

식물성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구

이 상 호 · 정 동 호

중앙대학교 농과대학 식품가공학과
(1982년 4월 1일 수리)

Studies on the Effects of Plant Growth Regulator on
Growth and Nutrient Compositions in Soybean Sprout.

Sang-Hyo Lee · Dong-Hyo Chung

Department of Food Technology, College of Agriculture, Chung-ang University,
Seoul, 151, Korea.

Abstract

Soybean sprouts treated with growth regulators (IAA and BA) had considerably shorter roots than control. The weight and diameter of treated sprouts were increased by 10~20% and 40%, respectively, compared with control. Crude protein and fat contents of the treated soybean sprouts were higher than those of the control by 5~10% and 10%, respectively.

Vitamin C contents of the treated soybean sprout were 38mg%, which corresponds to 70% more vitamin C. Soybean sprouts contained 16 amino acids and the treated sprouts contained more arginine, histidine, lysine and methionine than the control, but significantly less proline. Fatty acid compositions of the treated sprouts and the control were similar, and the ratio unsaturated/saturated fatty acids was about 4.4 in the treated and control sprouts.

서 론

대두는 그 함유 성분에 있어서 단백질과 지방이 풍부하여 영양적인 면에서 육류에 비금가는 우수한 식품이다.

콩나물은 豆芽, 豆菜芽 등으로도 불리우고 있으며 광선을 차단한 상태에서 단시일내에 용이하게

제조할 수 있는 까닭에 우리의 식생활과 밀접한 관계를 가진 식품이다. 이를 식품으로서 이용한 기원은 정확히 알 수 없으나 “산림경제”(200여년 전)에 기록되어 있는 것으로 미루어 보아 이미 오래전부터 식품으로 이용되어 왔다는 것을 알 수 있다. 오늘날에 이르러서도 연중 이를 이용하지 않을 때가 거의 없다. 특히 일반 야채가 귀한 겨울철에 널리 애용되고 있으며 이는 겨울철에 부족

되기 쉬운 vitamin C의 영양원으로서 그 의의가 크다고 하겠다.

그동안 콩나물 성장중의 생육상태와 함유성분의 변화에 관한 연구들은^{1~12)} 국내외에서 다수 발표되었으나 콩나물 성장중의 생육상태 및 함유성분의 변화에 미치는 영향요인에 관한 연구는 소수가 발표되었을 뿐이다.

김¹³⁾은 콩 발아시에 urea, sucrose, gibberellin (GA) 및 이들 혼합액을 처리하였을 때의 생육상태, 일반성분 및 vitamin C의 변화에 대하여 보고하였다. 그리고 곽 등¹⁴⁾은 Ca, K, B, 3-indole acetic acid (IAA) 및 GA가 콩나물 배측부의 신장에 미치는 영향에 관한 연구에서 Ca는 생리적 농도에서 신장억제 효과가 K는 신장촉진 효과가 있었으며 Ca의 신장억제 효과는 B를 첨가 하였을 때 더욱 심하였고 IAA와 GA는 K보다 더 큰 신장촉진 효과를 나타내었다고 보고하였다. 그리고 田尻¹⁵⁾은 콩나물 제조시 가시광선, 자외선 및 적외선을 인공조사 하였을 때 배측부의 생육상태와 vitamin C의 함유량을 연구한 바 가시광선을 조사한 경우 20~21%의 비대촉진 효과를 나타내었고 vitamin C의 함유량은 적외선 조사시 13~25%의 증가율을 나타내었다고 보고하였다.

한편 Cheng 등¹⁶⁾은 p-chlorophenoxyacetic acid (CAA), IAA, 2,4-D, kinetin, o-chlorophenoxyacetic acid (CAA) 및 GA 등의 여섯가지 식물성장조절제를 처리하여 잔뿌리가 발생되지 않는 녹두나물을 제조한 결과 CAA 처리구에서 가장 양호한 효과를 나타내었다고 보고하였으며, 김¹⁷⁾은 식물성장 조절제로서 GA, 2,4-D, CAA 및 α-naphthylacetic acid (NAA)를 처리하여 콩나물의 생육상태를 관찰한 결과 GA를 처리하였을 때 콩나물의 생산수율이 가장 높았으며 CAA와 NAA를 처리하였을 때에도 무처리보다 생산수율이 좋았다고 보고하였다.

