한 기구로는 Am 흡착설, 소화관 이동속도의 정상화설, 소장점막탈리설 등이 있다(4). 식이섬유의 Am 독성억제효과는 식이섬유의 물성 특히, 부피형성능(settling volume, SV)과 밀접한 관계가 있으며, 부피형성능이 높은 식이섬유일수록 그 효과는 높게 나타난다고 보고하고 있다(5,6). 또한 Aritsuka 등(7)은 효소처리에 의한 식이섬유의 부피형성능 변화와 Am독성저지효과와의 관계를 연구한 결과, 효소처리한 식이섬유시료에서 부피형성능이 증가하였고, 흰쥐의 성장회복능도 높아져 Am독성억제효과가 확인되었다고 보고

[†]Corresponding author. E-mail: byjeong@nongae.gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-640-3171. Fax: 82-55-646-3630

하였다.

한편, 저자들은 백김치가 숙성함에 따라 대체로 부피형성 능이 증가하였음을 보고한 바 있으며(8), 우리 식생활에서 백김치가 식이섬유의 급원으로 중요한 위치를 차지하고 있음을 확인하였다(9). 따라서 본 연구는 전보(8,9)의 결과를 기초로 Am식이에 부재료의 영향을 최소화하기 위하여 재료가 단순하며, 배추김치에 비해 덜 자극적인 백김치를 동결건조시켜 첨가한 사료로 사육한 흰쥐의 성장회복능을 실험함으로써 백김치의 Am독성억제효과를 검토하였다.

재료 및 방법

생배추 및 백김치 시료조제

생배추와 25°C에서 3일간 숙성시킨 백김치(9)를 동결 건조시킨 후 30 mesh로 분말화하였다.

실험동물, 식이 및 실험동물의 처리

5주령된 Wistar 수컷쥐를 일반용 분말사료로 6일간 예비 사육 후 6마리씩 4군으로 나누고 실험식이로 3주간 사육하였다. 예비사육 및 실험기간 중에는 물과 사료는 자유로이 섭취시켰고, 사육실의 온도는 22°C±1, 습도는 50%정도로 유지하였으며, 조명은 명암 12시간 주기로 설정하였다. 각 실험군의 체중과 식이섭취량, 수분섭취량 및 변의 배설량은 매일 아침 일정한 시간에 측정하였다.

기본 및 실험식이의 조성을 Table 1에 나타내었다. 본 연구에서는 AIN-76 표준정제사료를 기초로 하여 표준사료를 조합하여 조제하였다. 또한 표준사료에 첨가된 vitamin mixture나 mineral mixture의 구성비율은 Table 2, 3에 각각 나타내었다. 본 연구에서는 AIN-76 표준정제사료를 기초로 하여 조제된 식이를 기본식이군(Basal, B)으로 하고, 여기에 5% Am를 첨가한 것을 Am식이군(B+A), 5% Am와 10% 생배추분말 첨가식을 생배추식이군(B+A+C), 5% Am와 10% 백김치분말 첨가식을 백김치식이군(B+A+K)으로 하였다.

Table 1. Composition of Amaranth diets (%)

Constituents	B ¹⁾	B+A	B+A+C	B+A+K
Casein	22	22	22	22
Lard	8	8	8	8
Corn oil	2	2	2	2
Mineral mixture	4	4	4	4
Vitamin mixture	0.85	0.85	0.85	0.85
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Amaranth	-	5	5	5
Freeze-dried fresh cabbage	-	-	10	-
Freeze-dried <i>baik-kimchi</i>	-	-	-	10
Sucrose	62.95	57.95	52.95	52.95

¹⁾B: Basal diet.

B+A: Basal+Amaranth diet.

B+A+C: Basal+Amaranth+Freeze-dried fresh cabbage diet.

B+A+K: Basal+Amaranth+Freeze-dried *baik-kimchi* diet.

Table 2. Composition of vitamin mixture (%)

Constituents	(%)
Thiamine hydrochloride (vitamin B ₁)	0.06
Riboflavin (vitamin B ₂)	0.06
Pyridoxine hydrochloride (vitamin B ₆)	0.07
Nicotinic acid	0.3
Calcium pantothenate	0.16
Folic acid	0.02
Biotin	0.002
Cyanocobalamin (vitamin B ₁₂)	0.0001
Retinol acetate (vitamin A)	40,000 IU ¹⁾
DL- α -tocopherol (vitamin E)	500 IU ²⁾
Cholecalciferol (vitamin D ₃)	0.00025 ³⁾
Menadione (vitamin K)	0.0005
Sucrose	to make 100

¹⁾1 IU=0.3 μ g retinol.

