

혼합 미생물이 식물 (*Salvia*)의 생장에 미치는 영향

최경민, 박응로, 주홍신, 양재경
서정근,* 이성택, 박창희**

한국과학기술원 생물과학과
*단국대 관상원예학과
**경기도청 환경국

Effect of Plant (*Salvia* sp.) Growth Using Mixed Microorganisms

Kyung-Min Choi, Eung-Roh Park, Hong-Shin Ju
Jae-Kyung Yang, Jeung-Keun Suh,* Sung-Taik Lee, Chang-Hee Park**

Department of Biological Sciences, Korea Advanced Institute
of Science and Technology, Taejon, Korea
*Department of Ornamental Horticulture
Dankook University, Cheonan, Chungnam, Korea
**Environmental Bureau, Kyonggi Province

ABSTRACT

Effect of effective microorganisms on the growth of plant (*salvia* sp.) was investigated. Microorganisms used were photosynthetic bacteria, lactic acid bacteria and yeasts. When photosynthetic bacteria were inoculated to soil by 100 dilution, treated plants showed 160% growth by length compared to control. When photosynthetic bacteria, lactic acid bacteria and yeasts were mixed, diluted by 10 and inoculated to soil, the plants showed 212% growth compared to control. Microbial populations were increased in the treated soil.

Key words : Photosynthetic bacteria, Lactic acid bacteria, Yeast, Mixed microorganism, *Salvia* sp.

초 록

광합성 세균, 젖산균, 효모 등의 미생물을 토양 관주, 엽면 시비의 방법으로 식물(*salvia*)에 처리하고 식물의 생장에 미치는 효과를 검토하였다. 액체 배양한 광합성 세균을 100배 희석하여 토양 관주할 경우 다른 미생물군을 단독으로 처리한 경우에 비해 식물의 생장이 우수하여 대조구보다 약 160%의 생장 촉진 효과를 나타내었다. 미생물군을 혼합하여 처리한 경우에는 세 종류의 미생물을 혼합한 후 10배 희석하여 처리한 경우에 가장 우수한 효과를 나타내었으며 대조구보다 212% 식물 생장이 촉진되었다.

핵심낱말 : 광합성 세균, 젖산균, 효모, 혼합 미생물, 샬비아

1. 서 론

식물은 뿌리에서 흡수하는 유기물, 무기물과 광합성에 의해 생성하는 물질들을 이용하여 생명을 유지하고 있다. 식물에서 일어나는 일련의 대사 과정 중에서 가장 중요한 부분은 필요한 구성 성분을 흡수하고 재이용하는 과정으로서 식물체가 종자에서 발아하면서 시작되는 생장의 양적, 질적 변화에는 지속적인 영양분의 공급이 있어야만 한다. 그러므로 생육 초기의 영양 관리는 향후 그 식물체의 생장에 지속적인 영향을 미치므로 이 시기의 과학적인 시비 관리는 대단히 중요하다.

식물체의 생장에 관여하는 요인으로서 토양내에 존재하는 미생물을 들 수 있다. 한 예로서 광합성 세균을 토양에 투입한 경우 방선균의 수가 증가함으로써 각종 토양 병해의 원인 사상균인 *Fusarium*의 생육이 억제되고 과실의 수량 및 질이 향상된 것으로 보고되어 있다(전학문, 1994). 이처럼 식물의 생장을 촉진시키는 미생물에는 광합성 세균과 방선균외에도 효모, 젖산균 등이 있다.

광합성 세균은 태양빛을 에너지원으로 하고 식물의 뿌리로부터 분비되는 유기물, 유해 가스 등을 기질로 하여 아미노산, 생리활성 물질, 당류 등을 생성하는 독립영양 미생물이다. 이들의 대사물은 식물에도 직접 흡수되지만, 다른 미생물이 번식하

