

배추 γ -Aminobutyric Acid의 탐색 및 배추 첨가 식이가 알콜 투여 흰쥐의 지방대사와 간기능에 미치는 영향

차연수 · 오석흥^{†*}

전북대학교 식품영양학과, 유전공학연구소

*우석대학교 생명공학부

Investigation of γ -Aminobutyric Acid in Chinese Cabbages and Effects of the Cabbage Diets on Lipid Metabolism and Liver Function of Rats Administered with Ethanol

Youn-Soo Cha and Suk-Heung Oh^{†*}

Dept. of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

*Dept. of Biotechnology, Woosuk University, Chonju 565-701, Korea

Abstract

The levels of γ -aminobutyric acid (GABA) in Chinese cabbages and the effects of the cabbage diets on lipid metabolism and liver function of rats administered with ethanol chronically were investigated. The GABA levels of cabbage leaves, 0.47 mg/g dry weight (4.69 μ mol/g dry weight), were 8% of total free amino acids, whereas the GABA levels of cabbage roots, 0.72 mg/g dry weight (7.02 μ mol/g dry weight), were 26.86% of total free amino acids. To investigate the effects of cabbage diets, Sprague-Dawley male rats were fed with either AIN-76 diet (control), control diet plus ethanol, control with cabbage leaf diet plus ethanol, or control with cabbage root diet plus ethanol for 30 days. Cabbage root diet decreased the serum LDL-cholesterol level that was increased due to the chronic ethanol administration. In addition, both cabbage leaf diet and root diet decreased the liver triglyceride, total lipid and blood γ -GTP levels that were increased due to the ethanol administration. These data suggest that Chinese cabbage diets are effective on the recovery of chronic alcohol-related symptoms, possibly due to the higher levels of GABA and/or as a result of combined effects of several components including GABA.

Key words: cabbage, GABA, ethanol, lipids, liver

서 론

김치 재료중 가장 높은 비율을 차지하는 배추는 겨울철 김장 및 저장채소로서 그 중요성이 높다. 최근에는 재배기술의 발달과 신품종 및 냉장시설의 보급으로 연중 출하되어 식용되고 있다. 배추에는 hydroxy benzoic acid, hydroxy cinnamic acid, quercetin과 같은 항산화 작용을 하는 flavonoid이 함유되어 있으며, 배추 중의 phenolic compounds, chlorophylls 등에 의해서도 항산화성이 나타나는 것으로 추정되고 있다(1,2). 배추에는 carotenoids, 비타민 C, 식이섬유소 등이 많이 함유되어 있어 여러 발암물질에 대하여 항돌연변이 효과가 있는 것으로 제안되었다(3) 또한 배추를 포함한 십자화과의 섭취가 많으면 방광암의 발생이 적은 것으로 보고되었다(4,5). 또한 배추는 소변을 잘 나오게 하므로 술마신 뒤 알코올을 몸 밖으로

내보내 숙취를 예방하고 없애는데도 효과가 있으며, 배추로 만든 수프를 먹으면 감정을 억제하고 초조와 긴장감을 가라앉히는 효과가 있는 것으로 전해지고 있다(6).

복잡하고 다양한 스트레스가 쌓이는 현대사회에서 만성적인 알콜섭취에 의한 환자의 증가는 서구 선진국 뿐만 아니라 전세계적으로 커다란 사회문제로 대두되고 있다. 알콜은 대부분 간에서 대사되지만 알콜을 처리하는 간의 능력에는 한계가 있으므로 이 한계를 넘어서게 되면 여러 가지 대사장애를 초래하게 된다(7) 즉 과량의 알콜을 만성적으로 섭취하게 되면 세포내 NADH/NAD⁺의 비율이 증가하여 탄수화물, 단백질 및 지질대사의 장애를 초래하며, 특히 간조직 지방대사의 장애로 인하여 지방산의 산화가 억제되고 합성이 증가되며, acetaldehyde의 독성에 의해 microtubule의 손상이 일어나 결국 지방간이 유발되고 심하면 알콜성 간염이나 간경화증을 일으킬 수 있다

[†]To whom all correspondence should be addressed

(8). 그 외에도 만성적 알콜섭취는 신경계통의 기능장애를 초래한다고 하는데, 이는 알콜효과를 인식하는 뇌감각에 이상이 생겨서 결국은 Stiff-man syndrome, Parkinson's disease, Seizures 및 Schizophrenia 등의 질병에 까지 이를 수 있다(9).

