

## 유기게르마늄 수용액으로 재배된 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량

한성수\* · 임요섭 · 정재훈

원광대학교 농과대학 농화학과

**초록 :** 생육과 게르마늄 흡수가 양호한 유기게르마늄 콩나물(Soybean sprout fortified with organogermanium)을 재배할 목적으로 Ge-132 {Bis(2-carboxyethylgermanium sesquioxide)}를 사용하여 재배한 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량을 조사하였다. 유기게르마늄 콩나물과 일반콩나물의 생육특성 비교에서 처리시기별, 처리 횟수별, 게르마늄 종류에 따른 생육은 차이가 없었으나 품종간 콩나물의 생육특성 중 오리알태콩나물이 단엽콩나물보다 배축직경은 가늘고 총길이는 길었다. 담금시간의 차이에 따른 콩나물의 생장은 3시간 담금이 30분 담금보다 그리고 재배온도의 차이에 따른 콩나물의 생장은 19°C에서보다 24°C에서 각각 빨랐다. 콩나물의 게르마늄 흡수량은 단엽콩이 오리알태콩보다 높았고, 농도별 실험에서는 20 mg/L 처리구에서 가장 높았다. 또한, 콩나물의 게르마늄 흡수량은 처리기간이 길수록, 1일당 처리횟수가 많을 수록, 담금시간이 길수록, 재배온도는 24°C일 때 높았으며, 무기게르마늄보다 유기게르마늄(Ge-132)의 처리가 게르마늄 흡수량이 높았다 (1995년 10월 23일 접수, 1995년 12월 26일 수리).

### 서 론

콩나물은 고려시대 이전부터 고유의 전통식품으로 널리 이용되어 왔고,<sup>1)</sup> 비타민류의 공급원으로 중요한 부식원의 채소식품으로<sup>2)</sup> 연간 생산량이 48만~52만 M/T에<sup>3)</sup> 이르고 있다.

한편 유기게르마늄 Ge-132 {Bis(2-carboxyethylgermanium sesquioxide)}<sup>4)</sup>는 임상학적 연구에서 항암효과,<sup>4-8)</sup> 바이러스 감염치료와 류마티스성 질환, 노인성 골다공증 (Osteoporosis semile) 치료효과,<sup>9,10)</sup> 중금속 해독작용<sup>11)</sup> 등의 약리효과가 밝혀지고 있으며, 효모나 미생물을 이용하여 무기게르마늄(GeO<sub>2</sub>)을 유기게르마늄으로 대량 생산하는 연구<sup>12-14)</sup>가 활발히 진행되고 있다.

이와 같이 대중식품으로 널리 식용되고 있는 콩나물에 난치성 성인병 치료에 약리효과가 인정되고 있는 유기게르마늄을 흡수시켜 유기게르마늄 함유 콩나물을 생산보급할 수 있다면 각종 질병의 예방과 치료에 기여할 수 있고 생체기능을 향상시킬 수 있는 기능성 강화식품으로 가치가 있다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 우선 생육이 양호하고 게르마늄 흡수가 좋은 유기게르마늄 콩나물을 재배할 목적으로 콩나물콩의 장려품종인 단엽콩과 재래종인 오리알태콩에 유기게르마늄 수용액의 농도별, 처리시기 및 처리횟수, 담금시간, 게르마늄 종류 및 재배온도 차이에 따른 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량을 조사비교하였는 바 그 결과를 보고한다.

