

뽕잎차에 의한 음용수중 Cd과 Pb의 제거효과

김현복 · 이완주 · 김선여 · 이용기 · 방혜선

농촌진흥청 잠사곤충연구소

Effect of Mulberry Leaf Tea for the Removal on Cd and Pb in drinking water

Hyun Bok Kim, Won Chu Lee, Sun Yeou Kim,
Yong Ki Lee and Hae Sun Bang

National Sericulture and Entomology Research Institute, RDA, Suwon 441-100, Korea

ABSTRACT

To investigate the detoxificative effect of tea, five kinds of tea(mulberry, anaerobic treated mulberry, green, barley tea and corn tea) were selected and determined their dotoxication activities for Cd and Pb in drinking water. The effect of tea on the removal of Cd and Pb were increased proportionally to the contents of teas. Anaerobic treated mulberry leaf tea showed stronger detoxication activity than the others. In drinking water contaminated with Cd, the removal effect of Cd was high 27% by anaerobic treated mulberry leaf tea and 14% by mulberry leaf tea as compared to green tea. Also, in drinking water with Pb, the removal effect of anaerobic treated mulberry leaf tea was the best among five kinds of tea. Pre-treatment method on the removal effect of Cd was better than post-treatment method in the treatment method.

Key words : Mulberry leaf tea, Heavy metal, Cd, Pb

서 론

고도의 산업화·공업화로 인한 산업사회의 발달은 급속한 경제성장과 더불어 문화적 혜택을 누리게 되는 등 생활의 편리함을 가져다 주었으나 그에 따른 환경 오염, 수질 오염, 중금속 오염 등의 문제를 야기시켰다. 이것은 생태계 파괴 및 인체의 생명과 직·간접적으로 관련된 문제들로서 그 중에서도 심각한 것은 중금속 오염 문제라 할 수 있다. 각종 산업체로부터 배출되고 있는 여러 가지 중금속 오염물질로 인하여 식품, 공기, 물, 토양 등의 오염이 날로 심각해지고 있으며 인체 역시 이러한 중금속에 노출될 위험성이 점차 커지고 있다(Morita 1984).

특히 Cd은 전기도금, 안정제, 색소, 건전지 등의 공업에 널리 이용되고 있는 물질로써 인체에 흡수되면 미량으로써도 생체내의 대사장애를 수반하며 또 잘 배설되지 않고 체내에 축적되어 체중감소, 적혈구의

감소로 인한 빈혈, 간장과 신장 등 장기조직의 생화학적·형태학적 변화, 고혈압, 단백뇨, 골연화증 및 중추신경계의 이상을 일으키며 나아가 이타이-이타이 병과 같은 만성질환을 유발하게 된다(Murakami 등 1983, Sato 등 1991, 승 1983).

또한 자연계에 널리 존재하고 있는 것으로 알려져 있는 Pb의 경우, 인체는 주로 오염된 동식물 식품과 물의 섭취, 대기중의 납을 흡입함으로써 소화기관과 호흡기관을 통하여 체내로 납을 흡수하게 되며 피부를 통해서도 쉽게 체내로 들어올 수 있다. 인체에 납이 축적되었을 때 빈혈, 뇌, 간, 신장 등 장기의 형태학적·생화학적 변화, 면역능력의 감소 등으로 혈액순환계 질병, 암 등의 발병 위험이 높아질 뿐 아니라 뇌의 기능도 비정상화된다(김 등 1989).

중금속 중독은 연령, 개체의 영양상태, 식이조성에 따라 차이가 있으며(김 등 1989), 생체내에서 자유라디칼(free radical)에 의한 조직의 과산화적 손상을 유

발하여 노화나 각종 퇴행성 질환을 일으킬 수 있다 (이 등 1995).