²⁾1 IU=1 mg DL- α -tocopherol.

³⁾1 IU=0.025 μ g vitamin D₃.

Table 3. Composition of mineral mixture (%)

Constituents	(%)
Calcium hydrogenphosphate	50
Sodium chloride	7.4
Potassium citrate	22
Potassium sulfate	5.2
Magnesium oxide	2.4
Maganese (II) carbonate	0.35
Iron (III) citrate	0.6
Zinc carbonate	0.16
Copper (II) carbonate	0.03
Potassium iodate	0.001
Sodium selenite	0.001
Chromium (III) potassium sulfate	0.055
Sucrose	11.803

각 실험군의 흰쥐는 사육종료전 12시간동안 절식시킨 후 에테르 마취 하에서 사지를 고정하고 생식기 상부로부터 횡격막까지 절개하였다. 개복에 의해 노출되어진 장관을 각각 적출해 내어 생리식염수로 세정한 후 여지로 수분을 제거하고 습중량을 측정하였다.

변의 채취 및 식이섬유시료 조제

흰쥐를 대사케이지에 넣어 사육하고 변을 분별 채취하였다. 채취한 변은 -80°C 냉동고에 보관하면서 단백질 및 지질 소화율의 측정에 사용하였다. 또한 각 실험식에 따른 변의 형태적 변화를 관찰하기 위해 사육 2주째의 신선한 변을 채취하였다. 흰쥐의 소화관을 통과한 생배추 및 백김치의 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF)와 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber, IDF)의 형태변화를 관찰하기 위하여 사육말기인 20일째의 변을 채취하였다. 채취한 변 중의 식이섬유는 Prosky 등의 방법(10)에 따라 수용성 및 불용성 식이섬유로 분획하였고, 얻어진 식이섬유를 건조시킨 후 주사형 전자현미경 관찰 시료로 사용하였다.

소화율측정

단백질 및 지질의 소화율의 측정은 각 실험군의 사료 및

사육 2일째부터 5일째(사육초기)와 18일째부터 20일째(사육 후기)까지 변을 수집하여 분석하였다. 변 중의 단백질은 semi-micro Kjeldhal법에 의해, 또한 지질은 Bligh와 Dyer법(11)으로 측정했다. 단백질 및 지질의 소화율은 다음의 식에 의해 산출했다.

$$\text{소화율}(\%) = (\text{섭취량} - \text{변중배출량}) / \text{섭취량} \times 100$$

변중 식이섬유의 SEM에 의한 관찰

생배추 및 백김치식이군의 변에서 분획한 수용성 및 불용성 식이섬유를 알루미늄 시료대에 얹어서 고정시킨 후 Ion sputter(HITACHI, E-1030)를 이용하여 platinum-palladium (Pt-Pd)으로 진공증착시키고, 주사형 전자현미경(scanning electron microscope, SEM, HITACHI S-4000)으로 20KV에서 형태 변화를 관찰하였다.

통계처리

실험결과에 대한 유의성은 SAS program(SAS Institute Inc., Cary, NC., USA)을 이용하여 p<0.05 수준에서 Duncan의 multiple range test(12)를 통하여 검정하였다.

결과 및 고찰

식이 및 수분섭취량

각 실험군의 식이 및 수분섭취량을 Fig. 1에 나타내었다. Am식이군의 총식이섭취량이 279.5 g으로 다른 식이군에 비하여 가장 적게 섭취하였고, 기본식이군(373.9 g), 생배추식이군(385.1 g) 및 백김치식이군(382.9 g)은 거의 유사한 섭취량을 보였다. 식이섭취량의 증가현상이 생배추 및 백김치식이군이 기본식이군에 비해 약 1주일 정도 늦은 것은 새로운 식이에 대한 적응기간으로 생각되며 사육말기에는 후자의 두 식이군에서 오히려 다소 높은 경향을 보였다. 그리고 기본식이군에 비해 생배추 및 백김치식이군의 총식이섭취량 증가에도 불구하고 체중증가량은 저조하였다. 이것은 후술하는 바와 같이 단백질 및 지질의 소화율을 측정한 결과 기본식이군에 비하여 생배추 및 백김치의 소화율이 낮아 체내 영양소의 흡수저하가 원인인 것으로 생각된다. 수분섭취량은 백김치식이군, 생배추 및 Am 식이군, 기본식이군의 순으로 많았다.

