

天然型 ABA의 葉面散布가 더덕의 生長, 收量에 미치는 影響

金學炫¹⁾, 宮島郁夫¹⁾, 李相來²⁾, 尹喆求³⁾

¹⁾九州大學 農學部, ²⁾東洋資源植物研究所, ³⁾충북농업기술원 시험연구부

Effect of natural type ABA foliar application on growth, yield of *Codonopsis lanceolata*

Hag Hyun Kim¹⁾, Ikuo Miyajima¹⁾, Sang Rae Lee²⁾, Cheol Ku Yoon³⁾

¹⁾Laboratory of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hakozaki 6-10-1, Higashiku, Fukuoka 812 Japan

²⁾Institute of Oriental Botanical Resources, Bukgajadong, Seodaemunku, Seoul, 120-132 Korea

³⁾Chungbuk Provincial ATA, Cheongju, 360-270 Korea

ABSTRACT

In order to improve cultivation technique of *C. lanceolata*, natural ABA was treated with foliar application periodically during differentiation of node. The higher its concentration and the earlier its foliar application was, the shorter plant height was. Especially, when 10mg · L⁻¹ of ABA was treated at differentiated stage of 3rd node, plant height was inhibited to 60% of control. But leaf length, leaf width, and number of branches have no significant difference in comparison with control. The fresh weight of subterranean part was similar to control independent of treated-time in the case of 10mg · L⁻¹. When 1, 5, and 10mg · L⁻¹ of ABA were treated at initial differentiated node stage, plant height inhibited to 20~30% of control, but subterranean part was similar to control. All treatment showed slight antitumor activity by the P388 cytotoxic screening test.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, natural type ABA, IC₅₀ values.

緒言

예로부터 식용 또는 약용으로 사용되어온 더덕 (*Codonopsis lanceolata*)은 초롱과에 속하는 다년생 덩쿨성 식물로서 한국, 일본 및 중국 등에 분포하고 있다. 뿌리에는 Saponin, Vitamin B1과 B₂, Inulin 및 단백질 등을 함유(申等, 1991)하고 있어 抗피로, 혈압강하, 폐암억제, 鎮咳등에 효과가 있다고 알려져 있다(문, 1884)

더덕은 덩쿨성 식물이므로 통상은 지주를 설치해 재배하고 있다. 지주를 세우는 비용, 노동력과 지주 설치에 의한 기계 수확의 불가능 등으로 인해 대규모 재배를 할 수 없는 점 등으로 지주를 필요로 하지

않는 품종의 작물 또는 재배기술의 개선이 매우 요구되고 있다. 식물을 왜성화하는 재배기술방법으로는 적심을 반복해 액아의 수를 늘려 총생형으로 하는 방법과 왜화제 산포에 의한 왜성화를 생각할 수 있다.

왜성화제는 화예재배에서는 폭넓게 사용되고 있으나 야채 생산에서의 이용은 거의 볼 수 없다. 주된 원인은 그 약제들이 매우 高價이며 그중에서도 식물 호르몬인 ABA(Absciscic acid)는 高價이면서 光에 불안정하여 포장조건에서는 거의 활성을 나타내지 않는다고 알려져 있어 실제 재배에서는 대다수 사용되고 있지 않다. 그러나 최근 들어 공업적으로 합성된 ABA가 아닌 眞菌의 一種인 *Botrytis cinerea*의 배양에 의해 식물에 함유되어있는 천연형 광활성 ABA을

공업적 규모로 생산할 수 있게 되었다(Marumo 等, 1982; 丸茂 等, 1990). 더욱이 직사 일광하의 포장 재배 식물에 경엽 산포를 행해도 안정된 효과를 나타내는 것(禿, 1992a)과 무(桐井, 1992; 天竺 等, 1992), 고구마(中谷, 1990) 등에서는 뿌리 비대를 촉진시킨다고 했다. 또한 천연형 ABA는 종자 침적처리에 의한 생육의 억제(禿, 1992b), 산포에 의한 생육 억제(大川, 1992; 松井, 1992)와 증산 위조 방지와 묘의 보존 효과(山崎, 1992), Rosset 化的 유기(加藤 等, 1992) 및 착과기의 散布에 의한 과실의 비대와 성숙촉진(杉浦, 1992; 禿 等, 1992) 등의 효과가 알려져 왔다.