는 기질로도 사용되어지므로 토양에서 광합성 세균이 증가하게 되면 다른 미생물도 증가하게 되는 것으로 알려져 있다(小林達治, 1975). 또한 광합성 세균의 균체 성분은 단백질 함량이 콩, 효모 추출물보다 높고 아미노산의 조성이 우수하기 때문에 양식 어류의 사료(荻野珍吉, 1978), 가축 사료(Kobayashi 등, 1978)로서 이용이 가능하다. 효모는 식물로부터 토양으로 배출되는 각종 물질을 발효하여 식물에 유효한 물질로 전환하고, 생리 활성 물질들을 분비하여 뿌리와 세포분열을 활성화시킨다. 또 다른 미생물(젖산균, 방선균)을 증식하는 역할을 한다. 한편 젖산균은 광합성 세균, 효모 등이 분비한 물질을 원료로하여 젖산을 생성한다. 젖산은 강한 살균력이 있으며, 특히 유해한 미생물의 활동과 유기물의 급격한 부패를 억제한다. 또한 젖산균은 리그닌이나 셀룰로오스 등의 난분해성 유기물의 분해를 용이하게 하는 동시에 연작시 발생하는 유해성 미생물의 증식을 억제하는 역할이 있는 것으로 알려져 있다(전학문, 1994).

본 연구에서는 미생물이 식물의 생장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 자연계에서 분리한 광합성 세균을 효모, 젖산균과 혼합하여 식물(*Salvia*)이 파종된 인공 토양에 주입하고 일정 기간 배양한 후 생장의 차이를 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 사용균주 및 배지

광합성 세균은 본 연구진이 분리한 strain KN 1-1, KN 2-1, KN 2-3의 3종을 사용하였으며 (Choi 등, 1996), 효모는 *Candida tropicalis* KCTC 7212, *Hansenula anomala* KCTC 7104, *Pachysolen tannophilus* DSM 0101, *Saccharomyces cerevisiae* DSM 0745, *Kluyveromyces marxianus*를 사용하였으며 젖산균으로는 *Leuconostoc mesenteroides* KCTC 3530, *Lactobacillus bulgaricus* KCTC 3188, *Streptococcus lactis* KCTC 3191, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3099를 사용하였다. 대부분의 균주는 한국유전자은행 (KCTC)과 독일 DSM의 유전자은행으로부터 분양받아 사용하였으며 시판되어지는 S사의 종균제 제품을 대조 실험구로 사용하였다.

광합성 세균의 배양 배지는 전보 (Choi 등, 1996)에서 사용한 Lacelles의 기본배지를 사용하였으며 효모의 배양 배지는 Kreger-Van Rij (1984)의 YM배지 (yeast extract 3.0g, malt extract 3.0g, dextrose 10.0g, peptone 5.0g in 1ℓ, dd-H₂O, pH 6.8)를 사용하였다. 젖산균 배양용 배지는 Albert (1992)의 Glucose-Yeast Extract 배지 (glucose 5.0g, yeast extract 5.0g, peptone 5.0g, meat extract 5.0g in 1ℓ dd-H₂O, pH 6.5)를 사용하였다.

2.2 배양 방법

광합성 세균은 30°C, 4,000 lux의 명조건에서 3일간 혐기배양한 전배양액을 Lascelles의 기본배지 700 ml를 분주한 1,000 ml 플라스크에 접종하여, 동일한 조건에서 정치 배양하였다. 혐기명 조

전에서 배양시 광원은 60 W 텅스텐 백열전구를 사용하였으며 조도의 조절은 illuminometer (SPI-5)를 사용하였다.

효모와 젖산균은 30°C, 141 rpm의 조건에서 7일간 진탕 배양한 전배양액을 700 ml의 배지를 분주한 1,000 ml 플라스크에 접종하여 동일한 조건에서 배양하였다. 균체의 증식 속도는 배양액을 660 nm (spectrophotometer, Beckman DU-68)에서 흡광도를 측정하여 표시하였다.

2.3 균주의 혼합 방법

식물 성장 실험은 증류수 1ℓ에 광합성 세균, 젖산균 및 효모를 각각 건조중량으로 0.5g씩 혼합하여 사용하였다. S사 제품은 증류수 1ℓ에 50g을 희석하여 사용하였다.

2.4 공시 재료

128개의 홀 (hall)이 있는 플러그 (Plug) 표판에 vermiculite, perlite, peat moss를 1:1:1의 비율로 혼합한 인공토양을 채우고 하나의 홀당 1립씩의 셀비아 (*Salvia* sp.) 종자를 파종한 후 2~3주 배양, 발아시켜 실험에 사용하였다.

