

## 배추의 생장 및 배추 중의 $\gamma$ -aminobutyric acid 함량에 미치는 키토산비료의 시비효과

오석홍\*<sup>1,2</sup> · 서경원<sup>2</sup> · 최동성<sup>1,2</sup> · 한광수<sup>3</sup> · 최원규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>우석대학교 생물공학과, <sup>2</sup>대학원 생명공학과, <sup>3</sup>생명자원학과

**초 록 :** 과채류에 대한 키토산 유기농업의 효과를 알아보기 위한 시도의 일환으로 배추의 생장 및 배추 중의  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 함량에 미치는 키토산비료의 시비효과를 조사하였다. 육묘상태에서 대조구에는 물을, 실험구에는 3% 키토산액을 500배 희석하여 2일에 1회 처리하였고, 본 밭에 정식후 대조구에는 물을, 실험구에는 동일한 키토산 희석액을 7일 1회 간격으로 엽면시비 하였다. 키토산비료의 시비는 물 처리구에 비하여 육묘상태에서 배추묘의 잎 길이를 증가시켰고, 어린묘 중의 GABA 함량도 증진시켰다. 키토산비료의 시비는 본밭 토양의 물리화학적 특성을 크게 변화 시키지 않으면서 본밭에서의 배추의 평균 들레 및 무게를 대조구에 비하여 증가시켰으며, GABA 함량도 증진시키는 것으로 조사되었다. 이들 결과들은 키토산비료의 시비가 배추의 생산량과 품질을 일부 향상시킬 수 있음을 제안해 주는 것이다. (1999년 10월 19일 접수, 1999년 12월 23일 수리)

### 서 론

키틴은 새우, 게 등의 갑각류 및 연체류의 껍질, 그리고 곤충류와 버섯류 및 사상균의 세포벽 등에 함유되어 있는 고분자 물질이며 지구상 생물자원 중에서 섬유소 다음으로 가장 많이 생산되고 있다.<sup>1,2</sup> 키틴은 N-acetyl- $\beta$ -D-glucosamine 잔기가  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4) 결합한 분자량 100만 이상의 다당류이며, 키틴의 아미노기에 결합한 아세틸기가 떨어져 생성된 화합물을 키토산이라 한다.<sup>2</sup>

키토산은 인체에 무해할 뿐만 아니라 초산과 같은 약산으로 쉽게 용해되며 피막을 형성할 수 있는 생분해성 천연고분자 물질이다.<sup>3,4</sup> 최근들어 키토산의 여러 가지 생리적 기능이 알려지면서 식품소재, 화장품과 의료소재 등의 원료로 이용되고 있으며, 다른 분야에서도 실용화를 위한 연구개발이 급속히 이루어지고 있다.<sup>1,3,5-8</sup>

고등식물은 키틴과 키토산을 함유하고 있지 않으나 chitinase와 chitosanase와 같은 분해효소를 가지고 있으며, 키토산은 식물세포에서 chitinase의 생성 유도작용, phytoalexin의 축적, 그리고 proteinase inhibitor의 합성 등과 같은 방어기작을 촉진시키는 것으로 알려져 있어,<sup>3,9-13</sup> 키토산을 사용할 경우 식물체의 자기보호기능 향상과 식물세포의 활성화를 통하여 생장을 촉진하는 효과가 크다고 할 수 있다.

혈압강하 등의 생리활성 기능이 있는 것으로 알려진  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA)는 식물이 환경적인 스트레스를 받게 되면 그 생성이 급격하게 증진되는 것으로 알려지면서<sup>14,15</sup> 혐기적 스트레스 및 수분 스트레스 등을 통하여 GABA가 많이 함유된 기능성 식물식품을 생산하려는 시도가 행하여 졌다.<sup>16,17</sup> 또한 식물체내 증진된 GABA는 해충의 접근을 어느 정도 막

을 수 있는 것으로 제안되고 있어<sup>18</sup> 키토산을 식물에 처리했을 경우 나타나는 자기보호기능 향상 효과와 GABA의 함량 변화와의 관련성을 예견할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 상기와 같은 키토산의 기능 및 효과를 토대로 키토산 유기농업이 채소류의 생산량 및 품질을 인위적으로 높일 수 있다고 생각하여 키토산비료를 배추재배에 적용하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

