최 종
연구보고서

낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생력화를 위한 기술 개발

Development for quality, high yield production and labor-saving culture of leaf perilla around Nakdong River

연구기관

동아대학교

농 림 부

최 종 보 고 서

1999년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생력화를 위한 기술 개발에 관한 연구의 최종 보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 10부

2. 최종보고서 디스켓 1매

1999. 10. 31.

주관연구기관 : 동 아 대 학 교

총괄연구책임자 : 정 대 수 (인)

주관연구기관장 : 동아대학교 총장

농 림 부 장 관 귀 하

직 인

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생력화를 위한 기술개발에 관한 연구" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 31.

주관연구기관명	**: 동 아 대 학 교**
총괄연구책임자	**: 정 대 수**
세부연구책임자	**: 하 상 영**
세부연구책임자	**: 정 원 복**
세부연구책임자	**: 손 흥 대**
세부연구책임자	**: 문 병 주**
세부연구책임자	**: 배 계 선**
연 구 원	**: 김 현 경**
연 구 원	**: 이 재 필**
협동연구기관명	**: 부 산 광 역 시 농업 기술 센터**
협동연구책임자	**: 김 기 상**

요 약 문

I. 제 목

낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생력화를 위한 기술 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

들깨는 참깨와 더불어 오래 전부터 재배되어 온 유료작물로서 종실유는 식용 이외에도 페인트, varnish, 인쇄용 잉크 등 공업 원료로 주로 사용되어지고 있다. 또한 과자, 강정, 들깨차 등의 식품 가공용으로서의 소비도 증가하는 추세이다. 들깨 잎에는 Perilla keton($C_{10}H_{14}O_2$)이라는 독특한 향기가 있을 뿐 만 아니라 신선하고 깨끗한 풍미가 있다. 그리고 유리 아미노산, 비타민 C 및 B_2와 K 및 Ca와 같은 무기 영양분을 많이 함유하고 있기 때문에 엽채소로서 계절에 관계없이 널리 이용되어지고 있다. 한편 들깨의 수입은 거의 없으나 해외교포 등을 대상으로 들깨 종실의 수출이 일부 이루어지고 있으며, 가공 상품 개발로 수출이 증대될수 있는 유망 작물로 추정되어진다.

들깨에 관한 거의 대부분의 연구는 종실 수량과 유지 함량의 증가 및 유질 개선과 관련된 재배 방법과 품종개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌다. 그러나 엽채소로서 들깨에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 한편 개화 억제 및 반응에 관련된 연구와 채소용 잎들깨의 주년 재배법 연구를 위한 일장 및 야간 조명에 관한 연구 및 품종개량과 관련된 연구가 일부 진행되어 왔다. 그러나 엽채소로서의 들깨에 관한 연구가 여러 각도에서 체계적으로 진행되지 못하였으며, 특히 시비수준, 재식밀도, 파종방법 및 파종 시기에 따른 엽채소용 들깨의 생육 형질 및 엽수량 구성 형질 등과 관련된 기본적인 재배 방법의 확립 및 개선에 대한 연구조차도 이루어져 있지 않은 실정이다.

작물의 연작으로 인한 지력의 감퇴와 병충해의 발생으로 농약 및 화학비료가 과다 사용되어 병충해의 천적인 지렁이, 거미 등이 자취를 감추게 되었고, 토양의 산성화로 지력이 감퇴되어 농업 생산성이 저하되게 되었다. 토양이 산성화되면 염류의 흡수 기

능이 저하되고 미생물에 의한 질소 고정이 제대로 이루어지지 않으며, 그로 말미암아 작물의 질병에 대한 저항력이 감소되어 생산성이 크게 떨어지게 된다. 그 결과 다시 농약과 화학비료를 과다하게 사용하게 되는 악순환이 되풀이되어 토양의 피폐를 가속화시키게 된다. 토양의 개선을 위해 배토, 복토, 객토 등의 토양을 제거하는 방법이나, 작물의 재배를 잠시 중단하고 비식용 작물을 재배하거나 윤작 혹은 오염 물질을 생물농축할 수 있는 식물을 심어 재배 후 제거하는 방법들이 있다. 그러나, 이들 방법은 잎들깨의 재배 여건상 거의 실용 가능성이 희박하며, 이들 방법 중 생물 농축 식물을 이용한 방법의 경우 그 이용 가능성이 있다고 할 수 있다. 외국의 경우 중금속 및 기타 오염 물질로 오염된 토양에 해바라기를 재배하여 오염 물질을 제거하는 방법을 개발하여 실용화하고 있다. 이에 착안하여 본 연구진에 의해 잎들깨 재배 농가에 1996년도 잎들깨 춘작기전에 옥수수를 재배한 후 잎들깨를 파종한 결과 다른 지역에서 보다 수확량이 증가하였을 뿐만 아니라 병 발생 또한 적어 이에 대한 정밀한 연구가 수행되어 토성 개량의 실용화를 위한 가능성이 높은 것으로 사료된다. 따라서 황폐화된 작물 재배 토양의 개선을 위한 옥수수 처리 방법을 개발 할 경우 비단 잎들깨 뿐 만 아니라 기타 재배지의 토양을 개량하여 농작물의 품질 및 수확량 향상에 기여하리라 사료되며, 재배 환경 요인을 분석하여 안정적인 농산물의 공급을 꾀할 수 있다.

오늘날 잎수확을 목적으로 재배되고 있는 잎들깨 품종들은 대부분 기존의 종실품종 중에서 독농가의 재배경험에 의하여 선발된 것이며, 계획된 육종과정을 거쳐서 엽용품종이 육성된 바는 거의 없다. 그러므로 연구자는 잎들깨의 품종선발을 위하여 우리나라에 산재해 있는 잎들깨 품종들을 수집하여 계대분리육성하고, 엽수량에 주안점을 두어 이에 관련되는 몇 가지 주요형질에 대해 유전성분, 유전력, 유전상관 및 경로계수 등을 분석하여 낙동강 하류지역의 특성에 알맞은 품종을 선발 고정함으로서 우리나라에서 특유한 신선채소로 자리 매김하여 우리 고유의 건강식품 개발 및 그 개량을 위한 체계적이고 효과적인 육종으로 낙동강 하류지역 특성에 알맞은 잎들깨 품종 육성은 시대성에 부흥할 수 있다.

유지 목적의 들깨는 오래전부터 재배되고 있으며 재배지역도 우리나라에서는 고르

게 분포하고 있으나 들깨잎을 생산목적으로 한 재배는 역사가 짧고 재배지역은 낙동강유역의 구포, 김해와 밀양에 집중되고 있다. 따라서 들깨병에 관한 기초적 연구는 물론 피해분석이나 방제대책에 관해서는 거의 미진한 실정에 있다.

들깨 재배 농가를 대상으로 재배의 문제점을 조사한 결과 들깨병은 유묘에서 성체 지상 부위의 모든 기관에서 년중 발생될 뿐 만 아니라 대부분의 하우스에서 높은 발병율을 보이고 그 피해가 큰 것이 들깨 재배의 가장 큰 문제점으로 지적되고 있으나 농가 수준에서는 방제대책이 전무한 실정에 있다. 따라서 들깨의 지속적이고 안정된 생산체계를 확립하기 위해서는 들깨병의 기초적 연구와 방제법의 기술을 확립하는 것이 가장 화급한 문제점인 것으로 판단된다.

현재 낙동강 유역의 잎들깨 재배지에서 춘작기 및 추작기 전반에 걸친 수확기 동안 작물에 피해를 주고 있는 주요 해충으로서 들깨 잎말이명나방, 간자와 응애 및 식물 기생선충을 들수 있다. 들깨 잎말이명나방 유충의 경우 춘작기에는 발생이 되지 않으나, 추작기에 들어서 하우스비닐을 제거하는 노지 재배기간 중 발생하여 큰 피해를 주고 있으며, 전 재배기간 중 간자와 응애에 의한 피해도 적지 않다. 한편으로는 들깨의 연작으로 토양내 식물기생성 선충 밀도의 증가로 인해 선충의 직접적인 가해에 의한 피해 및 식물병원성 미생물의 매개로 인한 2차 피해로 인해 수확량이 크게 떨어져 재배기간 중 이들 해충들에 의해 그 피해는 날로 증가하고 있다. 실제로, 춘작기 (1995년 12월 3월)동안 작물의 피해가 심한 지역의 토양 시료를 채취하여 선충의 밀도를 조사한 결과 고밀도로 선충이 서식하고 있음을 확인하였다. 이들 해충의 방제를 위해 대부분의 농가에서는 여러 종류의 살충제 (들깨잎말이명나방: Deltamethrin, Primiphos-methyl, Cypermethrin, Aal- phamethrin등, 간자와 응애: Phosphamidon, Primicarb, Acephate, Dichlorvos등, 선충: Esfenvalerate, Hydrocarbon, Dichloro-propene-dichloropropane, Ethylen dibromide 등)등을 무분별하게 남용하고 있어 생식을 주로 하는 들깨잎의 특성상 이들 약제의 처리에 의한 그 안정성 문제 및 작물에 약해를 주거나 환경오염 등의 여러 문제를 야기시키고 있다.

선진외국의 경우 상기 언급한 화학약제의 여러 부작용으로 인해 이를 대체하고자

생물적 방제법에 대한 연구를 수행하여 왔으며, 생물적 방제를 위한 일부 Agent의 경우 이미 실용단계에 있다. 나비 및 나방류의 경우 미국에서 개발되어 세계적으로 널리 사용되고 있는 BT (*Bacillus Thurininensis*)제제가 있으며, 응애의 경우에는 포식성 응애 등의 천적을 이용한 생물적 방제법이 널리 이용되고 있는 실정이다. 한편, 토양 내 기생 선충의 방제를 위한 생물적 방제법의 이용은 선충의 생태학적인 특성상 그 이용이 제한되어 있어 무엇보다도 이에 대한 연구가 시급하다 하겠다. 현재까지 이용되고 있는 선충의 생물적 방제법은 주로 미생물이나 식물을 이용한 윤작이나 혼작 등에 많이 의존하고 있는 실정이다. 실례로서 Crotalaria, Guinea grass, Asparagus, Marigold, Pangola grass 등의 식물이 토양 선충의 생육에 영향을 주는 Toxin을 생성하는 것으로 알려져 있으며 일본을 비롯한 몇몇 국가에서는 식물에 기생하는 선충의 밀도를 줄이기 위해 윤작 작물로 이용하고 있어 기생선충의 Biological control agent로서의 가능성을 보여 주고있다. 그러나, 국내에서는 그 이용 가능성에 대한 연구만이 이루어져 있고, 생물적 방제를 위한 정확한 기작에 대한 연구는 거의 없는 실정에 있다. 따라서 본 연구는 환경에 대해 안전하고 살충제 사용에 따른 농가 부담을 극소화시키면서 방제 효과 및 예방 효과를 극대화 할 수 있는 생물적 방법을 확립코자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 잎들깨의 생육 및 엽수량의 증대와 생산비 절감을 위한 적정 파종방법, 파종시기, 시비수준, 광조도 및 조명시간의 구명
2. 들깻잎 생산에 알맞는 최적조건의 배양액 개발
3. 옥수수 분말이나 추출액 및 도토리 분말을 이용하여 작물을 연작할 수 있는 기술을 개발
4. 우리나라의 각 지역에서 잎들깨 재배 품종들을 수집하여 낙동강 하류지역에 알맞은 품종을 선발, 고정한다. 특히 낙동강 하류지역에 알맞은 품종선발은 작물시험장 및 영남작물시험장에 보존중인 지방 수집종과 선발 고정종, 그리고 기타 각 지역의 재래종

등을 대상으로 선발 고정할 계획으로, 연차별 연구 개발 내용 및 범위에서 1차 연도(1997년도)에는 각 지역에 산재해 있는 잎 들깨 품종을 수집하여 정리 선별하여 발아시험과 생육상의 검정 및 각 형질을 조사하였고, 2차 연도(1998년도)에는 수집 분리 계통별로 선발 개체식하여 homo도를 증진시키고 형질의 특성을 검정하였다. 마지막 해인 3차 연도(1999년도)에는 분리 계통별로 개체식하여 homo도를 증진시키고 잎 들깨 품종으로서 알맞은 품종으로 선발하였다.

5. 들깨에 균핵병 및 기타 진균 병균의 분리, 동정 및 세균병의 분리, 동정과 발생 생태 조사, 들깨 진균병 및 세균병에 대한 길항균의 선발과 들깨 균핵병의 생물학적 방제 기술 개발 및 균핵병의 화학적 방제 효과 검정
6. 잎들깨의 주요 식물 기생 선충의 생태학적 연구와 선충기생성 곰팡이의 생물적 방제를 위한 선발 및 주요 식물병원성 선충의 종합적 방제법 수립

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 잎들깨 수량성과 품질개선을 위한 재배법 확립에 관한 연구

가. 질소, 가리 및 인산의 시용에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성 형질의 변화

시비조건별 시비량에 있어서는 질소질 비료의 증가에 따라 초장 및 경장의 증가 경향이 뚜렸하였다. 특히 질소 시비량이 6kg/10a의 처리구와 9kg/10a의 처리구에 있어서는 인산과 가리의 혼용 처리시에 있어서는 인산의 시용량이 증가함에 따라 초장 및 경장도 증가하였다. 또한 가리의 경우에는 5kg/10a의 처리구까지는 시비량이 증가함에 따라 초장 및 경장이 증가하였다. 그러나 시비량이 10kg/10a의 처리구에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 과다한 질소질 비료의 시용은 들깨의 생육을 너무 진전시킴으로서 초장 및 경장이 너무 커져 잎들깨의 재배시 생육중기 이후에는 수확에 많은 어려움이 발생하며, 또한 초장 및 경장이 커짐에 따라 식물조직이 연약해져서 수확시 생장점을 손상시킬 우려도 발생된다.

나. 파종방법 및 파종기의 차이에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성형질의 변화

파종시기는 노지재배 및 하계재배시에는 큰 문제가 없으나 동계시설재배에 있어서는 온도등의 비배관리를 철저히 해야한다. 특히 9월에서 10월의 파종은 초기생육직후의 온도 저하로 인하여 생육에 많은 영향을 미치므로 이 시기의 파종시에는 보다 많은 노력이 요구된다. 한편 재식거리는 수량 및 기타 생육상황 등을 종합하면 산파와 5cm×5cm는 ㎡당 재식본수가 200주이상으로 너무 밀파되어 생육 및 수량이 감소되었다. 10cm×10cm는 ㎡당 재식본수가 120주 정도로 생육등은 양호하나 재식본수가 너무 적어 단위면적당 수량이 감소하였다. 그러나 7cm×10cm는 재식본수도 170주 정도이고 엽수량 구성요소 및 생육도 양호하며 단위면적당 수량도 높아 가장 적절한 재식거리로 생각된다.

다. 광조도 및 야간 조명시간에 따른 잎들깨의 생육 및 개화반응의 변화

잎들깨의 동계시설재배시 가장 적절한 조명 시간은 2시간 전후로 보여지며, 특히 자연상태의 일장이 11 12시간에 도달하면 조명을 중단하여도 될 것으로 사료된다.

2. 잎들깨 연작에 따른 피해의 원인 규명과 그 대책 방안 연구

가. 생장 특성 및 수량 생산 효과

공시재료 유기질 퇴비인 옥수수청예, 굴밤가루, 밤내피를 시비량의 차이에 따른 잎들깨의 생장 특성조사 결과는 잎들깨의 초장에 있어서는 밤내피를 10a당 880kg을 시비한 구가 생장계수인 R^2 = 0.9996으로 제일 생장을 잘 하였고, 유기질 퇴비별로는 밤내피, 굴밤가루, 옥수수청예 순이었다. 채엽 수는 굴밤가루와 밤내피가 비슷하게 우수하였으며, 다음은 옥수수청예였고, 지속적인 채엽수의 증대는 밤내피였다. 1엽의 무게는 3종 공시 유기질 퇴비에서 무시비구에 비하여 무게가 증가하는 경향이 있었고, 조사시기별 엽건물 비율은 유기질비료 종류별 차이는 없었으나 생장시기별 50일에 건물중이 가벼웠고 생장 초기 30일과 말기 110일이 같은 수준의 건물중이었다. 지상 30cm의 경직경은 유기질 퇴비의 종류 및 시비량에 관계없이 변화가 없었다.

나. 일정 환경조건의 생장 특성

잎들깨에 옥수수청예, 굴밤, 밤내피의 유기질 퇴비를 시비량의 차이와 식물 생장상에 일정한 환경 내에서 재배한 생장의 특성을 실험한 결과 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 옥수수청예, 굴밤, 밤내피의 유기질 퇴비를 10a당 1700kg까지 시비량을 증가하면 초장의 크기는 커지며, 3가지 퇴비의 비효는 비슷하였으며, 옥수수청예와 밤내피에서 생장곡선의 생장계수가 R^2=0.9994로 제일 컸다. 마디수의 증가에서는 굴밤에서 증가하였고, 줄기 지상 30cm부위 직경의 크기는 3가지 퇴비의 시비량이 증가하면 줄기가 굵어지며 그 효과는 굴밤, 옥수수청예, 밤내피 순이며, 채엽의 건물비율은 옥수수청예와 굴밤의 40일 생장에서 최고의 건물비율의 함량이 높았고, 생장 중기인 50일에서는 건물비율이 갑자기 감소하는 경향이 있다. 옥수수청예와 굴밤은 같은 건물비율의 변화의 경향이 있다.

다. 연작에 따른 생장특성과 엽내 무기원소 함량

잎들깨의 연작 재배에 따른 생장의 특성과 채엽 내의 무기원소의 변화에 미치는 연작의 피해를 알기 위한 시험 결과를 요약하면, 초장의 생장은 2년, 3년부터 연작의 피해가 있으나 기지현상은 4년부터이며, 마디수는 생장 중기까지는 차이가 있으나 생장 후기는 연작 5년을 제외하고 비슷한 결과이다. 1엽의 무게는 연작 1년, 2년의 무게가 제일 무겁고 생장 중기 및 생장 후기는 연작 횟수가 많을수록 가볍다. 엽의 건물비율은 연작이 많을수록 건물비율이 많다. 채엽 내의 무기원소의 함유량은 공시토양의 영향을 받으며 N은 연작할수록 함유량이 증가하는 원소가 있고, K, S와 같이 연작할수록 함량이 적어지는 현상과 Ca와 같이 연작에 관계없이 함량이 비슷한 원소, Cu, Mn과 같이 연작에 관계없이 함유량이 불규칙한 4종류의 함유량의 경향이 있다.

라. 시비량에 따른 생장특성

잎들깨에 유기질 퇴비와 부산물 비료를 시비량의 차이에 따라 재배한 생장의 특성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다. 초장은 퇴비나 부산물 비료의 종류에 구별

없이 시비량이 증가하면 초장이 생장에 기여하며, 엽의 길이에는 인분분박과 구비에서 길이의 신장이 우수하였으며, 엽폭은 명신바이오에서 넓어지는 현상이 있고 4종류의 비료는 비슷하며, 엽의 건물비율은 시비량이 증가하면 건물비율이 증가하는 현상이 있으나 순수동화량의 생산량을 결정하는 환경요인이 관여하는 것으로 판단되고, 엽내의 무기원소의 함량은 분석한 무기원소의 함량은 모두가 비슷하였고, S는 모든 엽에서 함량이 적었다.

마. 발효 미생물 첨가가 생장 특성 및 수량과의 관계

공시재료 부산물 비료 3종류에 발효미생물을 혼합하여 재배한 잎들깨의 생장 특성 조사 결과는 다음과 같다. 초장에 있어 공기 발효미생물을 혼합한 부산물 비료는 대풍, 바이오청, 풍작 순이며, 엽수의 채엽증가는 바이오청, 풍작, 대풍 순으로 채엽의 수가 증가하였으며, 엽의 길이는 처리구에서 엽의 길이가 길어지는 경향은 있고, 조사 횟수에 따라 엽의 길이에 차이가 있었다. 엽의 폭은 엽의 길이와 같은 경향이 있으며, 엽의 건물비율은 부산물 비료와 발효미생물의 혼합 유무와 환경요인에 따라 건물비율이 증감하는 것으로 판단되며, 줄기 30cm의 직경은 바이오짐+대풍, 하이그린 J+대풍, 아제론+대풍이 직경이 커지는 경향이 있다.

바. 시비량이 엽특성 ·채엽수 및 연작과의 관계

공시재료 부산물 비료 5종류를 시비량 3개 수준에 의하여 재배한 잎들깨의 엽의 특성과 채엽수 및 토양에 따른 장려 시비량의 산출 결과는 다음과 같다. 채엽 수량은 생장일수 70일에서 흙나라 800kg, 풍작 1200kg에서 71매로 채엽수가 많았고, 부산물 비료 중에는 사랑이 생장 70일에서 203매로 많았으며 다음은 흙나라, 풍작이고, 5회 채엽 횟수에서 많은 채엽 수량은 풍작, 흙나라, 사랑이고, 엽의 길이는 생장 70일에서 풍작 1200kg구에서 길었고, 전 생장기간 중 70일의 생장에서 엽의 길이가 제일 길었고, 생장 초기 및 후기에 엽의 길이가 짧아졌다. 엽의 폭은 엽의 길이와 같은 경향의 상관관계가 있다하니 같은 결과라 사료된다. 시비량의 산출은 간편법에서는 공시 부산물 비료인 흙나라를 기준하

면 10a당 흙나라 100kg을 기비하고 화학비료 요소 6.09kg, 과인산석회 36.56kg을 병용 사용하면 간편시비법이 된다. 시비방법의 모델에서 질소 추천량은 흙나라의 경우는 275.10kg, 인산의 경우는 4.3kg, 가리의 경우는 약 10kg의 성분량의 비료를 공식에 의하여 계산 시비하면 된다.

3. 잎들깨의 우량품종 선발에 관한 연구

들깨 품종집단 중에서 잎 들깨로서 적당하다고 평가되는 광양 잎들깨, 옥동종, 하동 잎들깨, 추부종, 잎들깨1호, 구포 잎들깨, 밀양종, 경신 잎들깨 등의 8개 품종을 대상으로 유전력, 유전상관, 경로계수, 선발지수 등을 산출하였다. 각 형질의 유전력은 72.96 99.42%로 전반적으로 높았다. 유전상관 값이 유의적으로 높았던 형질은 엽폭과 엽중ㆍ엽폭과 엽면적ㆍ엽폭과 경직경ㆍ엽폭과 개화일수ㆍ엽중과 엽면적ㆍ엽중과 간장ㆍ엽중과 경직경ㆍ엽중과 개화일수ㆍ엽면적과 간장ㆍ엽면적과 마디수ㆍ간장과 마디수ㆍ간장과 1주엽수ㆍ마디수와 1주엽수간이었다. 경로계수에서 1주엽수에 관여하는 직접 효과는 엽폭ㆍ마디수ㆍ간장ㆍ경직경의 순이었고, 간접 효과도 엽폭ㆍ마디수ㆍ간장ㆍ경직경 등이 관여하였다. 선발지수는 선발의 최종 대상형질을 1주엽수로 하였을 때 직접 또는 간접적으로 영향을 줄 수 있는 엽폭, 엽중, 엽면적, 간장, 경직경, 마디수, 개화일수의 7개 형질을 대상으로 지수를 작성한 결과에서는 단일형질에서 마디수(X_6)가 가장 높았고, 2개 형질, 3개 형질, 4개 형질, 5개 형질, 6개 형질 및 7개 형질에서도 마디수(X_6)가 가장 높았다. 7개 형질을 조합한 선발지수에 각 품종별의 실측치를 대입한 결과에서 선발총점이 높은 순위는 광양 잎들깨, 옥동종, 하동 잎들깨, 추부종, 잎들깨1호, 구포 잎들깨, 밀양종, 경신 잎들깨의 순위였고, 이들 순위에는 간장이 길며, 마디수가 많아 선발총점에 기여한 것으로 평가된다.

4. 잎들깨의 주요 해충에 대한 종합적 방제법의 수립

잎들깨 (leaf perilla)에 직ㆍ간접적인 피해를 주는 주요 식물 기생성 선충의 생물적 방제를 위해, 주요 기생성 선충을 탐색 및 농가방제실태를 조사하였다. 또한, 선충포

식성 곰팡이류를 재배지 토양에서 분리하여 실내 및 야외검정을 통해 방제효과를 검정하였다

선충 방제실태를 조사한 결과, 일부에서 파종전에 땅콩 뿌리혹 선충 구제에 적용되는 유기인계 토양해충 약제만 처리하고 있었으며, 전체 농가수의 70% 이상이 고가의 선충 구제약제 사용을 꺼려하는 것으로 조사되었다.

잎들깨 재배지 토양에서의 주요 선충으로서, *Helicotylenchus* sp. (23.6%), *Pratylenchus* sp. (18.8%)가 잎들깨 파종 전에 가장 높은 밀도를 나타내었으며, 이후로는 다소 감소하였다. 잎들깨 생육기간중 뿌리에서 조사된 선충류는 대부분이 뿌리썩이 선충인 *Pratylenchus* sp.인 것으로 확인되었으며, 잎들깨 생육 최성기의 토양에서는 이들의 밀도가 감소한 반면 뿌리에 침입한 밀도는 다소 높아진 것을 확인할 수 있었다. 연작 년수에 따른 주요 선충의 밀도와 수확량과의 관계에 있어서는, 8-10년 연작지 토양에서 기생성 선충의 밀도가 가장 높았으며, 특히 연작일수가 많은 재배지 토양에서의 *Pratylenchus* sp.의 밀도가 월등히 높은 것으로 조사되었다.

잎들깨 재배지 토양에서 분리된 곰팡이중 살선충효과가 인정된 곰팡이로 *Arthrobotrys*속의 3균주가 분리되었다. 이들은 전형적인 수축성 올가미(constricting ring)를 형성함으로서 선충을 포획하였다. 실내 폿트 검정결과, *Arthrobotrys oligospora* (53%), *A. conoides* (43%) 및 *A. dactylides* (28%)의 순으로 선충 방제가가 확인되었으며, 이들은 식물의 생육에 다소 도움을 주는 것으로 사료된다. 이들 3균주 살선충성 곰팡이의 soil amendment (녹차추출물) 첨가에 따른 생육력 검정에서는 특이할 생육상 차이는 확인하지 못하였고, 액체 대량 배양에 있어서 *A. oligospora*의 생장율이 가장 뛰어난 것으로 조사되었다. 이들 *Athrobotrys*속 3균주의 고형 제제화 후 야외 검정 결과, 제제 처리후 10-20일에 급격한 선충 밀도 감소가 확인되었으며, 우수 제제 선발을 위한 균주별 비교결과, *A, oligospora*와 *A. dactyloides* 실험구에서 우수한 선충방제효과를 확인할 수 있었는데, 제제처리 40일후의 방제가는 각각 84.7%와 71.5%로 조사되었다.

향후 썩이선충류의 보다 효율적인 방제법 개발을 위해서는 적정 처리량 및 처리 횟

수등 보다 세부적인 연구자료가 필요하며, 이에 관한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

5 . 들깨병의 병원균 분리동정, 발병생태 및 생물학적 방제기술 개발

가. *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병의 발생 및 생물학적 방제

우리나라 잎들깨 생산의 약 90%를 차지하는 부산시 강동지역과 경남 밀양지역에서 최근 들깨 잎마름 및 줄기정단부위의 잘록증상을 나타내는 병이 심하게 발생하여 큰 피해를 주고 있는데, 1998년 부산 강동지역에서 발생한 본 병의 발병율은 약 21.3 68.1%로 평균 41.1%이었다. 본 병은 주로 잎 가장자리에서부터 발생하여 중앙으로 V 자형 갈색 병반을 형성하면서 말라죽었으며, 줄기에 감염될 경우 감염부위가 잘룩하게 되면서 상부까지 완전히 고사되었다. 습도가 높을 때에는 병반 표면에 많은 잿빛 균사를 형성하였다. 이러한 각각의 증상을 띄고 있는 병반으로부터 분리된 LVF12 균주 및 SD7 균주를 균사절편 및 포자부유액 접종한 결과 접종 3일후부터 발병되기 시작하여 자연 발생된 병징과 동일한 병징을 나타내었으며 양 균주는 감염부위에 따라 현저한 병원성의 차이를 나타내었다. 이들 2 균주는 광학현미경 및 주사전자현미경을 이용한 형태적 특성과 몇가지 배지등을 이용한 배양적 특성 및 병원성 검정 결과에 따라 *Botrytis cinerea*로 동정되었으며, 본 병을 들깨 잿빛곰팡이병으로 명명하였다. 농가에서 널리 재배되는 품종별 접종실험에서 공시한 품종 대부분 높은 발병율을 보여 저항성이 높지 않았으나, 밀양 품종이 약한 저항성 품종이었다. 포자부유액으로 병원성을 검정한 결과 10% 토마토 쥬스나 PDB를 이용할 경우 발병율이 높아서 효과적이었으나, 살균수에서는 발병이 전혀 일어나지 않았다. 실제 포장에서 들깨잎과 근권토양에서 분리한 250 균주 중 *in vitro*검정에서 균사생장 및 포자 발아 억제 효과가 높았던 세균 6 균주에 의한 들깨 잿빛곰팡이병 억제 효과를 생육상내 포트 검정한 결과 N1 균주 및 N4 균주에 의한 방제가 각각 95.3%, 90.8%로서 매우 효과적이었다. 이들 2 균주에 의한 발병 예방 및 치료 효과를 검정한 결과 2 균주 모두 거의 100%의 방제가를 보여 발병 예방 및 치료 효과가 뛰어난 것으로 확인되었다. 이들 균주를

Bergey's manual과 API system을 이용하여 동정한 결과 N1은 *Bacillus licheniformis*, N4는 *Bacillus megaterium*로 동정되었다. N1과 N4의 현탁액을 공시병원균과 접종한 결과 N1이 효과가 우수하였으며, *B. licheniformis* N1 균주를 콩을 주원료로 수화제형으로 제제화하여 하우스내에서 포트 검정한 결과 미생물농약의 방제가가 93.1%로 유의성은 없으나 길항균 배양액이나 benomyl 처리보다 방제가가 높아서 효과적이었다.

나. *Alternaria alternata*에 의한 잎마름병의 발생 및 생물학적 방제

최근 들깨잎 주산지인 부산시 강동지역과 경남밀양지역 하우스내의 들깨잎에 가장자리가 검게변화고 마르는 증상을 띄는 병해가 발생되고 있는데 심하면 잎 전체가 고사되고, 주로 오래된 잎이나 아랫잎에서 많이 발생되었다. 이런 병반으로부터 분리된 SD1 균주를 10% 토마토 쥬스를 이용한 포자부유액으로 접종할 경우 자연발병된 병징과 동일 하였으며 발병율도 100%로서 PDB 포자 부유액에서는 60%이었고 살균수에서는 전혀 발병되지 않았다. SD1균주의 균사생장적온은 25℃, 포자형성적온은 30℃였으며 pH는 균사생장에 크게 영향을 미치지 않았다. PDA평판배지에 25℃, 암조건에서 가장 균사생장이 왕성하였으며, 포자형성량은 V8A평판배지에서 가장 많았다. 포자발아율과 포자관길이는 토마토 쥬스에서 가장 양호하였는데 36시간후 발아율은 거의 100%이었으며 발아관길이는 535.2㎛로 살균수보다 9배, PDB보다 1.5배 정도 길었다. 이 균주의 균총형태와 색깔, 광학현미경을 이용한 형태적 특성과 몇가지 배지 등을 이용한 배양적 특성 및 병원성 검정 결과에 따라 *Alternaria alternata*로 동정되었고, 들깨 잎마름병으로 명명하였다.

In vitro 검정에서 들깨 잎마름병균의 균사생장 및 포자발아 억제효과가 높았던 *B. licheniformis* N1과 *B. megaterium* N4에 의한 발병억제효과를 예방 및 치료효과적면에서 하우스내 폿트 검정한 결과 2 균주 모두 방제가가 100% 가까운 예방 및 치료효과를 보여 발병억제효과가 탁월하였다.

B. licheniformis N1 균주를 비지추출물을 주원료로 하여 수화제형으로 제제화 하고

들깨 잎에 처리한후 본 병의 발병억제효과를 N1 균주의 배양액 처리와 비교한 결과 및 생물농약은 물론 배양액에서의 예방 및 치료효과면에서 모두 100% 방제가를 보였다.

다. *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병의 발생 및 생물학적 방제

최근 부산시 강동지역과 경남 밀양지역 하우스내의 채소용으로 재배되는 들깨의 줄기에는 잘록증상이 나타나고 잎에는 갈색-흑갈색의 병반이 형성되어 다습하면 무름현상이 나타나며 균핵이 형성되는 병해가 발생하여 그 피해가 막심한데 1998년 부산 강동지역에서 발생한 발병율은 약 8.1 28.3%로 평균 13.9%이었다. 이러한 증상을 띄고 있는 병반으로부터 분리된 S2 균주를 균사절편 접종한 결과 접종 1일 후부터 발병되기 시작하여 자연 발생된 병징과 동일한 병징을 나타내었다. 광학현미경을 이용한 형태적 특성, 배양적 특성 및 병원성 검정 결과 이미 보고된 들깨 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum*으로 동정되었다. 발병억제 시험에는 이미 길항효과가 입증된 *Bacillus licheniformis* N1과 *Bacillus megaterium* N4의 현탁액을 공시병원균과 접종한 결과 *B. megaterium* N4가 효과가 우수하였으며, 이 길항균을 제제화하여 유기합성농약인 benomyl과 함께 접종실험을 한 결과 N4 formulation은 방제가가 98.0%, benomyl은 78.0%로 formulation이 효과가 우수하였다.

6. 들깨 수경재배 시스템 개발을 위한 연구

유기물질과 무기염류가 들깨의 성장과 채엽수확에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수경재배 시료용액을 만들어 일정시간 유속으로 흘러 보내면서 들깨를 재배하였다. KNO_3와 $NH_4H_2PO_4$의 농도가 각각 270ppm 이하와 152ppm 이하의 용액에서는 발육이 현저하게 줄어들었다. 발육초기의 초장의 형성에는 Ca^{2+}, K^+, NH_4^+, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Na^+, Mo^{+6} 이온 등의 결핍은 중간단계의 발육을 크게 저하시키는 요인이 되었다. 엽장 및 엽폭의 성장과 발육에도 Ca^{2+}. K^+, NH_4^+, NO_3^-, $H_2PO_4^-$ 이온이 크게 영향을 미쳤다. 수경재배한 들깻잎의 분광학적 금속이온 함량의 분석결과에 의하면 6월 7일과

6월 12일 사이 6일간의 성장기간에 채취한 들깻잎 속에 Mg^{2+}이온이 많이 축적될수록 성장속도가 빠름을 알 수 있었다. 들깻잎의 조단백질과 조지질 및 탄수화물의 분석결과에 의하면 성장과 발육에 필요한 무기염류가 아미노산과 결합하여 안정한 단백질과 지방으로 들깻잎에 축적됨을 알 수 있었다.

7. 재식밀도의 차이에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성형질의 변화에 관한 연구

재식 밀도의 차이에 따른 생육시기별 초장과 경장의 변화는 재식밀도가 높을수록 밀식재배에 의해 생육초기에는 작았으며, 생육후기인 7월 13일 조사에서는 재식밀도의 차이에 따른 초장의 변화는 거의 나타나지 않았다. 이는 생육후기로 갈수록 엽을 채취함에 따라 생육억제에서 기인된 것으로 생각된다. 엽매수의 변화는 재식밀도가 ㎡당 200주까지는 거의 차이가 나타나지 않았으나, ㎡당 250주 처리구에서는 평균 3.02매로 아주 낮게 나타났으며, 엽면적의 변화에 있어서는 ㎡당 재식밀도가 높아짐에 따라 엽면적은 감소하는 경향을 나타내었다. 엽수량 구성요소인 엽중과 엽장 및 엽폭의 재식 밀도의 차이에 따른 변화는 ㎡당 재식밀도가 증가함에 따라 감소는 경향을 나타내었다.

SUMMARY

Ⅰ. Title

Development for quality, high yield production and labor-saving culture of leaf perilla around Nakdong River

Ⅱ. Objectives and Significance of the Reserach

Perilla as an oil seed plant has long been used for food, paint, varnish and printing ink, and industrial raw materials. Recently, the usuage is expending to the snacks(Kang-Jung) and tea(Perilla tea). Perilla leaves have a fragrance named perilla keton. Perilla contains free amino acid, vitamins(C and B2) and inorganic substances(K and Ca). Thus, it is popular regardless of seasons. No import for perilla has been made, whereas export of perilla seed occasionally occurred for koreans in abroad. Furthermore, due to the development of processed commodities, the perilla is expected to be a high quality commodity as an exporting item.

Most studies regarding perilla were focused on the aspects to improve cropping system (to increase seed number and oil content, and improvement of the quality of oil) and variety, but almost no study has been made regarding to the "leaf vegetable". Although some occasional researches to improve th quality of perilla variety (such as control of flowering, photoperiod, light interruption, and seed breeding) were made, no systematic research has been made regarding to the " leaf vegetable" over a various aspect. Thus, informations on fertilizer application level, planting density, seedling method, and seedling time are not well established currently.

Agricultural medicines and chemical fertilizer decreasing fertility of soil and occurrence of blight are excessively used by crops replanting. earthworm and spider are covered up tracks. soil power is decreased by acidity of soil and also agricultural productivity is dropped. as soil is becoming acid, absorptive function of salts decreased. nitrogen fixing is not fixed by microbe. in deceasing crops resist power for blight, productivity is largely dropped. as a result of using agricultural medicines and chemical fertilizer, ruin of soil is accelerated. they are used of soil gathering, heaping and bring from another place in order to improve. in case of foreign, sunflower makes used of removal of heavy metal and another pollutants. this study was conducted to elucidate the growth characteristics of perilla by organic compost and fermentative microbe.

Today vegetable perilla was selected by cultivation experiances of leading farmers, not by planed breeding process.

Therefore the researcher selected varieties in the country and raised them by isolation. The investgator also analyzes gentic component, heritability, gentic correlation and path coefficient related with the leaf productivity. After that, the research worker selected varieties proper for the lower Nakdong river.

The damage in the leaf perilla has greatly been increased because of the direct effect of the increased density of plant parasitic nematodes within soil due to continuous annual culture and the indirect effect mediated through plant pathogenetic micro-organisms. In fact, the investigation of nematode density during the spring cropping (December-March 1995) at the severly damaged soil revealed extremely high density of the nematodes. To control these nematodes most farmhouses abused various insecticides, such as Deltamethrin, Primi-phosmethyl, Cypermethrin, Aalphamethrin, Phosphamidon, Primicarb, Acephate, Dichlorvos, Esfenvalerate, Hydrocarbon, Dichloropropene dichloropropane, and Ethylen dibromide. This unwise use of insecticides is seriously threatening the safeness of leaf perilla as a raw food, is causing negative effect to the plant, and is contaminating environment.

In advanced countries, the biological control is replacing the chemical control, which is known to cause a several problems as exemplified above, and some of the biological controls using some agents are in effect under practice. For example, BT (*Bacillus Thurininensis*), which was first developed in USA has been widely utilized to control the butterfly and moth species, and natural enemy has been introduced to control mite species. However, the nematodes dwelling in soils are difficult to control using the biological control because of their ecological characteristics. Thus, the research to find out a proper method to control the nematodes are urgent. The most prevalent biological control for nematodes includes crop rotation and mixed cropping as well as utilization of microorganisms and plants. For example, Crotalaria, Guinea grass, Asparagus, Marigold, and Pangola grass are known to produce toxins which affect the growth of soil nematodes. A few countries including Japan in fact are practicing crop rotation to reduce the plant parasitic nematodes, suggesting the success possibility of the biological control against nematodes. However, in Korea, almost no through study has been made regarding the biological control. Thus, this research is aimed to develop the method of biological control, which can minimize environmental contamination and cost by farmhouses, with the maximum preventive and control effect.

Perilla for production of oil has been widely cultivated of perilla for production of leaves dose not have a long history. The area for the cultivation of perilla for leaves is restricted in Kang-dong near by Nakdong Liver and Milyang in Kyungnam Province. Therefor, there is few reports on diseases of perilla, analysis of damage from these disease control.

According to survey from farmers cultivated perilla, several disease of perilla occurred in all the parts of plants from seeding to harvesting. Most serious damage is in the perilla of greenhouse due to a high incidence of diseases. There is no ways for the disease control on the level of farmer individually. Most significant thing for persistent production of perilla should be to study on the disease of perilla and develop the established method for disease control.

Ⅲ. Contents and Scope of the Research

1. Study on seeding method, seeding time, application level of fertilizer, illumination and night lighting to increase leaf growth and yield and to save the coast of production of leaf perilla.
2. Development of optimal culture solution for growth of perilla a leaf.
3. Development of replanting technology by using corn stalk, acorn and chestnut.
4. Collected perilla varieties in every region in the country and selected varieties proper for the lower Nakdong river.
5. Occurrence of fungal disease like botyrtis, sclerotinia, alternaria etc. there's isolation, identification, developed biocontrol and screening for antagonistic bacteria.
6. Investigation of the major parasitic nematodes on leaf perilla as the basis for the biological control. In addition, examination of the biological control effect of the nematophagous fungi through the indoor and fild test after the separation of the fungi from the culture soil of the leaf perilla.

Ⅳ. Results of the Research and Suggestion for the Application

Part 1. Study of cultural practice for the improvement of yield and quality in leaf perilla.

1. Changes of growth and yield components by the application of N, P, and K

Plant height and stem length were markedly increased as N increased in different amount of fertilizer application. For example, in the plots of 6kg/10a and 9kg/10a of N, respectively, plant height and stem length increased as the concentration of P increases in a mixed treatment of P and K. From the perspective of K, plant height and stem length increased as K increased. This result was obtained up to the plot of 5kg/10a. However, this trend was not observed in the plot of 10kg/10a. These results indicate that too much use of N unusually increases plant height and stem length by advancing the growth stage, causing difficulty in harvesting after the mid-late stage of growth. Furthermore, as plant height and stem length became larger, it is apt to hurt the growth point during harvest because of the weakened plant tissue.

2. Changes in growth and yield components in different seeding methods and seeding date

Although there was no significant difference in seeding season, whether it is open culture or summer season culture, there should be a through control of the amount of fertilizer and temperature in a protective winter cultivation. Especially, seedings in September and October required a special effort than other times, because lowered temperature affect severely to the growth. Planting distance of scattering and 5X5 cm/m^2 are those that planted more than 200 plants. Thus, too dense plants may have decreased the development and growth of the plants. One-hundred twenty plants in 10X10 cm/m^2 could be proper for the development and growth of the plants, although the yield per square meter was decreased because of too low number of plants. Conclusively, 7X10 cm/m^2, which allows about 170 plants resulted in the best growth and yield components. Therefore, this method is thought to be the best seeding distance.

3. Response of growth and flowering by the illumination and night lighting in leaf perilla

The best lighting duration during the winter time appears to be two hours or so in the protected cultivation in winter. Especially, it would be recommended that when the natural day-light reaches to 11-12 ours, the lighting can be shut off.

Part 2. Field of replanting cause examination and fertilizer level

1. Effect of fertilizer level of organic matter on growth and yield in perilla.

This study was conducted to survey some characteristics in growth of *perilla* by fertilization level of organic matter. Corn stalk, acorn and chestnut were used as organic fertilizer in this study. In the height of perilla, chestnut fertilizer with 880kg/10a that R^2 is 0.9996 showed the height level, and followed by acorn and corn stalk in order. Number of the harvested leaves was the highest in acorn among the three organic fertilizer by chestnut and corn stalk in order. However, number of the harvested leaves continuously was the highest in chestnut. Weight of a leaf was more effective at three kinds of organic fertilizer than control. There were no difference in the rate of dried leaf weight according to kinds of organic fertilizer. On the other hand, the rate of dried leaf weight by growth period was different. It was found that the rate of dried leaf in 30days or 110days. Diameter of perilla stem at 30cm above the ground according to kinds and fertilizer level of organic fertilizer was surveyed. However, the difference was not detected in this study.

2. Effects of fertilizer level of organic matter and environmental condition on growth in *Perilla frutescens*

This study was conducted to elucidate some characteristics on the growth of perilla by fertilization level of organic matter and environmental conditions in growth chamber. Corn stalk, acorn and chestnut were used as organic fertilizer in this study. The height of perilla increased with an organic fertilizer level of corn stalk, acorn and chestnut up to 1700kg per 10a. Effect of organic fertilizer was similar to each other. In the height, corn stalk and chestnut with coefficient of growth curve that R^2 is 0.9994 were highly effective. Number of node in the chestnut treatment was more than that of corn stalk and acorn. Diameter of perilla stem at 30cm above the ground increased with an organic fertilizer level and followed by acorn, corn stalk and chestnut in order. The rate of dry leaf increased at 40 days in treatments of corn stalk and acorn, and decreased at 50 days. There were no difference in the rate of dry for corn stalk and acorn.

3. Growth characteristics and change of inorganic element in the leaf of perilla by replanting.

This study was conducted to elucidate the growth characteristics and change of inorganic element in the leaf of perilla by replanting. The replanting injury in the height of perilla appeared from the 2nd and 3rd year after replanting, and the sickness of soil occurred from the 4th year. Number of node of perilla by replanting was significantly affected to the middle stage of growth, but was similar at the latter stage of growth. Weight of a leaf was the highest at the 1st and 2nd year, and decreased with the replanting. Also, the rate of dry leaf decreased with the replanting. In the content of inorganic element of the perilla leaf by replanting, N in the leaf increased with the replanting, and K and S decreased. However the content of Ca, Cu and Mn did not affected to replanting.

4. Effect of fertilizer level of manure and organic compost on growth in *Perilla frutescens*

This study was conducted to elucidate the growth characteristics of perilla by fertilizer level of manure and organic compost. In this study, as the fertilizer level of manure and organic compost increased, height of perilla was increased. Leaf length was the longest in human manure and cattle manure, and leaf width was the widest in Myoungsin-Bio. As the fertilizer level increased, the rate of dried leaf weight was increased, but the real assimilation quantity was decided by environmental factor. There were no difference in the content of inorganic element of the perilla leaf. However, S in the leaf was low.

5. Effect of fermentative microbe and organic compost on growth and yield in perilla.

This study was conducted to elucidate the growth characteristics of perilla, *Perilla frutescens*, which was cultivated by mixture Fermentative microbe into three types Organic compost. In the height of perilla, Daepung mixed with Fermentative microbe showed the highest level and followed by Biochong and Pungchag in order. Number of the harvested leaves were the highest in Biochong, Pungchag and Daepung in order. Leaf length and leaf width were more effective at the three kinds on Organic compost than Control. The rate of dried leaf weight was decided by Organic compost, Fermentative microbe and Environmental factor.

6. Effect of fertilizer level of organic compost on leaf characteristics, leaf number and replanting in *Perilla frutescens*.

This study was conducted to elucidate the leaf characteristics, leaf number and fertilizing level in perilla, *Perilla frutescens*, which was cultivated using five types organic compost with three level. Number of the harvested leaves was effective in Heulgnara with 800kg/10a and Poongjag with 1200kg/10a at 70 days and organic compost were the highest in Sarang followed by Heulgnara and Poongjag in order. Number of leaf harvested during the fifth times was the highest Poongjag followed by Heulgnara and Sarang in order. Leaf length and leaf width were the highest in Poongjag with 1200kg/10a at 70 days. Simple method for calculation of fertilizer level was N 6.09kg and Slaked lime 36.56kg in Heulgnara 100kg per 10a. Recommendation level of chemical fertilizer in Heulgnara due to fertilizer method was N 275.10kg, P 4.3kg and K 10kg per 10a.

Part 3. Studies of superior leaf perilla selection

These studies were carried out to obtain useful information about the effective selection of vegetable perilla by estimating the genetic relationships of the heritabilities, genotypic correlations, path coefficient, and selective index of quantitative traits among eight agronomic characters in eight perilla varieties. The heritabilities were high as from 72.96 to 99.42 among germinating percentage, leaf width, leaf weight, leaf size, plant height, stem diameter, the number of internodes per plant, days to flowering, and the number of leaves per plant. The highly positive correlations were showed among characters such as between leaf width and leaf weight, leaf width and leaf size, leaf width and stem diameter, leaf width and days to flowering, leaf weight and leaf size, leaf weight and plant height, leaf weight and stem diameter, leaf weight and days to flowering, leaf size and plant height, leaf size and the number of internodes per plant, plant height and the number of internodes per plant, plant height and the number of leaves per plant, the number of internodes per plant and the number of leaves per plant. The path coefficient analysis showed that each character as leaf width, the number of internodes per plant, plant height, and stem diameter directly influenced the number of leaves per plant and the characters as the number of internodes per plant, plant height, and stem diameter indirectly affect the number of leaves per plant. In the selection index the number of internodes per plant was the highest of all the characters or the combinations of all the characters such as leaf width, leaf weight, leaf size, plant height, stem diameter, the number of internodes per plant, and days to flowering. When substituted the observed of eight varieties for the selection index, the selection scores were high in the order of Kwangyangibdulgae, Oakdongjong, Hadongibdulgae, Chubujong, Ibdulgae#1, Gupoibdulgae, Milyangjong, and Kungshinibdulgae.

Part 4. Studies on the pest management in the leaf perilla.

As the basis for the biological control, the major plant parasitic nematodes, which damage directly and indirectly to the leaf perilla were investigated, and the current control methods practiced at the farmhouses were searched. In addition, the control effect of the nematophagous fungi were examined through the indoor and field tests after the fungi were separated from the culture soil of the leaf perilla.

The search for the current control methods practiced at the farms revealed that, in part, soil organophosphorous pesticides, which applies to the control of the root knot nematodes was treated before seedlings, and more than 70% of the farmhouses avoided using the pesticides for nematodes.

The major nematodes in the culture soil of the leaf perilla were *Helicotylenchus* sp. (23.6%) and *Pratylenchus* sp. (18.8%), which showed the highest density before seedling of the leaf perilla, but there was a trend to be dropped down subsequently. The nematodes found in the roots of leaf perilla during the growth period was mostly root rot nematode, *Pratylenchus* sp. Although the density of *Pratylenchus* sp. at soil dropped during the optimized growth period of leaf perilla it was observed that the density of the nematode intruded from the root somewhat increased. In comparisons between nematodes density and production of leaf perilla according to the extension period of culture, the highest parasitic nematode density was observed in the soil of 8-10 years of extension period of cultivation. Particularly, substantially high density of *Pratylenchus* sp. was observed at the culture soil.

Among the fungi separated from the culture soil of leaf perilla three fungi belonging to the genus *Arthrobotrys* showed positive effect to control parasitic nematodes. They captured the nematodes by forming a typical constricting ring. As a result of indoor pot experiments, the control effects were in the order of *Arthrobotrys oligospora* (53%), *A. conoides* (43%) and *A. dactylides* (28%), and these fungi turned out to provide some aid to the growth of the leaf perilla. No difference was confirmed in the growth test based on the addition of the soil amendment in the three nematophagous fungi, and the highest growth rate was observed in the *A. oligospora* of the liquid mass culture. In the field test of the pellet of the three nematophagous fungi, a sharp drop of the nematodes density was detected at the 10-20 days of treatment. In comparative tests to select superior fungus, the superior control effect was observed in the *A, oligospora* and *A. dactyloides*, and the control effect at the 40 days of treatment was 84.7% and 71.5%, respectively.

Part 5. Occurrence, isolation and identification of several diseases of perilla and biological control by antagonistic bacteria

1. Occurrence of gray mold rot of perilla caused by *Botrytis cinerea* and biological control

There are serious damages on perilla by a disease causing leaf blight and slender symptoms on infected stems at Kangdong, Pusan and Miryang, Kyungnam producing about 90% of total perilla production in Korea. The incidence of this disease was 21.3-68.1% and 41% in average at Kangdong, Pusan in 1988. The symptoms of the disease appeared initially on the edge of the infected leaves, and developed to the center of the leaves forming V-shaped brown symptoms. Under high moisture condition, gray mold was formed on the surface of the lesions. The infected stems were slender and were completely blighted up to the top of the plant. Also, there were abundance of gray mold on the surface of the lesions under the high moisture condition. The isolates, LVF12 and SD7, were isolated from the aforementioned lesions showing the various symptoms, and the hyphal disk and conidial suspension were inoculated on the healthy perilla. The symptoms were typical with the naturally infected symptoms since those were initially detected on the 7th days after the inoculation. The pathogenicity of the fungi reisolated from the lesions was significantly different according to the infected area on the plants. Those two fungi were identified as *Botrytis cinerea* based on the morphological characteristics using a microscope and a scanning electron microscope (SEM), cultural characteristics using the various cultural media, and pathogenicity. The disease was then called gray mold disease of perilla. Response of *Botrytis cinerea* in mycelial growth and conidial germination to the two inhibitory bacteria, N1 and N4, *in vitro* allowed us to identify those as *Bacillus licheniformis* and *B. megaterium*, respectively, on the basis of morphological, physiological characteristics, and API system on the 250 isolates isolated soil and the surface of leaves. Application of *B. licheniformis* N1 and *B. megaterium* N4 effectively controlled the gray mold rot in a growth chamber test, showing the control values of 95.3% and 86.9%, respectively. Treatment of *B. cinerea* 1-3days before inoculation of the bacteria showed control value of 100%, and still a high value was obtained from benomyl and biological control agents of *B. licheniformis* in greenhouse test revealed 93.1% in the formulation and 90.4% in the cultured nutrient broth of *B. licheniformis* compared with the benomyl, which showed a value of 86.1%.

2. Occurrence of leaf blight of perilla caused by *Altanaria altanata* and biological control

The disease which symptom is to be dry up and change in color of the edge in perilla leaves, specially old and located in low part of the plant cultivated in green house recently occurred at Kangdong, Pusan and Miryang in Kyungnam Province. The symptom of the induced disease caused by SDI isolate from this disease lesions was identical with that of natural disease. Induced rares of disease with conidial suspension of SDI in 10% tomato juice and potato dextrose broth (PDB) were 100% and 60%, respectively. There was no disease induced with conidial suspension in the sterilized water. The optimal temperatures of mycelial growth and conidial formation were 25℃ and 30℃, respectively. The pH of conidial suspension did not affect on the mycelial growth. Optimal growth of mycelium occurred in potato dextrose agar at 25℃ without light whereas the maximal amount of spore showed in V8A agar. The highest rate of gremination occurred in 10% tomato juice and its rate after 36 hr was 100%. The length of germination in 10% tomato juice, which was 535.2 ㎛, was 9 times and 1.5 times as long as those in the sterilized water and PDB, respectively. SD1 was identified as *Alternata alternata* on the basis of morphological and physiological characteristics and the diseases caused by *A. alternata* was named the leaf blight of perilla.

B. licheniformis N1 and *B. megaterium* N4 inhibited the mycelial growth and germination of *A. alternata, in vitro,* which caused the leaf blight of perilla. Both of bacteria showed highly effect to prevent and control the leaf blight in the pot test with around 100% of control value. The water soluble biological fungicide made of the beji extract as major component and the culture broth of *B. licheniformis* N1 showed 100% of control value against the leaf blight of perilla caused by *A. alternata*.

3. Occurrence of sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and biological control

The severe damage from a disease in the stem and leaves of perilla used for food in a greenhouse nearby Pusan was reported. It's symptoms was damping off in the stem and changing in color of leaves to light or dark gray, especially developing soft-rot and formation of sclerotinia under relatively high humidity. The ratio of this disease in Kangdong, Pusan ranged from 23.9% 8.1% and its average ration was 13.9%.

The symptom of the induced disease caused by S2 isolated from this disease lesions was identical with that of natural disease. S2 was identified as *Sclerotinia sclerotiorum* on the basis of morphological, physiological, and pathogenic characteristics with optical microscopic observation.

Previously confirmed antagonistic bacteria *Bacillus licheniformis* N1 and *B. megaterium* N4 were used for biocontrol experiment. Bacterial suspension N1 and N4 were inoculated with S2 isolate. Only N4 was expressed disease-suppressive effect. Disease-suppressive effect were compared N4 formulation with benomyl in a greenhouse. N4 formulation and benomyl with control values of 98.0% and 78.0%, respectively.

Part 6. Small metal ion effect on the harvest of perilla leaves in aquiculture

The perillas were cultivated to investigate for the small metal ion effect on the harvest of perilla leaves in aquiculture system in the constant flow rate. The perillas were undergrown at the condition of low concentration of KNO3 and NH4H2PO4 as below 270ppm and 152ppm respectively. The high concentration of the metal and non-metal cations of Ca2+, K+, NH4+, and the anions of NO3-, H2PO4- are influenced to the growth of plant length of perillas at the earlier time. The low concentration of the metal cations of Mn2+, Zn2+, Cu2+, Na+, Mo+6 are influenced to lower growth of perillas. The concentration of the cations of Ca2+, K+ and NH4+ and the anions of NO3- and H2PO4- are affected the growth of leaf length and width of leaf of perillas. The spectroscopic analytical results showed that the perillas were growing rapidly in the period of 6 days from June 7 to June 12 by high amount of Mg2+ ion with accumulation inside perillas. The crude protein, the crude fat and the hydrocarbon are accumulated in the leaves of perillas by binding the inorganic with amino acids to provide the nutritions needed for growth of perillas.

Part 7. Changes of growth and yield components based on densed cultivation of leaf perilla

Although a higher planting density resulted in a low growth of the plant in a early stage of the growth, there was no significant difference in the plant height after July 13, the time of late part of growth stage. This probably may have stemmed because plants were inhibited in growth by removing the leaves as the growth stage progresses. Number of leaves were remained unchanged until the seeding density increases up to 200 plants/m^2, but the number decreased into 3.02 when the plant was seeded with the density of 250 plants/m^2. There was a trend that showing a decrease in leaf size as the density of the plant increases. There was a trend showing that the yield components, such as leaf weight, leaf length, and leaf width showed a decrease as the planting density increases.

CONTENTS

목　　　차

제 1 장　서　론

제1절　연구개발의 목적과 범위

1. 기술적 측면

들깨에 관한 거의 대부분의 연구는 종실 수량과 유지 함량의 증가 및 유질 개선과 관련한 재배 방법과 품종개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌으나, 엽채소로서 들깨에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 개화 억제 및 반응에 관련된 연구와 채소용 잎들깨의 주년 재배법 연구를 위한 일장 및 야간 조명에 관한 연구 및 품종개량과 관련된 연구가 일부 진행되어 왔으나 엽채소로서의 들깨에 관한 연구가 여러 각도에서 체계적으로 진행되지 못하여 시비수준, 재식밀도, 파종 방법 및 파종 시기에 따른 엽채소용 들깨의 생육 형질 및 엽수량 구성 형질 등과 관련된 기본적인 재배법의 확립 및 개선에 대한 연구조차도 이루어져 있지 않은 실정이다. 또한 현재 재배 농가에서는 산파 중심의 재배를 하고 있기 때문에 수량성과 품질의 저하를 초래할 뿐 만 아니라 각종 병해의 발생과 생리적 장해 현상이 심하게 나타나고 있기 때문에 기본적인 재배법의 확립이 시급히 요청되고 있다. 따라서 재배 시기와 파종 방법의 차이에 따른 엽수량의 변화, 지속적인 수량의 안정적 확보, 저장성의 개선, 수확 후의 생육 저하를 방지하기 위한 기술 개발 및 엽내의 성분분석 등의 연구를 통하여 잎들깨의 생산성 및 품질의 향상을 위한 재배법을 확립하고자 한다.