### 재료 및 방법

#### 유기게르마늄 콩나물재배

본 연구에 사용된 유기게르마늄 콩나물 재배용 통은 일반콩나물 재배공장 및 농가에서 사용하고 있는 18L의 원통형인 불투명 플라스틱제품을 이용하였다. 콩나물콩 품종은 전북 익산시 소재 국립 종자보급소에서 분양받은 콩나물콩 장려품종인 단엽콩과 콩나물 생산업체 및 재배농가에서 선호하고 있는 재래종 콩나물콩인 오리알태콩을 시중에서 구입하여 실온에 보관하면서 실험을 하였다. 콩나물콩의 직경과 백립중은 각각 단엽콩의 경우 7.00±0.01 mm, 15.7±0.1 g이었고 오리알태콩은 5.00±0.05 mm, 9.2±0.2 g이었다. 콩나물 재배에 사용된 물은 원광대학교내에 있는 pH 7.3의 지하수를 사용하였다. 콩 1.8 kg을 지하수로 3회 씻어서 30분간 담근 후 재배통에 넣었다. Ge-132 수용액은 지하수 18L에 소정 농도가 되도록 조제하여 지하수온과 동일한 12±1°C를 유지하면서 사용하였고 그 수용액만으로 관수 → 회수 → 관수를 1일 8회 3시간 간격으로 되풀이 하면서 4.5일간 24±1°C의 생육실에서 재배하였다. 유기게르마늄 수용액을 처리하여 유기게르마늄 콩나물의 최적 재배조건을 찾기 위하여 농도별(20, 40, 60, 80, 100 ppm), 품종별(단엽콩, 오리알태콩), 처리시기별(수확 24, 48, 108시간전 부터 8회처리/일), 처리횟수별(2회, 4회, 8회처리/일), 담금시간별(담금 30분, 3시간), 재배온도별(19±1, 24±1°C), Ge종류별(무기, 유기)의 차이에 따라 재배한 유기게르

찾는말 : Soybean sprout fortified with organogermanium, Ge-132, bis(2-carboxyethylgermanium sesquioxide)

\*연락처

마늘 콩나물의 생육특성(배축경, 배축길이 및 근장)을 조사하였고, Ge 흡수량을 분석하였다.

### 게르마늄 분석

게르마늄분석은 Laudwik<sup>15)</sup>과 김<sup>16)</sup>의 방법을 변형하여 수행하였다. 분석용 콩나물은 지하수를 이용 3회 씻어 30°C에서 2일간 건조시킨 다음 마쇄기로 분쇄하여 40 메시 체를 통과시킨 시료 1g을 시험관에 넣고 혼합용액(질산:과염소산:황산=10:4:1, v/v) 10 ml를 가하여 24시간 방치하였다. 이 시료를 가열판상에서 서서히 온도를 올리면서 완전히 분해시킨 뒤 증류수 5 ml로 3회 시험관을 헹구어 100 ml의 눈금 플라스크에 옮기고 진한 염산을 추가하여 9M 염산이 되게 하였다. 이 시료용액을 Whatman No. 5 여과지로 여과하여 분액여두에 옮기고 사염화탄소를 20 ml씩 가하여 3분간 3회 추출한 Ge-Cl<sub>4</sub> 층 60 ml를 새로운 분액여두에 수거하였다. 여기에 증류수 20 ml씩 3분간 3회 추출하여 수거한 60 ml에 1M 아세트산-아세트산 나트륨용액(pH 4.5) 10 ml를 넣고 증류수를 가하여 최종 100 ml로 하였다. 이 용액을 그라파이트관을 부착한 원자흡광 광도계(Varian Spectro 300/400)로 분석하였으며 회수율은 0.5 ppm에서 89.8±4%, 1.0 ppm에서 96.4±2%이었고, 분석조건은 램프전류: 5 mA, 분광띠 폭: 1.0 nm, 파장: 265.2 nm, 최대흡수: 1.6, 연료: 아르곤, 기체유량: 3.0 L/min이었다. 공시시약 중 Ge-132는 Sigma Chemical Co. (St. Louis, U.S.A), 무기 게르마늄 (Germanium(IV) Oxide)은 Aldrich Chemical Co. (Milwaukee, U.S.A.)에서 각각 구입하였으며, 기타 분석시약은 Junsei Chemical Co. (Tokyo, Japan)와 Matsunoen Chemical Co. (Osaka, Japan)에서 특급으로 구입하여 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 처리농도 및 품종간 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량