최근의 콩나물 소비성향은 종래의 콩나물보다 배측부가 짧고 두꺼우며, 잔뿌리가 없고 조직이 연한 콩나물을 요구하는 경향이 강하다. 그러나 현재의 콩나물 제조방법으로는 배측부가 길고 잔뿌리가 많아 상품가치를 저하시키고 잔뿌리를 다듬어야 하기 때문에 콩나물 전체의 영양소 섭취가 곤란한 실정이다. 이의 개선을 위한 여러 연구들^{13~17)}이 있었지만 대부분이 콩나물의 생육상태에만 국한되었을 뿐이다.

본 연구에서는 이의 개선을 위하여 인체에 대한 안전성이 인정된 식물성장 조절제로서 auxin 계 IAA와 cytokinin 계 BA의 혼합액을 콩나물 제조 중 2회 처리하여 콩나물을 우량하게 생산하고 그의 생육상태 뿐만아니라 조단백질, 조지방, vitamin C 등의 성분변화와 특히 아미노산조성 및 지방산조성에 미치는 영향에 관하여 연구한 바 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 재료 : 供試 대두는 콩나물 재배용으로 널리 알려진 품종인 유배(慶北 安東産)로써 수확후 6개월이 경과된 것을 서울 중앙시장에서 구입하여 선별 사용하였다.

2. 콩나물·제조 : 선별한 원료 대두 1.5kg을 적당량의 물에 담그고 4시간 마다 換水 하면서 24시간 침지하고, 내경 30cm, 높이 40cm의 플라스틱 발아조에 옮겨 6시간 마다 15분간 18°C 정도의 지하수를 충분히 급수하면서 6일동안 생육시켰다.

3. 식물성장 조절제의 처리 : 본 실험에 사용한 식물성장조절제는 auxin계인 3-indole acetic acid 와 cytokinin계인 benzyladenine으로서 각기 0.01g, 0.004g을 혼합, 원료 대두를 발아시킬 때 1차 처리하고 24시간 경과후 2차 처리하였다.

4. 콩나물의 생육상태 측정 : 콩나물을 6일동안 재배하면서 식물성장 조절제 처리 후 24시간 마다 무작위로 콩나물 100개를 취하여 자엽부와 배측부의 전장 및 생체중을 측정하여 평균하였으며, 배측부의 직경은 micrometer를 사용하여 배측부의 중앙부를 측정하였고, 취약성 및 경도는 Friedman 등^{18~19)}의 방법에 따라 texturometer (model: Instron 1140)를 이용하여 Fig. 1의 조건으로 압축 시험(compression test)을 행하였다. 이때 시료의 두께는 표 3과 같다.

5. 분석방법 : 조단백질 및 조지방 함량은 AOAC 법²⁰⁾에 의하여, vitamin C 함량은 DNP 법^{21~23)}에 의하여 분석하였다.

아미노산 분석은 아미노산 자동분석기(Hitachi KLA-5)를 사용하였으며 시료의 가수분해는 김²⁴⁾의 방법에 따랐다

콩나물의 지방산 조성은 재배 5일째의 콩나물을 동결건조하여 ether로 추출한 지방을 Deman법²⁵⁾에 의하여 methylesterfication 시킨 다음 gas

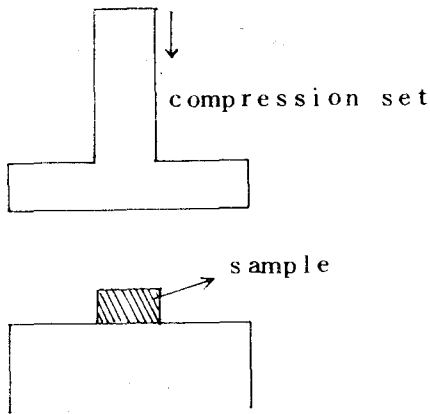


Fig. 1. Measurement condition of texturometer for hardness and fracturability
 Cross head speed : 100mm/min
 Chart speed : 500mm/min
 Clearance : 0.6mm

chromatography에 의하여 분석하였다. 이때 시료량은 methylesterification 시킨 시료를 처리구는 0.8 μ l, 대조구는 1 μ l 정도 GC에 주입하였으며 각 지방산의 chromatogram 면적은 반치폭법에 의하여 측정하였다. GC의 조건은 표 1과 같다.