2.5 포장 실험

실험에 사용된 포장 규모는 한 처리구당 30반복으로 실험하였다. 엽면 시비 (foliar spray) 방법은 각 균주의 혼합액을 처리당 약 50 cc를 잎에 분무하였으며, 토양 관주 (soil drench) 시에는 희석한 액체 시료를 주사기를 통해 약 3 cc씩 토양에 주입하였다. 엽면 시비는 2일간격으로 1회씩 처리하였으며, 토양 관주는 1회 처리 후 관수만 하였다. 엽면 시비 및 토양 관주 후 4주동안 배양하고 줄기의 길이를 측정하여 처리구별 생육의 차이를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 각 미생물군을 시비한 경우의 식물의 생장 효과

광합성 세균, 효모, 젖산균 및 시중의 제품인 S사 제품을 토양 관주 및 엽면 시비하여 샬비아의 생장에 미치는 영향을 관찰하였다. 토양 관주 실험에 대한 결과는 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 볼 수 있듯이 광합성 세균을 10배 희석하여 토양에 관주하였을 경우의 식물 생장이 가장 우수하여 세균을 첨가하지 않은 대조구보다 약 160%의 생장 효과를 나타내었다. 그러나 10배 및 200배 이상 희석하여 관주한 토양에서는 10배 희석한 결과보다 생장에서 많은 차이를 보였으며 젖산균, 효모를 이용한 실험에서는 광합성 세균을 관주한 경우에 비해 생장에 미치는 효과는 미미하였다. 한편 시중의 S사 제품을 토양 관주한 결과에서는 200배 희석한 경우가 생장에서 좋은 결과를 나타내었다.

Table 2의 결과에서 볼 수 있듯이 광합성 세균

을 100배 희석하여 엽면 시비한 경우, 미생물을 첨가하지 않은 대조구에 비해 생육이 217%나 증가하였다. 그러나 각 미생물들의 효과는 토양관주를 한 경우보다 전체적으로 떨어지는 경향을 나타내었다.

3.2 혼합 미생물의 식물 생장 효과

Table 1, 2의 결과로부터 엽면 시비하였을 경우보다 토양 관주로 배양한 경우, 생육 증진 효과가 더 우수함을 알 수 있었다. 따라서 광합성 세균을 다른 미생물과 혼합하여 토양 관주법으로 주입하면서 식물의 생장에 관한 효과를 조사하였다. 증류수로 100배 희석한 광합성 세균을 토양에 주입하고 동시에 같은 비율로 희석한 효모와 젖산균을 광합성 세균과 혼합하여 같은 방법으로 토양에 주입하였으며 그 효과를 S사 제품의 종균제와 비교하였다.

Table 3에서 볼 수 있듯이 광합성 세균을 단독으로 처리하였을 경우, 미생물을 첨가하지 않은 경우보다 길이에서 160%, 생체중량에서 122% 증가함을 나타내었다. 젖산균과 효모를 혼합 처리한 경

Table 1. Effects of microorganisms on the growth of *Salvia* by soil drench. (unit : cm)

sample dilution factor	Control	Photosynthetic bacteria	Lactic acid bacteria	Yeast	Product of "S" Co.
10	7.3	11.1	9.7	10.0	11.1
100	7.4	12.3	10.8	10.1	12.0
200	7.4	11.7	10.5	10.1	12.4
300	7.3	11.1	9.9	9.9	11.9
500	7.4	10.8	9.6	9.7	11.0

Table 2. Effects of microorganisms on the growth of *Salvia* by foliar spray. (unit : cm)

sample dilution factor	Control	Photosynthetic bacteria	Lactic acid bacteria	Yeast	Product of "S" Co.
10	5.2	9.7	7.7	7.0	10.8
100	5.1	11.1	8.7	7.1	11.0
200	5.1	10.7	8.2	7.1	10.9
300	5.2	9.3	8.1	7.0	9.1
500	5.2	9.1	8.1	6.9	8.6

Table 3. Effects of mixed microorganisms on the growth of *Salvia* by soil drench.