γ -Aminobutyric acid(GABA)는 비단백체 아미노산으로 동물의 경우 중추신경계의 주된 억제성 신경전달물질로서 잘 알려져 있다(10,11). GABA의 생성은 glutamate decarboxylase(GAD)에 의한 glutamate의 탈탄산 반응에 의해 이루어진다(12,13). 뇌중 GABA 및 GAD의 농도 저하는 epilepsy, Parkinson's disease, Schizophrenia 등의 질병과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있고(10,13), 알콜중독자들의 혈중 GABA농도는 정상인과 비교시 유의적으로 낮은 값을 보이고 있는 것으로 보고된 바 있다(10,14). 특히, 알콜성 간질환은 뇌중 GABA대사의 항상성이 깨져서 간장성 뇌병증 및 저혈압을 일으킨다고 한다(15). 알콜성 신경계 질환은 뇌중의 GABA, GAD, 및 GABA 수용체의 농도 이상과 관계가 있는 것으로 보고되고 있으며(13), 알콜은 신경전달물질인 GABA수용체의 특정부위의 발현을 40%정도 저하시킴으로서 신경계 질환을 유도하는 것으로 제안되었다(9).

식물의 경우 GABA의 존재가 이미 오래전에 확인된 바 있다(16). 상기한 바와 같이 GABA가 중요한 역할을 하는 것으로 잘 알려지면서 의약품으로서의 GABA 뿐 아니라 최근에는 기능성 식품소재로서의 GABA에 대한 관심이 고조되고 있다. 이와같은 관심은 GABA 고함유 식품 및 식물 탐색이라는 동기를 부여하였고 우리나라와 일본을 비롯한 몇몇 국가에서 이에 대한 연구가 시도되고 있다. 예를 들면, Chang 등(17)은 제주도 다원에서 생산된 녹차 생엽을 적체 시기별로 혐기적으로 처리하여 GABA 및 기타 주요성분의 함량변화를 측정된 결과 GABA의 함량이 증진되는 것을 확인하였다. Yun 등(18)도 보리 맥아제조시 발아된 보리에 혐기적인 처리를 가하므로써 맥아중의 GABA 함량을 약 2배 증진시킬 수 있다고 보고하였다. 일본 농림수산성의 Nakagawa와 Onota(19)는 쌀 배아를 함유한 미강에 물을 가하면 내재해 있는 GAD가 자동적으로 활성화되어 GABA의 함량이 급격하게 증가하는 것을 발견하였다.

최근 본 연구진은 불암 3호 배추잎 중의 GABA의 존재를 확인하였고, 배추 재배시 키토산 회색액을 주기적으로 처리해 줌으로써 육묘 단계의 배추잎과 수확시 배추잎 중의 GABA 함량이 약 2배 증진됨을 보고하였다(20). 본 연구에서는 배추 중의 GABA 탐색과 그 영양생화학적 기능에 대한 계속 연구의 일환으로 고랭지 배추(칠성여름배추)의 잎과 뿌리 중의 GABA 및 아미노산을 분석하고, 배추 잎과 뿌리의 첨가 식이가 만성적인 알콜투여 흰쥐의 지방대사 및 간기능에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

시약 및 기구

γ -Aminobutyric acid는 Sigma(USA)제를 사용하였고, UV/Vis spectrophotometer는 Shimadzu(Japan)제를, amino acid analyzer는 Waters(USA)제를 이용하였다. 그 외 시약은 특급제품을 사용하였으며, microcentrifuge 등은 Vision(Korea)제를 사용하였다. 동물사료로는 AIN-76 vitamin 및 mineral mix는 Teklard(USA)제를, casein은 Coltee(Australia)제를 사용하였으며, 그 외의 사료 첨가제는 Sigma(USA)제를 사용하였다.

