

국내산 자원 식물 및 버섯류에서 γ -aminobutyric acid의 함량 분석

김효정 · 김현정 · 전방실 · 차재영 · 김현경¹ · 조영수*

동아대학교 생명자원과학대학 생명자원과학부

¹영남농업시험장

Analysis of γ -Aminobutyric acid Concentrations in Korean Plants and Mushrooms

Hyo-Jung Kim, Hyun-Jung Kim, Bang-sil Jun, Jae-Young Cha,
¹Hyeon-Kyoung Kim¹ and Young-Su Cho*

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

¹National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA

Abstract

The concentrations of γ -aminobutyric acid in some Korean plants and mushrooms were investigated. γ -aminobutyric acid concentrations in *Morus alba* leaves, *Cudrania tricuspidate* leaves and fruits were 134.03, 104.13 and 120.99 mg/100 g dry matter basis, respectively. γ -aminobutyric acid concentrations in *Pleurotus ostreatus*, *Flammulina velutipes* and *Auricularia auricula* were 93.44, 72.17 and 66.48 mg/100 g dry matter basis, respectively.

Key words – γ -aminobutyric acid, *Morus alba*, *Cudrania tricuspidate*, *Pleurotus ostreatus*, *Flammulina velutipes*

서 론

γ -Aminobutyric acid는 비단백태 아미노산으로 동물과 식물 등에 존재하는 것으로 알려져 있다[13]. 식물에 있어서는 차[3], 맥아[20], 뽕잎[23], 쌀배아[15], 추잎과 뿌리[4] 및 생약의 황기[24]에서 검출되고 있는데, 생산 또는 처리 조건을 달리함으로써 γ -aminobutyric acid의 함량이 증가하는 것으로 보고되고 있다[18,21]. 또한, γ -aminobutyric acid는 척추동물의 뇌 중에 많이 존재하면서 중추신경계의 주된 억제성 신경전달 물질로서 혈압 강하 작용에 관여하는

것으로 보고된 바 있다[19,2]. 한편, 담수녹조류인 chlorella에 많이 함유되어 있으며[16], 미생물에도 일부 존재하는 것으로 알려져 자연계에서 얻을 수 있는 천연 생리활성물질로 각광받고 있다.

γ -Aminobutyric acid의 생성은 glutamate decarboxylase (GAD)에 의한 glutamate의 탈탄산 반응에 의해 이루어지며 [9,1], epilepsy, prkinson's disease, schizophrenia 등의 뇌에서 이들 성분의 농도저하가 관찰되어 밀접한 관련이 있는 것으로 전해지고 있다[1,10]. 특히, 알콜성 간질환은 뇌 중의 γ -aminobutyric acid 대사의 항상성이 깨져서 저혈압을 일으키며, 알콜성 신경계 질환은 γ -aminobutyric acid 농도뿐만 아니라 γ -aminobutyric acid 수용체의 대사 이상으로 신경계 질환을 유도하는 것으로 제안되었다[14]. 이처럼

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 051-200-7586, Fax : 051-200-7505
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr

체내에서 신경계 억제성 전달물질로 γ -aminobutyric acid의 역할 중요성이 알려지면서 최근 기능성 식품소재로 관심의 대상이 되고 있다. 따라서 본 실험에서는 식·의약품의 재료로 사용되고 있는 일부 한방 식물 및 버섯류를 소재로 기존에 알려진 생리활성물질에 부가해서 γ -aminobutyric acid의 함량을 측정하여 기능성 식품소재 발굴의 기초자료를 제공하기 위하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

꾸지뽕잎과 열매는 경남 김해시 생림면 인근 야산에서 채취하였으며, 뽕잎은 동아대학교 생명자원과학부 포장에서 채취하였다. 버섯을 비롯한 기타 재료는 일반 시중 대형마트에서 판매되고 있는 것을 직접구입하여 건조시킨 후 분말화하여 시료로 사용하였다. 홍삼 분말은 한국인삼연초연구원에서 제공받아 사용하였다.