최근 동물 체내의 중금속 축적과 중독증상을 완화시키기 위하여 자유라디칼 제거제 역할을 하면서 동시에 중금속을 체외로 배설시킬 수 있는 천연물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Matsuzaki 등 1985, Okuda 등 1983, Tanizawa 등 1984). 특히 음용수로 마시고 있는 차(茶)에 대한 관심이 증가되고 있으며 이미 녹차를 포함한 몇가지 차에 있어서는 중금속 제거작용(이 등 1993, 이 등 1995), 항산화 작용(이 등 1992, 조 등 1993, 여 등 1995), 항돌연변이 효과(문 등 1995, 여 등 1995) 및 항균효과(여 등 1995)와 관련된 연구결과들이 발표되고 있다.

따라서 양잠업 분야에서도 양잠산물의 다양한 용도개발 및 기능성 물질 탐색이라는 측면에서 관심을 갖고 찻잎차를 포함한 차 종류별 중금속의 흡착효과를 살펴보게 되었다.

재료 및 방법

1. 공시차의 종류

Tea bag으로 포장되어 시판되고 있는 찻잎차를 일반찻잎차로 하였으며 '97년 잠사곤충연구소 포장에서 채취한 찻잎을 5시간 질소가스로 혐기처리한 후 수세·건조하여 조제한 찻잎차를 혐기처리찻잎차로 공시하였다. 그리고 시판되고 있는 T사의 녹차, D사 제품의 보리차와 옥수수차 등 5종의 차를 공시하였다.

2. 처리 중금속 및 농도

Cd과 Pb를 처리 중금속으로 하였다. 각각의 처리 농도는 Cd의 경우 음용수 허용 기준치인 0.01 ppm과 0.1 ppm, 1 ppm, 10 ppm으로 총 4처리 하였으며, Pb는 음용수 허용 기준치인 0.05 ppm과 0.5 ppm, 1 ppm, 10 ppm으로 하여 총 4처리 하였다.

3. 시료량

중금속 처리농도에 따른 차 종류별 Cd과 Pb의 흡

착효과(표 1,2), 제거효과(표 3,4) 및 음용수 처리방법에 따른 차 종류별 중금속 제거효과(표 5,6)에 있어서는 전처리 방법에 의하여 각각의 차 시료량을 탈이온수 100 ml당 5 g씩 첨가하였다.

그리고 음용수에 첨가한 차 시료량에 따른 중금속 제거효과(표 7,8)에 있어서는 일반찻잎차, 혐기처리찻잎차, 녹차, 보리차, 옥수수차에 대하여 탈이온수 100 ml당 각각 2.5 g, 5 g, 10 g씩 첨가하여 시료량에 따른 중금속의 제거효과를 살펴보았다.

4. 음용수 처리방법

중금속을 농도별로 처리한 탈이온수 100 ml에 각각의 차 시료를 첨가한 후 3분간 끓이는 전처리 방법과 끓인 후 차 시료를 넣어 실온에서 10분간 보관하는 후처리 방법으로 하였다.

5. 중금속 분석

각각의 방법에 따라 처리한 음용수를 No.6 여과지로 여과된 잔액과 여과지 위에 남은 잔사에 대하여 salicylic acid를 함유한 농황산과 질산, 과산화수소로 습식분해한 후(Walinga 등 1989) 원자흡광분광광도계(Atomic Absorption spectrophotometer: Hitachi Z-6000)를 사용하여 Cd과 Pb에 대한 잔존량 및 흡착량을 분석하고 이를 이용하여 차 종류별 제거효과 및 흡착효과를 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 중금속 처리농도에 따른 차 종류별 Cd과 Pb의 흡착효과

중금속 처리농도에 따른 차 종류별 Cd 흡착효과를 살펴보기 위하여 탈이온수 100 ml에 시료량 5 g을 각각 넣은 후 처리농도를 달리하여 3분간 끓이는 전처리 방법을 이용하였다(표 1). 음용수 허용 기준치인 0.01 ppm과 그 10배인 0.1 ppm에서는 차 종류별 흡착효과에 큰 유의성은 없었으나 Cd 0.01 ppm처리군에서 일반찻잎차와 보리차의 흡착량은 비교적 높았

Table 1. Adsorption effect of Cd from beverage tea residue

(unit: ppm)