배추중의 GABA 및 아미노산 분석

배추는 유기농업농가(무주군 적삼면 삼유리 1572, 최재복)에서 키토산비료를 시비하여 재배한 고랭지 여름배추(칠성여름배추)를 직접 수확하여 물로 잘 씻은 후 동결 건조하여 사용하였다. 배추잎과 뿌리 중의 GABA와 아미노산의 함량을 측정하기 위해 액체질소로 마쇄된 시료과우더에 메탄올:클로로포름:물(12:5:3)의 혼합액을 가하여 섞어 주었다. 유리아미노산과 GABA를 포함하는 수용액 층은 원심분리(12,000×g, 15 min, 4°C)를 통하여 얻었다. 침전물에 클로로포름:물(3:5)의 혼합액을 가하여 남아있을지도 모르는 유리아미노산과 GABA를 2차 추출하였고, 1, 2차 원심분리로부터 얻은 상등액을 합하여 냉동건조하였다. 이어 소량의 물로 용해한 후 0.45 μ m PVDF 필터(Millipore)로 여과하여 아미노산자동분석기(AccQ-Tag Amino Acid Analysis System, Waters)로 분석을 실시하였고, 표준 아미노산(Pierce)과 표준 GABA(Sigma)의 분석결과와 비교하여 아미노산과 GABA의 함량을 산출하였다.

실험동물

평균체중이 약 100 g인 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 (주)대한실험동물센터(충북 음성)에서 구입하여 1주일간 제일제당 고형 사료로 적응시킨 후, 난피법(randomized complete block design)에 의해서 6마리씩 모두 4군으로 나누어 30일동안 stainless steel cage에 한 마리씩 넣어 분리 사육하였다. 실험기간동안 사육실의 실내 온도는 23 \pm 1°C, 상대습도 53 \pm 2%를 유지시켰고 명암은 12시간(8:00~20:00)을 주기로 조정하였으며, 사육기간중 물과 사료는 자유로이 먹게 하였다.

식이 및 알콜투여

실험식이의 조성은 Table 1과 같으며 AIN-76 흰쥐 사양 표준량에 근거하여 정제된 원료를 사용하였다. 실험식에 사용된 배추는 상기의 유기농업농가에서 구입하여

Table 1. Composition of basal and experimental diet¹⁾

Ingredients	Groups ²⁾			
	Control	Control+EtOH	Cabbage leaf+EtOH	Cabbage root+EtOH
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Corn starch	15.0	15.0	10.0	10.0
Cabbage leaf	-	-	5.0	-
Carbbage root	-	-	-	5.0
Sucrose	50.0	50.0	50.0	50.0
Fiber	5.0	5.0	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
AIN mineral mix	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN vitamin mix	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2

¹⁾All components are in units of g/100 g diet.

²⁾In +EtOH groups, 13% (v/v) ethanol (3 g/kg b.w.) was administered for 30 days as described in Materials and Methods

동결건조한 후 분말(100 mesh)로 만들어 사용하였다. 실험기간(30일) 동안 매일 오전 9시에 알콜투여군은 99% ethyl alcohol을 2차증류수로 희석하여 13% 알콜농도로 만들어 Rhew와 Sachan의 방법(21)에 준하여 경구투여 (ethanol 3 g/kg b.w.)하였으며, 대조군으로써 비알콜 투여군은 알콜대신 2차 증류수를 동량 경구투여하였다.

실험동물의 처리

실험사육기간중 실험동물의 체중은 실험기간 7, 14, 21 일 및 30일에 측정하였고, 사료섭취량은 이틀에 한번씩 사료 잔량을 측정하여 1일 사료섭취량을 환산하였다. 실험사육 최종일은 12시간 절식시킨 뒤, 에테르로 흡입마취 시켜 개복한 뒤 심장 채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 동안 빙수에 방치시킨 후 1,100×g에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하여 실험에 사용하였다. 간장은 채혈 후 즉시 저축하여 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 물기를 제거하여 무게를 측정한 후, -70°C 냉동고에서 보관하였다.

지질 및 효소 분석

혈중 total cholesterol은 시판되는 kit(영동제약)를 사용하여 효소법으로 측정하였으며, HDL-cholesterol은 dextran sulfate-Mg²⁺ 침전법으로, LDL-cholesterol은 침전 시약에 의해 정량적으로 침전시킨 후 상등액을 total cholesterol 측정 때와 같이 kit(Kyoto Pharmaceutical Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 혈중 및 간조직중의 중성지질은 시판되는 kit(영동제약)를 사용하여 측정하였으며, 간조직중의 총지질함량은 sulfo-phospho-vanillin 방법에 기초한 시판되는 kit(Kokusai Pharmaceutical Co., Kobe, Japan)를 이용하였다. 혈중 GOT(glutamic oxaloacetic transaminase), GPT(glutamic pyruvic transaminase) 및 γ -GTP(γ -glutamyltransferase) 효소 측정에는 시판되는 kit(영동제약)를 사용하였다.