Table 1. Measurement conditions of GC for fatty acid composition

Instrument	Hitachi model 163
Detector	Flame ionization detector
Column	2m \times 3mm(ID) glass column
Packing material	10% DEGS on 60~80 mesh Shimalite W(AW)
Column temp.	185 $^{\circ}$ C
Injection temp.	242 $^{\circ}$ C
Detection temp.	242 $^{\circ}$ C
N ₂ flow rate	30ml/min.
H ₂ flow rate	35ml/min.
Air flow rate	580ml/min.
Sensitivity	10 ³ \times 4
Chart speed	10mm/min.

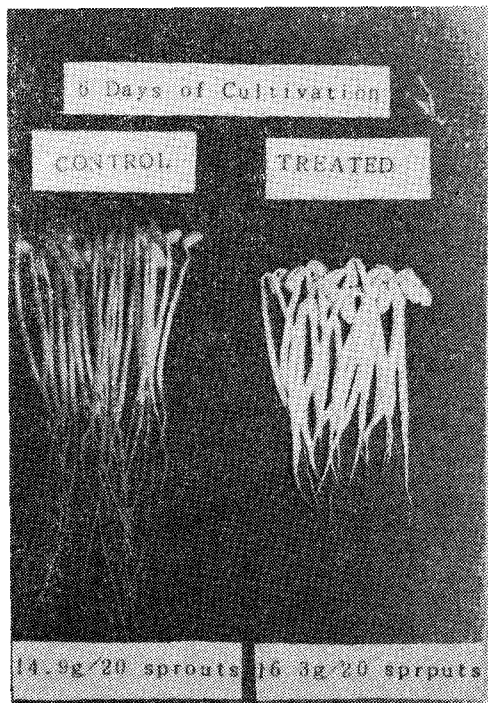
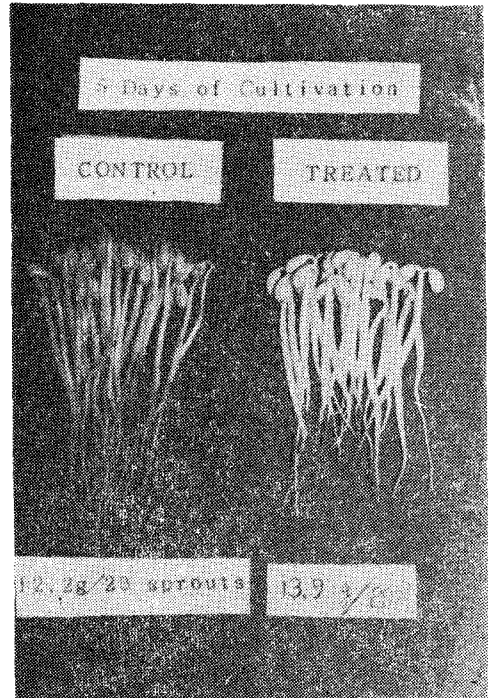


Fig. 2. Morphological observation of soybean sprouts when treated with plant growth regulator compared with control.

결과 및 고찰

1. 콩나물의 생육상태 : 식물성장 조절제를 처리하여 콩나물의 생육상태를 경시적으로 관찰한 결과는 그림 2와 같다. 즉 대조구에서 제3 6일째에 잔뿌리가 발생된 반면, 처리구에서는 현저한 발근 억제효과가 나타났다. 이는 CAA와 IAA 등을 처리하였을 때 발근억제 효과를 나타내었다는 Cheng 등¹⁶⁾의 연구결과와 유사하며, 또한 식물의 생장에는 IAA가 필수적이며 성장하는 식물은 IAA를 자체생산하여 잔뿌리에 축적되어 발근을 촉진시키는 반면에, IAA를 콩 발아초기에 외부에서 공급하여 주면 자체의 IAA의 생산량이 적어져 오히려 발근 억제현상이 나타난다고 하며²²⁾ 이것은 최종산물에 의한 관련 효소의 활성화 및 생합성의 억제에 의한 것으로 사료된다.

