

미생물비료 인산가용화균이 오이의 생산량에 미치는 영향

이태근*, 박동하**, 주영직***

*흙살림회장, **흙살림연구원, ***흙살림연구원

- I. 서론
- II. 재료 및 방법
- III. 결과
- IV. 고찰
- V. 적요
- VI. 참고문헌

I. 서론

작물의 생장에 필요한 영양소 가운데 중요한 위치를 차지하는 인(P)은 어린 식물과 세포분열이 왕성하게 일어나는 성장점에 가장 많이 함유되어있다. 식물체 내에서 인의 역할은 여러 대사작용에 필요한 에너지를 공급해 주며, 핵산의 주요 성분이 된다 [3].

식물체에서 인산이 부족하게되면 RNA 합성이 감소되고, 단백질의 합성이 감소됨으로써 영양생장이 저조해 진다. 인산이 부족한 식물은 뿌리와 줄기의 발달이 빈약하고, 과수에서는 신초의 발육과 화아 발달 및 개화 상태가 불량하게된다. 따라서 과실과 종자 형성이 불균일해져 수량과 품질이 떨어지게 되는

것이다 [2]. 지각의 인산(P_2O_5) 총합량은 0.3% 정도로서 K_2O 함량의 1/10에도 미달되며, 따라서 작물을 재배하기 위해서는 비료의 형태로 인위적인 공급이 필요하다. 그러나 비료의 형태로 공급한 가용성인산의 70~75%가 산성 토양에서는 철과 알루미늄 이온 그리고 알칼리 토양에서는 칼슘이온과 쉽게 결합함으로써 불용화되어 작물이 흡수하지 못하는 형태로 고정되고, 나머지 25~30%만이 작물에 흡수된다 [8]. 이렇게 토양에 염의 형태로 고정된 인산은 점차 누적되어 작물의 생육을 저해하는 요소로 자리잡게 된다. 일반적으로 토양의 염류 농도는 0.16%(1,600ppm · 2.5ds/m) 정도가 표준농도이며, 0.4%(4,000ppm 또는 6.25ds/m) 이상이 되면 비료장애를 일으켜 양분의 흡수가 멈춘다고 알려져있다 [5]. 1950년대 이후 화학비료에 의한 농업이 시작되면서 단위 면적당 수확량의 증대를 가져온 것은 사실이다. 그러나 점차 화학비료의 사용량이 증대됨에 따라 질산염뿐만 아니라 인산염의 집적이 작물재배에 심각한 장애요인으로 부각됨으로써 이에 대한 대응책 마련이 요구되는 실정이다 [6].

러시아와 동부유럽에서는 1950년대에 이미 불용성 인산을 가용화시키는 미생물에 대한 연구가 이루어졌으며, 오스트리아에서도 습윤지대의 방목초지에 인용해균을 활용하고 있다. 이러한 인산가용화균은 토양중에 널리 분포하며, 분류상의 종류도 다양하다. 세균으로는 *Arthrobacter*속, *Bacillus*속, *Pseudomonas*속, *Escherichia*속, 방선균으로는 *Streptomyces*속, 사상균으로는 *Penicillium*속, *Aspergillus*속 등을 중심으로 지금까지 많은 균이 동정되었다 [4]. 이와 더불어 VA균군 또한 무기인산흡수를 통해 식물체에 인산을 공급하는 것으로 알려져 있다. 최근 국내에서 연구된 바에 의하면 토양에서 분리한 인산가용화균 가운데 tricalcium phosphate를 기질로한 배지에 배양하였을 때 1,283ppm의 유리인산을 생성하는 사상균이 동정됨 [7]에 따라 인산질 비료를 대체할 미생물비료의 개발이 한층 더 용이해졌다.

따라서 본 연구에서는 국내 토양에서 분리한 난용성인 분해 능력이 뛰어난

Penicillium sp. PS-113균주와 (주)흙살림 보유균주인 *Lactobacillus* sp.를 이용하여 오이, 고추, 파 등의 작물이 심겨진 토양에 처리함으로써 친환경농업에서 인산가용화균의 활용 가능성을 파악하고자 본 실험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