체중증가량 및 변배설량

Fig. 2는 사육기간중의 체중증가량 및 변배설량의 변화를 나타내었다.

기본식이군의 체중은 사육종료일에 289.4 g에 달하는데 비해 Am식이군은 229.8 g으로 기본식이군의 79.4%에 불과해 체중증가 현상이 현저히 저조하였다. 이것은 Am식이군이 사육 2일째부터 계속 설사증상을 보였으며, 설사에 따른 영양소의 흡수부족 때문으로 생각된다. 그리고 이것은 Am의 독성이 장점막을 자극하여 설사를 유발시킨 것으로 생각되어지며, 생배추(282.2 g) 및 백김치식이군(280.3 g)의 경우는 설사증상이 나타나지 않았고, 체중도 기본식이군의 경우와 비

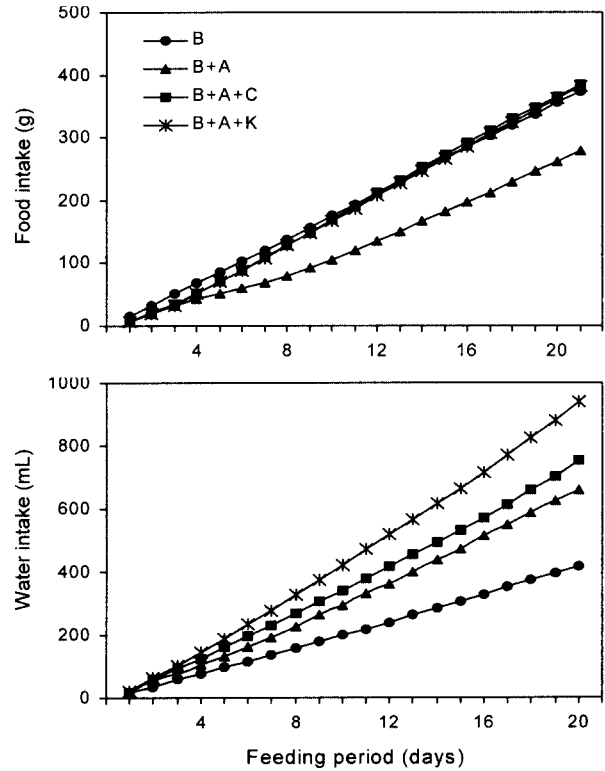


Fig. 1. Changes in food and water intake of Amaranth diets fed rats during feeding period.
Refer to Table 1 for symbols of the diets.

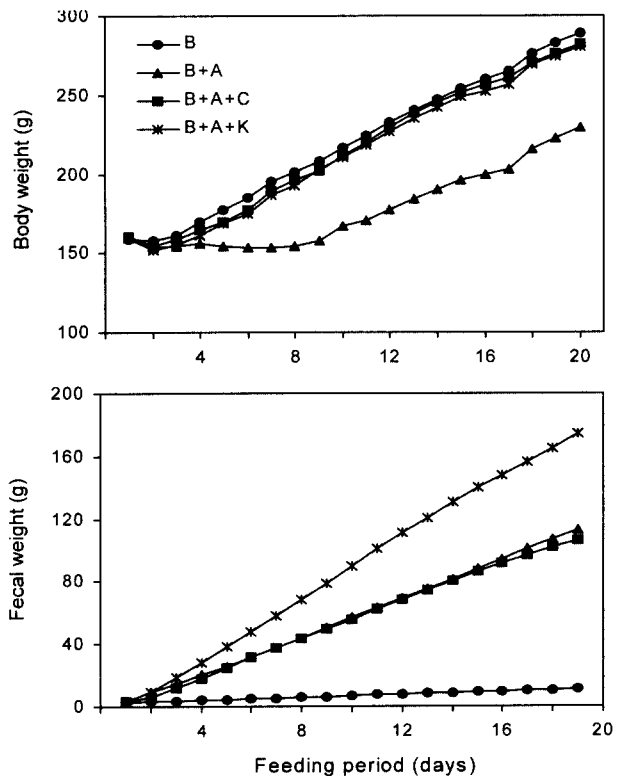


Fig. 2. Changes in body and fecal weight of rats fed with Amaranth diets.
Refer to Table 1 for symbols of the diets.