Tea	Treated concentration			
	0.01	0.1	1	10
Mulberry leaf tea	0.010	0.023	0.84±0.03(114)	4.54±0.03(100)
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.005	0.023	0.94±0.02(127)	4.66±0.08(103)
Green tea	0.008	0.023	0.74±0.03(100)	4.54±0.04(100)
Barley tea	0.010	0.030	-	-
Corn tea	0.005	0.030	0.72±0.04(97)	3.96±0.12(87)

Table 2. Adsorption effect of Pb from beverage tea residue (unit: ppm)

Tea	Treated concentration			
	0.05	0.5	1	10
Mulberry leaf tea	0.020	0.055	0.50±0.03(79)	2.57±0.13(180)
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.040	0.073	0.44±0.03(70)	2.92±0.27(204)
Green tea	0.020	0.128	0.63±0.03(100)	1.43±0.03(100)
Barley tea	0.038	0.155	-	-
Corn tea	0.053	0.185	0.77±0.06(122)	2.02±0.16(141)

다. 또한 Cd 1 ppm처리군에서의 혐기처리뽕잎차와 일반뽕잎차 Cd 흡착량은 녹차에 비하여 27%, 14% 수준으로 많았다. Cd 10 ppm처리군은 녹차에 비해 혐기처리뽕잎차의 흡착률이 3% 높았고 옥수수차는 오히려 13% 정도의 낮은 흡착효과를 나타냈다.

표 2는 Pb를 농도별로 처리한 탈이온수 100 ml에 차시료를 각각 5g씩 넣은 후 3분간 끓여 Pb의 흡착효과를 나타낸 것이다. Pb 0.05 ppm처리군에서는 옥수수차가 가장 높은 흡착효과를 보였다. 그러나 고농도 Pb 10 ppm처리군에서는 혐기처리뽕잎차가 가장 높은 흡착량을 보였고 녹차에 비해 2배이상의 흡착효과를 나타냈다. 일반뽕잎차의 경우도 녹차와 비교할 때 녹차의 1.8배정도 높은 수준으로 흡착효과를 나타냈다.

2. 중금속 처리농도에 따른 차 종류별 Cd과 Pb의 제거효과

Cd처리군의 경우 0.01 ppm과 0.1 ppm에서는 일반뽕잎차의 제거효과가 가장 높았고, Cd 1 ppm과 10

ppm처리군에서는 혐기처리뽕잎차의 제거효과가 가장 높게 나타났다(표 3). 또한 Cd 0.1 ppm처리군에서는 일반뽕잎차, 혐기처리뽕잎차, 녹차, 옥수수차, 보리차의 순으로 Cd의 제거효과가 컸고, Cd 1 ppm에서는 혐기처리뽕잎차, 보리차, 일반뽕잎차, 녹차, 옥수수차 순으로 Cd 제거 효과를 나타냈다.

표 3의 결과로부터 0.1 ppm으로 오염된 물을 마실 경우, 일반뽕잎차와 혐기처리뽕잎차를 넣어서 끓여 마시면 여과된 잔액에서 검출되는 양은 각각 0.004 ppm과 0.006 ppm이었다. 이는 음용수 허용 기준치인 0.01 ppm보다 낮은 수치로서 오염되지 않은 물을 마시는 것과 같은 효과를 나타냈으며, 음용수 중에 Cd 이 1 ppm이나 10 ppm의 고농도로 오염되었을 시에도 다른 차보다는 혐기처리뽕잎차의 Cd에 대한 제거효과가 크다고 말할 수 있다.