본 연구는 더덕 재배에 가장 난점으로 되어있는 지주설치의 省力化를 목적으로 천연형 ABA의 엽면 산포 처리를 행해 지상부 생육과 지하부 수량에 미치는 영향을 검토하였다.

材料 및 方法

1) 高濃度 處理에 의한 효과

한국 청주에서 채종한 더덕 종자를 공시해 1994년 9월 14일 Vermiculite에 파종해 九州大學 농학부 원예학 교실의 Vinil-house내에서 催芽시켰다. 본엽 출현시의 10월 21일에 Vermiculite와 Bora土를 1:1로 혼합한 15cm의 Vinil-pot에 1株씩 이식해 같은 Vinil-house내에서 생육시켰다. 또한 동계의 가온은 행하지 않았다. 主莖이 目視로 3節(11월 1일), 6節(11월 22일), 9節(12월 12일), 및 12節(1995년 1월 5일)分化했을 때 0, 10, 100 및 1000mg · liter⁻¹ 농도의 천연형 ABA(Tween 20첨가)를 식물체 전체에 엽면산포했다. 관수 처리는 지표면이 마르지 않도록 했으며 비료로서 복합비료 OK-F-1(N=15%, P=8%, K=17%, 大塚化學)의 1000배액을 1주간에 1회씩 시여했다. 실험은 각구 10반복으로 행했다. 지상부 생육조사는 1995년 2월 13일에 초장, 엽폭, 엽장 및 분지수 등을 또한 同年 4월 17일에 지하부를 수확해 근장, 근의 직경과 생체중을 조사했다. 시험기간중의 제관리는 약용작물시험연구조사기준에 준해 행했다.

2) 低濃度 處理에 의한 효과

1)의 공시재료 및 방법으로 1995년 9월 7일 파종해 본엽 출현시의 10월 18일에 이식해 주경이 3節(12

월 11), 6節(96년 1월 20일), 9節(2월 15일) 및 12節(3월 11일) 분화했을 때 0, 1, 5 및 10mg · liter⁻¹ 농도의 천연형 ABA를 처리했다. 1996년 4월 15일 지상부 생육조사를 또한 4월 20일에 지하부의 수량조사를 행하였다. 처리방법 및 조사 항목등은 1)과 동일하게 했다.

3) 細胞毒性 Screening Test

5% FCS(三菱化學工業)과 Kanamycin 10 μ g · ml를 넣은 RPMI-1640(Nissui 製藥)배지를 96穴 plate에 100 μ l · well씩 分注해 日本癌研 化學療法部에서 입수한 P388 Leukemia Call을 3.0 \times 10⁴cell · well 씩 치상해 37 $^{\circ}$ C에서 배양했다. 배양 24시간 후, 동결건조시킨 각 처리의 더덕 뿌리의 메탄올 추출물을 첨가해 다시금 약 72시간 배양한 후 MTT시약(5mg · ml)을 20 μ l · well씩 더해 MTT Formazan을 용해해 검정균과 대조균과의 比色定量을 하는 것에 의해 판정했다. 또한 생약 엑기스 30 μ g · ml 농도 이하의 IC₅₀置(各種 檢體의 癌細胞 50% 增殖阻害濃度)를 나타내는 것을 기준으로 했다(Takeya 와 Itokawa, 1993).

結果 및 考察

1) 高濃度 處理에 의한 효과

처리농도가 높을수록 또한 처리시기가 빠를수록 초장은 짧아지고 가장 낮은 농도인 10 mg · liter⁻¹의 3節 분화시에 처리한 경우에도 133.9 cm로 대조구의 234.1 cm에 비해 약 6割정도 억제되었다. 분지수는 처리시기에 관계없이 100mg · liter⁻¹ 이상의 농도에서 감소했지만 10 mg · liter⁻¹ 농도로 3節 分化시에 처리한 구에서는 대조구와의 유의차는 인정되지 않았다. 엽폭은 처리농도가 높을수록 조금씩 줄어드는 경향이 있었으나 처리시기에 관계없이 10 mg · liter⁻¹의 처리농도에서는 대조구와의 유의차는 인정되지 않았다. 또한 엽장도 엽폭과 비슷한 경향을 보였으나 10 mg · liter⁻¹에서는 어느 분화시기에도 대조구와의 유의차가 없었다(표 1).