숫한 수준까지 회복상태를 보여 생배추 및 백김치의 첨가가 Am의 독성을 억제하는 효과가 확인되었다. 또한 본 연구에서 사용된 백김치의 부피형성능이 pH 2에서는 36.16 mL/g, pH 6에서는 35.65 mL/g였으며(8), 식이섭유의 Am 독성억제 효과는 식이섭유의 물성 특히, 부피형성능과 밀접한 관계가 있고, 부피형성능이 높은 식이섭유일수록 높게 나타난다고 하는 보고(5,6)를 근거로 고찰해 보면 백김치의 Am독성억제 효과가 우수함을 알 수 있다.

기본식이군, 생배추식이군 그리고 백김치식이군 모두 사육 3일 까지는 체중의 감소를 보였는데, 이것은 사육초기 새로운 식이에 대한 적응기간으로 식이섭취량의 감소가 원인으로 생각된다. 생배추식이군과 백김치식이군 모두 처음에는 완만한 체중증가를 나타내었으나, 식이 적응기간을 지나면서 점차 기본식이군의 체중에 근접하는 양상을 보였다.

변의 총배설량을 측정된 결과를 습중량으로 나타내었는데 기본식이군이 가장 적었고(11.13 g/3weeks), Am식이군(113.06 g/3weeks)은 설사에 의한 수분의 배설로 생배추식이군(106.22 g/3weeks)과 유사한 배설량을 나타내었다. 백김치식이군(173.99 g/3weeks)은 기본식이군의 총변배설량에 비해 약 15배, 생배추식이군의 약 1.6배정도의 많은 변을 배설하였다. 따라서 잘 숙성된 백김치가 생배추보다 변부피를 늘이는데 더 효과적인 것이 확인되었다. 식이섭유의 변 부피증가효과는 식이섭유의 종류와 성상에 따라 다르다(13,14). Burkitt 등(15)은 식이섭유가 풍부한 식사를 한 경우 변의 중량이 증가하는 한편, 변의 형태가 크고 부드러워지는 것을 관찰하였다. 또한 인체의 장내 미소화물인 식이섭유가 다량의 수분을 보유함으로써 변배설량이 증가하였다는 연구결과도 있다(16).

장기무게

3주간 사육한 흰쥐를 해부하여 얻은 장기의 무게와 각각의 장기무게를 체중에 대한 비율로 표시한 결과를 Table 4에 나

타내었다.

간의 무게는 기본식이군(11.64 g)에 비해 Am식이군(8.42 g), 생배추식이군(8.94 g) 그리고 백김치식이군(8.66 g)에서 모두 유의적인(p<0.05) 감소를 보였다. 정상적인 간에 비하여 Am를 첨가한 실험군들에서 간 무게의 감소는 Am독성으로 인한 성장 부진의 결과라 생각된다. 대장과 맹장의 무게는 다른 식이군에 비하여 생배추 및 백김치식이군에서 유의적인(p<0.05) 증가를 나타내었다. 이러한 결과는 급원이 다른 단백질, 당질, 지질을 이용하여 흰쥐를 5주간 사육해도 위, 소장, 맹장, 결장의 중량 및 길이에는 현저한 변화가 관찰되지 않았지만, 여기에 야채의 식이섭유와 셀룰로오스를 첨가하면 결장의 길이와 중량이 증가한다는 보고(17)와 유사하였다. 즉, 소화관의 형태적 변화는 단백질, 당질, 지질 등의 영향보다도 식이섭유에 의한 영향이 크다는 것을 시사하고 있다. 또한 신장의 무게는 Am식이군에서 유의적인(p<0.05) 감소를 나타내어 Am독성과 신장과의 깊은 상관성을 나타내고 있으나, 백김치식이군에서는 유의적인 차이를 보이지 않아 백김치식이가 신장에 대한 Am독성을 억제시키는데 영향을 미친 것으로 생각된다.

소화율

생배추 및 백김치식이군의 단백질 및 지질의 소화율을 Table 5에 나타내었다.