음용수중에 Pb의 음용수 허용 기준치인 0.05 ppm과 그외의 고농도수준인 0.5 ppm, 1 ppm 및 10 ppm으로 오염된 경우에도 혐기처리뽕잎차의 제거효과가 가장 우수하였다(표 4). Pb 0.5 ppm처리군은 혐기처

Table 3. Removal effect of Cd from drinking water by tea beverages (unit: ppm)

Tea	Treated concentration			
	0.01	0.1	1	10
Mulberry leaf tea	0.002	0.004	0.09±0.01(90)	0.84±0.01(84)
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.004	0.006	0.05±0.00(50)	0.42±0.01(42)
Green tea	0.002	0.020	0.10±0.01(100)	1.00±0.01(100)
Barley tea	0.004	0.042	0.06±0.01(60)	0.70±0.44(70)
Corn tea	0.006	0.030	0.35±0.01(350)	3.45±0.02(345)

Table 4. Removal effect of Pb from drinking water by tea beverages (unit: ppm)

Tea	Treated concentration			
	0.05	0.5	1	10
Mulberry leaf tea	0.022	0.026	0.18±0.02(67)	0.76±0.01(141)
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.016	0.012	0.15±0.02(56)	0.36±0.03(67)
Green tea	0.032	0.050	0.27±0.04(100)	0.54±0.02(100)
Barley tea	0.030	0.168	0.17±0.02(63)	0.49±0.01(91)
Corn tea	0.072	0.162	0.32±0.02(119)	2.22±0.04(411)

리뿌잎차, 일반뿌잎차, 녹차, 옥수수차, 보리차 순으로 Pb에 대한 제거효과가 나타났고 Pb 1 ppm에서는 혐기처리뿌잎차, 보리차, 일반뿌잎차, 녹차, 옥수수차 순으로 제거효과가 나타났다.

표 4를 종합해 볼 때, Pb의 경우에 있어서도 Cd와 같은 경향을 나타냈다. Pb 0.5 ppm으로 오염된 물에, 일반뿌잎차와 혐기처리뿌잎차를 넣어서 끓여 마시면 여과된 잔액에서 검출되는 양은 각각 0.026 ppm과 0.012 ppm으로서 음용수 허용 기준치인 0.05 ppm보다 낮은 수치를 나타내어 오염되지 않은 물을 마시는 것과 같고, Pb 1 ppm과 10 ppm같은 고농도의 Pb으로 오염된 물을 마셨을 경우에도 다른 차보다는 혐기처리뿌잎차의 Pb에 대한 제거효과가 크다고 할 수 있다.

3. 음용수 처리방법에 따른 차 종류별 중금속 제거 효과

차 시료 5 g/100 ml의 농도에서 음용수 처리방법을 달리하여 Cd와 Pb에 대한 제거효과를 살펴보았다. Cd 1 ppm과 10 ppm 처리군은 차 종류에 상관없이 차

시료를 넣고 끓이는 진처리 방법이 중금속 제거효과가 좋았다. 또한 처리방법과 처리농도에 상관없이 차 종류 중에서는 혐기처리 뿌잎차의 Cd 제거효과가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 5). Pb처리군은 Cd처리군과 같은 경향을 나타냈고 처리방법과 처리농도에 상관없이 모든 처리군에서 혐기처리뿌잎차의 Pb 제거효과가 가장 높았다(표 6).

4. 음용수에 첨가한 차 시료량에 따른 중금속 제거 효과

Cd와 Pb을 각각 10 ppm씩 처리한 탈이온수 100 ml를 끓인 음용수에 차 시료량을 2.5, 5, 10 g씩 증량함으로써 차 시료량에 따른 중금속 제거효과를 살펴 보았다. Cd의 경우 차 시료량이 증가할수록 중금속 제거효과도 크게 나타났다. 혐기처리뿌잎차는 음용수에 첨가하는 시료의 농도의존형으로 중금속 제거효과를 나타냈고 처리한 차종류 중에 가장 높은 효과를 나타냈다(표 7). Pb의 경우는 완전한 농도의존형을 확인할 수 없었는데 이는 아마도 약간의 실험 오차로

Table 5. Removal effect of Cd on condition that tea beverage treatment

(unit: ppm)

Tea	1 ppm		10 ppm	
	Pre-treatment	Post-treatment	Pre-treatment	Post-treatment
Mulberry leaf tea	0.07±0.03	0.15±0.01	0.74±0.01	1.20±0.02
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.01±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.23±0.02
Green tea	0.04±0.01	0.12±0.01	0.12±0.03	1.18±0.06
Barley tea	0.07±0.00	0.13±0.00	0.86±0.01	2.33±0.02
Corn tea	0.38±0.02	0.61±0.01	3.71±0.03	4.21±0.04