#### 시약 및 기구

$\gamma$ -aminobutyric acid는 Sigma제(USA)를 사용하였고, UV/Vis spectrophotometer는 Shimadzu(Japan)제를, amino acid analyzer는 Waters(USA)제를, atomic absorption spectrophotometer는 Varian(Australia)제를 이용하였다. 키토산비료는 게 껍질로부터 얻은 키토산으로 조제한 SL-chitosan액(탈아세틸화도 90% 이상인 평균 분자량 10만의 키토산 1%와 평균 분자량 1만의 키토산 2%, 철 0.1%, 붕소 0.05%, 탄산칼슘 1% 및 젖산 3% 함유)을 (주)한국키토산에서 제공받아 사용하였다. 그 외 시약은 특급제품을 사용하였으며, microcentrifuge 등은 Vision(Korea)제를 사용하였다.

#### 키토산비료의 시비

배추(불암 3호)는 대조구, 실험대조구, 실험구로 나누어 플러그묘로 육묘하였으며, 육묘를 위해 흥농 바이오 상토 1호와 플러그묘 162공 트레이를 사용하였다. 육묘상태에서 대조구에는 물을, 실험구 및 실험대조구는 SL-키토산액(500배 희석액)을 2일에 1회 처리하였다. 육묘를 본밭에 정식한 후에 대조구와 실험대조구에는 물을, 실험구에는 SL-키토산액(500배 희석액)을 7일 간격으로 엽면시비하였다. 농약은 관례에 따라 구간 동일하게 처리하였다.

찾는말 : 키토산, 배추, 생장, GABA

\*연락처 : Tel : 0652-290-1433, Fax : 0652-291-9312

**배추의 생육상태 조사**

배추는 온실에서 씨앗 파종후 3일부터 어린묘의 가장자리 본잎 2개의 길이를 3일 간격으로 측정하였고, 본밭에서의 통둘레 길이 및 무게를 1주일 간격으로 측정하여 생육 상태를 관찰 하였다.

**GABA 분석방법**

키토산비료의 시비로 인한 배추중의 GABA의 함량 변화를 측정하기 위해 액체질소로 마쇄된 시료 파우더에 메탄올 : 클로로포름 : 물(12 : 5 : 3)의 혼합액을 가하여 섞어 주었다. 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 GABA를 2차 추출하였고, 1, 2차 원심분리로부터 얻은 상등액을 합하여 냉동건조하였다. 이어 소량의 물로 용해한 후 0.45 μm PVDF 필터(Millipore)로 여과하여 아미노산자동분석기(AccQ·Tag Amino Acid Analysis System, Waters)로 분석을 실시하였고, 표준 GABA(Sigma)의 분석결과와 비교하여 GABA의 함량을 산출하였다.

**토양분석**

토양분석을 위해 대조구, 실험대조구 및 실험구배추 생육을 위한 각각의 본밭 토양 시료를 채취하였다. 시료는 본밭에 배추를 정식하기 전과 배추 수확이 끝난 후로 나누어 채취하였으며, 채취된 시료는 김제시 농업기술센터 종합검정실에 의뢰하여 분석하였다. 토양 분석시 pH는 시료 : 증류수의 비율 1 : 5로 하여 pH meter로 측정하였고, 전기 비전도도(EC), 유기물, 유효인산, 치환성 양이온은 농촌진흥청 토양화학 분석법<sup>19)</sup>에 준하여 분석하였다.

**결 과**

**온실에서 배추의 생육상태**

온실에서 씨앗 파종후 3일부터 배추 어린묘의 가장자리 본잎 길이를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 그림에서와 같이 키토

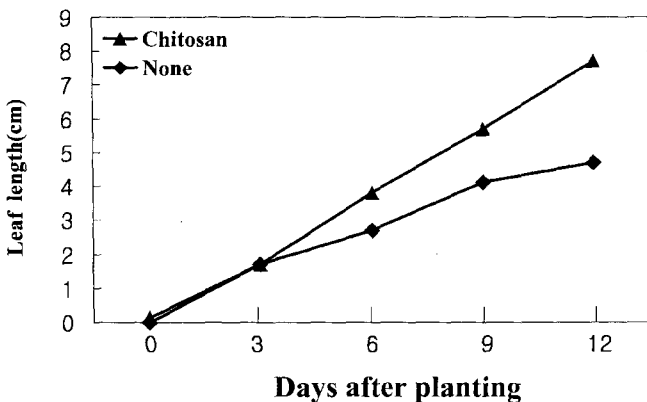


Fig. 1. Average leaf length of cabbage seedling cultivated by chitosan fertilizer application. The lengths of two outmost leaves were measured during the growth of cabbage seedlings in green house. The numbers are the averages of 50 seedlings in each group.

