

## 천연올리고당 및 *Pseudomonas*속 길항미생물의 단독 및 혼용처리가 고온기 칼란코에 생육촉진에 미치는 영향

김성자<sup>1</sup> · 한태호<sup>1,2</sup> · 정순주<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 농업생명과학대학 응용식물학부, <sup>2</sup>전남대학교 농업생명과학대학 농업과학기술연구소

## Effects of Oligosaccharide and *Pseudomonas* sp. on the Growth of Potted Kalanchoe During Summer Season

Seong Ja Kim<sup>1</sup>, Tae-Ho Han<sup>1,2</sup>, and Soon Ju Chung<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Applied Plant Science, Chonnam National University

<sup>2</sup>Insti. of Ag. Sci. and Tech., College of Agriculture and Life Sciences,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

**Abstract.** Most severe problem in production of potted kalanchoe during summer season is retardation of growth caused by high temperature. The aim of this experiment was aimed to investigate the effects of natural products such as algin-oligosaccharide and glucosamine oligosaccharide, plant growth promoting rhizobacteria such as *Pseudomonas* sp. B and *Pseudomonas* sp. D2, and AG-solution on the growth of potted kalanchoe under the different root zone temperature in the greenhouse. Growth characteristics in terms of plant height, leaf length, leaf width, leaf area, leaf weight, fresh weight of shoot and root and root length were recorded under three root zone temperatures (25°C, 30°C, 35°C). In 25°C, the mixed treatment of *Pseudomonas* sp. B and glucosamine oligosaccharide resulted in the best growth in terms of plant height, leaf area and root weight. In 30°C, glucosamine oligosaccharide treatment gave fair result in plant height and leaf weight, but the mixed treatment of *Pseudomonas* sp. D2 and algin-oligosaccharide showed better growth on leaf area and root weight. In 35°C, the mixed treatment of *Pseudomonas* sp. B and glucosamine oligosaccharide could greatly improve the plant height, leaf area, leaf weight and root weight. These results demonstrated that the mixed treatment of natural products and microorganisms could overcome the detrimental effects caused by high temperature in the production of kalanchoe.

**Key words :** algin-oligosaccharide, glucosamine oligosaccharide, root temperature, *Pseudomonas* sp.

\*Corresponding author

### 서 언

다육식물의 하나인 칼란코에(*Kalanchoe blossfeldiana*)는 인도양 부근의 마다가스카르섬이 원산지인 분화용 꽃으로서 쌍자엽 식물이며 크리솔라속(*Crassulaceae*)에 속하는 다년초이다. 유럽의 칼란코에 생산동향을 보면 네덜란드 경매시장에서 분화류 가운데 생산액면에서 3위, 생산본수면에서는 1위이다(94). 미국, 유럽 등지에서 신품종 육성도 활발히 이루어지고 있어 꽃색, 잎모양 및 초형이 다양한 품종이 계속 개발 보급되고 있다.

칼란코에는 재배적온 20~25°C이고, 적정습도 60~

70% 정도로 온화하고 약간 습한 기후에서 잘 자란다. 따라서, 국내 재배시 여름철 고온 분 재배시 생장억제 현상, 개화소요일수연장 및 근부 현상이 발생할 수 있어 상품성이 떨어지며, 또한 연중생산이 불가능하게 된다. Tachibana(1989)는 고온에서 작물의 뿌리 생장, 엽면적, 잎의 양·수분 함량, 광합성 등이 감소하는데 기온보다는 근권 온도의 영향이 크다고 하였다. 이는 온도 스트레스에 의한 식물체 피해는 상당 부분 뿌리 기능장해에 의해 발생하는 것임을 시사한다. 근권의 온도변화는 또한 뿌리의 생장(Nielsen, 1974; Tachibana, 1987), 지상부의 생장(Cooper, 1973; Hicklenton과 Wolynets, 1987; Richards 등, 1952)과 수량(Cooper,

1975; Gosselin과 Trudel, 1986; Gosselin 등, 1984; Rykbost 등, 1975), 과실의 품질(Adams, 1988) 등에 직접 또는 간접으로 영향을 끼치며, 근권 온도에 따라서 뿌리전염성 병원균의 발병정도가 다르게 나타난다. 따라서 식물의 생장에 직·간접적으로 영향을 미치는 근권 온도 등 근권의 효과적 관리는 고온기때 칼랑코에를 근부 현상에서 벗어나게 할 수 있는 방법으로 예상된다.

$\beta$ -glucosamine은 토양개량효과, 연작장애 회피, 작물의 면역력 증가 및 식물의 성장촉진과 토양 내 뿌리 썩음병을 사멸시킬 수 있다.  $\alpha$ -glucosamine은 병원성 미생물의 오염을 차단할 수 있을 뿐만 아니라 어류의 성장률과 내병성을 향상한다. N-Acetyl-Glucosamine과 glucosamine oligosaccharide의 추출 방법은 1954년에 밝혀졌으며 근래에는 N-Acetyl-Glucosamine 및 glucosamine oligosaccharide 계열의 합성 차원을 넘어 이들의 올리고당에 대한 합성 및 응용화 연구가 이루어지고 있다. 알긴산과 알긴산-올리고당은 1976년에 제조법이 밝혀졌으나 최근에 항균효과의 가능성이 제시되다.