Table 6. Removal effect of Pb on condition that tea beverage treatment

(unit: ppm)

Tea	1 ppm		10 ppm	
	Pre-treatment	Post-treatment	Pre-treatment	Post-treatment
Mulberry leaf tea	0.09±0.02	0.11±0.01	0.71±0.01	1.12±0.62
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.01±0.02	0.10±0.01	0.07±0.02	0.64±0.03
Green tea	0.06±0.05	0.13±0.03	0.15±0.03	0.60±0.05
Barley tea	0.09±0.05	0.05±0.03	0.33±0.02	0.47±0.02
Corn tea	0.26±0.02	0.19±0.02	3.39±0.06	2.11±0.10

Table 7. Removal effect of Cd with tea contents in drinking water

(unit: ppm)

Tea	Tea contents(g/100 ml)		
	2.5	5	10
Mulberry leaf tea	1.93±0.02	1.20±0.02	0.19±0.01
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.45±0.01	0.23±0.02	0.17±0.01
Green tea	2.01±0.56	1.18±0.06	0.69±0.09
Barley tea	3.38±0.04	2.33±0.02	0.53±0.01
Corn tea	4.50±0.03	4.21±0.04	2.24±0.24

Table 8. Removal effect of Pb with tea contents in drinking water

(unit : ppm)

Tea	Tea contents(g/100 ml)		
	2.5	5	10
Mulberry leaf tea	0.77±0.02	1.12±0.62	0.45±0.06
Anaerobic treated mulberry leaf tea	0.54±0.02	0.64±0.03	0.23±0.06
Green tea	1.07±0.10	0.60±0.05	0.35±0.03
Barley tea	-	0.47±0.02	0.09±0.04
Corn tea	1.49±0.09	2.11±0.10	1.74±0.26

판단된다(표 8).

이상의 결과로부터 헝기처리뽕잎차는 다른 차와 비교해 볼 때 Cd과 Pb에 대한 중금속 제거효과가 가장 우수하였다. 뽕잎은 채취 즉시 질소 가스를 이용하여 헝기처리를 5시간정도 하면 rutin의 함량은 감소되지 않고 혈압강화작용을 나타내는 것으로 알려진 GABA(γ -aminobutyric acid) 함량은 증대되는 것으로(윤 등 1995) 알려져 있다. 이러한 문헌에 근거하여 뽕잎을 헝기처리하게 되면 중금속 흡착 성분의 양에 영향을 미칠 수 있음을 추정하고 일반뽕잎을 헝기처리 한 후 일반뽕잎과 중금속 제거효과에 미치는 영향을 확인하였다. 그 결과 중금속 처리농도에 따른 Cd과 Pb의 차종류별 제거효과는 헝기처리 뽕잎이 가장 우수하였다. 그러나 이러한 결과를 나타내는 원인에 대한 구체적인 연구는 앞으로 더 진행되어야 할 것이다. 다만 뽕잎의 경우 폴리페놀류가 녹차보다는 그 함량에 있어서 적은 양이지만 페놀성화합물의 종류와 양에 있어서는 녹차에 못지않은 것으로 알려져 있다. 또한 특정식물 중에는 중금속과 결합하는 단백질류가 존재함으로써 중금속의 해독에 관여한다는 보고가 있는데 이에 대한 가능성도 확인 해 볼 필요가 있겠다.

일본에서는 이미 녹차잎을 가바론-티(Gabaron Tea, Masashi 등 1987))라는 상품으로 판매하고 있는데 이는 차잎을 헝기적인 방법으로 처리하여 GABA 함량을 증대시킨 것이다. 이미 녹차를 비롯한 몇가지 차에 대한 연구에서는 茶葉을 이용하여 음용수의 중금속을 제거하고 동물 체내에 축적된 중금속의 함량을 감소시키려는 연구뿐만 아니라, 나아가서 자유라디칼을 제거시키는 물질개발에 차를 이용하려는 연구가 최근 수행되고 있다.