한편 연작으로 인한 미량요소의 결핍, 염류의 접적, 비료분의 과다 및 병해의 원인을 구명하기 위해 수경재배를 도입하므로서 배양액을 자유자재로 조절할 수 있고 염류의 농도, pH의 조절, 필수원소 및 미량원소의 농도를 조절하여 수량감소의 원인을 규명하고, 들깨재배에 적합한 배양액을 개발할 것이며 그 생산체계를 수립하고자 한다. 뿐만 아니라 수경재배는 농업생산성은 물론 작업을 기계화 자동화로 대체할 수 있으므로 생력화된 생산품을 생산할 수 있다. 수경재배는 토양재배와 달리 작물의 종류에 따라 다르긴 하지만 생력화 비율은 5 15배 정도 향상시킬 수 있고 생산성은

3 20배까지 증진시킬 수 있으며 원하는 품질을 원하는 시기에 생산할 수 있는 계획생산이 가능한 점을 가지고 있다. 들깨에 수경재배(양액재배)의 도입은 재배농가의 현장애로를 해결해 주고 경영성과와 시설규모나 자재 및 기기의 활용성에 따라 괄목할 만한 기대가 가능하게 될 것이다.

오늘날 잎 수확을 목적으로 재배되고 있는 잎들깨 품종들은 대부분 기존의 종실품종 중에서 독농가의 재배경험에 의하여 선발된 것이며, 계획된 육종과정을 거쳐서 엽용 품종이 육성된 바는 거의 없다. 그러므로 연구자는 잎들깨의 품종선발을 위하여 우리나라에 산재해 있는 잎들깨 품종들을 수집하여 계통분리 육성하고, 엽수량에 주안점을 두어 이에 관련되는 몇 가지 주요형질에 대해 유전성분, 유전력, 유전상관 및 경로계수 등을 분석하여 낙동강 하류지역의 특성에 알맞은 품종을 선발고정 한다.

최근에 와서 우리나라의 들깨 재배는 채소로서 각광을 받게 되어 들깨잎 생산을 위한 하우스재배가 급속히 증가하고 있다. 그러나 잎들깨 생산에 있어서 가장 큰 문제를 야기시키는 것 중의 하나는 병발생에 따른 피해이다. 하우스내의 기상 조건이 다습할뿐만 아니라 하우스 들깨 재배의 특성상, 즉 10월중에 파종하여 다음해 8월까지 계속하여 잎을 수확함으로서 장기간에 걸친 다습조건 때문에 각종의 병이 발생하여 매년 막대한 손실을 가져 오고 있다. 들깨잎의 재배는 잎자체의 생식을 목적으로 생산하고 또한 농약의 잔류독성 문제 때문에 농약살포에 의한 병방제는 불가능한 실정에 있으며 방제 대책은 전연 수립되지 않고 있다. 특히 최근에는 들깨잎 생산을 위한 하우스에서 들깨의 신병해 즉 균핵병이 발생되어 해마다 발생면적이 확대되고 있으며 심한 하우스에서는 전멸상태의 큰 피해를 입히고 있는 실정임을 문 등에 의해 보고한 바 있다. 잎들깨 생산의 역사가 짧고 낙동강 유역의 구포, 김해와 밀양지역에서만 집중적으로 재배되고 있는 지역적 특성 때문에 우리나라 뿐만 아니라 외국에서도 들깨병에 관한 연구는 극히 미진한 실정에 있다.

한편 들깨뿐만 아니라 거의 모든 농작물의 병해충 방제를 위해 대부분의 농가에서는 화학적 방제법에 의존하고 있는 실정이다. 살충제의 오용, 남용에 따른 환경오염, 인축에 대한 피해 등의 문제점이 대두되고 있으며, 해충의 약제에 대한 저항성으로

인해 더욱 독성이 강한 약제를 사용하고 있어 이에 따른 부작용은 날로 심해지고 있는 추세이다. 따라서 따라서 환경에 대해 안전하고 살충제 사용에 따른 농가 부담을 극소화시키면서 방제 효과 및 예방 효과를 극대화 할 수 있는 생물적 방법을 확립코자 한다.

2. 경제ㆍ산업적 측면

최근 육류와 생선의 소비가 급증함에 따라 신선 채소의 소비가 증가하고 있고, 잎들깨의 소비량도 매년 증가 추세에 있다. 이러한 수요의 증가에 따라 잎들깨의 재배면적이 매년 증가되고 있으며, 고소득 작물로서 인식되고 있고, 특히 김해를 중심으로 한 부산 근교 지역 및 밀양 등지에서 전국 소비량의 약 90% 이상을 생산하고 있다. 잎들깨는 저공해 채소의 안정적인 공급이라는 측면에서 농가 소득 증대에 크게 기여할 것이며, 우리나라를 중심으로 가장 활발히 재배되고 있기 때문에 농산물 개방에 대처할 목적으로서 개발 가능성이 크고, 우리 농산물의 국제 경쟁력 제고를 위해 큰 역할을 할 것으로 생각된다. 따라서 현재 국내에서 자생하거나 재배되고 있는 들깨의 유전 자원을 중심으로 다양한 용도를 개발함과 동시에 들깨에 대한 기초적인 연구를 수행해야 할 필요성이 과거 어느 때보다도 높아지고 있는 실정이다.

한편 토성 개량을 위한 개량제 개발 및 이용에 따른 품질 및 수확량의 증가로 농가 소득 향상과 그리고 재배 환경요인을 분석하여 수확량에 악영향을 주는 제반 요인을 개선함으로서 안정적인 수확량을 확보하여 지속적인 소득원이 되게 할 수 있다.

들깨의 종실유는 식용 또는 공업원료로 이용되고 있으나 오늘날은 잎을 수확대상으로 하는 작물로서 크게 주목되고 있다. 들깨의 잎에는 방향성이 강한 perilla keton 성분을 0.3-0.8% 함유하고 있어 독특한 향취를 낼 뿐 만 아니라 식품적 성분으로 보아 다른 엽채류에 비하여 손색없는 부식으로 이용되어 왔다.

특히 경제수준의 향상으로 수요량이 증가되고 있는 육류 및 생선의 소비증가에 맞추어 신선채소로서 소비가 급증하고 있다. 재배면적으로 볼 때 1970년(11,527ha)에 비해 1994년(32,582ha)에는 약 3배로 증가되었다. 이러한 추세로 수요량은 크게 증가되

어 부산근교에서는 잎수확을 목적으로 비닐하우스 등을 이용한 주년재배가 이루어지고 있다. 이러한 지역특성에 알맞은 품종육성은 시급한 과제라고 생각된다.

한편 들깨병에 관한 기초연구와 방제 대책의 수립은 하우스 들깨재배의 특성상 각종의 병해에 따른 피해를 줄임으로서 잎들깨의 지속적이고 안정된 생산체계를 확립하여 농가 소득의 증대를 위해서 필요하며, 잎들깨 재배시 드는 비용중 해충방제를 위한 농약대금 및 고용노력 방제비가 대략 25%를 차지하고 있어 생물적 방제법의 개발에 따른 농가의 부담을 대폭 줄일 수 있을 뿐만 아니라 값싼 수입 농산물과의 가격경쟁에서도 유리한 위치를 차지할 수 있다.

3. 사회ㆍ문화적측면

들깨는 참깨와 더불어 오래 전부터 재배되어 온 유료작물로서 종실유는 식용 이외에도 페인트, varnish, 인쇄용 잉크 등 공업 원료로 주로 사용되어졌으며, 과자, 강정, 들깨차 등의 식품 가공용으로서의 소비도 증가하는 추세이다. 들깨 잎에는 Perilla keton($C_{10}H_{14}O_2$)이라는 독특한 향기가 있을 뿐만 아니라 신선하고 깨끗한 풍미가 있으며, 유리 아미노산, 비타민 C 및 B_2와 K 및 Ca와 같은 무기 영양분을 많이 함유하고 있기 때문에 엽채소로서 계절에 관계없이 널리 이용되어지고 있으며, 또한 들깨의 수입은 거의 없으나 해외교포 등을 대상으로 한 들깨 종실의 수출이 일부 이루어지고 있으며, 가공 상품 개발로 수출이 증대될 수 있는 유망 작물로 추정되어진다.

전국적으로 김해 및 밀양 등에서 국지적으로 재배되고 있으나 엽채소용 들깨의 고품질 대량 생산 기술이 체계화되어 보급될 경우 이러한 재배 지역을 집단화하여 지역특산물로서 개발, 육성함으로써 농산물의 상품화를 가능하게 할 것이며, 지역 발전에도 크게 기여할 것이다. 특히 김해 지역의 경우 대표적인 시설 원예 지역이며, 이 지역에서 약 90ha에 이르는 재배 면적을 잎들깨가 차지하고 있고, 그 재배 면적은 날로 증대되고 있다.

한편 소득수준이 향상되면서 소비자들의 욕구에 따라 무공해 농산물의 소비는 매년 늘어나고 있다. 화학 약제를 처리하지 않고 생산된 농산물의 생산량은 병해충의

피해로 인해 적고, 이에 따라 생산 원가가 비싼 실정이다. 따라서, 생물적 방제를 이용하여 병해충에 의한 작물 손실을 극소화하고 생산량을 늘린다면 농가소득 증대 및 소비자의 욕구 충족에 기여할 수 있다.

제2절 국내외 관련 기술의 현황과 문제점

들깨에 관한 연구로서는 대부분이 생육 및 수량구성 관련 형질을 대상으로 재배와 관련하여 시비시험등의 다각적인 연구가 진행되어져 왔으며, 들깨의 적정 시비량은 질소 3 4kg/10a, 인산 3 4kg/10a, 가리 2 5kg/10a 이며, 질소비료가 부족하면 초장이 짧고 생육이 빈약해진다. 가리는 작물에 필요한 필수요소일 뿐만 아니라 탄수화물의 합성, 동화산물의 이동에 관여할 뿐만 아니라 일반적으로 일조의 부족을 보충할 수 있으며, 병충해의 경감 및 식물의 성숙촉진 등을 유발하는 생리작용을 한다고 하였다. 가리질비료가 부족하면 잎의 빛깔이 엷어지고, 황색을 띄며, 발병이 많아지고 유분함량도 낮아진다. 석회는 식물체 안에서 이동하기 힘들기 때문에 결핍증은 생장점에서 나타나 이 부분부터 황화 고사하는 것으로 알려져 있다. 잎과 종실 겸용을 대상으로 한 광조도와 야간조명시간에 따른 개화시기의 지연과 관련한 시험에서는 광조도 30 100Lux정도에서 10분간 야간조명 처리했을 경우 개화하지 않는다고 보고하였으며, 채엽회수가 많고 채엽 개시기가 늦을수록 상품가치가 있다고 보여지는 완전 전개된 잎의 총채엽수가 많다고 보고되어져 있으나, 이는 종실 수확을 목적으로 했을 경우이기 때문에 엽채소용으로 재배할 경우에는 이들 재배조건은 달라져야 할 것이다.

그리고 개화억제 및 반응에 관련된 연구, 채소용 잎들깨의 주년 재배법 연구를 위한 일장 및 야간 조명등에 관한 연구 및 품종개량과 관련된 연구가 일부 진행되어 왔으나, 들깨에 관한 거의 대부분의 연구는 종실수량과 유지함량의 증가 및 유질개선과 관련한 재배법과 품종개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌으나, 엽채소로서 들깨에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

한편 들깨 잎의 채엽회수 및 생육특성 그리고 종실수량 등에 관한 객관적 자료와

들깨 잎의 생장특성에 대해 학계에 많은 정보를 제공하였다. 일본의 경우 일본의 원예작물시험소의 연구진에 의한 들깨의 재배시험성적에 대한 연구결과가 보고된 바 있고, 일부 연구들에 의해 고랭지에서의 들깨 재배법에 대한 연구 결과가 보고된 바 있다. 그러나 지금까지 국내외에서 연구 보고된 결과들은 대부분 들깨의 토양재배에 대한 연구들에 국한되어 있다. 한편 연작장해에 대한 체계적인 연구와 수경재배에 대한 연구 보고는 거의 없는 실정이다.

지속적인 작물의 연작과 그 재배를 위해 지속적인 농약 및 화학비료의 과다 사용으로 말미암아 병충해의 천적인 지렁이, 거미 등이 자취를 감추게 되었고, 토양의 산성화로 지력이 감퇴되어 농업 생산성이 저하되게 되었다. 토양이 산성화되면 영양 염류의 흡수 기능이 저하되고 미생물에 의한 질소 고정이 제대로 이루어지지 않으며, 그로 말미암아 작물의 질병에 대한 저항력이 감소되어 생산성이 크게 떨어지게 된다. 그 결과 다시 농약과 화학비료를 과다하게 사용하게 되는 악순환이 되풀이되어 토양의 피폐를 가속화시키게 된다. 토양의 개선을 위해 배토, 복토, 객토 등의 토양을 제거하는 방법이나, 작물의 재배를 잠시 중단하고 비식용 작물을 재배하거나 윤작 혹은 오염 물질을 생물 농축할 수 있는 식물을 심어 재배 후 제거하는 방법들이 있다. 그러나, 이들 방법들은 잎들깨의 재배 여건상 거의 실용 가능성이 희박하며, 이들 방법들 중 생물 농축 식물을 이용한 방법의 경우 그 이용 가능성이 있다고 할 수 있다. 외국의 경우 중금속 및 기타 오염 물질로 오염된 토양에 해바라기를 재배하여 오염 물질을 제거하는 방법을 개발하여 실용화하고 있다.

들깨는 유료작물로서 주로 우리나라에서만 재배되고 있고, 외국에서는 재배현황이 빈약한 실정이다. 특히 본 과제의 책임연구원인 정은 우리나라에 산재해 있는 종실유를 목적으로 하는 재래종을 9개 지역에서 106품종을 수집하여 이들 지방종의 재배환경에 따른 유질변이를 분석하였다. 한편 지금까지 종실유 등에 관한 보고는 많으나, 잎들깨에 대한 보고는 거의 없다.

특히 들깨잎은 우리민족만이 재배 이용하고 있다. 최근 경제수준의 향상으로 육류 등의 소비증가에 따라 들깨잎은 채소로서 그 소비가 급증하는 실정이다. 요즘 도시근

교에서 잎수확을 목적으로 비닐하우스 등을 이용한 재배가 이루어지고 있다. 그러나 잎수확을 목적으로 재배되고 있는 잎들깨 품종들은 체계적인 품종육성과정을 거쳐 선발된 것은 아직 없다.

유지 목적의 들깨는 오래전부터 재배되고 있으며 재배지역도 우리나라에서는 고르게 분포하고 있으나 들깨잎의 생산목적의 재배는 역사가 짧고 재배지역은 낙동강유역의 구포, 김해와 밀양에 집중되고 있다. 따라서 들깨병에 관한 기초적 연구는 물론 피해분석이나 방제대책에 관해서는 거의 미진한 실정에 있다. 그리고 *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 들깨 균핵병과 그 신기주에 관하여 1994년에 발표한 것이 우리나라에서는 유일한 보고이다. 외국에서도 Hasama에 의한 Corynespora leaf spot (잎점무늬병, 1991)과 Hong, Hsu 등에 의한 Bacterial wilt (세균성 시들음병, 1992)의 발생보고가 있을 뿐이다

들깨 재배 농가를 대상으로 재배의 문제점을 청취하고 현지를 조사한 결과 들깨병은 유묘에서 성체의 지상 부위의 모든 기관에서 연중 발생될 뿐만 아니라 대부분의 하우스에서 높은 발병율을 보이고 그 피해가 큰 것이 들깨 재배의 가장 큰 문제점으로 지적되고 있으나 농가 수준에서는 방제대책이 전무한 실정에 있었다. 따라서 들깨의 지속적이고 안정된 생산체계를 확립하기 위해서는 들깨병의 기초적 연구와 방제법의 기술을 확립하는 것이 가장 화급한 문제점인 것으로 판단된다.

제3절 연구개발의 목표 및 내용

1. 잎들깨의 생육 및 엽수량의 증대와 생산비 절감을 위한 적정 파종방법, 파종시기, 시비수준, 광조도 및 조명시간의 구명
2. 들깻잎 생산에 알맞는 최적조건의 배양액 개발
3. 옥수수 분말이나 추출액 및 도토리 분말을 이용하여 작물을 연작할 수 있는 기술의 개발
4. 우리나라의 각 지역에서 들깨잎을 생산하는 재배품종들을 수집하여 낙동강 하류지역에 알맞은 품종의 선발.

5. **들깨에 균핵병 및 기타 진균 병균의 분리, 동정 및 세균병의 분리, 동정과 발생 생태 조사, 들깨 진균병 및 세균병에 대한 길항균의 선발과 들깨 균핵병의 생물학적 방제 기술 개발 및 균핵병의 화학적 방제 효과 검정**
6. **잎들깨의 주요 식물 기생 선충의 생태학적 연구와 선충기생성 곰팡이의 생물적 방제를 위한 선발 및 주요 식물병원성 선충의 종합적 방제법 수립**

제 2 장 잎들깨 수량성과 품질개선을 위한 재배법 확립에 관한 연구

제1절. 서 론

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

들깨에 관한 거의 대부분의 연구는 종실 수량과 유지 함량의 증가 및 유질 개선과 관련한 재배법과 품종개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌으나, 엽채소로서 들깨에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 개화 억제 및 반응에 관련된 연구와 채소용 잎들깨의 주년 재배법 연구를 위한 일장 및 야간 조명에 관한 연구 및 품종개량과 관련된 연구가 일부 진행되어 왔으나 엽채소로서의 들깨에 관한 연구가 여러 각도에서 체계적으로 진행되지 못하여 시비수준, 재식밀도, 파종 방법 및 파종 시기에 따른 엽채소용 들깨의 생육 형질 및 엽수량 구성 형질 등과 관련된 기본적인 재배 방법의 확립 및 개선에 대한 연구 조차도 이루어져 있지 않은 실정이다.

현재 재배 농가에서는 산파 중심의 재배를 하고 있기 때문에 수량성과 품질의 저하를 초래할 뿐 만 아니라 각종 병해의 발생과 생리적 장해 현상이 심하게 나타나고 있기 때문에 기본적인 재배법의 확립이 시급히 요청되고 있다. 따라서 재배 시기와 파종 방법의 차이에 따른 엽수량의 변화, 지속적인 수량의 안정적 확보, 저장성의 개선, 수확 후의 생육 저하를 방지하기 위한 기술 개발 및 엽내의 성분분석 등의 연구를 통하여 잎들깨의 생산성 및 품질의 향상을 위한 재배법을 확립하고자 한다.

나. 경제 · 산업적 측면

최근 육류와 생선의 소비가 급증함에 따라 신선 채소의 소비가 증가하고 있고, 잎들깨의 소비량도 매년 증가 추세에 있다. 이러한 수요의 증가에 따라 잎들깨의 재배면적이 매년 증가되고 있으며, 고소득 작물로서 인식되고 있고, 특히 김해를 중심으로 한 부산 근교 지역 및 밀양 등지에서 전국 소비량의 약 90% 이상을 생산하고 있다.

잎들깨는 저공해 채소의 안정적인 공급이라는 측면에서 농가 소득 증대에 크게 기여할 것이며, 우리나라를 중심으로 가장 활발히 재배되고 있기 때문에 농산물 개방에 대처할 작목으로서 개발 가능성이 크고, 우리 농산물의 국제 경쟁력 제고를 위해 큰 역할을 할 것으로 생각된다. 따라서 현재 국내에서 자생하거나 재배되고 있는 들깨의 유전 자원을 중심으로 다양한 용도를 개발함과 동시에 들깨에 대한 기초적인 연구를 수행해야 할 필요성이 과거 어느 때보다도 높아지고 있는 실정이다.

다. 사회ㆍ문화적측면

들깨는 참깨와 더불어 오래 전부터 재배되어 온 유료작물로서 종실유는 식용 이외에도 페인트, varnish, 인쇄용 잉크 등 공업 원료로 주로 사용되어졌으며, 과자, 강정, 들깨차 등의 식품 가공용으로서의 소비도 증가하는 추세이다. 들깨잎에는 Perilla keton($C_{10}H_{14}O_2$)이라는 독특한 향기가 있을 뿐만 아니라 신선하고 깨끗한 풍미가 있으며, 유리 아미노산, 비타민 C 및 B_2와 K 및 Ca와 같은 무기 영양분을 많이 함유하고 있기 때문에 엽채소로서 계절에 관계없이 널리 이용되어지고 있으며, 또한 들깨의 수입은 거의 없으나 해외교포등을 대상으로 한 들깨 종실의 수출이 일부 이루어지고 있으며, 가공 상품 개발로 수출이 증대될 수 있는 유망 작물로 추정되어진다.

전국적으로 김해 및 밀양 등에서 국지적으로 재배되고 있으나 엽채소용 들깨의 고품질 대량 생산 기술이 체계화되어 보급될 경우 이러한 재배 지역을 집단화하여 지역 특산물로서 개발, 육성함으로써 농산물의 상품화를 가능하게 할 것이며, 지역 발전에도 크게 기여할 것이다. 특히 김해 지역의 경우 대표적인 시설 원예 지역이며, 이 지역에서 약 90ha에 이르는 재배 면적을 잎들깨가 차지하고 있고, 그 재배 면적은 날로 증대되고 있다.

2. 국내외 관련 기술의 현황과 문제점

들깨에 관한 연구로서는 대부분이 생육 및 수량구성 관련 형질을 대상으로 재배와 관련하여 시비 시험등의 다각적인 연구가 진행되어져 왔으며, 들깨의 적정 시비량은

질소 3 4kg/10a, 인산 3 4kg/10a, 가리 2 5kg/10a 이며, 질소비료가 부족하면 초장이 짧고 생육이 빈약하며, 가리는 작물에 필요한 필수요소일 뿐만 아니라 탄수화물의 합성, 동화산물의 이동에 관여할 뿐만 아니라 일반적으로 일조의 부족을 보충할 수 있으며, 병충해의 경감 및 식물의 성숙촉진 등을 유발하는 생리작용을 한다고 하였다. 가리질 비료가 부족하면 잎의 빛깔이 엷어지고, 황색을 띄며, 발병이 많아지고 유분함량도 낮아진다. 석회는 식물체 안에서 이동하기 힘들기 때문에 결핍증은 생장점에서 나타나 이 부분부터 황화 고사하는 것으로 알려져 있다. 잎과 종실 겸용을 대상으로 한 광조도와 야간 조명 시간에 따른 개화시기의 지연과 관련한 시험에서는 광조도 30 100Lux정도에서 10분간 야간조명 처리했을 경우 개화하지 않는다고 보고하였으며, 채엽회수가 많고 채엽 개시기가 늦을수록 상품가치가 있다고 보여지는 완전 전개된 잎의 총채엽수가 많다고 보고되어져 있으나, 이는 종실수확을 목적으로 했을 경우이기 때문에 엽채소용으로 재배할 경우에는 이들 재배조건은 달라져야 할 것이다. 그리고 개화억제 및 반응에 관련된 연구, 채소용 잎들깨의 주년 재배법 연구를 위한 일장 및 야간 조명등에 관한 연구 및 품종개량과 관련된 연구가 일부 진행되어 왔으나, 들깨에 관한 거의 대부분의 연구는 종실수량과 유지함량의 증가 및 유질개선과 관련한 재배방법과 품종개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌으나, 엽채소로서 들깨에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

3. 앞으로의 전망

잎들깨의 재배는 일반 농가에서 노지재배는 물론 겨울철 비닐하우스를 이용하여 대부분 생산되고 있으며, 그 재배 면적이 1982년 23,764ha에서 1988년 37,100ha, 1992년 49,883ha로 급속하게 증가하고 있다. 이처럼 들깨 재배가 활발히 이루어지고 있는 이유는 들깨의 종실에는 인체나 동물에 필수적인 ω-3계의 리놀레닌산을 다른 유지작물에 비해 많이 함유하고 있어 양질의 식용 유지 자원으로 평가되고 있고, 이외에도 엽채소를 동시에 생산할 수 있을 뿐 만 아니라 파종한계기가 4월 하순부터 7월 중순까지로 넓어 윤작 또는 대용작으로 재배할 수 있으며, 비료 성분이 부족한 토양에서

도 재배가 잘되는 환경 적응성이 높은 작물이기 때문에 척박한 토양에서도 재배가 가능하고, 특히 들깨는 우리 나라를 중심으로 한 동북 아시아 지역이 원산지이기 때문에 우리나라 전역에 걸쳐 재배가 가능하다는 잇점이 있다. 그리고 잎들깨의 경우 엽채소로서 독특한 풍미를 가지고 있어 소비자의 기호에 잘 맞아 그 소비가 증가 추세에 있어 재배면적이 지속적으로 확대될 것으로 생각되며, 여러 가지 가공식품의 개발이 이루어진다면 대외 경쟁력을 가질 수 있는 작목으로 개발이 가능하여 농가의 소득향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

제2절 연구개발 목표와 내용

1. 질소, 가리 및 인산의 시용에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성 형질의 변화

들깨는 흡비력이 강한 작물로서 척박지, 강산성 개간지 등 비료 성분이 부족한 토양에서 재배가 가능한 작물로서 이들 지역에서 재배할 경우 시비량이 적어도 다른 작물에 비하여 잘 생육하지만 합리적인 시비량은 종실들깨의 경우 질소 3 4kg/10a, 인산 3 4kg/10a, 가리 2 5kg/ 10a가 적당하며, 질소비료가 부족하면 초장이 짧고 생육이 빈약하며, 가리질 비료가 부족하면 잎의 빛깔이 엷어지고, 황색을 띄며, 유지함량도 낮아진다. 그리고 석회는 식물체 안에서 이동하기 힘들기 때문에 결핍증은 생장점에서 나타나 이 부분부터 황화 고사하며, 특히 가리는 탄수화물의 합성 및 동화산물의 이동에 관여하고, 병충해의 경감 및 식물의 성숙 촉진 등의 효과가 있다. 이러한 시비시험은 주로 종실 수량 및 유질 개선을 대상으로 이루어져 왔고, 잎들깨를 대상으로 엽수량 및 품질의 향상을 위한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 김해 및 밀양을 중심으로 낙동강 유역에서 널리 재배되어지고 있는 "잎들깨1호"를 공시재료으로 하여 질소를 무처리(A0), 3kg/10a (A1), 6kg/10a(A2), 및 9kg/10a(A3)의 4수준으로 하였으며, 가리는 무처리(B0), 3kg/10a(B1), 5kg/10a(B2) 및 10kg/10a(B3)의 4수준으로 하였고, 인산은 무처리(C0), 3kg/10a(C1), 6kg/10a(C2) 및 9kg/10a(C3)의 4수준으로 하여 혼용 처리하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하여 시험을 실시하였다.

파종방법은 김해 일원의 잎들깨 재배농가에서 널리 행하여지고 있는 산파를 실시하였으며 재식밀도는 ㎡당 200 220주를 기준으로 하였고, 파종은 1997년 2월 20일에 파종하여 본엽이 2엽 전개될 때 솎음작업 등을 실시하였다. 생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 본엽이 5엽 전개 후부터 20일 간격으로 잎들깨의 경장, 초장 및 마디수를 조사하고, 채엽은 처리별로 엽폭 5㎝이상인 완전 전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다.

2. 파종방법 및 파종기의 차이에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성형질의 변화

현재 일반 농가에서 재배되어지고 있는 잎들깨의 경우 본포에 직접 산파하여 어느 정도 생육이 진전되면 솎아주기와 보식을 겸한 방법을 사용하고 이러한 재배방법은 노동력 및 생산비의 증대와 양분의 경합, 고온·다습에 의한 병충해의 발병 및 생리적 장해의 원인이 되고 있고, 잎들깨의 생산량과 품질의 저하에 큰 영향을 미치고 있다. 그리고 직접 본포에 산파할 경우 종자의 소요량도 10a당 7 8㎏ 정도로 많은 종자가 필요하게 되어 생산비 증가의 한 요인이 되고 있다.

따라서 본 시험은 “잎들깨1호”를 공시재료로 하였으며, 시비량은 질소는 9kg/10a, 인산은 6kg/10a, 가리는 10kg/10a로 하여 기비 처리하였으며, 생육 중기 이후에 다시 동량을 추비로 처리하였다. 파종방법은 본포에 직접 산파(㎡당 200 220주)하는 방법과 멀칭구의 간격이 5cm×5cm(㎡당 230주), 10cm×7cm(㎡당 170주), 10cm×10cm(㎡당 120주)인 멀칭비닐을 처리후 점파하였으며, 파종시기를 5월, 10월 및 12월의 3시기로 하여 시험하였다.

생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 본엽이 5엽 전개 후부터 15일 간격으로 잎들깨의 초장을 조사하고, 채엽은 본엽이 5엽 전개 후부터 8일간격으로 엽폭 5㎝이상인 완전 전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다.

3. 광조도 및 야간 조명시간에 따른 잎들깨의 생육 및 개화반응의 변화

엽 전용품종인 “잎들깨1호”를 공시재료로 하여 12월 23일에 점파하였으며, 재식거리를 10cm×7cm의 멀칭 비닐을 도포 후 점파하였다. 시비량은 질소는 9kg/10a, 인산은 6kg/10a, 가리는 10kg/10a로 하여 기비로 처리하였으며, 생육 중기 이후에 다시 동량을 추비로 처리하였다. 암막은 흑색 비닐을 사용하여 차광하였으며, 높이 1.7m에 가로×세로 1.2m로 하여100W 백열전구를 광조절계로 함께 설치하였다. 암기는 오후 6시부터 익일 8시까지의 14시간이 되도록 한 후 조도계로 조도를 측정하여 30 100Lux로 하여 무조명과 조명시간을 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 5시간, 7시간 및 9시간으로 처리하였다.

생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 본엽이 5엽 전개 후부터 15일 간격으로 잎들깨의 초장을 조사하며, 채엽은 본엽이 5엽 전개 후부터 8일 간격으로 엽폭 5㎝이상인 완전 전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다.

제3절 연 구 결 과

1. 질소, 가리 및 인산의 시용에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성 형질의 변화

1) 시험방법

현재 밀양 및 부산시 강동동 등지에서 가장 널리 재배되어지고 있는 잎들깨1호를 공시하여, 시비수준을 질소는 무처리(a_0), 3kg/10a(a_1), 6kg/10a(a_2), 9kg/10a(a_3)의 4수준으로 인산은 무처리(b_0), 3kg/10a(b_1), 6kg/10a(b_2), 9kg/10a(b_3)의 4수준으로 가리를 무처리(c_0), 3kg/10a(c_1), 5kg/10a(c_2), 10kg/10a(c_3)의 4수준으로 하여 전량 기비 처리하였으며, 난괴법 3반복으로 하여 파종을 1997년 2월 20일에 산파 처리하였으며, 각종 비배관리 등은 현재 재배농가의 비배관리 및 농촌진흥청 비배관리에 준하였다.

엽수량 구성요소의 조사는 5월13일을 처음 조사시점으로 하여 20일 간격으로 잎을

채취하여 엽면적, 주당엽매수, 엽중, 엽장 및 엽폭 등을 4회 조사하였으며, 초장과 경장은 5월13일과 7월 13일에 조사하였다.

2) 연구결과

표 1과 2는 시비조건별 시비량에 따른 엽수량 구성 요소 중 5월 13일과 7월 13일의 2회에 걸쳐 조사한 초장과 경장의 변화를 나타낸 것이다. 초장 및 경장 모두 질소 시비량이 증가함에 따라 초장 및 경장 모두 증가하였으나, 인산 및 가리는 시비량이 증가함에 따라 초장 및 경장의 증가는 거의 나타나지 않았다. 그러나 질소 시비량이 6kg/10a 및 9kg/10a 처리구에서는 인산의 시비량이 증가함에 따라 초장 및 경장이 증가하는 경향을 나타내었다.

시비조건에 따른 생육시기별 엽매수의 변화는 생육시기별 및 시비조건별로 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 조사 시기별로 변화의 폭이 크게 나타났는데 이는 조사기간이 20일로 다소 길어 생육에 따른 차이로 엽수확의 시기에 최후의 본엽의 전개엽의 크기에 따라 다음 조사시기의 엽매수에 영향을 미친 것으로 생각된다.

시비조건에 따른 생육시기별 엽면적의 변화에 있어서는 표 4에서 보는 바와 같이 생육중기인 6월 3일까지는 질소 시비량이 증가함에 따라 엽면적이 증가하였으나 생육중기 이후인 6월 23일 이후에서는 시비조건에 따른 변화의 양상은 다소 적게 나타났다. 한편 생육초기와 중기 이전인 5월13일과 6월 3일의 조사에서는 질소 9kg/10a, 인산 6kg/10a, 가리 5kg/10a 혼용 처리구에서 엽면적이 112.74㎠로 나타났으며, 질소 9kg/10a, 인산 6kg/10a, 가리 10kg/10a 혼용 처리구에서 엽면적이 145.83㎠로 가장 크게 나타났다. 일반적으로 소비자들은 엽면적이 70 80㎠ 정도의 크기를 선호하고 있는데, 이들 혼용 처리시에는 전체적인 엽수량의 증가가 인정된다.

시비조건별 시비량에 따른 생육시기별 엽중의 변화는 표 5에서 보는바와 같이 생육시기별로는 생육이 진전됨에 따라 엽중이 증가하는 경향을 나타내어 엽면적의 변화와는 다소 차이가 있었다. 이는 생육이 진행됨에 따라 온도가 다소 높아져 전체 생육에 좋은 영향을 미쳤으며, 특히 뿌리의 발달로 인한 영양분의 공급이 원활해

Table 1. Changes of plant length with amount of applied fertilizer N, P, K(cm)

		5/13					7/13				
		C0	C1	C2	C3	mean	C0	C1	C2	C3	mean
A0	B0	44.91	49.15	49.83	47.03	47.73	71.00	73.00	76.80	69.50	72.57
	B1	47.50	51.07	43.63	44.87	46.76	66.70	73.25	69.50	69.00	69.61
	B2	46.00	41.37	40.83	47.13	43.83	74.00	68.90	64.00	71.67	69.64
	B3	41.93	45.40	45.85	49.53	45.67	78.00	74.00	73.20	76.40	75.40
	mean	45.08	46.75	45.03	47.14	46.00	72.43	72.29	70.88	71.64	71.81
A1	B0	55.80	51.60	51.60	51.57	52.64	82.00	73.83	80.00	79.40	78.80
	B1	54.77	58.46	55.79	52.87	55.47	75.00	86.33	75.13	74.00	77.61
	B2	51.80	51.46	51.63	53.60	52.12	81.00	75.00	68.00	70.00	73.50
	B3	41.27	46.71	42.57	46.50	44.26	77.40	78.30	76.40	74.00	76.52
	mean	50.91	52.05	50.40	51.14	51.12	78.85	78.37	74.88	74.35	76.61
A2	B0	52.82	52.33	52.00	54.07	52.80	79.00	80.40	80.00	81.20	80.15
	B1	54.87	55.73	55.10	58.97	56.16	85.00	75.67	82.10	81.00	80.94
	B2	57.50	55.46	56.07	59.04	57.01	84.00	75.00	83.00	84.00	81.50
	B3	59.90	59.73	62.20	55.60	59.35	90.00	93.00	88.00	86.30	89.32
	mean	56.27	55.81	56.34	59.36	56.34	84.50	81.02	83.28	83.13	82.98
A3	B0	60.37	62.20	62.30	69.40	63.57	87.00	86.07	93.00	96.00	90.52
	B1	67.64	63.18	61.83	64.30	64.23	90.67	91.50	90.10	89.60	90.47
	B2	61.73	62.83	59.90	65.47	62.48	90.50	95.50	97.50	92.00	93.88
	B3	62.17	68.43	67.97	67.77	66.58	99.00	106.50	105.70	104.50	103.93
	mean	62.98	64.16	63.00	66.72	64.22	91.79	94.89	96.58	95.53	94.69

Table 2. Changes of stem length with amount of applied fertilizer N, P, K(cm)

		5/13					7/13				
		C0	C1	C2	C3	mean	C0	C1	C2	C3	mean
A0	B0	36.70	37.13	37.33	39.07	37.56	60.00	62.33	67.83	59.90	62.52
	B1	35.80	38.93	32.03	33.27	35.01	57.80	64.75	58.00	61.00	60.39
	B2	34.73	30.03	28.70	34.80	32.07	63.00	60.21	53.00	63.30	59.88
	B3	29.13	31.03	36.37	36.83	33.43	60.00	63.00	60.70	67.20	62.37
	mean	34.09	34.28	33.61	35.99	34.49	62.20	60.57	59.98	62.85	61.38
A1	B0	42.73	39.20	39.00	39.36	40.07	74.00	63.50	67.00	66.50	67.75
	B1	42.30	45.86	40.11	41.40	42.42	60.00	76.33	64.53	65.00	66.47
	B2	39.93	39.00	39.80	42.27	40.25	62.00	58.00	62.00	62.00	61.00
	B3	34.87	34.46	31.27	29.43	32.51	67.40	69.40	66.20	65.80	66.53
	mean	39.96	39.63	37.55	38.12	38.81	65.18	67.81	63.93	64.83	65.44
A2	B0	39.64	41.27	38.93	42.20	40.51	69.50	69.90	72.00	70.40	70.45
	B1	42.00	42.00	42.57	46.60	43.29	71.00	65.67	73.50	74.00	71.04
	B2	45.37	42.82	43.30	45.96	44.36	72.60	65.00	76.70	75.00	72.33
	B3	48.97	47.33	49.03	44.10	47.36	79.00	84.00	79.40	76.10	79.63
	mean	44.00	43.36	43.46	44.27	43.88	73.03	71.14	75.40	73.88	73.36
A3	B0	47.93	51.97	50.43	52.67	50.75	74.00	78.00	85.00	84.50	80.38
	B1	55.23	50.40	56.20	48.80	52.66	78.67	79.40	75.00	77.00	77.50
	B2	49.20	50.10	47.03	52.50	49.71	82.00	87.00	87.50	80.00	84.13
	B3	49.30	56.33	53.53	56.33	53.87	90.40	93.50	90.00	92.00	91.48
	mean	50.42	52.20	51.80	52.28	51.75	81.27	84.48	84.34	83.38	83.37

Table 3. Changes of leaf number with amount of applied fertilizer N, P, K(No.)

		A0					A1					A2					A3				
		B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean
5/13	C0	3.47	2.60	3.07	3.47	3.15	3.67	4.00	3.73	3.33	3.68	3.41	2.84	3.19	3.47	3.23	3.40	3.45	3.27	3.27	3.35
	C1	3.27	3.07	3.33	3.34	3.25	4.00	3.69	3.84	3.68	3.80	4.25	2.80	3.25	2.80	3.28	3.34	3.05	3.14	3.68	3.30
	C2	3.27	3.17	3.20	4.00	3.41	3.56	3.77	3.34	3.44	3.50	3.53	2.92	3.07	2.94	3.12	2.90	3.27	3.15	3.68	3.25
	C3	2.70	2.94	3.19	3.40	3.06	3.64	3.87	3.57	3.40	3.62	3.67	3.02	3.15	3.80	3.41	3.37	3.05	3.47	3.18	3.27
	mean	3.18	2.95	3.20	3.55	3.22	3.72	3.83	3.62	3.44	3.65	3.72	2.89	3.17	3.25	3.26	3.25	3.21	3.26	3.45	3.29
6/3	C0	2.21	2.00	2.00	2.29	2.12	2.00	2.08	2.14	2.29	2.13	2.60	2.54	2.55	2.70	2.16	2.92	2.65	2.68	3.21	2.62
	C1	2.37	2.16	2.29	2.13	2.13	2.07	2.29	2.34	2.07	2.19	2.00	2.14	2.21	2.23	2.15	2.20	2.36	2.73	2.62	2.47
	C2	2.14	2.00	2.27	2.13	2.14	2.00	2.13	2.33	2.36	2.20	2.51	2.40	2.46	2.36	2.44	2.37	2.87	2.82	3.17	2.81
	C3	2.03	2.20	2.29	2.24	2.19	2.28	2.34	2.54	2.07	2.28	2.00	2.25	2.14	2.15	2.14	2.7	2.54	2.64	2.67	2.64
	mean	2.19	2.09	2.21	2.17	2.17	2.09	2.18	2.34	2.19	2.20	2.28	2.37	2.34	2.36	2.33	2.55	2.60	2.72	2.67	2.63
6/23	C0	3.55	3.00	4.00	4.00	3.64	3.57	3.22	3.50	3.00	3.32	3.34	3.00	3.00	2.80	3.04	4.00	3.34	3.00	3.38	3.43
	C1	4.00	4.00	3.20	3.00	3.55	3.70	3.00	3.00	3.00	3.18	3.34	3.50	2.75	3.15	3.19	3.95	4.00	4.00	3.24	3.8
	C2	3.20	2.47	3.00	3.00	2.92	3.63	2.85	3.34	4.50	3.58	3.14	3.01	4.00	4.00	3.54	4.00	3.17	3.34	2.73	3.31
	C3	3.38	2.46	3.00	3.60	3.11	2.65	2.70	3.50	3.00	2.96	3.56	3.14	3.75	3.00	3.36	2.34	3.29	3.00	2.17	2.70
	mean	3.53	2.98	3.30	3.40	3.30	3.39	2.94	3.34	3.83	3.26	3.35	3.16	3.38	3.24	3.28	3.57	3.45	3.34	2.88	3.31
7/13	C0	2.00	2.20	4.00	4.00	3.05	3.63	3.11	4.00	4.00	3.69	3.60	4.00	2.40	4.00	3.50	2.00	2.00	3.33	3.40	2.68
	C1	3.50	2.00	3.00	4.00	3.13	4.00	2.94	4.00	2.00	3.24	3.80	2.00	2.00	3.50	2.83	4.00	4.00	4.00	2.10	3.53
	C2	4.00	3.33	4.00	3.20	3.63	4.00	2.85	4.00	2.67	3.38	4.00	1.80	2.50	4.00	3.08	4.00	2.00	2.77	4.00	3.19
	C3	4.00	3.00	4.00	2.63	3.41	2.86	2.50	4.00	2.00	2.84	3.50	2.00	1.80	3.00	2.58	3.30	2.00	2.00	2.55	2.46
	mean	3.38	2.63	3.75	3.46	3.30	3.62	2.85	4.00	2.67	3.29	3.73	2.45	2.18	3.63	2.99	3.33	2.50	3.03	3.01	2.97

Table 4. Changes of leaf area with amount of applied fertilizer N, P, K (㎠)

		A0					A1					A2					A3				
		B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean
	C0	49.89	53.38	51.41	54.99	52.42	61.06	54.30	49.56	59.49	56.24	63.71	63.52	56.59	64.27	62.02	58.57	62.93	61.80	75.86	64.79
	C1	53.55	72.54	61.86	51.90	59.96	55.02	53.70	69.77	107.01	71.38	62.22	61.15	76.35	65.39	66.27	64.59	62.99	70.55	73.57	67.93
5/13	C2	51.94	47.14	58.17	57.16	53.60	55.49	55.47	52.53	50.05	53.39	65.79	62.84	68.90	65.57	65.78	62.66	67.69	112.74	75.66	79.69
	C3	53.17	46.22	53.81	56.11	52.17	51.71	62.48	57.02	58.54	57.44	52.07	78.69	67.88	55.35	63.50	69.80	62.15	145.83	70.32	87.03
	mean	52.14	54.82	56.16	55.04	54.54	56.00	56.49	57.22	68.77	59.61	6095	66.55	67.43	62.64	64.39	63.91	63.94	97.73	73.85	74.86
	C0	63.47	57.44	66.25	64.93	63.02	64.54	62.85	60.93	57.69	61.50	59.35	67.57	67.56	63.67	64.54	69.79	59.47	61.22	79.65	67.54
	C1	61.06	60.04	63.53	77.68	65.58	62.89	66.73	49.67	54.83	58.61	61.25	64.50	57.35	62.54	61.41	61.85	88.63	73.56	75.42	74.87
6/3	C2	65.07	56.42	62.57	71.80	63.97	62.07	65.96	50.51	58.87	59.35	61.70	58.23	61.12	62.42	60.87	64.52	74.23	70.17	85.83	73.69
	C3	65.33	58.17	65.46	63.22	63.05	63.01	64.01	57.26	59.51	60.95	58.45	67.20	62.44	54.46	60.64	70.92	63.68	78.01	81.83	73.61
	mean	63.73	58.02	64.45	69.41	63.90	63.13	64.89	54.67	57.03	60.10	60.19	64.38	62.12	60.77	61.86	66.77	71.51	70.74	80.68	72.43
	C0	67.09	44.02	85.68	54.90	62.92	89.03	61.35	75.34	78.92	76.16	54.27	58.50	52.52	43.67	52.24	60.01	59.41	54.28	60.51	58.55
	C1	65.45	50.18	50.10	50.87	54.15	70.98	65.81	57.14	52.14	61.52	56.09	49.73	49.23	59.66	53.68	47.18	57.66	60.04	48.56	53.36
6/23	C2	64.53	57.75	41.66	54.24	54.55	54.43	52.87	66.97	53.89	57.04	59.7	58.69	47.86	45.08	52.83	64.78	58.43	59.63	57.22	60.02
	C3	40.49	58.32	51.48	44.76	48.76	54.92	5985	54.99	5271	55.62	52.04	48.55	54.03	56.14	52.69	65.70	56.27	47.58	49.13	54.67
	mean	59.39	52.57	57.23	51.19	55.10	67.34	59.97	63.61	59.42	62.58	55.53	53.87	50.91	51.14	52.86	59.42	57.94	55.38	53.86	56.65
	C0	62.02	62.02	50.48	58.74	58.32	56.27	58.98	56.18	74.75	61.55	41.49	62.5	70.08	55.76	57.46	83.45	48.33	64.89	77.60	68.57
	C1	76.80	36.87	68.30	54.31	59.07	50.87	57.88	60.34	64.18	60.82	46.50	90.35	54.18	59.80	65.71	72.98	67.45	60.64	69.20	67.57
7/13	C2	62.22	53.23	56.55	58.66	57.67	55.90	60.42	65.00	66.50	60.81	61.53	67.81	65.01	66.35	65.18	59.20	53.70	53.86	81.77	62.13
	C3	66.26	43.53	59.89	53.00	55.67	58.91	64.41	75.73	57.66	64.18	50.10	45.00	66.10	57.33	54.63	71.80	45.39	85.47	82.01	71.19
	mean	66.83	48.91	58.81	56.18	57.68	57.99	60.43	63.17	65.77	61.84	49.91	66.42	63.84	59.81	60.00	71.88	53.72	66.22	77.65	67.37

Table 5. Changes of leaf weight with amount of applied fertilizer N, P, K(g)

		A0					A1					A2					A3				
		B0	B1	B2	B3	mean	B0	B	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean
5/13	C0	0.76	0.84	0.84	0.91	0.84	0.95	0.80	0.87	0.83	0.86	0.95	0.88	0.93	0.94	0.93	1.10	0.83	0.92	1.07	0.98
	C1	0.89	0.79	0.97	0.78	0.86	0.83	0.79	0.92	0.81	0.84	0.92	0.86	0.93	0.94	0.91	0.91	0.83	1.06	1.13	0.98
	C2	0.74	0.66	0.90	0.86	0.79	0.82	0.83	0.79	0.73	0.79	0.01	0.90	0.93	0.98	0.96	0.93	0.67	1.65	1.14	1.10
	C3	0.89	0.72	0.82	096.	0.85	0.71	102.	0.90	0.86	0.87	1.77	0.95	0.95	0.83	0.88	1.04	0.92	0.97	1.28	1.05
	mean	0.82	0.75	0.88	880.	0.83	0.83	0.86	0.87	0.81	0.84	0.91	0.90	0.93	0.92	0.92	1.00	0.81	1.15	1.16	1.03
6/3	C0	1.14	0.80	1.12	1.15	1.05	0.99	1.01	0.92	0.91	0.96	1.00	1.09	1.14	1.09	1.08	1.17	0.96	0.91	1.30	1.09
	C1	0.93	0.98	1.07	1.21	1.05	0.97	1.03	0.74	0.96	0.93	1.00	1.04	1.21	1.07	1.06	0.99	1.10	1.28	1.30	1.17
	C2	0.89	0.96	1.01	1.24	1.03	0.99	1.00	0.71	0.96	0.92	0.97	0.96	1.03	1.01	0.99	1.06	1.24	1.19	1.47	1.24
	C3	0.93	1.04	1.03	1.26	1.07	0.95	0.92	0.99	0.59	0.86	0.95	1.06	1.06	0.90	0.99	1.15	1.16	1.21	1.51	1.26
	mean	0.97	0.95	1.06	1.22	1.05	0.98	0.99	0.84	0.86	0.92	0.98	1.04	1.09	1.02	1.03	1.09	1.12	1.15	1.40	1.19
6/23	C0	1.23	0.87	2.30	1.55	1.49	1.51	1.25	1.26	1.10	1.28	1.09	1.13	1.06	0.93	1.05	1.12	1.43	1.32	1.35	1.31
	C1	1.09	0.86	0.95	1.02	0.98	1.30	1.34	1.35	1.21	1.30	1.35	1.10	1.00	1.20	1.16	0.92	1.25	1.56	0.99	1.18
	C2	1.20	1.22	0.89	1.23	1.14	1.32	1.16	1.42	0.87	1.19	1.29	1.25	0.82	0.91	1.07	1.24	1.06	1.28	1.14	1.18
	C3	0.72	1.20	1.06	0.92	0.98	1.09	1.45	0.74	1.12	1.10	1.10	0.97	1.11	1.09	1.07	1.39	1.21	1.23	0.94	1.19
	mean	1.06	1.04	1.30	1.18	1.14	1.32	1.30	1.19	1.08	1.22	1.21	1.11	1.00	1.03	1.09	1.17	1.24	1.35	1.11	1.21
7/13	C0	0.94	1.24	0.87	1.01	1.02	0.88	1.32	1.90	1.83	1.48	0.72	2.21	1.39	1.13	1.36	1.94	1.17	1.04	1.25	1.35
	C1	1.34	0.79	1.36	1.00	1.12	1.09	1.25	2.44	1.37	1.54	0.90	1.94	0.94	1.32	1.28	1.30	1.30	1.09	1.04	1.18
	C2	1.06	1.12	2.10	1.08	1.34	0.94	1.36	2.10	1.50	1.48	1.27	1.43	1.34	1.31	1.36	1.33	1.00	0.97	1.27	1.14
	C3	1.13	0.79	1.10	1.04	1.02	1.52	1.51	2.08	1.28	1.60	1.00	0.81	1.37	1.43	1.15	1.52	0.81	1.57	1.43	1.33
	mean	1.12	0.98	1.36	1.03	1.12	1.11	1.36	2.13	1.50	1.52	0.97	1.60	1.26	1.32	1.29	1.52	1.07	1.17	1.25	1.25

져 엽중이 다소 증가한 것으로 생각된다. 한편 시비조건별로는 질소 시비량이 증가함에 따라 엽중도 증가하는 경향을 나타내었으나, 인산과 가리는 단용 및 혼용 처리시에 큰 변화 양상을 나타내지 않았으나, 질소 시비량 9kg/10a 처리구에서는 인산과 가리의 혼용 처리시 인산 및 가리의 시비량의 증가에 따라 엽면적이 증가하는 경향을 나타내었다.

시비조건별 시비량에 따른 생육시기별 엽장의 변화에 있어서는 표 6에서 보는 바와 같이 질소 시비량의 증가에 따라 엽장이 증가하였으나 가리 및 인산의 시비량의 증가는 엽장의 변화에 영향을 끼치지 못하였다. 생육시기별로는 생육초기부터 생육중기인 6월 3일 이전까지는 질소 시비량의 증가 따라 엽장의 증가가 뚜렷이 나타났으나 생육후기인 6월 23일 이후에는 질소 시비량의 증가에 따른 엽장의 변화의 폭이 적게 나타났다

시비조건별 시비량의 변화에 따른 엽폭의 변화는 표 7에서 보는 바와 같이 질소시비량이 증가함에 따라 엽폭이 증가하는 경향을 나타내었으며 질소 무처리구와 3kg/10a의 처리구에서는 인산 및 가리의 시비량이 증가하여도 엽폭의 변화는 크게 나타나지 않았으나, 질소 시비량이 6kg/10a의 처리구와 9kg/10a의 처리구에서는 인산 및 가리의 시비량이 증가함에 따라 엽폭도 증가하는 경향을 나타내었다.

생육시기별 엽폭의 변화에 있어서는 생육중기 이전인 6월 3일 이전에서는 질소와 인산 및 가리의 단용 및 혼용 처리시 시비량의 증가에 따라 엽폭도 증가하는 경향을 나타내었으나 생육중기 이후인 6월 23일 이후에서는 시비량의 변화에 따른 엽폭의 변화는 거의 없었다.

이상의 결과를 종합해 보면 시비조건별 시비량에 있어서는 질소질 비료의 증가에 따라 초장 및 경장의 증가의 경향이 뚜fut하였으며, 특히 질소 시비량이 6kg/10a의 처리구와 9kg/10a의 처리구에 있어서는 인산과 가리의 혼용 처리시에 있어서는 인산의 시용량이 증가함에 따라 초장 및 경장도 증가하였으며, 가리의 경우에는 5kg/10a의 처리구까지는 시비량이 증가함에 따라 초장 및 경장이 증가하였으나 시비량이 10kg/10a의 처리구에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 과다한 질소질 비료의

Table 6. Changes of leaf length with amount of applied fertilizer N, P, K(cm)

		A0					A1					A2					A3				
		B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean	B0	B1	B2	B3	mean
5/13	C0	9.54	9.83	9.47	10.05	9.72	10.65	9.95	10.19	10.36	10.29	11.11	10.38	10.76	10.86	10.78	10.46	10.76	11.38	11.88	11.12
	C1	9.72	9.88	9.43	9.70	9.68	10.16	10.00	10.17	9.95	10.07	10.75	10.88	11.51	11.03	11.04	13.72	10.79	11.72	11.91	12.04
	C2	9.95	9.98	10.10	9.90	9.73	10.25	10.27	9.93	9.62	10.02	10.92	10.74	11.44	11.16	11.07	10.04	10.50	11.11	12.07	10.93
	C3	9.80	9.06	9.85	10.12	9.71	9.60	10.93	10.80	10.54	10.47	9.95	11.78	13.37	10.29	11.35	11.56	11.06	12.74	11.77	11.78
	mean	9.75	9.44	9.71	9.94	9.71	10.17	10.29	10.27	10.12	10.21	10.68	10.95	11.77	10.84	11.06	11.45	10.78	11.74	11.91	11.47
6/3	C0	12.11	10.11	10.08	10.77	10.77	10.09	10.38	10.38	9.6	10.21	10.01	10.36	10.78	10.57	10.43	10.65	9.89	10.52	12.45	10.88
	C1	9.73	10.42	10.75	11.70	10.65	10.63	10.88	8.73	9.69	9.98	9.85	10.74	9.94	10.24	10.19	10.21	10.67	11.88	11.92	11.17
	C2	7.41	10.27	10.41	11.33	9.86	10.61	11.60	9.63	10.15	10.50	10.27	9.86	10.66	10.75	10.39	10.46	11.03	11.19	13.10	11.45
	C3	10.27	10.34	10.60	11.16	10.59	10.27	10.41	9.81	8.50	9.75	9.97	10.53	10.52	9.84	10.22	11.40	11.69	11.56	12.01	11.67
	mean	9.88	10.29	10.46	11.24	10.47	10.40	10.82	9.64	9.49	10.09	10.03	10.37	10.48	10.35	10.31	10.68	10.82	11.29	12.37	11.29
6/23	C0	9.78	8.95	11.95	10.39	10.27	9.42	10.48	10.52	8.99	9.85	9.92	9.95	8.49	8.74	9.28	10.02	9.76	9.85	10.23	9.97
	C1	10.54	9.32	8.64	9.38	9.47	9.85	10.62	9.90	9.21	9.90	9.85	9.65	8.86	9.84	9.55	9.49	10.06	10.21	8.61	9.59
	C2	10.97	9.75	8.99	10.37	10.02	9.68	9.48	10.00	9.67	9.71	9.97	10.38	9.42	9.29	9.77	12.00	9.57	10.40	9.86	10.46
	C3	8.94	10.33	9.03	8.88	9.30	9.09	10.10	9.90	9.67	9.69	9.57	9.05	9.71	9.48	9.45	10.29	9.58	8.67	8.69	9.31
	mean	10.06	9.59	9.65	9.76	9.76	9.51	10.17	10.08	9.39	9.79	9.83	9.76	9.12	9.34	9.51	10.45	9.74	9.78	9.35	9.83
7/13	C0	7.87	10.56	9.35	9.85	9.41	9.10	10.16	10.18	11.23	10.17	8.25	10.25	10.18	9.69	9.59	11.35	9.43	10.35	11.10	10.56
	C1	11.32	8.34	11.25	9.96	10.22	11.03	10.91	10.31	10.11	10.59	8.80	7.45	9.33	9.80	8.85	6.33	10.01	10.28	9.86	9.12
	C2	10.57	9.96	9.31	10.06	9.98	9.98	10.79	9.80	10.30	10.23	9.55	10.47	10.83	9.98	10.20	10.06	9.30	9.54	11.81	10.18
	C3	10.45	8.75	9.94	9.98	9.79	10.65	11.31	9.08	9.62	10.17	8.90	8.50	10.30	9.78	10.37	9.20	8.56	11.90	11.53	10.30
	mean	10.05	9.41	9.96	9.96	9.85	10.19	10.79	9.86	10.32	10.29	8.86	9.17	10.16	9.81	9.50	9.24	9.33	10.52	11.08	10.04

Table 7. Changes of leaf width with amount of applied fertilizer N, P, K(cm)

		A 0					A 1					A 2					A 3				
		B 0	B 1	B 2	B 3	mean	B 0	B 1	B 2	B 3	mean	B 0	B 1	B 2	B 3	mean	B 0	B 1	B 2	B 3	mean
5/13	C 0	7.53	7.74	7.56	7.98	7.70	8.42	8.10	7.21	8.24	7.99	8.69	8.54	8.43	8.91	8.64	8.27	8.58	8.55	8.73	8.53
	C 1	7.71	7.75	7.39	7.96	7.70	8.03	7.77	7.45	7.99	7.81	8.22	8.51	8.43	8.77	8.48	8.54	8.06	8.71	9.13	8.61
	C 2	7.76	7.34	7.99	7.95	7.76	8.00	7.53	7.97	7.41	7.73	8.62	9.78	8.47	8.69	8.89	8.51	8.61	8.64	9.42	8.80
	C 3	7.79	7.14	7.81	7.96	7.51	7.58	8.30	8.20	7.82	7.98	7.97	8.72	8.85	7.92	8.37	9.05	8.68	10.11	9.26	9.28
	mean	7.70	7.49	7.52	7.96	7.67	8.00	7.93	7.70	7.87	7.88	8.38	8.89	8.55	8.57	8.60	8.59	8.48	9.00	9.14	8.80
6/3	C 0	8.06	8.12	8.81	8.85	8.46	8.80	8.94	8.48	7.74	8.49	8.35	8.55	9.01	8.70	8.65	9.16	7.79	8.36	10.63	8.99
	C 1	8.35	8.09	8.47	9.59	8.63	8.50	7.86	7.42	7.93	7.93	8.30	8.97	8.15	8.29	8.43	8.66	8.59	9.12	9.36	8.93
	C 2	8.05	8.40	8.62	9.01	8.52	8.85	9.18	7.51	8.10	8.41	8.24	8.74	8.97	8.47	8.61	8.45	9.42	8.13	9.91	8.98
	C 3	8.11	8.32	8.89	9.27	8.65	8.50	8.58	8.15	8.38	8.40	8.27	8.71	9.10	8.18	8.57	9.14	8.72	9.24	9.32	9.11
	mean	8.14	8.23	8.70	9.18	8.56	8.66	8.64	7.89	8.04	8.31	8.29	8.74	8.81	8.41	8.56	8.85	8.63	8.71	9.81	9.00
6/23	C 0	8.76	7.22	10.68	8.28	8.74	9.59	8.33	9.04	7.54	8.63	8.33	8.43	7.75	9.07	8.40	8.33	8.27	7.93	8.23	8.19
	C 1	8.73	7.72	7.09	7.33	7.72	8.94	9.05	7.89	7.81	8.42	7.88	7.97	7.69	8.31	7.96	7.11	8.06	8.84	6.99	7.75
	C 2	8.78	8.12	7.62	8.49	8.25	8.02	8.01	8.87	7.81	8.18	8.68	8.80	7.94	6.06	7.84	8.90	8.05	8.01	8.08	8.26
	C 3	6.98	7.91	6.87	7.53	7.32	8.29	8.43	8.23	7.86	8.20	7.68	7.44	8.21	7.83	7.79	8.72	8.22	7.10	7.07	778
	mean	8.31	7.74	8.07	7.91	8.01	8.71	8.46	8.51	7.76	8.36	8.14	8.16	7.19	7.82	8.00	8.27	1.15	7.97	7.59	7.99
7/13	C 0	8.08	8.01	11.33	8.39	7.95	8.16	8.17	8.35	9.18	8.47	6.80	8.55	8.84	8.06	8.06	9.90	8.15	12.27	9.00	9.83
	C 1	9.60	9.65	9.00	8.12	8.34	8.94	9.85	8.55	8.03	8.84	7.50	10.15	7.33	8.30	8.35	8.75	8.48	8.10	7.90	8.31
	C 2	8.94	8.44	8.56	8.36	8.58	8.08	9.05	8.23	8.37	8.44	8.35	8.48	8.65	8.65	8.53	8.13	7.91	8.00	9.25	8.32
	C 3	8.83	7.09	8.50	7.93	8.09	8.45	9.15	7.79	7.91	8.33	7.60	6.80	8.28	8.38	7.77	8.93	7.09	9.74	9.84	8.90
	mean	8.86	7.55	8.35	8.22	8.24	8.41	9.06	8.13	8.37	8.52	7.56	8.50	8.28	8.35	8.17	8.93	7.91	9.53	9.00	8.84

시용은 들깨의 생육을 너무 진전시킴으로서 초장 및 경장이 너무 커져 잎들깨의 재배시 생육중기 이후에는 수확에 많은 어려움이 발생하며, 또한 초장 및 경장이 커짐에 따라 식물조직이 연약해져서 수확시 생장점을 손상시킬 우려도 발생된다.