통계처리

실험결과는 평균(mean)±표준편차(SD)로 표시하였으며, 각 군간의 통계적 유의성 검정은 statistical analysis system(SAS) package를 이용하여 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 통하여 검증하였다. 배추잎과 뿌리의 아미노산 함량의 유의적 차이는 Student's t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

배추잎과 뿌리 중의 GABA 및 아미노산 함량

배추잎과 배추뿌리 중의 GABA 및 아미노산 함량을 조사해본 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. Table 2에서와 같이 배추잎 중의 아미노산 함량은 Ser, His, Ala, GABA순이었고, GABA를 포함한 총 아미노산 함량은 건조시료 1g당 59.15 μ mol이었으며 총 아미노산 중 GABA가 차지하는 비율은 약 8%이었다. 이에 비해 배추뿌리 중에는 다른 아미노산에 비하여 GABA 함량이 월등히 높았으며, 뿌리 중의 GABA 함량(7.02 μ mol/g dry weight)은 배추잎 중의 GABA 함량(4.69 μ mol/g dry weight)보다도 1.5배 높은 수준이었다. 또한 배추 뿌리 중의 총 아미노산 함량 중 GABA가 차지하는 비율은 26.86% 이었다. 이와같이 배추뿌리에 GABA가 많이 들어 있는 점을 감안하여 대부분 버려지고 있는 칠성여름배추의 뿌리를 부가가치가 높은 자원으로 개발하는 방안을 검토해 볼 수 있겠다.

실험동물의 체중변화

실험식이 일주일이 되었을 때 알콜투여로 인한 체중감소는 아직 나타나지 않았으나 2주일째부터 알콜투여군은 비알콜투여군과 비교했을 때 유의적으로 체중이 감소하였다(Table 3). 실험동물을 통한 다른 연구에서도 알콜섭취는 동물의 성장을 저해한다고 보고된 바 있고(22,23) 이

Table 2. Free amino acid and GABA compositions in leaves and roots of cabbages¹⁾

	Cabbage leaf ($\mu\text{mol/g dry weight}$)	Cabbage root ($\mu\text{mol/g dry weight}$)	t-test
Asp	3.60(± 0.32)	1.97(± 0.21)	* ²⁾
Ser	10.30(± 0.52)	1.86(± 0.05)	*
Glu	1.51(± 0.03)	0.74(± 0.10)	*
Gly	3.85(± 0.31)	0.59(± 0.10)	*
His	7.61(± 1.12)	1.27(± 0.02)	*
Arg	4.47(± 0.06)	1.26(± 0.18)	*
Thr	3.22(± 0.05)	1.49(± 0.02)	*
Ala	7.81(± 0.66)	2.58(± 0.44)	*
GABA	4.69(± 0.72)	7.02(± 1.92)	*
Pro	1.89(± 0.36)	1.73(± 0.62)	NS
Tyr	0.76(± 0.06)	0.64(± 0.08)	NS
Val	3.49(± 0.32)	1.54(± 0.11)	*
Met	0.33(± 0.05)	0.24(± 0.04)	NS
Lys	1.27(± 0.11)	0.35(± 0.06)	*
Ile	1.82(± 0.12)	0.91(± 0.10)	*
Leu	1.20(± 0.08)	1.01(± 0.11)	NS
Phe	1.33(± 0.12)	0.94(± 0.08)	NS
Total	59.15(± 5.01)	26.14(± 4.24)	*

¹⁾Free amino acids containing GABA were extracted from the leaves and roots of cabbages and analyzed as described in Materials and Methods. The data represents the mean of three determinations with standard deviation of the mean.