2. 콩나물의 신장도 : 처리구 및 대조구에서 콩나물의 신장도를 경시적으로 측정 한 결과는 그림 2 및 그림 3과 같다.

즉, 생육기간을 통하여 식물성장 조절제 처리구는 대조구에 비하여 제2~3일에서 11~15%, 4일에서 25%, 5~6일에서 35% 정도의 신장억제 효과를 나타내었다.

3. 배축부의 직경 : 식물성장 조절제를 처리하여 제조한 콩나물은 신장이 억제되는 반면, 배축부의 두께는 현저한 비대축진 효과를 나타내었으며 그 결과는 표 2와 같다.

즉, 처리구는 대조구보다 제2 4일에 25%, 5일에 30%, 6일에 40% 정도의 비대축진 효과를 나

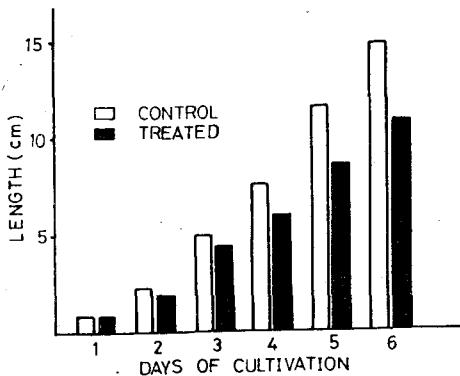


Fig. 3. Effect of plant growth regulator on length of soybean sprouts during cultivation

Table 2. Effect of plant growth regulator on diameter of hypocotyl of soybean sprout during cultivation

Day	Control	Treated
2	1.66(mm)	1.94(mm)
3	2.80(mm)	2.99(mm)
4	2.56(mm)	3.19(mm)
5	2.61(mm)	3.40(mm)
6	2.55(mm)	3.56(mm)

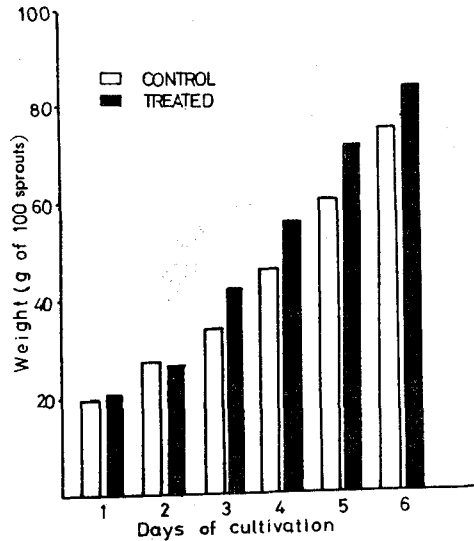


Fig. 4. Effect of plant growth regulator on weight of soybean sprouts during cultivation

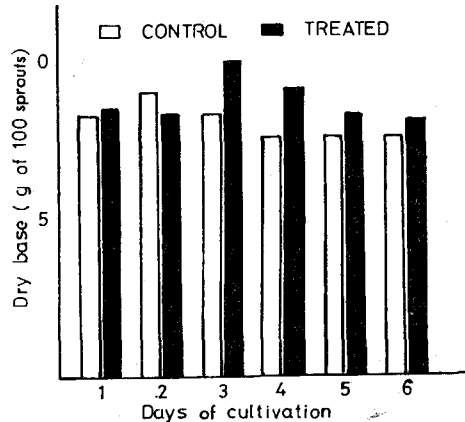


Fig. 5. Effect of plant growth regulator on dry base of soybean sprouts during cultivation

Table 3. Effect of plant growth regulator on fracturability and hardness of hypocotyl of soybean sprouts during cultivation

Day	Fracturability		Hardness	
	Control	Treated	Control	Treated
2	0.70(kg)	0.70(kg)	1.62(kg)	1.64(kg)
3	1.96(kg)	1.93(kg)	6.75(kg)	6.86(kg)
4	2.74(kg)	2.51(kg)	6.80(kg)	11.30(kg)
5	3.43(kg)	3.51(kg)	9.04(kg)	12.30(kg)
6	3.73(kg)	4.10(kg)	11.43(kg)	15.37(kg)

타냈으며 이는 식물성장 조절제를 처리할 때 잔뿌리의 발생이 억제되어 콩나물이 비대성장하는 것으로 사료된다.