γ -Aminobutyric acid 함량 분석 방법

Kim 등[11]의 방법에 준하여 전처리 한 후 분석하였다. 즉, 몇몇 자원식물 및 버섯류의 γ -Aminobutyric acid 함량을 측정하기 위해 분말화한 건조시료 1 g을 취하여 70% 에탄올을 가하여 50 mL로 정용하고 vortex mixer로 혼합한 후 4,000 rpm에서 10분간원심분리 하였다. 그 상정액을 10 mL 취하여 단백질을 제거시키기 위해 20% trichloroacetic acid(TCA) 용액 5 mL를 넣고 냉암소에서 1시간 방치한 후, 디에틸 에테르를 이용하여 여액중의 TCA를 제거하고 남은 물총을 45°C 이하의 온도에서 evaporator를 사용하여 감압 농축하여 건고시켰다. 이 건고물을 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 용해하여 0.45 μ m membrane filter로 여과시켜 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 20, U.S.A.)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

약용 및 식용자원 식물로부터 생리활성물질로서 주목받고 있는 γ -aminobutyric acid의 함량을 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 본 실험에 사용한 시료 중에서는 뽕나무 잎에서 134.03 mg/100 g DM으로 가장 높은 함량이

Table 1. γ -aminobutyric acid concentration in plants

Scientific name	Korean name	Plant part	Concentration (mg/100 g DM)
<i>Morus alba</i>	뽕나무	leaf	134.03
<i>Cudrania tricuspidate</i>	꾸지뽕나무	leaf	104.13
		fruit	120.99
<i>Camellia sinensis</i>	녹차	leaf	23.71
<i>Carthamus tinctorius</i>	홍화	flower	34.38
		seed	1.39
<i>Diospyros kaki</i>	감	leaf	36.09
<i>Capsicum annum</i>	고추	seed	33.66
<i>Opuntia vulgaris</i>	백년초	fruit	52.55
<i>Red ginseng</i>	홍삼	body	34.02
<i>Angelica keiskei</i>	신선초	body	19.07

*DM: dry matter

검출되었다(Fig. 1). 또한, 같은 종인 꾸지뽕나무 열매와 잎에서 각각 120.99 및 104.13 mg/100 g DM으로 나타나 역시 높은 함량이 검출되었다. 이러한 결과는 일본의 뽕경엽에서 γ -aminobutyric acid 함량을 측정한 11.1 mg/100 g DM에 비해서는 약 12배 높은 함량을 나타내었다.

최근, 고지질혈증 개선 작용[12,5], 항산화 작용[6,7], 항균 작용[17], 항당뇨 작용[8] 등 뽕나무류의 약리작용에 관한 것이 밝혀지면서 생리활성물질 탐색의 재료로 많은 연구자들에 의해 주목의 대상이 되고 있다. γ -aminobutyric acid를 많이 함유한 식물성 재료를 얻기 위하여 혼기적 스트레스[20], 수분 스트레스[15], 키탄 처리[23] 등 다양한 방법들이 시도되고 있다. 이러한 방법들에 의해 증가된 고함유 γ -aminobutyric acid 식물체를 적절히 이용하여 기능성 식품을 생산하려고 시도하고 있다. 따라서, 뽕나무류의 다양한 생리작용 중의 하나로 γ -aminobutyric acid의 역할이 기대되며 앞으로 이를 적절히 이용할 수 있다면 보다 나은 천연식물에서 식품 가공 원료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

백년초를 비롯한 다른 식·약용작물에서는 γ -aminobutyric acid의 함량이 20~53 mg/100 g DM 정도를 나타내고 있다(Table 1). 이러한 결과는 Cha와 Oh[4]가 및 Wallace 등[22]이 보고한 배추 잎 4.69 μ mol/g(48.3 mg/100 g DM) 및 콩잎 2.15 μ mol/g(22.2 mg/100 g DM)과 비슷한 함량이였다. 그러나, 홍화씨 1.39 mg/100 g DM, 정구지씨 1.55

mg/100 g DM(미제시), 치자 열매 0.57 mg/100 g DM(미제시) 등에서는 극히 낮은 함량을 가진 것으로 나타나 식물 종간에 의한 차이가 큰 것으로 사료된다.

본 실험에 사용한 식용 및 약용버섯 10종류를 일반 시중에서 판매되고 있는 것을 구입하여 γ -aminobutyric acid의 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 느타리버섯 93.44, 팽이버섯 72.17, 표고버섯 61.15 mg/100 g DM으로 식용버

섯에서 대체로 높은 함량을 나타내었다(Fig. 2). 약용버섯으로 널리 이용되고 있는 상황버섯과 영지버섯에서는 각각 10.31 및 3.09 mg/100 g DM으로 상당히 낮은 함량을 나타내었다.