²⁾Values in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Student t-test. NS, nonsignificant

는 섭취된 알콜의 칼로리로 인하여 식이섭취량이 감소되고 체지방이 손실되며 에너지 소비도 증가되기 때문이라고 한다(24) 알콜중독환자들에 있어 식이섭취량이 유의적으로 감소되었으며, 또한 다른 영양소들의 흡수도 저해되어 결국 영양결핍으로 인해 체중감소를 초래한다고 보고하였다(25). 본 실험에서도 알콜투여군은 대조군과 비교해 식이섭취량이 약 10% 감소하였다(미제시 자료). 5% 배추잎 및 뿌리 첨가식이 대조군과 비교시 체중에 유의성을 보이지는 않았으나 알콜로 인한 체중감소를 첨가식에 의해 일부 방지한 것으로 보여진다

혈중 및 간 지질농도

혈중 및 간조직 중의 지질함량은 Fig 1에 나타내었다. 정상 식이군에 있어 알콜투여는 간조직 중의 총 지질 및

중성지질 함량과 혈중 중성지질 함량을 대조군과 비교시 유의적으로 증가시켰다. 알콜을 계속적으로 섭취하게 되면 세포내 NADH/NAD⁺ 비율이 증가하여 탄수화물, 지질 및 단백질의 대사 장애를 초래하게 되고, 지방산의 산화가 억제되고 합성이 증가되어 혈중 및 간조직 중의 지질 함량이 증가된 것으로 판단된다(26). 5% 배추 첨가식은 알콜 투여로 인해 증가된 간조직 중의 총지질과 중성지질 함량을 낮추는 효과를 나타내었고, 혈중의 중성지질에 대하여도 저하효과를 나타내었다. 또한 배추뿌리 첨가 식이는 혈중의 LDL-cholesterol의 양을 유의적으로 낮추는 효과를 나타내었다. LDL-cholesterol의 양이 상승하면 동맥경화가 유발되며(27,28) 결국 고혈압, 고지혈증 등을 유발하여 관상심장 질병이 발생하며 뇌경색, 뇌출혈까지도 유발하는 것으로 알려져 있다(29). 본 연구 결과에서 혈중 및 간조직 중의 총지질, 중성지질, LDL-cholesterol 양이 낮아진 것이 배추 내의 어떤 성분의 효과인지 앞으로 더 연구해 보아야 할 사항이다. 다만 그 효과가 배추 뿌리에서 더욱 양호한 점으로 미루어 뿌리 중의 주요 성분인 GABA가 어느 정도 작용을 했을 것이라 예측할 수 있다. 동물에 있어 GABA는 뇌의 혈류를 활발하게 하고 산소 공급량을 증가시키며 뇌세포의 대사 기능을 향진시키는 것으로 알려져 있으며, 임상에서는 뇌졸중 후유증 및 뇌 동맥경화증 등의 개선 약으로 사용되고 있다(10). 또한 GABA가 다량 함유된 쌀 배아 추출물을 쥐에 투여한 결과 혈중 및 간장 중의 중성지방의 양을 현저하게 낮추는 것으로 조사된 바 있어(19) 배추가 알콜 및 심장기 계통 질환을 어느 정도 예방할 수 있다고 사료된다.

실험동물의 효소농도

만성적 알콜투여는 MEOS(microsomal ethanol oxidizing system)에 의한 알콜산화를 증가시킴으로서 O₂⁻, ·OH 및 H₂O₂와 같은 oxygen radical이 생성되어 지질과 산화물을 만들어 결국 간세포의 손상이 생기게 된다(8). 간세포에 이상이 생기면 GOT, GPT, γ -GTP 활성이 높아진다. Table 4에서 보는 바와 같이 혈중 GOT 및 γ -GTP 활성은 알콜투여군이 대조군과 비교시 유의적으로 높게 나타났으며 이는 만성적인 알콜투여로 인한 간장조직의 손상정도를 추정할 수 있었다. 5% 배추 첨가식은 알콜

Table 3. Body weight of animals for experimental period

Groups	Treatment period (week)				
	0	1	2	3	4
Control	135.9 \pm 13.7 ¹⁾	211.4 \pm 18.0	264.9 \pm 16.3 ²⁾	309.8 \pm 14.3 ^a	342.4 \pm 10.1 ^a
Control+EtOH	138.0 \pm 10.0	206.0 \pm 16.0	229.6 \pm 14.9 ^b	261.7 \pm 6.5 ^b	304.0 \pm 14.2 ^b
Cabbage leaf+EtOH	136.8 \pm 12.3	198.8 \pm 31.1	245.6 \pm 12.4 ^{ab}	289.2 \pm 13.1 ^{ab}	321.6 \pm 10.8 ^{ab}
Cabbage root+EtOH	138.3 \pm 8.2	213.0 \pm 20.1	259.9 \pm 26.9 ^{ab}	294.4 \pm 12.7 ^{ab}	328.3 \pm 13.2 ^{ab}

¹⁾The values represent the gram of weight with the standard deviation of the mean of 6 rats per group.