토양 미생물 중에는 식물 근권에 미생물이 군집하여 유해미생물이 증식하는 것을 방지하여 식물의 근부를 보호하고 대사작용을 원활하게 해줌으로써 식물의 양수분 흡수를 도와주는 식물 생장 촉진 근권 미생물이 있다. 이와 같은 근권 미생물은 뿌리 전염성 병원균의 생장을 억제하는 미생물상으로 조성하여 작물의 생장을 촉진하고 뿌리 전염성 병원균의 발생을 줄일 수 있다는 보고가 있다(Van Peer와 Schippers, 1989; Vogt와 Buchenaver, 1997). 이러한 갈항성 근권미생물은 뿌리전염성 병원균의 생장을 억제하므로써 식물의 생장을 촉진시킨다(Lesinger와 Margraff, 1979). 병원성 미생물의 생장을 억제하는 메카니즘에는 항생물질(Howell 등, 1979; Baker와 Scher, 1986)과 철 킬레이트 화합물의 생산(Nielands, 1981; Nielands와 Leong, 1986), 양분을 이용하기에 좋은 위치 확보(Lynch, 1982; Schroth와 Hancock, 1982)등이 보고되고 있다.

따라서 이 연구의 목적은 식물의 성장촉진과 토양내 뿌리썩음병균을 억제시킬수 있는 천연소재  $\beta$ -glucosamine과 식물 생장 촉진 근권 미생물 처리가 고온기 분식 칼랑코에의 생장에 미치는 영향을 알아봄으로써 칼랑코에의 문제점을 가장 잘 개선해주는 천연물 제제

와 미생물의 종류를 구명하여 한여름 고온 스트레스 해결법을 찾고 칼랑코에의 연중 생산이 가능한 분화로의 방향을 모색하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험조건

본 연구는 전남농업기술원 원예연구과 실험포장에서 2001년 9월부터 11월까지 실시하였다. 시험재료는 칼랑코에 라코(빨강색) 품종을 삼목 번식하여 사용하였다. 용토는 피트모스:펄라이트 = 1:1로 혼합하여, pH를 6~6.5로 교정하여 사용하였다. 갑작스러운 온도 차이로 인한 삼목한 묘들의 스트레스를 방지하고자 베드에 화분들을 모두 배치한 후 상온에서 한시간에 5°C씩 온도를 올려 25°C, 30°C, 35°C 설정 온도를 맞추었다. 베드는 저면 관수 시스템에 온도조절을 위하여 열선을 설치하고 상토를 채워 사이사이에 분을 위치하여 근권 온도를 조절하였다. 반면 지상부의 온도는 생육에 적당한 온도로 유지하였다. 실험구는 저면관수로 양액을 공급하였다(Table 1).

### 2. 천연물과 미생물을 이용한 실험구

온도는 칼랑코에의 성장적인인 25°C에 근권 온도를 맞춰 아무 처리도 하지 않고 매일 전용 양액만 공급한 구를 대조구로 설정하고, 실험처리에 들어갈 배지는 25°C, 30°C, 35°C 각각 온도를 설정하여 조사기간 동안 설정온도에서  $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 이상 편차가 생기지 않도록 관리하였다. 온도 설정을 달리한 처리구에 근권 및 지상부의 성장촉진을 시킬 수 있다고 알려진 algin-oligosaccharide, glucosamine oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. B, *Pseudomonas* sp. D2용액을 혼합처리, *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide 용액을 혼합처리, *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide의 혼합처리, AG-용액만을 처리한 처리구로 7개 처리구로 공히 설정하였으며, 일반 관행 처리한 대조구를 (Control) 포함하여 총 8개 실험구로 설정하였다. 한 온도 범위의 처리구에 각각 3회씩 처리하였고 하나의 분에는 100g씩의 피트모스와 펄라이트(1:1)의 혼합배지를 충전하여 준비하였다. 각 처리구는 3반복 개체군으로 설정하였으며, 실험기간 중 양액공급은 저면관수법으로 1일 2회씩 공급하였으며, 14일이 경과후 파괴

천연올리고당 및 *Pseudomonas*속 길항미생물의 단독 및 혼용처리가 고온기 칼랑코에 생육촉진에 미치는 영향

**Table 1.** Chemical composition of the balanced nutrient solution formulated.

Tank	Substances	Chemical formula	Concentration (g/1,000L)
A	Calcium nitrate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	867
	Potassium nitrate	$\text{KNO}_3$	700
		Fe-EDTA	15
B	Ammonium dihydrogenphosphate	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	133
	Dipotassium phosphate	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	200
	Magnesium sulfate	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	267
		$\text{NH}_4\text{NO}_3$	467
	Boric acid	$\text{H}_3\text{BO}_3$	1.33
	Copper sulfate	$\text{CuSO}_4$	0.20
	Manganese chloride	$\text{MnSO}_4$	2.33
		$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.12
	Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4$	0.87

조사를 실시하였다(Table 1). 결과조사를 위한 항목으로는 초장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽중, 지상부 생체중, 근장, 근중을 조사하였다.