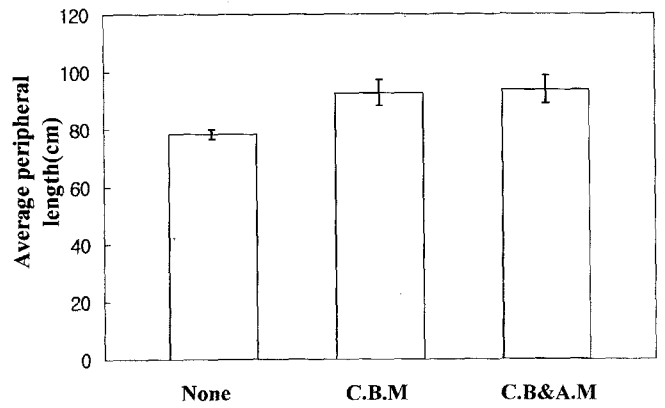


Fig. 2. Average peripheral length of cabbage cultivated by chitosan fertilizer application. Peripheral lengths of cabbages were measured after harvesting cabbages cultivated in field. None, control; C.B.M., chitosan fertilizer applied before planting in main field; C.B.&A.M., chitosan fertilizer applied before and after planting in main field. The numbers are the averages of 50 cabbages in each group.

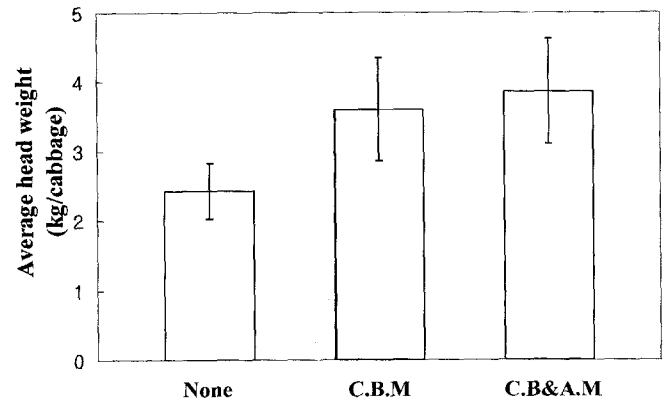
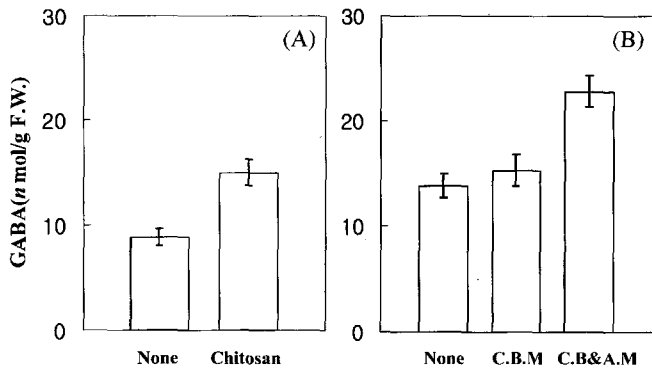


Fig. 3. Average head weight of cabbage cultivated by chitosan fertilizer in field. Average weights of cabbages were measured after harvesting cabbages cultivated in field. Treatments are same as described in the legend in Fig. 2. The numbers are the averages of 50 cabbages in each group.

산비료 처리구에 있어 본 잎의 길이가 무처리구에 있어서의 본잎길이 보다 증가하는 현상을 뚜렷이 볼 수 있었다. 또한 어린묘의 본잎수를 측정한 결과에 있어서도 키토산비료 처리구에 있어 본잎수가 무처리구에 있어서의 본잎수 보다 증가하는 현상을 볼 수 있었다(미제시 자료).