식생활 변화로 과잉의 영양 섭취에 의해 퇴행성 만성 질환이 매년 증가되고 있는 시점에서 영양가는 낮으면서 기호성과 많은 생리활성의 특성을 가지고, 또한 부작용이 없

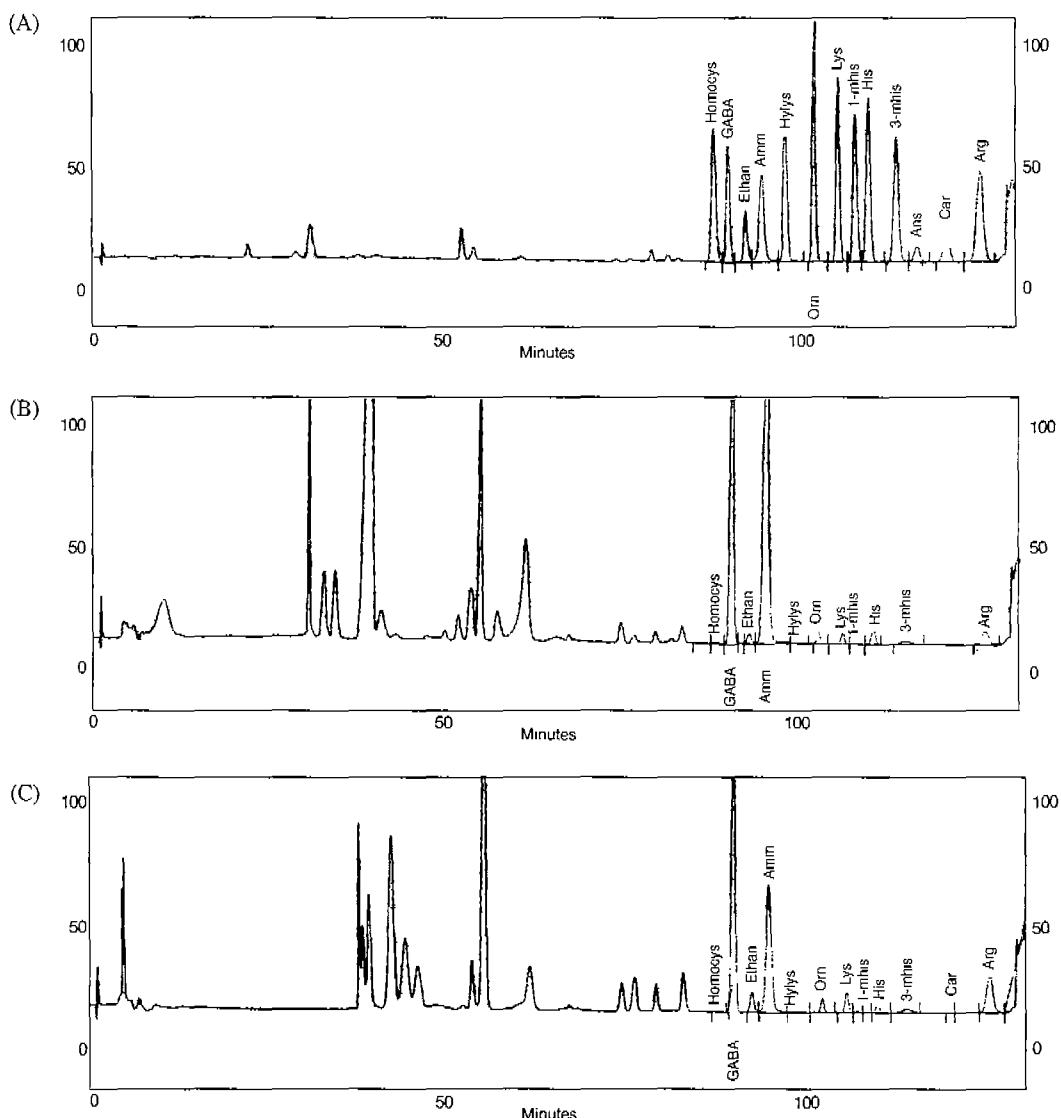


Fig. 1. Compositions of standard amino acid(A), free amino acids of *Cudrania tricuspidate* lea(B) and of *Morus alba* leaf(C).