처리구 1(T1)에서 사용된 천연 제재인 algin-oligosaccharide는 해조류 기원 고분자물질인 알긴산을 효소가수분해과정을 거쳐 제조한 올리고당으로서 고품 배지내에 관주시 식물체내 흡수가 용이하도록 제조된 제제로 이를 칼랑코에 적용하여 생장 및 억제에 미치는 효과를 검토하고자 설정하였다. 처리구 2, 3(T2와 T3)에서는 근권 및 지상부 활력에 영향을 줄 수 있다고 판단되는 토양 분리미생물중 *Pseudomonas*계열인 *Pseudomonas* sp. B와 *Pseudomonas* sp. D2를 선발하여 실제적으로 칼랑코에의 생장 및 억제효과에 미치는 영향을 조사하기 위하여 *Pseudomonas* sp. B 비드와 *Pseudomonas* sp. D2비드를 이용하였다. 처리구 4(T4)에서는 뿌리의 활력을 증가시키고 지상부의

생장을 촉진하는 효과가 있는 N-deacetyl glucosamine을 원료로 하여 제조된 천연 아미노당화 무독성 제재인 glucosamine oligosaccharide와 *Pseudomonas* sp. D2를 칼랑코에 포트에 혼합처리 하였다. 처리구 5 (T5)에서는 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합처리 하여 효과를 검증하였다. 처리구 6(T6)은 *Pseudomonas* sp. B비드와 glucosamine oligosaccharide용액을 혼합처리 하여 효과를 검증하였다. 처리구 7(T7)에서는 강력한 항균력과 더불어 지상부 생장과 고온기의 작물 스트레스 증가로 인하여 작물내에 발생이 예상되는 에틸렌 형성을 억제하므로써 질병의 발생을 억제하고 근사와 노화의 요인을 제거할 수 있도록 제조된 algin-oligosaccharide-AG 유도체인 AG-용액을 이용하여 칼랑코에의 생장 효과를 알아보고자 하였다(Table 2).

처리구 1(T1)는 2% algin-oligosaccharide 용액을

**Table 2.** Seven different application of oligosaccharide and *Pseudomonas* sp.

	Treatment
Treatment 1 (T1)	Algin-oligosaccharide (4 ppm, 100 ml for 2 days)
Treatment 2 (T2)	<i>Pseudomonas</i> sp. B (400 g in 10 g media)
Treatment 3 (T3)	<i>Pseudomonas</i> sp. D2 (400 g in 10 g media)
Treatment 4 (T4)	<i>Pseudomonas</i> sp. D2 (400 g in 10 g media) Glucosamine oligosaccharide (10 ppm, 100 ml for 2 days)
Treatment 5 (T5)	<i>Pseudomonas</i> sp. D2 (400 g in 10 g media) Algin-oligosaccharide (4 ppm, 100 ml for 2 days)
Treatment 6 (T6)	<i>Pseudomonas</i> sp. B (400 g in 10 g media) Glucosamine oligosaccharide (10 ppm, 100 ml for 2 days)
Treatment 7 (T7)	AG-solution (100 ml for 6 days)

5,000배 희석 후 1일 1회 한 화분에 100 ml씩 2일간 처리 한 후 5일 동안은 전용양액을 공급하는 과정을 2주 반복하였다. 처리구 2(T2)와 처리구 3(T3)는 피트모스와 펄라이트의 혼합배지(1:1) 400 g당 *Pseudomonas* sp. B와 *Pseudomonas* sp. D2비드를 각각 10 g씩이 되게 혼합된 배지를 준비하고, 이를 칼랑코에 전용포트에 100 g씩을 충전하였다. 처리구 4(T4)는 피트모스와 펄라이트의 혼합배지(1:1) 400 g당 *Pseudomonas* sp. D2비드를 각각 10 g씩이 되게 혼합된 배지를 준비하고, 이를 칼랑코에 전용포트에 100 g씩을 충전한 후 5% glucosamine oligosaccharide용액을 5,000배 희석한 것을 100 ml씩 1일 1회 2일간 처리하였다. 처리구 5(T5)는 피트모스와 펄라이트의 혼합배지(1:1) 400 g당 *Pseudomonas* sp. D2비드를 각각 10 g씩이 되게 혼합된 배지를 준비하고, 이를 칼랑코에 전용포트에 100 g씩을 충전한 후, 2% algin-oligosaccharide용액을 5,000배 희석하여 100 ml씩 1일 1회 2일간 처리하였다. 처리구 6(T6)은 혼합배지(피트모스:펄라이트=1:1) 400 g당 *Pseudomonas* sp. B비드가 각각 10 g씩 되게 혼합된 배지를 만들어 칼랑코에 전용포트에 100 g씩을 충전한 후, 5% glucosamine oligosaccharide용액을 5,000배 희석한 것을 100 ml씩 1일 1회 2일간 처리하였다. 처리구 7(T7)은 100% AG-용액을 100 ml씩 1일 1회 처리하고 6일 동안 전용양액을 공급하는 과정을 2주 반복하였다.