**수확시 배추 통둘레길이**

배추의 생육정도를 알아보기 위한 방법의 일환으로 본밭에 이식한 후 수확 단계에 이르러 측정한 배추의 통둘레 길이를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 전체적으로 키토산비료 처리구의 둘레길이가 무처리구에 비하여 큰것으로 나타났으며, 포트상에서만 키토산비료를 처리해도(C.B.M.) 포트상과 본밭에서 모두 키토산비료를 처리한 구(C.B.&A.M.)와 별다른 차이를 보이지 않았음을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 포트상에서 키토산비료를 처리하여 건전묘를 육성하는 것이 배추의 성장을 위해 중요하다는 것을 나타내 주는 결과이다.



**Fig. 4. GABA contents in cabbage seedlings and cabbages cultivated by chitosan fertilizer application.** GABA was extracted from the cabbage seedling harvested just before planting in main field(A) and from the cabbages grown in main field(B). The contents of GABA in the extracts were measured by the method described in the Materials and Methods. Values are the means of three independent determinations with the standard error of the mean values. Treatments are same as described in the legend in Fig. 2.

**수확시 배추의 평균무게**

수확시에 배추의 평균 무게를 측정해본 결과는 Fig. 3과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 키토산비료를 처리한구가 무처리구에 비하여 배추의 평균 무게가 많이 나가는 것을 알 수 있었다. 또한 들레길이의 경우에서와 같이 포트상에서만 키토산비료를 처리해도(C.B.M.) 포트상과 본밭에서 모두 키토산비료를 처리한 구(C.B.&A.M.)와 평균 무게에 있어서 큰 차이를 보이지 않았음을 알 수 있었다.

**배추 중의 GABA 함량**

온실에서 자란 배추묘와 본밭에서 자란 배추 중의 GABA 함량을 조사해본 결과 키토산비료 처리구가 무처리구에 비하여 GABA 함량이 높은 것으로 조사되었다(Fig. 4). 또한 포트상에서만 키토산비료를 처리한 경우에 비하여 본밭에서도 키토산비료를 처리하여 주는 것이 GABA의 함량증진에 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Fig. 4B). 이는 키토산비료 처리에 의해 식물체내 GABA생성이 증진될 수 있음을 암시해 주는 결

과로써 가능성을 높은 배추를 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

**토양의 이화학적 특성**

본밭 토양의 이화학적 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. Table 1에서 보는 바와 같이 키토산비료 시비에 의한 특이적인 토양 특성 변화는 관찰되지 않았다. EC 값은 모든구에서 정식 단계시 채취한 토양에 비하여 배추 수확후 채취한 토양에서의 값이 감소되는 경향을 나타내었다.

**고찰**

키토산 유기농업을 통하여 채소류의 생산량 및 품질을 개선시키기 위한 시도의 일환으로 배추의 성장 및 배추 중의  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 함량에 미치는 키토산비료의 시비효과를 조사하였다. 실험대상으로 삼은 배추(불암 3호)의 경우 포트상에서 키토산비료를 처리해 건전한 육묘를 육성시키는 것이 배추의 전체적인 생육을 위해 중요한 것으로 나타났다. 키토산비료 처리는 육묘상태에서 이미 본잎수와 본잎길이에 있어 무처리구를 능가하는 생육상태를 보였고 이는 본밭에 나가서도 우수한 생육상태를 그대로 유지하게 해주었다. 따라서 육묘상태에서의 건전함이 수확시 배추의 평균 통둘레 및 무게의 증가에 있어 중요한 인자임을 알 수 있었다. 또한 키토산비료 처리에 의하여 배추중의 GABA 생성이 증진되는 것으로 조사되었는데, GABA 함량은 포트에서 뿐 아니라 본 밭에서도 키토산 비료를 시비해 줌에 따라 더욱 증진되는 것으로 나타났다.