Homocys: homocystine, GABA: γ -aminobutyric acid, Ethan: ethanolamine, Amm: ammonia, Hylys: hydroxylysine, Orn: ornithine, Lys: lysine, 1-mhis: 1-methyl histidine, His: histidine, 3-mhis: 3-methyl histidine, Ans: Anserine, Car: Carnosine, Arg : Arginine.

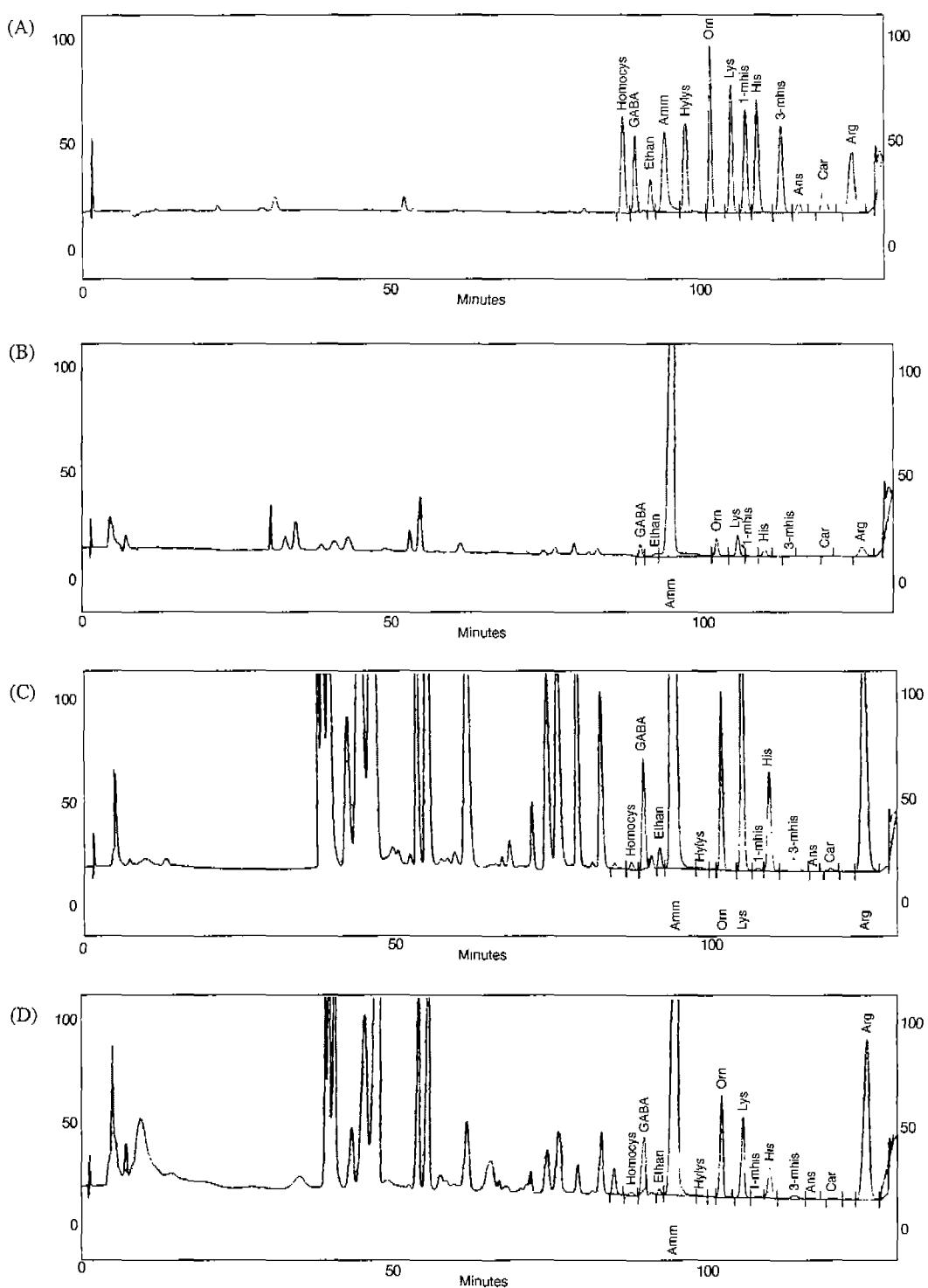


Fig. 2. Compositions of standard amino acid(A) and free amino acids of each samples(B : *Pleurotus ostreatus*, C : *Lentinus edodes* and D : *Ganoderma lucidum*).