한편 엽수량 구성 형질인 엽중, 엽면적, 엽매수, 엽장 및 엽폭의 변화에 있어서는 이들 엽수량 구성 형질들간에서 엽장 및 엽폭의 증가는 엽면적 및 엽중의 증가등과 서로 관련이 있음을 알수있다. 시비수준별 생육시기별의 구성요소들의 변화에 있어서는 질소의 시비량이 증가함에 따라 이들 엽수량 구성요소도 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 질소 9kg/10a와 인산 6kg/10a 및 가리 10kg/10a의 혼용 처리구에서 이들 엽수량 구성형질들의 가장 좋게 나타났다. 따라서 질소와 인산 및 가리를 9kg/10a, 6kg/10a, 10kg/10a로 혼용 처리하여 시비하는 것이 바람직하며, 생육시기별로는 전량 기비 처리함으로서 생육중기인 6월 3일까지는 이들 시비에 따른 영향을 받아 생육이 원활하였으나 그 이후인 6월 23일 이후의 조사에서는 이들 시비의 영향이 줄어들어 시험구간의 생육 차이가 적게 나타났다.

2. 파종방법 및 파종기의 차이에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성형질의 변화

1) 시험방법

본 시험은 "잎들깨1호"를 공시재료로 하였으며, 시비량은 질소는 9kg/10a, 인산은 6kg/10a, 가리는 10kg/10a로 하여 기비 처리하였으며, 생육 중기 이후에 다시 동량을 추비로 처리하였다. 파종방법은 파종 전 휴면 타파를 위하여 GA의 농도를 100ppm으로 하여 24시간 침지후 12시간 건조한 후 본포에 직접 산파(P1, ㎡당 200 220주)하는 방법과 멀칭구의 간격이 5cm×5cm(P2, ㎡당 230주), 10cm×7cm(P3, ㎡당 170주), 10cm×10cm(P4, ㎡당 120주)인 멀칭비닐을 처리 후 점파하였으며, 파종시기를 5월 10일, 10월 8일 및 12월 23일의 3시기로 하여 시험하였다.

생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 본엽이 5엽 전개 후부터 15일 간격으로 6회 잎들깨의 초장을 조사하며, 채엽은 본엽이 5엽 전개 후부터 8일간격으로 엽폭 5㎝이상인 완전 전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽

중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다. 각종 비배관리 등은 현재 재배농가의 비배관리 및 농촌진흥청 비배관리에 준하였다.

2) 연구결과

그림 1은 파종이후 제 5엽 이후의 1차 수확기를 기점으로 하여 15일 간격으로 하여 6회동안 조사한 결과 파종시기에 따른 재식밀도별 초장의 변화를 나타낸 것이다. 파종시기에 따라서는 12월 23일에 파종하였을 경우 5월 10일 및 10월 8일에 파종한 것보다 초장이 다소 작게 나타났는데, 이는 12월 23일에 파종한 것이 발아 이후부터의 초기생육이 낮은 온도로 인하여 다른 파종기에 비해 다소 늦어진 것이 후기생육까

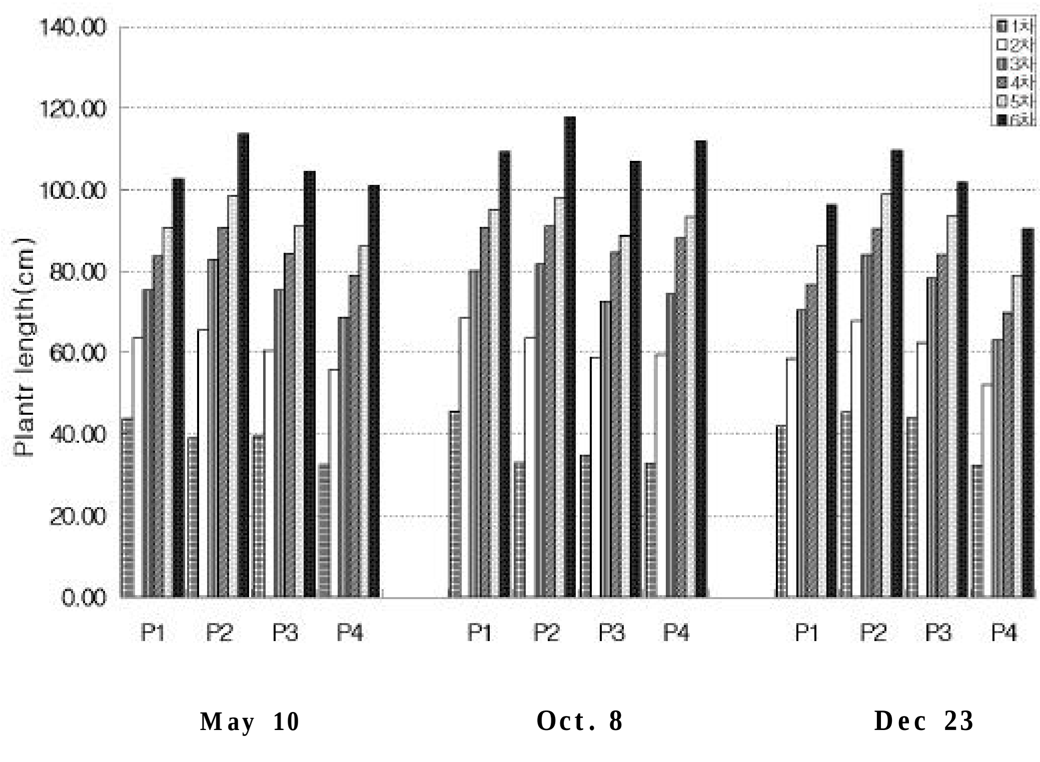

Fig. 1. Changes of plant length with sowing time, planting density and growth duration

지 이어진 것으로 생각된다. 따라서 파종시기가 동계시설재배에 맞추어 11월에서 2월 사이에 파종할 경우에는 야간의 온도를 10℃이상으로 높여 초기생육을 원활히 할 필요가 있다. 그리고 파종시기별 재식밀도 간에는 산파처리시보다 5cm×5cm 멀칭후 점파한 처리구가 초장이 커게 나타났는데 이는 산파처리시에는 ㎡당 200 220주 정도 식재되었으나 멀칭구의 간격이 5cm×5cm에는 ㎡당 230주가 식재되어 재식밀도가 높아져서 도장이 된 것으로 생각된다. 그리고 멀칭구의 간격이 10cm×7cm와 10cm×10cm의 경우에는 재식거리가 넓을수록 초장은 작았고 생육도 양호하게 나타났는데 이는 ㎡당 식재본수가 170주와 120주로 줄어 들므로 인하여 전체 생육환경이 양호해졌기 때문으로 생각된다. 한편으로 10cm×10cm의 처리구는 ㎡당 식재본수가 120주 아주 적어 이로 인하여 단위면적당 엽수량이 적게 나타날 것으로 사료되며, 따라서 생육은 양호하나 상대적 수량의 감소가 적은 10cm×7cm의 재식간격이 가장 좋을 것으로 사료된다.

파종시기별, 재식밀도별 엽면적의 변화를 그림 2에서 살펴보면, 각 파종일자에서 산파와 5cm×5cm점파에서는 엽면적의 변화가 거의 없었으나 7cm×10cm점파와 10cm×10cm점파에서는 파종시기별 모두 재식거리가 넓을수록 엽면적이 증가하여 재식거리가 엽면적의 증가와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 그러나 재식거리가 넓을수록 엽면적이 증가한다고 하여 상대적으로 단위면적당 수량이 증가한다고는 할 수 없다. 왜냐하면 산파와 5cm×5cm점파에서는 ㎡당 재식본수가 200주 이상으로 10cm×10cm점파의 ㎡당 재식본수인 120주의 2배 정도이므로 재식밀도가 다소 넓어졌다고 하여 단위면적당 수량의 증가는 인정할 수 없다. 그러나 7cm×10cm점파에서는 ㎡당 재식본수도 170주 정도이고 이에 따른 엽면적의 증가 및 전체 생육상황등을 고려할 때 가장 적당한 재식거리로 생각된다. 한편 파종일자의 차이에 따른 엽면적의 변화에 있어서는 5월 및 12월에 파종한 것이 10월에 파종할 때 보다 다소 넓은 엽면적을 나타내었는데, 이는 10월 파종의 경우 생육초기에는 생육에 적당한 온도를 보였으나 생육중기 이후에는 동계시설 재배로 이어짐에 따라 생육에 적당한 온도보다 낮아서 전체적인 생육이 저하되고 이에 따라 엽면적 또한 감소된 것으로 생각된다.

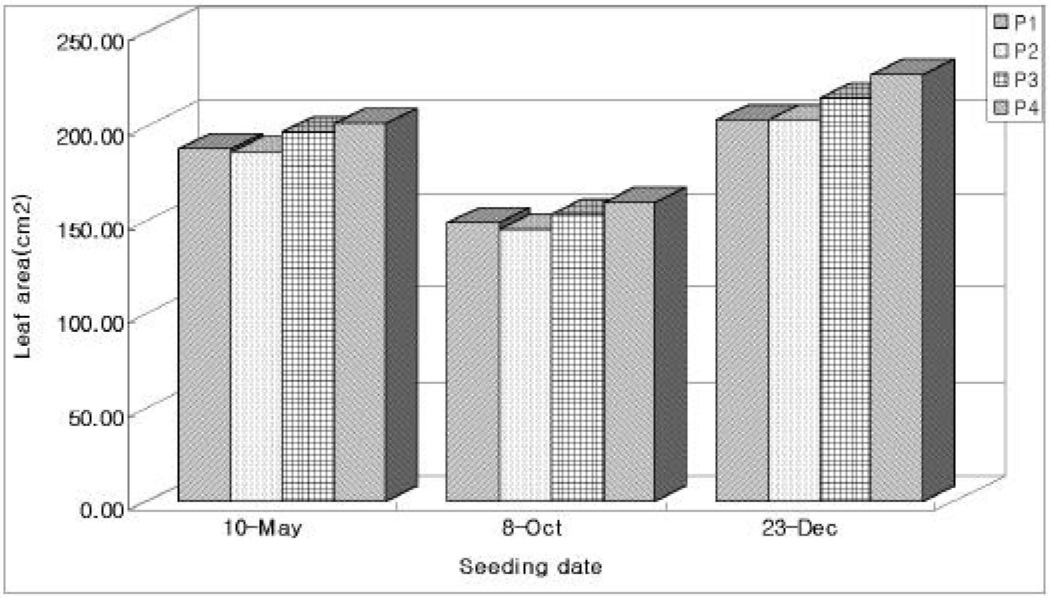

Fig. 2. Changes of leaf area with sowing time and planting density.

파종시기별, 재식밀도에 따른 엽수량 구성요소중 엽장과 엽폭 및 엽중의 변화를 그림 3, 4, 5에서 살펴보면, 파종시기에 따라서는 엽장과 엽폭 및 엽중 모두 10월 8일 파종하였을 때 가장 낮게 나타났는데, 이는 엽면적의 변화에서와 같이 10월 파종시 초기 생육 이후에는 동계시설재배로 이어짐에 따라 생육기간중의 온도가 5월 및 12월 파종시보다 낮으며, 특히 야간의 온도 저하등으로 인하여 생육에 영향을 끼쳐 이들 엽수량 구성요소들이 낮게 나타난 것으로 생각된다. 한편 동계시설 재배에 파종하는 12월의 경우 생육초기에는 동계이나 본엽의 출현 후 엽수확이 가능한 5엽기는 2월중순 이후이므로 엽수량 구성형질에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

한편 재식밀도에 따른 엽장과 엽폭 및 엽중의 변화에 있어서는 재식거리가 다소 넓어짐에 따라 이들 엽수량 구성요소들은 다소 높게 나타났으나 재식밀도간에는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

이상의 결과를 종합해 보면 파종시기는 노지재배 및 하계재배시에는 큰 문제가

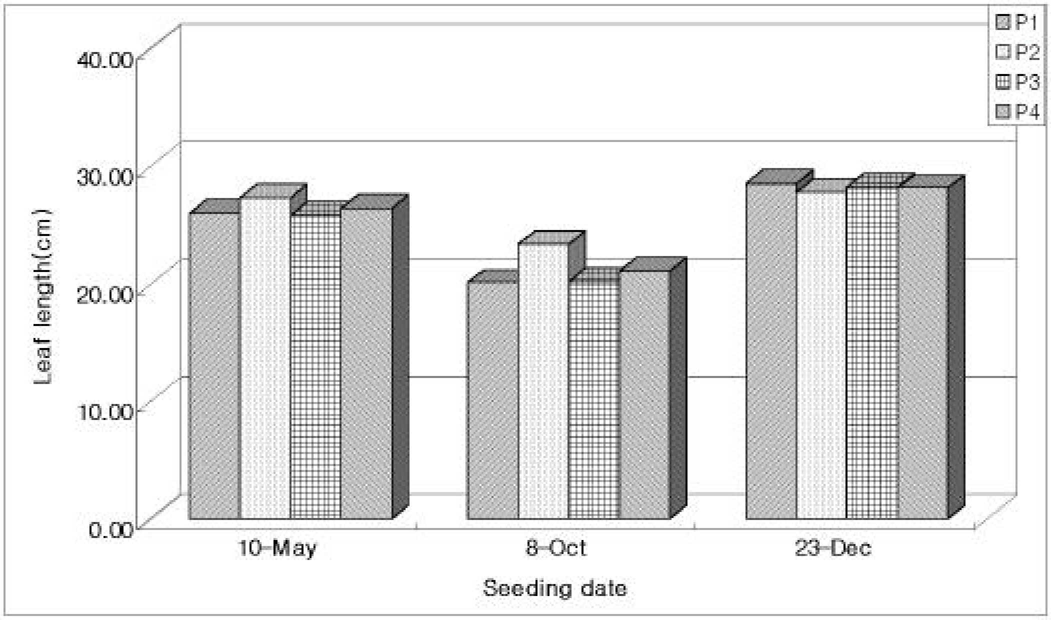

Fig. 3. Changes of leaf lengtyh with sowing time and planting density.

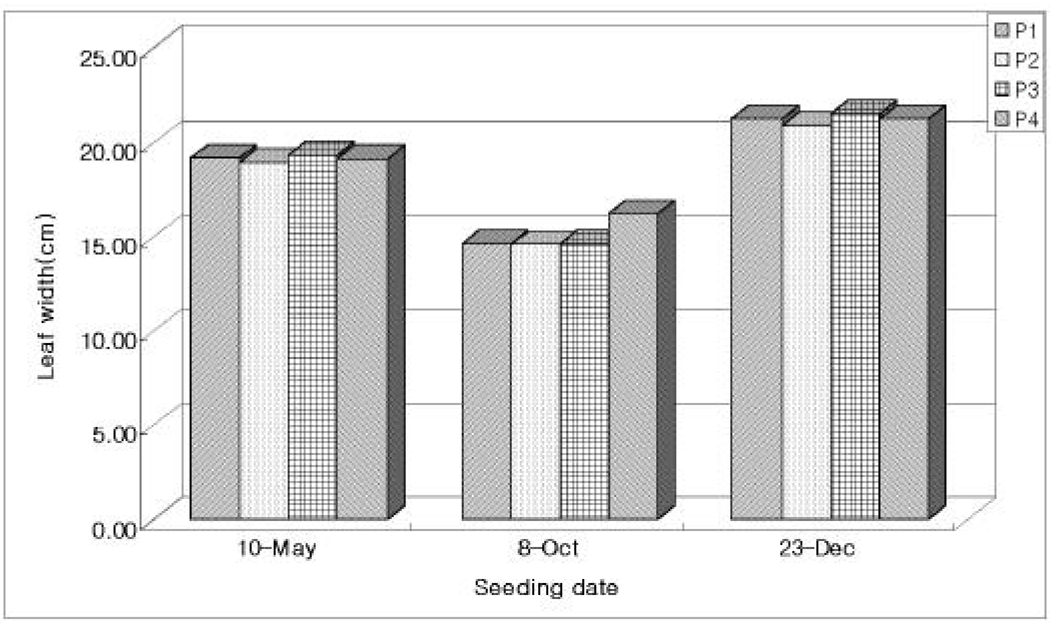

Fig. 4. Changes of leaf width with sowing time and planting density.

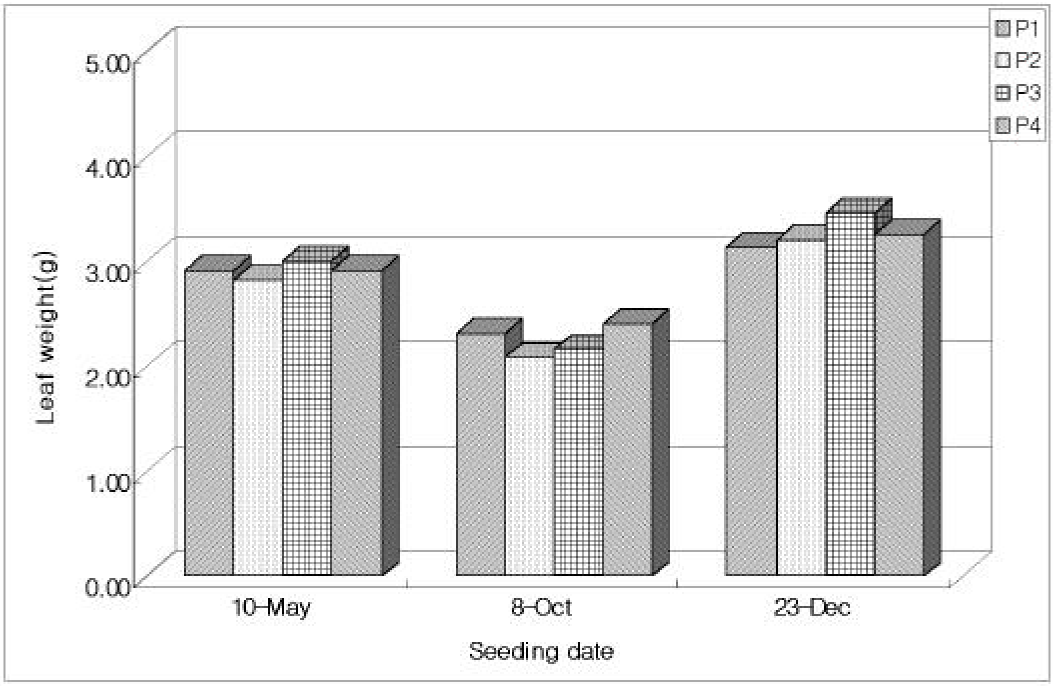

Fig. 5. Changes of leaf weight with sowing time and planting density.

없으나 동계시설재배에 있어서는 온도등의 비배관리를 철저히 해야하며, 특히 9월에서 10월의 파종은 초기생육직후의 온도 저하로 인하여 생육에 많은 영향을 미치므로 이 시기의 파종시에는 보다 많은 노력이 요구된다. 한편 재식거리는 수량 및 기타 생육상황등을 종합하면 산파와 5cm×5cm는 ㎡당 재식본수가 200주이상으로 너무 밀파되어 생육 및 수량이 감소하며 10cm×10cm는 ㎡당 재식본수가 120주 정도로 생육등은 양호하나 재식본수가 너무 적어 단위면적당 수량이 감소하였다. 그러나 7cm×10cm는 재식본수도 170주 정도이고 엽수량 구성요소 및 생육도 양호하며 단위면적당 수량도 높아 가장 적절한 재식거리로 생각된다.

3. 광조도 및 야간 조명시간에 따른 잎들깨의 생육 및 개화반응의 변화

1) 시험방법

엽 전용품종인 “잎들깨1호”를 공시재료로 하여 휴면타파를 위해 GA 100ppm에서 24시간 침지한 뒤 12시간 건조하여 12월 23일에 재식거리를 10cm×7cm의 멀칭 비닐을 도포 후 점파하였다. 시비량은 질소는 9kg/10a, 인산은 6kg/10a, 가리는 10kg/10a로 하여 기비로 처리하였으며, 생육 중기 이후에 다시 동량을 추비로 처리하였다. 암막은 흑색 비닐을 사용하여 차광하였으며, 높이 1.7m에 가로×세로 1.2m로 하여 100W 백열전구를 광조절계로 함께 설치하였다. 암기는 오후 6시부터 익일 8시까지의 14시간이 되도록 한 후 조도계로 조도를 측정하여 30 100Lux로 하였으며, 조명시간의 처리는 본엽이 2 3엽 전개되었을 때부터 무조명과 조명시간을 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 5시간, 7시간 및 9시간으로 처리하였다.

생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 본엽이 5엽 전개 후부터 20일 간격으로 5회 잎들깨의 초장을 조사하며, 채엽은 본엽이 5엽 전개 후부터 8일 간격으로 엽폭 5㎝이상인 완전 전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다.

2) 연구결과

암기를 오후 6시부터 익일 8시까지의 14시간이 되도록 한 후 조명시간의 처리에 따른 생육단계별 초장의 변화를 표8에서 살펴보면, 무조명의 경우에는 파종후 60일에 36.76cm, 80일에 42.34cm로 조명시간을 처리한 경우보다 작게 나타났는데, 이는 생육초기부터 개화 감응을 받아 생식생장으로 전환되었기 때문에 영양생장이 되지 않은 것으로 생각된다.

그리고 조명시간의 처리에 따라서는 동일시기의 초장의 변화는 조명시간이 길어짐에 따라 다소 증가하는 것으로 나타났으며, 생육기간이 경과함에 따라서 증가하는 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 인정할 수 없었다.

조명시간의 처리에 따른 엽수량 구성형질 및 개화소요일수의 변화는 표 9에서 보

Table 8. Changes of plant length with illumination time in growth duration

	Days after seeding					
	60 days	80 days	100 days	120 days	140 days	mean
0 hr	36.76	42.34	-	-	-	39.55
1 hr.	39.34	60.8	72.25	82.31	95.45	70.03
2 hr	44.56	76.8	85.71	98.23	109.41	82.94
3 hr	47.85	72.93	80.45	89.21	100.11	78.11
4 hr	43.13	76.13	83.11	95.23	105.99	80.72
5 hr	44.77	75.53	84.23	96.13	104.51	81.03
7 hr	49.76	77.13	84.23	96.13	104.51	82.35
9 hr	48.56	77.87	83.53	95.41	103.33	81.74
mean	44.34	69.94	81.93	93.24	103.33	78.56

는 바와 같이 개화소요일수는 무조명의 경우 파종 후 72일만에 개화하였으며, 조명시간을 1시간 처리한 구에서는 파종 후 223일만에 개화하였다. 그리고 조명시간을 2시간 이상 처리한 경우에서는 개화현상이 나타나지 않았다. 따라서 단일성 작물로 잘 알려진 들깨를 동계시설 재배할 경우의 조명시간을 1시간 정도로 할 경우에도 개화는 하였으나 자연상태에서는 동지를 전후로 전체 일장이 길어짐에 따라 개화감응에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각되나 개화가 조명시간 뿐 만 아니라 다른 생육환경과도 연관이 있기 때문에 적정 조명시간은 2시간 정도가 가장 적절한 것으로 생각된다.

조명시간에 따른 엽수량 구성 형질들의 변화에서도 1시간 조명 처리시 엽면적은 169.12㎡, 엽장은 19.52cm 엽폭은 13.56cm, 엽중은 1.76g으로 조명시간을 2시간 이상

Table 9. Changes of leaf yield factor with illumination time in growth duration

	leaf area (㎡)	leaf length (cm)	leaf width (cm)	leaf weight (g)	No. of days to anthesis (days)
0 hr	130.2	19.52	13.56	1.76	72
1 hr.	169.12	26.27	19.18	2.28	223
2 hr	183.31	27.38	20.19	2.63	-
3 hr	196.25	28.13	21.07	2.82	-
4 hr	194.08	27.42	20.72	2.90	-
5 hr	178.41	27.97	19.92	2.48	-
7 hr	176.96	26.77	19.66	2.58	-
9 hr	182.65	27.18	19.97	2.54	-
mean	176.37	26.33	19.28	2.50	-

처리한 경우 보다 다소 작게 나타났는데, 이는 생육초기의 일장이 다소 부족하여 영양생장과 생식생장으로 전환에 의한 생리적인 장애로 사료된다. 한편 조명처리시간을 2시간 이상 처리한 경우에서는 처리시간에 따른 변화는 거의 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해 보면 잎들깨의 동계시설재배시 가장 적절한 조명 시간은 2시간 전후로 보여지며, 특히 자연상태의 일장이 11 12시간에 도달하면 조명을 중단하여도 될 것으로 사료된다.

제4절 참고문헌

1. 方鎭淇 · 李正日 · 韓義東 · 李承宅. 1989. 葉 · 種實兼用 들깨의 採葉時期 및 採葉程度에 따른 sink와 source의 反應 2.採葉方法이 生育特性, 收量 및 品質에 미치는 影響. 韓育誌 32(2) 別冊: 62-63.
2. 卞敬蘭 · 吳世明 · 李在爽 · 韓相政. 1985. 들깨의 主要特性과 葉利用을 위한 品種選拔에 관한 硏究. 韓園誌 26(2): 113-121.
3. 賓榮鎬 · 崔震龍 · 梁敏鉉. 1988. 採葉時期와 程度가 들깨의 種實收量과 脂肪酸組成에 미치는 影響. 韓育誌 33(2): 182-188.
4. 趙丁來 · 姜 准 · 朴重春. 1984. 들깨 開花性에 日長 및 溫度處理가 미치는 影響. 慶尙大學校 農硏報18: 27-32.
5. 鄭大守. 1988. 들깨 蒐集品種 集團의 脂肪酸 組成에 관한 硏究. 慶尙大學校 大學院 博士學位論文: 1-65.
6. 鄭元菜 · 方鎭淇. 1981. 들깨의 採葉과 形質變異에 關한 硏究. 忠北大 論文集 21: 167-175.
7. 정일민 · 윤성중 · 김정태 · 곽재균 · 성재덕 · 서형수. 1995. 들깨잎에 함유된 superoxide dismutase의 특성 및 항산화 활성검정. 한작지 40(4): 504-511.
8. 韓相政 · 崔國姬 · 吳世明. 1986. 들깨의 量的 生長解析과 日長反應에 關한 硏究. 韓育誌 27(3): 213-223.
9. 홍영표 · 김성렬 · 최우영. 1986. 들깨잎 수확후 품질 및 성분변화. 한국식품과학지 18(4): 225-258.
10. 林菜一 · 朴漢永 · 朴尙根. 1985. 들깨의 日長反應에 關한 硏究. 韓園論發要3(2): 36-37.
11. 金泰秀. 1976. 들깨 摘葉에 關한 試驗. 慶北農村振興院 試驗硏究: 362-364.
12. 郭泰淳. 1994. 들깨 蒐集在來種의 主要 生育形質 및 脂肪酸 組成. 韓育誌 26(2): 148-154.
13. 郭泰淳 · 李奉鎬. 1995. 들깨類似 種 · 屬蒐集 遺傳資源의 잎 品質 및 脂肪酸 組成.

韓作誌 40(3): 328-333.

14. 李奉鎬. 1991. 들깨 種實과 잎의 兼用生産 栽培技術. 現代農業技術 36. 전국농업기술자협회: 115-126.

15. 趙章雨 · 兪在敏 · 洪有基 · 鄭奎鎔 · 朴俊奎. 1982. 들깨 채엽이 生育 및 收量에 미치는 影響. 朴贊浩博士 回甲紀念 論文集: 19-25.

16. 李正日 · 方鎭淇 · 朴喜運. 1989. 葉 · 種實兼用 들깨의 採葉方法이 sink와 source에 미치는 影響. 34(4): 390-395.

17. 朴忠範 · 李正日 · 李奉鎬 · 孫錫龍. 1993. 들깨의 成分改良 研究. 2. 들깨 M_2 突然變異集團의 脂肪酸 組成變異. 韓育誌 24(4): 308-314.

18. 兪載敏 · 李章雨. 1979. 들깨의 摘葉時期에 따른 摘葉율 究明試驗. 京畿農村振興院 試驗研報: 189-195.

19. 柳守魯 · 李正日 · 李孝承 · 朴忠範 · 成炳列. 1993. 들깨 地方蒐集種의 기름 含量 및 오메가 脂肪酸 組成差異. 韓作誌 38(6): 560-565.

20. Cho, C. T., and Moon, B. J. 1994. Sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and its new host. Res. Bull. Inst. Agr. Reso. Dong-A Univ. 3:# 11-24

21. Hasama, W. 1991. Newly discovered corynespora leaf spot of perilla caused by *Corynespora cassiicola* in oita prefecture. Plant Protection 45: 519-522

제3장. 잎들깨 연작에 따른 피해의 원인 규명과 그 대책 방안 연구

제1절. 서설

근년 채소의 집약재배가 극단적으로 진행되고 있다. 그 결과로서 노지재배나 비닐하우스 등의 시설재배에서 여러가지 생육장해가 발생하고 있다. 특히 채소재배지에 있어서 연작장해가 심각해지고 있다. 따라서 연작장해를 일으키는 가장 큰 원인은 병원균과 병해충이라고 말할 수 있다. 그 뿐만 아니라 토양 속에 양분의 과잉집적과 불균형, 그리고 식물에서 유래된 유해물질 등도 수량과 품질을 저하시키고 생산을 불안정하게 하고 있는 큰 요인이다.

연작장해를 일으키는 밭에서는 pH에 이상을 초래하며, 또 양분이 소모되어 결핍이 되고, 염류가 이상 집적되어 양분의 균형이 무너지고, 토양의 구조가 파괴되어 물리적 상태가 불량하여 연작의 피해, 즉 기지(Soil sickness)가 일어난다. 들깨의 용도가 다양화됨에 따라 최근 재배면적이 증가되고 있는 추세이다. 종실은 식용유용, 공업용이외에도 식품가공용으로 과자, 강정, 들깨차 등에 이용되며, 들깨잎은 신선채소로서 수요가 늘면서 겨울철의 비닐하우스 재배 등 주년재배를 할 정도로 엽소비가 확대되고 있다. 한등은 잎들깨는 부산, 밀양을 중심으로 주로 동계에 온난한 영남지역에서 재배되어 왔으나, 최근 충남지역에서도 재배되고 있고 그 면적이 증가 추세에 있다.

잎들깨는 비교적 소득이 높은 작물이므로 재배 선호도가 높아 윤작을 하지 못하고, 연작을 하게 되어 그에 따른 피해가 심각한 실정이다. 김에 의하면 연작횟수 9년 이상 연작이 김해지역 57.9%, 부산 22.6%였고, 밀양은 재배한 지가 오래되지 않아도 3년에서 5년의 연작이 91.7%로 계속 연작의 가능성과 그에 대한 피해를 받을 것으로 사료된다. 부산시 강서구의 재배농은 대부분 임차농이 많으므로 더욱 피해가 크다. 다수의 연구자들에 의하여 발생원인과 방지대책에 관한 연구가 수행되었지만 정확한 발생실태를 파악하지 못하고 있는 실정이다.

연작이 거듭 될 수록 그 피해정도는 심하게 나타난다고 알려져 있다. 김은 줄기의

생장도 저장양분, 빛, 수분등의 영향을 받는다고 하였고, 잎의 발달에는 여러 가지 인자가 관여하지만, 엽장, 엽체적, 엽면적, 엽중등은 환경인자에 관계없이 일반적으로 지수 생장을 한다고 하였다. 줄기신장과 엽면적사이에는 상관관계가 존재한다. 엽장과 엽폭은 엽면적을 추정하는데 많이 쓰인다. 도복은 동일한 풍속에서도 경장 T/R 비에 따라서 다르며 경장이 길고 T/R 비가 크면 도복의 발생이 비교적 용이하다고 하였다. 따라서 잎들깨의 연작 년수에 따른 수량 구성요소의 양적증가를 위하여 기지현상을 예방하기 위한 적절한 부산물비료의 시비량을 찾아 도복저항성을 높이고 동시에 양호한 품질과 수량 증대요인을 검토한 결과를 얻었기에 이에 보고하고자 하는 바이다.

제2절. 연구개발 목표와 내용

1. 생장 특성 및 수량 생산 효과

가. 실험재료

본 실험은 1997년 3월부터 7월까지 부산광역시 강서구 대사리 소재 잎들깨 재배농의 비닐하우스를 임대하여 수행하였으며, 잎들깨 공시 품종으로는 부산광역시 강서구 강동동 일원에서 널리 재배되고 있는 재래종을 사용하였다. 유기물의 재료는 옥수수(*Zeamays L.*)청예를 1cm내외로 절단하였고, 졸참나무(*Q. serrata* Thunb.)의 열매인 굴밤을 마쇄하여 2mm이내의 분말을 사용하였고, 밤(*Castnea spp.*)은 내피만으로 건조하여 굴밤과 같이 마쇄하여 분말을 부숙퇴비로 하여 공시유기물퇴비로 사용하였다.

나. 식물재배 및 처리

잎들깨의 재배상의 크기는 35×50×9cm의 크기의 육묘상자를 사용하였으며, 공시유기물은 10a당 무처리구와 옥수수청예는 300kg, 600kg, 900kg, 1200kg, 굴밤과 밤의 내피를 220kg, 440kg, 660kg, 880kg의 비율로 혼합하여 각각 사용하였으며, 들깨 묘를 재식거리 10cm×12cm로 정식하였다. 토양의 표면에 비닐을 멀칭하여 잎들깨의 재배상을 비닐 멀칭위에 놓고 재배하였으며 그 후의 비배관리는 일반재배 농가와 같이 관행법에 준하여 관리하였다.

다. 생장조사

파종 후 30일만인 4월 26일에 제 1회 조사를 하였고, 제 2회 조사부터는 20일마다 총 5회 조사하여 생장의 정도를 비교하였는데, 조사기준 및 방법은 농사시험 연구조사기준과 농학실험법에 의하여 실시하여 잎들깨의 초장, 채엽수, 1엽의 무게, 엽의 건물비율, 줄기 지상 30cm부위의 직경을 조사하였다.

2. 일정 환경조건의 생장 특성

본 실험은 1997년 5월부터 본 대학교 실험실에서 식물생장상(Growth chamber)에서 수행하였으며, 잎들깨 공시 품종으로는 부산광역시 강서구 강동동 일원에서 널리 재배되고 있는 재래종을 공시 품종으로 사용하였다. 유기물 퇴비의 공시 비료는 옥수수(*Zeamays* L.)청예를 1cm내외로 절달하였고, 졸참나무(Q. serra THUNB.)의 열매인 굴밤을 마쇄하여 2mm이내의 분말을, 밤(*Castnea* spp.)은 내피만으로 건조하여 굴밤과 같이 마쇄하여 완숙시켜 공시 유기물 퇴비로 사용하였다. 잎들깨의 재배 상토는 사양토에 각각 10a당 시비량을 0kg, 700kg, 1050kg, 1400kg, 1700kg로 환산하여 사양토와 혼합하여 직경이 15cm되는 플라스틱 화분에 각각의 시비량의 퇴비와 혼합한 상토를 넣고 5월 19일에 화분내 상토에 잎들깨 종자를 파종하였다. 잎들깨가 생장할 수 있는 식물생장상(Growth chamber)내의 환경조건은 온도는 낮은 30℃, 밤은 25℃로, 일장시간 14시간, 광도는 4,000에서 5,000lux로 고정하여 생장환경을 고정하여 재배하였다. 발아한 잎들깨의 어린 묘를 매일 관찰하면서 조사 묘를 화분의 중앙근처에 생장한 1본을 두고 2회에 걸쳐 솎음을 하였고, 그 후의 비배관리는 일반재배농가와 같이 관행법에 준하여 관리하였으며, 파종 30일만에 1회 조사하였고, 2회 조사는 10일만에 4회 조사하여 총 5회 조사하여 생장의 특성을 비교하였는데, 조사기준 및 방법은 농사시험연구조사기준에 의하여 실시하여 잎들깨의 초장, 마디수, 줄기, 지상부에서 30cm의 직경, 엽의 건물비율을 조사하여 결과를 얻었기에 이에 보고합니다.

3. 연작에 따른 생장특성과 엽내 무기원소 함량

가. 실험재료

본 실험은 1997년 11월부터 1998년 4월까지 부산광역시 강서구 대사리 일원 소재 잎들깨 재배농중에서 재배년수 1년에서 재배년수 5년까지의재배농이 재배하고 있는 비닐하우스를 임대하여 수행 하였으며, 잎들깨 공시 품종은 재배농이 선택한 재래종을 사용하였다. 토양은 낙동강 하구의퇴적토의 사양토의 경지를 사용하였으며 공시 토양의 각각 연작 년수에 따른 토양의 조건은 Table1과 같다.

Table 1. The chemical analysis of public soil by replanting.

Planting years	pH (1:5)	EC (ds/m)	NH_4-N (mg/kg)	NO_3-N (mg/kg)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO_2 (%)	L.O.T (%)	O.M (%)
1year	6.38	0.113	-	35	0.39	2.97	5.17	1.45	1.46	67.96	5.88	0.91
2year	6.32	0.128	-	47.5	0.91	3.14	4.53	2.13	1.27	68.29	6.50	1.80
3year	6.34	0.124	1.5	45	0.75	3.21	4.15	1.98	1.21	67.86	5.49	1.32
4year	6.31	0.063	-	20.5	0.46	3.15	5.06	1.50	1.40	67.08	5.56	0.85
5year	6.56	0.141	-	40.5	0.57	3.31	4.89	1.69	1.14	65.42	6.89	2.90

나. 식물재배 및 관리

잎들깨의 재배상은 재배농의 관리에 편리하도록 이랑의 폭을 1m로 하고 길이는 하우스에 따라 다르며 연작년수에 따라 1997년 9월 26일 파종하여 재배면적의 생장정도의 평균치에 3곳에 반복으로 난괴법(randomized block design)으로 시험구를 설치하였으며, 비배관리는 재배농에 의하여 관리하는 관행법에 준하여 관리하였다.

다. 생장조사

생장조사는 1998년 2월 4일에 1회 조사하였고 그후부터는 매 20일 마다 총 5회 조사를 하여 생장의 정도를 비교하였으며, 조사기준 및 방법은 농사시험 연구조사기준에 의하여 실시하였다. 연작에 따른 잎들깨의 초장, 마디수, 1엽의 무게, 엽의 건물비율, 엽에 함유한 무기원소의 양을 조사하여 연작 피해의 정도를 알고자 하였다.

라. 시료의 분석

엽의 분석은 5회에 걸쳐 채엽한 엽 중 엽의 건물비율을 조사하고 난 건조한 엽을 냉장고에 저장하였다가 같은 양의 엽을 혼합, 마쇄하여 시료를 사용하였다. 시료의 분석은 기초과학지원연구소 부산 분소에서 분석기기 ICP-AGS, EA, XRF에 의하여 분석하였다. 공시토양의 채취 및 전 처리는 농사시험연구 조사기준에 의하여 준비하였다.

4. 시비량에 따른 생장특성

가. 실험재료

본 실험은 1998년 5월부터 9월까지 김해시 대동면 소재 본 대학 농장에서 실시하였으며, 정지작업을 관행에 따라하고, 잎들깨 공시 품종은 재배농이 많이 선택하는 재래종을 사용하였다. 토양은 낙동강 하구의 퇴적토인 사양토이며 공시 퇴비 및 부산물 비료의 종류 및 10a당 시비량의 기준은 표1과 같다.

Table 1. The Fertilizer level of manure and organic compost per 10a.

Control	Human manure	Cattle manure	Pig manure	Biocom	Myoungsin-Bio
0	640	1200	1200	160	150
0	950	1800	1800	250	300
0	1230	2400	2400	400	450
0	1900	3600	3600	600	600

나. 식물재배 및 관리

잎들깨의 재배상은 관리에 편리 하도록 이랑의 폭을 1m로 하고 길이는 포장의 길이에 준하였으며, 분할구 배치법(split plot design)으로 시험구를 설치하였다. 파종은 산

파로 하여발아 후 일정한 재식거리를 두기위하여 검은 비닐의 12×12cm에 구멍이 있는 것을 멀칭하여 재식거리를 정하였고, 잡초 방제효과도 겸하였다. 잎들깨가 생장함에 따라 도복을 예방하기 위하여 철주를 세워 도복예방 조치를 하였으며 비배관리는 일반 재배농과 같이 관행법에 준하였다.

다. 생장조사

생장조사는 생장일수 50일에 농사시험 연구조사기준에 준하여 조사하였고, 그 후 20일마다 생장의 특성을 총 4회 잎들깨의 초장, 엽길이, 엽폭, 엽의 건물비율, 퇴비 및 부산물 비료 종류에 따른 무기원소의 함량을 조사하여 유기질 비료 종류에 따른 생장의 특성을 알고자 하였다.

라. 시료의 분석

엽의 분석은 4회에 걸쳐 채엽한 엽가운데 엽의 건물비율을 조사한 후 엽을 냉장고에 저장하였다가 4회의 채엽 엽을 혼합마쇄하여 시료를 사용하였다. 시료의 분석은 기초과학연구소 부산분소에서 분석기기 ICP-AES, EA, XRF에 의하여 분석하였다.

5. 발효 미생물 첨가가 생장 특성 및 수량과의 관계

가. 실험재료

본 실험은 1999년 5월부터 9월까지 김해시 대동면 소재 본 대학 실습농장에서 실히하였으며, 정지 작업은 관행법에 따랐고, 공시 품종은 부산 광역시 강서구 대사리 지역에서 많이 재배하고 있는 재래종을 사용하였다. 토성은 낙동강 하구의 퇴적토인 사양토이며, 공시 부산물 비료의 10a당 시비량은 풍작, 바이오청은 400kg, 대풍 300kg이며, 이에 발효미생물 아제론 6kg, 바이오짐 1.2kg, 하이그린J 750cc를 부산물 비료와 혼합하여 세 구에 고르게 산포하고 작토와 잘 혼합하였다. 공시 부산물 비료의 비효성분의 비교는 표 1과 같다.

Table1. The Chemical properties of organic compost used in this experiment.

	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO_2 (%)	L.O.T (%)
Pungchag	1.06	3.23	5.24	9.97	4.54	60.69	31.12
Biochong	3.59	3.31	3.35	5.76	1.60	60.89	56.82
Daepung	16.28	4.77	2.62	33.84	5.26	25.56	49.04

나. 작물재배 및 관리

재배상은 관리에 편리하도록 이랑의 폭을 1m로 하고 길이는 포장의 길이에 준하여 분할구 배치법(split plot design)으로 시험구를 설치하였다. 파종은 산파로 하여 발아 후 일정한 재식거리를 두기 위하여 검은 비닐에 12×12cm에 구멍이 있는 것을 멀칭하여 재식거리를 가로, 세로 12cm로 하였고 간혹 2주 이상 생장시는 2회 솎음하여 1주씩 생장하도록 하였고, 멀칭에 의하여 잡초의 발생을 예방 및 구제효과도 겸하였다. 생장함에 따라 강풍에 도복을 예방하기 위하여 철주를 세워 도복예방 조치를 하였으며, 비배관리는 일반 재배농과 같이 관행법에 준하였다.

다. 생장조사

생장특성조사와 수량조사는 생장 50일에 농사시험 조사기준에 준하여 조사하고, 그 후 생장 20일마다 생장특성과 엽수를 총 5회 조사하여, 잎들깨의 초장, 엽수, 엽 길이, 엽폭, 엽의 건물비율, 줄기 30cm의 직경을 조사하여 부산물 비료와 발효미생물의 종류에 따른 잎들깨의 생장특성과 수량의 증수 효과를 알고자 하였다.

라. 시료의 분석

공시 부산물 비료인 풍작, 바이오청, 대풍을 임의 추출하여 분석할 수 있도록 전처리하여 시료를 사용하였다. 시료의 분석은 기초과학자원연구소 부산분소에서 분석기기 XRF (X-ray Fluorescence Specto meter)에 의하여 분석하였다.

6. 시비량이 엽특성 · 채엽수 및 연작과의 관계

가. 실험재료

본 시험은 1999년 5월부터 9월까지 김해시 대동면 소재 본 대학 실습 농장에서 실시하였으며, 정지 작업은 관행법에 의하였고, 공시 품종은 부산광역시 강서구 대사리 지역에서 많이 재배하고 있는 재래종을 공시 품종으로 사용하였다. 토성은 낙동강 하구의 퇴적토인 사양토이며, 공시 부산물 비료는 10a당 시비량은 Table 1과 같이 각 세구에 고르게 산포하고 작토와 잘 혼합하여 기비로 사용하였으며, 공시 부산물 비료의 몇가지 비료 성분은 Table 2와 같다.

Table 1. The Fertilizer level of organic compost per 10a.

Heulgnara (kg)	Sarang (kg)	Poongjag (kg)	Tomi (kg)	Daepoong (kg)
200	300	400	400	300
400	600	800	800	600
800	1200	1600	1600	1200

Table 2. The chemical analysis of some organic composts.

Organic composts	T-N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO_2 (%)	L.O.T (%)
Heulgnara	7.27	6.15	5.40	2.41	2.66	2.79	65.52	50.69
Sarang	-	3.12	1.34	4.62	20.72	9.73	39.93	38.36
Poongjag	-	1.06	3.23	5.24	9.97	4.54	60.69	31.12
Tomi	-	10.84	4.45	4.05	14.46	3.10	41.71	64.99
Daepoong	-	16.28	4.77	2.62	33.84	5.26	25.56	49.04

나. 작물재배의 관리

재배상은 관리에 편리하도록 이랑의 폭을 1m로 하고 길이는 포장의 길이에 준하여 분할구 배치법(Split plot design)으로 시험구를 설치하였다. 파종은 산파로 하여 발아 후 일정한 재식거리를 두기위하여 검은 비닐에 12×12cm의 구멍이 있는 비닐을 멀칭하여 재식거리를 양변 12cm로 하였고, 간혹 2주이상 생장시는 2회 솎음하여 1본식 생장하도록 하였다. 멀칭에 의하여 잡초의 발생을 예방 및 구제효과도 겸하도록 하였고, 생장에 따라 강풍에 도복을 예방하기 위하여 철주를 세워 도복예방 조치를 하였으며, 비배관리는 일반 재배농과 같이 관행법에 준하였다.

다. 생장조사

생장특성조사는 생장 50일에 농사시험 조사기준에 준하여 조사하고, 그 후 생장 20일마다 생장특성을 총5회 조사하여 엽수, 엽의 길이, 엽의 폭을 조사하고 부산물 비료의 종류에 따른 시비량의 기초 재료 및 적정 시비량의 산출재료로 이용하였다.

라. 시료의 분석

공시 부산물 비료인 흙나라, 사랑, 풍작, 토미, 대풍의 비료에서 임의 추출하여 분석할 수 있도록 전처리하여 시료로 사용하였으며 시료의 분석은 기초과학지원연구소 부산분소에서 분석기기 XRF(X-ray Fluorescence Spectrometer)에 의하여 분석하였다.

마. 적정 시비량의 산출

시비량추천은 작물에 따른 양분요구량과 토양의 양분공급력을 중심으로 하여 이루어지고 있어 시비된 양분의 용탈과 유지등 손실과정을 통한 환경, 기상환경등에 따른 작물의 반응 등을 함께 고려한 시비추천으로 보완될 수 있다면 더욱 바람직할 것이다. 이제까지 이상의 조건과 미래의 정밀농업에서의 시비량의 추천인 간편법 시비량의 산출, 시비방법 모델개발을 참고로 시비량의 산출을 소개하고자 한다.

제3절. 연구 결과

1. 생장 특성 및 수량 생산 효과

가. 생장정도

유기질 퇴비인 옥수수청예, 밤내피, 굴밤가루를 잎들깨의 육묘상에 기비로 시비하여 일반 관행법에 의하여 재배한 결과 생장일수에 따른 초장생장을 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리에 밤내피는 시비량에 관계없이 생장 70일이후부터, 꿀밤가루는 생장 70일부터 90일까지, 옥수수청예는 생장 70일에 유의성이 인정되었다. 옥수수청예를 시비한 구에서 초기의 생장은 무시비구와 옥수수청예를 단위면적당 시비량을 증가하더라도 생장의 차이가 없었고, 생장조사 70일부터 생장이 촉진되었고, 그 후부터 옥수수청예의 기비 시비량이 증가하더라도 초장은 생장이 촉진되는 경향이 있었다. 굴밤가루를 시비한 구에서는 옥수수청예와 같이 초기의 생장은 무시비구와 굴밤가루를 단위면적당 시비량을 증가하더라도 생장의 차이가 없었고, 생장조사 70일과 90일 양 조사에 초장 생장이 촉진되었고, 그 후부터 굴밤가루의 기비 시비량이 증가하면 초장은 생장이 촉진되는 경향이 있었다. 밤내피가루를 시비한 구에서도 옥수수청예, 굴밤가루와 같이 2회 조사에서는 단위면적당 시비량을 증가 하더라도 생장의 차이가 없었고 생장조사 70일과 90일, 110일 조사일에 초장의 생장이 무시비구보다 생장이 신장되었다. 이상의 옥수수청예, 굴밤가루, 밤내피가루의 기비 시비에 따른 잎들깨의 초장을 생장곡선 그림 1에서 보면 밤내피가 65.81cm, 굴밤가루 60.97cm, 옥수수청예는 58.52cm, 무시비구는 49.40cm로 초장에서의 차이는 시비한 유기물이 함유한 영양분의 많고 적음과 부숙정도를 가늠할 수 있는 탄소율에 의한 것으로 사료된다. 그림1은 옥수수청예, 굴밤가루, 밤내피가루를 단위면적당 시비한 잎들깨의 생장곡선이다. 옥수수청예의 시비량의 증가에도 무시비구에 비하여 전술한 바와 같이 비효가 적었고, 굴밤가루가 그 다음이고, 비효가 길어 초장 생장에 기여한 유기물 퇴비는 밤내피이다. 이들의 R^2는 전부 0.9를 넘는 계수였다. 金은 경기원예복비1호에 의해 상치의 엽장이 길어진 것과 전등은 초장의 경우는 시비량간에 뚜렷한 차이가 없었으나 관행구에 비하여 전체적으로 긴 것으로 나타났다. 손등도 토마토의 초장이 정식 2개월 후부터 퇴비

구가 생장이 빨랐으나 생장후기는 같은 경향이 있는 것은 본 실험과 일치하며, 이등은 파종초기는 옥수수의 퇴비구가 생장이 빨랐으나 그 후 각 퇴비구는 금비의 삼요소구와 거의 비슷하였다. 이와 같은 기비로 시비한 퇴비의 여건들이 초장의 생장에 필요한 영양분의 결핍과 영양분이 있다하더라도 대부분의 작물은 초장이 크다고 다 수확을 바라는 작물이 아니므로 다른 조사항목의 요인에서 그 수량과 유의성을 찾아야 되리라고 사료된다.

나. 채엽수

생장일수에 따른 채엽수를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리 결과, 생장일수 30일에 밤내피 10a당 220kg, 440kg, 660kg, 옥수수청예 300kg, 600kg은 제외한 것과 생장일수 50일에 밤내피 220kg, 440kg, 옥수수청예 300kg, 생장일수 70일 옥수수청예 300kg, 600kg를 제외한 모든 유기물의 시비량과 생장일수에 유의성이 있었다. 그림2에서 옥수수청예를 보면 무시비구는 생장중기에는 초기보다 채엽의 수가 적어지다가 생장 후기에는 채엽의 수가 증가하였는데, 시비량 10a당 300kg, 600kg는 무시비구와 비슷한 채엽의 경향을 보이고 있으나 10a당 900kg, 1200kg의 시비구는 채엽기간 중 W형의 채엽 경향을 보여 채엽의 양이 심하게 차이를 보이고 있다. 이는 영양분의 흡수와 광합성에 의한 유기물의 저장량의 차이에 의하여 W형의 경향이 생기는 것으로 사료된다. 굴밤가루에서는 초기 30일 1회 채엽시 무시비구가 제일 적은 채엽의 엽수를 보였으나, 50일째 2회 채엽시는 생장기간 중 제일 적은 채엽을 하였으나 무시비구와 시비량이 다양한 구에서 재배기간 중 제일 적은 차이를 보였으며, 그 후 70일, 90일까지는 같은 경향으로 채엽의 수가 증가하였으며, 110일 마지막 채엽시 10a당 880kg 시비구를 제외하고는 비슷한 수의 채엽을 하였으며 생장 전기간을 보면 U자형 채엽 경향을 나타내었다. 밤내피 시비구에서는 초기 30일 1회 채엽시 무시비구가 제일 적었고 880kg 구가 채엽 수가 많았으며, 2회 채엽시는 다른 2곳의 채엽시와 같이 채엽 수가 제일 적은 상태인데 이는 모두 생장초기에 채엽을 하므로써 광합성에 의하여 합성할 수 있는 유기물 생산을 합성하지 못하므로 그와 같은 현상이 나타나는 것으로 사료되며 3회 채엽시 부터는 초장이 신장하므로 또는 엽의 크기가 크므로써 광

합성면적이 많아지므로 채엽의 수가 증가하는 것으로 사료된다. 밤내피는 생장일수에 따라 채엽의 수가 증가하는 국자형의 경향을 보여 공시한 3가지 유기물중 생장할수록 채엽이 증가하는 유기물로 사료된다. 李등은 채엽개시시기가 늦어질수록 엽수가 많아짐을 알 수 있다고 하였으며, 또 다수의 연구보고에서도 초기 채엽구보다 후기 채엽구에서 채엽수가 많은 것은 엽의 전개가 완전하고 또한 엽의 증대가 생육후기로 갈수록 커가기 때문인 것으로 사료됨을 본 연구와 동일한 결과라 하겠다.

다. 1엽의 무게

생장일수에 따른 채엽 1엽의 무게를 채엽 수와 같은 방법의 통계처리결과를 보면 굴밤가루의 전 시비구의 90일 생장구와 밤내피 880kg 시비구의 30일 생장구에서 유의성이 있었다. 그림 3에서 옥수수청예 채엽시 1엽의 무게의 패턴을 보면, 무시비구는 생장초기에는 엽의 무게가 증가하는 경향이 있다가 생장후기인 90일부터 엽의 무게가 적어지는 경향이 있는데 이는 환경요인의 영향도 관련이 있겠지만, 토양내의 영양분의 결핍에 의한 것으로 판단된다. 또 시비량의 증가에 따른 엽의 무게는 생육 초기에는 시비량이 적은 구가 무거운 경향이 있으나 점차 생장이 지속함에 따라 시비량이 많은 구가 점차 무거운 경향이 있다가 마지막 110일 5회 채엽 때의 1엽무게가 1.2g 전후로 나타났다. 굴밤가루의 초기 30일 생장에서 1엽의 무게는 2개 군으로 분류되는데 시비량이 증가하면 무게가 무거운 경향이 있고, 생장 90일의 무게는 무시비구에 비하여 엽의 무게가 1.5g 이상이나 차이가 났으며 무시비구는 1.2g 이하로 많은 차이가 있다고 하겠다. 굴밤가루의 초기 30일 생장에서 1엽의 무게는 2개 군으로 분류되는데 시비량이 증가하면 무게가 무거운 경향이 있고, 생장 90일의 무게는 무시비구에 비하여 엽의 무게가 1.5g이상이나 차이가 났으며 무시비구는 1.2 g이하로 많은 차이가 있다고 하겠다. 밤내피가루는 초기 30일 생장에서 1엽의 무게는 비슷한 것으로 사료되며 생장 50일에서 90일까지 점차 시비량이 많은 구가 점차 1엽의 무게가 무거운 경향이 있고 조사 마지막 110일에는 생장초기 50일과 같이 1엽의 무게가 1.2g 보다 조금 무거운 비슷한 무게를 나타내는 경향이 있다고 하겠다. 공시용으로 사용한 유기질퇴비의 3종 모두가 마지막 조사 110일 1엽의 무게가 90일에 비하여 가벼워진 이유에

대해서는 시비량의 차이가 많이 나므로 토양 비옥도보다는 환경요인에서 그 이유를 들 수 있을 것 같다. 즉, 온도의 상승과 낮과 밤의 일교차가 크지 않으므로 인하여 합성한 유기물이 밤의 온도가 높으므로써 호흡에 소비하고 순수동화량이 적으므로써 1엽의 무게가 작아지는 경향이 있다고 하겠다. 李등은 채엽횟수에 따라 직선적으로 엽장과 엽폭이 작아졌다고 하였고, 또 채엽 횟수가 많을수록 생엽의 무게가 낮아졌다 하였으나 본 실험에서는 주기적인 채엽에서는 그림 3에서와 같이 1엽의 무게가 무거워 지다가 낮아지는 경향은 엽의 전개가 완전하고 또한 엽의 증대가 생육후기로 갈수록 커가기 때문인 것으로 사료된다.