공시작물은 흥농종묘 오이(신희진주) 종자를 15일간 육묘하여 사용하였고, 공시 균주는 대구대학교 생물공학과에서 분양 받은 인산가용화균(*Penicillium* sp. PS-113)을 강 등(1999)에 의한 방법으로 고체 배양하여 포자를 수집하고, (주)흙살림 보유균주인 유산균(*Lactobacillus* sp.)을 액상 배양하여 실험에 사용하였다. 처리는 Table. 1에서와 같이 고체 배양 후 물에 희석한 인산가용화균을 5.0×10^4 cfu/ml, 5.0×10^5 cfu/ml, 5.0×10^6 cfu/ml, 무처리로 구분하고, 각 처리에 유산균 500배 액을 혼합 처리한 것과 혼합하지 않은 처리구로 구분한 다음 정식 10일 후부터 주당 200ml씩 7일 간격으로 4회 관주 처리하였다. 처리구는 8처리 3반복으로 하여 임의 배치하였으며, 각 시험구당 10주씩 총 240주를 실험에 사용하였다. 하우스 토양은 멀칭 하였으며, 이랑 한 줄당 40cm 간격으로 오이 묘를 두 줄로 정식하여 재배하였다. 오이를 재배할 때 발생하는 병해충관리와 비배관리는 인산질 비료를 제외하고, 농가 관행으로 하였다. 최종 약제 처리 7일 후 길이 20cm 이상의 오이(장애가 있는 열매 제외)를 수확하여, 처리구별 열매 수, 열매 무게, 열매 길이, 열매 중간 지름을 조사하였다.

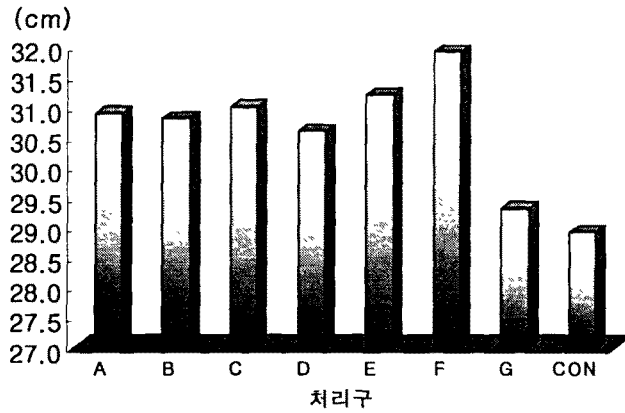
Table. 1 처리별 약제 농도

구 분	처 리 구
A	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^4 cfu/ml
B	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml
C	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^6 cfu/ml
D	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^4 cfu/ml + <i>Lactobacillus</i> sp. 6×10^6 cfu/ml
E	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml + <i>Lactobacillus</i> sp. 6×10^6 cfu/ml
F	<i>Penicillium</i> sp. PS-113 5.0×10^6 cfu/ml + <i>Lactobacillus</i> sp. 6×10^6 cfu/ml
G	<i>Lactobacillus</i> sp. 6×10^6 cfu/ml
CON	No treatment

III. 결과

1. 열매 길이 조사

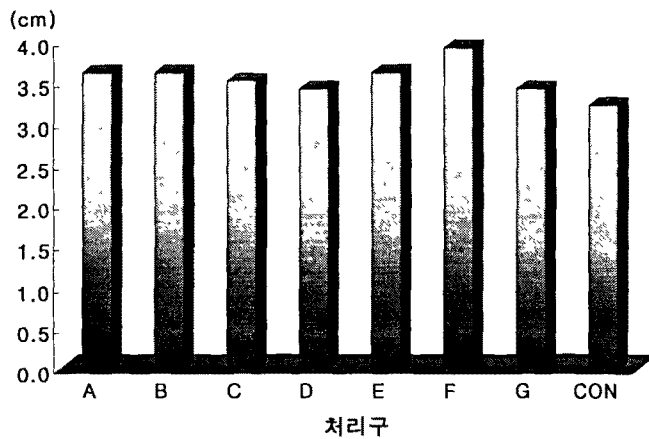
〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 F (PS-113균주 5.0×10^6 cfu/ml + 유산균 500배) 처리구에서 평균열매 길이가 31.9cm로 무처리구(CON)에 비하여 3cm 정도 긴 것으로 조사되었고, A, B, C, E, G 처리구 모두 무처리구(CON)에 비하여 0.4~2.3cm의 차이를 보였다. 전체적으로 볼 때 모든 처리구가 무처리구에 비하여 열매 평균 길이가 긴 것으로 조사되었다.