Homocys: homocystine, GABA: γ -aminobutyric acid, Ethanolamine, Amm: ammonia, Hylys: hydroxylysine, Orn: ornithine, Lys: lysine, 1-mhis: 1-methyl histidine, His: histidine, 3-mhis: 3-methyl histidine, Ans: Anserine, Car: Carnosine, Arg: Arginine.

Table 2. γ -aminobutyric acid concentrations in mushrooms

Scientific name	Korean name	Concentration (mg/100 g DM*)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	느타리버섯	93.44
<i>Flammulina velutipes</i>	팽이버섯	72.17
<i>Auricularia auricula</i>	목이버섯	66.48
<i>Lentinus edodes</i>	표고버섯	61.15
<i>Pleurotus eryngii</i>	새송이버섯	46.40
<i>Pleurotus ostreatus</i>	애느타리버섯	36.09
<i>Agaricus bisporus</i>	양송이버섯	36.09
<i>Umbilicaria esculenta</i>	석이버섯	28.74
<i>Phellinus linteus</i>	상황버섯	10.31
<i>Ganoderma lucidum</i>	영지버섯	3.09

*DM: dry matter

는 천연물을 이용한 의약품의 소재 개발로 사용 가능한 버섯류의 약용가치를 연구하는 것에 대해 관심이 고조되고 있다. γ -aminobutyric acid는 충추신경계에 작용하는 억제성 신경 전달 물질로 혈압 강하 작용에도 관여하는 것으로 알려져 있다[2]. 즉, γ -Aminobutyric acid를 다량 함유한 차엽 추출액(spontaneously hypertensive rats)과 chlorella 가 SHRSP에서 혈압상승을 억제시키는 것으로 보고된 바 있다[16]. 또한, γ -aminobutyric acid가 다량 함유된 쌀배아 추출물을 흰쥐에 투여한 실험에서 혈중 중성지방 농도를 감소시키는 결과도 보고되었다[15]. 따라서, γ -aminobutyric acid를 많이 함유하고 있는 버섯류도 이러한 다양한 생리활성 기능을 가진 것으로 알려지면서 점차 기능성 식품 및 의약품 소재를 위한 연구개발이 급속히 이루어 질 것으로 사료된다.

요 약

몇몇 식용 및 약용식물과 버섯의 천연 생리활성성분을 기능성 식품 및 의약품 원료로 사용할 목적으로 이들의 γ -aminobutyric acid 함량을 측정하여 그 기초자료를 제공하는데 있다. 본 실험에서 사용된 자원식물 중에서 뽕나무잎 및 꾸지뽕나무잎과 열매에서 각각 134.03, 104.13 및 120.99 mg/100 g DM로 많이 함유되어 있었다. 또한, 버섯류에서 γ -aminobutyric acid의 함량은 식용버섯인 느타리버섯, 팽이버섯 및 표고버섯에서 각각 93.44, 72.17 및 61.15

mg/100 g DM로 약용 버섯인 상황버섯과 영지버섯의 10.31 및 3.09 mg/100 g DM보다 높게 나타났다. 이상의 결과에서 약용자원식물인 뽕나무류와 식용버섯류에서 천연 생리활성성분인 γ -aminobutyric acid를 비교적 많이 함유하고 있어 기능성 식품 및 의약품 원료로 사용될 가능성이 제기되었다.