4. 콩나물의 생체중량과 건조물량 : 생체중량과 건조물량은 그림 4, 그림 5와 같다.

즉, 식물성장 조절제 처리구는 대조구에 비하여 생체중량과 건조물량이 증가한 경향을 나타내었다. 처리구는 대조구에 비하여 제조 3~4일에 20%, 5~6일에 10~14%의 생체중량 증가를 나타내었다.

한편 콩나물의 건조물량은 처리구, 대조구 모두 성장하면서 점차 감소하는 경향을 보였으나 처리구는 대조구보다 건조물량의 감소가 적었다. 이는 cytokinin이 콩나물 생장시 과다호흡을 억제하므로써 나타난 것으로 사료된다.³⁰⁾

5. 배축부의 취약성 및 경도 : 콩나물 생장중 배축부의 취약성 및 경도의 변화는 표 3과 같다.

일반적으로 처리구에서 취약성 및 경도가 높은 경향을 보였다. 즉 취약성은 재배 6일에서 9.9% 정도가 대조구 보다 증가하였고, 경도는 재배 4일에서 65% 정도 대조구보다 급격한 증가를 나타내었으나 이후 그 차이가 감소하여 재배 6일에서는 30% 정도를 나타내었다.

6. 조단백질의 변화 : 콩나물 재배중 조단백질의 변화는 그림 6과 같다. 즉 각 실험구 모두 성장함에 따라 조단백질량은 증가된 경향을 나타내었다. 이는 성장에 따라 조단백질이 증가한다는 김¹⁷⁾의 보고와 유사하며, 양 등³¹⁾은 콩나물이 성장함에 따라 총 질소의 변화는 자엽부에서는 감소되어 분해적인 대사상을 나타내며, 배축부에서는 증가되어 합성적 대사상을 나타낸다고 하였다.

한편 식물성장 조절제 처리효과는 전 제조기간을 통하여 대조구보다 5~10% 정도 증가된 경향을 보였으며, 이는 Venis²⁷⁾의 연구와 양 등³¹⁾의

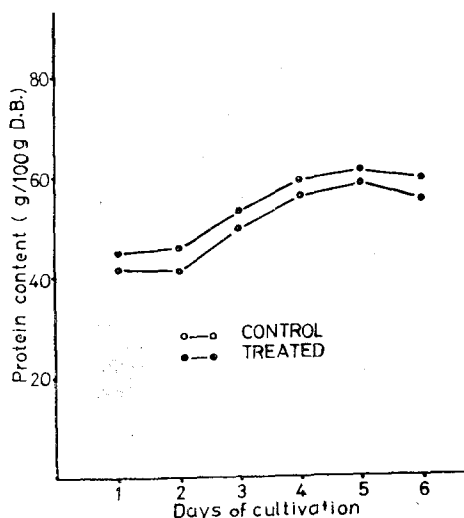


Fig. 6. Effect of plant growth regulator on crude protein content of soybean sprouts during cultivation. D.B.: Dry base

연구로 미루어 보아 IAA가 RNA 합성에 관여하는 enzyme system을 부활시켜 배축부에서 단백질의 합성을 촉진하는 것으로 사료된다.

7. 조지방의 변화 : 콩나물 재배중 조지방의 변화는 그림 7과 같다.

즉 각 실험구 모두 계속적으로 감소하였으며 이는 Brown²⁸⁾ 및 신²⁹⁾의 연구와 일치한다. 또한 식물성장 조절제의 처리효과는 전 재배기간을 통하여 대조구보다 10% 정도의 높은 경향을 나타내었다. 이에 대한 생화학적 연구 검토가 이루어져야 된다고 사료된다.