라. 엽의 건물중에 미치는 효과

엽의 건물비율을 생장일수별 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리 결과 굴밤가루 10a당 660kg, 880kg 처리구의 90일과 옥수수 청예 10a당 1200kg구에서 유의성이 인정되었다. 옥수수 청예, 굴밤가루, 밤내피가루를 10a당 각각 시비한 결과는 그림 4와 같으며, 옥수수 청예의 경우 30일 생장에서의 1200kg구가 14.27%로 건물비율이 제일 높고, 다음은 600kg이 14.16%이고, 오히려 무시비구가 14.07%로 다른 시용구 보다 많은 것은 옥수수 청예는 탄소율이 높아 분해 흡수가 늦어 파종초기의 생장은 옥수수 청예 시용구가 엽의 건물비율이 낮은 경향이 있고, 생장 50일경에는 생장 환경의 문제가 대두되리라 사료된다. 즉, 고온과 낮 밤의 일교차가 적어 낮은 광합성 양과 밤의 많은 호흡량은 유기물의 축적 즉, 순수 동화량의 부족으로 건물비율이 낮아 진 것으로 사료되며 생장 90일, 110일은 낮밤의 일교차 즉, 생장 50일, 70일에 비하여 순수 동화량이 많은 환경을 구성하므로 그림 4와 같은 옥수수 청예의 시비량에 따른 엽의 건물비율의 패턴이 되는 것으로 사료된다. 굴밤가루의 경우 30일 생장에서의 무시비구에 비하여 건물비율이 높은 경향은 있으나 시비량 차이에는 유의성이 없고, 생장 50일도 같은 경향이었으나, 생장 70일에 10a당 880kg에서 건물비율이 14.77%이고, 생장 90일과 110일 모든 처리구에서 비슷한 패턴의 그림이었고 엽의 건물비율도 110일 660kg구에서 15.44%였고, 무시용구와 같이 모든 시용구가 14%대를 유지하였다. 밤내피가루는 시용구의 시비량이 증가하더라도 건물비율은 증가하지 않은 것으로 사료된다. 즉 그

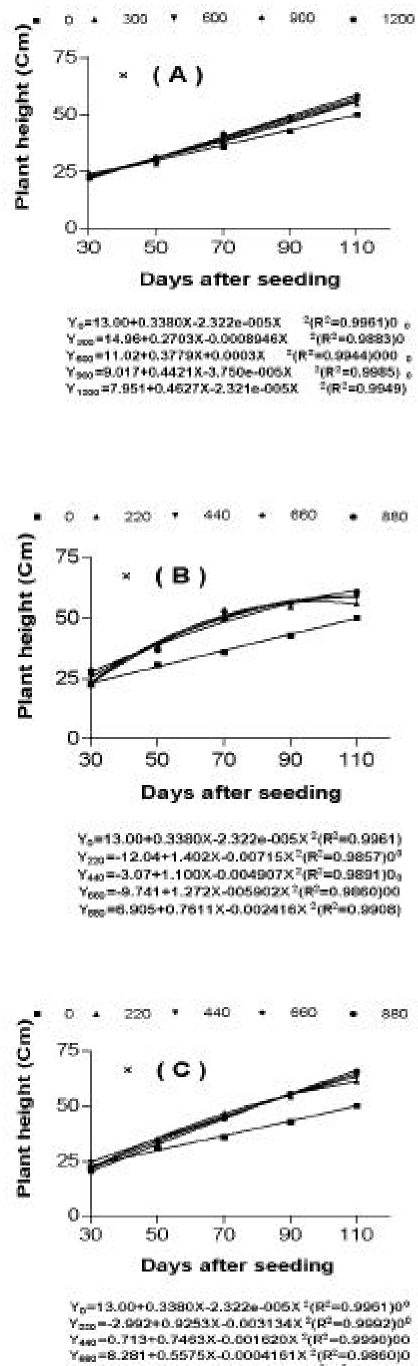

Fig.1. The growth curve according to kinds of organic fertilizer. Corn stalk(A), acorn(B), chestnut(c)

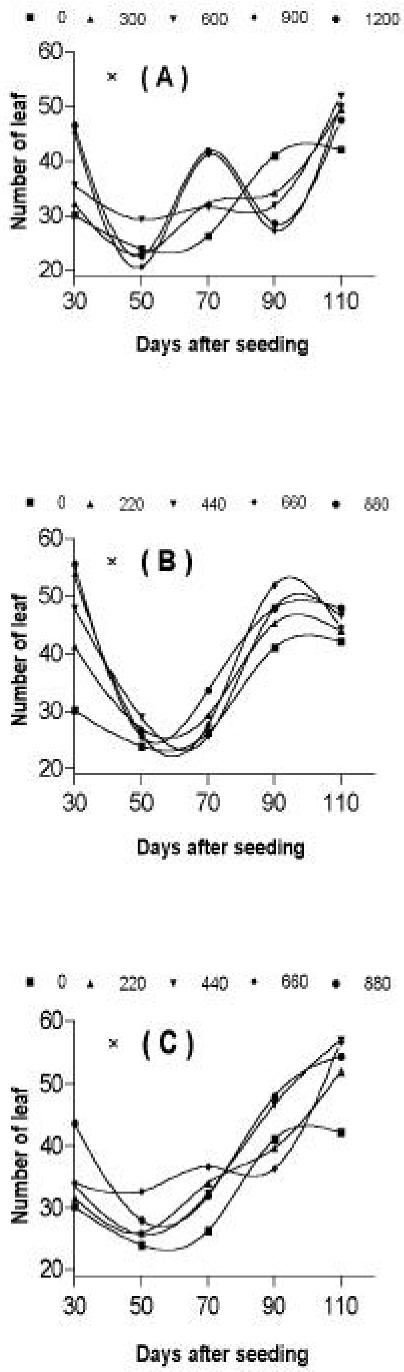

Fig.2. Number of harvested leaf according to days after planting. Corn stalk(A), acorn(B), chestnut(C)

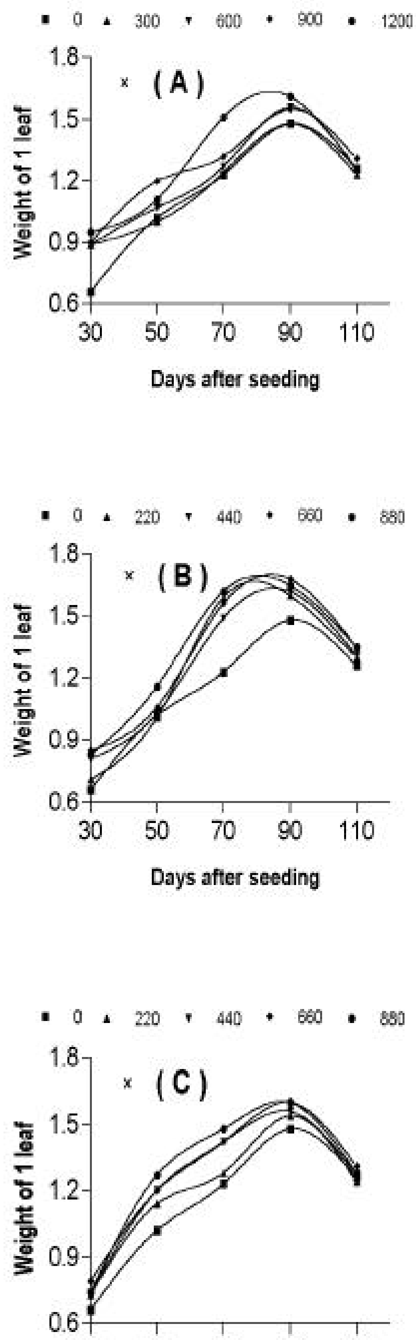

Fig.3. Weight of 1 leaf at the period of harvesting. Corn stalk(A), acorn(B), chestnut(C)

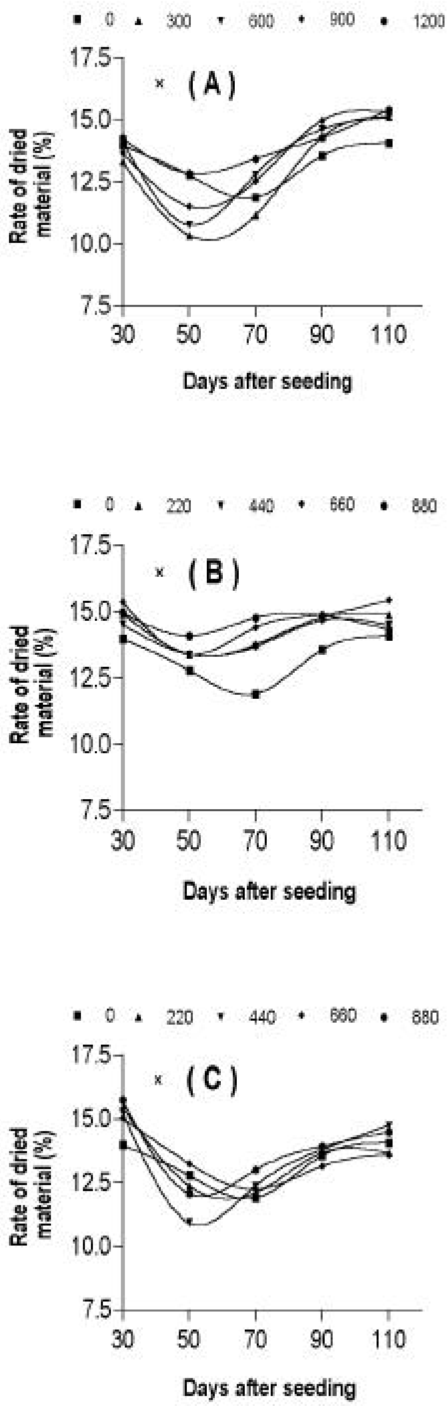

Fig.4. The ratio of dried leaf according to the investigatig period. Corn stalk(A), acorn(B), chest,nut(C)

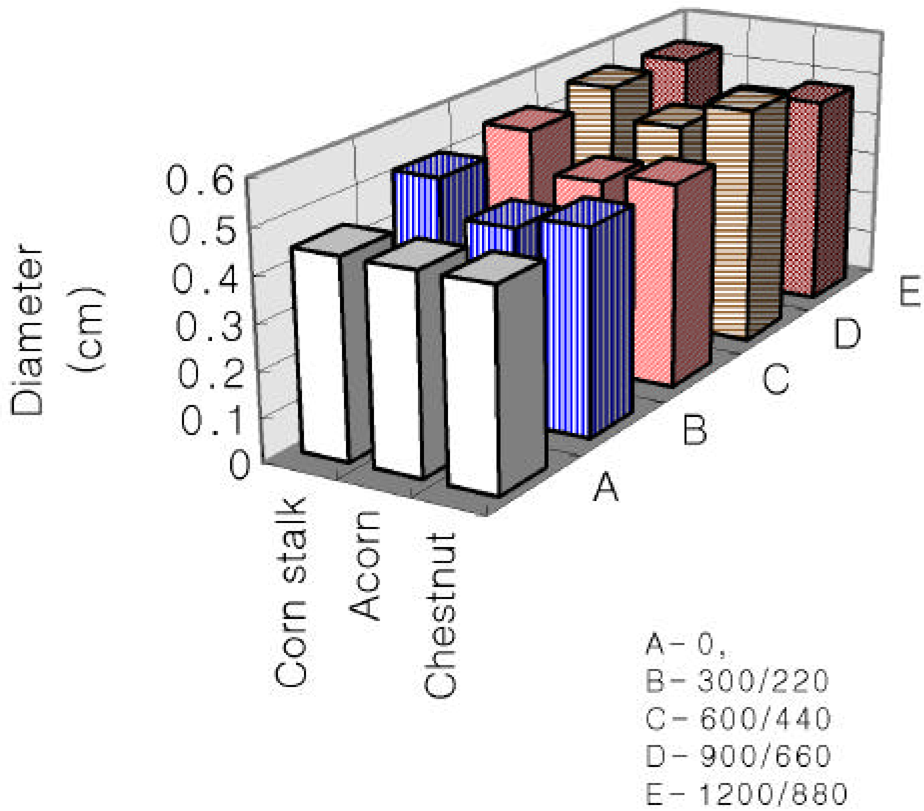

Fig5. Diameter of 30cm stem

림 4의 밤내피를 보면 선의 곡선이 같은 방향으로 증감의 패턴이 일어나는 것을 알 수가 있다. 김에 의하면 토마토, 고추 유묘에 유기물의 시비가 증가하면 건물비율이 증가한다는 것은 본 실험의 유기질 비료 종류에 따라 일치하는 경우와 무관한 경우도 있다고 하겠다.

마. 줄기 지상 30cm의 직경

생장조사 110일 5회째조사시 줄기의 지상 30cm부위의 직경은 그림 5와 같으며 옥수수청예 시비구에서 무시비구에 비하여 시비량의 증가에 따라 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있다가 시비량 1200kg에서는 줄기의 직경이 작아지는 경향이 있다. 굴밤가루에서는 무시비구나 시비량이 증가 하더라도 줄기의 직경이 무시비구와 비슷하고 660kg에서 직경이 굵어지는 경향이 있다. 밤내피에서도 굴밤가루와 같이 660kg구에서 줄기의 직경이 굵어지는 경향은 있으나 다른 시비구에서는 무처리구와 같이 줄기의 직경이 굵어지는 현상은 없는 것으로 판단된다. 그러므로 유기질비료의 3종류를 시비량에 따른 잎들깨의 생장특성은 초장, 채엽수, 1엽의 무게, 엽의 건물비율에는 생장의 특성이 나타나나 잎들깨의 줄기 직경에는 효과가 없는 것으로 판단된다

2. 일정 환경조건의 생장 특성

가. 초장의 생장

유기물 퇴비 옥수수청예 및 굴밤 그리고 밤내피를 공시 재료로 하여 식물생장상에서 실험한 초장 생장 결과는 그림 1과 같으며 옥수수청예를 무시비구와 시비량 증가에 따른 초기의 생장을 보면 무시비구에 비하여 시비량의 증가는 시비량의 증가에 따라 초장이 신장되는 것으로 사료되고, 40일 생장에는 신장의 순서는 바뀌지 않고 초장은 생장하였으나 10a당 700kg 시비구와 1050kg구가 비슷한 신장을 하였으며, 1700kg구는 다른 시비량에 비하여 초장의 신장이 월등하게 좋았다. 50일 생장에는 무시비구와 시비량이 적은 2개구는 비슷한 신장을 하였으나, 시비량이 많은 구는 생장이 계속됨에 따라 초장의 신장이 가속하게 되며, 60일 생장에서도 50일과 같은 경향으로 무시비구와 시비량이 적은 2개구는 신장이 느리고, 시비량이 많은 시비구는 50일 생장과 같은

현상이다. 마지막 조사일인 70일에는 시비량의 증가에 따라 초장 신장은 1700kg구가 초장의 신장이 최고이고 나머지 무시비구와 시비량이 적은 구는 15㎝이하의 초장을 보였다. 굴밤은 3가지 유기물 퇴비중에서 시비량의 차이에 따라 초장의 생장정도가 다른 유기물 퇴비에 비하여 뚜렷한 생장 패턴을 나타내고 있다. 30일 생장조사 시기에 유기물 퇴비의 무시비구에 비하여 옥수수청예와 같이 시비량이 증가할수록 초장의 신장이 바뀌지 않고 시비량이 많으면 초장의 신장이 큰 것으로 70일까지 바뀌지 않고 신장하였다. 무시비구의 생장곡선은 직선과 비슷한 생장을 하였으나, 유기물 퇴비의 시비량이 증가할수록 생장의 선이 곡선화되는 현상을 나타내고 있다. 밤내피는 무시비구가 다른 유기물 퇴비에 비하여 초장의 생장이 지연되는 현상이 나타나고 시비량이 증가할수록 생장의 신장이 많아지는 현상이 있다하겠다. 특히 10a당 1400kg와 1700kg를 시비한 구는 초장의 신장이 비슷한 결과의 의미는 단위면적당 유기물의 시비량을 적게 시비해도 된다는 것을 의미한다고 하겠다. 이상의 세 가지 유기물 퇴비의 시비에 의한 잎들깨 초장의 신장을 보면 옥수수청예는 시비량에 따라서 비효가 빨리 부족하는 현상이 발생하고, 굴밤은 시비량에 따라 시비량이 증가하면 증가할수록 초장의 신장이 계속됨은 비효의 지속성을 의미한다. 밤내피는 모든 생장의 패턴이 굴밤과 같으나 시비량을 줄인다고 하여도 굴밤과 같은 패턴의 초장의 생장이 가능하리라 사료되는 것은 면적당 시비량을 줄여도 된다는 것으로 비효가 높다고 하겠다. 전등은 시비량 간에 뚜렷한 차이가 없었으나 관행구에 비하여 전체적으로 긴 것으로 나타났다는 것과 일치하며, 손등도 토마토의 초장이 퇴비구가 생장이 빨랐으나 생장후기는 같은 경향이 있는 것은 본 실험과 차이가 있는 것은 일장을 14시간에 고정하였기 때문으로 사료된다.

나. 마디수

생장일수에 따른 마디수의 변화는 그림 2와 같으며, 옥수수청예의 퇴비를 시비하지 않은 구와 퇴비를 10a당 700kg, 1050kg, 1400kg, 1700kg를 시비한 결과를 보면 무시비구는 생장 30일에서는 마디수가 시비량을 증가한 시비구와 같으나, 생장 40일에서 보면 무시비구가 마디수가 제일 적으며, 1700kg구가 많은 경향이 있고, 시비량이

700kg, 1050kg, 1400kg로 증가하더라도 마디수의 증가는 없고 시비량 700kg과 같은 마디수가 되었으므로 생장 70일까지 그림 2에서는 700kg시비량과 같은 선을 나타내어 옥수수청예에서는 그래프의 선이 3개 뿐이며, 시비량에 따른 마디수의증가는 생장이 지속됨에 따라 마디수의 차이가 늘어나는 경향이 있는 것으로 판단된다. 굴밤에서도 30일 생장에서는 시비량의 증가에 따른 마디수의 증가는 없었으며, 생장 40일에서는 무시비구에 비하여 1400kg이상의 시비구에서 마디수가 증가하는 현상이 있고, 50일 생장에서는 700kg과 1050kg, 1400kg와 1700kg이 같은 증가수의 현상이 있고 60일부터는 시비량이 적은 700kg에서 마디수가 지속적으로 증가하는 현상이 나타나지 않았으며, 시비량 1050kg과 1400kg는 40일, 50일과 같이 직선적인 증가수를 보였으나, 1700kg는 70일에서 무시비구에 비하여 2개이상의 마디수가 증가하였다. 밤내피도 앞서 2가지의 퇴비와 같이 30일 생장에서는 마디수의 증가현상이 없었고, 생장 40일에서는 무시비구에 비하여 시비량의 증가에 따라 마디수가 증가하는 경향이 있고 1700 kg에서는 약 1개정도 마디수가 증가하였다. 생장 50일에서도 생장 40일과 같은 경향으로 마디수가 증가하였고, 무시비구 시비량의 증가에 따라 40일에 비하여 직선적으로 증가하는 경향이 있다. 李등에 의하면 정식 후 30일째 채엽 수보다 60일 후 채엽한 구가 채엽수가 많다는 것은 그 만큼 마디수가 많음을 의미하며, 채엽의 횟수가 많을수록 채엽이 많았다고 하였다. 이는 초기 생장보다 후기 생장이 갈수록 초장이 커가기 때문이라 한 것은 그 만큼 마디수의 증가를 의미하므로 결과는 많은 보고와 일치 한 것을 보여주고 있다.

다. 줄기 지상 30cm부위의 직경

생장일수 70일 5회 마지막 조사시 줄기의 지상 30cm부위의 직경은 그림 3과 같으며, 옥수수청예 시비구에서 무시비구에 비하여 시비량이 증가함에 따라 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있는데, 무시비구 3.20mm에 비하여 1400kg시비구는 3.90mm, 1700kg시비구는 4.30mm로써 옥수수청예는 시비량의 증가에 따라 잎들깨의 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있다고 판단된다. 굴밤도 옥수수청예와 같은 경향은 그림 3에서 보는 바와 같고, 무시비구의 직경이 3.20mm 비하여 시비량의 증가는 줄기 지상 30cm부위

직경이 굵어지는데, 1400kg시비구에서는 4.20mm이고, 1700kg시비구에서는 4.50mm로 무시비구에 비하여 줄기가 굵어지는 즉, 시비량의 증가는 무시비구에 비하여 줄기의 직경이 굵어지는 것으로 판단된다. 밤내피는 유기질 퇴비 옥수수청예, 굴밤에 비하여 직경이 작은 경향은 있으나 무시비구에 비하여는 시비량의 증가에 따라 직경이 굵어지는 경향은 앞서 2가지의 퇴비와 같은 경향이다. 이와 같이 줄기가 굵어지면 당연히 잎들깨의 초장도 길어지며, 또한 초장이 길어지면 마디수가 증가하고, 마디수가 증가하면 채엽수가 증가하여 잎들깨의 수량증대를 의미한다. 또한 줄기가 굵어지면 형태학적 측면에 관다발 조직의 발달과 수가 증대하여 뿌리에서 흡수한 수분과 원소의 통도에 기여하므로써 잎들깨의 수량증대에 기여하리라 판단된다.

라. 채엽의 건물비율

유기물 퇴비 옥수수청예, 굴밤 및 밤내피를 공시재료로 하여 식물생장상에서 재배한 엽을 채엽한 건물비율은 그림 4와 같다. 엽의 채엽 건물비율의 경향은 생장 초기와 중기, 후기에 있어 건물비율의 변화는 W형을 거꾸로 한 M형의 경향은 3가지의 유기물 퇴비에서 나타내는데 같은 생장환경 조건에서의 함유비율의 차이는 잎들깨의 생장시기별에 따른 유기물의 합성량과 소비량의 차이에 의한 것이 아닌가 판단된다. 생장일수에 따른 채엽의 건물비율은 그림 4와 같으며, 옥수수청예의 퇴비를 시비하지 않은 무시비구의 30일 생장은 11.41%로 조사기간 중 수분의 함량이 제일 많이 함유한 시기이며, 생장이 지속됨에 따라 채엽 건물비율은 13에서 14%대의 건물비율을 나타내어 조사기간 중 생장 초기 이후부터는 비슷한 건물비율이었으나, 옥수수청예 퇴비의 시비량의 증가는 생장초기 30일과 40일의 건물비율은 시비량의 증가에 따라 채엽 건물비율이 증가하였으나 생장조사 50일에서는 무시비구나 시비량을 증가하였더라도 모두 15%전후의 채엽 건물비율이 나타났고, 생장일수 60일에는 50일에 비하여 모든 시험구에서 채엽 건물비율이 증가하였으며, 마지막 생장조사 70일에는 시비량의 증가와 관계없이 16%전후의 건물비율이었다. 이는 옥수수청예에 함유하고 있는 잎들깨의 건물비율을 높일수 있는 양분이 생장일수 60일이 지나면 무시비구에 비하여 건물비율이 높은 경향은 있으나 생육후기에는 옥수수청예 퇴비의 비효가 떨어져서 시비량이 증가

하더라도 건물비율이 비슷한 결과가 아닌가 판단된다. 굴밤퇴비는 옥수수청예 퇴비를 시비한 것과 같은 건물비율 경향이 있으나 기폭은 옥수수청예 퇴비보다 심하지는 않으며, 생장초기 30일의 건물비율의 순은 무시비구와 시비량의 증가 순으로 채엽의 건물비율이 증가하였으며, 10a 당 1700kg을 시비한 구에서 14.28%의 건물비율이 높았고, 생장일수 40일에 건물비율이 무시비구에서 14.39%였고 시비량 1700kg에서 21.08%이고 시비의 증가에 따라 무시비구와 시비량 1700kg이내의 건물비율을 나타내고 있다. 50일에는 건물비율이 15%전후의 옥수수청에 퇴비와 같은 경향이었고, 60일 생장, 70일 생장 모두가 옥수수청예 퇴비와 같은 경향으로 생장후기의 생장에서는 유기물의 건물비율이 낮아지는 것은 굴밤도 옥수수청예와 같은 이유라 판단된다. 밤내피 퇴비는 생장초기 30일에는 무시비구나 시비량을 증가하더라고 1.65%의 건물비율이 증가하였고, 생장 40일에서의 채엽 건물비율이 1700kg에서는 다른 시비량에 비하여 17.08%로 건물비율이 제일 높았으나, 무시비구가 1400kg시비구와 비슷한 14.39%로 높은 건물비율이고 700kg, 1050kg의 시비구는 무시비구보다 건물비율이 낮았다. 생장 50일에는 다른 공시 퇴비와 같이 채엽 건물비율이 13.5%로 전후의 건물비율로 시비량에 관계없이 비슷하였다. 생장 60일에는 무시비구가 14.66%로 제일 낮은 비율이고, 1400kg와 1700kg구는 18%이상의 채엽 건물비율로써 시비량이 적은 구에 비하여 채엽 건물비율이 제일 높았고, 생장 70일에서는 60일 생장에 비하여 건물비율이 떨어지는 현상이 있고 특히 시비량이 적으면 더욱 건물비율이 떨어지는 즉, 유기물의 합성이 작아지는 현상이 생기는 것으로 판단된다. 김등은 토마토재배에 부숙퇴비를 30%로 첨가한 구가 건물중의 무게가 많았고 다음이 20%, 40%구가 순서대로 건물중의 확보를 보였다. 이외 초장, 엽수, 생체중에서도 처리간에 유사한 경향은 본 실험과 같은 경향이고, 또 같은 실험에서는 20% 처리구에서 고추의 건물중이 높다는 것은 모든 작물의 생장에는 적당한 농도의 염류가 필요함에 건물 중이 증가함을 알 수 있다.

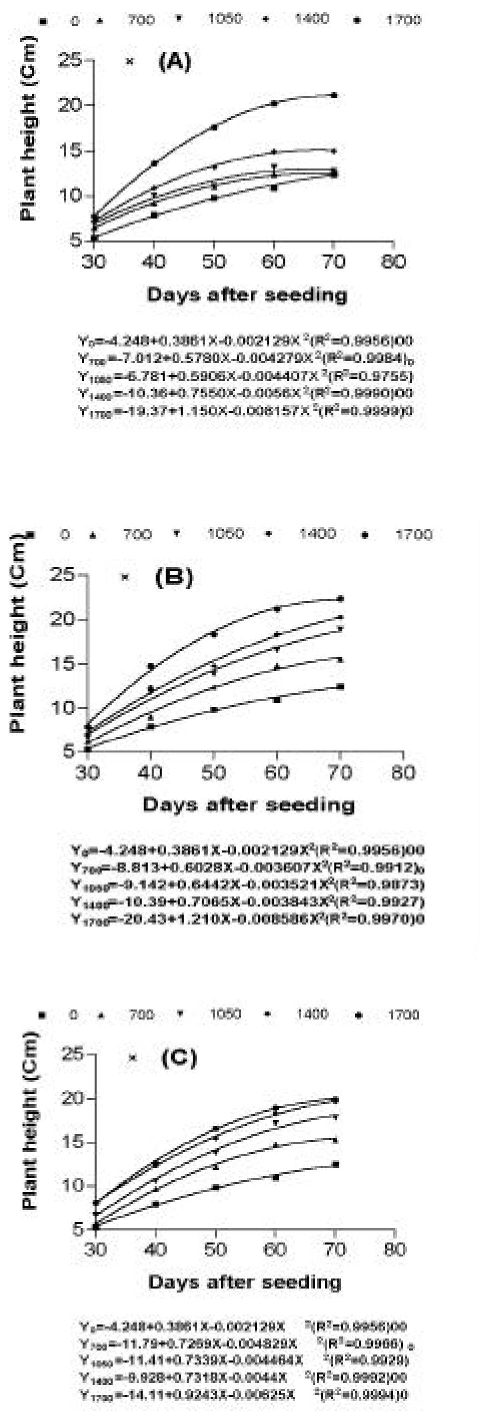

Fig 1. The growth curve according to kinds and level of organic fertilizer.
Corn stalk (A), acorn (B), chestnut (C)

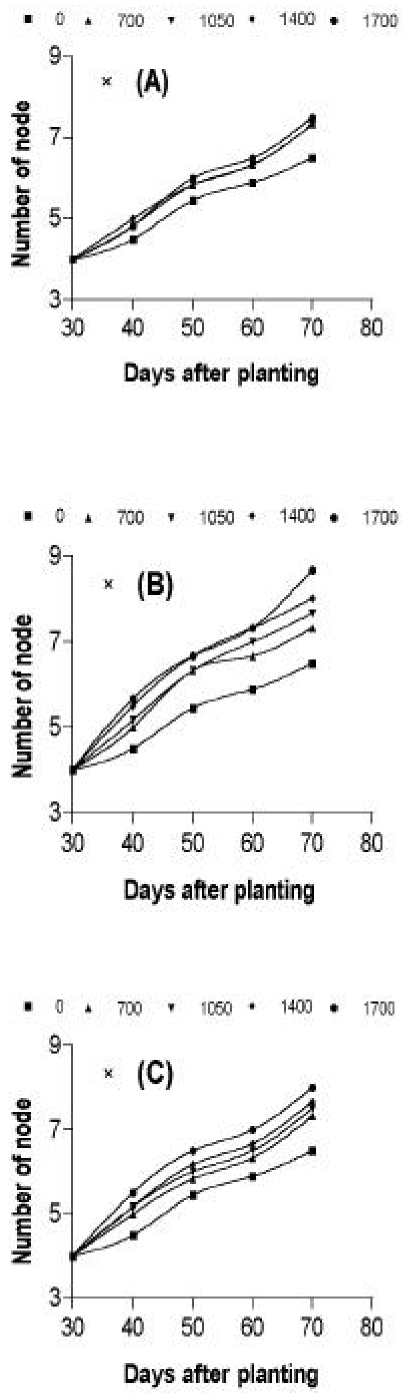

Fig 2. Number of node according to kinds and level of organic fertilizer.
Corn stalk(A), acorn(B), chestnut(C)

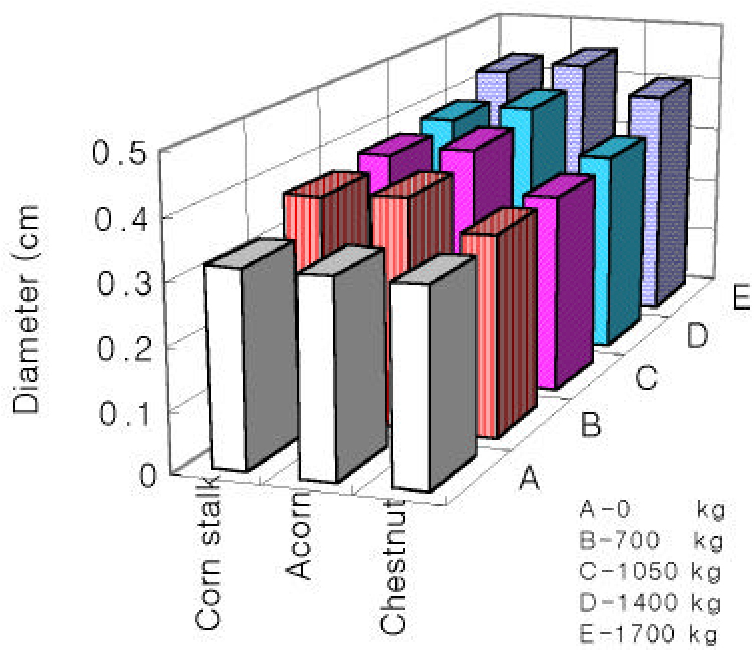

Fig3. Diameter of 30cm stem

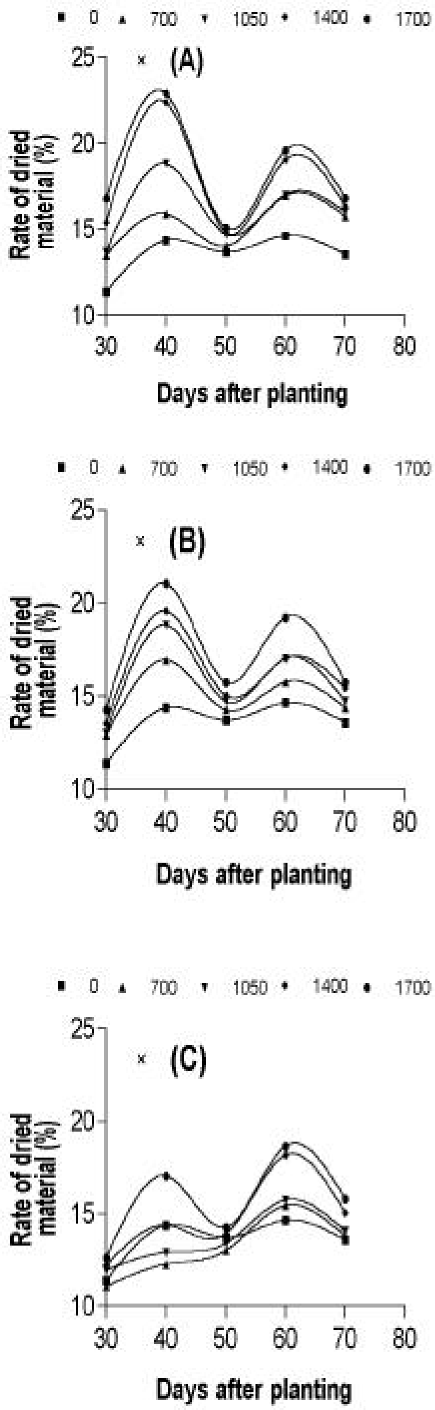

Fig 4. The rate of dried leaf according to kinds and level of organic fertilizer.
Corn stalk(A), acorn(B), chestnut(C)

3. 잎들깨의 연작에 따른 생장특성과 엽내 무기원소 함량

가. 생장정도

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 생장의 정도는 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 재배 2년부터 모든 연작에 유의성이 인정되었다. 잎들깨의 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 생장곡선은 Fig 1과 같으며, 재배 년수 1년에 생장일수 140일에는 65.97cm였으나, 생장일수가 많아짐에 따라 생장의 정도는 증가하였으며, 생장일수 220일에는 116.77cm로 연작에 따른 초장이 제일 컸고 생장곡선의 생장계수 R^2=0.9985로 연작에 따른 생장에서는 1년재배지에서 생장계수도 제일 컸다. 연작 2년, 3년의 생장의 정도는 연작 1년에 비하여 작아졌고, 연작 3년은 2년에 비하여 초장은 작은 경향이 있으나 Fig 1에서 보는 바와 같이 1년에 비하여 작고, 경향은 1년에 평행하게 생장함을 볼 수 있다. 2년, 3년의 생장 경향도 평행함을 볼 수 있으나 전술 한 바와 같이 3년의 생장이 작은 상태로 평행을 유지하고 있다. 연작 4년은 생장일수 160일에 초장이 57.43cm로 연작 3년 초장 58.87cm와 비슷하게 생장하였으나 생장일수 180일부터 연작 4년에서 초장의 생장이 지연되는 현상이 나타나고 생장일수 220일에는 연작 3년에 초장이 97.58cm에 비하여 4년은 76.97cm로 초장의 생장이 급속히 작아지는 현상이 나타나고 있다. 연작 5년에서는 생장일수 140일에 1년 연작의 초장이 65.97cm에 비하여 3분의 2정도인 44.73cm로 초장이 작았다. 생장함에 따라 연작 5년은 생장의 지연이 가속화되어 생장일수 220일에서는 1년의 초장이 116.77cm에 비하여 59.47cm밖에 되지 않아 약 반정도 생장함을 알 수 있다. 이상의 결과에서 잎들깨의 연작의 피해인 기지현상은 2년부터 발생한다고 하겠으나 생장곡선에서 보면 생장의 정도의 차이는 있으나 치명적인 기지현상 즉, 연작의 피해는 재배년수 4년부터이고 5년이 되면 1년에 비하여 초장이 반정도 생장하는 것으로 판단된다. 연작의 피해는 여러 요인이 있다하겠으나 그 기본적인 것이 생리장해라고 할 때는 정상적인 생리가 아닌 상태를 말하므로 그 요인에 관계없이 포함되어야 할 것이며 대표적인 장해요인은 내적요인 중 영양장해와 대사장해라 하겠다. 인삼의 경우 초작지나 연작지의 토양에 무기성분 함량의 차이가

없는 것으로 보아 토양내 무기성분 함량이 연작장해의 원인이라고 볼수 없을 것 같다. 채소의 경우에 연작장해의 주원인이 염류축적으로 알려져 있고 또 pH저하 및 토양물리성 악화로 연작장해가 일어날 수 있다고 하였다.

나. 생장에 따른 마디수

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 마디수의 정도를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 연작 2년 생장일수 160일과 연작 3년 생장일수 140일 및 160일, 연작 4년 생장일수 140일 및 160일 그리고 180일과 연작 5년은 조사일 모두에서 연작에 대한 마디수에 유의성이 인정되었다. 잎들깨의 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 마디수는 Fig 2와 같으며, 재배년수 1년 및 연작 2년에서 생장일수 140일에서 마디수가 약 9개로 비슷하였고 마지막 조사일수인 220일까지 계속 비슷한 마디수를 지속하여왔다. 연작 3년의 생장일수 160일까지는 마디수가 떨어졌으나, 생장일수 180일부터는 재배년수 1년과 연작 2년과 마디수가 같은 수준이었으나 생장후기에는 오히려 마디수가 많아지는 경향이 있다. 연작 4년은 3년과 비슷년과 연작 2, 3년과 같은 마디수가 형성되는 경향이 있다. 그러나 연작 5년은 생장일수 140일에 마디수가 1년에 비하여 3분의 2정도인 6.23개이고 생장일수 220일에는 10.43개로 1년의 12.80개보다 대단히 적은 수의 마디수를 발생하여 초장에 비하여 마디의 절간이 짧아지는 현상이 있고 또 소득이 될 수 있는 엽수는 3년이후부터 생장 초기는 적어졌다가 생장후기는 비슷한 마디수를 형성하나 연작 5년은 생장초기부터 끝까지 마디수가 적음을 알 수가 있다. 마디의 절간의 길이는 재식거리의 밀도에 의하여 밀도가 높으면 웃자람에 의한 마디간의 절간이 길어지는 현상이 있으나 재료 및 방법에서 제시한 바와 같이 재식거리가 같으므로써 웃자람에 의한 것은 아닌 것으로 판단되고, 이는 연작에 의한 초장에서 설명한 내적요인중 영양장해와 대사장해가 연작에 의한 마디수 및 절간의 길이의 생장속도에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

다. 1엽의 무게

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배의 생장일수에 따른 1엽의 무게를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 재배 2년부터 모든 연작에 1

엽의 무게에 유의성이 인정되었다. 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 1엽의 무게의 정도는 Fig 3과 같으며, 재배년수 1년에 생장일수 140일의 1엽의 무게를 보면 1년은 1.76g, 2년, 3년 1.53g, 4년 1.28g, 5년 1.49g으로 2년부터 1엽의 무게가 적어지는 현상이 발생하고, 생장일수 160일부터 220일까지 조사기간 중 1엽의 무게가 재배년수 즉 연작의 횟수가 많을수록 1엽의 무게가 가벼워졌고 특히 연작 5년의 생장일수 220일의 1엽의 무게가 1.13g으로 제일 가벼웠다. 이등은 생엽중은 채엽수가 많을수록 낮아졌다고하였는데 이는 동화량이 저하된 것이 원인이라고 생각된다. 이는 본 시험과 같이 연작에 따른 토양내의 염류축적에 의한 동화량의 감소와 채엽에 의하여 1엽의 무게가 감소된 것으로 판단된다.

라. 엽의 건물비율

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 엽의 건물비율의 정도를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 생장일수 160일부터 연작 3년, 4년, 5년과 생장일수 180일부터 연작 2년이 마지막 조사 220일까지 모두 연작에 대한 엽의 건물비율에 유의성이 인정되었다. 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 엽의 건물비율은 Fig 4와 같으며, 재배년수 1년은 생장일수 140일에서 2년보다 건물비율이 낮은 경향이 있으나 생장일수 160일부터는 다른 연작에 비하여 건물비율이 제일 높았고 특히 생장일수 200일에서는 16.30%로 건물비율이 제일 높았다. 연작 2년은 생장일수 140일에서 14.88%로 건물비율이 제일 높았고 생장일수 180일까지는 직선적으로 떨어져 13.28%에서 생장일수 200일에서는 건물비율이 15.10%로 높아졌다가 다시 220일에는 13.04%로 떨어졌다. 연작 3년은 다른 연작에 비하여 생장일수에 따른 건물비율의 차이가 별로 없이 13%에서 14%의 내에 있으며, 연작 4년에는 생장일수 140일에 14.11%로 제일 높고, 생장일수에 따라 11%, 12%, 13% 대로 건물비율이 증가하는 현상이 있고, 연작 5년에는 생장일수 140일에서 13.63%로 제일 높고 그 후의 생장일수에서는 모두 11%대의 낮은 엽의 건물비율이었다. 엽의 건물비율은 생장환경조건에 따라 차이가 생 길 수 있을 것이다. 즉, 순수 동화량이 많아서 생장의 촉진효과는 건물의 비율을 높일 수 있고 또한 토양적 조건이 순수 동화량을 증가시킬 요인으로 김 등은 토양에 부식을 30%로 혼합한 토양에서 토마토 엽의 건물중이 제일 높았다고 하였으며, 고추에서는 미생물 부숙퇴비의 20%구에서 가장 건물비율이 많았다고 하였는데 이는 생장할 수 있는

토양의 물리적 조건과 무기원소에 조건이 알맞기 때문에 건물비율이 증가하는 것으로 판단되므로 본 시험에서도 연작 년수가 작을수록 엽의 건물비율이 많은 것으로 판단된다.

마. 엽에 함유한 무기원소의 변화

앞에서 표시한 Table 1의 공시토양에서 촉성재배한 엽의 무기원소 분석결과는 Table 2와 같다. 연작에 따른 엽에 함유한 무기원소의 변화 경향을 보면 N, Na와 같이 연작 연수가 많으면 함유량이 증가하는 경향이 있는데 재배년수 1년에 함유량이 3.13%였으나 연작이 계속됨에 따라 함량이 증가하는 경향은 재배농이 연작의 피해를 우려하여 유기물의 비료를 증시한 결과가 아닌가 판단되며, Na의 경우도 대체적으로 N과 같은 경향이었으나 연작 5년에 5254.0 PPM의 함량은 추후 규명되어야 할 것으로 사료된다. 또 한편은 연작이 계속됨에 따라 함유량이 감소되는 경향은 K, S, Mo, Al으로 연작 1년에 비하여 연작이 계속됨에 따라 함유량이 감소되는 현상으로 K는 재배년수 1년에 5.07% 함유하였으나 연작이 계속됨에 따라 함유량이 줄어들다가 연작 5년에 2.86%의 함유로 줄어들었고, S의 경우도 1년에 0.78%였으나 5년에는 1년에 절반이 안되는 0.35% 함유하였으며, Mo, Al, K, S와 같은 경향이었다. 또 하나는 연작이 5년이 계속되더라도 함유량의 변화가 일어나지 않은 것은 P, Ca, Zn이며 P의 경우는 0.34%에서 0.45%이고, Ca는 1.79%에서 2.27%이며, Zn은 50.90 PPM에서 65.08 PPM으로 다른 무기원소에 비하여 연작에 따른 함유량의 변화가 많지 않았으며, Mg, Cu, Mn은 연작 5년기간내에서 어떤 경향이 있지 않고 연작년수에 따라 함유량의 변화가 심한 편이다. 예로써 Mg의 경우 재배년수 1년에 0.62%이 2년에는 0.28%이다가 3년에는 배에 가까운 0.49%로 증가하는 현상은 비료의 선택의 차이로 판단된다. Fe의 경우는 연작 3년의 연작 1년, 2년, 4년, 5년에 비하여 많이 함유한 것도 같은 경우라 사료된다. 본 시험의 공시 토양의 pH는 pH 6.31에서 pH 6.56으로 김은 pH의 적정값은 pH 6.5, 坂上 修은 pH 5.5에서 pH 7.0 범위라 하였는데 본 실험과 일치하였고, 공시토양의 EC(Electrical Conductivity)가 작은 것은 4년에서 0.063ds/m, 많은 것은 0.141ds/m 로 표준 EC인 0.3ds/m보다 연작 횟수 전부가 작으므로 무기원소의 결핍이므로 표준시비량보다 많은 시비를 해야하고, 0.3ds/m 씩 높아지면 표준 시비량에서 20%씩 줄여 시비하고, 1.5ds/m에서는 시비를 할 필요가 없고, 1.8ds/m 이상이면 염류를 제거해야 한다. 토양내의 적정 부식함량은 3%이나 공시토양의 부식함량은 1년

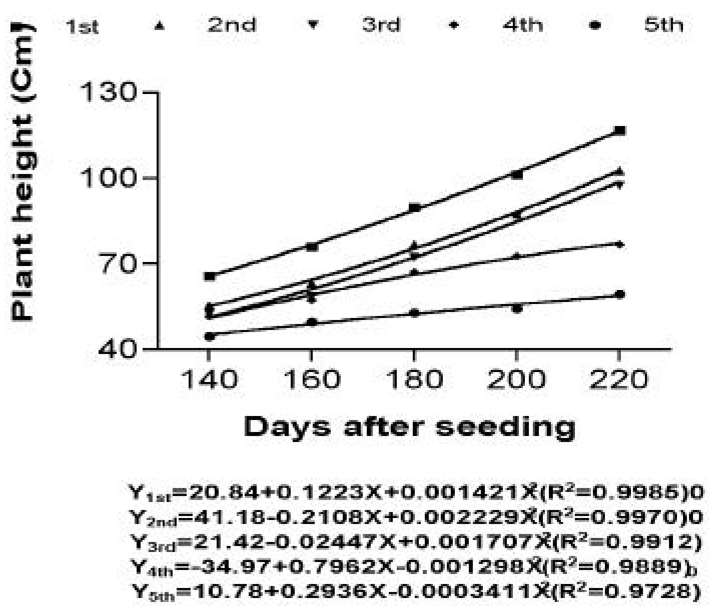

Fig1. The growth curve according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

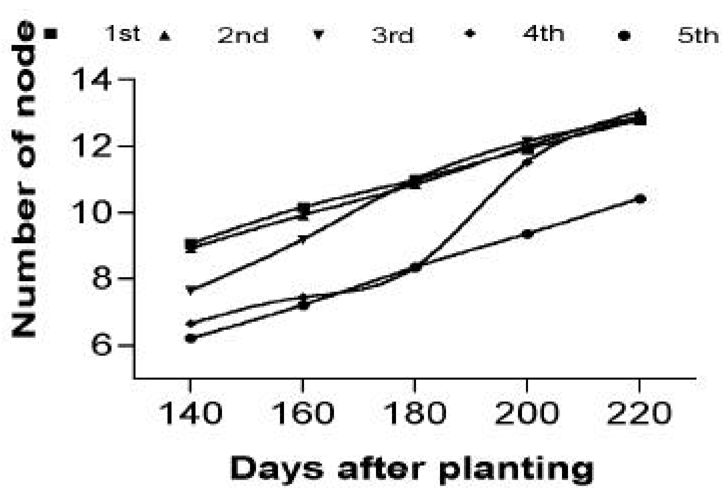

Fig2. Number of node according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

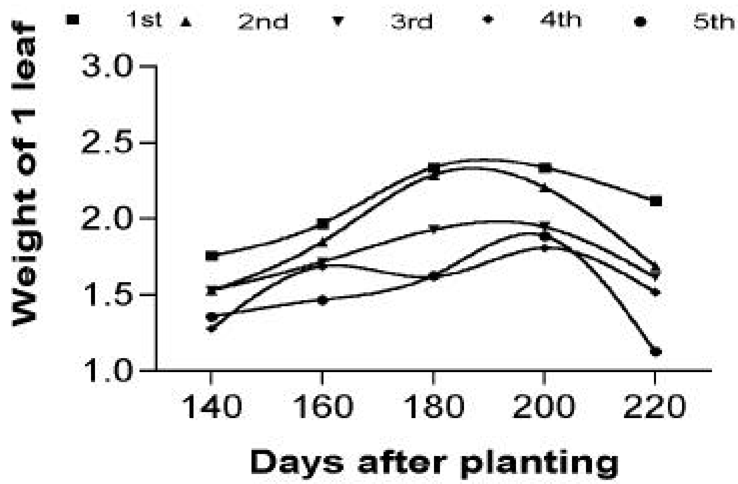

Fig 3. Weight of 1 leaf according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

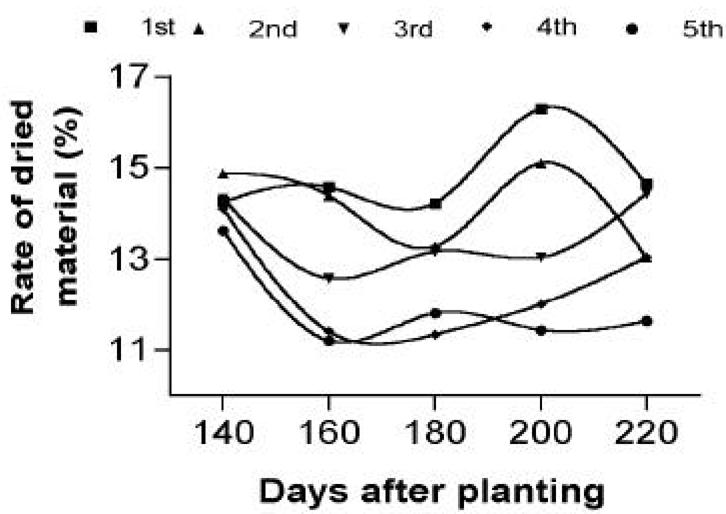

Fig4. Rate of dried leaf according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

Table 2. the included inorganic element quantity in perilla by replanting

Planting years	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Al (ppm)	Na (ppm)
1year	3.13	0.42	5.07	0.78	1.88	0.62	356.0	85.48	235.8	65.08	30.19	356.8	123.4
2year	3.49	0.34	3.30	0.46	1.86	0.28	390.7	445.0	74.54	55.56	25.31	491.4	234.3
3year	3.37	0.45	3.52	0.43	1.93	0.49	489.2	157.3	192.5	56.75	21.92	264.9	159.5
4year	3.75	0.44	3.13	0.37	2.27	0.52	177.3	74.64	76.26	62.06	22.51	110.1	165.5
5year	4.04	0.39	2.86	0.35	1.79	0.34	236.3	143.4	105.2	50.90	17.28	194.1	5254.0

0.91%에서 5년 2.90%로 연작 5년은 어느 정도 적정한 함량이었으나 그 외의연작 토양은 부식함량이 부족한 상태로 유기질비료의 첨가가 요망된다. 연작 5년의 엽에 N의 함량이 많은 것은 공시토양의 부식함량의 증가에 의한 것으로 판단되며, 2년, 3년의 연작에서 NO_3-N의 용탈에 의하여 흡수가 덜된 것으로 판단된다. Mg는 연작에 따른 엽의 함유량은 차이는 있으나 연작이 많을수록 함유량이 적어지는 경향은 배에 의하면 잎들깨의 엽 속에 Mg^{2+}이온이 많이 축적될수록 성장속도가 빠름과 일치한다.

4. 시비량에 따른 생장특성

가. 초장의 생장

퇴비 및 부산물 비료의 시비량 차이에 의하여 재배한 잎들깨 초장의 생장은 그림 1과 같으며, 생장일수 70일에서 구비 1900kg, 돼지구비 3600kg, 바이오콤 600kg과 생장일수 90일에서 구비 640kg, 돼지구비 1800kg, 명신바이오 3600kg, 바이오콤 600kg 또는 생장일수 110일에서는 유기질 퇴비 시비량이 많은 전부가 유의성이 있었다. 인분 분박은 10a당 시비량의 증가에 따른 생장일수 50일에서 950kg을 시비한 초장의 생장은 약 50cm로 무시비구에 비하여 초장이 길어지는 경향이 있고 시비량의 증가 시비는 더욱 초장이 길어지는 경향이 있다. 생장일수 70일, 90일, 110일에도 생장일수 50일과 같은 경향이 있으며, 특히 생장 70일에 환경적 조건에 적응하여 20일에 다른

생장일수에 비하여 많은 신장을 하였으며, 특히 110일 1230kg이상의 인분분박을 시비한 구는 무시비구보다 18cm에서 27cm이상 초장이 더 생장하였다. 구비는 생장일수 50일에서 보면 1200kg이상 시비한 구는 무시비구에 비하여 초장이 더 생장하였고, 시비량이 증가하면 증가할수록 초장의 신장은 더 생장하는 경향이 있으며, 70일, 90일, 110일 생장하에 따라 생장속도는 느린 상태이나 50일과 같이 초장의 신장은 같은 경향을 보이고 있다. 돼지구비는 생장일수 50일에서 보면 시비량 1200kg이상에서 무시비구에 비하여 초장이 신장하는 경향이 있으며, 생장 70일과 90일에서는 무시비구에 비하여 초장의 신장이 억제되었다가 110일에 무시비구에 비하여 초장의 신장이 더 생장하였으며, 1800kg이상의 돼지구비를 시비하면 모든 생장기간에서 무시비구에 비하여 초장의 생장이 더 신장하는 경향이 있다. 부산물 비료인 바이오콤은 160kg이상 시비하면 무시비구보다 초장의 신장이 좋았으나 생장50일에 초장의 신장을 보면 600kg까지 시비를 증시하여도 초기의 초장은 비슷하며, 생장이 계속됨에 따라 생장 70일이후부터 다른 시비량에 비하여 초장이 신장되는 것으로 판단되고, 시비량이 400kg까지 증시해도 무시비구와 비슷한 초장의 신장하는 경향이 있다. 명신바이오 생장 50일에 시비량의 증가에 따른 초장의 생장을 보면 무시비구에 비하여 시비량이 증가하면 증가할수록 초장의 신장은 더 생장하는 경향이 있고, 생장 70일, 90일, 110일에서도 생장 50일과 같은 경향이며, 시비량 600kg의 생장 90일부터 무시비구에 비하여 초장의 신장이 더 생장하는 것으로 판단된다. 이상에서 보면 시비량이 증가함에 따라 초장의 신장이 더 생장하는 경향이 있는 것은 부산물 비료의 경우에는 사용량의 잘못에 의한 것으로 생각되며 표시된 사용량보다 많은 양을 시비하는 것이 초장의 신장을 크게 하는 것으로 판단된다. 정등에 의하면 토장은 품질의 척도와 관련되는 특성으로 유전적 다양성을 보여 조건에 따라 생장의 차이는 본 실험과 일치하고 또 김등은 30%와 20%의 부식토에서 토마토와 고추의 토장을 확보하였으며, 전등은 시비량 간에 뚜렷한 초장의 차이는 없었으나 관행구에 비하여 다소 신장하는 경향은 본 실험과 일치하였다. 우리나라 퇴비 시비량은 보통 3 5ton/10a이상 줄 것을 권장하고 있으나 그렇게 시비를 하지 못한 결과 시비량이 많은 곳에서만 유의성이 인정된 것 같다.

나. 엽의 길이

퇴비 및 부산물 비료에 의하여 재배한 잎들깨 엽의 길이는 그림 2와 같으며, 인분분박을 10a 당 시비량의 증가에 따른 생장일수 50일에서 640kg을 시비한 엽의 길이는 13.98cm 무시비구보다 작았으며 시비량이 증가하면 15.05cm로 엽의 길이가 길어지는 경향이 있다. 생장일수 70일, 90일, 110일도 생장일수 50일과 같은 경향이며, 4회조사의 평균길이는 950kg이상 시비해야 엽의 길이가 무시비 구보다 길어지는 경향이 있다고 하겠다. 또 생장일수별 엽의 길이는 시비량에 관계없이 70일, 90일, 50일, 110일 순으로 길다. 구비는 생장일수 50일에서 보면 1200kg을 시비한 구는 무시비구보다 길이가 짧고, 1800kg이상 시비를 증가하면 증가할수록 길어지는 경향이 있다. 생장일수 70일, 90일, 110일도 생장일수 50일과 같은 경향이 있으며, 채엽 4회조사의 평균을 보면 구비를 10a당 1800kg이상을 시비하면 엽의 길이가 길어지는 경향이 있다고 하겠다. 또 생장일수별 길이는 시비량에 관계없이 70일에 길이가 길며 다음은 90일, 50일, 110일 순이며 110일 길이는 인분분박에 비하여 구비가 길어지는 경향이 있다. 돼지구비는 생장일수 50일에 보면 1800kg의 시비구에서 14.08cm로 무시비구에 비하여 엽의 길이가 짧았고 2400kg이상의 시비구에서 무시비구보다 긴 15.06cm이며, 생장 일수 70일, 90일, 110일도 생장일수 50일과 같은 경향이 있으며 채엽 4회조사의 평균도 같은 경향이다. 생장일수별 엽의 길이를 보면 70일이 길고 50일과 90일은 비슷한 길이이며 110일은 시비량에 따라 길이가 차이가 있는 경향이 있다. 돼지구비는 인분분박과 구비에 비하여 길이의 정도가 생장 50일부터 110일까지 길이의 변화가 둔한 경향이 있다고 하겠다. 부산물 비료인 바이오콤은 생장일수 50일에 보면 250kg이상의 시비량에서 무시비구에 비하여 길이가 길어지는 경향이 있으며, 생장일수 70일이 엽의 길이가 제일 길고, 다음은 90일, 50일 순이고 110일은 오히려 적게 시비한 구가 길이가 짧아지는 경향이 있다. 생장일수 별엽의 길이는 70일, 90일, 50일 순이고 110일의 생장일수에는 시비량의 차이에 따라 엽길이의 차이가 있었다. 이는 비료 양분의 소모와 환경요인에 의한 차이가 아닌가 사료된다. 명신바이오는 생장일수 50일에 150kg이상 시비구에서의 엽의 길이가 길어지는 경향이 있으나, 70일, 90일의 450kg, 300kg에서는

무시비구보다 길이가 짧은 경향이 있으며, 110일에는 시비량의 증가에도 엽의 길이가 무시비구보다 짧은 경향이 있다. 이상의 퇴비와 부산물의 비료에서 초장 생장의 경향을 보면 퇴비의 경우는 지효성적인 비효가 계속됨으로 생장일수가 증가되더라도 부산물 비료보다 엽의 길이가 길어지는 경향이 있고 부산물 비료의 비효가 생장 후기에 비효가 부족한 것으로 사료되니 시비량을 증가하여 비효가 지속적으로 있도록 함이 엽의 길이를 길게 할 수 있는 요인이라 하겠다. 이등에 의하면 1회 채엽구에서 엽의 길이가 12.6cm였고 4회 채엽까지는 채엽 횟수에 따라 직선적으로 감소한다고 하였으나 본 연구에서는 2회 채엽시까지 엽의 길이가 길어지는경향이었고 그 후 채엽시는 같은 경향으로 감소하였고, 전등은 퇴비시용 결과 엽장은 처리구간에 일정한 경향을 보이지 않았다고 하였으나 본 연구에서는 반대의 결과이며, 김은 들깨를 수경재배한 결과 5마디까지는 마디수가 증가 함에 엽의 길이가 커졌으나 그 후의 마디에서는 엽의 길이가 차이가 인정되지 않았다고 하였는데 본 연구와 차이가 있는 것은 재배 방법의 차이에 의한 것으로 판단되고, 林은 토양재배에서 엽장이 10cm이상이 되면 생장이 둔해짐을 보고하였는데 이는 본 실험과 일치한다.