	Control	PSB*	LAB** + Yeast	PSB +LAB	PSB + Yeast	PSB +LAB + Yeast	Product of "S" Co.
Height (cm)	7.1	12.3	11.4	13.1	13.4	14.8	12.0
Fresh weight (g/plant)	0.58	0.71	0.64	0.72	0.76	0.81	0.70

* PSB ; Photosynthetic bacteria

** LAB ; Lactic acid bacteria

Table 4. Effects of mixed microorganisms on the growth of *Salvia* by soil drench.

dilution factor	Control		PSB*		PSB+LAB**+Yeast		Product of "S" Co.	
	Height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Height (cm)	Fresh weight (g/plant)
5	7.4	0.58	11	0.64	15.1	0.82	11.1	0.65
10	7.4	0.58	11.1	0.65	15.7	0.86	11.3	0.66
20	7.3	0.57	11.4	0.67	15.6	0.85	11.7	0.68
50	7.3	0.57	11.8	0.68	15.3	0.84	11.9	0.68
100	7.3	0.57	12.3	0.71	14.8	0.81	12.0	0.70

* PSB ; Photosynthetic bacteria

** LAB ; Lactic acid bacteria

우는 광합성 세균을 단독으로 처리한 경우보다 오히려 감소한 수치를 나타내었다. 그러나 광합성 세균과 젖산균 및 효모를 혼합 처리시, 광합성 세균만을 단독으로 처리한 실험구에 비해 길이 생장에서 10% 가까이 증가함을 보였고 생체중량도 증가함을 알 수 있었다. 또한 광합성 세균과 효모, 젖산균을 모두 혼합하여 처리한 경우, 대조구보다 길이 생장에서는 208%, 생체 중량 증가는 139%에 이르는 것으로 확인되었으며 이 결과는 시중의 S사의 종균제를 사용한 경우에 비해서도 길이 생장과 생체 중량의 증가가 123%, 115%에 이르고 있음을 나타낸다. 이상의 결과는 여러 종류의 미생물이 공존하면서 영양적으로 상승효과(synergic effect)를 나타내기 때문인 것으로 추정되며, 광합성 세균을 중심으로 한 젖산균, 효모 등 협기성 또는 미호기성 미생물이 공생하면서 생장을 증가시키는 것으로 사료된다.

한편 서로 다른 농도로 미생물을 혼합하여 토양에 관주하면서 배양한 결과를 Table 4에 나타내었다.

광합성 세균의 단독 처리시 100배 희석하여 처리한 경우가 식물 생장에 가장 좋은 영향을 보였으나 광합성 세균과 젖산균, 효모를 혼합하여 처리한 경우는 10배 희석하였을 때 최고 212%의 생장 효과를 나타내었다. 이 결과로부터 혼합하여 처리할 경우 토양에서 서로 공존하여 식물의 생육을 촉진할 수 있는 수준으로 안정화되기 위해서는 보다 많은 미생물을 필요로 하는 것으로 사료된다. 한편, 배양액을 10배 희석하여 토양 관주한 결과를 Fig. 1에서 볼 수 있다. Fig. 1에서와 같이 광합성 세균과 효모, 젖산균을 혼합하여 처리할 경우 대조구, S사 제품보다 전체적으로 줄기와 잎의 분지 상태가 우수하였고 줄기의 두께에서도 현저한 차이를 보였다. 이는 광합성 세균과 다른 미생물사이에