〈그림 1〉 인산가용화균과 유산균 처리에 따른 처리구별 평균 열매 길이

2. 열매 중간 지름 조사

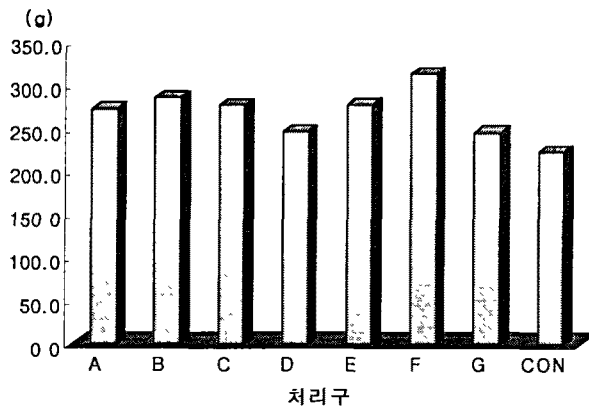
〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 F 처리구가 다른 처리구에 비하여 열매 중간 평균 지름이 3.9cm로 가장 길게 조사되었으며, 무처리구에 비하여 0.7cm 더 긴 것으로 나타났다. F 처리구를 제외한 다른 처리구의 경우 무처리구와 비교했을 때 0.2~0.4cm의 차이를 나타냈다.



〈그림 2〉 인산가용화균과 유산균 처리에 따른 처리구별 열매 중간 부분의 평균 지름

3. 열매 평균 무게 조사

〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 모든 처리구 가운데 F 처리구에서 열매 평균 무게가 310.6g으로 무처리구에 비하여 89.2g 더 나가는 것으로 조사되었으며, A, B, C, D, E, G 처리구 모두 무처리에 비하여 열매 평균 무게가 22.7~62.3g 더 나가는 것으로 조사되었다.



〈그림 3〉 인산가용화균과 유산균 처리에 따른 처리구별 평균 열매 무게

4. 오이 전체 무게와 열매 수

수확한 열매 총 무게를 각 처리구 별로 비교하였을 때 열매 평균 길이, 평균 무게, 평균 지름 조사 결과와 유사한 양상을 나타냈으며, 열매수와는 약간 차이가 있는 것으로 조사되었다. 열매 총 무게는 F 처리구에서 16081.7g으로 다른 처리구에 비하여 가장 많이 나가는 것으로 조사되었으며, 열매수 또한 전체 처리구 가운데 가장 많은 33개 었다. 그러나 열매 평균 길이, 평균 무게, 평균 지름 조사 결과에서 저조한 결과를 나타냈던 D 처리구의 경우 열매수는 33개로 F 처리구와 함께 가장 많았고, 열매 총 무게는 9154.2g으로 F, B 처리구 다음으로 많이 나가는 것으로 나타났다. 전반적으로 볼 때 열매 평균 길이, 무게, 지름 조사에서 가장 높은 수치를 보였던 F 처리구의 경우 열매 총

무게와 열매수 역시 가장 높은 수치로 조사되었다. 모든 처리구의 총 무게는 무처리구 보다 더 많이 나가는 것으로 조사되었으나, 열매수의 경우 무처리구가 A, C, E, G 처리구 보다 많은 것으로 조사되었다.

〈표 2〉 수확한 오이 전체 무게와 열매 수

처 리 구	무 게			합 계	열 매 수
	1 반복	2반복	3반복		
A	1609.5	2917.2	2642.6	7169.3(116.3)	25
B	3103.8	4046.9	2327.8	9478.5(153.7)	32
C	2962	1416.9	2419.5	6799.3(110.3)	24
D	2476.7	5022.6	1654.9	9154.2(148.5)	33
E	2551.5	3315.9	1585.8	7453.2(120.9)	26
F	3439.7	4622.4	2619.6	10681.7(173.3)	33
G	1785	3058.2	2072.2	6915.4(112.2)	26
CON	2031.5	1966.2	2166.7	6164.4	28

(): 무처리 대비 처리구의 증수량(%)

IV. 고찰

난용성 인산염에 대한 가용화 능력이 우수한 것으로 알려진 *Penicillium* sp. PS-113의 포자현탁액을 유산균 6×10^6 cfu/ml과 혼용하여 오이에 처리한 결과 F 처리구가 열매 평균길이, 열매 중간 평균 지름, 열매 평균 무게, 총 무게, 열매 수 등 모든 조사항목에서 무처리구를 포함한 다른 모든 처리구에 보다 가장 높은 수치를 나타내어 생산성이 가장 높은 것으로 조사되었다. 특히 열매 평균 길이는 무처리구에 비하여 평균 3cm 정도 더 길었으며, 무게 또한 평균 89.2g 더 나가는 것으로 조사되었고, 수확한 열매의 총 무게는 4517.3g 더 나감으로써 무처리에 대하여 73.3% 더 증수됨으로써 전반적으로 큰 차이