### 결과 및 고찰

근위의 온도변화가 칼랑코에 뿌리의 생장, 지상부의 생장 등에 직접 간접적으로 영향을 미친다는 사실을 확인하기 위하여, 25°C, 30°C, 35°C로 온도를 설정한 관해 처리구의 온도별 엽면적과 지상부, 지하부의 생장 비율, 그리고 엽면적에 대한 열 생체중의 비율을 조사하였다(Fig. 1). 칼랑코에의 각 엽면적을 조사 종합하여 25°C를 100으로 기준하여 볼 때 온도가 상승할수록 엽면적도 저하되었다. 지상부와 지하부의 길이를 조사해 보았을 때 지상부와 지하부의 생장은 온도가 높은 처리구일수록 지상부, 지하부 모두 생장이 떨어졌다. 지상부와 지하부의 생장률은 대체적으로 세 온도 처리구 모두 균형 있게 생장한 것으로 보였다. 30°C 이상은 식물이 고온 스트레스를 받을 수 있는 온도로써

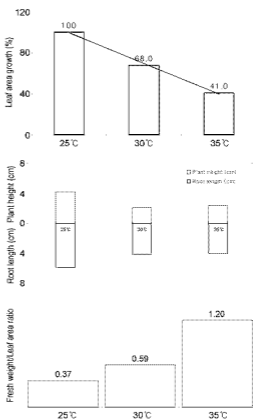
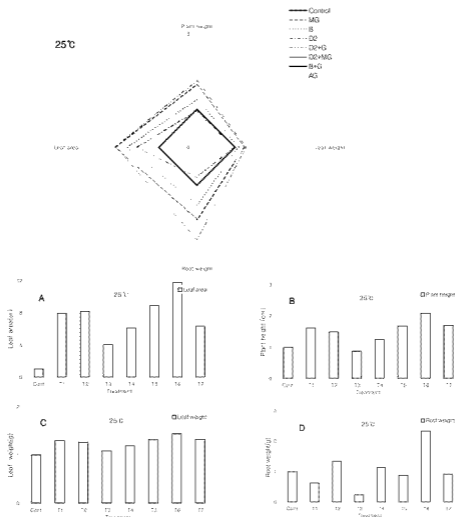


Fig. 1. Leaf area (A), Plant height and Root Length (B), Fresh leaf weight/Leaf area (C) of Kalanchoe as affected by root temperature at 2 weeks after treatment.

하절기 식물 생장에 있어 가장 불리한 환경조건의 하나이다. 엽면적에 대한 열의 생체중 비율을 조사하여 본 결과 온도가 높을수록 수치가 높았다. 수치가 높다는 것은 열 두께가 더 두껍다는 것을 의미하므로 고온일수록 단위 면적당 열육의 두께가 두껍다는 것을 알 수 있었다. 이에 따라 여름철 고온 스트레스로 야기되는 칼랑코에의 생장억제 요인을 제어하여 궁극적으로 생장 촉진방법을 모색하고자 하였다(Fig. 2, 3, 4).

Fig. 2, 3와 4는 초장, 엽면적, 엽중, 근중을 대조구를 1로 기준으로 하여 어느 정도의 효과가 있었는지를 각 온도별로 나타냈다. 25°C 처리구에서 천연제재와 석물생장 촉진 근간 미생물이 초장에 미치는 영향을 대조구와 비교하여 보면 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide의 혼합처리구가 가장 생장이



**Fig. 2.** Effects of natural products and plant growth promoting Rhizobacteria on the growth of Kalanchoe as affected by root zone temperature (Treatment temperature: 25°C, A: Leaf area, B: Plant height, C: Leaf weight, D: Root weight, Cont.: Control, T1: algin-oligosaccharide, T2: *Pseudomonas* sp. B, T3: *Pseudomonas* sp. D2, T4: *Pseudomonas* sp. D2 + glucosamine oligosaccharide, T5: *Pseudomonas* sp. D2 + algin-oligosaccharide, T6: *Pseudomonas* sp. B + glucosamine oligosaccharide, T7: Ag-solution).