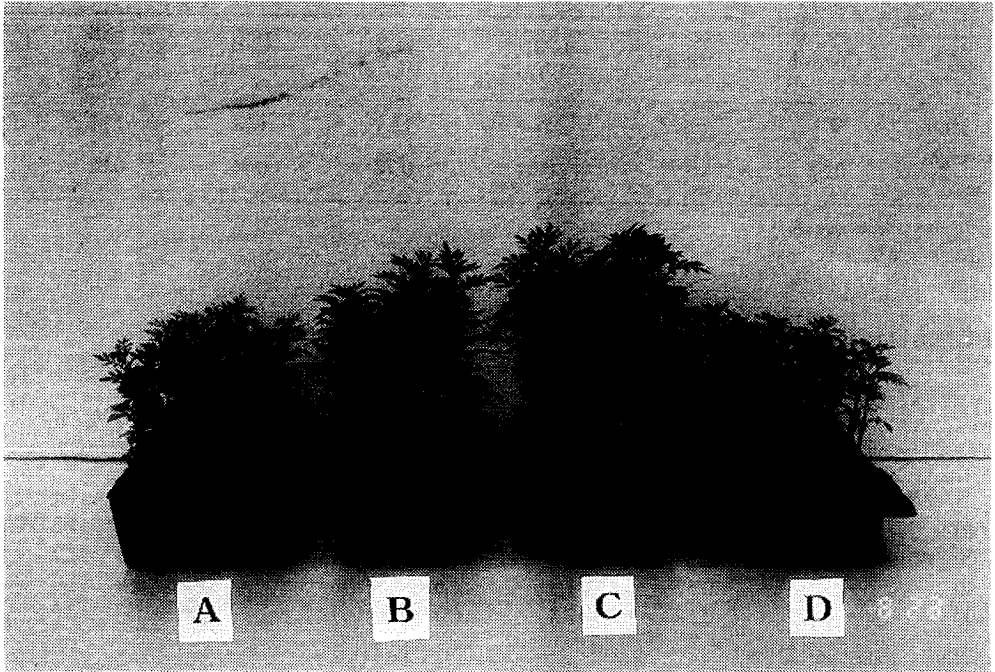


Fig. 1. Effects of microorganisms on the growth of *Salvia* by soil drench.

A : Product of "S" Co.

B : Photosynthetic bacteria(10 fold dilution)

C : Photosynthetic bacteria+ Lactic acid bacteria+ Yeast (10 fold dilution)

D : Control

영양학적으로 상승 효과를 나타내기 때문인 것으로 추측되며 광합성 미생물 중에는 질소 고정을 하는 종이 많은 것으로 보고되어 있는 바, 본 실험에 사용한 광합성 세균에 의한 질소 등의 영양분 공급도 식물 성장 촉진 효과를 유발하는 것으로 사료된다.

4. 결 론

광합성 세균, 효모, 젖산균 및 S사의 종균제를 인공 토양에 관주 혹은 엽면 시비하여 각각의 미생물이 식물(*Salvia*)의 생장에 미치는 효과를 검토하였다. 미생물을 단독으로 처리한 경우는 광합성 세균의 경우가 젖산균, 효모, S사 제품의 경우보다 우수한 성장 촉진 효과를 나타내어, 토양 관주

인 경우 대조구보다 160%의 성장을 보였다. 광합성 세균과 다른 미생물을 혼합 처리한 경우는 광합성 세균을 단독으로 처리한 경우보다 생장이 더욱 우수하였으며, 세 종류의 미생물을 모두 혼합하여 희석 배수별로 처리한 경우에는 10배로 희석한 경우가 가장 효과가 우수한 것으로 나타났다. 이때의 식물 성장 촉진 효과는 대조구에 비해 줄기 길이 생장은 208%, 생체 중량 증가는 139%에 달하였다. 토양 관주시의 식물 생장의 촉진 효과는 혼합한 미생물이 영양학적으로 상승 효과(synergic effects)를 나타내기 때문인 것으로 추측된다. 혼합 미생물은 시중의 S사 제품보다 좋은 결과를 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 한국과학재단의 산학협력과제의 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부입니다. 연구비를 지원해 주신 한국과학재단에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 전학문, 1994. 유기성폐기물의 발효처리와 퇴비화. 아카데미 서적
2. Choi, K.M., Park. E.R., Ju, H.S., Lee, K.Y. and Lee, S.T., 1996. A study of swine wastewater treatment using photosynthetic bacteria. J. KO-WREC (submitted)
3. 荻野珍吉, 1978. 養魚飼料としての光合成細菌の利用, 醱酵と工業, 36, 836
4. Kobayashi, M. and Kurata, S., 1978. The mass culture and cell utilization of photosynthetic bacteria, Process Biochem., 13. 27.
5. Kobayashi, M., Suzuki, M., Yoshida, T., Katayama, H. and Imai, K., 1985. Soil biology and conservation of the biosphere: Role of soil microorganisms and the utilization, sopron 27, August (Hungary).
6. Kreger-Van Rij, N.J.W., 1984. The yeasts: a taxonomic study third revised and enlarged edition. Elsevier Science Publishers B.V. - Amsterdam
7. Albert, B., 1992. The Prokaryotes 2nd. Ed.: A Handbook on the biology of bacteria; Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications.
8. 小林達治, 1975, 光合成細菌의 基礎와 應用 2 (應用編), 日本土壤科學肥料雜誌, Vol. 46, No. 4.