다. 엽의 폭

퇴비 및 부산물 비료에 의하여 재배한 잎들깨 엽의 폭은 그림 3과 같으며, 10a당 인분분박의 시비량이 증가함에 따른 생장일수 50일에서 무시비구의 엽폭이 10.67cm, 시비량 1230kg에서 11.35cm였으며 그 이하의 시비량에서는 비슷한 엽폭을 나타내었으며, 70일, 90일, 110일의 생장에서도 엽폭은 비슷한 경향이며 생장의 70일, 90일에서 초기와 생장후기 110일에 비하여 엽폭이 넓은 것은 7월, 8월의 환경요인에 의하여 넓은 것으로 판단된다. 구비는 생장일수 50일에 보면 시비량이 증가하면 할수록 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있는데, 생장 70일, 90일, 110일에서도 생장 50일과 같은 경향으로 시비량의 증가는 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있고, 생장일수에 따른 엽의 폭의 차이는 생장 중기인 70일, 90일에서 넓은 경향이 있고 인분분박같이 생장 초기와 생장 후기에는 엽의 폭이 줄어드는 경향이 있다. 이것도 인분분박과 같은 요인에 의한 것으로 사료된다. 돼지구비는 생장일수 50일에서 보면 시비량 2400kg이하에서는 무시

비구와 비슷한 엽폭이었으나 그 이상 시비를 하면 무시비구에 비하여 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있었다. 생장 70일, 90일, 110일 경우도 생장 50일과 같은 경향이 있고, 생장일수에 따른 엽폭의 차이는 인분분박, 구비 모두 생장 중기인 70일과 90일에 엽의 폭이 넓으며, 생장 후기인 110일에서는 생장기간 중 제일 작은 경향이 있다. 바이오콤과 명신바이오는 전술한 퇴비와 비슷한 경향을 나타내고 있고 무시비의 엽폭과 시비량이 증가하면 엽폭이 넓어지는 경향이 있고, 명신바이오 600kg에서 50일과 70일 생장에서 유의성을 보였고 생장함에 따라 엽폭은 작아지는 경향은 전술한 원인의 결과라 사료된다. 전등은 토마토의 엽폭에서 관행구에서 더 긴 것으로 나타났다고 하였으나, 본 연구에도 시비량이 적은 구는 같은 경향이고 시비량의 증가에서는 엽폭이 늘어나는 경향이 있다고 하겠다. 이등은 엽폭도 채엽횟수에 따라 직선적으로 감소되었다 하였으나, 본 연구는 엽의 길이와 같이 생장 70일에 엽폭이 제일 넓으며 그 후 엽폭이 줄어드는 경향은 있으나 상품가치가 인정되는 엽폭 5cm이상의 엽폭은 4회 채엽시 까지 큰 것은 채엽기간이 20일이기 때문이라 사료된다. 김에 의하면 엽장과 엽폭의 비(LW비)는 생체중과 높은 상관을 보였고, 엽장과 엽폭간의 상관성으로부터 잎들깨는 길이와 폭의 생장이 동시에 이루어지며, LW비로부터 그의 모양이 타원과 유사함을 추측할 수 있다고 하겠다.

라. 엽의 건물비율

퇴비 및 부산물 비료에 의하여 재배한 잎들깨의 엽의 건물비율은 그림 4와 같으며, 인분분박을 10a당 시비량의 증가에 따라 생장 50일에서는 시비구의 모두에서 엽의 건물비율이 증가하는 경향이 있으며 무시비구에 비하여 1900kg의 시비구에서는 1.61% 건물비율이 증가하였으며, 생장 70일에서는 조사 횟수 중에서 건물비율이 제일 낮은 경향이 있는데 시비량 1900kg에서는 11.04%이나 그 외의 시비구에서는 10.28% 전후의 건물비율로 비슷하였으며, 생장 90일에서 무시비구 13.40%에서 시비량의 증가에 따라 최고수준에서 14.11%에 이르고 있고, 생장 110일에서는 무시비구가 14.90%이나 시비량의 증가에 따른 생장 초기나 중기에 비하여 건물비율은 16.24%의 전후로 건물비율의 차이는 보이지 않고 있다. 유기질 퇴비인 구비와 돼지구비는 시비량 1200kg

에서 무시비구에 비하여 건물비율이 낮은 경향이 있고 돼지구비가 구비보다 건물비율이 높은 경향이 있고, 생장 70일과 90일에서도 무시비구에 비하여 건물비율이 낮은 경향은 시비량의 산출 잘못과 순수동화량의 차이에 의한 것으로 사료되나 3600kg에서는 구비나 돼지구지에서 10.39%, 14.24%, 10.94%, 13.98%로 무시비구보다 높은 건물비율을 나타낸 것을 보더라도 앞서 시비량 3개의 수준이 잘못이 아닌가 사료되며 퇴비의 증가는 엽의 건물비율을 높일 수 있는 것으로 사료되며 생장 110일에서 무시비구 14.90%보다 높은 16%이상과 17%이상의 엽의 건물비율을 보인 것은 환경조건인 순수동화량의 양에 의한 결정이라 판단된다. 부산물 비료인 바이오콤과 명신바이오의 생장 50일에서 시비량 첫 단계는 무시비구에 비하여 낮은 건물비율이나 점차 시비량의 증가에 따라 건물비율이 많아지는 경향이 있으며, 생장 70일, 90일에서도 퇴비 시비구와 같이 건물비율이 무시비구에 비하여 건물비율이 적으나 시비량이 증가하면 건물비율이 많아지는 경향은 퇴비와 같은 이유로 순수동화량 때문으로 판단된다. 생장 110일에서 무시비구의 건물비율보다 모두 부산물 비료에서 건물비율이 많아 지는 것도 퇴비와 같은 순수동화량 때문으로 판단된다. 이상의 5종 유기물 퇴비와 부산물비료에 의한 엽의 건물비율을 보면 종류에 관계없이 재배기간의 생장일수에 따라 건물비율이 국자모양의 형태로 환경조건 또는 생장일수에 따라 잎들깨의 잎 건물비율의 차이가 있는 것으로 판단된다. 건물비율이 생장후기에 급승한 것은 中西가 보고한 바와 같이 식물체의 충실화계급에서 볼 수 있는 현상으로써 Hunt를 비롯한 몇몇 학자들에 의하여 보고된 바 있는데 본 실험에서도 생장 후기에 급격히 건물비율이 상승한 것은 그림 4와 같으며 이는 8월이후 밤온도가 낮아지면서 식물체의 충실화 즉, 순수동화량이 많아서 진행된 결과라고 판단된다

마. 엽내의 무기원소 함량

퇴비 및 부산물 비료에 의하여 재배한 잎들깨의 채엽 내 함유한 무기원소는 표 2와 같으며, N의 함량은 바이오콤이 4.55%로 무시비구에 비하여 많으나 다른 비료는 무시비구보다 낮은 함량이었다. P는 무시비구가 0.622%이고, 인분분박이 0.745%, 구비는 0.691%, 돼지구비 순이고 바이오콤과 명신바이오는 무시비구보다 낮았다. K는 무

시비구보다 처리한 모든 퇴비 구가 함량이 높았는데 바이오콤, 구비순이고 인분분박이 함량이 적었다. S는 무시비구가 0.76%로 비료를 시비한 구에 비하여 함량이 높았고 함량이 낮은 것은 명신바이오이다. Ca는 바이오콤이 무시비구에 비하여 2.20%로 높았고 그 외의 시비구는 부족한 함량이었다. Fe는 바이오콤이 높은 경향이며 다른 시비구는 무시비구 0.084와 비슷한 함량이며, Mg는 무시비구의 0.610%보다 모든 시비구에서 높은 함량을 보였고 명신바이오가 0.810%로 타 시비구보다 높은 함량이었다. Cu는 바이오콤이 0.012% 함유하였으나 다른 시비구는 무처리구의 0.006%와 같았으나 돼지구비는 0.005%로 제일 적게 함유하였다. Mn은 부산물 비료에서 함량이 많은 경향이고 유기질 퇴비에서는 0.017%로 같은 경향이 있다. Zn은 바이오콤이 0.014%로 함유하고 다른 시비구는 비슷한 함유량이며, Na는 명신바이오가 0.131%이고 그 외 시비구는 비슷한 함유량이었다. 이상의 유기물 퇴비와 부산물 비료의 시비에 의한 엽내 함유한 무기원소의 변화는 일률적으로 어떤 비료가 좋다고 할 수가 없고 작물의 종류와 토양의 조건에 따라 비료 선택과 시비량을 결정하는 것이 바람직하다 하겠다. 배에 의하면 K^{+}, Ca^{2+}, NH^{4+} 등의 양이온이 크게 영향을 받고 동시에 NO_3^{-}와 $H_2PO_4^{-}$이온 등의 음이온과 Mn^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}이온도 엽길이와 엽폭의 성장속도에 관여한다고 하였다. 이와 같은 조건의 엽의 생장에 따른 결과를 보면 엽길이와 엽폭의 생장은 시비량의 증가에 따른 결과와 일치하나, 생장 후기에서 엽의 크기가 작아진 것은 환경요인의 결과라 판단된다. 오등은 참깨에 Zn + Mg와 B + Mg의 시비는 무시비구에 비하여 22% 25%의 줄기 건물중이 증가 함은 본 실험과 일치하였다.

5. 발효 미생물 첨가가 생장 특성 및 수량과의 관계

가. 초장의 생장

부산물 비료 3종류에 발효미생물을 혼합하여 생장 일수별 및 생장곡선의 정도는 그림 1과 같으며, 아제론을 혼합한 결과는 무처리 보다 초장의 신장효과가 있는 경향은 있고, 생장 50일에서 풍작이 31.91cm로 초장이 크고 다음은 대풍, 바이오청 순이나 같은 경향이 있다. 그러나 생장할수록 대풍이 생장 후기에서는 바이오청이 무시비구

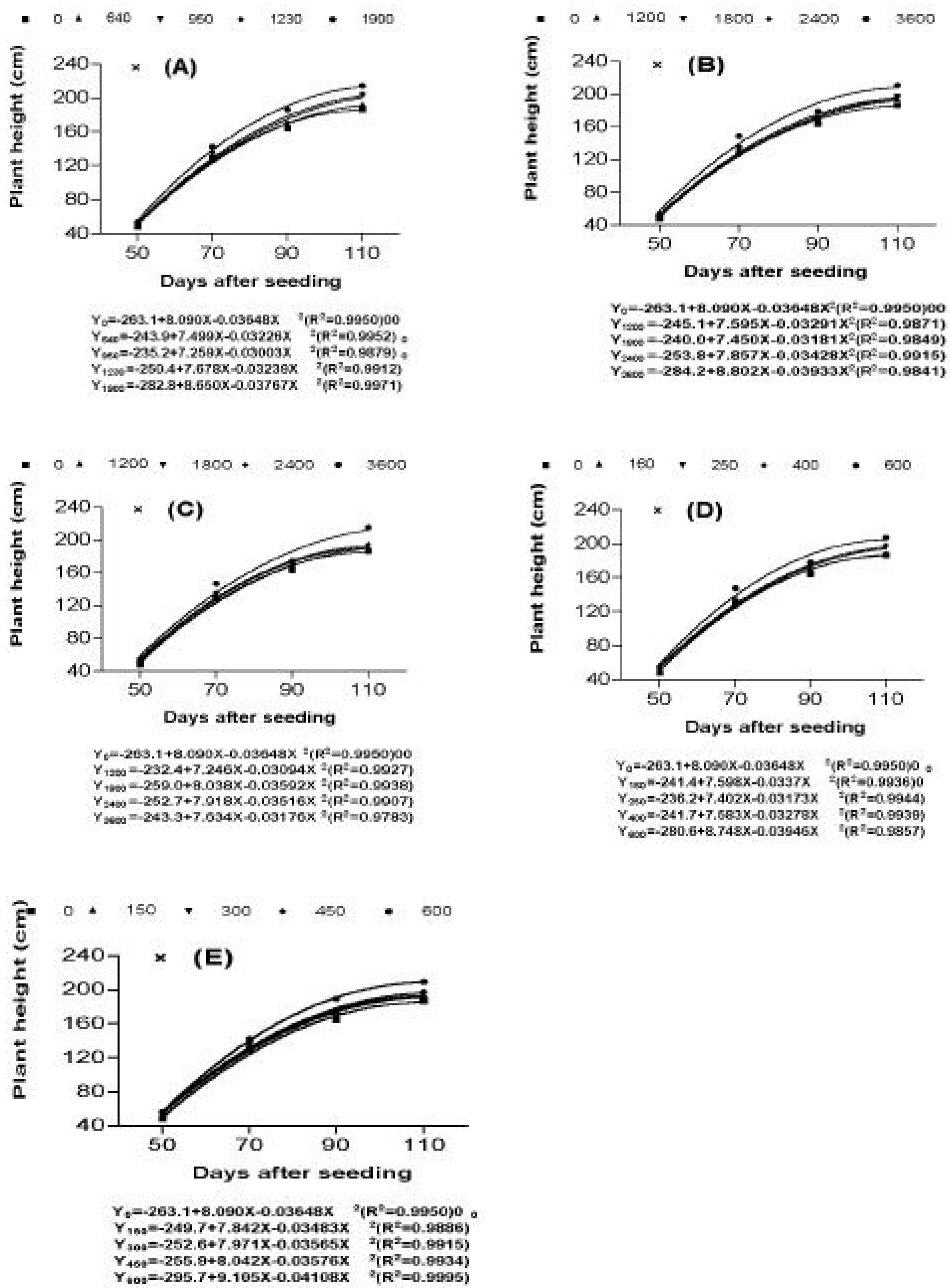

Fig 1. The growth curve of perilla according to fertilizer level of manure and organic compost. Human manure(A), cattle manure(B), pig manure(C), biocom(D), myoungsin-bio(E).

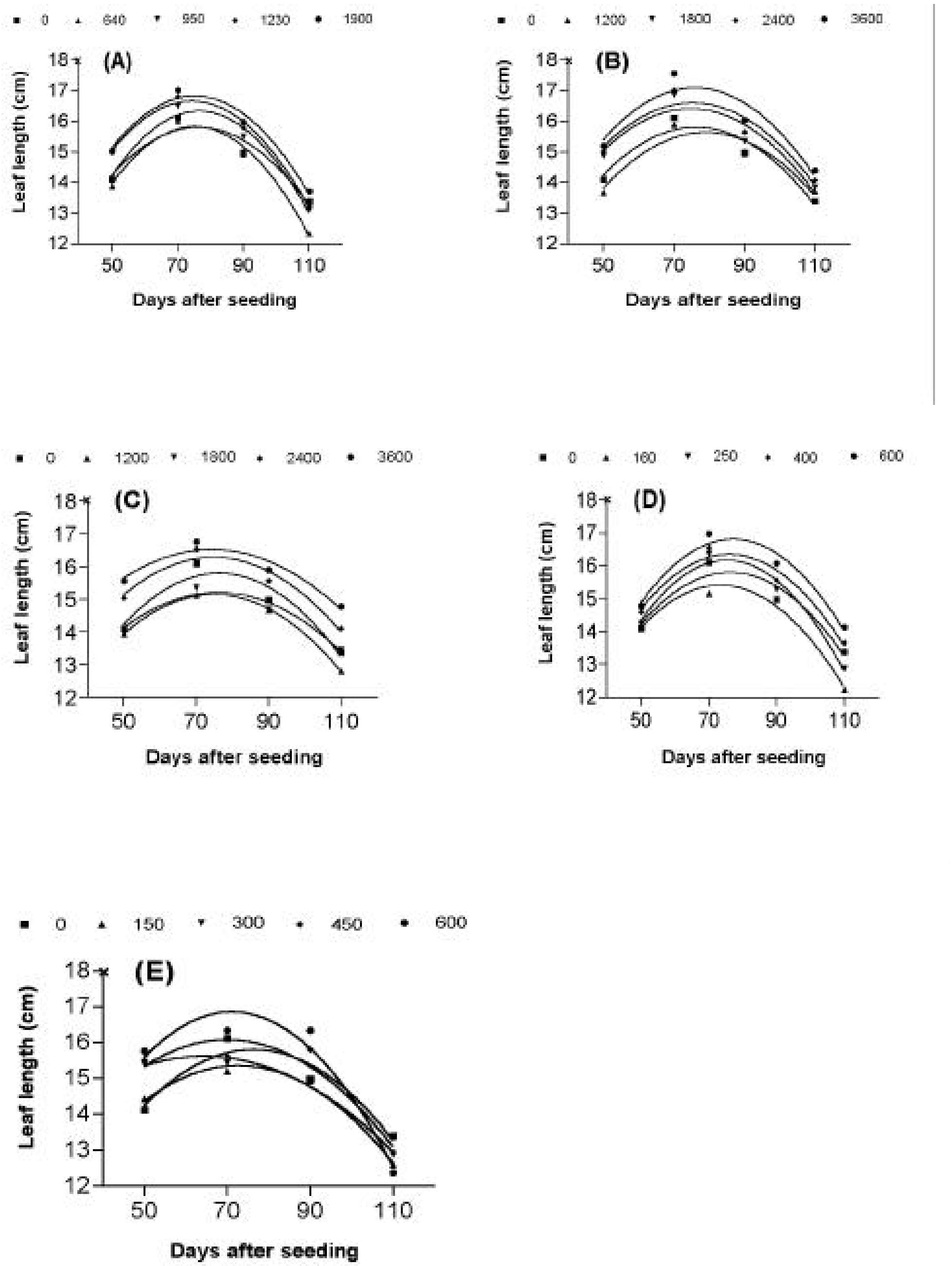

Fig 2. Leaf length(cm) perilla according to fertilizer level of manure and organic compost. Human manure(A), cattle manure(B), pig manure(C), biocom(D), myoungsin-bio(E).

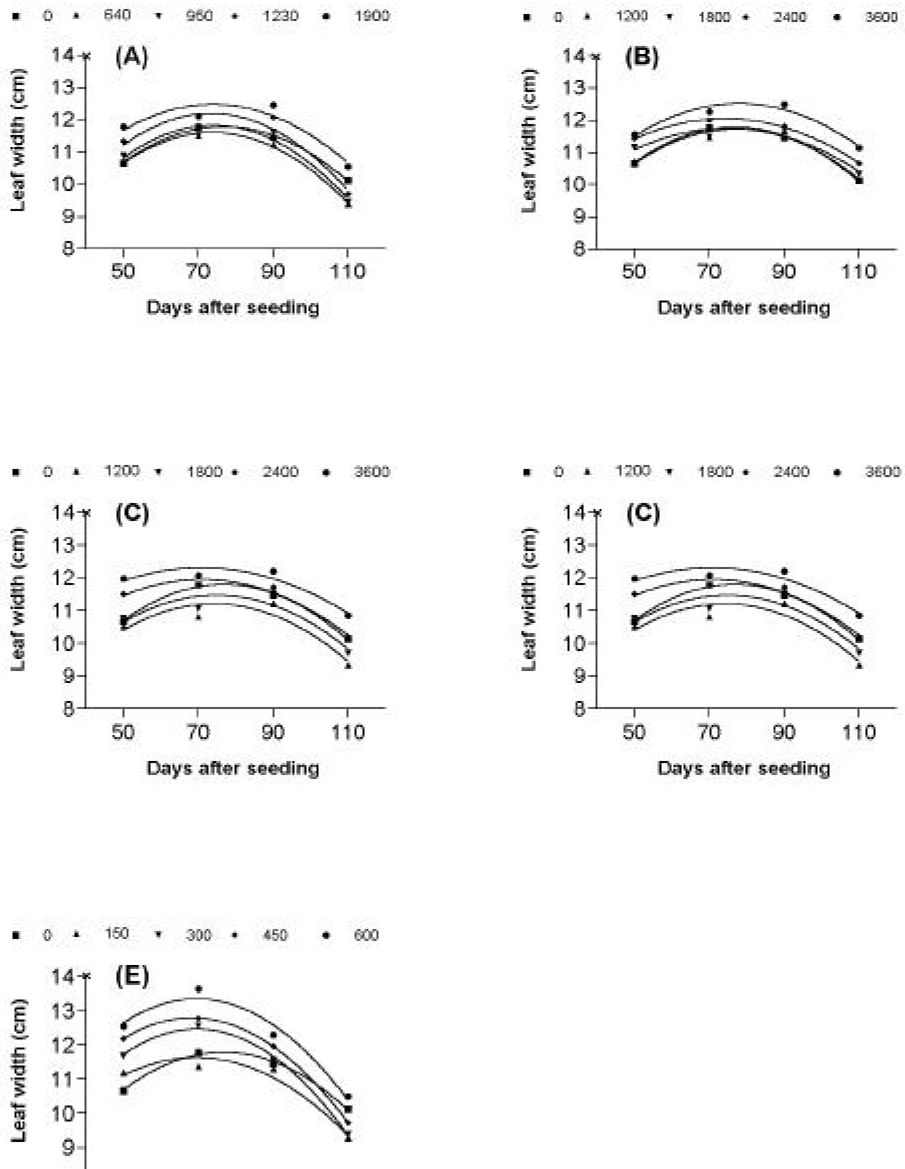

Fig3. Leaf width(cm) perilla according to fertilizer level of manure and organic compost. Human manure(A), cattle manure(B), pig manure(C), biocom(D), myoungsin-bio(E).

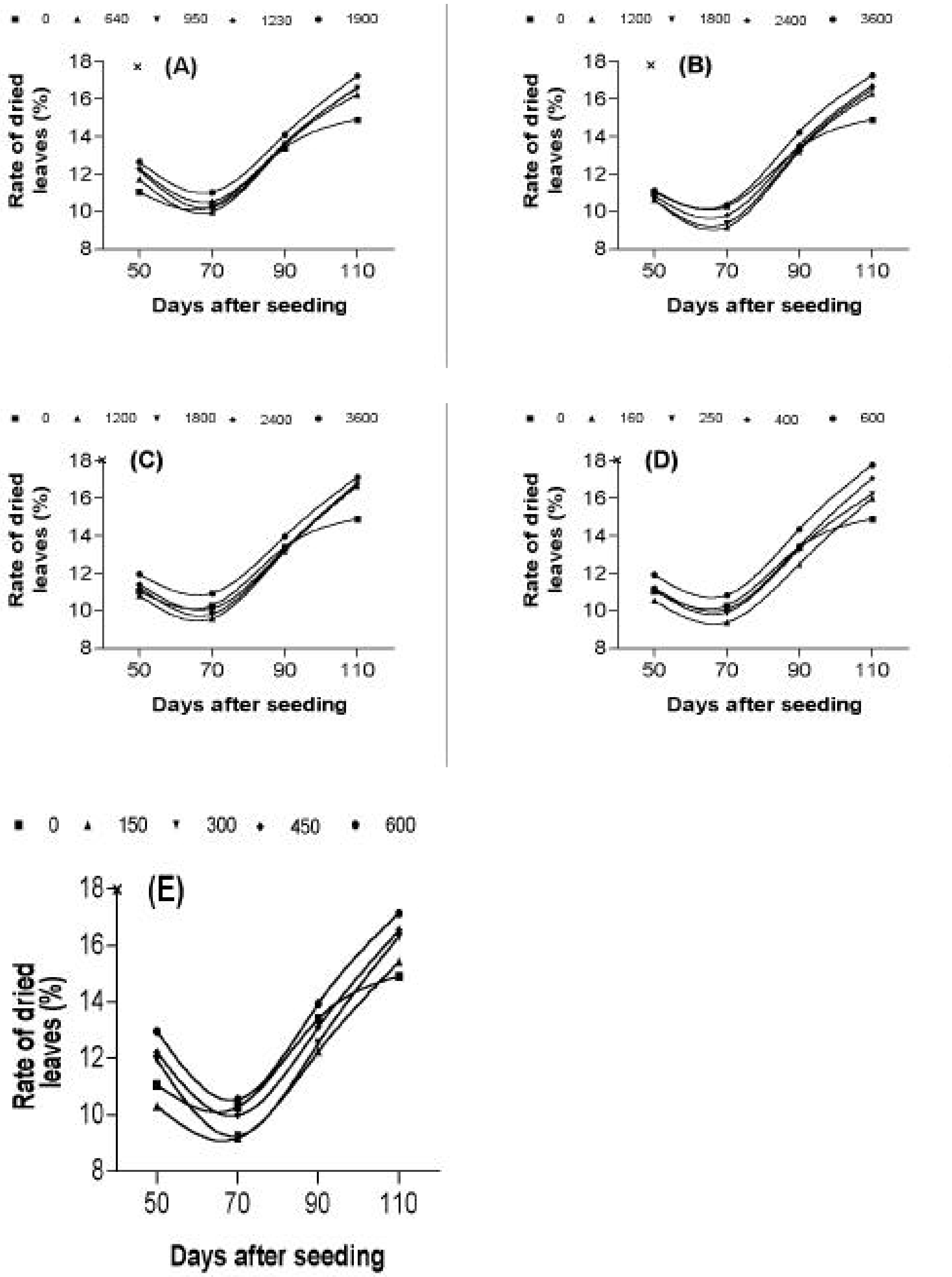

Fig 4. Rate of dried leaves(%) perilla according to fertilizer level of manure and organic compost. Human manure(A), cattle manure(B), pig manure(C), biocom(D), myoungsin-bio(E).

Table 2. The content of inorganic element of the perilla leaf.

	N	P	K	S	Ca	Fe	Mg	Cu	Mn	Zn	Na	C	H
Control	4.38	0.622	3.30	0.76	2.16	0.084	0.610	0.006	0.017	0.010	1.135	45.83	5.98
Human manure	3.89	0.745	3.68	0.41	2.14	0.080	0.737	0.006	0.016	0.009	0.154	45.19	6.06
Cattle manure	4.36	0.691	4.10	0.49	2.06	0.084	0.741	0.006	0.017	0.008	1.140	44.55	6.73
Pig manure	4.34	0.638	3.91	0.24	1.84	0.088	0.711	0.005	0.017	0.009	1.118	44.33	6.30
Biocom	4.55	0.556	4.65	0.36	2.20	0.099	0.763	0.012	0.025	0.014	1.123	44.67	6.08
Myoungsin-Bio	4.29	0.521	3.96	0.25	1.77	0.081	0.810	0.006	0.023	0.009	0.131	44.27	6.09

보다 초장이 큰 160.97cm로 제일 크나 생장의 경향이 고르지 못하고 생장 시기별 초장의 생장 척도가 다른 경향이 있다. 즉 생장 초기에는 풍작, 생장 중기에는 대풍, 생장 후기에는 바이오청이 생장이 빠른 경향이 있는데, 환경조건이 같은 포장이므로 토양의 비옥도의 차이 즉, 부산물 비료의 부숙정도와 영양분의 함량 또는 발효 미생물의 활동에 의한 차이인지 두 요인에 의한 결과라 할 수 있다. 바이오짐을 혼합한 부산물 비료에서 생장 50일에서 공시비료의 전부가 비슷한 초장이었고, 무시비구에 비하여 초장이 증가하는 경향은 있다. 생장 중기부터 바이오청이 다른 부산물 비료보다 초장이 증가하여 생장 후기까지 초장이 157.00cm이고, 바이오 청과 대풍이 아제론과 같이 생장일수에 따라 초장의 순서가 바뀌다가 생장 130일에서는 같은 결과이고, 풍작은 초기 생장은 빠르나 생장 중기, 후기에 느린 결과는 무시비구와 같은 생장에 필요한 작토에 영양분의 결핍 또는 유기물의 부족에 의한 발효 미생물의 활동을 저지한 결과가 아닌가 판단된다. 하이그린J를 혼합한 부산물 비료에서 생장한 50일에서 무시비구를 제외하고 30cm전후의 생장은 무시비구보다 큰 초장이었고, 바이오청은 생장 중기, 후기에 초장의 신장이 증가하여 130일 생장에 초장이 153.43cm이고, 다음은 풍작으로 생장 초기 및 중기는 초장의 생장이 지연되었으나 후기에 급속히 생장하여 바이오청 다음이었다. 그러나 대풍은 풍작의 반대로 생장 초기 및 중기에서 초장의 생

장이 빨랐으나 130일 마지막에 초장이 작았으나 통계학적인 면에서 같은 크기의 초장이었다. 김등은 바이오효소의 엽면시비에서 오이, 고추의 초장확보 효과가 있다고 하였으며, 미생물제를 고추 유묘에 처리하여 생육 촉진 효과 및 역병 발생 억제효과를 조사한 결과 10% 내외의 제품만이 효과가 인정되었다. 박등도 오이에서 배양토에 분말을 혼합처리 결과 초장, 생체중에서 약간의 증가가 있다하였고, 바이오세라믹, 패화석, 맥반석을 처리한 경우 동진벼의 유묘생장에 효과가 크며, 특히 파종 10일부터 초장의 증가를 보였다. 조등 고추의 초장생장에 미치는 균주배양액의 육묘용토내 혼합처리효과를 보면 RB109가 가장 좋았으며 대조구에 비하여 6.3cm정도 증가하였다고 한다. 본 시험에 있어서도 발효미생물의 혼합으로 초장의 생장은 증가하므로 본 실험과 일치의 경향이 많다고 하겠다.

나. 엽수

부산물 비료에 발효미생물을 혼합하여 재배한 잎들깨의 생장 일수 별 채엽한 엽수와 5회 채엽한 엽수의 합계는 그림 2와 같으며, 아제론을 혼합한 결과는 생장 50일부터 풍작이 22매 채엽이고 무시비구는 18.67매로 적었으며, 계속 생장함에 따라 채엽의 수는 부산물 비료와 아제론을 혼합한 구가 채엽의 수가 증가하는 경향이 있으며 생장중기인 90일에도 무시비구보다 발효미생물과 부산물 비료의 혼합 시비구에서 채엽의 수가 증가하는 경향이 있고, 마지막 5회 조사 기인 130일에는 모두가 39매의 채엽수로 비슷한 엽수의 채엽을 하였다. 이는 4회 조사기부터 화아가 분화하기 시작하였으므로 당시 분화된 엽의 성엽으로 생장하므로써 엽의 수는 증가되지 않은 것으로 판단된다. 그리고 5회에 걸쳐 채엽한 엽수의 합계를 보면 무시비구에 비하여 유의성이 있고, 채엽수의 순서는 풍작 224.34매, 바이오청 212.66매, 대풍 210.67매였으며 무시비구는 189매였다. 바이오짐은 부산물 비료와 혼합한 결과 생장 50일에서 바이오청이 24매의 채엽이고 무시비구는 20매의 채엽으로 비슷한 채엽수였으나 생장 70일에서는 5회 채엽중에 제일 많은 채엽을 할 수 있는 생장시기이며, 생장 중기인 90일에는 바이오청과 풍작이 무시비구에 비하여 채엽의 수가 증가하였고, 5회 130일째의 채엽의 수는 풍작, 바이오청은 39.67매의 채엽을 하였으나 대풍은 38.33매, 무시비구는 34매의

적은 채엽의 수였다. 그리고 5회에 걸쳐 채엽한 엽수의 합계를 보면 무시비구에 비하여 많은 바이오청은 222.34매, 풍작은 216.01매, 대풍은 202매였다. 하이그린J는 부산물비료와 혼합한 결과 생장 50일에서 무시비구와 풍작을 제외하고는 비슷한 채엽의 수를 수확하였으며, 생장 70일에는 채엽 5회중에서 다른 발효미생물을 처리한 것과 같이 제일 많은 채엽을 하였다. 생장함에 따라 채엽의 수는 감소하는 경향이 있으며, 마지막 130일 5회 채엽시는 무시비구나 처리 및 시비구가 비슷한 채엽의 결과를 얻었으며, 5회 채엽의 합계는 무시비구는 195매, 풍작, 바이오청 및 대풍은 222매이상의 채엽을 하였다. 김에 의하면 BLCS(생균제)미생물비료의 tomato시비에 따른 과실수, 과일중, 과폭의 증대 효과가 있다하였고, 고추에 BLCS생균제 급여 배설한 구비를 기비로 시비한 결과 과수, 과중 등이 다수확이었으며, 박등은 바이오세라믹, 패화석 및 맥반석을 토마토에 처리하였을 때 엽수의 증가효과가 있다하였고, 김등도 알타리무에 BLCS생균투여계분시용구에서 일반계분시비구에 비하여 1% 수준의 고도의 유의성이 있다하였고 BLCS생균급여시비구에서는 엽수의 증가 경향은 있으나 유의성은 없었다. 본 연구도 시비량의 증가에서는 채엽수가 증가하는 것은 일치하였고 생장기간에 따라 채엽의 수가 비슷한 경우도 있었다.

다. 엽의 길이

부산물 비료에 발효미생물을 혼합하여 재배한 잎들깨의 생장 일수 별 채엽한 엽의 길이는 그림 4와 같으며, 아제론을 혼합한 결과는 생장 50일에서 무시비구가 10.01cm에 비하여 처리 및 시비구에서는 엽의 길이가 무시비구보다 길어지는 경향은 있고 부산물 비료끼리는 11cm의 비슷한 길이로 생장하였으며 생장 70일이 엽의 길이가 길고 무시비구에 비하여 시비 및 발효미생물의 혼합구는 엽의 길이가 20%전후의 신장결과를 초래했고, 생장 90일에도 무시비구보다 바이오청이 14.52cm, 대풍이 14.20cm이고 무시비구는 12cm였다. 5회 조사 130일에서 모두가 비슷한 엽의 길이가 나타났는데 이는 전술한 바와 같이 화아분화 후 생장하므로써 엽의 길이가 비슷한 결과가 아닌가 판단된다. 바이오짐을 혼합한 결과는 생장 50일에서 무시비구의 10cm의 길이에서 시비구와 바이오짐을 혼합한 구는 약 10%이상의 엽의 길이가 신장하였고, 생장함에 따

라 70일에 엽의 길이가 대풍에서 15.86cm로 제일 길며, 여기서도 무시비구에 비하여 20%정도의 엽의 길이가 신장하였으며, 생장함에 따라 엽의 길이가 짧아지는 것은 채엽과 관계있는 것으로 판단되고 또 화아분화와도 관계가 있는 것으로 판단된다. 하이그린 J는 부산물 비료와 혼합한 결과 생장 50일에는 시험구 모두가 비슷한 엽의 길이이며, 생장 70일에는 아제론, 바이오짐과 같이 엽의 길이가 16cm로 제일 길고, 생장90일부터는 점차 엽의 길이가 짧아지는 현상은 환경과 후기의 일장과 화아분화에 따른 영양분의 분산으로 판단되며, 생장 130일에서 모든 구가 11cm의 비슷한 엽의 길이였다. 김등은 바이오효소의 표준농도에서 오이, 고추에서 엽면적의 확보라함은 엽의 길이와 엽의 폭의 증가를 의미하며 BLCS에 의한 과실의 길이가 길어지는 현상이 있다고 하였으며 박 등은 바이오세라믹, 패화석 및 맥반석을 토마토에 처리하였을 때 엽의 길이가 길어지는 현상이 있는 것과 같이 본 시험에서도 무시비구에 비하여 발효미생물과 부산물비료의 혼합구에서 재배한 잎들깨 엽의 길이가 길어지는 것은 본 시험과 일치하였다.

라. 엽의 폭

부산물 비료에 발효미생물을 혼합하여 재배한 잎들깨의 생장 일수 별 채엽한 엽의 폭은 그림 5와 같으며, 아제론을 혼합한 결과는 생장 50일에서 무시비구가 7.89cm에 비하여 아제론과 부산물 비료와 혼합한 구는 9cm이상의 엽의 폭이었으며, 엽의 폭도 생장 70일에 큰 것으로 엽의 길이와 같은 경향이며, 90일부터 엽의 길이와 같이 점차적으로 엽의 폭이 줄어드는 현상은 엽의 길이에서 전술한 바와 같은 것으로 판단된다. 생장 130일에서 모든 구에서 비슷한 엽의 폭이 생장되었다. 바이오짐은 부산물 비료와 혼합한 결과 생장 50일에서 무시비구가 엽의 폭이 8cm정도이나 혼합한 구에서는 9cm 정도의 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있고 생장 70일이 엽의 폭이 제일 넓고 그 후 생장이 지속됨에 따라 엽의 폭은 좁아지는 경향이 있다. 생장 130일에서 보면 모든 구가 8cm정도의 엽의 폭으로써 비슷하였다. 하이그린J는 부산물 비료와 혼합한 결과 생장 50일에서 시비 및 발효미생물 혼합구는 무처리의 엽의 폭이 8cm에 비하여 약 9cm로 10%이상의 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있고, 생장 70일에서는 전술한 바와

같이 엽의 폭이 제일 크고, 생장이 지속함에 따라 점차 엽의 폭이 작아지는 경향이 있다. 생장 130일에서 무시비구는 7cm의 엽의 폭이었으나 모든 처리구에서는 약 8cm로 10%정도 엽의 폭이 컸다. 김등은 바이오효소의 엽면시비에서 오이, 고추에서 엽면적의 확보라함은 길이와 폭의 증가를 의미하며, BLCS생균제에 의한 과실의 폭도 넓어지는 결과가 있다하였고 바이오세라믹, 패화석, 맥반석을 토마토에 처리한 결과 엽폭의 증대 효과가 있었고, 동진벼의 이앙후의 생육에서도 패화석과 맥반석을 처리한 경우 엽폭이 양호하였고, 김등은 BLCS생균제를 급여한 구비의 시비에서 알타리무의 엽폭이 넓어졌다하였다. 이상과 같이 유기물의 종류와 발효미생물의 종류에 따른 혼합 퇴비는 작물이 종류에 따라 생장의 촉진과 또는 유의성이 없는 경우도 있다. 이는 혼합한 퇴비의 무기원소의 함량과 작물과의 관계에 의한 무기원소의 요구량에 따라 차이가 있는 것으로 판단된다.

마. 엽의 건물비율

부산물 비료에 발효미생물을 혼합하여 재배한 잎들깨의 생장 일수 별 채엽한 엽의 건물비율은 그림 6과 같으며, 아제론을 혼합한 엽의 건물비율의 결과는 생장 50일에서 무시비구가 제일 적은 4.78%이고 다음이 바이오청이며, 많은 것은 풍작의 6.15%로 생장 초기에는 수분의 함량이 높은 경향이 있고, 생장 70일에서는 조사기간 중 건물비율이 높은 바이오청이 25.82%로 수분의 함량이 낮고, 무시비구가 생장일수에 관계없이 수분의 함량이 높은 편이다. 생장이 진전됨에 따라 수분의 함량이 높은 편이고 엽의 건물비율은 낮은 경향이 있고, 생장 130일에 건물비율이 높은 것은 대풍이고 무시비구는 10.18%였다. 바이오짐을 혼합한 결과는 바이오청이 건물비율 6.79%이고 그 외의 시험구는 비슷한 엽의 건물비율이고, 생장 70일은 아제론과 같이 건물비율이 제일 높고 무시비구가 18.91%에 비하여 바이오청은 25.91%로 약 30%정도의 증가한 건물비율을 나타내고 있고 생장 90일은 전술한 바와 같이 무시비구에 비하여 건물비율이 증가하는 경향이 있고, 생장 130일에서는 다른 생장 일수에 비하여 건물비율의 차이가 크게 나지 않는 것이 특색인데 이는 전술한 잎들깨의 화아분화와 환경요인에 의한 결과라 판단된다. 하이그린J도 부산물 비료와 혼합한 결과 생장 50일에서 무시비

구가 적은 건물비율이나 다른 시비구와 비슷하며, 생장 70일에서도 아제론, 바이오짐과 같이 건물비율이 제일 많으며, 생장함에 따라 건물비율이 적어지는 원인은 전술한 바와 같은 경향이고 생장 130일에서 모든 구에서 비슷한 건물비율도 전술한 결과 같은 경향으로 판단된다. 김등은 바이오효소를 표준농도로 엽면시비시 오이, 고추에서 건물중의 증가를 확보하였고, 박등도 바이오세라믹, 패화석, 맥반석을 처리한 결과 토마토, 오이에서 건물비율이 증가하였다함은 본 연구와 일치하나 생장기간 별 엽의 건물비율은 차이가 있으나 이는 환경요인에 의한 건물비율 차이이며 생장기간이 같을 때는 무시비구에 비하여 발효미생물을 혼합한 구에서 건물비율이 증가하는 경향이 있다.

바. 줄기 30cm의 직경

부산물 비료 3종류와 발효미생물을 혼합하여 130일 재배하여 지상 30cm부위의 직경은 그림 7과 같으며, 아제론을 혼합한 부산물 비료에 비하여 무시비구는 직경이 8.53mm이고 대풍은 9.92mm로 무시비구에 비하여 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있는데 풍작, 바이오청도 1mm이상 굵어지는 경향이 있다. 바이오짐도 아제론과 같이 무시비구가 직경이 8.67mm에 비하여 부산물 비료에 혼합한 발효미생물구가 대풍 10.23mm, 풍작 9.17mm, 바이오청이 8.94mm 순으로 직경이 굵어지는 경향이 있다. 하이그린J도 다른 발효미생물과 같이 무시비구의 직경이 8.27mm에 비하여 부산물 비료와 혼합한 대풍이 10.04mm, 바이오청이 9.54mm, 풍작이 9mm순으로 직경이 굵어지는 경향이 있다. 상의 결과에서 발효미생물을 혼합한 부산물 비료에서 생장한 잎들깨는 대풍에서 공시 발효미생물을 혼합하여 재배하면 공시 부산물 비료중 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있다. 박등은 배양토에 바이오세라믹이 오이의 경우는 줄기의 직경이 굵어지는 경향이 있고, 수박에서는 굵어지는 영향이 없다고 하였으며, 바이오세라믹, 패화석 및 맥반석을 토마토에 처리한 결과 경경의 증가에 효과가 나타났다고 하였으며, 조등은 균주배양액의 육묘용토내 혼입처리효과를 보면 줄기의 직경도 RB187, 109 및 127을 근권처리한 경우에 줄기의 직경이 두꺼워 졌다하였다. 본 연구에서도 무시비구에 비하여 혼합한 구가 생장정도에 따라 줄기의 직경이 굵어지는 경향과 일

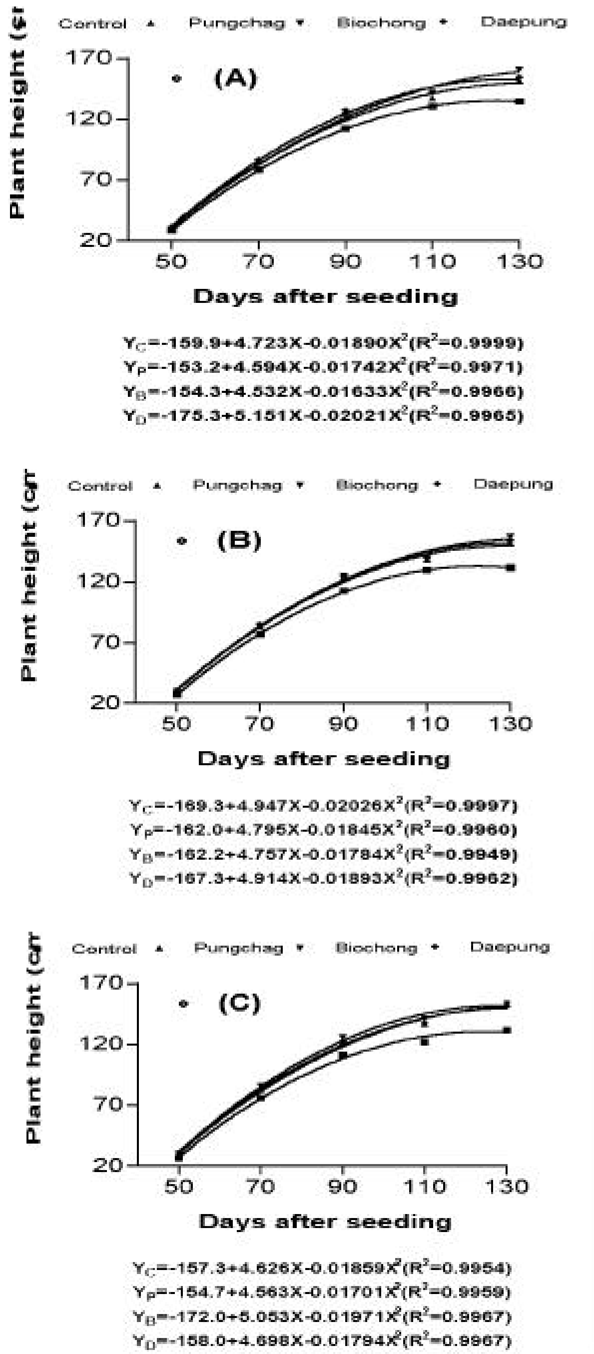

Fig1. The growth curve of perilla according to mixture organic compost and fermentative microbe. (A : Ajelon, B : Biojim. C : Higreen-J)

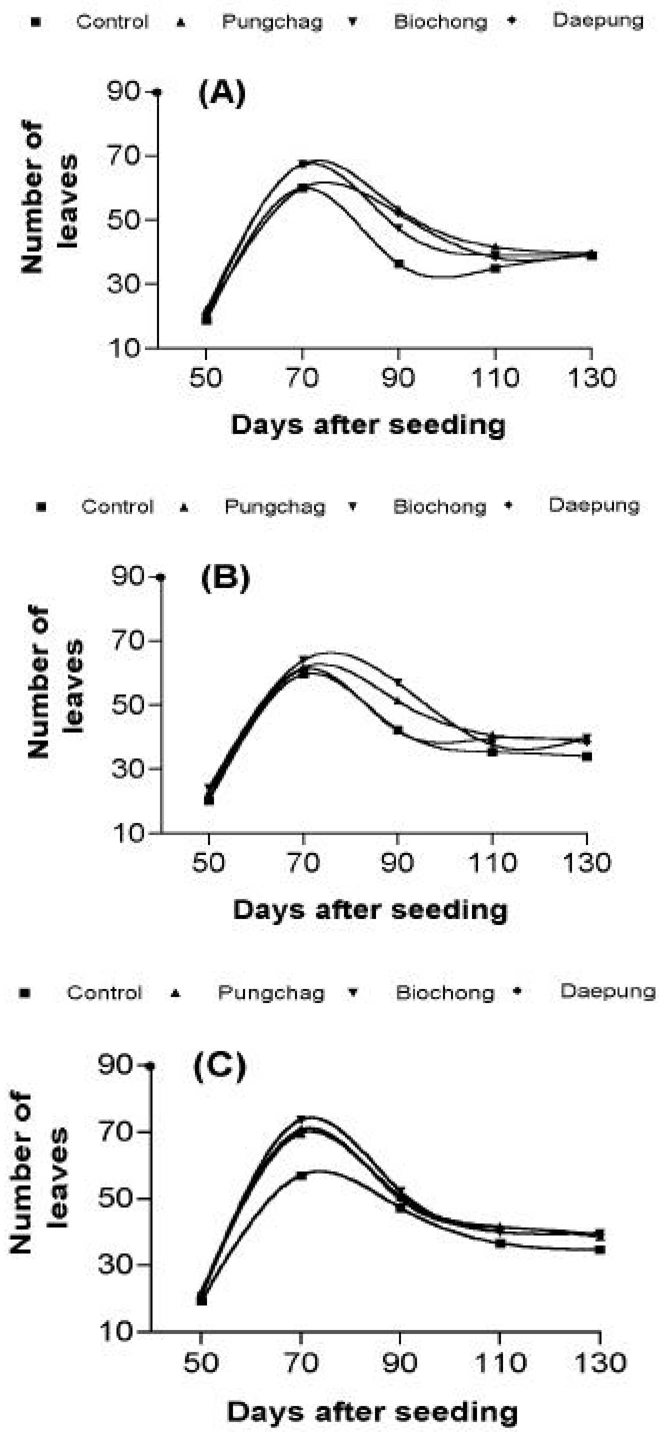

Fig2. Number of harvested leaves according to mixture organic compost and fermentative microbe. (A : Ajelon, B : Biojim, C : Higreen-J)

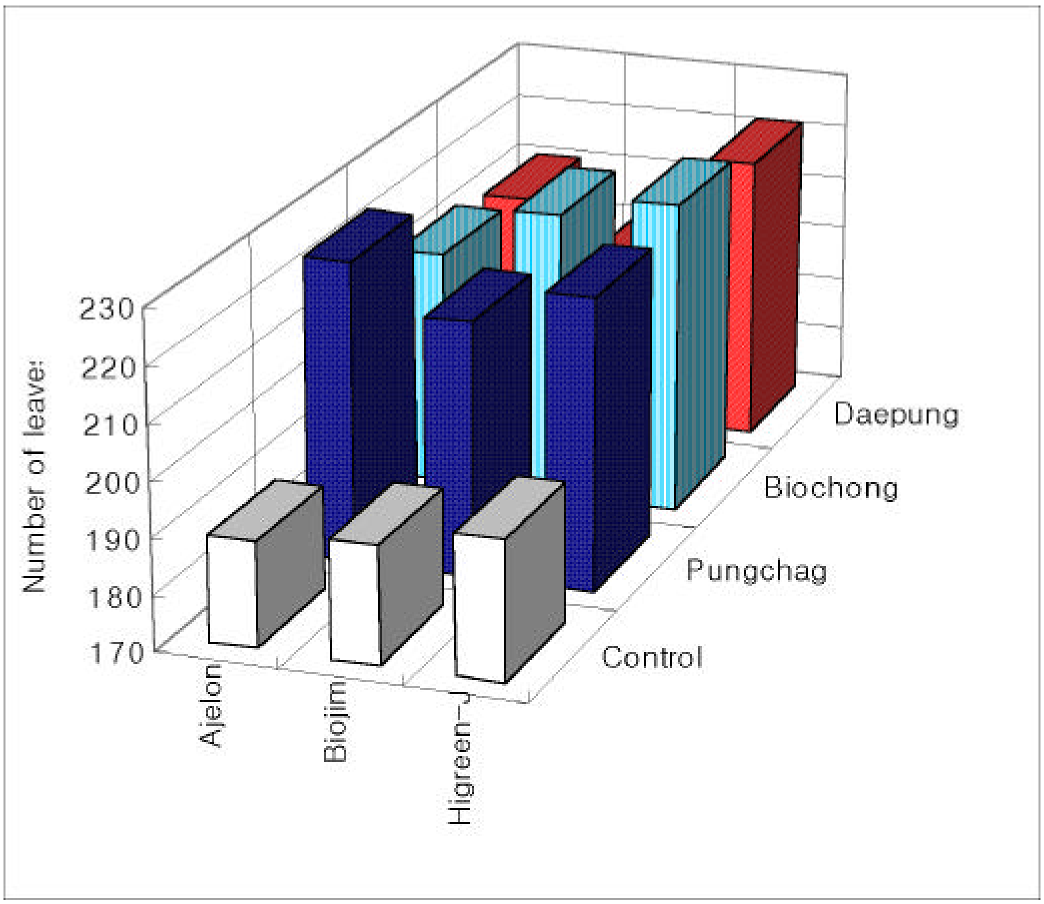

Fig3. The sum total of Number of harvested leaves according to mixture organic compost and fermentative microbe.