8. Vitamin C의 변화 : 콩나물 재배중 vitamin C의 변화는 그림 8과 같다.

즉 vitamin C의 함량은 처리구에서 대조구 보

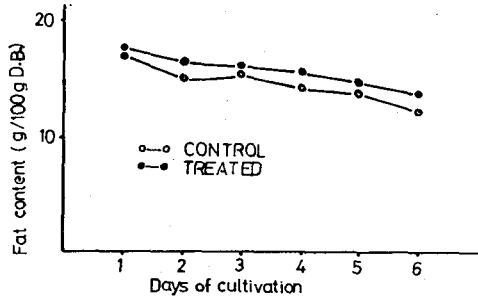


Fig. 7. Effect of plant growth regulator on crude fat content in soybean sprouts during cultivation. D.B.: Dry base

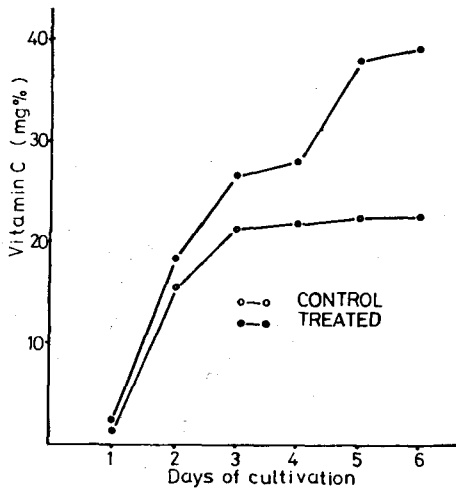


Fig. 8. Effect of plant growth regulator on vitamin C content of soybean sprouts during cultivation

다 제때 1~2일에서는 큰 차이가 없었으나 3일에서는 15%, 4일에서는 38% 그리고 5~6일에서는 68~72%의 급격한 증가를 나타내었다. 이는 IAA가 섬유질의 생합성을 억제하므로 vitamin C의 생성을 촉진하는 것으로 사료된다.³³⁾

9. 아미노산 함량 : 콩나물의 아미노산 함량을 비교한 결과는 표 4와 같다. 즉 콩나물중의 아미노산은 16종이 분석되었으며 처리구의 아미노산 조성은 산성 아미노산이 36%, 열기성 아미노산이 15% 함유되어 있어 대조구에 비하여 열기성 아미노산의 함량이 30% 정도 높게 나타내었다. 특히 대조구에 비하여 높은 함량을 보인 아미노산은

Table 4. Effect of plant growth regulator on amino acid content of soybean sprouts (mg/1g d.b.)

Amino acids	Control	Treated
Lysine	14.84	17.22
Histidine	6.82	7.89
Arginine	8.88	18.45
Aspartic acid	62.69	63.55
Threonine	11.01	11.26
Serine	14.66	14.58
Glutamic acid	41.72	39.28
Proline	10.34	5.03
Glycine	12.42	11.65
Alanine	14.16	14.74
Cystine	trace	trace
Valine	17.18	16.92
Methionine	3.23	3.56
Isoleucine	15.14	14.68
Leucine	22.12	21.86
Tyrosine	9.91	10.06
Phenylalanine	17.91	16.44

d.b.: Dry base

lysine 16%, arginine 108%, histidine 15%, 그리고 methionine이 10% 정도 높게 나타났고, proline 만은 대조구가 106% 정도 높게 나타났다. 그 외의 아미노산들은 서로 비슷한 함량을 나타내었다.

이와 같은 결과로 미루어 보아 필수아미노산인 lysine과 arginine이 대조구에 비하여 다량 함유되어 있으므로 곡류를 주식으로 하는 한국인과 성장기의 어린이에게 좋은 영양원으로 이용될 수 있리라 사료된다.

10. 지방산 조성 : 콩나물의 지방산 조성을 비교 실험한 결과는 그림 9, 그림 10, 표 5와 같다.