흰쥐의 사육시작일로부터 3일간의 식이와 변을 사육초기 시료로, 사육종료 전 3일간의 식이와 변을 사육후기 시료로 하여 단백질 및 지질의 소화율을 측정하여 사육기간중의 소화율의 변화를 검토하였다.

단백질의 경우 기본식이군은 사육초기 92.79%였던 것이 사육후기에는 91.98%로 소화율이 유의적(p<0.05)으로 감소하였다. Am식이군의 경우는 기본식이군의 소화율의 절반수준인 약 50%수준에 머물렀으나, 사육말기 3일간의 소화율은

Table 4. Organ weights of rats fed with Amaranth diets (g, mean ± SD)

	B ¹⁾	B+A	B+A+C	B+A+K
Liver (% of body weight)	11.64±2.91 ^{a2)} (4.16±0.89)	8.42±2.07 ^b (3.88±0.75)	8.94±0.58 ^b (3.39±0.16)	8.66±0.78 ^b (3.29±0.18)
Small intestine (% of body weight)	7.06±1.72 (2.53±0.53)	6.04±1.06 (2.79±0.30)	6.63±0.86 (2.51±0.22)	7.51±1.49 (2.84±0.41)
Large intestine (% of body weight)	1.54±0.22 ^a (0.55±0.07)	1.53±0.40 ^a (0.71±0.17)	2.10±0.15 ^b (0.80±0.09)	2.21±0.43 ^b (0.84±0.16)
Cecum (% of body weight)	2.93±0.61 ^a (1.05±0.19)	3.56±0.88 ^a (1.67±0.46)	5.04±0.66 ^b (1.92±0.33)	6.49±1.43 ^b (2.46±0.46)
Kidney (% of body weight)	2.71±0.58 ^a (0.97±0.18)	2.00±0.26 ^b (0.93±0.10)	2.26±0.15 ^a (0.86±0.02)	2.58±0.62 ^a (0.98±0.21)
Pancrease (% of body weight)	0.49±0.14 (0.18±0.05)	0.33±0.20 (0.15±0.09)	0.48±0.15 (0.18±0.05)	0.45±0.20 (0.17±0.07)
Spleen (% of body weight)	0.82±0.11 (0.30±0.03)	0.76±0.16 (0.35±0.06)	0.73±0.08 (0.28±0.02)	0.73±0.05 (0.28±0.01)

¹⁾Refer to Table 1 for symbols of the diets.

²⁾Mean values in the same row with different superscript letters are significantly different from each other (p<0.05).

Table 5. Digestibilities of protein and fat in Amaranth diets during initial (I) and last (L) 3 days of feeding

	Initial 3 days				Last 3 days			
	B ¹⁾	B+A	B+A+C	B+A+K	B	B+A	B+A+C	B+A+K
Protein								
Daily intake (mg)	3107.3±2.80	1695.8±8.92	2348.1±9.02	2421.6±14.3	3490.7±12.3	1922.4±9.15	2743.6±6.88	2858.4±5.69
Daily output (mg)	223.9±5.63	863.5±6.38	306.5±3.20	296.3±4.79	279.8±4.69	956.2±7.35	345.9±1.83	362.9±4.00
Digestibility (%)	92.79 ²⁾	49.08*	86.95	87.76	91.98*	50.26*	87.39	87.30
Fat								
Daily intake (mg)	1653.9±2.12	847.9±2.28	1174.0±5.07	960.8±3.01	1745.4±3.86	961.2±6.78	1673.7±4.84	1576.2±8.57
Daily output (mg)	22.8±0.75	359.7±4.26	81.9±0.90	100.9±1.02	34.7±0.50	400.1±0.94	103.17±3.30	124.23±1.44
Digestibility (%)	98.62**	57.58	93.03*	89.5**	98.01**	58.37	93.84*	92.12**

¹⁾Refer to Table 1 for symbols of the diets.

²⁾Data were analyzed by Dunnett test. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

유의적인($p < 0.05$) 증가를 나타내었다. 백김치 및 생배추식이군은 사육초기에 각각 86.95%와 87.30%이었으며, 사육후기에도 유의적인 변화는 없었다. 일반적으로 식이섬유 섭취량의 증가는 변 중의 질소화합물의 배설을 증가시켜, 단백질의 결보기 소화흡수율을 저하시키는 경우가 많다(18-20). Southgate와 Durmin(21)은 영국사람들이 평소에 먹는 식사에 식이섬유가 다량 함유되어 있을 경우에는 변 중의 질소 배설량이 많아지며, 단백질의 결보기 소화흡수율이 저하한다고 보고하였다.