²⁾Different superscripts in the same columns indicate significant differences ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

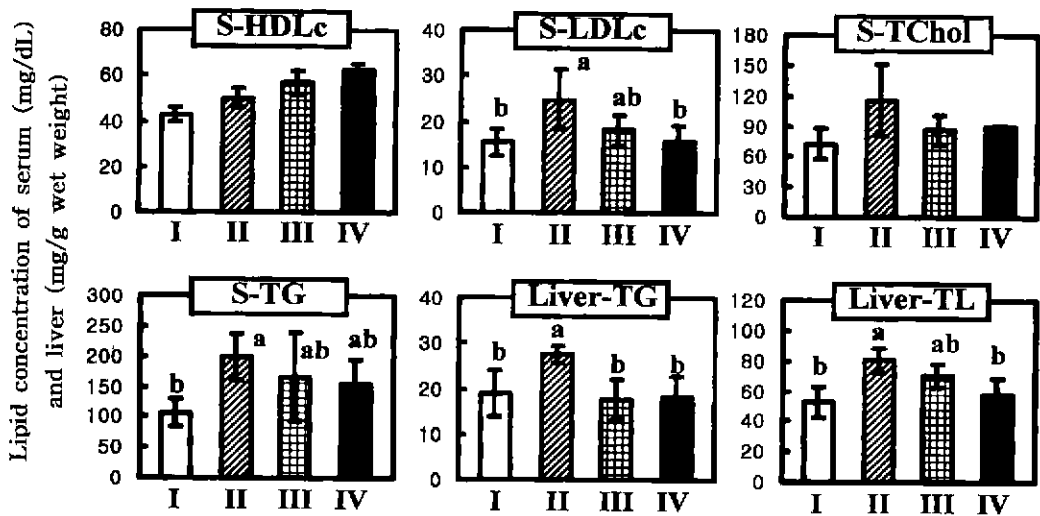


Fig. 1. Effects of cabbage diet on lipid concentrations of serum and liver.

The error bars show the standard deviation of mean for 6 rats. Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test. S, serum; HDLc, HDL-cholesterol; LDLc, LDL-cholesterol; TChol, total cholesterol; TG, triglyceride; TL, total lipid. I, control. II, control + EtOH. III, cabbage leaf + EtOH; IV, cabbage root + EtOH.

Table 4. Effects of cabbage diet on the levels of several enzymes in plasma

Enzyme	Groups			
	Control	Control+EtOH	Cabbage leaf+EtOH	Cabbage root+EtOH
GOT (mU/mL)	76.1±5.3 ^{1a}	131.7±6.9 ^{2b}	126.1±25.6 ^b	125.3±18.2 ^b
GPT (mU/mL)	57.6±1.7	56.3±0.6	55.9±1.4	58.4±2.5
γ -GTP (mU/mL)	10.9±3.7 ^a	27.8±2.8 ^b	12.1±6.5 ^a	11.0±2.8 ^a

¹⁾The data represents the mean±SD of 6 rats per group.

²⁾Different superscripts in the same rows indicate significant differences ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

로 증가된 γ -GTP 활성을 대조군 수준으로 낮추는 것으로 조사되었다. 이것으로 미루어 배추 첨가식이 알콜성 간손상에 있어서 부분적인 개선 효과를 나타낼 수 있는 것으로 사료된다. GABA가 다량 함유된 쌀 배아 추출물을 쥐에 부여한 결과 혈중 GOT와 alkaline peroxidase (ALP)의 농도를 낮추는 것으로 조사된 바 있어(19) 배추의 첨가로 인한 효과도 배추 중의 GABA의 역할이라 예견해 볼 수 있으나 앞으로 이에 대한 심도 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 최근 당귀의 첨가식이 알콜부여로 인해 증가된 혈중 γ -GTP의 수준을 유의적으로 감소시킨 것으로 조사된 바 있으며(23), 물쭉 추출물을 6주간 급여함으로써 알콜 부여로 증가된 흰쥐 혈청중의 GOT 및 GPT 활성이 감소되었다고 보고하였고(30), 미나리 추출물 투여(31) 및 고들빼기(32) 식이가 CCL₄투여로 인해 증가된 혈중 GPT 활성을 유의적으로 감소시켰다고 보고한 바 있다.