단엽콩과 오리알태콩에 Ge-132를 20 ppm에서 100 ppm까지 농도별로 처리한 후 재배하여 조사한 두 품

종의 콩나물 생육특성과 게르마늄 흡수량은 Table 1과 같다. 두 품종 모두 Ge-132 전 처리농도에서 무처리구와 비교하여 콩나물의 배축직경이나 총길이(배축길이+근장)에는 차이를 인정할 수 없었다. 그러나 품종간 생육에는 다소의 차이가 있었는데, 즉 콩나물의 배축직경은 단엽콩나물이 오리알태콩나물보다 굵었고, 배축 및 뿌리의 길이는 오리알태콩나물보다 단엽콩나물이 0.5~1 cm 짧았으며, 총길이는 오리알태콩나물이 단엽콩나물보다 1.6~2.1 cm 길었다. 김 등<sup>17)</sup>과 김 등<sup>18)</sup>의 연구결과에 의하면 생장속도는 콩나물콩 종자의 무게가 가벼운 콩일수록 빠르고, 배축직경도 품종에 따라 차이가 나고 있음을 지적하였으며, 홍 등<sup>19)</sup>은 종자무게와 콩나물 길이와는 부의 상관성이 있다고 한 바, 종자무게가 가벼운 오리알태콩나물이 단엽콩나물보다 배축직경은 가늘고 총길이는 길었던 본 연구결과와 유사한 경향이였다.

게르마늄 흡수량은 두 품종 모두 처리농도가 높을수록 흡수량은 감소하였다. 즉 단엽콩과 오리알태콩나물중 게르마늄 흡수량은 20 ppm 처리에서 콩나물 건물중 kg당 각각 62 mg 및 170.7 mg으로 가장 많았고 100 ppm 처리에서 각각 20.2 mg 및 56.2 mg으로 가장 낮았다. 그리고 품종간에는 단엽콩나물이 오리알태콩나물보다 높은 흡수량을 보였다. 이와 같은 흡수량의 차이는 김<sup>20)</sup>의 연구결과 콩을 물에 담갔을 때 수분 흡수율이 품종별로 다양한 차이를 보였다고 하였는 바 게르마늄 흡수도 이러한 품종간 흡수력 차이때문에 생긴 것이라 생각된다.

#### 처리시기 및 처리횟수별 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량

Ge-132 20 ppm 수용액을 수확 24, 48, 108시간전부터 8회/일 관수하여 4.5일간 재배한 단엽콩나물의 생육특성과 전술한 수용액만으로 재배기간 동안 1일당 2회, 4회 및 8회 처리하여(2회 및 4회 처리의 경우 물로 6회 및 4회 관수함) 재배한 단엽콩나물의 생육특성을 보면, 처리시기별 실험에서 콩나물의 생육은 수확 24 및 48시간전 처리보다 수확 108시간전 즉 치상초기 처리에서 배축직경이 굵고 배축길이도 긴 편이었다(Table 2). 처

Table 1. Growth and germanium absorption of soybean sprouts cultivated at different concentrations of Ge-132

Concentration (ppm)	Orialtae bean sprout			Danyeob bean sprout		
	Hypocotyl diameter (mm)	Total length (cm)	Germanium content (mg/kg, dry weight)	Hypocotyl diameter (mm)	Total length (cm)	Germanium content (mg/kg, dry weight)
0	1.94±0.15	14.7±2.9	1.8±0.1 <sup>e</sup>	1.99±0.14	13.1±1.7	4.8±0.2 <sup>f</sup>
20	1.92±0.15	15.3±2.5	62.0±1.0 <sup>a</sup>	1.98±0.06	13.7±1.3	170.7±1.2 <sup>b</sup>
40	1.92±0.16	15.2±2.9	42.3±0.6 <sup>b</sup>	2.01±0.14	13.5±1.5	120.3±0.6 <sup>b</sup>
60	1.91±0.18	14.7±1.8	30.5±0.4 <sup>c</sup>	1.99±0.13	13.6±1.4	107.0±0.4 <sup>c</sup>
80	1.92±0.16	15.1±2.0	26.7±0.7 <sup>cd</sup>	1.94±0.14	13.3±1.8	90.3±1.0 <sup>d</sup>
100	1.93±0.19	15.2±2.5	20.2±1.0 <sup>d</sup>	1.95±0.14	13.1±1.4	56.2±1.7 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup> Mean of triplicate±S.E. <sup>2)</sup> Mean scores within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Growth and germanium absorption of Danyeob bean sprout cultivated by watering with Ge-132 solution at 24, 48 and 108 hrs before harvest