지금까지 차와 중금속에 관한 연구 중에 가장 활발하게 연구 된 것은 녹차이다. 녹차의 주원료인 茶葉에는 polyphenol계 화합물인 tannin 성분이 다량 존재한다. 이 성분은 강한 항산화 작용을 가질 뿐 아니라 금속 이온과 착염을 형성하여 중금속을 해독하는 것이(등 1993, 이 등 1995, Tanizawa 등 1984)으로 알려지고 있다. 특히 다엽중에 존재하는 탄닌성분 중의 하나

인 catechin은 장내에서 착물형성 및 화학흡착에 의한 침전을 일으켜 중금속을 제거한다는 보고가 있다.

즉 Cd과 같은 중금속에 중독되어 체내에 축적될 때, 일차적으로 녹차는 중금속의 체내 흡수를 억제하고 오줌과 변을 통해 배설을 촉진함으로써 중금속의 체내 흡수율 및 보유량을 감소시키고, 이차적으로 체내 생리적 항산화 방어기구를 강화시켜 과산화적 손상을 경감시킴으로써 중금속 독성에 대한 해독작용을 하는 것으로 알려졌다(이 등 1995).

그러나 뽕잎에서는 이와 관련된 연구가 거의 이루어지지 않은 실정이다. 헝기처리에 의해 제조된 뽕잎의 차에 대한 중금속 제거 효과 및 독성에 대한 해독효과를 확실하게 구명할 수 있다면 녹차와 충분히 경쟁할 수 있는 차의 원료로서 이용할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 중금속 중의 Cd과 Pb만을 처리하여 뽕잎의 Cd과 Pb의 제거 및 흡착효과를 구명하였으나, 앞으로는 기타 유해하고 광범위한 중금속에 대해서도 뽕잎의 중금속 제거효과가 있는지를 살펴보고 녹차와의 비교시험을 통한 차별성을 살펴보고 가능하다면 동물 실험을 통한 뽕잎의 중금속 해독작용 여부와 그 작용기전에 대한 자세한 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

Cd과 Pb으로 오염된 음용수에 5종(헝기처리뽕잎차, 일반뽕잎차, 녹차, 보리차 및 옥수수차)의 차를 첨가하여 차(茶) 종류별 Cd과 Pb 제거효과를 살펴보았다.

1. Cd의 음용수 허용 기준치인 0.01 ppm 및 그 10배인 0.1 ppm에서는 차 종류별 흡착량에 큰 차이가 없었고, Cd 1 ppm에서는 녹차에 비해 Cd제거효과가 헝기처리뽕잎차는 27%, 일반뽕잎차는 14% 높았다.

2. Pb의 처리농도를 음용수 허용 기준치인 0.05 ppm과 0.5 ppm, 1 ppm, 10 ppm으로 농도를 증가시켰을 때, 옥수수차의 Pb흡착량이 가장 많았다. 헝기처리 뽕잎차의 경우 Pb흡착량은 농도의존형으로 증가하였고 특히 음용수 중의 Pb제거율은 가장 높았다.

3. 처리한 모든 차는 Cd와 Pb의 농도를 증가시킴에 따라 농도의존형으로 중금속 제거 및 흡착률이 증가되었다.

4. 차시료의 처리방법에 따른 중금속 제거효과를 확인하기 위하여 음용수에 차 시료를 넣고 끓이는 방법과 끓인 후 차 시료를 넣는 방법으로 Cd의 제거효과를 본 결과 차시료를 전처리하는 넣고 끓이는 방법에서 Cd 제거효과가 높았다.

5. Cd와 Pb의 농도를 각각 1 ppm과 10 ppm 두 농도에서 처리하고, 차 시료의 양을 2.5%, 5% 및 10% 씩을 각각 첨가하여 차시료의 중금속의 제거효과를 검색한 결과, Cd제거효과는 차의 시료량이 많을수록 제거효과가 좋았으나 Pb의 제거효과는 일정한 경향성을 나타내지 않았다.