요 약

본 연구는 배추 중의 GABA 탐색과 그 영양생화학적

기능에 대한 연구의 일환으로 고랭지 배추(칠성여름배추)의 잎과 뿌리 중의 GABA 및 아미노산 함량 분석과 배추잎과 뿌리의 첨가 식이가 만성적인 알콜부여 흰쥐의 지방대사 및 간기능에 미치는 영향을 조사하였다. 배추잎 건조 그램당 총 유리아미노산 함량은 59.15 μ mol이었고, GABA 함량은 4.69 μ mol이었으며, 배추잎의 총 유리아미노산 중 GABA가 차지하는 비율은 약 8%이었다. 배추뿌리 건조 그램당 총 유리아미노산 함량은 26.14 μ mol이었고, GABA 함량은 7.02 μ mol이었으며, 총 유리아미노산 함량 중 GABA가 차지하는 비율은 26.86%이었다. 배추잎과 배추뿌리 첨가 식이가 만성적인 알콜부여시 흰쥐의 지방대사와 간기능에 미치는 영향을 조사한 결과: 1) 5% 배추뿌리 첨가 식이는 혈중 LDL-cholesterol의 양을 유의적으로 낮추는 효과를 나타내었다. 2) 5% 배추잎과 뿌리의 첨가식은 알콜 부여로 인해 증가된 혈중 및 간조직 중의 총지질 및 중성지질 함량을 낮추는 효과를 나타내었다. 3) 5% 배추잎과 뿌리의 첨가식은 알콜로 증가된 혈중 γ -GTP 활성을 유의적으로 낮추는 것으로 조사되었다. 이상의 결과로부터 배추 첨가식이 알콜에 기인한 간손상을 부분적으로 개선시키는 효과가 있음을 알 수

있었다. 또한 배추뿌리 아미노산 함량이 배추잎에 비해 절반 이하로 적은 반면에 GABA의 함량은 잎에 비해 1.5 배 많이 들어 있는 점과 뿌리의 찜가 식이가 LDL-cholesterol의 양을 유의적으로 낮추는 효과를 보인점 등을 감안하면 배추 중의 GABA가 알콜투여 흰쥐의 지방대사 및 긴기능을 개선시키는데 일부 기여한 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 1998년 한국학술진흥재단의 학술연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다. 또한 본 연구를 수행하는데 조력해준 김형연, 최원규에게도 고마움을 전합니다.

문헌

- 1 Cheigh, H.S and Park, K.Y. : Biochemical, microbiological and nutritional aspects of *kimchi* (Korean fermented vegetable products). *Crit. Rev. Food Sci Nutr*, **34**, 175-203 (1994)
- 2 Cheigh, H.S., Lee, Y.O. and Choi, Y.S : Antioxidative properties of *kimchi* and materials for *kimchi*. *Food Industry Nutr*, **3**, 47-54 (1998)
- 3 박전영 : 한국 전통발효식품(된장, 김치)의 발암안정성, 항돌연변이 및 항암 가능성 식품과학과 산업, **30**, 89-102 (1997)
- 4 Kim, Y.J. : Physiological properties of *kimchi*. *Food Industry Nutr.*, **4**, 59-65 (1999)
- 5 Michaud, D.S., Spiegelman, D., Clinton, S.K., Rimm, S. and Willet, W.C. : Fruit and vegetable intake and incidence of bladder cancer in a male prospective cohort *J Natl. Cancer Inst.*, **7**, 605-613 (1999)
- 6 백승철 . 배추수프 기적을 일으키는 자연요법. 일요신문사 편집부. p161-168 (1998)
- 7 French, K.T. : Biochemical basis for alcohol-induced liver injury *Clin. Biochem.*, **22**, 41-49 (1989)
- 8 Lieber, C.S Hepatic, metabolic and toxic effects of ethanol. *Alcohol Clin. Exp. Res.*, **15**, 573-592 (1991)
- 9 Morrow, A.L ' Researchers study alcohol's channels to the brain. *Center Line*, **8**, 1-3 (1997)
- 10 Krogsgaard-Larsen, P. GABA receptors. In *Receptor Pharmacology and Function*. Williams, M, Glennon, R. A. and Timmermans, P.M W.M (eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, p.349-383 (1989)
- 11 Mody, I., Dekoninck, Y, Otis, T.S and Soltesz, I. ' Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci*, **17**, 517-525 (1994)
- 12 Erlander, M.J. and Tobin, A.J. ' The structural and functional heterogeneity of glutamic acid decarboxylase: a review. *Neurochem. Res.*, **16**, 215-226 (1991)
- 13 Bao, J., Cheung, W.Y and Wu, J.Y ' Brain Γ -glutamyl decarboxylase. *J. Biol. Chem.*, **270**, 6464-6467 (1995)
- 14 Tsai, G.E., Ragan, P, Chang, R. Chen, S., Linnoila, V.H and Coyle, J.T. : Increased glutamatergic neurotransmission and oxidative stress after alcohol withdrawal *Am J. Psychiatry*, **155**, 726-732 (1998)