지하부의 형질에 대해서는 10 mg · liter⁻¹ 및 100 mg · liter⁻¹ 농도로 3節과 6節 분화시에 처리한 구에서는 대조구에 비해 分岐根의 수가 많아졌고 다른 구에서는 차가 없었다.

Table 1. Effect of natural type ABA foliar application on plant height, width and length of leaves, number of branches of *Codonopsis lanceolata*.

Treatment	Conc. (mg · liter ⁻¹)	Node number ^z	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	No. of branches
Control			234.1 h	4.9 a	7.3 d	18.4 i
Natural type ABA	10	3	133.9 d	4.6 de	7.1 cd	16.8 hi
	100		66.9 b	4.3 bcde	6.8 bcd	13.3 efg
	1000		38.4 a	3.2 a	5.4 a	4.3 a
	10	6	154.2 e	4.6 de	7.0 bcd	13.9 fg
	100		105.0 c	4.3 bcde	6.6 bc	11.0 def
	1000		60.4 b	4.0 bcd	5.8 a	7.2 bc
	10	9	177.1 f	4.3 bcde	6.9 bcd	12.9 efg
	100		127.2 d	4.2 bcde	6.5 bc	9.4 cd
	1000		90.9 c	3.9 bc	5.8 a	6.3 ab
	10	12	195.6 g	4.5 cde	6.9 bcd	14.4 gh
	100		134.4 d	4.1 bcd	6.4 b	10.8 de
	1000		107.3 c	3.8 b	5.7 a	8.3 bcd

^zDifferentiated node number at treatment.

Values followed by common letter in the same column are not significantly different(P=0.05, Duncan's multiple range test).

그러나 근장은 모든 처리구에서 대조구보다 짧아졌으며 뿌리의 굵기는 3節分化時의 모든 농도 및 처리시기에 관계없이 100 mg · liter⁻¹ 농도의 경우에는 대조구와 유의차는 인정되지 않았다. 또한 지하부의 생체중은 처리농도가 높을수록 감소하는 경향이었으며, 특히 1000 mg · liter⁻¹ 의 농도에서는 대조구에 비해 크게 감소했다. 10 mg · liter⁻¹ 농도에서는 처리시기에 관계없이 8.5~10.1 g의 범위로 대조구와의 유의차가 인정되지 않았다(표 2).

각각의 처리구에 대한 지하부의 세포독성

Screening의 결과는 대조구에서 활성을 볼 수 있는 것에 비교해 다른 처리구에서는 100 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}$ 이상의 약한 활성치를 나타냈지만 9節分化時의 1000mg · liter⁻¹ 농도처리구에서는 87.0 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}$ 를 나타내 활성이 인정되었다(표 3).

이상의 결과로부터 3節 分化時에 10 mg · liter⁻¹ 의 농도로 처리를 행하면 지하부의 수량을 감소시키지 않고 草丈을 어느 정도 줄일 수 있는 것이 가능한 것으로 생각되었다. 그러나 본 실험에서는 지하부 수량에 영향을 미치지 않고 지주를 필요로 하지 않을 정

Table 2. Effect of natural type ABA foliar application on fresh weight, length and diameter of leaves, number of lateral roots of *Codonopsis lanceolata*.

Treatment	Conc. (mg · liter ⁻¹)	Node number ^z	Fresh weight (g)	Root length (cm)	Root Diameter (mm)	No. of lateral roots
Control			11.2 f	10.4 d	10.7 de	6.3 abcd
Natural type ABA	10	3	10.1 ef	7.7 abc	9.6 abcde	10.2 f
	100		8.0 bcde	8.0 abc	10.6 cde	8.0 cde
	1000		5.9 abc	8.0 abc	9.5 abcde	6.0 abc
	10	6	9.3 def	9.3 cd	11.4 e	9.4 f
	100		7.2 bcde	7.9 abc	8.8 abcd	8.8 def
	1000		5.1 ab	6.9 ab	8.2 abc	7.1 bcde
	10	9	8.6 cdef	8.6 bc	9.8 bcde	4.5 a
	100		7.4 bcde	7.4 abc	8.8 abcd	6.5 abcd
	1000		6.2 bc	6.2 a	7.2 a	5.3 ab
	10	12	8.5 cdef	8.0 abc	9.2 abcde	6.9 bcd
	100		6.8 bcd	7.3 abc	9.5 abcde	9.3 ef
	1000		3.2 a	6.5 ab	7.5 ab	5.9 ab

^zDifferentiated node number at treatment.