촉진되었으며 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합 처리구와 AG-용액 처리구도 초장에 대한 효과가 좋았다. 이들 다음으로 algin-oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. B비드, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구 순으로 생장이 좋았으며 *Pseudomonas* sp. D2비드의 처리는 대조구보다 오히려 초장의 생장이 오히려 억제되는 것으로 나타났다. 열변적의 경우 대조구에 비해 7가지

처리구 모두 생장이 촉진됨을 알 수 있었는데 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구가 가장 효과가 좋았으며, 다음은 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide 혼합, glucosamine oligosaccharide, algin-oligosaccharide, AG-용액, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide 혼합, *Pseudomonas* sp. D2의 처리순으로 생장 촉진 효과가 있다. 열중은 전체적으로 전체 처

리구 모두에서 비교적 고른 생장을 나타내었는데, 그 효과는 대조구에 비해 그 다지 크지 않았다. *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합 처리한 처리구가 가장 큰 생장촉진 효과를 나타내었고 다음은 AG-용액의 처리, *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합한 처리구, algin-oligosaccharide,

glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구 순으로 높았는데 그 차이는 별로 나지 않았다. 다음으로 *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구, *Pseudomonas* sp. D2를 처리한 처리구 순으로 생장 촉진 효과를 보였다. 근중은 처리 별로 그 효과가 많이 달랐는데 대조구에 비해

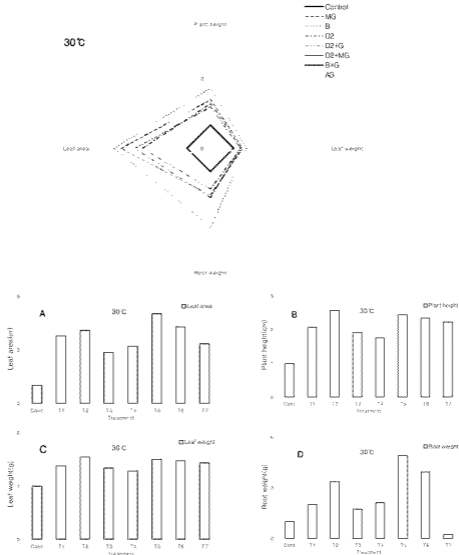


Fig. 3. Effects of Natural Products and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on the growth of Kalanchoe as affected by root zone temperature (Treatment temperature: 30°C, A: Leaf area, B: Plant height, C: Leaf weight, D: Root weight, Cont.: Control, T1: algin-oligosaccharide, T2: *Pseudomonas* sp. B, T3: *Pseudomonas* sp. D2, T4: *Pseudomonas* sp. D2 + glucosamine oligosaccharide, T5: *Pseudomonas* sp. D2 + algin-oligosaccharide, T6: *Pseudomonas* sp. B + glucosamine oligosaccharide, T7: Ag-solution).

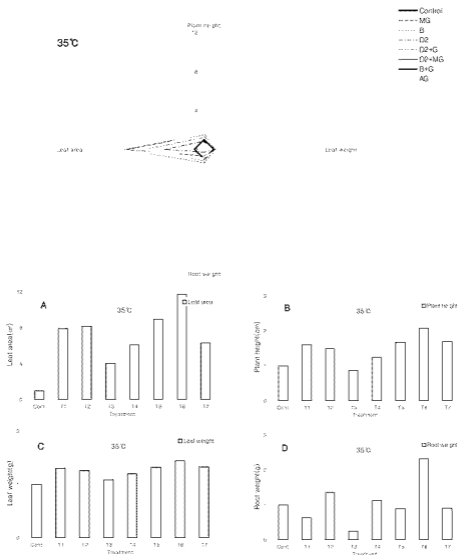
*Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구가 근중의 생장 촉진에 가장 효과를 주었으며 다음은 glucosamine oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구 순으로 효과가 있었다. 나머지 처리구는 대조구보다 생장이 억제되는 경향을 보여 처리효과를 볼 수 없었다(Fig. 2).

30°C의 경우 초장을 살펴보면 모든 처리구가 대조구에 비하여 1.5배 이상 생장이 촉진되었는데 glucosamine oligosaccharide처리가 특히 초장 생장에 그 효과가 컸다(Fig. 3). 다음은 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide 혼합, *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide 혼합, AG-용액, algin-oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구 순으로 효과가 컸다. 엽면적은 대조구에 비하여 천연제제와 미생물을 처리한 처리구 모두에서 대조구에 비해 큰 생장 촉진 효과를 보였다. *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합한 처리구에서 가장 효과가 좋았으며 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리, glucosamine oligosaccharide, algin-oligosaccharide, AG-용액, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합, *Pseudomonas* sp. D2를 처리한 순으로 생장 촉진 효과가 컸다. 엽중도 대조구에 비해 7개의 처리구 모두 생장 촉진 효과를 나타내었다. 처리간 차이는 그다지 크지 않았으며 그 중 glucosamine oligosaccharide의 처리가 칼랑코에의 엽중에 가장 크게 영향을 주었다. 그 생장 촉진효과는 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합, *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합, AG-용액, algin-oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 순으로 높았다. 근중은 처리간 다소 차이가 컸으며 AG-용액을 제외한 처리구에서 대조구보다 높은 생장촉진 효과를 나타내었다. *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합한 처리구에서 가장 그 효과가 높았으며 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구도 효과가 컸다. 다음은 glucosamine oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합, algin-oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2 처

리구 순이었으며, AG-용액은 대조구에 비해 근중이 오히려 크게 억제되어 근중에는 AG-용액이 효과가 없는 것으로 나타났다(Fig. 3).