기본식이군의 지질소화율이 사육초기에 98.62%였던 것이, 사육후기에는 98.01%로 사육 전에 비해 유의적($p < 0.01$)인 소화율의 저하를 보였다. Am식이군의 경우는 사육초기와 후기에 각각 57.58%와 58.37%로 기본식이군에 비해 절반 수준의 소화율을 나타내었다. 백김치 및 생배추식이군의 경우는 사육후기에 90%이상을 넘는 수준으로 사육초기에 비해 유의적($p < 0.05$, $p < 0.01$)으로 소화율이 높아졌다. 따라서 단백질보다 지질의 소화율이 모든 실험군에서 높게 나타났으며, Am식이군에서 두 영양소 모두 가장 낮은 소화율을 보여 흰쥐의 체중저하에 직접적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 단백질 및 지질의 소화흡수율을 식이섬유와 관련지어 연구한 보고(19,20)에 의하면 일반적으로 지질의 소화흡수에 대한 식이섬유의 영향은 단백질의 경우에 비해 적었다고 하여 본 연구의 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 Kelsay 등(22)은 저식이섬유식사와 고식이섬유식사를 사람에게 섭취시킨 결과 고섬유식사에서 변중 지질의 배설량도 증가하고 있지만, 질소 배설량에 대한 영향이 더 크다는 것을 확인하였다.

변중 식이섬유의 형태변화

변중 식이섬유의 형태변화를 전자현미경으로 관찰한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

수용성 식이섬유(Fig. 3의 A, B)의 외관상 형태는 잘 숙성된 백김치가 생배추의 잎자보다는 더 매끄러운 형태를 보였다. 불용성 식이섬유(Fig. 3의 C, D)의 경우에는 생배추 및 백김치식이 모두 목질부 조직이 많이 형클어지고 풀려서 소화관을 통과한 목질부의 형태변화가 뚜렷하게 관찰되었다. 유세포부분(Fig. 3의 E, F)은 생배추 및 백김치식이 모두에서

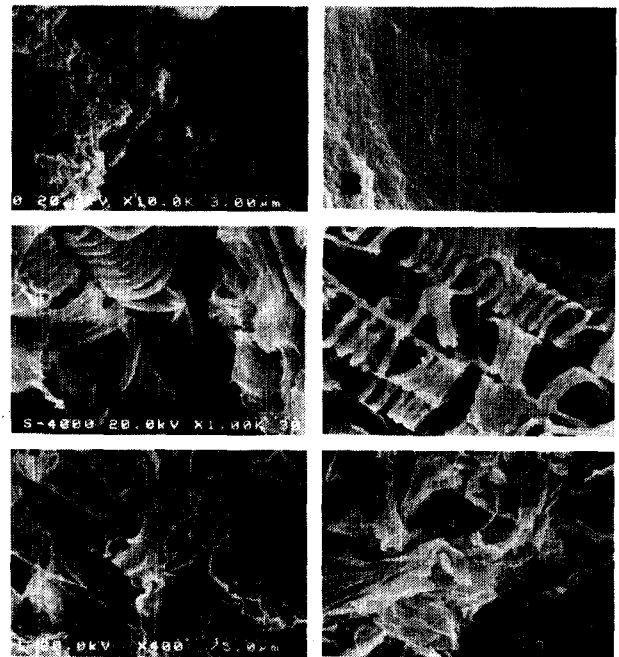


Fig. 3. SEM photographs of dietary fiber patterns in feces of rats fed with Amaranth diets.

A: SDF from B+A+C diet (M*10,000).

B: SDF from B+A+K diet (M*10,000).

C: IDF from B+A+C diet (M*1,000).

D: IDF from B+A+K diet (M*1,000).

E: IDF from B+A+C diet (M*400).

F: IDF from B+A+K diet (M*400).

SDF: soluble dietary fiber, IDF: insoluble dietary fiber.

B+A+C: Basal + Amaranth + Freeze-dried fresh cabbage diet.