참 고 문 헌

- Bao, J., W. Y. Cheung and J. Y. Wu. 1995. Brain L-glutamate decarboxylase. *J. Biol. Chem.* **270**, 6464-6467.
- Bown, Q. W and B. J. Shelp. 1997. The metabolism and function of γ -aminobutyric acid. *Plant Physiol.* **115**, 1-5.
- Chang, J. S., B. S. Lee and Y. G. Kim. 1992. 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.
- Cha, Y. S. and S. H. Oh. 2000. 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. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 500-505.
- Cha, J. Y., H. J. Kim, B. S. Jun and Y. S. Cho. 2000. Effect of water extract of leaves from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid concentration of serum and liver in rats. *Agric. Chem. Biotechnol.* **43**, 303-308.
- Cha, J. Y., H. J. Kim, C. H. Chung and Y. S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of polypheinoic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
- Cha, J. Y., H. J. Kim and Y. S. Cho. 2000. Effect of water-soluble extract from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissues of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 531-536.
- Chen, F., N. Nakashima, I. Kimura and M. Kimura. 1995. Hypoglycemic activity and mechanism of extracts from mulberry leaves(*Folium mori*) and cortex *mori radicis* in streptozotocin-induced diabetic mice. *Yakugaku Zasshi* **115**, 476-482.
- Erlander, M. J. and A. J. Tobin. 1991. The strutural and functional heterogenetiy of glutamic acid decarboxylase : a review. *Neurochem. Res.* **16**, 215-226.

10. Krogsgaard-Larsen, P. 1989. GABA receptors. In *Receptor Pharmacology and Function*. Williams M., Glennon, R. A. and Timmermans, P.M.W.M.(eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, 349-383.
11. Kim, Y. S., D. J. Kwon, H. I. Oh and T. S. Kang. 1994. Comparison of physicochemical characteristic of traditional and commercial kochujang during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 1-17.
12. Kim, S. Y., W. C. Lee, H. B. Kim, A. J. Kim and S. K. Kim. 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemic in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1217-1222.
13. Mody, I., Y. DeKoninck, T. S. Otis and I. Soltesz. 1994. Bridging the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci.* **17**, 517-525.
14. Morrow, A. L. 1997. Researchers study alcohol's channels to the brain. *Center line* **8**, 1-3.
15. Nakagawa, K. and A. Onota 1996. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ. *Food Processing* **31**, 43-46.
16. Nakamura, T., T. Matsubayashi, K. Kamachi, T. Hasegawa, Y. Ando and M. Omori. 2000. γ -aminobutyric acid (GABA)-rich Chlorella depresses the elevation of blood pressure in spontaneously hypertensive rats (SHR). *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **74**, 907-909.
17. Ottersen, T., B. Vance, N. J. Doorenbos, B. L. Chang and F. S. Ei-Ferally. 1977. The crystal structure of cudranone, 2,6,3'-trihydroxy-4-methoxy-2'-(3-methyl-2-butenoxy)-I, a new antimicrobial agent from *Cudrania cochinchinensis*. *Acta. Chem. Scand [B]* **31**, 434-436.
18. Ramputh, A. I. and A. W. Bown. 1996. Rapid γ -aminobutyric acid synthesis and the inhibition of the growth and development of oblique-banded leaf-roller larvae. *Plant Physiol.* **111**, 1349-1352.
19. Yoo, B. K., J. W. Hong, J. W. Suk, J. Y. Ahn, K. S. Lee, S. W. Cho and S. Y. Cho. 1996. Inhibitory action of the antidepressant/antianoxic drug phenelzine on brain GABA transaminases. *Arch. Pharm. Res.* **19**, 480-485.
20. Yun, S. J., K. G. Choi and J. K. Kim. 1998. Effect of anaerobic treatment on carbohydrate-hydrolytic enzyme activities and free amino acid contents in barley malt. *Korean Soc. Crop Sci.* **43**, 19-22.
21. Vandewalle, I. and R. Olsson. 1983. The γ -aminobutyric acid shunt in germinating *Sinapis alba* seeds. *Plant Sci. Lett.* **31**, 269-273.
22. Wallace, W., J. Secor and L. E. Schrader. 1984. Rapid accumulation of γ -aminobutyric acid and alanine in soybean leaves in response to abrupt transfer to low temperature, darkness or mechanical manipulation. *Plant Physiol.* **75**, 170-175.
23. 田中俊弘. 1995. “日本薬草全書”新日本法規. pp.195-197.
24. 平林潔. 1997. 次のバイオ 食品は桑と絹だ!. *New Food Industry*. **39**, 49-54.

(Received October 16, 2001; Accepted November 19, 2001)