35°C에서 초장은 대조구에 비하여 *Pseudomonas* sp. D2를 처리한 처리구를 제외하고 다른 처리구 모두 생장이 촉진되었다(Fig. 4). 그 효과는 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구에서 가장 컸으며 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합, AG-용액 처리, algin-oligosaccharide, glucosamine oligosaccharide를 처리한 순으로 초장의 생장 촉진에 기여하였다. 엽면적은 대조구에 비하여 7개의 처리구 모두 현저한 생장 촉진 효과를 가져왔는데 그중 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구가 가장 효과가 컸다. 다음은 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 혼합, glucosamine oligosaccharide, algin-oligosaccharide, AG-용액, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide를 혼합, *Pseudomonas* sp. D2를 처리한 순으로 효과가 컸다. 엽중은 대조구에 비하여 전반적으로 생장이 향상되기는 하였으나 그 효과가 엽면적에 미치는 것보다는 못하였다. 엽중은 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리에서 가장 좋았으며, 다른 처리구는 대부분 비슷한 효과를 가져왔다. 근중은 대조구에 비하여 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide의 혼합, glucosamine oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2와 glucosamine oligosaccharide처리의 순으로 효과가 컸으며 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide 혼합, AG-용액, algin-oligosaccharide, *Pseudomonas* sp. D2는 대조구보다 그 생장이 억제되었다(Fig. 4).

위에서 사용된 천연제제 글루코사민은 토양개량효과, 연작장해 회피, 작물의 면역력 증가 및 식물의 생장촉진과 토양 내 뿌리썩음병을 사멸시킬 수 있는 특성을 보유하고 있어 본 연구에서 사용되었다. 천연물이란 육상 및 해상에 생존하는 동·식물 등의 생체와 생체의 세포 또는 조직배양 산물 등 생물을 기원으로 하는 산물을 말하며, 천연물 성분이란 천연물에 함유되어 있는 물질로서 미량으로 생체에 직·간접적으로 영향을 미치는 등 생물활성을 가지는 물질을 말한다. 국내에서는 위와 같은 천연제제를 다량 함유하고 있는 새우와 게 등을 연간 약 110,000 MT씩 포획하고있어 해산물



**Fig. 4.** Effects of natural products and plant growth promoting Rhizobacteria on the growth of Kalanchoe as affected by root zone temperature (Treatment temperature 35°C. A: Leaf area, B: Plant height, C: Leaf weight, D: Root weight, Cont.: Control, T1: algin-oligosaccharide, T2: *Pseudomonas* sp. B, T3: *Pseudomonas* sp. D2, T4: *Pseudomonas* sp. D2 + glucosamine oligosaccharide, T5: *Pseudomonas* sp. D2 + algin-oligosaccharide, T6: *Pseudomonas* sp. B + glucosamine oligosaccharide, T7: Ag-solution).

에서 추출된 천연제품의 폭넓은 연구가 필요하다.

외국에서는 식물생장촉진 근권미생물 *Azospirillum* sp.(Lin 등, 1993; Morgenstern과 Okon, 1987; Sarig 등, 1988; Okon 등, 1988), *Pseudomonas* sp.(Van Peer과 Schipper, 1989; Vogt와 Buchenaver, 1997) 및 *Bacillus* sp.(Brown, 1974) 등을 처리하여 오이,

토마토, 상추 및 감자 등의 생장을 촉진시킬 수 있었다는 보고가 일부 있다. 그러므로, 환경 친화적 양액배의 개발이라는 측면에서 길항성 미생물을 이용한 생물학적 방제(Nielands와 Leong, 1986; Orlikowski, 1987; Vogt와 Buchenaver, 1997; Whipps, 1997)와 유용 근권미생물을 이용한 양수분의 효율적인 이용



천연올리고당 및 *Pseudomonas*속 길항미생물의 단독 및 혼용처리가 고온기 칼랑코에 생육촉진에 미치는 영향

(Martin, 1973; Lifshitz 등, 1987; Shabayev 등, 1996; Defreitas 등, 1997; Schreiner 등, 1997)으로 비료사용을 절감하는 경제적인 효과가 기대된다.