Values followed by common letter in the same column are not significantly different(P=0.05, Duncan's multiple range test).

Table 3. IC₅₀ values($\mu\text{g} \cdot \text{ml}$) of *C. lanceolata* samples(Natural type ABA foliar application) against P388 cells.

Treatment	Conc. ($\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$)	Node number ²	Crude-drug weight(g)	Ext. weight(g)	IC ₅₀ values ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}$)	Survial call in 100 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}$ (%)
Control			6.35	1.26	81.0	41
Natural type	10	3	5.78	1.12	>100	83
ABA	100		5.25	1.16	>100	75
	1000		4.21	0.78	>100	89
	10	6	7.23	1.59	>100	65
	100		5.89	0.94	>100	73
	1000		3.65	0.51	96.0	49
	10	9	5.89	1.05	>100	76
	100		6.21	1.13	>100	89
	1000		4.30	0.75	87.0	47
	10	12	5.38	0.86	>100	88
	100		5.68	0.94	>100	58
	1000		3.25	1.20	>100	64

²Differentiated node number at treatment.

도의 왜화효과를 얻을 수 없었다.

천연형 ABA는 품종과 작기에 의해 생육 촉진 효과가 다른 것으로 알려져 있고(桐井 等, 1992; 大川 等, 1992) 또한 고구마(中谷, 1990), 무(桐井 等, 1992) 및 감자(丸茂 等, 1990) 등의 경우 10 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 의 농도 이하의 처리에서는 생육을 촉진시키는 것과 함께 수량을 증대시키는 것으로 알려져 있지만 어느 것도 초장의 감소를 가져오지 않을 정도의 낮은 농도에서 효과가 나타나고 있다.

그러나 본 실험에서 공시했던 더덕과 같이 지하부 수량의 감소없이 초장이 대조구의 약 6割 정도 억제

되는 예는 아직 알려지고 있지 않다(禿, 1995 私見). 따라서 지하부 수량 증가를 목표로 더덕에 더욱 더 낮은 농도에서의 실험이 필요하다고 생각되어 행한 것이 2)의 저농도처리이다.

2) 低濃度 處理에 의한 효과

초장은 대조구의 239 cm에 비해 3節 및 6節 分化時의 초기 생육 단계에서는 어느 농도처리에서도 20~30% 정도 억제되었다. 그러나 9節 分化時의 1 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 및 12節 分化時의 어느 농도 처리에서도 대조구와의 유의차는 없었지만 12節 分化時의 1 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$

Table 4. Effect of natural type ABA foliar application on plant height, width and length of leaves, number of branches of *Codonopsis lanceolata*.

Treatment	Conc. ($\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$)	Node number ²	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	No. of branches
Control			239.4 f	3.6 ab	6.7 c	32.1 h
Natural type	1	3	207.1 cde	3.7 b	6.0 bc	30.7 hg
ABA	5		187.3 abc	3.5 ab	5.8 ab	23.0 def
	10		176.2 ab	3.5 ab	5.6 ab	19.6 bcde
	1	6	179.4 ab	3.1 ab	5.1 a	15.7 ab
	5		167.2 a	3.0 a	5.1 a	13.3 a
	10		195.6 bc	3.3 ab	5.6 ab	18.0 abcd
	1	9	229.5 ef	3.6 ab	6.0 bc	16.1 abc
	5		210.5 cde	3.6 ab	6.1 bc	22.0 cdef
	10		208.7 cde	3.1 ab	5.7 ab	23.1 def
	1	12	279.8 d	3.1 ab	5.8 ab	27.1 fg
	5		246.3 f	3.1 ab	5.8 ab	25.7 fg
	10		223.4 ef	3.2 ab	5.9 abc	24.2 ef

²Differentiated node number at treatment.

Values followed by common letter in the same column are not significantly different(P=0.05, Duncan's multiple range test).

Table 5. Effect of natural type ABA foliar application on fresh weight, length and diameter of leaves, number of lateral roots of *Codonopsis lanceolata*.