15. Butterworth, R.F : Cerebral dysfunction in chronic alcoholism: role of alcoholic liver disease. *Alcohol Supple*, **2**, 259-265 (1994)
- 16 Satyanarayan, V. and Nair, P.M. . Metabolism enzymology and possible roles of 4-aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry*, **29**, 367-375 (1990)
17. Chang, J.S., Lee, B.S and Kim, Y.G ' Changes in γ -aminobutyric acid (GABA) and the main constituents by treatment conditions and of anaerobically treated green tea leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 315-319 (1992)
18. Yun, S.J., Choi, K.G and Kim, J.K. ' Effect of anaerobic treatment on carbohydrate-hydrolytic enzyme activities and free amino acid contents in barley malt. *Korean Soc. Crop Sci*, **43**, 19-22 (1998)
19. Nakagawa, K. and Onota, A. : Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ *Food Processing* **31**, 43-46 (1996)
- 20 Oh, S.H., Seo, K.W., Choi, D.S. and Han, K.S. : Application effects of chitosan fertilizer on the growth of cabbage and GABA contents in the cabbage *J Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol*, **43**, 34-38 (2000)
- 21 Rhew, T.Y. and Sachan, D.S. ' Dose-dependent lipotropic effect of carnitine in chronic alcoholic rats. *J. Nutr.*, **116**, 2263-2269 (1986)
22. Lieber, C.S . Alcohol and the liver. *Gastro.*, **106**, 1085-1180 (1994)
- 23 Oh, S.H., Cha, Y.S. and Choi, D.S. ' Effects of *Angelica gigas* Nakai diet on lipid metabolism, alcohol metabolism and liver function of rats administered with chronic ethanol. *J. Korean Soc Agric. Chem. Biotechnol.*, **42**, 29-33 (1999)
24. Pikaar, N.A., Wedel, M, Vander Beek, E.J, Van Dokkum, W., Kempen, H.J., Kluff, C., Ockhuizen, T. and Hermus, R.J. ' Effects of moderate alcohol consumption on platelet aggregation fibrinolysis and blood lipids. *Metabolism*. **36**, 538-548 (1987)
25. Mezey, E. ' Alcoholic liver diseases' roles of alcohol and malnutrition *Am J Clin Nutr.*, **33**, 2709-2718 (1980)
26. Cha, Y.S. : Cellular and enzymatic basis for carnitine-mediated attenuation of ethanol metabolism. *Ph.D. Dissertation*. The Univ of Tennessee, USA (1993)
- 27 Goldstein, J.L and Brown, M.S : Lipoprotein receptors: Genetic defense against atherosclerosis *Clin. Res.*, **30**, 417-423 (1983)
28. Steinberg, D. and Witztum, J.L . Lipoproteins and atherogenesis. *J. Am. A*, **264**, 3047-3052 (1990)
- 29 Lowe, G.D.O. ' Blood viscosity lipoprotein and cardiovascular risk *Circulation*, **85**, 2329-2331 (1992)
30. Kim, K.S. and Lee, M.Y. . Effects of *Artemisia selengensis* methanol extract on ethanol-induced hepatotoxicity in rat liver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 581-587 (1996)
- 31 Lee, S.I, Park, Y.S. and Cho, S.Y. : Protective effect of *Oenanthe javanica* extract on the carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice *J. Korean Soc Food Nutr*, **22**, 392-397 (1993)
32. Bae, S.J., Kim, N.H, Koh, J.B, Roh, S.B. and Jung, B.M. . Effects of Godulbaegi (*Ixeris sonchifolia* H.) diet on enzyme activities of CCl₄ induced hepatotoxicity in rats *Korean J. Nutr.*, **30**, 19-24 (1997)