현재 외국에서 수행되고 있는 양액재배에서 식물생장촉진 근권 미생물의 이용에 관한 연구를 보면 주로 *Pseudomonas* sp.와 *Azospirillum* sp.를 처리하여 양수분의 효율적인 이용(Sarig 등, 1988)과 생물학적 방제를 실시(Van Peer와 Schippers, 1989)하는 측면에서 주로 실시되고 있다. Van Peer와 Schippers (1989)에 의하면 토마토, 오이, 상추 및 감자 등의 양액재배시 식물생장촉진 근권미생물인 *Pseudomonas* 균주들의 처리는 지상부 및 지하부의 생체중을 증가시켰다고 하였다. 식물의 생장촉진은 근권의 유해미생물, 특히 유해한 뿌리내생미생물의 억제에 따른 생장촉진 결과이다. 양액재배 작물의 생장과 근권 미생물의 관계를 보면 Van Peer와 Schipper (1989)는 양액 재배 작물의 근권 배양액에 미생물 배양액을 처리했을 경우 세균의 수, 특히 뿌리 내생근균인 *Pseudomonas*의 수와 작물의 생장은 부의 상관관계가 있다고 하였다. 그러나 식물생장촉진 근권 미생물인 *Pseudomonas* sp. WC417의 처리는 *Pseudomonas*에 의한 식물의 생장저해를 방지한다.

결론적으로 각 처리별 간, 처리 온도에 따라 차이는 있지만 식물생장 촉진 근권 미생물과(*Pseudomonas* sp. B와 *Pseudomonas* sp. D2), 천연제재(algin-oligosaccharide와 glucosamine oligosaccharide), AG-용액의 단용 또는 혼합 처리는 고온 스트레스로 인해 생장이 억제되는 칼랑코에 지상부와 지하부에 활력을 주어 고온기의 피해를 해소하고, 생장을 촉진시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다. 또, 미생물이나 천연제재의 단용보다는 혼합처리 하는 것이 더 효과적임을 알 수 있었다.

## 적 요

고온기 분식 칼랑코에 재배에 있어 문제는 고온 스트레스에 의한 생장의 억제로, 본 연구는 지하부 및 지상부의 생장을 촉진을 시킬 수 있다고 알려진 근권 생장촉진미생물(*Pseudomonas* sp. B와 *Pseudomonas* sp. D2)을 선발하여 사용하였으며 천연물로서는 algin-oligosaccharide와 glucosamine oligosaccharide를 사

용하였다. 또한 이들을 AG-용액과 단일 및 복합 처리하여 재배 온도차이를 부여한 경우 칼랑코에의 생장에 미치는 영향을 조사하였다.

상이한 지하부 온도조건은 25°C, 30°C 및 35°C로 처리하여, 2주후 초장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽중, 지상부 생체중, 근장, 근중을 조사하였다. 25°C 처리구에서는 초장, 엽면적, 엽중, 근중 모두 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구가 가장 높았고, 30°C의 경우 초장과 엽중은 glucosamine oligosaccharide처리에서, 엽면적과 근중은 *Pseudomonas* sp. D2와 algin-oligosaccharide를 처리구에서 가장 좋은 생장 효과를 나타내었다. 35°C의 경우는 초장, 엽면적, 엽중, 근중 모두 *Pseudomonas* sp. B와 glucosamine oligosaccharide를 혼합한 처리구에서 효과가 컸다. 이상의 결과로 보아 고온기 칼랑코에의 분화 재배시 문제가 되는 생장억제현상은 천연제재와 미생물제재를 혼합처리 함으로써 크게 개선시킬 수 있었다.

**주제어** : algin-oligosaccharide, glucosamine oligosaccharide, 근권온도, *Pseudomonas* sp.

## 인 용 문 헌

1. Adams, P. 1988. Some effects of root temperature on the growth and nutrient uptake of tomatoes in NFT. Proceedings of Int'l Congr. on Soilless Culture:81-111.
2. Baker, R. and F.M. Scher. 1986. Enhancing the activity of biological control agents. In Innovative Approaches to Plant Disease Control (I. Chet, Ed.). Wiley, New York, pp. 1-18.
3. Brown, M.E. 1974. Seed and root bacterization. Annu. Rev. Phytopathol.
4. Cooper, A.J. 1973. Root temperature and plant growth. Commonwealth Agr. Bureau, Slough, England.
5. Cooper, A.J. 1975. Crop production in recirculation nutrient solution. Scientia Hort. 3:252-258.
6. Defreitas, J.R., M.R. Banerjee and J.J. Germida. 1997. Phosphate - solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola(*Brassica napus* L.). Biol. Fertility of Soils 24(4):358-364.
7. Gosselin, A., F.P. Chalifour, M.J. Trudel, and G. Gendron. 1984. Influence de la temperature du substrat et de la fertilisation azotee sur la croissance, le developpement, la teneur en azote et l'activite de la nitrate reduc-