키틴, 키토산을 식물세포조직과 접촉시키는 것 만으로 chitinase의 유도 생성이 촉진되고, phytoalexin과 같은 식물의 자기방어기구가 발동됨이 밝혀진 바 있다. 예를들면, Hirano 등<sup>10)</sup>은 상추 종자를 키토산 및 그의 유도체 용액으로 코팅하여 발아했을 때 종자의 chitinase 활성을 높게 유도하여 종자 발아과정에서 어린 잎을 식물병원균의 감염으로부터 방어한다고 보고한 바 있으며, 키틴 유도체를 벼 캘러스에 처리했을 때 chitinase의 함량이 역시 높아졌음을 보고하였다.<sup>11)</sup> 그러나 지금까지 키토산 처리에 의한 GABA 함량 변화에 관한 보고는 없었으며, 본 연구에서 발견한 키토산비료의 처리가 배추의

**Table 1. Physico-chemical properties of main field soil before and after the cultivation of cabbage**

Group (cabbage)	Sampling*	pH(1:5)	EC**(dS/m)	OM(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K(g/kg)	Ca(g/kg)	Mg(g/kg)
None***	before	6.6	0.80	0.5	232	1.92	4.3	3.1
	after	6.8	0.35	0.9	284	1.11	4.3	2.7
C.B.M	before	6.4	1.10	1.1	133	1.46	3.2	2.3
	after	6.8	0.25	0.7	124	1.61	3.4	2.3
C.A.M	before	6.1	1.35	0.3	151	1.47	3.3	2.5
	after	6.4	0.65	0.3	73	0.96	3.6	3.0
C.B&A.M	before	6.2	1.65	0.3	162	1.88	3.7	2.4
	after	6.6	0.30	0.8	162	0.95	3.3	2.2
Optimum range		6.0~6.5	below 2.5	2.0~3.0	300~500	0.50~0.70	3.0~6.0	1.5~2.0

\*Soil samples were collected before and after the cultivation of cabbage from main fields.

\*\*EC, electrical conductivity; OM, organic matter; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

\*\*\*None, control cabbage; C.B.M, chitosan fertilizer treated cabbage before planting in main field; C.A.M, chitosan fertilizer treated cabbage after planting in main field; C.B&A.M, chitosan fertilizer treated cabbage before and after planting in main field.

GABA 함량 증진시킨 것은 매우 의미있는 결과라 사료 된다.

지금까지 제안된 식물세포내 GABA의 역할은 pH조절을 위한 대사기구의 한 부분, glutamate에서 succinate에 이르는 GABA-shunt를 통해 TCA 회로에서 산화를 위한 탄소골격의 제공, 질소저장 화합물 및 아미노산 대사산물, 해충의 공격중에 있을 때 합성되어 내충성을 보이게 하는 것 등이 있다.<sup>14,18)</sup> 따라서 식물의 성장과 발달을 위해서 GABA가 중요한 역할을 할 수 있음을 알 수 있다. 실질적으로 종자의 발아시 GABA의 함량이 급격히 증진되는 현상<sup>15,20)</sup>은 이와같은 견해를 뒷받침 해 주고 있다. 또한 식물에서 GABA의 합성은 여러 외부 환경적 요인(예, 기계적인 자극, 온도, 빛, 산소)에 의해 영향을 받는 것으로 보고되고 있어<sup>14,15,18)</sup> 식물체가 해충의 공격을 포함한 여러 환경적 스트레스에 대항하기 위한 수단인 하나로 GABA 생성체계를 가동시키고 있다고 생각된다. 이러한 관점에서 볼 때 키토산비료의 처리가 하나의 환경적인 요인(예, elicitor)으로 작용해서 배추 중의 GABA 함량을 증진시켰을 것으로 예견할 수 있다. 실제로 다른 연구보고에 의하면 식물조직이나 세포에 키토산이나 키틴을 처리하면 이들이 elicitor로 작용하여 lignification 반응,<sup>21,22)</sup> chitinase 및 phenylalanine ammonia-lyase 활성 유도작용<sup>9-11,22)</sup> 등을 보이는 것으로 조사된바 있다. 또한 키토산은 식물세포에서 phytoalexin의 축적 그리고 proteinase inhibitor의 합성 등과 같은 방어기작도 촉진시키는 것으로 알려져 있어,<sup>3,9-13)</sup> 키토산을 사용할 경우 식물체의 자기 보호기능 향상과 식물세포의 활성화를 통하여 성장을 촉진하는 효과도 예견할 수 있다. 따라서 본 연구에서의 배추의 성장 및 GABA 함량 증진에 대한 키토산 비료의 효과도 주성분인 키토산 작용의 일환이라 여겨지지만 앞으로 이들 메카니즘에 대한 좀더 체계적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