Watering time of Ge-132 solution (hrs before harvest)	Hypocotyl diameter (mm)	Length			Germanium content (mg/kg, dry weight)
		Hypocotyl (cm)	Root (cm)	Total (cm)	
24	1.90± 0.15	7.0± 1.1	6.9± 1.8	13.9± 2.2	114.7± 0.9 <sup>a</sup>
48	1.92± 0.20	6.9± 0.5	7.0± 1.0	13.9± 1.3	150.3± 3.1 <sup>b</sup>
108	1.97± 0.18	7.3± 0.8	6.8± 0.8	14.1± 1.1	170.7± 1.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean of triplicate± S.E. <sup>2)</sup> Mean scores within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effect of watering frequency of Ge-132 solution on growth and germanium absorption of Danyeob bean sprout

Watering frequency (No./day)	Hypocotyl diameter (mm)	Length			Germanium content (mg/kg, dry weight)
		Hypocotyl (cm)	Root (cm)	Total (cm)	
Twice	1.93± 0.15	7.1± 0.8	6.8± 0.6	13.9± 1.3	107.4± 2.1 <sup>c</sup>
Four	1.93± 0.16	7.1± 0.5	7.0± 1.0	14.1± 1.5	150.3± 3.1 <sup>b</sup>
Eight	1.97± 0.18	7.7± 0.8	6.7± 0.8	14.4± 1.1	170.7± 1.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean of triplicate± S.E. <sup>2)</sup> Mean scores within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Growth and germanium absorption of Danyeob bean sprout cultivated from the soybean seeds pre-soaked in Ge-132 solution

Soaking	Hypocotyl diameter (mm)	Length			t-test	Germanium content (mg/kg, dry weight)	t-test
		Hypocotyl (cm)	Root (cm)	Total (cm)			
30 min	1.97± 0.18	6.7± 0.8	6.7± 0.8	13.4± 1.1	$t_{(19)}=2.52^*$	170.7± 1.2	$t_{(19)}=2.87^*$
3 hours	1.94± 0.16	7.7± 1.1	6.9± 0.1	14.6± 1.5		181.3± 0.7	

Mean of triplicate± S.E.

Table 5. Growth and germanium content of Danyeob bean sprout cultivated at two different temperatures

Temperature (°C)	Hypocotyl diameter (mm)	Length			t-test	Germanium content (mg/kg, dry weight)	t-test
		Hypocotyl (cm)	Root (cm)	Total (cm)			
19± 1	1.91± 0.15	3.2± 0.9	0.4± 0.1	3.6± 0.9	$t_{(19)}=2.54^*$	156.8± 1.9	$t_{(19)}=4.87^{**}$
24± 1	1.97± 0.18	6.7± 0.8	6.7± 0.8	13.4± 1.5		170.7± 1.2	

Mean of triplicate± S.E.

리히트수별 실험에서 콩나물의 생육은 1일 2회나 4회 처리보다 8회 처리시 배축직경이 굵고 배축길이는 길어진 경향이였다(Table 3).

Ge-132 20 ppm 수용액을 처리시기 및 처리횟수를 달리하여 재배한 콩나물의 게르마늄 흡수량은 치상후 부터 수확시까지 4.5일간 Ge-132 수용액을 계속 공급하였을 때 게르마늄 흡수량이 가장 많았고 다음은 Ge-132 수용액을 수확 48시간전, 수확 24시간전 부터 공급하였을 때의 순으로 흡수량이 많았다(Table 2). 또한 재배기간 동안 1일 8회 처리시 게르마늄 흡수량은 가장 많았고, 1일 4회처리, 1일 2회처리 순으로 흡수량이 차츰 감소한 것으로 보아(Table 3) 1일 처리횟수가 많을 수록 게르마늄 흡수량은 높은 것으로 생각된다.