B+A+K: Basal + Amaranth + Freeze-dried *baik-kimchi* diet.

비슷한 형태를 나타내고 있었는데, 세포벽의 붕괴가 생기고 수축되어 조직이 밀착해져 있었으며, 조직자체가 얇아져 있었다.

변의 배설형태

각 실험군의 변의 배설형태를 Fig. 4에 나타내었다. 기본식이군(Fig. 4, B)의 경우 수분이 적고 매우 딱딱하였으며, 부피도 가장 적었다. Am식이군(Fig. 4, A)은 식이를 섭취한 다음날부터 사육종료일까지 계속해서 설사증상을 보였다. 그러나 Am식이에 생배추(Fig. 4, C) 및 백김치(Fig. 4, K)를 각각

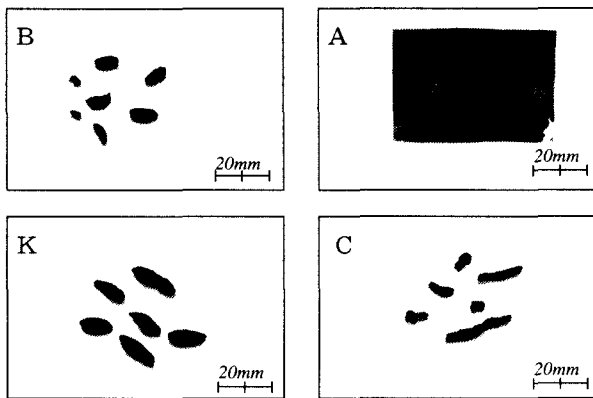


Fig. 4. Photographs of various feces from rats fed with Amaranth diets.
 B: Basal diet.
 A: Basal + Amaranth diet.
 K: Basal + Amaranth + Freeze-dried *baik-kimchi* diet.
 C: Basal + Amaranth + Freeze-dried fresh cabbage diet.

첨가한 두 실험군에서는 설사증상이 나타나지 않아 생배추 및 백김치의 첨가가 Am독성억제에 효과적임이 확인되었다. 또한 생배추 및 백김치식이군의 변은 기본식이군에 비해 부드럽고 수분함량이 많았으며 부피도 큰 변을 배설하였다. 특히 백김치식이군의 변이 가장 부드럽고 탄력이 있었으며 부피 또한 일정하였다. 따라서 각 실험군간의 변배설형태의 차이와 변중 식이섬유의 형태를 관련시켜 고찰해 보면 백김치의 경우 생배추에 비해 조직이 더 느슨해져 있는 것을 관찰할 수 있는데 이런 조직의 변화는 수분 및 Am를 보유할 수 있는 공간이 확보되어 변의 부피를 증가시키고, Am의 배설을 원활하게 해주는 요인으로 작용한 것이라 생각된다.

요 약

백김치의 생체내 Am독성억제효과를 확인하기 위하여 Am 식이에 10% 백김치(동결건조분말) 첨가사료로 사육한 흰쥐의 성장회복능을 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다. Am식이군의 섭취량이 양적으로 다른 군에 비해 적었으며, 기본식이군, 생배추식이군, 백김치식이군은 거의 같은 섭취량을 보였다. 기본식이군의 체중이 사육종료일에 289.4 g에 달하는데 비해 Am식이군은 229.8 g으로 기본식이군의 79.4%에 불과해 체중증가 현상이 크게 저조하였다. 그러나 백김치를 첨가한 식이군의 경우는 설사증상이 없어지고 체중도 기본식이군의 경우와 비슷한 수준까지 회복상태를 보여 백김치의 Am에 대한 독성억제효과를 나타내었다. 변의 총배설량은 백김치식이군(173.99 g/3 weeks)이 기본식이군의 약 15배, 생배추식이군의 약 1.6배로 백김치가 변부피를 증가시키는데 가장 효과적인 것으로 확인되었다. 대장과 맹장의 무게는 생배추 및 백김치식이군에서 유의적(p<0.05)인 증가를 나타내었다. 또한 신장의 무게는 Am식이군에서 유의적인 감소를 나타내어 Am의 독성이 신장과 깊은 상관성이 있음을 시사

하고 있었다. Am식이군의 단백질(50.26%) 및 지질소화율(58.37%)이 백김치식이군의 단백질(87.30%) 및 지질소화율(92.12%)에 비하여 매우 낮았는데, 이것은 이들 영양소의 낮은 소화율이 흰쥐의 체중저하에 직접적인 영향을 미친 것으로 생각되었다. 백김치의 수용성 및 불용성식이섬유는 소화관을 통과한 형태변화가 뚜렷하게 관찰되었다. 변의 배설형태는 백김치식이군의 변이 가장 부피가 크고 일정한 크기를 보였다.