배추는 김치 재료중 가장 높은 비율을 차지하며 겨울철 김장 및 저장채소로서 그 중요성이 높고, 최근에는 신품종 및 냉장시설의 보급으로 연중 이용되고 있다. 배추에는 hydroxy benzoic acid, hydroxy cinnamic acid, quercetin과 같은 항산화 작용을 하는 flavonoid이 함유되어 있으며, 배추속의 phenolic compounds, chlorophylls 등에 의해서도 항산화성이 나타나는 것으로 추정되고 있다.<sup>23,24)</sup> 또한 배추에는 carotenoids 성분, 비타민 C 등도 많이 함유되어 있는 것으로 알려지고 있고, 앞으로 새로운 성분이 밝혀질 것으로 예상되며 새로운 기능성을 갖는 배추가 생산될 것으로 예상된다. 이와같은 견지에서 키토산비료의 처리에 의하여 배추중의 GABA 생성이 증진되었다는 것은 의미있는 발견이라고 사료되며, 또 다른 환경적인 인자의 처리, GABA 생성 유전자의 발현 등 GABA의 생성을 극대화할 수 있는 방안을 다각적으로 모색해보는 것이 앞으로 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구의 일부는 1999년도 우석대학교 학술연구비 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다. 또한 본 연구를 수행하는데 필요한 SL-chitosan액을 제공해주신 (주)한국키토산과 토양분석을 실시해주신 김제시 농업기술센터 종합검정실에

감사드립니다.

### 참고문헌

1. Jeon, Y.-J., Lee, E.-H. and Kim, S.-K. (1996) Bioactivities of chitin·chitosan (I) - antimicrobial function, hypertension control function and cholesterol control function. *Kor. J. Chitin Chitosan* **1**, 4-13.
2. Kim, S.-K. (1997) What is chitin·chitosan? In 'Chitin·Chitosan -Basic and Pharmacology', Lee, H. -Y. ed., Chap. 1, Iwha Culture Publishing Co.
3. Lee, S.-J., Uhm, J.-Y. and Lee, Y.-H. (1996) Effect of chitosan on the growth of *Botryosphaeria dothidea*, the casual fungus of apple white rot. *Kor. J. Appl. Microbial. Biotechnol.* **24**, 261-267.
4. Sanford, P. A. and Hutchings, G. P. (1987) Chitosan-a natural, cationic biopolymer : commercial applications. In 'Industrial polysaccharides : Genetic Engineering, Structure/Property Relations and Applications, Progress in Biotechnology' Yalpani, M. ed., Vol. 3, pp. 363-376, Elsevier Science Publishers, U.S.A.
5. Lee, J. S. (1995) Broadcasting effect of chitosan solution on dry matter production in Ladino clover (*Trifolium repens*). *Kor. J. Organic Agriculture* **4**, 79-85.
6. Lee, S.-H. and Cho, O.-K. (1998) The mixed effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* extracts and chitosan on shelf-life of *Kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**(5), 864-868.
7. Yoo, E.-J., Lim, H.-S., Kim, J.-M., Song, S.-H. and Choi, M.-R. (1998) The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of *Kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**(5), 869-874.
8. Hong, S.-P., Kim, J.-T., Kim, S.-S. and Hwang, J.-K. (1998) Effect of chitosan on the yield enhancement and quality of Indica rice. *Kor. J. Chitin Chitosan* **3**(2), 176-183.
9. Roby, D., Gabelle, A., and Toppan, A. (1987) Chitin oligosaccharides as elicitors of chitinase activity in melon plants. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **143**, 885-892.
10. Hirano, S., Yamamoto, T., Hayashi, M., Nishida, T., and Inui, H. (1990) Chitinase activity in seeds coated with chitosan derivatives. *Agri. Biol. Chem.* **54**, 2719-2720.
11. Inui, H., Kosaki, H., Uno, Y., Tabata, K., Hirano, S. (1991) Induction of chitinases in rice callus treated with chitin derivatives. *Agric. Biol. Chem.* **55**, 3107-3109.
12. Park, H.-Y. and Kim, S.-I. (1993) Induction of chitinases in rice suspension cultures treated with chito oligosaccharides. *Hanguk Nongwhahak Hoechi* **36**, 1-6.
13. Park, H.-Y. and Kim, S.-I. (1997) Enzyme properties and gene structure of rice chitinase. *Kor. J. Chitin Chitosan* **2**, 7-26.
14. Bown A.W. and Shelp, B.J. (1997) The metabolism and function of  $\gamma$ -aminobutyric acid. *Plant Physiol.* **115**, 1-5.
15. Chen, Y., Baum, G. and Fromm, H. (1994) The 58-kilodalton calmodulin-binding glutamate decarboxylase is a ubiquitous protein in petunia organs and its expression is developmentally regulated. *Plant Physiol.* **106**, 1381-1387.
16. Yun, S.J., Choi, K.G. and Kim, J.K. (1998) Effect of anaerobic treatment on carbohydrate-hydrolytic enzyme activities and free amino acid contents in barley malt. *Kor. J. Crop Sci.* **43**(1), 19-