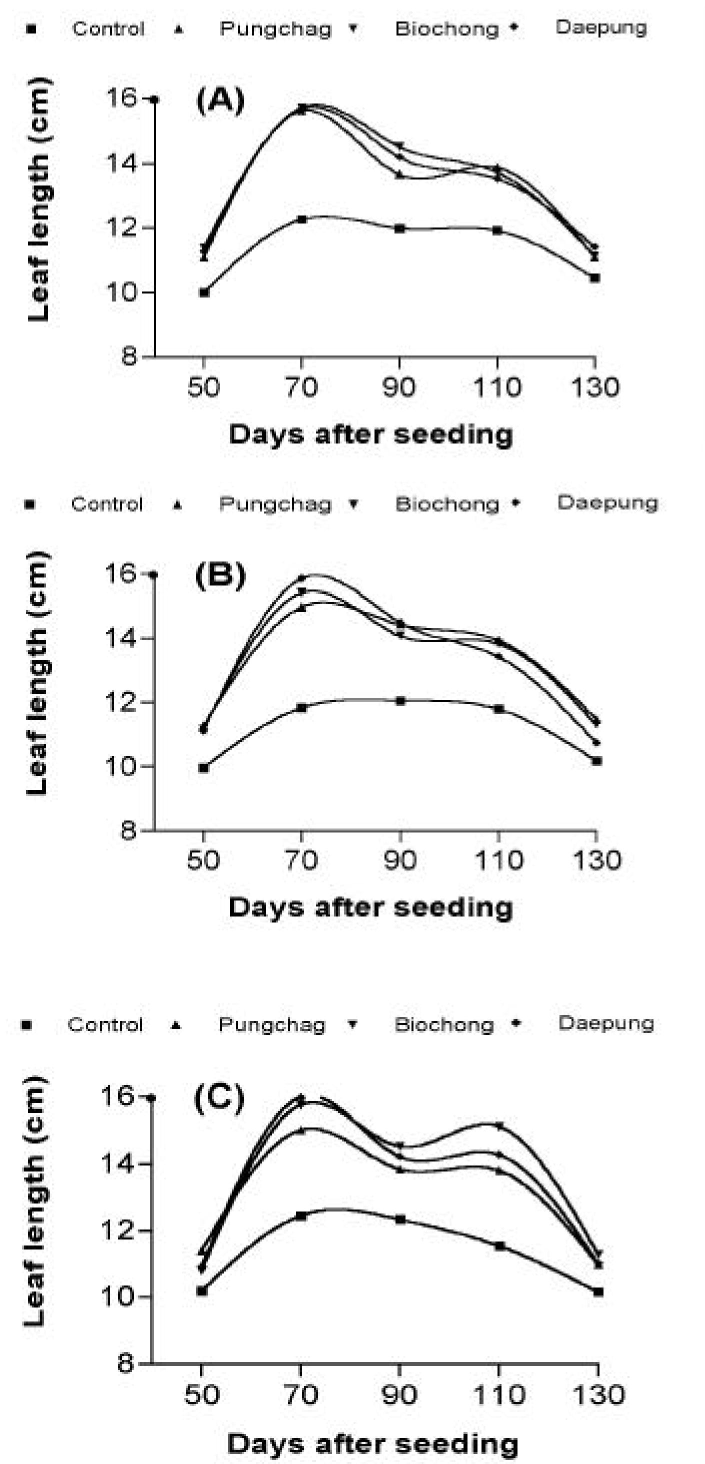

Fig4. Leaf length of perilla according to mixture organic compost and fermentative microbe. (A : Ajelon. B : Biojim, C : Higreen-J)

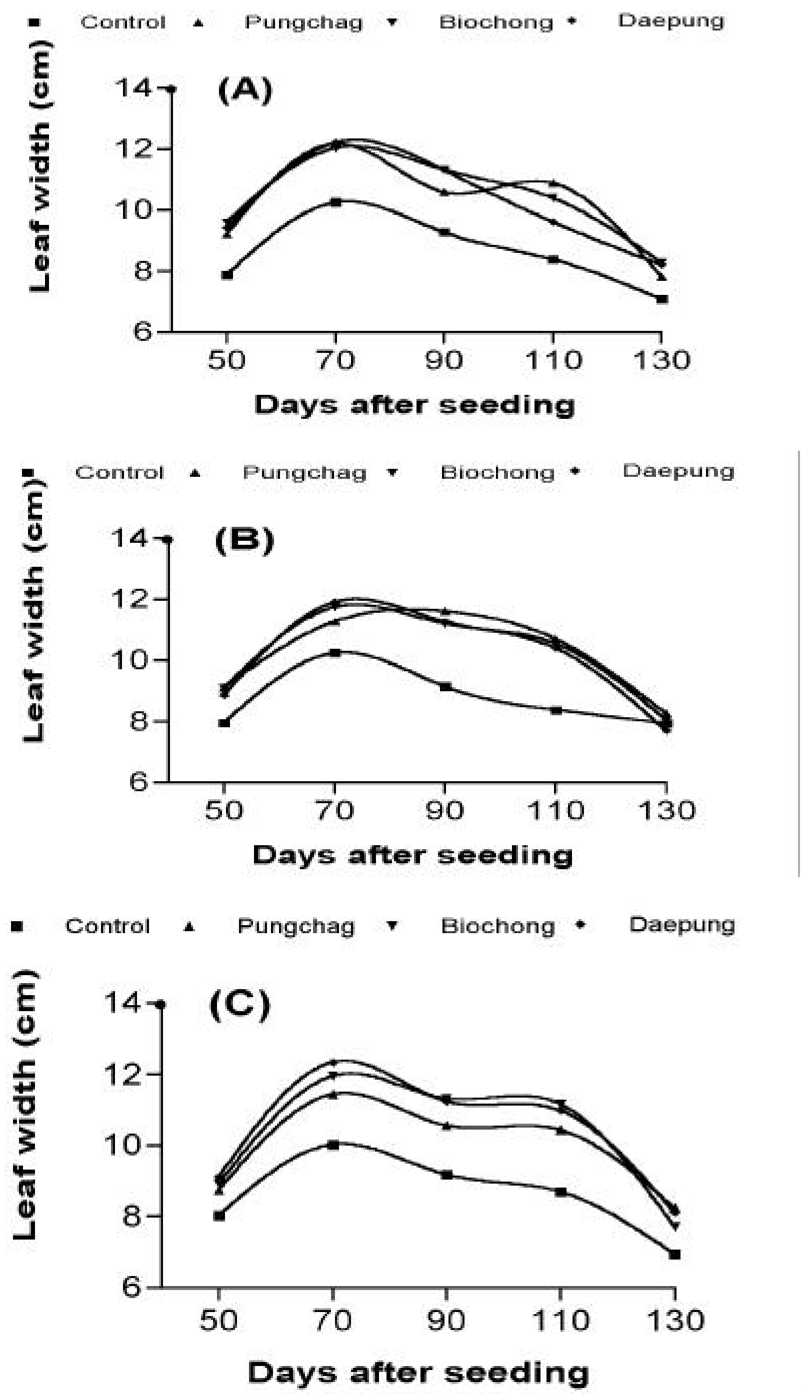

Fig5. Leaf width of perilla according to mixture organic compost and fermentative microbe. (A : Ajelon, B : Biojim, C: Higreen-J)

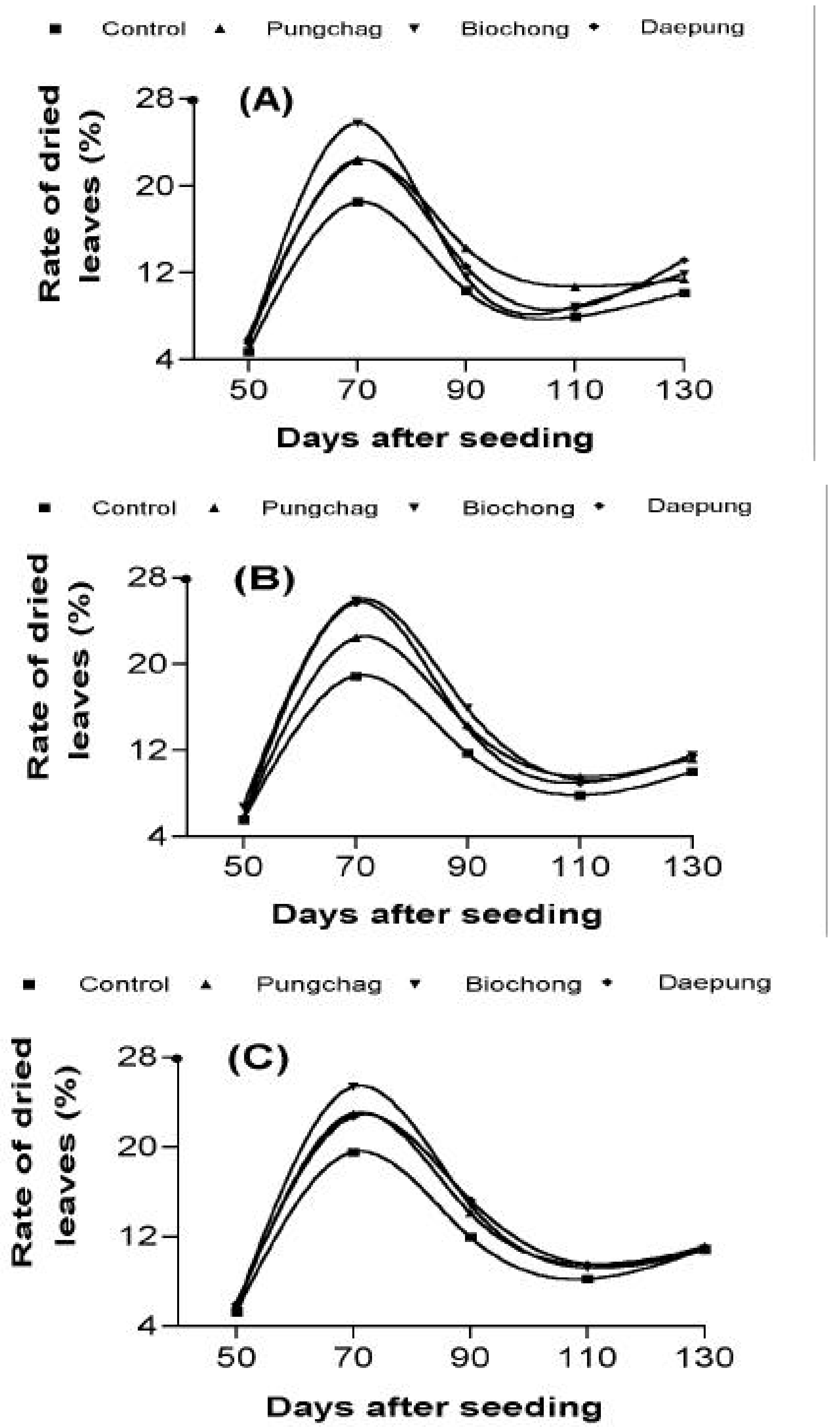

Fig6. The rate of dried leaf weight according to mixture organic compost and fermentative microbe. (A : Ajelon, B : Biojim, C : Higreen-J)

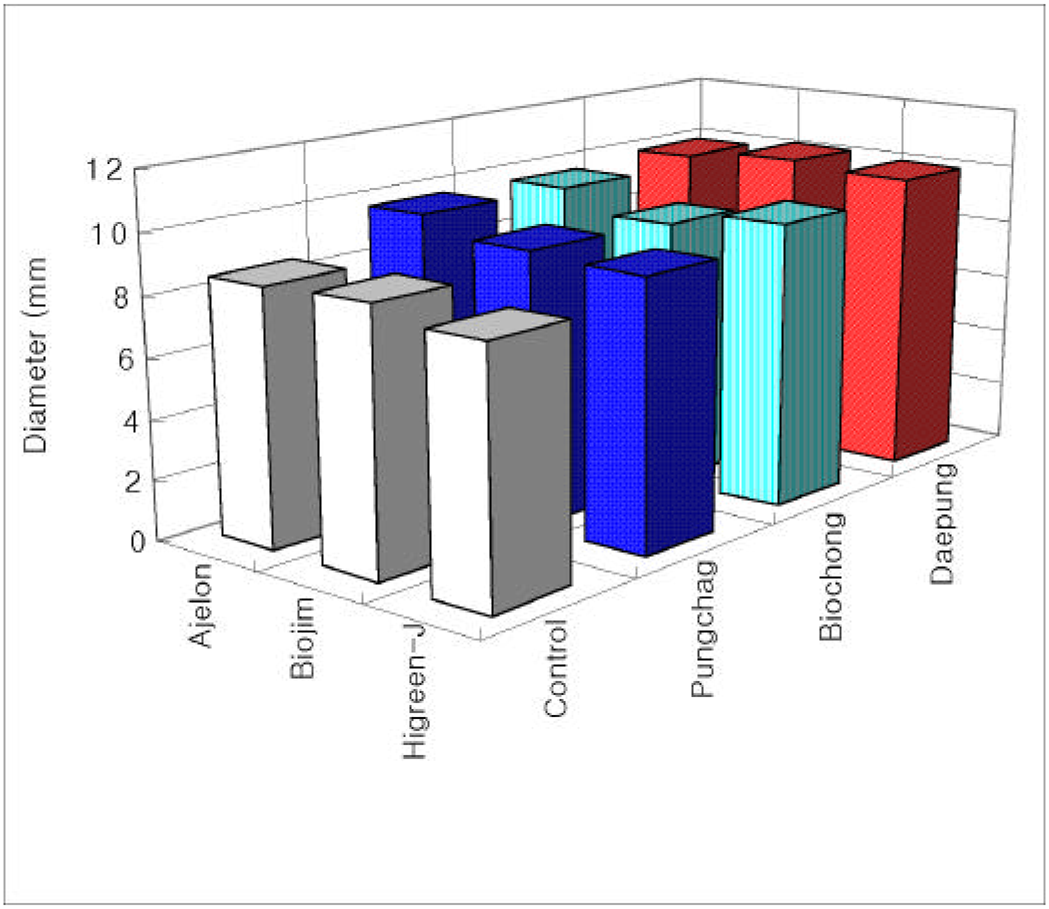

Fig7. Diameter of perilla stem of 30cm above the ground according to mixture organic compost and fermentative microve. (A : Ajelon, B : Biojim, C : Higreen- J)

치하였다.

6. 시비량이 엽특성·채엽수 및 연작과의 관계

가. 채엽 수량

부산물 비료 5종류을 시비량 3개 수준의 기비로 시용하여 생장일수 별 채엽의 수량은 Fig 1과 같으며, 흙나라(A)의 시비량에 따른 생장일수 50일에서 보면 무시비구에서 22.67매의 채엽에 비하여 시비량의 증가에 따른 채엽 수량의 증가는 보이지 않고, 생장일수 70일에서 무시비구에 비하여 시비량의 증가에 채엽수가 71매로 많은 경향이 있고, 생장일수 90일에는 70일에 비하여 채엽수가 적었고 10a당 800kg의 시비구에서 62.33매로 많았으며, 생장110일에는 생장 50일의 채엽수를 제외하고는 제일 적은 채엽수를 나타내었는데 이때부터 화아의 분화가 시작됨으로 채엽의 수가 적은 것이 아닌가 판단되고, 생장 130일에는 채엽에서는 꽃의 수수가 생장한 상태의 본엽을 채엽하므로써 시비량에 따른 유의성은 없고 모두 무시비구를 제외하고는 비슷한 44매 전후의 채엽 수를 나타내고 있다. 사랑(B)의 채엽수의 경향은 흙나라 Fig1의 (A)와 같은 경향으로 생장 70일에 채엽수가 많았고 생장 50일에 제일 적었으나 무시비구나 시비구가 비슷한 채엽수를 보였다. 풍작(C)은 생장 50일부터 무시비구가 시비량의 증가에 따른 채엽의 수가 적었고 생장 70일에는 시비량의 증가와 뚜렷한 차이의 채엽수의 현상이 있으며 생장 90일에서는 시비량이 많은 구를 제외하고 모든 3개의 구가 비슷한 채엽의 수량을 보였으며 생장 110일에는 모든 구가 40매 전후의 채엽의 수를 나타내었고, 생장 130일에는 무시비구보다 시비구의 전체가 채엽의 수량이 증가하는 경향이 있다. 토미(D)는 생장 50일에서 무시비구가 채엽의 수가 적었으나 생장 70일에서는 다른 부산물 비료에서는 채엽의 수가 유의적이었으나 토미에서는 시비량의 증가에 따라서도 채엽의 수가 증가하지 않았으며 생장 130일까지도 채엽의 수가 비슷하여 유의성은 없었다. 대풍(E)은 생장 50일에서 시비량의 증가에 따른 채엽수가 모두 6매가 많았으며, 생장 70일, 90일에서는 10a당 300kg의 시비구에서 무시비구보다 채엽수가 적었으며 이는 대풍내 함유한 영양분이나 다른 요인에 의한 것으로 사료되며, 이

상의 부산물 비료의 시비량에 따른 채엽의 경향은 토미를 제외하고 생장에 따른 채엽의 수는 생장 70일에서 제일 많으며 다음은 생장 90일이었다. 생장일수에 따른 채엽의 수를 부산물 비료와 시비량에 따라 합계한 것은 Fig 2와 같으며, 시비량의 증가에 따른 채엽수의 증가는 무시비에 비하여 증가하는 경향은 대부분 있으나 대풍의 300kg에서 무시비와 비슷한 채엽의 수를 나타내었고, 채엽의 수가 많은 순서는 시비량이 많은 곳의 풍작 252.66매, 흙나라 244.66매, 사랑 231.00매 이며, 시비량을 적게 하더라도 채엽의 수가 많은 부산물 비료는 흙나라였다. 김에 의하면 구비를 기비로 시비한 결과 과수, 과중 등이 다수확 하였으며, 김등도 알타리 무에 BLCS생균투여계분 시비구에서 고도의 유의성이 있다 하였고, 이등은 잎들깨의 채엽시기가 늦어질수록 채엽수가 증가하였다고 하였으며 또 다수의 연구보고에서도 초기에 채엽하는 것보다 생장일수가 많은 후기 에 채엽하는 구에서 채엽수가 많았다고 하였다. 그 이유는 엽의 전개가 완전하고 또한 엽의 증대가 생장 후기를 갈수록 커가기 때문인 것으로 사료됨은 본 연구와 일치한다.

나. 엽의 길이

부산물 비료를 시비량 3개 수준으로 기비로 사용하여 생장일수 별 채엽한 엽의 길이는 Fig 3과 같으며, 흙나라(A)의 시비량에 따른 생장일수 50일에서 보면 무시비구는 9cm대의 엽의 길이이나 시비량의 증가에 따른 엽의 길이는 10cm대의 길이로 증가하는 경향이 있고, 생장 90일에서 엽의 길이가 15.44cm로 제일 크고, 생장 70일과 110일은 엽의 길이가 비슷하였으며, 생장 130일에서는 무시비구의 엽은 제일 작았고, 시비량의 증가에 따른 엽은 10cm대로 생장 50일과 비슷하였다. 사랑(B)은 시비량에 따른 생장일수 50일에서 보면 흙나라와 비슷한 크기이나, 생장 70일에서 보면 무시비구에 비하여 엽의 길이가 증가하는 현상이 있으며, 생장 90일과 110일은 엽의 길이가 비슷한 생장을 하였으며, 생장 130일에서는 생장 50일과 비슷한 엽의 길이었다. 풍작(C)은 전술한 사랑과 비슷한 엽의 길이의 경향이 있으며, 생장 50일에서 무시비구에 비하여 시비량의 증가에 따른 엽의 길이가 증가하는 경향이 있으며, 엽의 길이가 제일 긴 생장일수는 사랑과 같이 생장 70일에서 길이가 증가하는 경향이 있고, 생장

130일에서 무시비구에서 길이가 8. 48cm였으나 시비구의 시비량의 증가에 따른 엽의 길이가 11.14cm로 엽의 길이가 증가하는 경향이 있다. 토미(D)도 사랑, 풍작과 같은 경향의 엽의 길이를 나타내고 있다. 즉 생장 70일과 110일에서 엽의 길이가 증가하는 경향이 있으며, 시비량의 관계없이 엽의 길이가 길어지는 경향이 있으나 생장일수에 따라 엽의 길이가 변화하는 경향도 있다. 대풍(E)은 흙나라와 같은 비슷한 경향은 있으나 10a당 시비량 1200kg를 제외한 시비량구에서는 70일, 90일, 110일 생장에서 비슷한 엽의 길이로 생장하였으며, 생장 130일에서는 생장 50일과 비슷한 10cm전후의 엽의 길이었다. 이상의 엽의 길이를 고찰하면 품질이 좋은 시기를 택하여 채엽을 하면 품질이 고른 엽을 채엽할 수 있고 또한 채엽의 수, 즉 수량의 증가도 꾀할 수 있을 것으로 판단된다. 김등은 오이, 고추에서 엽면적의 확보라함은 엽의 길이와 엽의 폭의 증가를 의미하며, 이등에 의하면 1회 채엽의 길이가 4회까지 채엽 횟수에 따라 직선적으로 감소한다고 하였으나 본 연구에서는 1회는 생장 초기의 엽이고 2회의 채엽의 길이가 제일 길고 그 후부터 엽의 길이가 짧아지는 경향이 있어 차이가 있으나, 임은 토양재배에서 엽장이 10cm이상이 되면 생장이 둔해짐을 보고하였는데 본 시험과 일치하고, 전등은 시비량에 엽의 길이는 일정한 경향을 보이지 않았다고 하였으나 본 시험의 시비량과에서는 차이가 있었다.

다. 엽의 폭

부산물 비료를 시비량 3개 수준으로 기비로 사용하여 생장일수 별 채엽한 엽의 폭은 Fig 4와 같으며, 흙나라(A)의 시비량에 따른 생장 50일에서 보면 무시비보다는 시비량의 증가에 따른 엽의 폭은 넓어지는 경향이 있고, 생장 전 기간의 무시비에서는 시비량의 증가에 관계없이 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있는데, 생장 70일, 90일에서 엽의 폭이 넓은 경향이 있고, 생장 130일에서 엽의 폭이 제일 좁은 7cm대의 엽의 폭이었다. 사랑(B)도 흙나라와 같이 생장일수에 따른 채엽의 엽에서 엽의 폭이 같은 경향이 있으나 다만 흙나라 10a당 800kg 시비구를 제외하면 사랑과 흙나라의 엽의 길이와 엽의 폭도 같은 경향이 있는 것으로 판단된다. 풍작(C)은 생장일수 50일에서 보면 무시비구는 엽폭 7cm대에서 시비량의 증가에서는 9cm대의 엽폭을 보여주고 있고, 무

시비 생장은 어느 조사 일에서도 시비량의 증가에 따른 채엽한 엽에서 엽폭이 넓은 일은 한 곳도 없고 시비량의 증가에 따른 채엽의 엽폭도 유의성없이 비슷한 크기였다. 토미(D)는 무시비나 시비량의 증가에 따른 것이나 비슷한 엽의 폭이며, 그러나 생장 70일, 90일에서 채엽한 엽의 폭이 넓어지는 경향이 있고, 채엽의 엽의 폭이 좁은 것은 생장 130일의 마지막 채엽한 엽이며 다음은 생장 50일 엽이었다. 대풍(E)도 무시비에 비하여 시비량의 증가에서 채엽한 엽의 폭이 넓었으며 생장 70일, 90일, 110일의 3회 채엽시의 엽의 폭이 비슷하였으며, 작은 엽의 폭은 마지막 채엽의 엽의 폭이고, 다음은 생장 50일 채엽한 엽이었다. 김등은 구비의 시비에서 알타리 무의 엽폭이 넓어졌다고 하였다. 또한 김등 바이오효소의 엽면시비에서 오이, 고추에서 엽면적이 확보라함은 엽의 길이와 폭의 증가를 의미하며, 김은 엽의 길이와 엽의 폭 비(LW)비는 생체중과 높은 상관을 보였고, 엽의 길이와 엽의 폭 간의 상관으로 잎들깨는 길이와 폭의 생장이 동시에 이루어져 그의 모양이 타원형과 유사함을 추측할 수 있다고 하였다.

라. 시비량의 산출

경작지에서 작물의 재배는 매년 작물이 흡수한 만큼의 영양을 되돌려 주어야 연작의 피해 즉 기지현상이 일어나지 않도록 매년 주기적인 유기질 비료의 시비가 있어야 될 것이다. 그러나 한 해 부식의 소모량을 한 마디로 말하기는 어렵다. 즉 토양 수분 함량, pH, 지온, 미생물량, 공극량 등 여러 가지 조건에 따라 분해되는 양이 천차만별이다. 대체적으로 밭의 조건에서는 600 2000kg/10a이 소모되는 것으로 알려져 있으나 비닐하우스와 같은 온도가 높고, 집약적인 경지에서는 더 많은 유기물이 소모될 것으로 생각된다. 우리 나라 경지 내에는 보통 부식의 함량이 3% 이하 이므로 가능한 유기질 비료의 시비량의 증가는 좋은 결과를 가져 올 것이다. 이와 같이 토양의 조건에 따라 시비량의 차이가 나게 되므로 재료 및 방법에서 제시된 2가지 시비 방법에 준하여 계산하면 다음과 같다. 작물시험장의 지역별 들깨의 시비량 시험에서 N:P:K의 10a당 성분량 시비량은 4:3:2kg의 시비를 권장하나 척박지의 경우는 시비량을 50% 증시해도 가능하다고 하였다.

1) 간편법의 시비량

간편법에 의한 시비량의 산출법을 간단히 요약하면, 먼저 3요소적량시험을 하고, 10a당 필요량을 결정한다. 이 소요 성분량을 사용할 비료의 이용율로 나누고 100을 곱하여 비료의 성분량을 산출한다. 이 성분량을 사용할 비료의 성분함유량으로 나누고 이에 100을 곱한 것을 그 비료의 시비량으로 한다. 이와 같은 방법의 예를 들면 다음과 같다. 재료 및 방법의 Table 2에서 흙나라의 시비량의 계산은 들깨의 보통 경작지의 N:P:K의 성분량의 시비량은 4:3:2kg을 시비한다고 보고 계산하면,

	N(%)	P_2O_5(%)	K_2O(%)
흙나라	7.27	6.15	5.40

먼저 시비량 100kg중의 3요소를 계산하며 다음과 같고,

N, 100kg×0.0727(흙나라N함유량)=7.27kg

P_2O_5, 100kg×0.0615(흙나라P_2O_5함유량)=6.15kg

K_2O, 100kg×0.0540(흙나라K_2O함유량)=5.40kg

들깨에 대한 부산물 비료의 이용율을 곱하여 유효량을 산출한다.

N의 유효량 7.27kg×0.3=2.181kg

P_2O_5의 유효량 6.15kg×0.25=1.5375kg

K2O의 유효량 5.40kg×0.5=2.7kg

(N의 이용율 50%, P_2O_5의 이용율 25%, K_2O의 이용율 50%)

이상과 같이 계산한 결과 들깨의 생장에 필요한 3요소의 양이 N은 2.181kg이고, P_2O_5는 1.5375kg, K_20는 2.7kg이니 전술한 N:P:K의 장려시비량에 비교하면 N는 2.181-4=-1.819kg, P_2O_5는 1.5375 -3 = -1.4625kg가 시비량에서 부족하고, K_2O는 2.7-2=0.7kg가 과다하게 시비된다. 부족한 N과 P_2O_5는 유기질의 퇴비로 시비하려면 K_2O가 함유되지 않은 퇴비를 시비해야 되므로 그것은 불가능하므로 부득이 화학비료를 생장

의 정도에 따라 기비나 추비로 시비해야 된다.

N의 부족량 1.819kg을 요소로 보급하면(이용율 64% 가정)

1.819×100÷64≒62.842kg

요소 중에 함유되어 있는 N의 함량은 46.66%이므로 실제 보급량은

2.842×100÷46.66≒6.09kg

P_2O_5의 부족량은 1.4625kg을 과인산석회로 보급하면(이용율 25% 가정)

1.4625×100÷25≒5.85kg

과인산석회 중에 함유되어 있는 P_2O_5함량은 16%이므로 실제 보급량 계산.

5.85×100÷16≒36.5625kg

이상의 계산에서 10a당 흙나라 100kg 시비후 부족분의 N와 P_2O_5는 화학비료인 요소 6.09 kg과 과인산석회 36.5625kg을 병용 사용하면 장려시비량 N:P:K의 4:3:2의 시비량이 된다.

2) 시비방법의 모델

시비추천의 목표는 비료를 적게 시용하면서 최대의 수확을 기대하는 것이다. 시비방법의 모델을 작물 양분요구도와 토양검정에 의한 토양의 특성을 감안하여 시비방법의 모델을 개발하는 것으로 밭토양은 3요소, 석회, 심경, 퇴비등을 대상으로 하고 있다. 유지 2작물의 시비추천량의 모델이 개발되면 주문비료를 만들 수 있어 권장하고 있다. 2개의 유지작물 중 들깨의 질소추천량은 주로 유기물함량에 따라 시비추천량이 결정되고 있다. 잎들깨의 10a당 N의 추천량은 표준시비량은 20kg이며, 토양내 부식함량이 2.0%이하일 때는 18.7kg, 부식함량이 2.1 3.0이하일 때는 15.6kg, 부식함량이 3.1%이상일 때는 12.5kg의 질소 시비를 해야 한다는 것이다. 이에 따른 잎들깨 연작 4년의 토양 내 부식함량이 0.85%이므로 이에 따른 공시 부산물 비료(Table 2)중 흙나라의 N시비량은 다음과 같다. 흙나라 비료(X)×0.0727=20kg

위의 계산에 의한 부산물 비료의 시비량은 275.10 kg이상을 시비하면 표준시비량 약 20kg의 성분량 시비가 되는 것이다. 인산비료의 추천량은 10a당 4.3kg이 표준시비량

이며, 경지내 유효인산함량(mg/kg)이 300mg/kg일 때 11.4kg의 인산성분의 비료를 시비하면 된다. 시비의 추천식의 모델을 보면

$$Y=225.42-0.37X$$

Y: 인산시비량 (kg P/ha)

X: 토양유효인산 (mg/kg)

공식의 면적의 단위가 ha(1ha=100a)이니 계산시비량의 10%가 10a의 인산 시비 성분량이 된다. 가리비료의 표준시비량은 10a당 9.2kg이며, 경지내의 토양검사 결과 토양치환성칼리염기비(K/ √(Ca+Mg)가 0.3일 때 가리의 성분시비량은 약10kg의 가리성분의 비료를 시비하면 된다. 시비의 추천식의 모델을 보면

$$Y=220.00-371.19X$$

Y: 가리시비량(kg, K/ha)

X: 토양검정치

인산과 같이 공식의 면적의 단위가 ha이나 계산 시비량의 10%가 인산과 같이 가리의 시비 성분량이 된다. 이상의 시비량 계산의 2개의 예를 들었으나 작물의 종류에 따른 수량의 목표량과 재식 작물이 필요 양분량, 토양의 천연공급량, 비료종류에 따른 이용율, 비료의 성분함유율, 유기질비료의 시용 등에 의하여 일율적으로 시비량의 계산은 정확한 정답은 없는 것이다. 그러므로 비료의 종류에 따라 시비량의 차이가 많이 나는것은 당연한 지사이다. 정등은 작물 100kg의 생산에 벼는 N은 2.39kg, P_2O_5는 0.87kg, K_2O는 1.98kg, 배추는 N 0.43kg, P_2O_5 0.14kg, K_2O 0.46kg이 필요하다고 하였고, 자급비료의 함유 성분량을 보면 퇴비구는 N가 0.4%, P_2O_5 2.9%, K_2O 1.8%, 계분(건조) N3.8%, P_2O_5 4.6%, K_2O 2.0%의 함유 성분량이다. 같은 계분이라도 수분을 포함했을 때와 건조시의 성분량의 차이는 바로 시비량의 차이로 연결된다. 또한 유기질비료의 흡수율을 보면 중숙퇴비는 N 13%, P_2O_5 18%, K_2O 50%, 수적퇴비는 N이 0% 이므로 부숙과정에서 미생물의 먹이가 되는 결과를 의미한다. 즉, 같은 퇴비라도 부숙의 정도에 따라 흡수율의 차이가 있다는 것이다. 이상의 결과에서 경작지의 3요소의 비료를 정확한 수학 공식과 같은 식으로 계산하여 N, P_2O_5, K_2O를 시비한다는 것은 어려운 일이

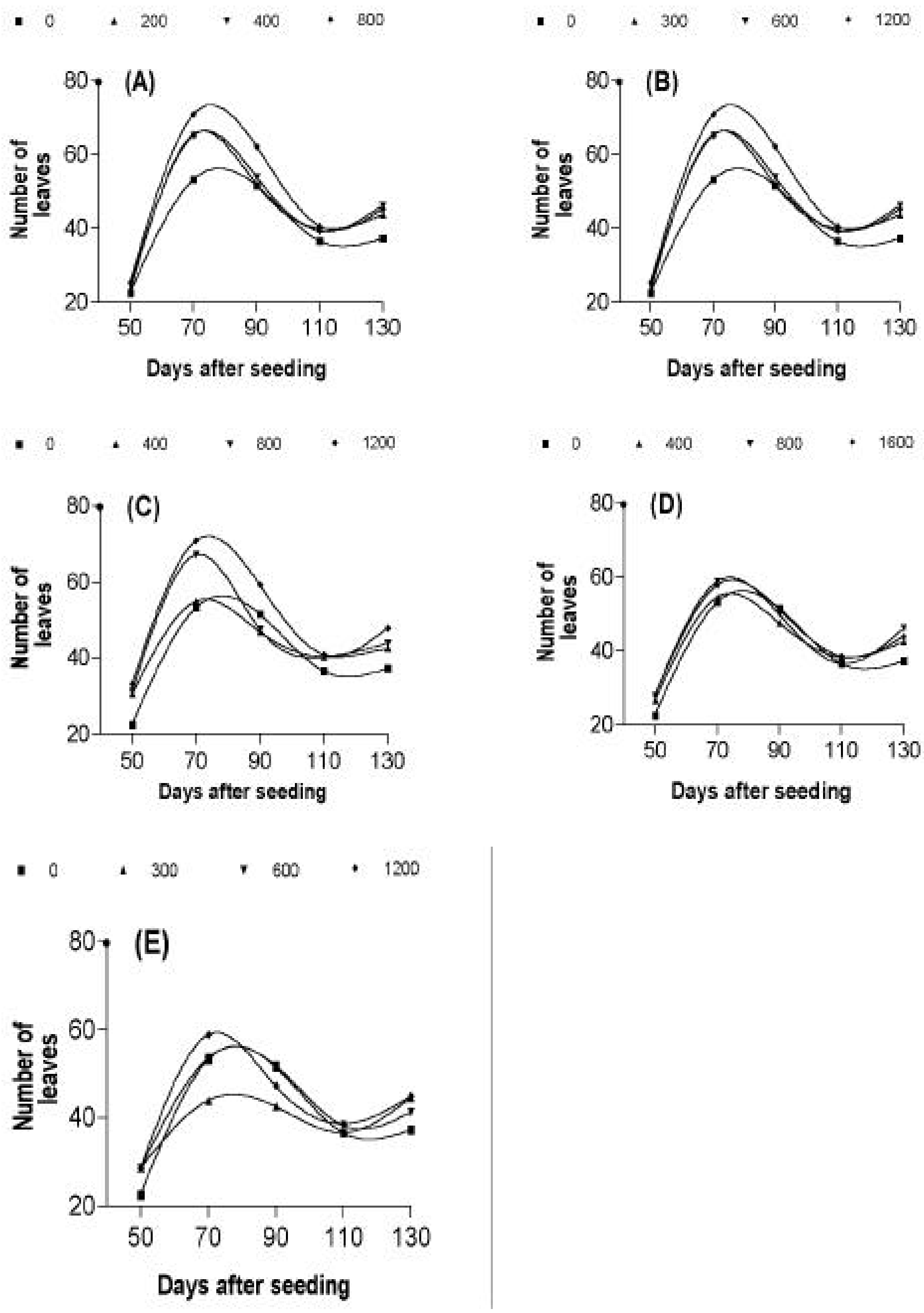

Fig1. Number of harvested leaves according to fertilizer level of organic compost.
(A : Heulgnara, B : Sarang, C :Poongjag, D : Tomi, E : Daepoong)

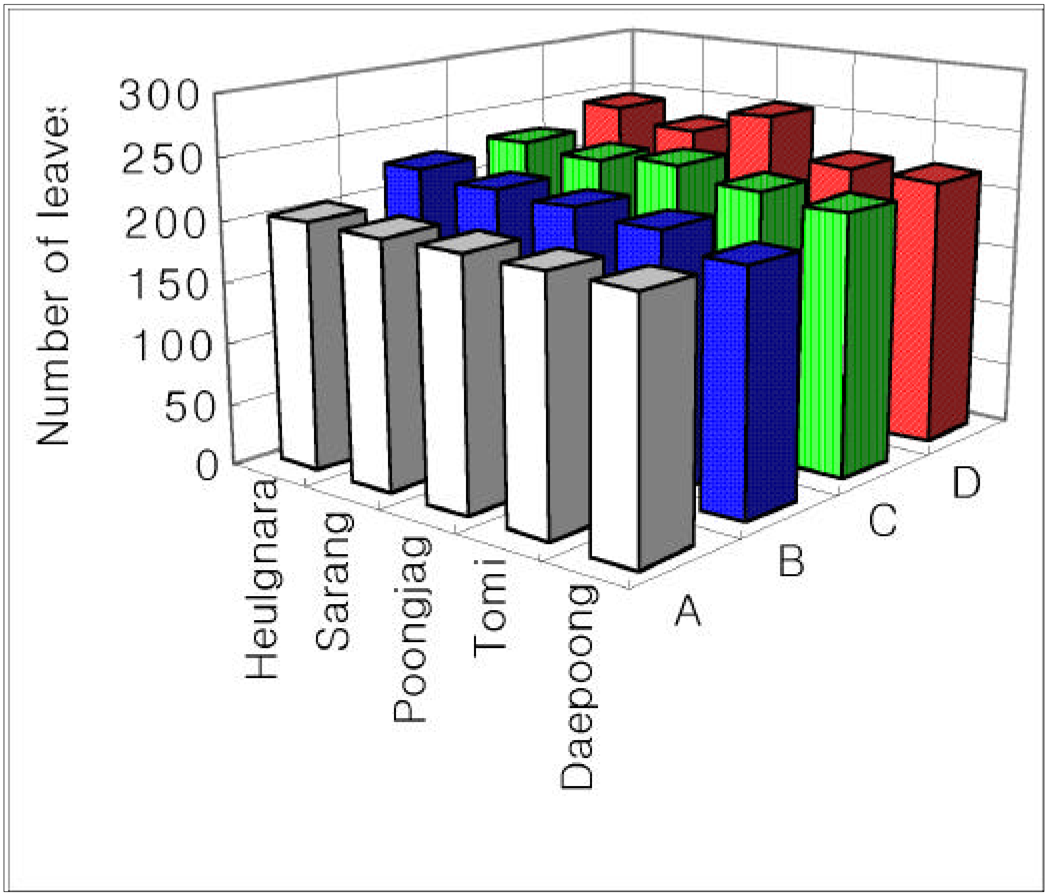

Fig2. The sum total of number of harvested leaves according to fertilizer level of organic compost. Heulgnara : A -Control, B - 200kg, C - 400kg, D - 800kg Sarang : A - Control, B - 300kg, C - 600kg, D - 1200kg Daepoong : A - Control, B - 300kg, C - 600kg, D - 1200kg Poongjag : A - Control, B - 400kg, C - 800kg, D - 1600kg Tomi : A - Control, B - 400kg, C - 800kg, D - 1600kg

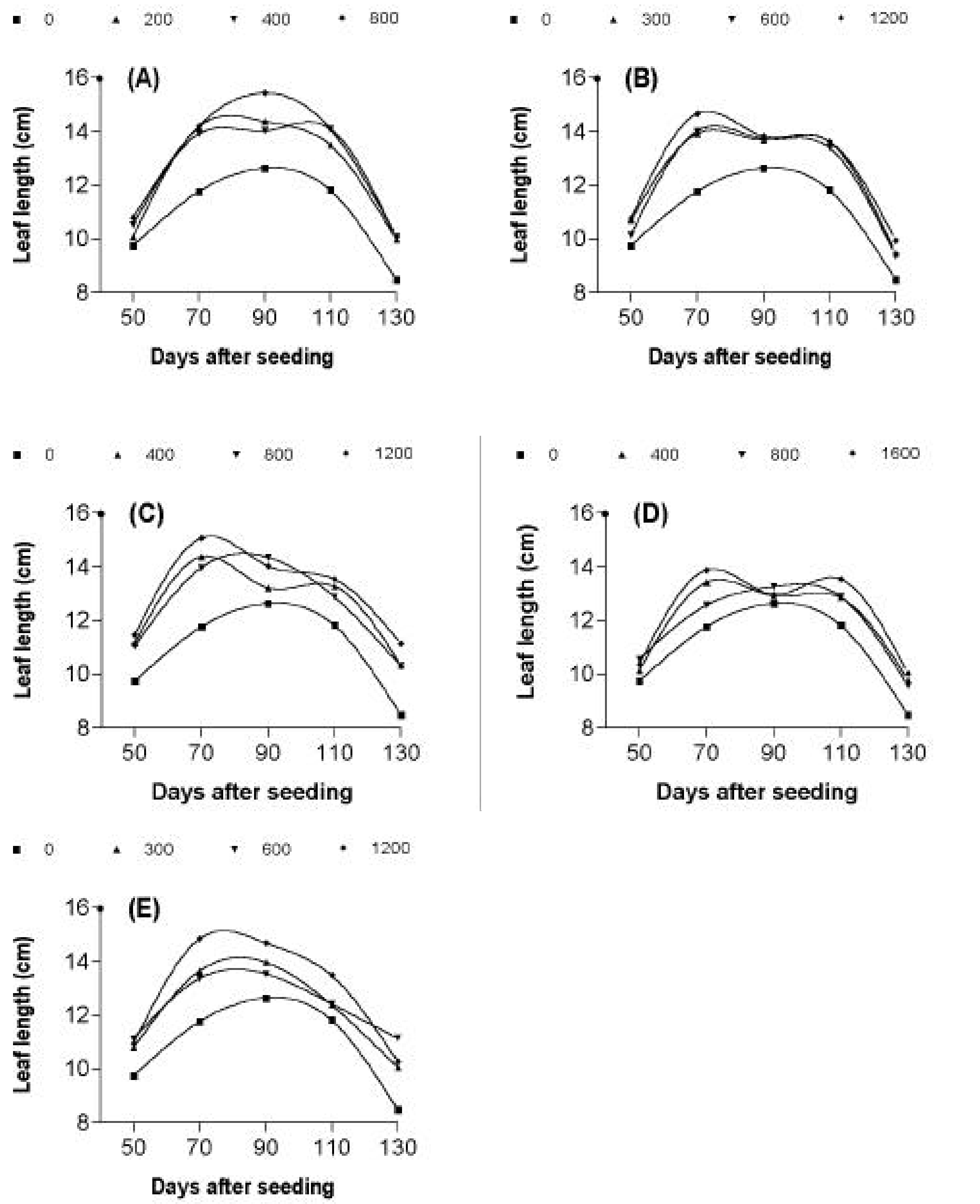

Fig3. Leaf length(cm) according to fertilier level of organic compost.

(A : Heulgnara, B : Sarang, C :Poongjag, D : Tomi, E : Daepoong)

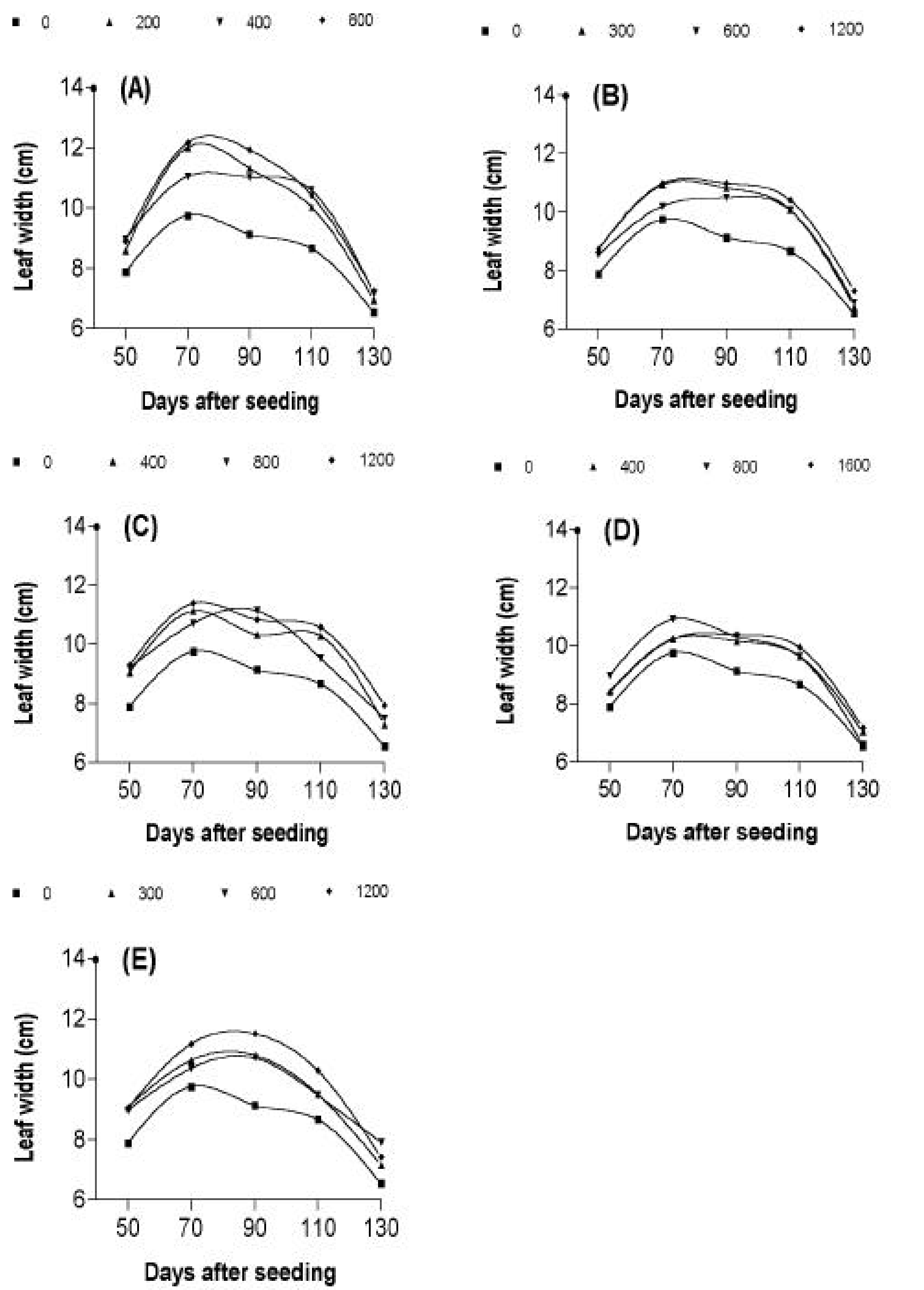

Fig4. Leaf width(cm) according to fertilizer level of organic compost.
(A : Heulgnara, B : Sarang, C :Poongjag, D : Tomi, E : Daepoong)

므로 재배농이 매년 경작하는 토양의 비옥도, 천연 공급량을 감안하여 소개된 시비량의 산출에 의하여 대량생산과 품질 좋은 농산물의 생산이 바람직하다고 하겠다.

제4절 참고문헌

1. Ahn, P. R. and Yasuda Shigeru. 1996. Case Study on Organic Agricultural Techniques Japan. Organic Agriculture, **5(1)**. p. 67-77
2. Appelqvist, L.A. 1963. The effect of growth Temperature and stage of development on the fatty acid composition of levels, siliques and seed of Zero-erucic acid breeding lines of Brassica napus. Physiol. Plant. **25**. p.493 - 502.
3. Bang, J. K., Lee, J. I. and Han, E. D. 1990. Effects of leaf Harvest Number and Time on Agronomic Characters and Grain Yield in Perilla. Crop Science, **35(6)**. p.539-542.
4. Bin, Y. H., Choe, Z. R., Yang, M. S. and Kim, S. H. 1988. Effects of Date and Degrees of Defoliation on Seed Yield and Fatty Acid Composition of Perilla.(*Perilla ocymoids* L.) Crop Science, **33(2)**. p. 182-188.
5. Choi, S. K. and Lee, J. I. 1991. Effects of Planting Dates on Major Agronomic Characteristics and Yield of *perilla frutescens* var. actua KUPO. Crop Science, **36(2)**. p. 143-146.
6. Chung, K. S., Sohn, S. M. and Lee, Y. G. 1996. Environmental Friendly Function and Safe Food Production by organic Agriculture in Europe. Oragnic Agriculture, **5(1)**. p45-54.
7. Kim, H. and Heo, S. W. 1997. A Case Study on Management Situation of Processing Factories for Organic Farming Products. Organic Agriculture, **6(1)**. p.11-24.

8. Kim, H. G., Seo, B. S. and Chung, S. J. 1997. Effects of Compost Mixed with Microorganism Compost Fermented on the Seedlings Growth of Tomato and Red Pepper. Organic Agriculture, **5(2)**. p. 129-140.

9. Kim, K. J., 1997. Effect of Slow-Release Nitrogen Fertilizers to Reduce Labor Effect of Slow- Release Fertilizers on Yield of Lettuce. Organic Agriculture, **5(2)**. p.85-91.

10. Kim, Y. H., Gan, J. B. and Lee, C. S. 1998. Modeling of efficient fertilizer application for precision farming. Strategies for Improvement of Agricultural Environment and creation of the Venture Businesses from Agricultural Chemistry. Agricultural Chemistry and Biotechnology, p. 75-91.

11. Kwon, S. H. 1996. Method of the Agricultural experiment. SunJin MoonHwaSa. pp. 186-195.

12. Han, S. I., Gwag, J. G., Oh, K. W., Pae, S. B., Kim, J. T. and Kwack, Y. H. 1997. Flowing and Maturing Response to Seeding Date and Short-day Treatment in Vegatable Perilla. Corp Science, **42(4)**. p. 466-472.

13. Haug, R.T. 1993. The practical handbook of compost engineering, Lewis Publishers, pp.205-230.

14. Jun, D. W., Ku,J. H., Lee, Y. B., Lee, J. S. and Moon, C. S. 1998. Effect of Growth and Yield of Tomatoes and Changes of Soil Nutrients. Environmental Agriculture, **17(3)**, p. 254-259.

15. Lee, H. J., Cho, J. S., Bahn. K. N., Heo, J. S. and Shin, W. K. 1998. Changes of the Physico-Chemical and Microbiological Properties during Composting for Composting of Sewage Sludge. Environment Agriculture. **17(1)**. p. 16-21.

16. Lee, H. J., Cho, J. S., Lee, W. K., and Heo, J. S. 1997. Effects of Municipal sewage and Industrial Waste water Sludge Composts on Chemical Properties of Soil and Growth of Corn Plant. Environmental Agriculture, **16(3)**, p.220-226.

17. Lee, J .I., Bang, J. K. and Park, H. W. 1989. Effects of Defoliation Time and Degree on Leaf and Grain Yield. Crop Science, **34(4)**. p.390-395.

18. Lee, Y. B., Bae, H. J. and Park, S. H. 1997. Effect of Fertilization on UV-B Sensitivity of Cucumber Plant. Environmental Agriculture. **16(3)**. p. 227-232.

19. Seo, G. S., J, J. S. and Choi, C. Y. 1986. The Effects of Fertilization Level on the Growth and Oil Quality in Sesame. Crop Science. **31(1)**. p. 24-29.

20. Seong, N. S., HAn, E. D. and Woo, Y. S. 1987. Effects of Stem Extracts from Perilla and Buckwheat on Seed Germination and Seedling Growth of Barnyard grass and Chinese Cabbage. Crop Science, **32(4)**. p.443-446.

21. Sohn, B.K., Hong J. H., Park, K. J., Yang, W. M., Kim, K. Y., and Rim, Y. S. 1997. Emission of CO_2 and NH_3 from Mixed Composting Cattle Manure with Rice Hull by Static Pile Methods, and Growth of Tomato on It under Greenhouse Condition. Environmental Agriculture, **16(2)**,p.119-123.

22. Sohn, S. M., Han, D. H. and Kim, Y. H. 1996. Chemical Characteristics of Cultivated by the Conventional Farming Greenhouse Cultivation and Organic Farming and Accumulation of NO_3 in Chinese Cabbage and Lettuce. Organic Agriculture, **5(1)**. p. 149 - 164.

23. Sohn, S. M. and Oh, K. S. 1993. Study on Utility of Nitrate Content in Edible parts of crops as an Indicator of Simplified Judgement for Superior Agricultural products by Low Nitrogen input. Organic Agriculture, **2(1)**, p.2-15

24. Yoo, D. K. 1998. Effectual Management of a Cooperative Tank for Livestock Waste. Organic Agriculture. **6(2)**. p.1-12.

25. **磯部勝孝**, 1997. **作物栽培にけるVA菌根菌の利用とその 効果**, **農耕と 園藝**, pp.51-53.

26. **白井美和 ほかね**, 1984. **オガクズ牛ふん堆肥の連用カ゛ 畑土壌の窒素肥沃度に及ばす影響**, **香川農試研報**, **36**, 35-39.

27. **吉谷扶美枝**, 1985. **野菜に對するオガクズきゆう肥の利用:オガクズきゆう肥の連用ガ葉菜類 の收量及び土壤に及ぼす影響**, **山口農試研報**. **37**, 77-83.

28. **富岡史子 ほか**, 1991. **有機作物連用が露地レタ スの育成に及ぼす影響**, **九州農業研究**, **53**, 61.

29. **吉倉惇一郎 ほか**, **軟弱野菜の收量竝 びに土壤微生物活性からみた各種有機質資材の特性**, **近畿中國農硏**, **75**, 35-40.

30. **林三德 ほか**, 1985. **ニラ栽培における家畜ふん 堆肥の利用に關する研究 : ニラの生育に及ぼ す家畜ふん堆肥の影響**, **福岡農總試研報**, **B-5**, 39-42.

31. **吉田重方**, **長谷川 浩**, 1988. **廐肥無施用畑に栽培したスイ一トコ一ンにおけるマグネシウム缺乏症の發現樣相**, **日作紀**, **57**, 377-379.

32. **山崎愼一**, 1952, **エゴマ(荏) レて關する試驗成績**, **農業反圓藝 27(10)**, p.1141-1142.

33. **農村振興廳**.1995. **農事試驗研究調査基準**, **行政刊行物**, **登錄番號** 31200-51850-9534. pp. 487-489, pp.573.

34. **方鎭淇**. 1981. **들깨의 採葉程度가 生育 및 收量에 미치는 영향에 관한 연구**. **忠北大 大學院 論文集 7**. 23-33.

35. **卞敬蘭**, **吳世明**, **李在爽**, **韓相政**. 1985. **들깨의 主要特性과 葉利用을 위한 品種 選拔에 관한 연구**. **한국원예학회지**. **26(2)**. 113-121.

36. Choi, Goan H. 1998. Present status and prospects of chemical fertilizer in Korea, Strategies for Improvement of Agricultural Environment and Creation of the Venture Businesses from Agricultural Chemistry, The Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. The Korean Society of Environmental Agriculture. p. 64-74.

37. Chung I. M, Yun S. I, Kim J.T, Gwag J G, Sung J. D and Suh H. S. 1995. Test of superoxide dismutase and antioxidant activity in perilla leaves. Korean J. Crop Sci. **40(4)**. 504-511.

38. Corsi, R. L., Seed. 1995. Biofiteration of BTEX : media, substrate and loadiing

effects. Environmental Progress. **14**. 151- 158.

39. Gwag J. G, Han S. I, Kim J. T, Suh H. S, Kwack Y. H and Oh Y. J. 1996. A new vegetable perilla variety "Ipdlkkae 1" characterized by shot stem and large leaf with good quality. Res. Rept. RDA. **38(2)**. 190-195.

40. **韓尙益**, **정在均**, **吳起源**, **裵石福**, **金正素**, **정龍鎬**. 1997. **잎들깨의 開花 및 結實에 미치는 播種期와 短日處理의 영향**. **한국작물보호학회지**. **42(4)**. 466-472.

41. Hoitink, H. A. and M. E. Grebus. 1994. Status of biological control of plant diseases with compost. Compost Science and utilization. **2**. 7-12.

42. **홍종운**. 1993. **유기자원의 활용현황과 전망**, **환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지움**. **한국토양비료학회지**. pp. 31-67.

43. Hupe, Lwth, J. C., J. Heerenkling and R. Stegnann. 1996. Environmental of the biological degradation of soils contaminated with oil by the addition of compost. Acta Biotechnology. **16**. 19-30.

44. **전대우**, **구자형**, **이영복**, **이종석**, **문창식**. 1998. **발효퇴비 시용이 토마토의 생육**, **수량 및 토양중 양분변화에 미치는 영향**. **한국환경농학회지**. **17(3)**. p.254-259.

45. **鄭元采**, **方鎭淇**. 1981. **들깨의 採葉과 形質變異에 관한 研究**. **忠北大 論文集 21**. 167-175.

46. **김용웅**. 1996. **농업환경에 미치는 비료의 영향과 대책**. **우리나라 농업환경의 문제점과 개선방안**. **한국환경농학회**. p.57-81.

47. **山田長造**. 1951. **高冷地の油脂作物エゴマ荏) の栽培**. **農피及園**. **26(4)**. 448-452.

48. **西村周一**. 1960. **實用工藝作物學 ハンドブシク**. **朝昌書店**. pp. 33-37.

49. **西川五郎**. 1962. **工藝作物學**. **農業圖書株式會社**. pp. 272-274.

50. Williams, Y. O. and F. C. Miller. 1992. Odor control using biofilters. Biocycle. **33**. 73-77.

51. **유재일**. 1995. **가축분뇨의 자원화 및 환경보전처리**. **농림수산부 축산분뇨처리사업 홍보교육교재**. pp. 43-81.

52. Adams, C. M. and T. C. Hutchinson. 1984. A comparison of the ability of leaf surfaces of three species to neutralize acidic rain drops. *New Phytol.* **97,** 463-478.

53. Adaros, G., H. J. Weigel, and H. J. Jaeger. 1988. Effect of sulphur dioxide and acid rain alone or in combination on growth and yield of broad bean plants. *New Phytol.* **108,** 67-173.

54. Bae, K. S., D. D. Sung and D. S. Chung. 1998. Small Metal Ion Effect on The Harvest of Perilla Leaves in Agriculture. *Korean Journal of Life Science.* **8(6),** 702-710.

55. Bartholomew, W. V. 1965. Mineralization and immobilization of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. pp. 285-306 In Soil Nitrogen (edited by W. V. Bartholomew, and F. E. Clark) Am, Soc. Agron. Madision Wisconsin.

56. Cheong, J. I, S. Y. Lee and J. H. Kim. 1995. Comparision of Rice Yield and Grain Quality characteristics between Mature and Reclaimed Paddy Fields in Honam Plain Area. *Korean Journal of Crop Science.* **40(3),** 382-390.

57. Cho, J. Y., S. H. Yoon and E. W. Lee. 1998. Cultivatology. Hyang moon sa.

58. Choi, H. C., J. H. Chi, C. S. Lee, Y. B. Kim, and S. Y. Cho. 1994. Varietal and Locational Variation of Grain Quality Compoments of Rice Produced in Middle and Southern Plain Areas in Korea. *Korean Journal Crop Science.* **39(1),** 15-26.

59. Chung, J. B., D. K. Moon and H. R. Han. 1997. Arbuscular - Mycorrhizae Formation and Nutrient status of cirtus plant in Cheju. *Korean Journal of Environmental Agriculture.* **16(2),** 181-186.

60. Evans, L. S., K. F. Lewin, and M. J. Patti. 1984. Effects of simulated acid rain on yields of field-grown soy-beans. *New. Phytol.* **96,** 207-213.

61. Farina, M. P. W., and P. Chanon. 1988. Acid-subsoil ameliration. **II**. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **52,** 175-180.

62. Gonzalez-Erico, E., E. J. Kamprath, G. C. Naderman, and W.V. Soares. 1979. Effect

of depth of lime incorporation on the growth of com on an Oxisol of central Brazil, *Soil Sci. Soc. Am. J*. **43,** 1155-1158.

63. Hwang, K. S., S. J. Lee and Y. Kwack, 1993. Study on replanting problems soil amendment of controlled Horticultural field. pp. 537-543. Horticultural experiment station research report.

64. Kim, D. J. 1973. Ginseng cultivation.. Il han publishing compony.

65. Kim, H. J., S. G. Lee, K. C. Park., Y. R. Jung and D. U. Park. 1984. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*. pp.1-54.

66. Kim, H. C., S. G. Lee, K. J. Park., and D. U. Park. 1985. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*. pp.3-102.

67. Kim, H. G., B. S. Seo and S. J. Chung. 1997. Effects of Compost Mixed with Microorganism Compost Fermented on the Seedlings Growth of Tomato and Red Pepper. *Korean Journal of Organic Agriculture*. **5(2),** 129-140.

68. Kim, H. J., S. G. Lee, S. H. Oh and H. T. Kim. 1981. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*. pp. 3-19.

69. Kim, K. J and K. H. Kim. 1987. Study on the Physicochemical Properties of Rice Grains Harvested from Different Regions. *Korean Journal of Crop Science*. **32(2),** 234-242.

70. Kim, K. H and K. H. Yoon. 1994. Varietal Variation of Cooking Quality and Interrelationship between Cooking and Physicochemical Properties of Rice Grain. *Korean Journal of Crop Science*. **39(1),** 45-54.

71. Kim, T. J., S. S. Lee and B. J. Kim. 1994. Tolerance of Crops to simulated Acid Rain at Vegetative Growth Stage. *Korean Journal of Crop Science*. **39(6),** 556-563.

72. Kim, Y. W. 1996. Effect and countermeasure of manure on agricultural environment-

proble and Inprovable program of Agricultural environment in Korea. *Korean Journal Of Environmental Agriculture*. 57-81.

73. Launa, R. D. 1977. Salinity and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem*. 9, 333-336.

74. Lee, J. G., J. H. Lee and S. H. Oh. 1989. New technique of crop cultivation.(ginseng volume) Myoung Ryoon dong.

75. Lee, J. C., H. J., Bang and S. H., Oh. 1989. Review of studies on Ginseng Replanting problems. *Korean Journal Of Crop Science* **34(Special Issue Ⅰ),** 115-120.

76. Lee, S. S., T. J. Kim and B. J. Kim.. 1994. Tolerance of Rice, Soybean, and Hot Pepper to Simulated Acid Rain at Different Growth Stages. *Korean Journal Of Crop Science*. **39(6),**. 548-555.

77. Lee, W. J. 1998. Is the earth woman or man. Publishing company seowon. p. 176-178

78. Mayers, R. J. K., C. A. Campbll, and K. L, Weier. 1982. Quantitative relationships between net nitrogen mineralization and moisture content in soil. *Can. J. Soil Sci.* **62,** 112-124.

79. Oh, S. H., Y. R. Jung, H. J. Kim, K. C. Park and I. H., Lee. 1983. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*. pp. 3-47

80. Oh, S. H., C. S. Park and Y. R. Jung. 1980. Report of ginseng.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*. pp. 5-22.

81. Ownby, J. D. and L. Does. 1985. Growth and mineral status in peanut and sorghum in response to acid precipitation and alminum. *New Phytol.* **101,** 325-332.

82. Park, J. S., J. Y. Cho, E. W. Lee, D. S., Cho. J. Y., Byun, S. S., Lee and K. S., Choi. 1995. *Crop Physiology*. Hyang moon sa.

83. Park H. 1991. Physiological disorder of *Panax ginseng*. *Korean Journal Of Crop Science* **36(5),** 459- 480.

84. Rim,H. B., S. B. Beak and W. G. Rim. 1988. The general plantology. Hyang moon sa.

85. Shainberg, I., M. E. Sumner, W. p. Miller, M. P. Farina, M.A. Pavan and M. V. Fey. 1989. Use of gypsun on soils. A review, *Adv. Soil Sci.* **9,** 1-111.

86. Yu, I. H., I. H. Lee, Y. R. Jung and S. H. Oh. 1981. Report of ginseng. (division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute.* pp.20-32.

87. Yu., Y. H., I. H. Lee, Y. R. Jung and S. H. Oh. 1981. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute.* pp.20-32.

88. Yun, S. G., K. Y. Jung and S. H. Yoo. 1993. Transformation of Nitrogen Derived from Solid Piggery Manure in soil under Aerobic or Anaerobic Incubation Condition. *Journal of Korean Society of Soil Science and Fertilizer.* **26(2),** 121-126.

89. **坂上 修**. 1993. **最新の 野葉育苗技術と 育苗用機.農ち`んび 園**. **68(1),** 11-17.

90. **平野曉**. 1980. **作物 連作障害**. **農産漁村文化協會**.

91. **韓相政**, **崔國姬**, **吳世明**. 1986. **들깨의 量的生長解釋과 日長反應에 관한 研究**. **한국원예학회지**. 27(3). p. 213-223.

92. **成煥祥**. 1976. **在來種 들깨의 成分에 關한 研究**. **韓國營養誌**. **5(1)**. p.69-74.

93. **김태수**. 1976. **들깨의 積葉에 關한 試驗**. **慶北農振報** : 362-364.