를 보였다. F 처리 이외에 B, E 처리구의 경우 열매 평균 길이와 평균 무게 조사에서 무처리구와 차이를 보였으나, 열매수에 있어서 E 처리의 경우 무처리구 보다 2개 더 적은 것으로 조사되었다. 그러나 생산된 오이 총 무게를 무처리구와 비교해보면 B 처리구의 경우 53.7% 더 증수되었고, D 처리구도 48.5% 더 증수됨에 인산가용화균의 시비 유무에 따른 차이는 상당히 큰 것으로 조사결과 나타났다. 그러나 열매수는 열매의 길이, 무게 등 생산성에 영향을 미치는 요인과 관계가 적은 것으로 조사결과 나타났다. 그리고 유산균 처리에 의한 영향을 살펴보면 대체로 모든 혼합 처리구가 무처리구와 유산균 단독 처리구인 G 처리구와 오이 평균 길이, 지름, 무게, 총 무게 등 대부분의 조사항목에서 차이를 나타냄에 따라 혼합처리에 의한 상승효과가 있는 것으로 판단된다. 이상의 결과를 요약해보면 활인산골드와 유산균은 과채류에서 과의 크기, 무게, 비대 성장 등에 영향을 주는 것으로 시험 결과 나타났으며, 이는 토양 내에서 인산가용화균에 의해 가용화된 인산이 작물에 흡수되어 작물의 생육에 도움을 주는 것과 함께 열매를 형성하는데 큰 영향을 준 것으로 판단된다.

V. 적요

난용성 인산염을 가용화 시키는 *Penicillium* sp. PS-113와 *Lactobacillus* sp.를 이용하여온실에서 오이에 대한 생육 실험을 실시하였다. 실험 결과는 다음과 같다. *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^6 cfu/ml + *Lactobacillus* sp. 6×10^6 cfu/ml 동시 처리구에서 평균 오이 길이는 대조구에 비하여 3cm 더 긴 것으로 조사되었고, 오이 낱개의 무게는 310.6g으로 무처리구에 비하여 89.2g이 증가하였으며, 오이 전체 생산량은 10681.7g로 무처리구와 비교해 볼 때 4517.3g이 많아 생산량이 73%증가하였다. *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml 단독처리와 *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml + *Lactobacillus* sp. 6×10^6 cfu/ml의 동시 처리구도 오이의 평균 무게와 길이에 있어 무처리구

보다 약간씩 더 높았다. *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml + *Lactobacillus* sp. 6×10^6 cfu/ml의 동시처리구는 무처리에 비하여 오이의 수가 2개 적었으나 오이 전체 생산량은 무처리구에 비하여 *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^5 cfu/ml 단독 처리구에서 53.7%, *Penicillium* sp. PS-113 5.0×10^4 cfu/ml + *Lactobacillus* sp. 6×10^6 cfu/ml 동시 처리구에서 48.5% 증가되었다. 따라서 인산가용화균의 처리가 오이의 생산성을 증대시키는 것으로 나타났다.

VI. 참고문헌

1. 강선철, 최명철. 1999. 인산가용화 사상균 *Penicillium* sp. PS-113의 고체 배양. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* Vol. 27, No. 1, 1-7.
2. 박종성 1992. 작물생리학. 향문사. 437pp.
3. 양치우충. 1995. 토양과 비료. 한국원예기술정보센터 419pp.
4. 엄명호 외 37인 . 2000. 친환경농업 기술개발 및 실천 전략. 농촌진흥청 368pp.
5. 오세환, 이춘수. 1997. 흙살리기와 시비기술. 삼부문화 388pp.
6. 이태근, 윤성희 2000. 친환경농업의 이론과 실제. (사)흙살림 출판부 299pp.
7. 이태근. 2001. 인산가용화균 *Penicillium* sp. PS-113을 이용한 생물비료 개발. 대구대학교 생물공학 박사학위 논문 116pp.
8. 조성진, 박천서, 엄대익. 1977. 토양학. 향문사 396pp.