Treatment	Conc. (mg · liter ⁻¹)	Node number ^z	Fresh weight (cm)	Root length (cm)	Root diameter (cm)	No. of lateral roots	
Control			16.9 bc	9.4 a	8.6 ab	7.8 cd	
Natural type ABA	1	3	13.0 abc	11.7 b	9.1 ab	6.9 abcd	
			5	13.9 bc	11.4 ab	9.9 bc	5.3 abc
			10	12.1 ab	11.0 ab	8.7 ab	5.9 abcd
	5	6	8.1 a	11.5 ab	7.8 a	4.6 ab	
			5	8.0 a	9.9 ab	8.7 ab	4.3 a
			10	12.8 ab	10.3 ab	9.1 abc	7.7 cd
	1	9	12.8 ab	10.5 ab	9.0 abc	6.2 abcd	
			5	15.9 bc	11.7 b	9.0 abc	7.3 bcd
			10	19.2 c	11.0 ab	10.2 bc	7.2 bcd
	5	12	15.7 bc	10.6 ab	10.7 c	7.2 bcd	
			5	16.7 bc	11.5 ab	8.8 abc	8.1 d
			10	12.0 ab	10.7 ab	8.3 ab	7.0 bcd

^zDifferentiated node number at treatment.

Values followed by common letter in the same column are not significantly different(P=0.05, Duncan's multiple range test).

Table 6. IC₅₀ values(μg · ml) of *C. lanceolata* samples(Natural type ABA foliar application) against P388 cells.

Treatment	Conc. (mg · liter ⁻¹)	Node numbe ^z	Crude-drug weight(g)	Ext wight(g)	IC ₅₀ values (μg · ml)	Survial cell in 100μg · ml(%)	
Control			7.35	1.36	91.0	48	
Natural type ABA	1	3	6.29	1.15	>100	85	
			5	6.83	1.24	>100	80
			10	6.21	1.06	>100	65
	5	6	8.45	1.52	>100	78	
			5	7.26	1.32	>100	63
			10	6.93	1.06	>100	77
	1	9	7.21	1.36	>100	76	
			5	8.02	1.54	>100	86
			10	7.64	1.37	>100	83
	5	12	6.95	1.28	>100	72	
			5	7.23	1.36	>100	84
			10	8.01	1.39	>100	79

^zDifferentiated node number at treatment.

Values followed by common letter in the same column are not significantly different(P=0.05, Duncan's multiple range test).

농도처리에서는 오히려 약 40 cm 정도의 신장이 있었다. 엽폭은 처리시기 및 농도에 관계없이 유의차가 인정되지 않았지만 엽의 길이는 처리에 의해 작아지는 경향이 있었다. 분지수는 대조구의 비해 처리구는 감소했지만 3節 분화時 1mg · liter⁻¹의 농도에서 유의차가 없었다(표 4).

지하부의 생체중은 6節 분화時的 처리에서 조금 감소했지만 다른 처리시기 및 농도에서는 대조구와 유의차 없이 거의 비슷했다. 분기근의 수는 6節 분화時 처리에서 조금 감소했을 뿐 그 외의 처리시기 및

농도에서는 지하부의 생체중은 비슷한 경향을 보였다. 근장 및 근의 굵기는 처리시기 및 처리농도에 관계없이 큰 차가 없었다(표 5).

각각의 처리구에 대한 지하부의 세포독성 Screening의 결과는 대조구만이 활성을 보일 뿐 다른 처리구에서는 100μg · ml 이상의 약한 활성치를 나타냈다(표 6).

이상의 결과로부터 3節 分化時 즉 생육 초기 단계에서의 천연형 ABA 10mg · liter⁻¹ 이하의 저농도처리는 지상부의 생육을 약 30% 정도 억제시키면서도 지

하부의 수량에는 유의차가 없는 것으로 나타났으나 완전한 왜화효과는 얻을 수 없었다.

그러나 지상부의 생육기별로 절제한 경우 120cm 정도에서의 절제처리에 대한 지하부의 수량은 대조구와 거의 같은 결과를 나타내었던 점(金, 1993)으로 보아, 더덕에 있어서의 120cm 정도의 초장은 지하부의 수량을 감소시키지 않는 농도의 천연형 ABA처리에 의해 야기되는 초장과 대략 같은 정도로, 지하부의 수량을 확보하기 위해서는 최소한 이 정도의 초장 혹은 이 초장에 포함되어있는 엽수 또는 엽면적이 필요할 것으로 생각되었다.