인용문헌

- 김미경 · 이혜영(1989) 납 중독된 흰쥐에서 식이 단백질 수준 및 제독기간에 따른 제독효과 비교 연구. *한국영양학회지* **22**(3): 185~193.
- 조영제 · 천성숙 · 최 청(1993) 한국산 녹차로부터 분리한 축합형 탄닌의 Xanthine Oxidase 저해효과. *한국영양식량학회지* **22**(4): 418~422.
- 이서래 · 이정희 · 최성인(1993) 녹차 음료의 중금속 제거효과. 제2회 국제 녹차 심포지움 발표논문집. 77~87.
- 이순재 · 김미지 · 윤현희(1995) 한국산 녹차, 우롱차 및 홍차 음료의 중금속 제거 및 해독작용. *식품과학과 산업* **28**(4): 17~28.
- 이순재 · 전수영(1993) Cadmium 투여 흰쥐에 있어서 Metallothionein 합성과 항산화적 해독 기구에 미치는 식이 Selenium의 영향. *한국영양학회지* **26**(3): 286~298.
- 이치호 · 최병규 · 이원창 · 박창일 · 후루가와유지로 · 기무라슈이찌(1992) Wister Rat에 있어서 체지방 축적에 미치는 식이단백질 수준, 카페인 및 녹차의 영향에 관한 연구. *한국영양식량학회지* **21**(6): 595~600.
- Masashi O., Toshiko Y., Junko O., Tojiro T., Toshinobu M. and Mitsuru H.(1987) Effect of Anaerobically Treated Tea (Gabaron Tea) on Blood Pressure of Spontaneously Hypertensive Rats. *Nippon Nogekagaku Kaishi* **61**(11): 1449~1451.
- Matsuzaki, T. and Hara, Y.(1985) Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogekagaku Kaishi* **59**, 129.
- 문숙희 · 박건영(1995) 감잎 열수추출물 및 감잎 탄닌의 항돌연변이 효과. *한국영양식량학회지* **24**(6): 880~886.
- Morita, S.(1984) Defence mechanisms against cadmium toxicity. I. A biochemical and histological study of the effect of pretreatment with cadmium on the acute oral toxicity of cadmium in mice. *Japan. J. Pharmacol.* **35**, 129.
- Murakami, M., Cain, K. and Webb, M.(1983) Cd-metallothionein induced nephropathy, a morphological and autoradiographical study of Cd distribution, the development of tubular damage and subsequent cell regeneration. *J. APPI. Yoxicol.*, **5**, 237.
- Okuda, T. and Kimuram, Y., Yoshida, T., Hatano, T., Okuda, H and Arich, S.(1983) Studies on the activities of tannins and relate compounds from medicinal plants and drugs. I. Inhibitory effects on lipid peroxidation in mitochondria and microsomes of liver. *Chem Pharm Bull* **31**. 1625.
- Sato, S.I., Hosokawa, Y., Nizeki, S., Tojo, H. and Yamaguchi, K.(1991) Effect of dietary zinc and cadmium on tissue selenium concentration and glutathione peroxidase activity in rats fed DL-selenomethionine and sodium selenite. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **37**, 29.
- 승정자(1983) 극미량 원소의 영양. *민음사* p.317.
- Tanizawa, H., Toda, Sazuka, Y., Taniyama, T., Hayashi, T., Arich, S. and Takino, Y. Natural antioxidant I. Antioxidative Compounds of tea leaf. *Chem Pharm Bull* **32**, 2100.
- 환경청.(1997) 독물 및 극물에 관한 법률. 먹는 물의 수질 기준.
- 여생규 · 김인수 · 안철우 · 김선봉 · 박영호(1995) 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 돌연변이원성 억제작용. *한국영양식량학회지* **24**(1): 160~168.
- 여생규 · 박영범 · 김인수 · 김선봉 · 박영호(1995) 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 Xanthine Oxidase 억제작용. *한국영양식량학회지* **24**(1): 154~159.
- 여생규 · 안철우 · 김인수 · 박영범 · 박영호 · 김선봉(1995) 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 항균효과. *한국영양식량학회지* **24**(2): 293~298.