문 헌

1. Ershoff, B.H. : Protective effects of cholestyramine in rats fed a low-fiber diet containing toxic doses of sodium cyclamate or Amaranth. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **152**, 253-256 (1976).
2. Ershoff, B.H. and Thurston, E.W. : Effect of diet on Amaranth (FD & C Red No. 2) toxicity in the rat. *J. Nutr.*, **104**, 937-942 (1974)
3. Nagai, T., Imamura, Y., Ebihara, K. and Kiriyaama, S. : Preventive effect of dietary vegetable residues and konjac mannan against food red No. 2 (Amaranth) toxicity in rats fed a purified diet containing mineral mixtures complete or lacking in Zn, Cu and Mn. *J. Japan Soc. Nur. Food Sci.*, **31**, 161-170 (1978)
4. 印南 敏, 桐山修八 : 食物纖維. 第一出版社, 東京, p.206-211 (1995)
5. Takeda, H. and Kiriyaama, S. : Correlation between the physical properties of dietary fiber and their protective activity against Amaranth toxicity in Rat. *J. Nutr.*, **109**, 388-396 (1979)
6. Takeda, H. and Kiriyaama, S. : Effect of particle size of dietary fiber on its settling volume in water and protective activity against Amaranth (Food Red No.2) toxicity in rats. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **65**, 171-176 (1991)
7. Aritsuka, T., Takeda, H. and Kiriyaama, S. : Correlation between anti-toxic activity and settling volume in water of beet dietary fiber in rats fed a toxic dose of Amaranth (Food & Red No.2). *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **66**, 719-726 (1992)
8. Moon, S.K. and Ryu, H.S. : Changes in physicochemical properties of *baik-kimchi* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1013-1020 (1997)
9. Moon, S.K. and Ryu, H.S. : Changes in contents of dietary fibers and pectic substances during fermentation of *baik-kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1006-1012 (1997)
10. Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I. : Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1017-1027 (1988)
11. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. : A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917 (1959)
12. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : *Principles and procedures of statistics-A biometrical approach*. 2nd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, p.187 (1980)
13. Cummings, J.H., Southgate, D.A.T., Branch, W., Jenkins, D. J.A. and James, W.P.T. : Colonic response to dietary fibre from carrot, cabbage, apple, bran and guar gum. *Lancet*, **i**, 5-9 (1978)
14. Takehisa, F. : Effect of dietary fiber source on feces output and transit time in alimentary canal of mice. *J. Japan Soc. Nutr. Food Sci.*, **39**, 457-464 (1986)

15. Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S. : Effect of dietary fiber on stool and transit time and its role in the causation of disease. *Lancet*, (II), 1408-1411 (1972)
16. Cummings, J.H. : Constipation, dietary fibre and the control of large bowel function. *Postgrad Med J.*, **60**, 811-819 (1984)
17. Younoszai, M.K., Adedoyin, M. and Ranshaw, J. : Dietary components and gastrointestinal growth in rats. *J. Nutr.*, **108**, 341-350 (1978)
18. Spiller, G.A. and Shipley, E.A. : Perspectives in dietary fiber in human nutrition. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, **27**, 105-131 (1977)
19. Cummings, J.H. : Nutritional implications of dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, S21-29 (1978)
20. Kelsay, J.L. : A review of research on effect of fiber intake on man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 142-159 (1978)
21. Southgate, D.A.T. and Durmin, J.V.G.A. : Calorie conversion factors: an experimental reassessment of the factors used in the calculation of energy value of human diets. *Br. J. Nutr.*, **24**, 517-535 (1970)
22. Kelsay, J.L., Behall, K.M. and Prather, E.S. : Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. 1. Bowel transit time number of defecations, fecal weigh, urinary excretion of energy and nitrogen and apparent digestibilities of energy, nitrogen and fat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1149-1153 (1978)

(2001년 9월 19일 접수)