**담금시간별 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량**

Ge-132 20 ppm 수용액 일정량에 30분 담금과 3시간 담금 후 4.5일간 재배하여 나타난 단엽콩나물의 생육과 게르마늄 흡수량은 Table 4와 같다. 30분 담가서 재배한 콩나물은 3시간 담금 후 재배한 콩나물에 비해 배축직경의 차이가 없으나 배축길이에서 1cm정도 짧았다. 이처럼 담금시간이 길 때 배축길이가 긴 것은 콩종자에 충분히 수분을 흡수시켜 발아가 균일한 상태에서 재배되었기 때문인 것으로 생각된다. 한편, 유기게르마늄 수용액에 30분간 담가서 재배한 콩나물보다 3시간 담금하여 재배한 콩나물이 약 6%의 흡수량 증가를 보여 유의성이 인정되었다. 이상의 결과에서 게르마늄 용액에 담금시간이 길 때 생육이 좋고 게르마늄 흡수량도 많

Table 6. Effect of the organic and the inorganic germaniums on growth and germanium absorption of Danyeob bean sprout cultivated for 108 hours

Type of Ge	Hypocotyl diameter (mm)	Length			t-test	Germanium content (mg/kg, dry weight)	t-test
		Hypocotyl (cm)	Root (cm)	Total (cm)			
Organic	1.97±0.18	6.7±0.8	6.2±0.8	13.4±1.5	$t_{(19)}=1.04^{ns}$	170.7±1.2	$t_{(19)}=4.19^{**}$
Inorganic	1.86±0.17	6.4±0.8	5.5±0.6	11.9±0.8		26.4±0.6	

Mean of triplicate±S.E.

기는 하였으나 콩나물의 머리가 너무 커서 상품성이 결여되었다.

#### 온도별 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량

Ge-132 20 ppm 수용액을 관수하면서 두 온도조건에서 재배한 콩나물 생육과 게르마늄 흡수량은 Table 5와 같이 19°C에서 재배한 콩나물보다 24°C에서 재배한 콩나물이 배축직경도 굵고, 배축길이와 근장이 4배정도 길었다. 그리고 19°C에서 재배한 콩나물의 게르마늄 흡수량은 24°C에서 재배한 콩나물의 게르마늄 흡수량보다 약 9%의 증가를 보여 고도의 유의성이 인정되었다. 이와 같이 콩나물의 게르마늄 흡수량이 낮은 온도에서 재배했을 때보다 높은 온도에서 재배했을 때 많고 배축직경이 굵으며 총길이가 길었던 것은 온도가 높으면 생육이 왕성하고 생육속도가 빠르기 때문이라 볼 수 있다.

#### 게르마늄 종류별 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량

유기게르마늄(Ge-132)과 무기게르마늄(GeO<sub>2</sub>) 20 ppm을 조제한 수용액으로 재배한 콩나물의 생육과 게르마늄 흡수량을 보면, 콩나물 생육은 무기게르마늄 수용액으로 재배한 콩나물보다 유기게르마늄으로 재배한 콩나물이 다소 좋은 것으로 나타났으나 유의성은 인정되지 않았고, 게르마늄 흡수량은 유기게르마늄처리 콩나물에서 무기게르마늄처리 콩나물보다 높았다. 여기에서 유기게르마늄이 무기게르마늄보다 콩나물에 더 많이 흡수되는 이유는 콩의 생리적 특성과 게르마늄 화합물의 형태차이에 의한 것이라 생각된다.