- 22.
17. Nakagawa, K. and Onoto, A. (1996) Accumulation of  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) in the rice germ. *Food Processing* **31**(9), 43-46.
18. Ramputh, A.L. and Bown, A.W. (1996) Rapid gamma-aminobutyric acid synthesis and the inhibition of the growth and development of oblique-banded leaf-roller larvae. *Plant Physiol.* **111**, 1349-1352.
19. Rural Development Administration (1988) *Methods of Soil Chemical Analysis: Soil, Plant and Soil Microorganisms*, Suwon, Korea.
20. Vandewalle, I. and Olsson, R. (1983) The  $\gamma$ -aminobutyric acid shunt in germinating *Sinapis alba* seeds. *Plant Sci. Lett.* **31**, 269-273.
21. Pearce, R.B. and Ride, J.P. (1982) Chitin and related compounds as elicitors of the lignification response in wounded wheat leaves. *Physiol. Plant Pathol.* **20**, 119-123.
22. Notsu, S., Saito, N., Kosaki, H., Inui, H. and Hirano, S. (1994) Stimulation of phenylalanine ammonia-lyase activity and lignification in rice callus treated with chitin, chitosan, and their derivatives. *Biosci. Biotech. Biochem.* **58**(3), 552-553.
23. Cheigh, H.S. and Park, K.Y. (1994) Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Sci. Nutr.* **34**(2), 175-203.
24. Cheigh, H.S., Lee, Y.O. and Choi, Y.S. (1998) Antioxidative properties of kimchi and materials for kimchi. *Food Industry Nutr.* **3**(2), 47-54.

---

**Application Effects of Chitosan Fertilizer on the Growth of Cabbage and GABA Contents in the Cabbage**

Suk-Heung Oh<sup>\*1,2</sup>, Kyung-Won Seo<sup>2</sup>, Dong-Seong Choi<sup>1,2</sup>, Kwang-Soo Han<sup>3</sup>, Won-Gyu Choi<sup>1</sup>(<sup>1</sup>Department of Biotechnology and <sup>3</sup>Department of Life Resource Sciences, Woosuk University, Chonju 565-701 and <sup>2</sup>Department of Life Science and Technology, Graduate School, Woosuk University, Chonju 565-701, Korea)

**Abstract :** To investigate the effects of chitosan on growth and quality improvement of vegetables, we utilized cabbage as a model plant system and SL-chitosan as a chitosan fertilizer. The chitosan fertilizer treatment increased the leaf lengths of cabbage seedlings compared with those of control groups. In addition, the content of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) in the fertilizer-treated cabbage seedlings was higher than that in the control group. Peripheral lengths and head weights of cabbages along with their GABA contents were also measured during the growth of cabbages in field. The fertilizer treatment, without changing the physico-chemical properties of main field soil after the cultivation of cabbage, significantly increased the peripheral length, average weight and GABA content compared with control treatment. These results may suggest that the quality and quantity of cabbage can be improved by chitosan treatments.

---

Key words : Chitosan, cabbage, GABA, growth

\*Corresponding author