표 5에서 보는 바와 같이 각 실험구 모두 지방산 조성의 차이는 보이지 않았다. 즉 처리구와 대조구의 지방산 조성은 linoleic acid의 조성이 각각 57.14%, 58.12%로 가장 높은 경향을 나타내었으며, polyunsaturated fatty acid의 조성은 대조구에서 66.38%, 처리구에서 66.36%를 보였고, saturated fatty-acid는 자기 15.17%, 15.06% 정도인 것으로 보아 불포화 지방산이 월등히 높은 조성을 나타내었다. 그리고 불포화지방산(P)/포

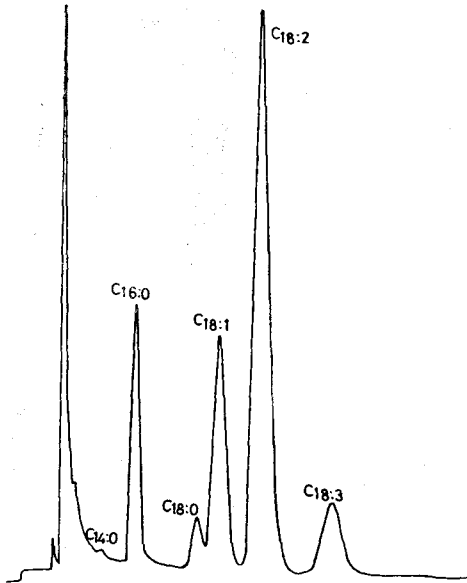


Fig. 9. Gas chromatogram of fatty acids in soybean sprouts treated with plant growth regulator during cultivation

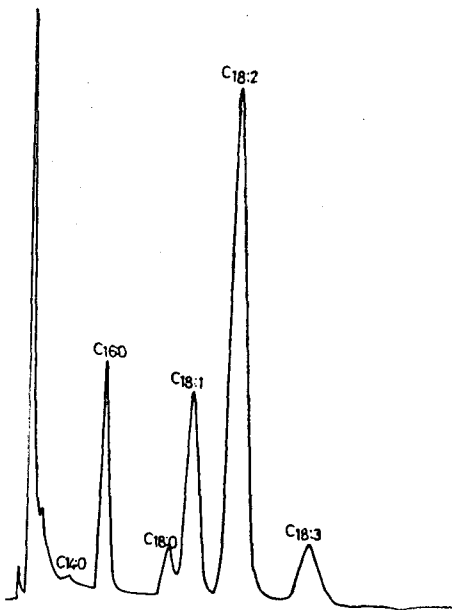


Fig. 10. Gas chromatogram of fatty acids in soybean sprouts

Table 5. Effect of plant growth regulator on fatty acid composition of soybean sprouts (%)

Fatty acids	Control	Treated
Myristic C 14 : 0	0.08	0.13
Palmitic C 16 : 0	11.20	11.17
Stearic C 18 : 0	3.89	3.76
Oleic C 18 : 1	18.44	18.60
Linoleic C 18 : 2	58.12	57.14
Linolenic C 18 : 3	8.26	9.22
Polyunsaturated F.A.	66.38	66.36
Monounsaturated F.A.	18.44	18.60
Saturated F.A.	15.17	15.06
P/S ratio	4.37	4.40

화지방산(S) ratio는 각기 4.37, 4.40으로 비교적 높은 경향을 보였다.

식이의 지방산 조성에서는 P/S ratio가 중요한 수치이며 그 비율은 1.0 정도가 좋다는 보고²⁹⁾가 있으며, 참깨와 들깨의 P/S ratio는 각각 2.42, 6.01란 보고에 비하여 콩나물의 P/S ratio는 4.4로서 참깨보다는 높았고 들깨보다는 낮았다.

요 약

콩나물 제조중 식물성장 조절제 혼합액(IAA와 BA)을 2회 처리하여 그의 성분 및 생육상태의 변화를 비교실험하였다.

콩나물의 성장중 생육상태의 변화는 식물성장 조절제 처리구에서 35%의 신장이 억제되었으며 생체중량, 건조물량 및 배축부의 두께는 각각 10~20%, 5%, 40%의 촉진효과를 나타내었고 취약성 및 경도는 약간의 증가를 나타내었다. 또한 처리구에서는 잔뿌리의 발생이 억제되어 잔뿌리 없는 콩나물을 제조할 수 있었다.