94. **李章雨**, **兪載敏**, **洪有基**, **朴準奎**. 1982. **들깨 摘葉이 生育 및 收量에 미치는 影響**. **朴贊浩博士 回甲 紀念論文集** :19-25.

95. **李正日**, **姜哲煥**, **孫應龍**. 1984. **참깨 葉面積 差異가 光合成 및 宗室 登熟에 미치는 影響**. **한국작물학회지 發表要旨** : 27-28.

96. **박선도**, **최경배**, **이종팔**. 1977. **들깨 摘葉에 關한 試驗**. **慶北農振報** : 357-360.

97. **柳益相**, **吳聖根**. 1976. **剪葉處理時期 및 程度가 들깨의 生葉量 및 種實收量에 미치는 影響**. **農詩研報**. **京畿研報** : 189-195.

98. **兪載敏**, **李章雨**. 1979. **들깨 摘葉時期에 따른 摘葉率 空明試驗**. **京畿研報** : 189-195.

99. **蔡禮錫**. 1961. **국립화학연구보고서 9**. p.72.

100. Kwak, T. S and Lee, B. H. 1995. Leaf quality and fatty acid composition of collected perilla related genus and species germprasm. Korea Journal Crop Science. **40(3)**. p.328-333.

101. Lam S. L and Leopold, A. C. 1961. Reversion and reduction of flowing in perilla. Amer. J. Bot. **48(3)**. p.306-310.

102. **柳益相**. 1974. **들깨의 日長 및 溫度에 대한 感應性과 그 收量에 미치는 影響에 관한 硏究**. **한국작물학회지**. **17**. p.79-114.

103. **석종유**. 1998. **부산물 비료에 의한 토양오염과 부산물 비료의 품질 및 시비관리 대책**. **국제심포지엄**. pp. 58-63.

104. **坂本慶一**. 1989. **有期農業とその現代的意義**. **農業および園藝**. **64(1)**. p.104-108.

105. **서종혁**, **김종숙**, **전장수**. 1992. **유기농산물의 생산 및 유통실태와 장기발전 방향**. **한국농촌경제연구소**. pp.1-70.

106. Gillespie, G. W. Jr., Lyson, T. A and Power A. 1995. Crop rotation patterns among New York potato growers : Insights from conventional and sustainable agricultural theory. Jouunal of Sustainable Agriculture. **7(1)**. p. 5-17.

107. **松崎敏英**. 1989. **わカ`國わ`ける有期農業の現況**. **農業わ`ける園藝**. **64(1)**. p.123 -132.

108. **최병한**. 1997. **유기농업**. **유기농법**. **한림저널사**.

109. Chung, Jae-chun and Ji-Heang Hong. 1994. Physico-chemical indicators composting and control. J. of KOWREC. **2(2)**. p. 99-127.

110. Tadahiro, M. T., A. Narita, A. Toshilhiro and C. Mitsuo. 1981. Composting of municipal sewage sludge mixed with rice hulls. Soil Sci. Plant Nutr. **27(4)**. p.477-486.

111. **차종환**, **김병우**. 1975. **환경오염을 위한 식물 생태학적 연구-** Cadmium **처리 토양에 의한 여러 식물의 생장 반응**. **한국식물학회지**. **18**. p.23-30.

112. 김복영, 김규식, 김복진, 한기학. 1978. 중금속원소의 수도에 의한 흡수 및 수량에 관한 연구. 농사시험연구보고서. **20**. p.1-9.

113. 李敏孝, 金福榮. 1985. 土壤 중 重金屬의 (Cd, Zn)의 處理가 옥수수의 生育 및 吸收에 미치는 影響. 한국환경농학회지. **4**. p.11-17.

114. 文永熙, 金鏞揮, 梁桓承. 1990. 土壤中에 있어서 무와 배추의 生育에 미치는 重金屬 Cr, Ni, Cd, Zn의 영향. 한국환경농학회지. **9**. p.113-119.

115. 정원복, 정대수. 1998. 들깨 품종집단에 대한 몇 개 양적 형질의 유전분석. 한국생명과학회지. **8(4)**. p.431-436.

116. 정진영, 한남용, 박영수, 윤경환, 이해극, 권대식. 1995. 유기농업백과. 한국유기농업협회.

117. 김영식. 1994. 들깨의 수경재배시 잎 생장양상에 관한 연구. 한국원예학회지. **35(3)**. p.208-212.

118. 임채일. 1989. 채소용 잎들깨의 주년재배법 확립에 관한 연구. 박사논문. 고려대학교 대학원.

119. 中西孝德. 1978. 蔬菜の生長程度における量的解析に關する研究. 名城大 農修士論文. pp.152.

120. Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Thomson Litho Ltd, East kilbride. Scotland. pp.14-16.

121. Richards, E. J. 1969. Growth analysis of plants. In "Plant physiology." VA. Ed. by Steward. F.C. Academic Press N. Y. pp. 3-76.

122. 高野泰吉, 鈴木哲夫, 中西孝德, 川添文雄. 1981. 植物生長の量的解析に關する二 三の問題. 名城大農學部. 學術報告. **17**. p.50-63.

123. Whitehead F. H and P. J. Myerscough. 1962. Growth analysis of plants. The ratio of mean relative growth rate to mean relative rate of leaf area incerase. New Phytol. **61**. p.314-321.

124. 오병석, 짐진호, 정병관, 김용재. 1994. 개간지에 있어서 마그네슘, 붕소 및 아연

시용이 참깨 제형질변화에 미치는 영향. 한국작물학회지. **39(4)**. p.317-322.

125. 이규성. 1998. 농업환경오염에 대한 현재 상태와 대책. The Korean Society of Environmental Agriculture. p. 48-57.

126. 이상복, 최윤희, 이경보, 유철현, 이경수. 1995. 유기물 연용답토양에 있어서 미생물상의 계절적 변화. 한국토양비료학회지. **28(4)**. p.356-362.

127. 이영한, 윤한대, 하호성. 1996. 식물생육촉진 세균 분리, 동정과 고추에 대한 처리효과. 한국토양비료학회지. **29(1)**. p.67-73.

128. Dagat,B., M. Gudillat and J. M. Labadie. 1990. Susceptibility of various tomato and lettuce geno types to plant growth promoting Pseudomonas putida. Symbiosis **9** **(⅓)**. p. 395-403.

129. Frommel,M.I., J.Nowak and G.Lazarovits. 1991.Growth enhancement and developmental modifications of in vitro growth potato. Plant Physiol. **96(3)**. p.928-936.

130. Jeffery,S.B.,G.K.MArian and J.S.Lawrence.1993.A method for detection of pseudobactin the sederophore produced by a plant-growth-promoting Pseudomonas putida strain in the barley rhizosphere. Appl. Environ. Microbiol. **59(3)**. p. 677-681.

131. 김광식, 김용욱, 박재우, 김영일. 1993. 원예작물 생육에 미치는 미생물 제재의 이용연구. 농업과학논문집('92농업산학협동) **35**. p.129-140.

132. 이영한, 양민석, 윤한대. 1996. 염류수준별 고추 생육과 수량에 미치는 식물생육촉진미생물 접종효과. 한국토양비료학회지. **29(4)**. p.396-402.

133. Schippers, B., B. Lugtenberg and P. J. Weibeek. 1987. Plant growth control by fluorescent Pseudomonas. p.19-40. In: Innovative Approaches to Plant Diseases Control.Ⅰ. Chet. ed. John Wiley & Son. New York, Toronto, Singapore.

134. 이연, 주우홍, 서정윤. 1995. 가정용 소형 퇴비화 용기에 의한 부엌 쓰레기의 분산식 퇴비화. 한국환경농학회지. **14(3)**. p.345-350.

135. 김용창, 조경욱, 이연, 주우홍, 서정윤. 1997.가정용 소형 퇴비화 용기를 이용한 부엌쓰레기의 퇴비화 과정중 미생물상 변동. 한국환경농학회지. **16(1)**. p. 44-47.

136. Geoffery, C., B. J. Al-achi, E. Platsouka and S. B. Levy. 1988. Survival of rifampicine-resist mutants of Pseudomonas fluorescens and Pseudomonas putida in Soil systems. Appl. Environ. Microbiol. **54**. p.2432-2438.

137. 比嘉照夫. 1993. 미생물의 농업적 이용과 환경 보전. 한국원예기술정보센터. 농업과 미생물 시리즈Ⅰ.

138. 황선웅, 김유섭, 연병렬, 이용재, 박영대. 1993. 몇가지 제염방법에 의한 비닐하우스내 토양의 염류제거 효과. 농시논문집. **35(1)**. p.276-280.

139. 강항원, 강위금, 정연태. 1993. 시설재배지의 염류집적이 근권 토양의미생물상과 화학성 변화에 미치는 영향. 농시논문집. **35(1)**. p.306-314.

140. 이상범. 1999. 미생물제 바르게 알고 사용해야 한다. 농약정보. 7,8월호. p.12-15.

141. 박순기, 김홍기, 정순주. 1997.바이오세라믹, 패화석 및 맥반석의 혼합처리가 수박 오이 및 토마토의 유묘생장에 미치는 영향. 한국유기농업학회지. **5(6)**. p.109-116.

142. 박순기, 김홍기, 정순주. 1997. 패화석, 맥반석 및 바이오세라믹의 혼합처리가 벼의 생육에 미치는 영향. 한국유기농업학회. **5(6)**. p.127-132.

143. 조자용, 정순주. 1998. 수종의 식물생장촉진 근유세균이 녹광 고추 유묘의 초기생장에 미치는 영향. 한국유기농업학회. p. 37-146.

144. 김경제. 1997. BLCS(생균제) 미생물비료의 TOMATO 시비에 관한 연구. 한국유기농업학회지. **6(1)**. p.77-84.

145. 김경제. 1998. 생균제 미생물비료의 고추시비에 관한 연구. 한국유기농업학회지. **6(2)**. p.63-74.

146. 김경제, 김석균. 1998. 생균제 미생물비료가 알타리무의 수량에 미치는 영향. 한국유기농업학회. p. 107-116.

147. Cho,S.J.1996.Samjung Manurology. pp.215-217. HyangMoonSa. Seoul Korea.

148. Dennett, M.D., B. A. Auld and J. Elston. 1978. A description of leaf growth in *Vicia faba* L. *Ann. Bot.* **42**, 223-232.

149. Jung, B. G., J. O., Guh and H. G., Choi. 1985. Studies on Lodging-induced Damages of sesame. Ⅱ. Effect on Yield and Main Character of sesame after lodging by Growing Stages. *Korean J. Crop. Sci.* **30(1)**, 7-14.

150. Jung, B. G., J. O., Guh, H. K., Choi and D. G., Lee. 1984. Studies on Lodging-induced Damages of sesame. Ⅰ.Investigating Analysis on the productivity of sesame and Lodging-induced Damage. *Korean J. Crop. Sci.* **29(1)**, 72-75.

151. Jung, B. K. 1981. Effect of date of pinching on Growth and Yield of sesame. *Korean Chosun Uni. Agricultural Report.* **1**, 50-51.

152. Jung, J. S and et. 1998. Soil reviving and fertilizering technique. pp.206-208. Hamlim Journal. Seoul Korea.

153. Johnson, R. S and A. N. Lakso. 1985. Relationships between stem length, leaf area, stem weight, and accumulated growing degree days in apple shoots. *J. Amer. Soc. Horet. Sci.* **110**, 586-590.

154. Jun, D. W., J. H., Ku., Y. B., Lee, J. S., Lee and C. S., Moon. 1998. Effect of composted Animal Manure Application on Growth and Yield of Tomatoes and Changes of Soil Nutrients. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, **17(3)**. 254-259.

155. Kim, J. H. 1996. The System of planting and Analysis of management. Horticultural World. Seoul seed co., Ltd. Winter .**50**, 58-65.

156. Kim, K. Y., Y. A., Shin and S. K., Park. 1987. Investigation of the continuous cropping difficulty of Red Pepper. Horticultural testing research Report.

157. Kim, Y. S and R. Sakiyama. 1989. Effects of quantity and temperature of

storage roots on the elongation rates of asparagus spearus. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* **58**, 377-382.

158. Kim, Y. S., R. Sakiyama and A. Tazuke. 1989. Effect of temperature on the elongation rate and the estimation of weight of asparagus spears. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* **58**, 155-160.

159. Kwon, S. H and J. R., Kim. 1979. Effect of Lodging on Soybean yield and other important agronomic charaters. *Korean J.Crop. Sci.* **24(1)**, 73-77.

160. Lee, J. I., Y. A., Jei., K. H., Kang and J. S,. Cho. 1996. Samkyo Technological Cropology pp.50-59. HyangMoonSa. Seoul Korea.

161. Lee T. G and W. H, Cho. 1996. Methods of soil reviving. pp. 83-87. Publising compony-HansalRim. Seoul. Korea.

162. Manivel, I and R. J., Weaver. 1974. Biometric correlations between leaf area and length measurements of 'Grenache' grape leaves. *Hort Science*. **9**, 27-28.

163. Park, S. K., K. Y., Kim, J. W., Lee, Y. A., Shin and E. H., Lee. 1993. Effect of Application of Woody Chared Materials on the Plant Growth and the Chemical Properties of Soil in the continuous cropping Field of Red Pepper. Korean J. Environ. Agriculture. **12(1)**, 1-8.

164. Robbins, N. S and D. M., Pharr. 1987. Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *Hort Science*. **22**, 1264-1266.

165. Sepaskhah, A. R. 1977. Estimation of individual and total leaf areas of safflowers. *Agron. J*. **69**, 783-785.

166. Wiersma, J. V and T. B. Bailey. 1975. Estimation of leaflet, trifoliate, and total leaf areas of soybeans. *Agron. J*. **67**, 26-30.

167. **福本嵩**, **小淵一夫**. 1953. **大豆の移植摘心栽培法**. **農業及園藝**. **28(1)**, 68-72.

제4장 잎들깨의 우량품종 선발에 관한 연구

제1절 서 설

들깨는 꿀풀과에 속하는 1년생 초본으로 자식성이고, 전형적인 단일성 작물로서 온도보다 일장에 민감하게 반응하는 감광성이므로 파종기에 관계없이 9월 초순에 개화하게 된다. 들깨는 한국에서 긴 재배 역사를 갖고 있음에도 불구하고 체계적인 연구기간이 짧아 다른 작물에 비하여 육성된 품종이 적고 유전자원의 변이폭도 적은 편이다. 우리 나라에서의 들깨 재배는 참깨보다 오랜 역사를 가졌다는 기록으로 보아 우리 민족만이 즐겨 먹는 식품으로 알려져 있다. 재배면적에서 보면 1970년 11,527ha에서 1994년에는 32,582ha로 약 3배의 재배면적이 증가되었다.

잎들깨는 만숙형이며, 절간장이 짧은 경향이다. 특히, 들깨 잎에는 비타민 A, B_1, B_2, C 및 칼슘, 인 등이 함유되어 있으며, 방향성의 정유성분인 perilla keton, 페릴라 알데히드, 리모넨 등이 들어있어 독특한 향기가 있고, 식품적 영양성분이 다른 엽채류에 비하여 손색이 없어 오래 전부터 여러 가지 형태의 부식으로 이용되어 왔다. 그리고 육류 및 생선과 곁들여 먹는 들깨의 신선한 잎을 식용으로 하는 관습이 생기면서부터 수엽량은 크게 증가되어 도시 근교에서는 잎 수확을 목적으로 비닐하우스 등을 이용하여 계절에 관계없이 연중 재배가 이루어지고 있다. 그러나 잎을 수확의 대상으로 삼아 재배되고 있는 잎 들깨 품종들은 체계적인 품종육성과정을 거쳐 선발된 것은 거의 없다.

따라서 이 연구는 수엽량을 중심으로 이에 관련되는 각 형질들에 대한 유전 분산성분, 유전력, 유전상관, 경로계수, 선발지수 등을 산출, 이를 분석 평가하여, 낙동강 하류지역에 알맞은 잎 들깨용 품종으로 선발하고, 수량성을 증대시켜 농가소득 향상에 기여할 수 있는 방안을 확립코자 한다.

제2절 연구개발 목표와 내용

공시품종은 잎 들깨용으로 사용이 가능한 유용 유전자원 탐색을 목적으로 우리 나라에 산재해 있는 지방종 및 육성종 91품종을 수집하여 1997 1999년까지 동아대학교 시험포에 파종하여 잎 들깨용 품종을 선발·계대분리하고, 각 형질을 조사 측정하였다. 파종거리는 휴폭 150cm, 주간 10×10cm의 간격으로 2 3립씩 점파하여 출아 후 10일 정도 경과한 다음 건전한 묘 1본씩을 남기고 솎아주었다. 기타 재배는 들깨 표준 재배법에 준하였다.

공시된 들깨 유전자원에 대한 조사항목은 연구 1차 년인 1997년에 엽장·엽폭·엽중·엽면적·간장·경직경·마디수·1주엽수를, 2차 년인 1998년에 발아율·엽장·엽폭·엽중·엽면적·간장·경직경·절간장·마디수·분지수·개화일수·1주엽수를, 3차 년인 1999년에는 엽장·엽폭·엽중·엽면적·간장·경직경·절간장·마디수·분지수·개화일수·1주엽수 등을 조사 측정하였다.

유전분석은 1999년의 형질 측정치에 대한 분석으로서 유전력은 Grafius 등의 방법으로, 유전상관·선발지수 등은 Robinson 등의 분석법을 이용하여 산출하였다. 각 형질이 수엽량(y)에 미치는 효과를 알기 위한 경로계수의 분석은 Dewey and Lu의 표준 편회귀 분석법을 적용하여 형질간의 직접효과와 간접효과를 산출하였다.

제3절 연구 결과

1. 유전자원 수집 및 특성평가

잎 들깨 유전자원을 평가하기 위하여 1997년도에는 Table 1과 같이 수집된 91개 품종과 이들 분리계통을 대상으로 분리 및 호모도를 증진시켜 조사·측정하였고, 1998년도에는 Table 1중에서 63개 품종(수집종 57개 품종+일부 분리종 6개 계통을 포

함)을 Table 2와 같이 1차 선발대상으로 삼아 조사·측정하였다. 그리고 1999년도에는 2차선발을 위하여 1차 선발대상에서 잎들깨 품종으로서의 특성인 경시적 형질, 즉 잎 모양, 잎 크기, 생육상태의 제일도, 절간장, 마디수, 경직경, 잎의 색도 등을 고려하여 1998년도의 63개 공시품종에서 8개 품종(12.6%)을 선발하였다.

Table 1. List of the collectives and the separated lines used as preliminary materials

No.	variety	No.	variety	No.	variety	No.	variety
1	Gupoibdulgae	33	Ibdulgae#1	65	PI 248668-3	17-1*	Suwan#8 separation
2	Kwangyangibdulgae	34	Ibdulgae#1-1(small)	66	PI 248664-1	19-1*	Suwan#33mutant-3 separation
3	Kwangyang#3-11	35	Youngwall-1	67	PI 248664-3	19-2*	Suwan#33mutant-3separation
4	Milyangjong	36	Yangmyunjasaek	68	PW-10	20-1*	Suwan#35 separation
5	Milyang#1	37	Youngchun-2(white big)	69	PW-11	21-1*	Suwan#36 separation
6	Milyang#3-1	38	Youbsildulgae-1	70	PW-18	22-1*	Suwan#40 separation
7	Milyang#3-2	39	Konyangmyun hungsa(black)	71	Jyechun-1	23-1*	Suwan#40-1separation
8	Koseongjaerae#1	40	Sangju-3(white big)	72	Andong-1	25-1*	Suwan#43 separation
9	Koseongjaerae#2	41	Daejun-1(white big)	73	Kumrung-1	29-1*	Oakdongjong separation
10	Sachunjaerae#1	42	Changnung 1-1-1(white)	74	Jyechun-2	29-2*	Oakdongjong separation
11	Sachunjaerae#2	43	Danjang-2(white)	75	Kumrung-2	29-3*	Oakdongjong separation
12	Sachunjaerae#3	44	Walsung-6(small)	76	Chungyangjong	33-1*	Ibdulgae#1 separation
13	Hungnong	45	Kuchang-5(white)	77	Youngyangjaerae	36-1*	Yangmyunjasaek separation
14	Kungshinibdulgae	46	Hadongdibdulgae	78	Andong-2	40-1*	Sangju-3(white big) separation
15	Saeyoubsildulgae	47	Poungtak-1	79	Andong-3	41-1*	Daejun-1(white big) separation
16	Saeyoubsildulgae (big)	48	Bukjeju-2(white)	80	Jyechun-3	42-1*	Changnung1-1-1(white) separation
17	Suwan#8	49	Chungjujong	81	Kumrung-3	47-1*	Poungtak-1-1 separation
18	Suwan#33	50	Chilkokjong	82	Kumrung-4	50-1*	Chilkokjong separation
19	Suwan#33mutant-3	51	Baksangdulgae	83	Youbsildulgae mutant-7	51-1*	Baksangdulgae separation
20	Suwan#35	52	Daeyoungjong	84	SP 3-9	52-1*	Daeyoungjong separation
21	Suwan#36	53	Sungjujong	85	SP 13-5	53-1*	Sungjujong separation
22	Suwan#40	54	Pochunjong	86	SP 19-18	54-1*	Pochunjong separation
23	Suwan#40-1	55	Daeyoubdulgae	87	SP 7-2	57-1*	Japanjong separation
24	Suwan#42	56	Youbsildulgae	88	SP 10-18	61-1*	PI 248665-1separation
25	Suwan#43	57	Japanjong	89	SP 6-42	64-1*	PI 248668-2separation
26	Oakdongdulgae	58	Gurye3-13	90	SP 16-18	95-1*	PI 248668-3separation
27	Oakdongdulgae-1	59	Chubujong	91	Bosungjong	66-1*	PI 248664-1separation
28	Oakdongdulgae mutant-5	60	Kongjujong	7-1*	Milyang#3-2 separation	67-1*	PI 248664-3separation
29	Oakdongjong	61	PI 248665-1	10-1*	Sachunjaerae#1 saperation	70-1*	PW-18 separation
30	Oakchun-1	62	PI 248666	11-1*	Sachunjaerae#2 separation	83-1*	Youbsildulgaemutant-7 separation
31	Oakchun-2	63	PI 248667	12-1*	Sachunjaerae#3 separation	86-1*	SP 19-18 separation
32	Oakchun-3	64	PI 248668-2	16-1*	Saeyoubsildulgae(big)separation	88-1*	SP 10-18 separation

* Indicates that those materials were separated from the original varieties listed above.

Table 2. List of the first- and second- selections from the preliminary collections

No	variety	No	variety	No	variety
1*	Gupoibdulgae	22	Oakchun-1	43	PI 248665-1
2*	Kwangyangibdulgae	23*	Ibdulgae#1	44	PI 248668-3
3	Kwangyang#3-11	24	Ibdulgae#1-1(small)	45	PI 248664-1
4*	Milyangjong	25	Yangmyunjasaek	46	PI 248664-3
5	Koseongjaerae#1	26	Konyangmyun hungsa(black)	47	PW-10
6	Sachunjaerae#2	27	Sangju-3(white big)	48	PW-11
7	Sachunjaerae#3	28	Daejun-1(white big)	49	PW-18
8	Hungnong	29	Changnung1-1-1(white)	50	Jyechun-1
9*	Kungshinibdulgae	30	Walsung-6(small)	51	Kumrung-1
10	Suwan#33	31	Kuchang-5(white)	52	Jyechun-2
11	Suwan#33mutant-3 separation	32*	Hadongdibdulgae	53	Chungyangjong
12	Suwan#35	33	Poungtak-1	54	Youngyangjaerae
13	Suwan#35 separation	34	Bukjeju-2(white)	55	Andong-2
14	Suwan#36	35	Chilkokjong	56	Andong-3
15	Suwan#40-1	36	Baksangdulgae	57	Jyechun-3
16	Suwan#43	37	Chilkokjong separation	58	Kumrung-4
17	Oakdongdulgae	38	Daeyoungjong	59	SP 13-5
18	Oakdongdulgae mutant-5	39	Pochunjong	60	SP 19-18
19*	Oakdongjong	40	Daeyoubdulgae	61	SP 7-2
20	second separation of separated Oakdongjong	41	Gurye3-13	62	SP 10-18
21	Oakdongjong separation	42*	Chubujong	63	Bosungjong

*Nindicates that those materials are finally chosen after second selection.

각 연도별에 따른 이들 주요 형질의 특징은 Table 3과 같다. 1997년도 조사에서 엽장은 8.63 13.15cm, 엽폭은 6.12 10.49cm, 엽중은 0.61 1.72g, 엽면적은 41.03 102.04cm^2, 간장은 66.33 153.66cm, 경직경은 0.51 1.10mm, 마디수는 8.33 16.66개, 1주엽수는 14.00 16.33매의 재료간의 형질변이를 보였다.

1998년도 조사에서 발아율은 52.00 97.00%, 엽장은 10.80 15.98cm, 엽폭은 8.05 12.18cm, 엽중은 0.90 2.18g, 엽면적은 54.16 111.01cm^2, 간장은 65.16 122.66cm, 경직경은 5.78 8.42mm, 절간장은 4.00 15.66cm, 마디수는 7.66 14.33개, 분지수는 9.66 27.33개, 개화일수는 122.33 152.50일, 1주엽수는 9.33 19.66매의 변이폭을 나타내었다.

3차 연도인 1999년도의 조사에서 엽장은 13.04 16.78cm, 엽폭은 11.59 14.56cm, 엽중은 1.41 2.52g, 엽면적은 97.12 155.95cm^2, 간장은 94.16 153.53cm, 경직경은 9.46 12.16mm, 절간장은 2.82 3.55cm, 마디수는 11.50 17.00개, 분지수는 19.17 32.53개, 개화일수는 135.66 149.00일, 1주엽수는 17.13 25.27매로서 큰 변이폭을 보였다.

3차 연도인 1999년의 형질 평균치는 엽장, 엽폭, 엽중, 엽면적, 간장, 경직경, 절간장, 마디수, 분지수, 개화일수, 1주엽수가 각각 14.63cm, 12.66cm, 1.87g, 117.97cm^2, 124.32cm, 10.45mm, 3.17cm, 14.90개, 26.84개, 143.41일, 21.70매이었다. 이들 수치가

Table 3. Mean and range of each character for three consecutive years (97-99)

Character	1997yr(first year)		1998yr(second year)		1999yr (third year)	
	mean	range	mean	range	mean	range
Germinating percentage(%)			82.16	52.00 97.00		
Leaf length(cm)	11.15	8.63 13.15	12.63	10.80 15.98	14.63	13.04 16.78
Leaf width(cm)	8.62	6.12 10.49	9.58	8.05 12.18	12.66	11.59 14.56
Leaf weight(g)	1.06	0.61 1.72	1.37	0.90 2.18	1.87	1.41 2.52
Leaf size(㎠)	69.79	41.03 102.04	77.17	54.16 111.01	117.97	97.12 155.95
Plant height (cm)	118.91	66.33 153.66	96.89	65.16 122.66	124.32	94.16 153.53
Stem diameter(mm)	0.77	0.51 1.10	7.08	5.78 8.42	10.45	9.46 12.16
Length of stem internode(cm)			10.19	4.00 15.66	3.17	2.82 3.55
Number of internodes per plant(No.)	12.38	8.33 16.66	11.91	7.66 14.33	14.90	11.50 17.00
Number of branches per plant(No.)			21.66	9.66 27.33	26.84	19.17 32.53
Days to flowering (day)			133.64	122.33 152.50	143.41	135.66 149.00
Number of leaves per plant(No.)	11.59	14.00 16.33	13.76	9.33 19.66	21.70	17.13 25.27

1997년과 1998년보다 더 높았던 것은 1999년도의 재배기간 중 기상조건이 다른해에 비해 월등이 좋았던 것에 기인한 것으로 사료된다.

3차 년도(1999년)에 공시하여 2차 선발대상으로 삼은 8개 품종에 대한 각 형질의 측정치는 Table 4와 같다. 8개 품종에 대한 각 형질의 변이 정도를 볼 때 잎의 형질, 즉 엽장, 엽폭, 엽중 및 엽면적은 8개 품종 중에서 잎들깨 1호가 가장 큰 수치를 보였고, 구포 잎들깨가 가장 낮은 수치를 보였다. 줄기의 크기에 대한 형질인 경직경과 절간장은 밀양종이 각각 12.16mm, 3.55cm로서 가장 굵고 길었으며, 이에 반해 경신 잎들깨는 가장 가늘고 짧았다. 잎의 수량성과 가장 관계가 깊다고 생각되는 마디수는 옥동종이 가장 많으며, 이에 비해 구포 잎들깨는 가장 적었다. 종실수에 관련되는 분지수는 하동 잎들깨가 가장 많았으며, 구포 잎들깨가 가장 적었다. 형숙과 조만성인 개화일수는 경신 잎들깨가 가장 길었으며, 구포 잎들깨와 광양 잎 들깨는 가장 짧았다. 들깨 잎의 수확량인 1주엽수는 옥동종이 25.27매로서 가장 많았으며, 이에 반해 밀양종과 경신 잎들깨는 각각 17.13매로서 가장 적었다.

Table 4. Morphological characteristics of the finally-chosen 8 varieties

variety*	Rep.	Character†										
		LL cm	LWD cm	LW g	LS cm^2	PH cm	SD mm	LI cm	NI No.	NB No.	DF day	NL No.
1	1	13.31	12.02	1.60	102.90	102.60	10.45	3.20	12.00	14.38	136	20.12
	2	12.65	10.79	1.23	92.66	101.15	10.03	3.54	12.00	14.38	135	20.12
	3	13.18	11.96	1.41	95.82	105.49	9.86	3.60	10.50	12.94	136	19.28
	mean	13.04	11.59	1.41	97.12	103.08	10.11	3.44	11.50	13.90	135.66	19.84
2	1	14.77	13.53	1.93	115.03	132.94	10.31	3.20	15.00	25.88	136.	21.85
	2	14.68	12.03	1.61	109.28	134.39	10.15	3.54	16.50	28.76	135	25.70
	3	13.77	11.84	1.46	107.32	140.17	10.45	3.60	15.00	25.88	136	23.13
	mean	14.40	12.46	1.66	110.54	135.83	10.30	3.44	15.50	26.84	135.66	23.56
3	1	14.83	13.96	2.06	114.68	92.48	12.71	3.70	13.50	23.01	149	16.71
	2	14.33	12.57	1.79	113.96	91.04	12.14	3.55	12.00	23.01	148	16.71
	3	13.84	12.41	1.88	107.94	98.98	11.64	3.40	13.50	20.13	149	17.99
	mean	14.33	12.98	1.91	112.19	94.16	12.16	3.55	13.00	22.05	148.66	17.13
4	1	14.54	13.50	2.07	114.50	98.26	9.91	2.70	13.50	23.01	149	15.42
	2	14.16	12.31	1.80	115.67	96.82	9.08	2.90	12.00	25.88	144	17.99
	3	13.77	12.15	1.94	106.72	99.71	9.41	2.80	13.50	23.01	154	17.99
	mean	14.15	12.65	1.93	112.29	98.26	9.46	2.80	13.00	23.96	149.00	17.13
5	1	14.05	11.88	1.65	107.62	131.50	9.76	3.10	16.50	30.20	144	24.42
	2	14.35	12.07	1.70	109.75	130.05	9.95	3.10	18.00	28.76	145	25.70
	3	13.83	11.45	1.41	104.10	131.50	9.35	3.00	16.50	28.76	144	25.70
	mean	14.07	11.80	1.58	107.15	131.01	9.68	3.06	17.00	29.24	144.33	25.27
6	1	16.91	14.31	2.55	155.56	153.70	10.94	3.31	16.00	30.00	144	22.30
	2	16.75	14.68	2.59	157.44	151.50	10.69	3.16	15.80	29.60	147	23.65
	3	16.68	14.71	2.44	154.86	155.40	10.58	3.24	16.50	32.00	150	23.20
	mean	16.78	14.56	2.52	155.95	153.53	10.73	3.23	16.10	30.53	147.00	23.05
7	1	15.84	12.99	2.18	133.16	146.22	11.16	3.16	17.00	32.40	144	26.60
	2	15.87	12.95	2.11	133.59	143.89	11.63	3.00	16.80	32.60	146	23.00
	3	15.96	13.12	2.21	133.77	144.63	11.39	2.83	16.80	32.60	141	24.95
	mean	15.89	13.02	2.16	133.50	144.91	11.39	2.99	16.86	32.53	143.66	24.85
8	1	14.26	12.11	1.82	114.86	131.68	9.77	3.00	15.80	29.60	143	23.1
	2	14.55	12.50	1.84	117.23	133.80	9.91	3.20	16.60	31.20	140	22.7
	3	14.25	12.00	1.70	113.08	135.74	9.51	3.30	16.20	30.40	147	22.4
	mean	14.35	12.20	1.78	115.05	133.74	9.73	3.16	16.20	30.40	143.33	22.73

* 1:Gupoibdulgae, 2:Kwangyangibdulgae, 3:Milyangjong, 4:Kungshinibdulgae, 5:Oakdongjong, 6:Ibdulgae#1, 7:Hadongibdulgae, 8:Chubujong.

† LL, Leaf length ; LWD, Leaf width ; LW, Leaf weight ; LS, Leaf size ; PH, Plant height ; SD, Stem diameter ; LI, Length of stem internode ; NI, No. of internodes/plant ; NB, Number of branches/plant ; DF, Days to flowering ; NL, No. of leaves/plant.

2. 유전분석

1999년도에 2차 선발대상으로 삼은 8개 품종에 대한 유전분석은 Table 5, 6, 7, 8, 9, 10과 같은 데, 각 조사 형질에 대한 유전력·유전분산·환경분산은 Table 5와 같다. 유전분산의 값과 환경분산의 값을 비교해 볼 때 엽폭·엽중·엽면적·간장·경직경·마디수·개화일수·1주엽수 등 모든 형질에서 유전분산 값이 환경분산 값보다 높았다. 광의의 유전력은 모든 형질에서 72.96 99.42%로 대체로 높았고 특히, 간장은 99.42%로 가장 높았다. 유전력이 높은 형질은 육종에서 중요한 지표가 될 수 있으므로 선발기초 면에서 그 의의가 크다고 할 수 있다. 일반적으로 이 시험에서와 같이 유전력이 높은 형질들은 환경요인에 의한 변이가 적었다고 할 수 있다. 각 형질에 대한 유전력의 발현정도는 시험 시기 및 시험 장소 등에 따라 달라질 수 있고 재배방법이나 분석방법 등에 따라서도 그 값은 변동될 수 있다. 이러한 현상은 환경에 의한 형질의 유전적 발현이 달라지기 때문이며 이들은 유전자와 환경과의 상호작용에 의한 복합성 때문이라고 생각된다. 그러므로 유전력의 검정은 여러 가지 환경 조건에서 종합적인 차원으로 평가되어야 할 것으로 판단된다.

Table 5. Partition of variances and heritability on quantitative characters in perilla varieties

Characters	Variance and parameter‡		
	σ^2G	σ^2E	h^2(%)
Leaf width	0.763	0.283	72.96
Leaf weight	0.119	0.014	89.69
Leaf size	335.216	7.793	97.73
Plant height	510.857	2.973	99.42
Stem diameter	0.847	0.079	91.48
Number of internods per plant	4.173	0.572	87.94
Days to flowering	25.400	6.530	80.00
Number of leaves per plant	10.106	1.474	87.27

† σ^2G, genotypic variance ; σ^2E, environmental variance ; h^2(%), heritability in broad sense.

각 형질간의 표현형 상관, 유전상관을 Table 6의 공분산을 이용하여 산출한 결과는 Table 7과 같다. 형질 상호간의 상관계수는 표현형 상관과 유전 상관의 값이 대체로 같은 부호로서 같은 방향으로 형질간의 변이가 작용하였다. 표현형 상관 값이 유전상관 값보다 정으로 높은 것은 엽중과 경직경, 엽면적과 경직경, 마디수와 개화일수간이었다. 그 외의 상관에서는 유전상관이 표현형 상관보다 높았다. 각 형질 상호간의 표현형 상관과 유전상관이 함께 정의 유의한 상관을 보인 형질은 엽폭과 엽중·엽면적·경직경·개화일수간에서, 엽중과 엽면적·간장·경직경·개화일수간에서, 엽면적과 간장·마디수간에서, 간장과 마디수·1주엽수간에서, 마디수와 1주엽수간의 각 형

Table 6. Phenotypic covariance(Cov.Ph) and genotypic covariance(Cov.G) on 8 characters in perilla varieties

Character†		1	2	3	4	5	6	7	8
1	cov Ph	(1.029)							
	cov G								
2	cov Ph	0.335	(0.127)						
	cov G	0.296							
3	cov Ph	15.448	5.873	(316.723)					
	cov G	15.440	6.122						
4	cov Ph	8.059	3.448	258.621	(471.650)				
	cov G	9.237	3.987	287.406					
5	cov Ph	0.440	0.139	5.551	-0.795	(0.867)			
	cov G	0.382	0.130	5.610	-0.658				
6	cov Ph	0.482	0.266	17.813	37.628	-0.040	(4.337)		
	cov G	0.493	0.262	19.831	41.008	-0.119			
7	cov Ph	2.304	1.031	35.080	-13.390	1.034	1.371	(29.820)	
	cov G	0.473	1.108	41.571	-16.144	1.071	0.873		
8	cov Ph	-0.188	0.059	16.895	59.636	-0.536	5.589	-5.480	(10.651)
	cov G	-0.140	0.108	19.684	64.144	-0.386	5.821	-5.701	

† 1,Leaf width ; 2,Leaf weight ; 3,Leaf size ; 4:Plant height ; 5, Length of stem internode ; 6,No. of internodes/plant ; 7,Days to flowering ; 8,No. of leaves/plant.

질이었다. 부의 상관을 보인 형질은 엽폭과 1주엽수, 간장과 경직경, 간장과 개화일수, 경직경과 마디수, 경직경과 1주엽수, 개화일수와 1주엽수간이었다. 이들 상관에서 엽폭과 엽중·엽폭과 엽면적, 엽폭과 간장, 엽폭과 경직경, 엽폭과 개화일수, 엽중과 엽면적, 엽중과 간장, 엽중과 경직경, 엽중과 개화일수, 엽면적과 간장, 엽면적과 마디수, 엽면적과 개화일수, 간장과 마디수, 간장과 1주엽수, 마디수와 1주엽수간에서 유전상관이 각각 0.983, 0.996, 0.468, 0.475, 0.562, 0.971, 0.498, 0.409, 0.638, 0.695, 0.530, 0.451, 0.888, 0.904, 0.896으로 전반적으로 높았다. 특히 간장과 마디수간의 유전상관($r=0.888^{**}$), 간장과 1주엽수($r=0.904^{**}$), 마디수와 1주엽수($r=0.896^{**}$)간에서 각각 정으로 높은 결과는 간장이 높고 마디수가 많을수록 1주엽수를 증가시킬 수 있을 것으로 평가된다.

Table 7. Phenotypic correlation coefficients(rPh) and genotypic correlation coefficients(rG) on 12 characters in perilla varieties

Character†		1	2	3	4	5	6	7	8
1	rPh								
	rG								
2	rPh	0.926**							
	rG	0.983**							
3	rPh	0.856**	0.926**						
	rG	0.966**	0.971**						
4	rPh	0.366	0.445*	0.669**					
	rG	0.468*	0.498*	0.695**					
5	rPh	0.466*	0.418*	0.335	-0.039				
	rG	0.475*	0.409*	0.333	-0.032				
6	rPh	0.228	0.358	0.481*	0.832**	-0.020			
	rG	0.276	0.372	0.530**	0.888**	-0.063			
7	rPh	0.416*	0.530**	0.361	-0.113	0.203	0.121		
	rG	0.562**	0.638**	0.451*	-0.142	0.231	0.085		
8	rPh	-0.057	0.051	0.291	0.841**	-0.176	0.822**	-0.307	
	rG	-0.050	0.098	0.338	0.904**	-0.132	0.896**	-0.356	

† 1,Leaf width ; 2,Leaf weight ; 3,Leaf size ; 4:Plant height ; 5, Length of stem internode ; 6,No. of internodes/plant ; 7,Days to flowering ; 8,No. of leaves/plant.

경로계수는 육종의 목표형질과 관련되는 다른 형질들이 어느 정도로 영향을 미치는가에 대한 평가를 위한 직접효과와 간접효과를 추정하는 방법이다. 잎 들깨의 1주엽수(y)를 목표형질로 삼을 때 1주엽수는 여러 형질의 종합적인 결과에 의해 발현되는데, 여기에는 유전적인 영향이 지배적이며 그 외 환경적 요소나 생리 및 형질 상호간의 간접적 영향이 있을 수도 있다. 그러나 보통 상관관계에서 목표형질과 다른 여러 형질과의 사이에 유의적인 상관이 인정된다면 이들 형질은 목표형질에 영향을 크게 미친다고 할 수 있다. 이들이 목표형질에 미치는 효과는 유전적인 소질에 기인하기 때문에 환경요인을 배제한 경로계수 분석은 상관의 정도를 더욱 더 세분화한 것이라 할 수 있다.

잎 들깨 품종집단에 대한 유전상관 계수를 이용하여 여러 형질이 직접·간접으로 들깨 1주엽수에 미치는 영향을 구명할 목적으로 경로계수의 분석결과는 Table 8과 같다.

여러 형질이 1주엽수에 미치는 직접효과는 엽폭이 P_1y＝0.748, 마디수가 P_6y＝0.712, 간장이 P_4y＝0.594, 경직경이 P_5y＝0.012의 순으로 正(＋)의 효과를 보였고, 엽면적이 P_3y＝－0.782, 엽중이 P_2y＝－0.314, 개화일수가 P_7y＝－0.202의 순으로 負(－)의 효과를 보였다. 그리고 정의 간접효과는 엽폭이 $r_{12}P_1y$＝0.735, $r_{13}P_1y$＝0.723, $r_{17}P_1y$＝0.420, $r_{15}P_1y$＝0.355, $r_{14}P_1y$＝0.350, $r_{16}P_1y$＝0.206으로서, 마디수가 $r_{46}P_6y$＝0.632, $r_{36}P_6y$＝0.377, $r_{26}P_6y$＝0.265, $r_{16}P_6y$＝0.197, $r_{67}P_6y$＝0.061로서, 간장이 $r_{46}P_4y$＝0.527, $r_{34}P_4y$＝0.413, $r_{24}P_4y$＝0.296, $r_{14}P_4y$＝0.278로서, 경직경이 $r_{15}P_5y$＝0.006, $r_{25}P_5y$＝0.005, $r_{35}P_5y$＝0.004, $r_{57}P_5y$＝0.003, $r_{45}P_5y$＝0.001, $r_{56}P_5y$＝0.001로서 관여하여 간접효과로서 각 형질에 다소 영향을 미친 것으로 평가된다. 그리고 엽면적은 $r_{23}P_3y$＝-0.759, $r_{13}P_3y$＝-0.755, $r_{34}P_3y$＝-0.543, $r_{36}P_3y$＝-0.414, $r_{37}P_3y$＝-0.353, $r_{35}P_3y$＝-0.260으로, 엽중은 $r_{12}P_2y$＝-0.309, $r_{23}P_2y$＝-0.305, $r_{27}P_2y$＝-0.200, $r_{24}P_2y$＝-0.156, $r_{25}P_2y$＝-0.128, $r_{26}P_2y$＝-0.117, $r_{27}P_7y$＝-0.129, $r_{17}P_7y$＝-0.114, $r_{37}P_7y$＝-0.091, $r_{57}P_7y$＝-0.047, $r_{67}P_7y$＝-0.017로서 엽면적, 엽중, 개화일수의 관여 조합은 상호 부(-)의 효과를 보였다.

Table 8. Path coefficient analysis of the direct and indirect influences of each character on the number of leaves per plant in perilla varieties

Leaf width vs. No of leaves/plant	Leaf weight vs. No of leaves/plant	Leaf size vs. No of leaves/plant	Plant height vs. No of leaves/plant
r_{1y} = 0.050	r_{2y} = 0.098	r_{3y} = 0.338	r_{4y} = 0.904
P_{1y} = 0.748	P_{2y} = -0.314	P_{3y} = -0.782	P_{4y} = 0.594
$r_{12}P_{2y}$ = -0.309	$r_{12}P_{1y}$ = 0.735	$r_{13}P_{1y}$ = 0.723	$r_{14}P_{1y}$ = 0.350
$r_{13}P_{3y}$ = -0.755	$r_{23}P_{3y}$ = -0.759	$r_{23}P_{2y}$ = -0.305	$r_{24}P_{2y}$ = -0.156
$r_{14}P_{4y}$ = 0.278	$r_{24}P_{4y}$ = 0.296	$r_{34}P_{4y}$ = 0.413	$r_{34}P_{3y}$ = -0.543
$r_{15}P_{5y}$ = 0.006	$r_{25}P_{5y}$ = 0.005	$r_{35}P_{5y}$ = 0.004	$r_{45}P_{5y}$ = 0.001
$r_{16}P_{6y}$ = 0.197	$r_{26}P_{6y}$ = 0.265	$r_{36}P_{6y}$ = 0.377	$r_{46}P_{6y}$ = 0.632
$r_{17}P_{7y}$ = -0.114	$r_{27}P_{7y}$ = -0.129	$r_{37}P_{7y}$ = -0.091	$r_{47}P_{7y}$ = 0.029

Stem diameter vs. No of leaves/plant	No. of internodes vs. No of leaves/plant	Days to flowering vs. No of leaves/plant
r_{5y} = -0.132	r_{6y} = 0.896	r_{7y} = -0.356
P_{5y} = 0.012	P_{6y} = 0.712	P_{7y} = -0.202
$r_{15}P_{1y}$ = 0.355	$r_{16}P_{1y}$ = 0.206	$r_{17}P_{1y}$ = 0.420
$r_{25}P_{2y}$ = -0.128	$r_{26}P_{2y}$ = -0.117	$r_{27}P_{2y}$ = -0.200
$r_{35}P_{3y}$ = -0.260	$r_{36}P_{3y}$ = -0.414	$r_{37}P_{3y}$ = -0.353
$r_{45}P_{4y}$ = -0.019	$r_{46}P_{4y}$ = 0.527	$r_{47}P_{4y}$ = -0.084
$r_{56}P_{6y}$ = -0.045	$r_{56}P_{5y}$ = 0.001	$r_{57}P_{5y}$ = 0.003
$r_{57}P_{7y}$ = -0.047	$r_{67}P_{7y}$ = -0.017	$r_{67}P_{6y}$ = 0.061

각 형질의 상관관계에 있어서는 특히 간장과 마디수간의 유전상관($r=0.888^{**}$), 간장과 1주엽수($r=0.904^{**}$), 마디와 1주엽수($r=0.896^{**}$)간에서 정으로 높은 현상을 보여 간장이 높고 마디수가 많을수록 1주엽수를 간접적으로 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 Table 8과 같이 직접효과에서 가장 컸던 엽폭은 간접효과에서도 그 관여가 컸다. 유전상관의 값이 높았던 엽폭과 엽중($r=0.983^{**}$), 엽폭과 엽면적($r=0.966^{**}$), 엽폭과 개화일수($r=0.562^{**}$)간에서 볼 때, 엽면적, 엽중, 개화일수가 엽폭과의 상관에서는 높았으나, 경로계수에서는 직접효과와 간접효과 모두에서 부(-)로 관여하

였다.

Table 6의 공분산 분석표를 이용한 선발지수는 Table 9와 같다. 실제 작물에서 수량에 대한 선발을 하고자 할 때는 수량의 표현형만을 보고 선발하는 것보다 형질의

Table 9. Selective index for the number of leaves per plant in characters and the combinations of the characters[‡] in perilla varieties

$I_1 = 0.136X_1$

$I_2 = 0.850X_2$

$I_3 = 0.062X_3$

$I_4 = 0.135X_4$

$I_5 = -0.445X_5$

$I_6 = 1.342X_6$

$I_7 = -0.191X_7$

$I_8 = -1.073X_1 + 0.154X_4$

$I_9 = 0.417X_1 - 0.657X_5$

$I_{10} = 0.520X_1 + 1.400X_6$

$I_{11} = -1.201X_2 + 0.325X_3$

$I_{12} = -3.546X_2 + 0.162X_4$

$I_{13} = -2.250X_2 + 1.480X_6$

$I_{14} = 1.360X_1 - 6.001X_2 + 1.559X_6$

$I_{15} = -0.999X_1 + 0.121X_4 + 0.407X_6$

$I_{16} = -0.450X_1 - 0.153X_5 + 1.391X_6$

$I_{17} = -9.854X_2 + 0.176X_3 + 1.223X_6$

$I_{18} = -1.138X_1 + 0.125X_4 + 0.265X_5 + 0.385X_6$

$I_{19} = -3.158X_2 - 0.009X_3 + 0.125X_4 + 0.487X_6$

$I_{20} = 0.710X_1 - 5.122X_2 - 0.008X_3 + 0.121X_4 + 0.562X_6$

$I_{21} = 0.574X_1 - 5.443X_2 + 0.122X_4 + 0.274X_5 + 0.554X_6$

$I_{22} = -3.290X_2 - 0.017X_3 + 0.134X_4 + 0.340X_5 + 0.461X_6$

$I_{23} = -2.827X_2 + 0.011X_3 - 0.091X_4 + 0.711X_6 - 0.098X_7$

$I_{24} = 0.533X_1 - 4.343X_2 + 0.010X_3 + 0.092X_4 + 0.739X_6 - 0.086X_7$

$I_{25} = 0.451X_1 - 4.187X_2 + 0.103X_4 + 0.211X_5 + 0.684X_6 - 0.074X_7$

$I_{26} = -2.975X_2 + 0.001X_3 + 0.103X_4 + 0.246X_5 + 0.656X_6 - 0.082X_7$

$I_{27} = 0.451X_1 - 4.235X_2 + 0.001X_3 + 0.102X_4 + 0.210X_5 + 0.688X_6 - 0.074X_7$

X_1:Leaf width, X_2:Leaf weight, X_3:Leaf size, X_4:Plant height, X_5:Stem diameter, X_6:Number of internodes per plant, X_7:Days of flowering.

조합에 따라 선발지수를 작성하여 그 가중치를 보고서 선발하는 것이 효과적이고, 또한 선발할 때 소요되는 시간이나 노력 등을 경감시킬 수 있으므로 더욱 유리하다고 할 수 있다. 선발지수는 단일 형질 또는 각 형질의 조합에 따라 여러 형질을 대상으로 지수를 산출하였는데, 단일 형질에서는 마디수(X_6)의 지수가 가장 높았고, 엽중, 엽폭, 간장, 엽면적 등의 순으로 그 지수가 높았다. 단일형질에서 부의 지수를 보인 형질은 경직경과 개화일수였다. 그리고 단일형질에서 가장 높았던 마디수(X_6)는 2개 형질, 3개 형질, 4개 형질, 5개 형질, 6개 형질, 7개 형질을 조합하였을 때에도 각각 그 지수가 제일 높았다. 특히, 엽폭+엽중+마디수의 3개 형질의 조합에서는 마디수가 1.559로서 다른 조합에서 보다 가장 높았다.

들깨 잎의 다수성 형질의 조합이라고 볼 수 있는 엽폭+마디수, 엽폭+엽중+마디수, 엽중+엽면적+간장+마디수, 엽중+엽면적+간장+마디수+개화일수, 엽폭+엽중+엽면적+간장+마디수+개화일수, 엽폭+엽중+엽면적+간장+경직경+마디수+개화일수의 조합에서 마디수가 각각 높은 정의 값을 보여 이들 조합을 선발대상으로 한다면 마디수를 증가시켜 잎의 수량을 증가시킬 수 있을 것으로 평가된다.

Table 10은 잎 들깨로서 적당하다고 인정되는 8개 품종(광양 잎들깨, 옥동종, 하동 잎들깨, 추부종, 잎들깨1호, 구포 잎들깨, 밀양종, 경신 잎들깨)을 대상으로 1주엽수를 수량(y) 형질로 삼아 이 수량 형질에 직접 또는 간접적으로 관여의 정도가 클 것으로 생각되는 엽폭, 엽중, 엽면적, 간장, 경직경, 마디수, 개화일수의 7개 형질을 중심으로 선발지수(I_{27})를 산출하고, 이들 값에 각 형질의 측정값을 대입하여 각 품종에 대한 선발총점이 높은 순위로 나타내었다. 1순위에서 5순위까지는 선발총점이 14.163 15.343으로서 거의 비슷하였는데, 이 5개 품종들은 간장이 길며, 마디수가 많고 대체로 개화일수가 짧은데 기인한 결과라고 생각된다. 그러나 이들 순위는 선발할 대상 형질의 조합에 따라 달라질 수 있다.

Table 10. Productive order on the selected perilla varieties using selective index

Order‡	$0.451X_1$	$-0.4.235X_2$	$0.001X_3$	$0.102X_4$	$0.210X_5$	$0.688X_6$	$-0.074X_7$	Selection score
1	5.619	-7.030	0.111	13.855	2.163	10.664	-10.039	15.343
2	5.322	-6.691	0.107	13.363	2.033	11.696	-10.680	15.150
3	5.872	-9.148	0.134	14.781	2.392	11.600	-10.631	15.000
4	5.502	-7.538	0.115	13.641	2.043	11.146	-10.606	14.303
5	6.567	-10.672	0.156	15.660	2.253	11.077	-10.878	14.163
6	5.227	-5.971	0.097	10.514	2.123	7.912	-10.039	9.863
7	5.854	-8.089	0.112	9.604	2.554	8.944	-11.001	7.978
8	5.705	-8.174	0.112	10.023	1.987	8.944	-11.026	7.571

‡ 1:Kwangyangibdulgae(Kwangyang domastic variety), 2:Oakdongjong(Oakdong domastic vaarety), 3:Hadongibdulgae(Hadong domastic variety), 4:Chubujong, 5:Ibdulgae#1, 6:Gupoibdulgae(Gupo domastic variety), 7:Milyangjong, 8:Kungshinibdulgae.
X_1:Leaf width, X_2:Leaf weight, X_3:Leaf size, X_4:Plant height, X_5:Stem diameter, X_6:Number of internodes per plant, X_7:Days of flowering.

제 4절 참고문헌

1. **卞敬蘭·吳世明·李在爽·韓相政**. 1985. **들깨의 主要特性과 葉利用을 위한 品種選拔에 관한 研究**. **韓園誌** 26(2) : 113 121.
2. **蔡禮錫**. 1961. **국립화학연구보고서** 9 : 72.
3. **張權烈**. 1996. **大豆育種에 있어서 각 形質의 遺傳進展과 選拔效率**. **晋州農科大學 農業研究所報** 3 : 75 81.
4. Cho, J. L., H. Kang, and J. C. Park. 1984. Effects of photoperiod and temperature on flowering of *perilla ocymoides* L. J. Inst. Agr. Res. Util. Gyeongsang Natl. Univ. 18 : 27 32.
5. **최영전**. 1984. **들깨 植物에 얽힌 民俗**. **最新園藝** 26(4) : 52 53.

6. **정원복 · 정대수**. 1998. **들깨 품종집단에 대한 몇 개 양적형질의 유전분석**. **한국 생명과학잡지** 8(4) : 431 436.

7. Dewey, D. R., and K. H. Lu. 1959. A correlation path-coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agron. J. 51 : 515 518.

8. Grafius, J. E., W. L. Nelson and Dirks. 1952. The heritability of yield in barley as measured by early generation bulked progenies. Agron. J. 44 : 253 257.

9. **韓相政 · 崔國姬 · 吳世明**. 1986. **들깨의 量的生長解釋과 日長反應에 관한 硏究**. **韓園誌** 27(3) : 213 223.

10. Johnson, R. S. and A.N. Lakso. 1985. Relationships between stem length, leaf area, stem weight, and accumulated growing degree days in apple shoots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 : 586 590.

11. **김영식**. 1994. **들깨의 수경재배시 잎 생장 양상에 관한 연구**. **한원지** 35(3) : 208 212.

12. **郭泰淳**. 1994. **들깨 蒐集在來種의 主要生育形質 및 脂肪酸組成 韓育誌** 26(2) : 148 154.

13. Kwak, T. S and B. H. Lee. 1995. Leaf quality and fatty acid composition of collected perilla related genus and species germprasm. Korean J. Crop Sci. 40(3) : 328 333.

14. Lam S. L and A. C. Leopold. 1961. Reversion and reduction of flowering in perilla. Amer. J. Bot. 48(3) : 306 310.

15. **오기원 · 배석복 · 곽재균 · 김정태 · 곽용호**. 1997. **들깨 수량관련형질의 유전분석**. **한국육종학잡지** 29(**별책** 1**호**) : 20 21.

16. **朴忠範**. 1994. **들깨 成分改良에 관한 硏究**. **忠北大學校 農學博士 學位論文** : 1 70.

17. **박충범 · 안병옥 · 김율호 · 이병규 · 강철환**. 1996. **들깨 도입품종의 주요생육 및 품질특성**. **한작지** 41(**별책**1**호**) : 86 87.

18. Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harveys. 1949. Estimates of

heritability and the degree of dominance in corn. Agronomy J. 41 : 353 359.

19. Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harveys. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implication in selection. Agron. J. 45 : 412 420.

20. **成煥祥**. 1976. **在來種 들깨의 花成, 品種 및 成分에 관한 研究. 東國大學校 農學博士 學位論文** : 1 31.

21. **成煥祥**. 1976. **在來種 들깨의 成分에 關한 研究. 韓國營養誌** 5(1) : 69 74.

22. **柳益相 · 崔炳漢 · 吳聖根**. 1972. **들깨 收量에 關與하는 主要形質間의 相關關係와 그들 形質이 收量에 미치는 影響. 韓作誌** 11 : 99 103.

23. **柳益相**. 1974. **들깨의 日長 및 溫度에 대한 感應性과 그 收量에 미치는 影響에 관한 研究. 韓作誌** 17 : 79 114.

제 5장 잎들깨의 주요 해충에 대한 종합적 방제법의 수립

제1절 서 설

잎들깨 재배의 연작으로 인한 토양내 식물 기생성 선충의 밀도증가는 잎들깨 생육에 직·간접적으로 많은 피해를 준다. 현재 이들 선충의 방제법은 정립되어 있지 않으며, 주로 토양 훈증제등 화학적 방제법에 의존하고 있는 실정이다.

잎들깨 뿐만 아니라 원예작물에서도 식물 기생성 선충 방제를 위해 화학적 방제법에 크게 의존하고 있으며, 이의 무분별하고 지속적인 사용 및 오용으로 인한 식물체 약해, 익충의 밀도감소 및 환경오염등 많은 부작용이 야기되고 있다.

일부 선진 외국의 경우 기생성 선충류의 밀도 경감을 위해 화학적 방제체계를 대체할 생물적 방제법 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 일부는 실용화 단계에 있다. 특히, 작물을 보호하기 위한 수단으로 이용되어온 유기합성 농약의 사용규제는 지구환경을 보호 유지하려는 움직임에 의해 이미 산업전반에 걸쳐 법적인 제도화가 추진되고 있어, 환경친화형 방제법 개발이 절실하다.