摘 要

더덕의 재배기술 개선을 목적으로 천연형 ABA를 절간분화기별로 엽면산포를 행했다. 처리농도가 높을수록 또한 처리시기가 빠를수록 초장은 짧아지고 특히 10mg · liter⁻¹의 3절분화시에 처리한 경우 대조구의 약 6割 정도까지 억제되었다. 엽장, 엽폭 및 분지수는 3절분화시의 10mg · liter⁻¹ 처리에서는 대조구와 유의차가 없었다. 지하부의 생체중은 10mg · liter⁻¹ 농도에서 처리시기에 관계없이 대조구와 유의차가 없었다. 1, 5 및 10mg · liter⁻¹ 농도에서 절간이 3절 및 6절분화시의 초기생육단계에서의 처리는 초장을 20~30% 정도 억제시켰으나 지하부의 생체중, 길이 및 굵기는 처리농도에 관계없이 대조구와 유의차가 없었다. 선풍독성 Screening 결과는 거의 활성이 약한 것으로 나타났다.

謝 辭

본 연구를 위해 천연형 ABA를 제공해 주신 東レ(株)의 禿 泰雄 博士님께 깊이 감사드립니다.

引 用 文 獻

天笠正, 小川正巳, 禿泰雄, 白井眞. 1992. 天然型アブジン酸のダイコンの抽苔および生育におよぼす効果. 園學雜(日本). 61(別 1):294-295
禿泰雄. 1992a. 天然型アブジン酸の量産と應用. バイオインダストリー. 9(2):5-13

禿泰雄. 1992b. 天然型アブジン酸の種子處理による生育促進と増収効果. 植物化學調節學會(日本). 54-55
禿泰雄, 白井眞, 松井鑄一郎. 1992. 天然型アブジン酸がトマトおよびメロンの果實肥大と成熟におよぼす効果. 園學雜(日本). 61(別 1):292-293
加藤克彦, 田中一弘, 禿泰雄. 1992. 天然型アブジン酸がトルコギキョウの抽苔, 開花におよぼす影響. 園學雜(日本). 61(別 1):478-479
金學炫. 1993. 日本産と韓國産ツルニンジンの生育・収量に諸特性に関する研究. 東京農大修士論文
桐井英幸. 1992. 大根の肥大と抽苔におよぼす天然型アブジン酸の効果. 園學雜(日本). 61(別 2):360-361
Marumo, S., M. Katayama, E. Komori, Y. Ozaki, M. Natsume and S. Kondo. 1982. Microbial production of abscisic acid by *Botrytis cinerea*. *Agri. Biol. Chem.* 46:1967-1968
丸茂晋吾, 李相甲, 禿泰雄. 1990. 天然型光學性アブジン酸の生産と活性. 植物細胞工學. Vol. 2(4): 503-513
松井鑄一郎, 松村博行, 禿泰雄. 1992. 天然型アブジン酸がブドウおよびカキの着果と成熟におよぼす効果. 園學雜(日本). 61(別 1):118-119
문관심. 1984. 藥草의 成分과 利用. 日月書閣. 586-587
中谷誠. 1990. サツマイモ塊根の形成肥大における植物ホルモンの役割. 植物の化學調節. 25(2):183-191
大川清. 1992. 天然型アブジン酸がトルコギキョウの生育および切り花品質に及ぼす影響. 園學雜(日本). 61(別 2):42-46
申秀撤, 李相來, 尹義洙. 1991. 더덕의 栽培方法別一般成分 및 無機成分에 관한 研究. 東洋資源植物學會 4(2): 39-45
杉浦英博. 1992. イチゴの花芽分化と成熟におよぼす天然型アブジン酸の効果. 園學雜(日本). 61(別 2):362-363
Takeya, K., H. Itokawa. 1993. Isolation and structural determination antitumor substances from natural products using Bio-active screening tests. *J. Oriental Bot. Res.* 6(1):41-51
山崎博子. 1992. 天然型アブジン酸によるトマト苗及びキュウリ苗の保存性向上. 園學雜(日本). 61(別 2):358-359