콩나물 성장중 조단백질과 조지방의 변화는 처리구에서 대조구보다 각각 5~10%, 10%의 증가

효과를 나타내었으며 vitamin C의 변화는 처리구에서 대조구보다 70%의 생성촉진효과를 나타내었다.

식물생장 조절제 처리구의 아미노산 조성은 lysine 17.22mg, arginine 18.45mg, 그리고 methionine이 3.56mg으로 각기 대조구에 비하여 16%, 108%, 15%의 증가 효과를 나타내었으며 proline은 5.03mg으로 대조구에 비하여 106%로 감소되었다.

지방산조성은 처리구, 대조구 모두 비슷한 조성을 나타내었으며 처리구의 지방산조성은 linoleic 57.14%, oleic 18.6%, palmitic 11.17%, linolenic 9.22%의 순이며 P/S ratio는 4.40으로 대조구의 4.37 보다 약간 높았다.

참 고 문 헌

1. 조백현 : 수원 고등 농림학교 창립 25주년 기념논문집, p. 4., (1832)
2. 이기영 · 이춘영 · 김승원 : 서울대학교 논문집, 8 : 55 (1958)
3. 이기영 · 이춘영 · 이태영 · 권태완 : 서울대학교 논문집, 9 : 35 (1959)
4. 이춘영 · 조인호 · 김인수 : 한국농화학회지, 1 : 62 (1960)
5. 정동호 · 이철준 : 한국농화학회지, 2:29(1961)
6. 배효원 · 유태중 : 한국농화학회지, 8:81(1967)
7. 유태중 · 김상순 : 한국농화학회지, 13(1) : 93 (1970)
8. 변시명 · 허남응 · 이춘영 : 한국농화학회지, 20 (1) : 33 (1977)
9. 변시명 : 한국농화학회지, 23(1) : 7 (1980)
10. 田尻尙士 : 日本食品工業會誌, 28(2):79(1981)
11. 田尻尙士 : 日本食品工業會誌, 26(12) : 34(1979)
12. Singh, J.N., Tripathi, S.K. and Negi, P.S.: Indian J. Agric. Sci., 42(1) : 83 (1972)
13. 김동연 : 한국농화학회지, 4 : 29 (1963)
14. 광병화 : 한국원예학회지, 3 : 62 (1968)
15. 田尻尙士 : 日本食品工業會誌, 28(8) : 430 (1981)
16. Cheng, Y.W. and Chua, S.E.: Singapor J. Pri. Ind., 8(1) : 48 (1980)
17. 김길환 : 한국식품과학회지, 13(3) : 247(1981)
18. Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Sczesniak, A.S.: J. Food Sci., 28 : 390 (1963)
19. William, M.B.: J. Texture Studies, 6 : 52 (1975)
20. Association of Official Analytical Chemists, 11th ed. Washington, D.C. (1970)
21. Hughes, R.E.: Biochem. J., 64 : 203 (1956)
22. Twoney, D.G. and Goodchild' J.: J. Sci. Food Agric., 21 : 313 (1970)
23. Michael, F. and Olumbe, B.: J. Agric. Food Chem., 24(2) : 354 (1976)
24. 김울상 : 한국식품과학회지, 10(4) : 37 (1978)
25. Deman, J.M.: J. Dairy Sci., 1 : 499 (1977)
26. 김울상 : 인간과학, 3(1) : 91 (1979)
27. Venis, M.A.: Nature, 202 : 900 (1964)
28. Brown, B.E.: J. Am. Oil Chemist's Soc., 35 : 364 (1958)
29. 신호선 : 한국농화학회지, 17(4) : 240 (1974)
30. Morgan, R.E.: Phytochemistry, 14 : 1005 (1975)
31. 양차범 : 한국농화학회지, 23(1) : 7 (1980)
32. Wightman, F.: Can. J. Botany, 40 : 689 (1962)
33. Bentley, J.A.: J. Exptl. Botany, 3 : 392 (1952)
34. 이양자 : 한국영양학회지, 11 : 6 (1978)