- tase chez la tomate. Can. J. Plant Sci. 64:181-191.
8. Gosselin, A. and M.J. Trudel. 1986. Root zone temperature effects on pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(2):220-224.
  9. Hicklenton, P.R. and M.S. Wolynetz. 1987. Influence of light and dark period air temperatures and root temperature on growth of lettuce in nutrient flow systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(6):932-935.
  10. Lesinger, T. and R. Maragraff. 1979. Secondary metabolites of the fluorescent pseudomonads. Microbiol. Rev. 43:422-442.
  11. Lifshitz, R., J.W. Kloepper, M. Kozlowski, C. Simonson, J. Carson, E.M. Tipping, and I. Zaleska. 1987. Growth promotion of canola (rapeseed) seedling by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotic conditions. Can. J. Microbiol. 33:390-395.
  12. Lin, W., Y. Okon, and R.W.F. Hardy. 1993. Enhanced mineral uptake by Zeamays and Sorghum bicolor roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. Appl. Environ. Microbiol. 45:1775-1779.
  13. Lynch, J.M. 1982. Interaction between bacteria and plants in the root environment. Soil. Appl. Bacteriol. Symp. Ser. 10:1-23.
  14. Martin, J.K. 1973. The influence of rhizosphere microflora on the availability of  $^{32}\text{p}$ -myoinositol hexophosphate phosphorus to wheat. Soil Biol. Biochem.
  15. Morgenstern, E. and Y. Okon. 1987. Promotion of plant growth and  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{Rb}^+$  uptake in *Sorghum bicolor*  $\times$  *Sorghum sudanense* inoculated with *Azospirillum brasilense* Cd. Arid Soil Res. Rehabil. 1:211-217.
  16. Nielsen, K.F. 1974. Roots and root temperatures. In E.W. Carson(ed.). The plant root and its environment. University Press of Virginia, Charlottesville, Va. p. 293-334.
  17. Nielands, J.B. 1981. Absorption and transport in microorganisms. Annu. Rev. Nutr. 1:27-46.
  18. Nielands, J.B., Leong. 1986. Iron absorption and transport in microorganisms. Annu. Rev. Nutr. 1:27-46.
  19. Okon, Y., E. Fallik, S. Sarig, E. Yahalom, and S. Tal. 1988. Plant growth promoting effects of *Azospirillum*. In Nitrogen Fixation. Gustav Fischer, Stuttgart, West Germany, 741-746.
  20. Orlikowski, L. 1987. Biological control of fusarium wilt of carnation. Acta Hort. 216:101-104.
  21. Richards, S.J., R.M. Hagen, and T.M. McCalls. 1952. Soil temperature and plant growth. In B.T. Shaw(ed.). Agronomy 2. Soil physical conditions and plant growth. Academic Press. New York. p. 303-480.
  22. Rykbost, K.A., L. Boersma, H.J. Mack, and W.E. Schmisser. 1975. Yield response to soil warming: Vegetable crop. Agron. J. 67:738-743.
  23. Sarig, S., Y. Kapulnik, and Y. Okon. 1988. Improvement of the water status and yield of field-growth grain sorghum (*Sorghum bicolor*) by inoculation with *Azospirillum brasilense*. J. Agric. Sci. (Cantab.) 110:271-277.
  24. Schreiner, R.P., K.L. Mihara, H. Medaniel and G.J. Bethlenfalvay. 1997. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and Soil 188(2):199-209.
  25. Schroth, M.N. and J.G. Hancock. 1982. Disease-suppressive soil and root-colonizing bacteria. Science 216(25):1376-1381.
  26. Shabayev, V.P., V.Y. Smolin, and V. A. Mudrik. 1996. Nitrogen fixation and  $\text{CO}_2$  exchange in soybeans (*Glycine max* L.) inoculated with mixed cultures of different microorganisms. Biol. Fertility of Soils 23(4):425-430.
  27. Tachibana, S. 1987. Effect of root temperature on the rate of water and nutrient absorption in cucumber cultivars and figleaf gourd. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55(4):461-467.
  28. Tachibana, S. 1989. Respiratory response of detached roots to lower temperature in cucumber and figleaf gourd grown at 20°C root temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58:333-337.
  29. Van Peer, R. and B. Schippers. 1989. Plant growth responses to bacterization with selected *Pseudomonas* spp. strains and rhizosphere microbial development in hydroponic cultures. Can. J. Microbiol. 35:456-463.
  30. Vogt, W. and H. Buchenaver. 1997. Enhancement of biological control by combination of antagonistic fluorescent *Pseudomonas* strains and resistance induces against damping off and powdery mildew in cucumber. J. Plant Diseases and Protection 104(3):272-280.
  31. Whipps, J.M. 1997. Development in the biological control of soil-borne plant pathogens. Advances in Botanical Research Incorporating Advances in Plant Pathology 26:1-134.