### 결 론

이상의 실험결과를 종합하여 볼 때 유기게르마늄 콩나물재배는 콩나물콩을 씻어서 30분간 담근 후 재배통에 넣어 콩 kg당 20 ppm의 유기게르마늄 수용액 1/로만 관수 → 회수 → 관수를 1일 8회 3시간 간격으로 되풀이 하면서 4.5일간 24±1°C의 생육실에서 재배하면 일반 콩나물의 생육과 유사하고, 게르마늄 흡수량은 최대치인 유기게르마늄 콩나물을 재배할 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 이성우 (1978) 고려이전 한국식생활사 연구, p. 113-114, 향문사.
2. 박원기 (1990) 콩나물의 생육과정에 있어서 tryptophan과 lysine의 변량에 관한 연구. 조선대 사대 논문집, 203-220.
3. 姜忠吉, 尹都源, 柳在塘, 李正云, 任正男 (1994) 콩나물의 세균발생 및 생육에 미치는 사이트 키닌의 영향. 韓國園藝學會 論文發表要旨 12, 228-229.
4. Jao, S. W., W. Lee, Y. S. Ho (1990) Effect of germanium on 1,2-dimethylhydrazine -induced intestinal cancer in rats. *Dis. Col. Rect.* 33, 99-104.
5. Kumano, N., T. Ishikawa, S. Koinumaru (1985) Antitumor effect of the organogermanium compound Ge-132 on the Lewis lung carcinoma(34) in C57 BL/6 (B6) mice. *Tohoku J. Exp. Med.* 146, 97-104.
6. Sato, H., T. Iwaguchi (1979) Antitumor effect of a novel organogermanium Compound, Ge-132. *Jap. J. Cancer Chemother.* 6, 79-83.
7. Saier, J. H., M. Slavik, R. L. Stephens, E. D. Crawford (1987) Therapy for advanced renal cell cancer with spirogermanium : a southwest oncology group study. *Cancer Treat Rep.* 71, 207-208.
8. Suzuki, F., R. R. Brutkiewicz, R. B. Pollard (1985) Ability of Sera from mice treated with Ge-132, an organic germanium compound, to inhibit experimental murine ascites tumors. *Br. J. Cancer* 52, 757-763.
9. Dimartino, M. J. (1986) Antiarthritic and immunoregulatory activity of spirogermanium. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 236, 103.
10. Aso, H., F. Suzuki, T. Ebina, and N. Ishida (1989) Antiviral activity of carboxyethylgermanium sesquioxide (Ge-132) in mice infected with influenza virus. *J. Biol. Respose -Mod.* 8, 180.
11. Lee, H. M. and Y. Chung (1991) Effect of organic germanium on metallothion induction in liver and kidney of cadmium and mercury intoxicated rats. *Yakhak Hoeji* 32, 99.
12. Wei, X. S. (1992) Effect of yeast on bioenrichment of germanium. *Food Science* 149, 49-54.
13. Klapcinska, B. and J. Chmielowski (1986) Binding of germanium to *pseudomonas putida* cells. *Appl. Environ. Microbiol.* 51, 1144-1147.
14. 송원중, 이상철, 오태광 (1995) 효모를 이용한 유기게르마늄제조. *Kor. J. Appl. Microbiol.* 23, 87-90.
15. Ludwik, H. (1985) Determination of germanium in silicate rocks and sulphide ores by hydride generation and flame atomic absorption spectrophotometry. *Analyst* 110, 943-946.

16. 김선태 (1988) 수소화물-유도결합 플라즈마 분광법에 의한 인삼중의 게르마늄 정량. 한국분석학회지 **1**, 203-209.
17. 김용기, 김석동, 홍은희 (1994) 콩나물콩의 콩나물 특성 비교. 농업과학논문집 **36**, 107-112.
18. 김동희, 최희숙, 김우정 (1990) 콩품종에 따른 발아속도와 익힘속도의 비교. 한국식품과학회지 **22**, 94-98.
19. 홍은희, 김석동, 이홍석 (1992) 콩나물콩 품종개발과 생산 방향, 콩나물에 대한 대토론회 발표 논문 초록집. 한국콩연구회, 7-15.
20. 김길환 (1992) 콩나물콩 품종별 생육특성 및 일반성분 조성. 한국콩연구회지 **9**, 27-30.

---

### Growth Characteristics and Germanium Absorption of Soybean Sprout Cultured with the Aqueous Solution of Organogermanium

Seong-Soo Han\*, Yo-Sup Rim and Jea-Hun Jeong (*Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea*)

Abstract : In order to cultivate the soybean sprout fortified with organogermanium, we observed growth characteristics and germanium content of soybean sprout watered with the aqueous organogermanium, Ge-132[bis(2-Carboxyethylgermanium sesquioxide)]. Soybean sprout did not show difference in growth when treated with different times and frequencies of organogermanium or different types of germanium. Growth of Orialtae soybean sprout was smaller in diameter of hypocotyledonary axis and longer in total length than that of Danyeob soybean sprout. Three hour's soaking was better in growth than half an hour's treatment. Germanium absorbed by soybean sprout was greater in content in Danyeob soybean sprout than in Orialtae soybean sprout and highest at 20 ppm in water. Prolonged period and increased frequency in treatments with organic germanium resulted in increase of germanium uptake. Germanium content in soybean sprout was greater with treatment of organic germanium than with inorganic germanium.

---

\*Corresponding author