선충 기생성 곰팡이류에 관한 연구는 이미 일부 선진국을 중심으로 지속적인 연구가 수행되고 있다. 특히, 바나나 등 열대 작물에 발생하여 많은 피해를 주는 뿌리혹선충의 방제를 위해 선충포식성 곰팡이를 사용한 생물적 방제법은 이미 실용화되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 잎들깨 재배지 토양에 대량 발생하여 직·간접적 피해를 주고 있는 주요 식물 기생성 선충의 생물적 방제를 위한 연구의 일환으로, 효과적인 선충포식성 곰팡이를 재배지 토양 등에서 선발하여 실내 및 포장시험을 통해 각각의 방제효과를 비교·검정함으로서 우수한 생물학적 방제제를 공시하고, 아울러 이후 생물적 방제제 개발에 이를 이용하고자 한다. 이러한 일련의 연구 활동은 원예 및 과수 등에 있어서 피해를 주는 주요 선충 및 기타 작물 해충의 종합적 방제법 수립 연구에도 확대 적용할 수 있다. 또한, 환경보존 및 경비절감에 따른 농가소득 증대에도 크게 기여할 것으로 기대한다.

제 2절 연구개발 목표와 내용

1. 주요 식물기생 선충 탐색 및 방제실태 조사

잎 들깨 재배지에 발생하는 주요 기생성 선충을 조사하고 이의 재배기간내 시기별 발생밀도 변화 등의 생태학적 연구를 통해 주요 선충의 발생예찰 및 살선충제의 적정 처리시기를 구명하고자 함.

가. 식물 기생 선충 방제 실태 조사 : 농가와 농약상을 대상으로 설문조사

ㅇ 설문내용 : 사용 살선충제의 종류, 처리시기, 처리량 및 처리방법

나. 주요 선충류 조사 : 잎들깨 재배지에서의 토양 및 식물체 뿌리로 부터 주요 선충류 조사, 재배기간중 선충밀도 조사

1) 조사지역 : 부산 대저동과 밀양 삼문동 잎들깨 집단 재배지

2) 조사기간 : 1997. 2. 24 7. 10 (8회)

3) 선충밀도 조사 : 1회 조사시 토양시료 30개 및 잎들깨 뿌리시료 30개를 채취하였다. 토양에서의 선충분리는 채집한 토양 시료 300cc를 설탕용액 원심분리법과 Baermann's funnel 법으로 25℃에서 24시간 동안 분리하여 해부현미경 하에서 조사하였다. 뿌리내 침투한 선충조사는 acid fuchsin-lacto phenol 염색법에 의해 뿌리에 침투한 썩이선충을 확인하고, Baermann's funnel 법으로 선충밀도를 조사함.

다. 재배지 환경 조사

재배 환경에 따른 주요 선충밀도와 단위 면적당 수확량 조사

1) 조사방법 : 부산 대저동과 밀양 삼문동 잎들깨 집단 재배지에서 해당 항목의 다섯 농가씩을 선정하여 설문조사

가) 조사항목

(1) 연작년수 (3, 6, 10, 10년이상)에 따른 수확량 및 주요 선충 밀도 조사.

(2) 토질, 용수 및 시용퇴비에 따른 주요 선충 밀도와 수확량 조사.

2. 우수 선충 기생성 곰팡이 선발 및 방제효과 검정

잎들깨 기생성 선충의 생물적 방제를 위한 생물적 방제제로서 이용 가능한 선충 포식성 곰팡이를 선별하여 실내 및 포장시험을 통해 각각의 방제효과를 비교 · 검정함으로서 우수 생물적 방제제의 공시 및 개발에 이용.

가. 우수 선충 기생성 곰팡이 선발

부산 대저동 및 밀양 삼문동 잎들깨 재배지에서 채취한 토양 (100g)을 CMA (corn meal agar)배지에 이식한 후 25℃에서 5일간 배양 및 계대배양을 통해 순수 분리.

나. 주요 곰팡이 살선충력 검정

분리 · 동정된 주요 선충 포식성 곰팡이는 WA (2% water agar)배지에 이식하여 7일간 25℃에서 배양한 후 잎들깨 뿌리로 부터 분리된 뿌리썩이선충을 접종하고 해부현미경 (×60)으로 살선충력을 조사.

다. 실내 방제효과 검정 (폿트 검정)

1) 플라스틱 폿트 (50×50㎝)에 살균한 토양을 채우고 잎들깨 재배지에서 선충에 감염된 잎들깨 뿌리를 채취, 재식하여 6개월간 뿌리썩이선충을 증식.
2) 실내 폿트실험에 사용된 잎들깨는 소토한 토양에 파종하여 6주간 배양실 (25℃)에서 배양.
3) 선발된 살선충성 곰팡이 균주는 PDB (potato dextrose broth)를 배양액으로 25℃ 진탕배양기 (120 r.p.m)에서 10일간 배양.
4) 뿌리썩이선충이 증식된 토양 (2000마리/700cc)을 폿트에 채운 후 건전 잎들깨 유묘를 정식하여 3일간 활착시키고 3종의 선발된 곰팡이 균주가 배양된 배양액 20ml씩을 각각의 폿트에 관주함.

   모든 실험은 10 반복하여 항온기 (23 28℃)에서 4주 후 각각의 선충밀도를 비교함.

라. Soil amendment 첨가에 따른 살선충 곰팡이 생육력 조사

녹차 추출물 (5%, 10%, 20%)과 한천을 혼합한 선택배지에 살선충 곰팡이를 각각 이식하고 5일간 25℃ 항온배양기에서 배양하여 곰팡이의 생육력 비교 · 측정.

3. 살선충 곰팡이 대량 배양 및 방제효과 검정

가. 살선충성 곰팡이 액체배양

잎들깨 재배지 토양에서 분리하여 살선충력이 인정된 *Arthrobotrys oligospora*, *A. conoides* 및 *A. dactyloides*를 Sabouraud dextrose broth (2% dextrose, 1% bactopeptone, 0.2% yeast extract)에서 27℃, 120 r.p.m 으로 7일간 배양하였다.

나. 고체배양 및 균주간 성장률 비교

최종 선발된 선충포식성 곰팡이를 지름 3mm인 pellet형의 배지 500g과 증류수 150ml를 polypropylene bag에 넣은 후, 121℃, 50분간 멸균한다. 멸균 후, 액체배양한 단균사 곰팡이를 접종하여 27℃, 습도 80±5% 조건으로 22일간 배양하였다. 균주간 성장도 조사는 22일간 배양한 후, 각 균주에서의 고체배지 g당 포자형성수를 조사 비교하였다.

다. 포장시험

선발된 3종 선충포식성 곰팡이의 뿌리썩이선충 밀도 변화에 미치는 효과를 조사하기 위하여 선충 감염밀도가 높은 잎들깨 포장 (부산시 강서구 대저동)을 선정하여 야외 검정을 실시하였다. 각 실험구는 10m^2으로서 설정, 모두 4개의 실험구를 설정하였다. 파종 100일후, 고체배양된 *A. oligospora*, *A. conoides* 및 *A. dactyloides*를 배양한 pellet을 각각 5Kg씩 살포한 후, 10일, 20일 및 40일 경과후 각 실험구 및 무처리구에서의 선충밀도를 조사 비교하였다.

제 3절 연구 결과

1. 주요 식물기생 선충 탐색 및 방제실태

가. 선충 방제 실태

부산 대저동 잎들깨 재배농가, 36농가를 대상으로 잎들깨 해충 방제 실태를 조사한 결과, 일부에서 파종전에 땅콩 뿌리혹 선충 구제에 적용되는 유기인계 토양 해충약제인 타보입제 (S-tert-butylthiomethyl O, O-diethyl phosphoro dithioate)를 1-2회

토양과 섞어 처리하는 것으로 조사 되었다. 그러나 선충을 대상으로 하는 방제사례는 전무한 것으로 확인 되었으며, 조사 농가수의 70% 이상이 선충류에 의한 피해를 인지하고 있음에도 불구하고 고가의 선충 구제약제 사용을 꺼려함으로서, 지속적·효과적인 방제가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

나. 잎 들깨 재배지 토양 및 뿌리내 주요屬 선충류

잎들깨 생육기간중 토양내 전체 선충 밀도 변화는 들깨 파종전인 2/24일에 8432±2200로 가장 높았고 이후 4/26일 까지 감소하다가 잎들깨 수확 초기인 5/10일에 3612±1305로 증가했으나 이후 다시 감소하는 경향을 확인하였다. 이러한 결과는, 잎들깨 생육기간중 수확 초기에 기생성 선충이 대량 번식하는 것으로 사료된다.

토양내 선충 밀도 변화에 있어서, 기생성 선충류중 *Helicotylenchus* sp. (23.6%)의 밀도가 가장 높았으며, 다음으로 *Pratylenchus* sp. (18.8%), *Pararotylenchus* sp. (7.5%), *Tylenchus* sp. (4.6%)순으로 조사되었다 (표 1). 따라서, 이들 4종류의 선충류가 잎들깨 재배지에 발생하는 주요 선충류로 사료된다.

Table 1. Occurrence of plants parasitic nematodes on the soil (300cc) of leaf perilla field (Dae-Jeo dong, Pusan). Numbers in parentheses indicate a percentages to total parasitic nematodes

Genus / Days surveyed	*Pratylenchus* sp.	*Helicotylenchus* sp.	*Tylenchus* sp.	*Pararotylenchus* sp.	the others	Total
24, Fab.	990(11.7)	2130(25.3)	413(4.9)	1918(22.7)	2981(34.4)	8432
22, March	880(27.2)	220(6.8)	358(11.0)	248(7.7)	1534(47.3)	3240
26, Apr.	351(19.6)	280(15.6)	-	460(25.6)	703(39.2)	1794
10, May	180(5)	1024(28.3)	137(3.8)	462(12.8)	1989(55.1)	3612
24, May	752(23.2)	843(26.0)	55(1.7)	249(7.7)	1344(41.4)	3243
9, June	545(28.1)	405(20.9)	140(7.2)	269(13.9)	580(30.0)	1939
25, June	412(17.7)	452(19.4)	-	58(2.5)	1408(59.9)	2330
10, July	581(29.2)	520(26.2)	44(2.2)	87(4.4)	796(40.0)	1984
Mean	586(18.8)	734(23.6)	143(4.6)	235(7.5)	1417(50.1)	3115

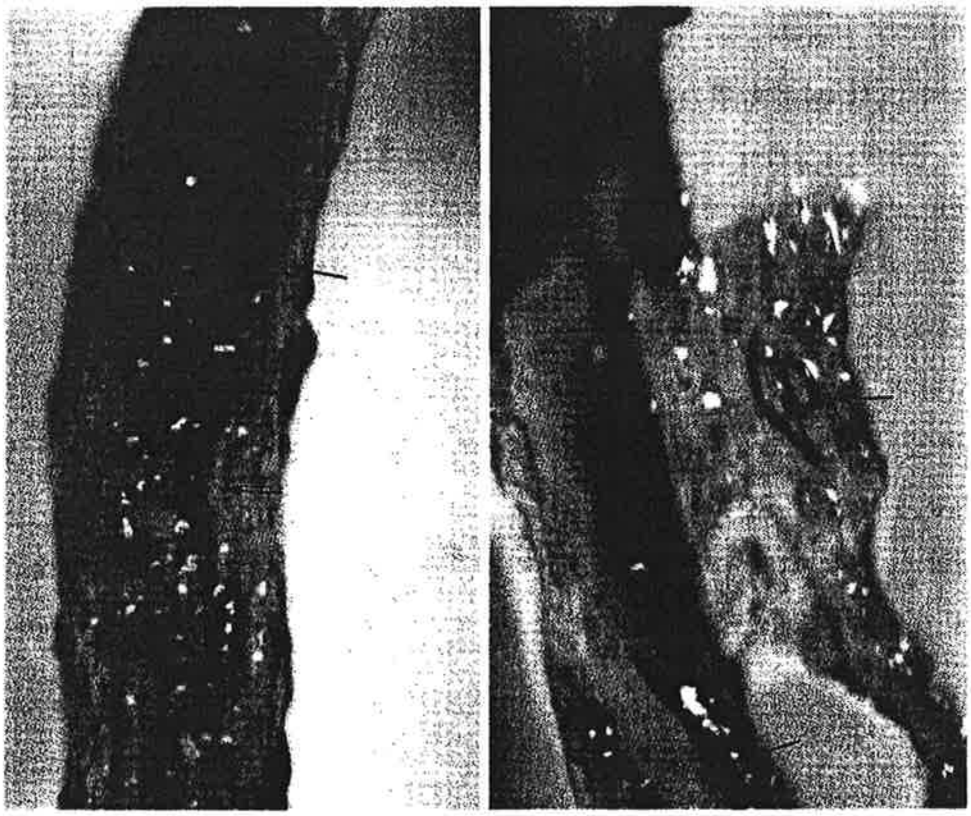

Fig. 1. Pictures showing the parasitic nematode, *Pratylenchus* sp., in the roots of leaf perilla.

잎들깨 생육 기간중 뿌리에서 분리된 기생성 선충류는 대부분이 뿌리썩이 선충인 *Pratylenchus* sp.인 것으로 확인 되었으며, 잎들깨를 10년 이상 년작중인 밀양시 삼문동 일원의 토양에서도 *Pratylenchus* sp.의 높은 밀도가 확인되어, 잎들깨 재배에 있어 가장 심각한 피해 선충일 것으로 사료된다.

식물체 개체당 뿌리내 *Pratylenchus* sp.의 시기별 밀도 변화는 표 2.에서 보는 바와 같이 재배지내 토양에서와는 상이하였는데, 식물 생장 최성기 (5월 중순 하순)의 토양에서는 *Pratylenchus* sp.의 빈도가 감소한 반면 뿌리에서는 증가하는 양상을 확인할 수 있다. 이러한 결과는, *Pratylenchus* sp.는 잎들깨 재식초기 (2월 4월 초순)에 뿌리 주변의 토양에서 밀식하다가 식물체의 뿌리가 왕성하게 생장하는 5월경에 집중적으로 식물체 뿌리에 침입하기 때문인 것으로 생각되며, 이후 다시 토양으로 이동하는 것으로 사료된다. 따라서, 선충방제를 위한 약제 처리 시기로서, 선충이 식물체로 이동하기전 시기인 식물생장초기에 처리하는 것이 가장 바람직한 것으로 사료된다.

다. 연작 년수에 따른 주요 기생성 선충의 밀도 및 단위 면적당 수확량

부산 대저 잎 들깨 재배지내 연작 년수에 따른 주요 기생성 선충의 밀도와 단위면적당 수확량과의 관계는 표 3과 같다.

연작 년수에 따른 주요 선충의 밀도와 수확량과의 관계는 8년에서 10년 연작 토양에서 기생성 선충의 밀도가 가장 높았으며, 특히 재배지 토양에서의 *Pratylenchus* sp.

Table 2. Occurrence of the major plants parasitic nematode, *Pratylenchus* sp., in the root of leaf perilla (Dae-Jeo dong, Pusan).

Date surveyed / *Pratylenchus* sp.	5, May	24, May	9, June	25, June	10, July
No. of *Pratylenchus* sp.	840±450*	994±225	713±150	230±60	218±105

* mean±standard error

의 밀도가 월등히 높은 것으로 조사되었는데, 이들 밀도 증가에 따른 피해도 큰 것으로 조사되었다. 그러나, 10년 이상 연작한 재배지에서는 기생성 선충수는 다시 감소하고 단위 면적당 수확량도 증가하였는데, 이러한 결과는 대부분이 10년 이상 잎들깨 연작이 계속되고 있는 밀양 삼문동 및 예림리 (표 4) 지역의 잎들깨 재배지에서 조사된 선충밀도에서도 확인 되었다.

이러한 연작 년수와 기생 선충의 밀도 관계 및 선충 밀도와 식물체의 피해량과의 상관관계는 이후 계속적으로 연구되어야 할 것으로 생각된다.

Table 3. A relationship of the density of parasitic nematodes and yield quantity with repeated cultivation (Dae-Jeo dong, Pusan).

Repeated cultivation (years)	yield quantity (box/1,000ha)	total	No. of parasitic nematodes/soil 3000cc				
			Pratylen-chus	*Helicoty-lenchus*	*Tylen-chus*	*Pararoty-lenchus*	others
1 3	11.9	609	95	41	73	10	254
4 7	11.46	1402	96	768	52	3	198
8 10	9.6	2187	488	697	334	28	436
10	11.55	1288	94	857	31	39	187

Table 4. Number of the major plants parasitic nematodes on the root of leaf perilla (Sam-Moon dong and Yea-Lim lee).

Location	No. of parasitic nematodes/soil 3000cc					No. of *Pratylenchus* from one root	total
	Pratylen-chus	*Tylen-chus*	*Pararoty-lenchus*	others	total		
Sam-Moon dong	535* (82.6)	62(9.2)	8(1.2)*	43(7.0)	648	224	776
Yea-Lim lee	891(85.7)	82(7.8)	-	67(6.5)	1040	448	1040

* No. of nematodes isolated

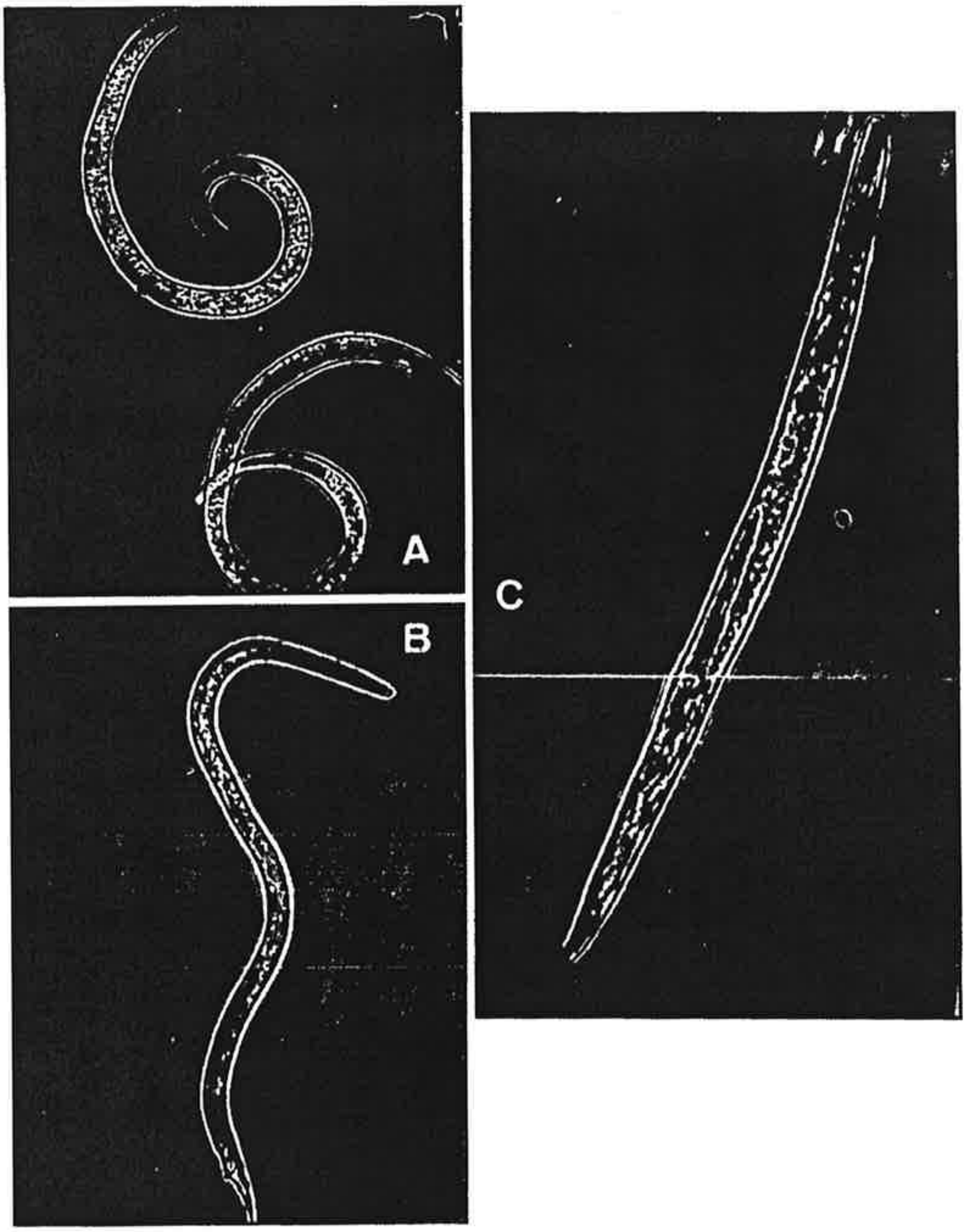

Fig. 2 . Parasitic nematodes isolated from the soil of leaf perilla field.

A. *Helicotylenchus* sp. B. *Pratylenchus* sp. C. *Pararotylenchus* sp.

2. 우수 선충 기생성 곰팡이 선발 및 방제효과

가. 우수 곰팡이 선발

부산 대저동 및 밀양 삼문동 잎들깨 재배지 토양에서 분리된 곰팡이중 살선충 효과가 우수한 선충기생성 곰팡이로서 *Arthrobotrys*속 3종이 선발되었다. (그림 3).

나. 실내 살선충 효과 검정

표 5는 WA배지 상에서 선별된 3종의 살선충성 곰팡이의 선충 (*Pratylenchus* sp.) 방제효과를 검정한 결과이다. *Arthrobotrys dactyloides*는 65%로서 가장 높은 방제가를 보였으며, 이어 *Arthrobotrys oligospora*는 37%, *Arthrobotrys conoides*는 16%의 방제가를 나타내었다.

다. 폿트내 살선충 효과 검정

Arthrobotrys 3종의 폿트에서의 뿌리썩이선충 (*Pratylenchus* sp.)에 대한 살선충 효과 실험 결과, *A. oligospora*는 53%, *A. conoides* 와 *A. dactyloides*는 각각 43% 및 28%의 살선충 효과를 나타내어 (표 6), WA배지에서의 살선충 효과의 결과와는 다소 상이하였다.

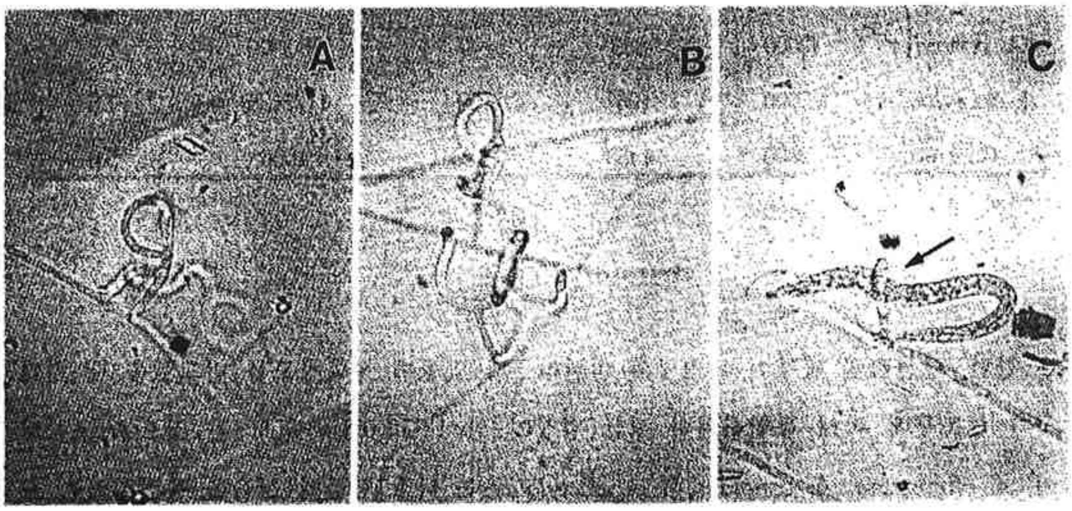

Fig. 3. Nematophagous fungi. A: *Arthrobotrys conoides*, B: *Arthrobotrys oligospora*, C: *Arthrobotrys dactyloides*, ←: constricting ring

Table. 5. Biological control effect of nematophagous fungi against *Pratylenchus* sp. on WA (3% water agar) plate.

Species	Before treatments	Days after treatment					Control effect.(%)
		3	6	9	12	15	
A. oligospora	100*	94	88	70	67	63	37
A. conoides	100	100	97	93	84	84	16
A. dactyloides	100	88	60	45	45	35	65

* No. of nematodes tested

Table. 6. Biological control effect of nematophagous fungi against *Pratylenchus* sp. in the pot test.

Species	Before treatment	28days after treatment			Plant Ht. (㎝/plant)
		No / 700cc soil	No / a root	Total [control effect(%)]	
A. oligospora	2000*	633	104	737(53)	7.5
A. conoides	2000	833	47	880(43)	7.3
A. dactyloides	2000	1067	58	1125(28)	7.6
Control	2000	1433	123	1556	5.8

* No. of nematodes tested

한편, 살선충성 곰팡이 처리구와 비처리구의 잎들깨 생육정도를 비교했을 때 처리구가 대조구에 비해 동일시기의 평균 엽장이 약 1.65±0.3㎝ 정도 긴 것으로 조사되어, *A. oligospora*, *A. conoides* 및 *A. dactyloides*는 다소 잎들깨 생육을 촉진시키는 효과가 있는 것으로 사료된다. 그러나, 본 연구에서는 살선충성 곰팡이와 잎들깨 생육과의 관계는 규명하지 못하였으며, 향후 지속적인 연구활동이 기대된다.

라. Soil amendment 첨가에 따른 살선충성 곰팡이 생육력 검정

선별된 3종 살선충성 곰팡이의 soil amendment (녹차 추출물) 첨가에 따른 생육력 비교·검정을 위해 녹차 추출물을 첨가한 TA (tea-agar) 배지에서와 WA, PDA 및 CMA배지에서 와의 생육력을 비교·조사하였다. 그 결과, 녹차 추출물을 첨가한 TA 에서의 생육력이 WA배지보다 크게 향상되었으나, PDA 및 CMA배지와는 차이를 확인할 수 없었다. 또한, 녹차 추출물 농도에 따른 곰팡이 생육력의 차이는 없는 것으로 확인되었다 (표 7).

3. 살선충 곰팡이 대량 배양 및 방제효과

가. 대량배양 및 성장률

살선충 효과가 확인된 *Arthrobotrys oligospora*, *A. conoides* 및 *A. dactyloides*의 고체배양에서의 성장정도를 비교하였다 (그림 4). 동일조건에서 3균주의 성장률은 *A. oligospora*가 가장 높았으며 (95×10^8conidia/g), *A. conoides* (62×10^8conidia/g)가 가장 낮은 성장률을 보였다. 또한, *A. oligospora*는 폿트실험 결과로 부터 가장 높은 선충 방제력 (53%)을 갖고 있어, 선충 방제제로서 가장 효과적인 것으로 사료된다(그림 5).

나. 포장시험 (실증시험)

잎들깨 재배시에 곰팡이 pellet 제제 처리에 따른 썩이선충 밀도 변화를 확인하기 위해 *A. oligospora*, *A. conoides* 및 *A. dactyloides*의 고체배양한 pellet을 각각 동량 산포하고 10일, 20일 및 40일 후의 전체 선충밀도와 썩이선충 (*Pratylenchus* sp.)의 밀도를 조사하였다. 토양 시료채취는 각 실험구에서 임의 추출법으로 10개씩 (300g/개)의 토양시료를 채취하였다 (그림 6).

Table. 7. Growth effect of nematophagous fungi on the various media

species \ media	W.A	P.D.A	C.M.A	T.A(5%)	T.A(10%)	T.A(20%)
A. oligospora	+*	++++	++++	++++	+++	++++
A. conoides	+	+++	+++	+++	+++	+++
A. dactyloides	+	+++	+++	+++	+++	+++

* degree of growth (+: 0 1, ++: 1 2, +++: 2 3, ++++: 3 4cm)

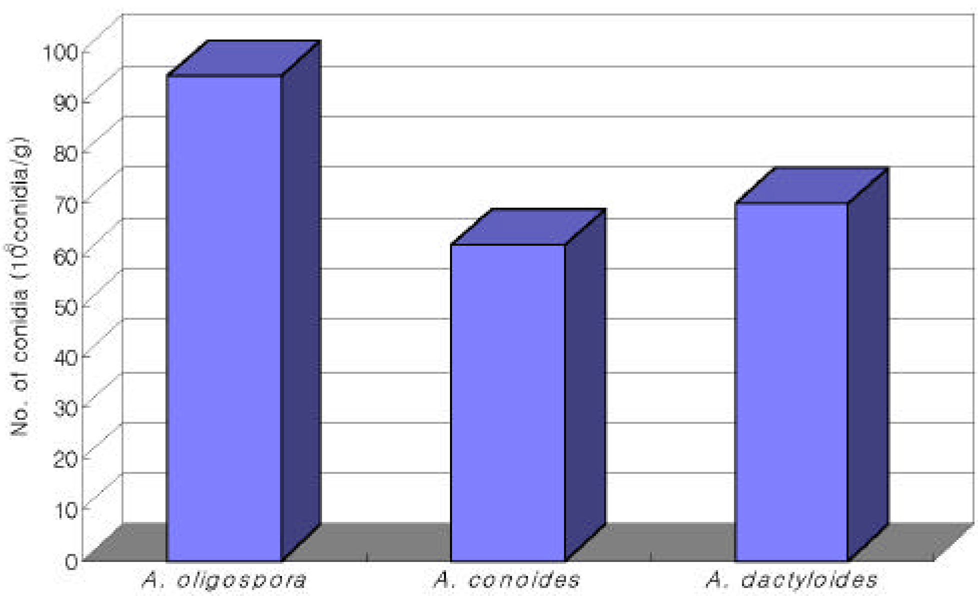

Fig. 4. Growth effect of nematophagous fungi on pellet media. Conidia were counted at 22 days post-inoculation

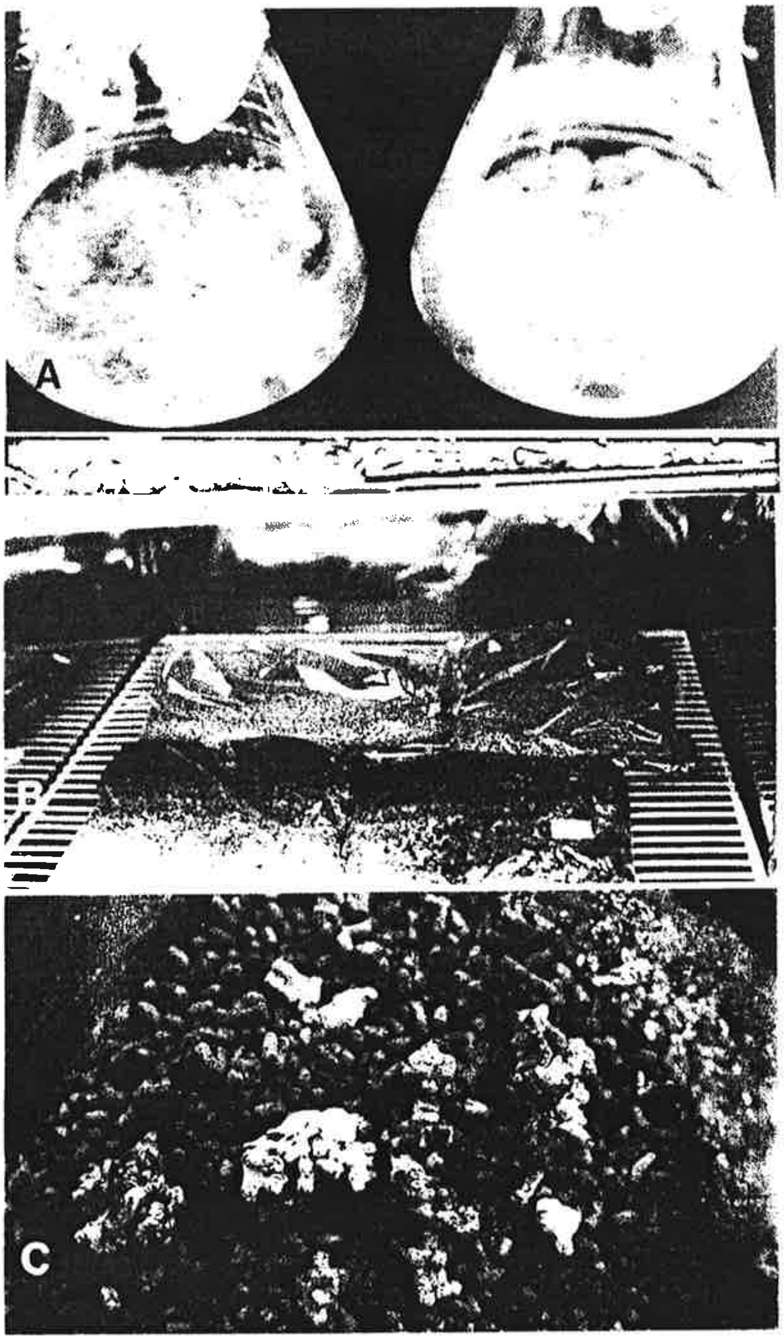

Fig. 5. Mass cultures of the nematophagous fungi, *Arthrobotrts oligospora*. Liquid culture in SDB media (A) and solid culture (B, C).

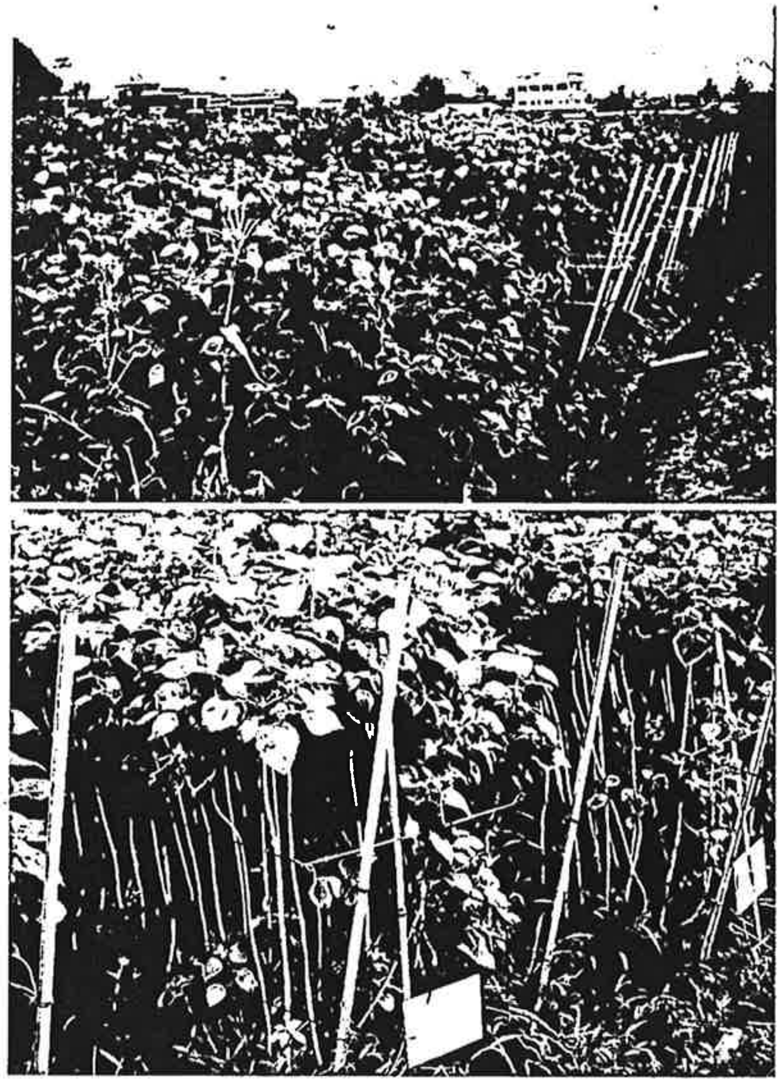

Fig. 6. Pictures showing the leaf perilla field, the biological control of nematode, *Pratylenchus* sp., with the nematophagous fungi

곰팡이 pellet 제제 처리에 따른 전체 선충밀도는 무처리한 대조구와 비교하여 현저하게 감소하였으며, 특히, 제제 처리후 10 - 20일에는 급격한 밀도 변화가 확인되었다 (그림 7). 마찬가지로, 재배지 토양 내 *Pratylenchus* sp.의 밀도변화에 있어서 토양 내 전체 선충밀도 변화양상과 유사한 것을 확인할 수 있으며 (그림 8), 우수 제제 선별을 위한 균주별 비교결과, *A. oligospora*와 *A. dactyloides*의 처리구에서 우수한 선충방제효과를 나타내었으며, 약제처리 40일 경과 후의 방제가는 각각 84.7%와 71.5%로 조사 되었다.

이상의 결과를 종합하면, 잎들깨 재배지에서 발생하여 피해를 주는 썩이선충(*Pratylenchus* sp.)의 생물적 방제를 위한 천적 미생물로서 *Arthrobotrys oligospora*가 가장 효과적이었으며, 이를 사용한 방제 최적기로서는 잎들깨 재배 초기에 처리하는 것이 가장 효율적인 것으로 사료된다. 향후 썩이선충류의 보다 효율적인 방제법 개발을 위해서는 적정 처리량 및 처리 횟수등 보다 세부적인 연구자료가 필요하며, 이에 관한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

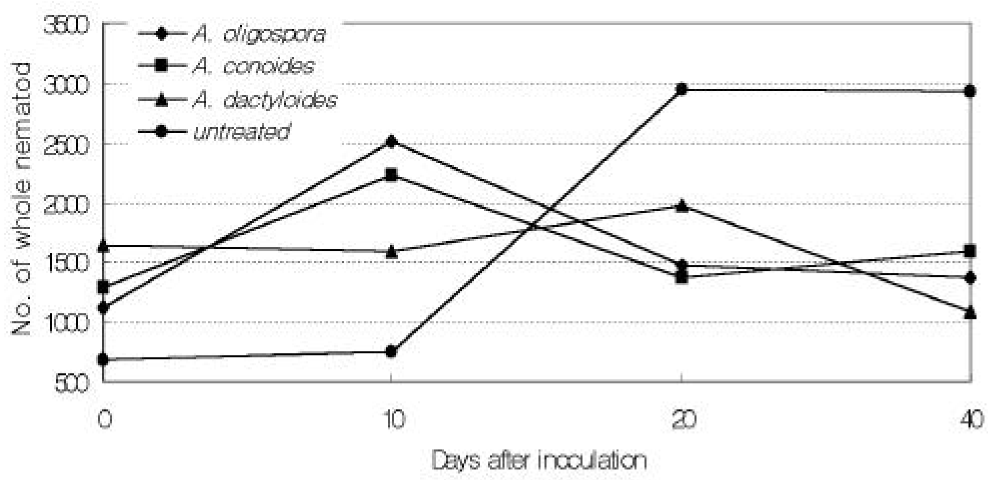

Fig. 7. Biological control of the nematophagous fungi against whole population of nematodes in the soil (300cc) of leaf perilla field.

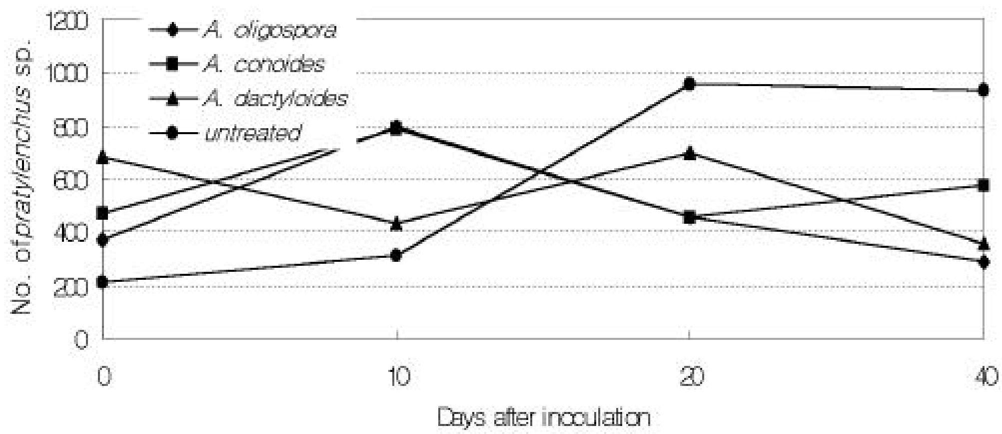

Fig. 8. Biological control of the nematophagous fungi against *Pratylenchus* sp. in the soil (300cc) of leaf perilla field.

제4절 참고문헌

1. Adams, P. B. and Wong, J. A. 1991. The effect of chemical pesticides on the infection of sclerotia of *Schlerotinia minor* by the biocontrol agent *Sporidesmium sclerotivorum*. Phytopathology 81: 1340-1343.
2. Anonymous. 1971. Estimated crop losses due to plant parasitic nematodes in the United States. Suppl. J. Nematol. Special Public. No. 1.
3. Barron, G. L. 1977. The nematode-trapping fungi. pp. 140 in: Canadian Biological Publications. Guelph. Ontario. Canada.
4. Chitambar, J. J. and Raski, D. J. 1985. Life history of *Pratylenchus vuinus* on carrot discs. J. Nematol. 17: 235-236.
5. Choi, Y. E. 1963. Some nematodes found in soil around the root of floral plants in green house. Journal of plant protection. 2: 27-37.

6. Choi, Y. E. 1984. Four unrecorded plant parasitic nematodes from Korea. Korean J. Plant Prot. 23: 119-125.

7. Croll, N. A. and Mathews, B. E. 1977. Biology of Nematodes. Wiley, New York, pp. 201 (Abstract).

8. Elliott, A. P., Bird, G. W., and Safir, G. R. 1984. Joint influence of *Pratylenchus penetrans* (Nematoda) and *Glomus fasciculatum* (Phycomyceta) on the ontogeny of Phaseolus vulgaris. Nematropica. 14: 111-119.

9. Elliott, A. P. and Bird, G. W. 1985. Pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to navy bean (Phaseolus vulgaris L.). J. Nematol. 17: 81-85.

10. 向坂幾三郎. 1919. 害蟲に關する調査. 朝鮮總督府 農事試驗場硏究報告. 3: 57-62.

11. 한상찬, 이해운, 김지인. 1990. 식물기생선충의 천적미생물 수집 및 분류,동정. 한국응용곤충학회지 29:148 (Abstract).

12. Ichinohe. 1973. Nematodes and their control in Japan. Japan pesticide information. 14: 11-18.

13. Jeong, M. J. 1987. Isolation of nematophagous fungi and evaluation of their biological potential against *Meloidogyne hapla* Chitwood in pepper. M.S. thesis. Gyeongsang Nat. Univ., Jinju, 1987. 86 pp.

14. Jeong, M. J. and H. K. Kim. 1988. Isolation of nematophagous fungi against root-knot nematode and their growth in vitro. Korean J. Appl. Entomol. 27: 149-158.

15. Kerry, B. R. 1988. Fungal parasitism of cyst nematodes. Agric. Ecosyst. Environ. 24: 293-305.

16. 김동근, 이재국, 이영기, 최용철, 김영구. 1997. 국내 *Arthrobotrys* (Corda) schenck, kendrick & pramer 5종의 분류 및 색인. RDA. J. Crop. Protec. 39: 33-41.

17. 農林水産技術會. 1977. 連作障害 要因에 관한 硏究. 硏究成果. 98.

18. Meyer, S. L. F., Huettel, R. N. and Sayre, R. M. 1990. Isolation of fungi

from *Heterodera glycines* and in vitro bioassays for their antagonism to eggs. J. Nematol. 22: 532-537.

19. **朴重秀**. 1963. **우리나라 植物寄生線蟲의 種類와 分布調査**. **農事試驗研究報告**. 6: 27-44.

20. **朴中秀**. **韓相** , **韓昌木**. 1967. **우리나라 植物寄生線蟲의 種類와 分布調査(第3 報)**. **農事試驗研究報告**. 10: 71-80.

21. Powell, N. T. 1971. Interactions between nematodes and fungi in disease complexes. Ann. Rev. Phytopathol. 9: 253-274.

22. Shafiee, M. F. and W. R. Jenkins. 1963. Host-parasite relationships of Capsicum *frutescens* and *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne incognita acrita*, and *M. hapla*. Phytopathol. 53: 325-328.

23. Sikora, R. A. 1992. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes. Annu. Rev. Phytopaththol. 30: 245-247.

24. Stirling, G. R., Mckency, M. V. and Mankan, R. 1979. Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on peach. Phytopathol. 69: 806-809.

25. Zuckerman, B. M. and Rohde, R. A. 1981. Plant Parasitic Nematodes. Vol. 3. Academic Press, New York, pp. 508.

26. Zuckerman, B. M., Mai, W. F., and Rohde, R. A., eds. 1971. *Plant Parasitic Nematodes*, Vols. 1 and 2. Academic Press, New York, pp. 345-347 (Abstract).

제 6 장 들깨병의 병원균 분리동정, 발병생태 및 생물학적 방제기술 개발

제 1 절 서 론

들깨(*Perilla frutescens*)는 참깨와 더불어 오래전부터 중국 및 우리나라를 중심으로 재배되어온 유료작물로써 종실유는 식용이외에도 페인트, 인쇄용 잉크 등의 공업원료로서 주로 이용되었으며, 과자, 강정, 들깨 차 등의 식품 가공용으로서의 소비도 증가하고 있다. 또한 들깨잎에는 Perilla keton ($C_{10}H_{14}O_2$)에 의한 독특한 향기가 있을 뿐만 아니라신선하고 깨끗한 풍미가 있으며, 유리 아미노산, 비타민 C 및 B_2와 무기영양소 K 및 Ca 등이 많이 함유되어 있어, 최근 육류와 생선의 소비 증가와 더불어 신선채소로써의 들깨잎 소비가 급속히 증가되어 왔다(31). 이러한 들깨잎은 부산시 강동지역과 경남 밀양지역에서 전국 생산량의 약 90%가 생산되고 있으며 최근 고소득 작물로써 인식되고 있어 그 재배면적에 있어서도 매년 증가하고 있는 추세이다(33).

그러나, 들깨잎의 생산은 시설재배를 통하여 연중 재배되고 있으며 연작과 하우스내의 다습조건 때문에 각종 병해의 발생으로 인한 수량 및 품질의 저하가 중요한 문제점으로 대두되고 있다(13, 22). 최근 부산시 강동과 경남 밀양지역 들깨잎 주산지의 하우스내에서 들깨에 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 띄는 병해가 발생되어 그 방제대책이 시급히 요청되고 있다. 이들 병반부로부터 병원균을 분리한 결과 *Botrytis*속균이 고율로 분리되었으며, 분리된 균주를 들깨잎에 인공 접종한 결과 포장에서 관찰한 것과 동일한 병징이 잎과 줄기에 재현되었다. 들깨의 병해로는 모자이크병, 점무늬병, 녹병, 줄기마름병, 모잘룩병 및 균핵병(11, 22)등이 보고되었다. *Botrytis cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병은 1958년 일본에서 澤田에 의해 최초로 병명만이 기재된 이래(3, 19) 국내외에서는 아직 상세한 연구내용이 없다.

들깨 잿빛곰팡이병(51) 외에 잎의 가장자리가 검게 변하고 마르는 증상을 띄는 병해가 발생되고 심하면 잎전체가 고사되어 병반에서 병원균을 분리한 결과 *Alternaria*속균이 높은 빈도로 분리되었다. *Alternaria*속에 의한 점무늬 병은 일반적으로 갈색

내지 흑색병반을 형성하고 병반의 수가 늘어나면 개개의 병반이 확대되며, 아래쪽의 노화엽에서 먼저 발생하여 병이 차츰 위쪽으로 진전되는데 감염된 잎은 황화되고 노화되어 마른채로 축 처지거나 떨어져 버린다(46). 주로 채소와 관상식물과 같은 1년생 식물의 잎, 줄기, 꽃, 그리고 과실에 발생하는데 감귤류나 사과나무 같은 목본식물에도 발생한다(49). *Alternaria*에 의한 대부분의 병은 점무늬병과 검은무늬병인데, 모잘록병, 줄기썩음병, 과실썩음병도 일으킨다. 대표적인 병으로는 감자 및 토마토 겹둥근무늬병(early blight), 당근 검은잎마름병(leaf blight), 십자화과작물 검은무늬병(*Alternaria* leaf spot), 호박 잎마름병(leaf blight), 사과나무 점무늬낙엽병(*Alternaria* leaf spot), 사과 과실의 심부썩음병, 레몬, 오렌지 과실부패병 등을 들 수 있다. 하지만, 들깨잎에 병을 일으키는 *Alternaria*속균에 관한 보고는 국내외에서 찾아볼 수 없었다.

이미 조(62)등에 의해 보고된 균핵병도 많은 피해를 주고 있는데, 들깨 줄기의 지상부에 처음 수침상의 병반이 생기고 확대되면서 갈색, 흑갈색으로 변하여 잘록병을 나타내고 주 전체가 고사하며 흰색의 균사가 뒤덮고 그 위에 흑색의 균핵이 형성되는 병해가 발생하였다. 본 병의 발생면적이 확대되어 심한 하우스에서는 전멸상태의 큰 피해를 입히게 되어 본 병의 방제대책이 시급히 요청되고 있다. Purdy(68)에 의하면 Adams는 *Sclerotinia sclerotiorum*은 기주범위가 넓어 64과 225속 383종의 식물을 침해한다고 보고하였고, Kohn은 *S. sclerotiorum*은 60과 350속의 넓은 기주범위를 가지는 범세계적인 종이라고 하였다(56, 62). Kohn(63)에 의하면 *Sclerotinia*속의 동정기준을 좁게 수정하여 과거에 *Sclerotinia*속균으로 기록되었던 많은 종들이 다른 속으로 개명되고 식물에 병원성이 있는 *S. sclerotiorum*, *S. triforiorum*, *S. minor*등 3종만을 기록하고 있다.

이상의 병원균은 변이가 심하며, 농약의 다량살포로 인하여 약제저항성이 출현되어 방제가 어려울 뿐만 아니라 환경오염 문제를 야기시키고 있다(57, 61, 66, 70, 71). 1900년대 초부터 최근까지 급속하게 성장해 온 유기합성 농약 시장은 약 20조원으로 2000년대까지 년간 매출고 27조원에 이를 것으로 전망되나 최근에 선진 각국에서 환

경공해 문제가 크게 부각되면서 유기합성농약의 성장세가 크게 둔화되어 연평균 성장률 2%로 정체 상태를 면하지 못하고 있다. 더욱이, 생물학적인 방법에 의해 농작물을 보호하려는 연구가 활기를 띠고 있으며 생물학적 제제의 실용화 가능성에 크게 낙관적인 연구 결과들이 많이 보고되고 있다. 현재 전세계 생물농약시장은 7000억원 정도로 소규모이지만 매년 12%정도의 고속성장을 지속하고 있으며, 특히 미생물농약 분야는 년간 15-20%의 고속성장을 지속할 것이라고 예측하고 있다(2). 전세계적으로 약 40종의 생물농약 제품이 식물병의 방제용으로 시판되고 있으며, 이중 감귤나무와 이과류 잿빛곰팡이병 방제용으로는 *Pseudomonas syringae*를 이용한 Bio-save 10과 딸기, 포도나무등의 잿빛곰팡이병에는 *Trichoderma harzianum*을 이용한 Trichodex등의 제품이 시판되고 있으며, 우리나라에서는 *Bacillus subtilis*를 이용한 딸기 잿빛곰팡이병의 생물농약의 개발이 보고되어 있으나, 생물농약으로서 품목이 고시되지 않고 있는 실정이다(5, 28). 따라서, 몇 종류의 들깨병의 발생, 병원에 관한 개요와 들깨잎 및 근권토양에서 분리한 길항세균을 제제화하여 미생물 농약을 만들고 이의 방제 효과를 구명하였다.

제 2 절 연구 개발 목표와 내용

1. *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병징 및 발병율조사

1997년 1월부터 1998년 5월 중순까지 부산시 강동지역의 들깨 재배 비닐하우스내에서 들깨에 나타나는 본 병의 병징을 수시로 관찰하였다. 발병율은 들깨잎 수확말기인 1998년 5월 4일에 강동지역내의 2개 하우스 재배지에서 1 하우스당 6개 구역, 구당 120×100㎝를 임의 선정하고 구역내의 들깨 전 주수(약 230주×12구역)에 대한 이병주율을 조사하였다.

나. 병원균의 분리 및 공시균주

들깨 재배 비닐 하우스내에서 잎마름 증상 및 줄기 정단부의 잘룩증상을 띄는 병

든 들깨를 채집하고 각 발병부위로부터 병원균을 분리하였다. 병든조직 절편을 5.25% sodium hypochlorite용액에 약 1분간 표면살균한 후 멸균수로 3회 세척하여 potato dextrose agar (PDA) 평판배지 위에 놓아 25℃, 암조건하에서 2일간 배양하였다. 신장한 균사를 PDA평판 배지에 이식하고 배양하였는데 이 과정을 수회 반복하여 순수 분리하였다. 잎마름 증상을 띄는 병반으로부터 LVF1등 14균주, 줄기 정단부위 잘룩증상으로부터 SD1등 17균주등 모두 31 균주를 분리하여 7℃ 저온 배양기에 보존하면서 실험에 사용하였는데 예비실험 결과 병원성이 가장 강한 LVF12와 SD7 균주를 이하의 모든 실험에 공시하였다.

다. 병원균의 형태 및 배양적 특성

분생포자병 및 포자의 형태를 조사하기 위하여 PDA평판배지상에서 25℃, 암조건 및 자외선 조사로 3주간 배양한 후 형성된 분생포자병 및 포자를 광학 현미경으로 관찰하였으며, 포자의 표면형태는 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다. 균사 생장적온은 5℃에서 30℃까지 5℃간격으로, 각 처리당 5개의 PDA평판배지 중앙에 직경 8㎜의 균총 절편을 이식하여 7일간 배양한 후 형성된 균총직경을 측정하여 비교하였다. 분생포자 형성적온은 균사 생장적온 조사와 동일한 온도조건으로 3주간 배양한 후 형성된 분생포자수를혈구계산기로 측정하였다. 또한 배지의 종류 및 온도에 따른 분생포자의 크기, 균총의 형태 및 균핵 형성여부 등을 조사하기 위해 병원균의 균총 절편을 각각 PDA, corn meal agar(CMA), V8-juice agar(V8A)배지에 놓아 20℃와 25℃에서 3주간 배양하여 조사하였다.

라. 병원성 검정

1) 분생포자 접종원 개발

예비실험에서 공시균주 LVF12의 살균수를 이용한 포자부유액으로는 접종이 불가능한 것으로 확인하였다. 따라서, 들깨에 대한 분생포자를 이용한 병원성 검정에서 효과적인 포자부유액을 개발하기 위하여 살균수, PDB, 10% 토마토쥬스(상품명: 가야)를 공시하고 여기에 PDA배지에서 3주간 배양하여 형성된 LVF12 균주의 분생포자를 부유하여 ㎖당 10^6개의 농도로 조정한 포자부유액을 접종원으로 하였다. 처리당 5주씩

들깨잎에 분무접종하여 상대습도 90%이상, 20±2℃ 생육상에 보관하였으며 처리 7일 후부터 발병율를 조사하였다.

2) 병원성 검정

공시균주 LVF12 및 SD7 균주의 들깨에 대한 병원성을 검정하기 위해 접종원으로 균사절편과 포자부유액을 이용하였다. 균사절편 검정은 직경 8㎜정도의 균총 절편을 각 5주씩의 들깨잎과 줄기에 접종하여 상대습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에 보관하였으며 처리 7일후부터 발병율를 조사하였다. 포자부유액 검정은 PDA배지상에서 3주간 배양하여 형성된 분생포자를 10% 토마토 쥬스에 부유하여 ㎖당 10^6개의 농도로 조정한 것을 접종원으로 하여 들깨잎에 carborundum #150에 의한 유상처리와 무상처리로 나누어 각 5주씩 접종한 후 균사절편 검정과 동일한 조건으로 발병율를 조사하였다. 들깨 생육단계별 병원성을 검정하기 위하여 각 6, 8, 10엽기의 들깨에 앞과 동일한 접종원과 방법으로 발병율을 조사하였다(39).

3) 들깨 품종간 저항성 검정

농가에서 많이 재배되면서 각종 형질이 우수한 광양, 구례3-13, 고성재래종, 진주재래종, 잎들깨 1호-1, 밀양, 추부종, 옥동, 경신, 하동, 구포등 11품종을 공시하였다. 품종간 저항성 정도를 검정하기 위하여 PDA배지상에서 3주간 배양하여 형성된 공시병원균 LVF12 균주의 분생포자를 10% 토마토 쥬스에 부유하여 ㎖당 10^6개의 농도로 조정한 것을 접종원으로 하여 품종별로 각 3주씩 들깨 잎에 접종한 후 상대습도 90% 이상, 20±2℃의 생육상에 보관하였으며 처리 8일후 발병율를 조사하였다.

마. 생물적 방제 효과 검정

1) 길항균 선발

경남, 김해지역의 들깨잎과 근권토양에서 분리한 세균 250 균주를 공시하여 잿빛곰팡이병균 LVF12 균주의 균사생장 및 분생포자 발아 억제 효과가 큰 균주를 길항균으로 선발하였다. 균사생장 억제효과는 PDA배지상에서 공시세균과 병원균을 대치배양하고 저지대의 크기를 조사하였다. 포자발아 억제 효과는 공시세균을 진탕배양하고

원심분리한 상등액을 0.22㎛ 밀리포어 필터로 여과한 배양여액에 병원균의 분생포자와 혼합한 후 물한천 배지(WA)에 1㎖ 도말하고 12시간 및 48시간 후에 포자발아율을 조사하여 배양여액 대신 살균수와 혼합한 대조구와 비교하였다. 또, 위와 같은 방법으로 여과한 배양여액을 PDA배지상에 도말한 후 공시병원균의 균사절편을 치상하여 균사생장에 미치는 영향도 조사하였다.

2) 길항균에 의한 발병 억제 효과 검정

선발된 우수길항균을 이용한 발병 억제효과를 생육상 내에서 검정하기 위하여 PDA배지상에서 3주간 배양하여 형성된 본 병원균의 분생포자를 10% 토마토 쥬스에 부유하여 ㎖당 10^7개의 농도로 조정한 포자부유액과 nutrient broth(NB)배지에서 1주간 배양한 선발길항균을 병원균과 비슷한 농도로 조정하여 같은 양을 혼합한 후 각 5주씩 들깨잎에 분무 접종한 후 상대습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에서 보관하면서 처리 7일후 발병율를 조사하여 병원균만을 처리한 대조구와 비교하여 방제가를 환산하였다.

3) 길항균에 의한 발병 예방 및 치료 효과 검정

PDA배지상에서 3주간 배양하여 형성된 병원균의 분생포자를 10% 토마토 쥬스에 부유하여 ㎖당 10^7개의 농도로 조정한 포자부유액과 NB배지에서 1주간 배양한 선발길항균을 병원균과 비슷한 농도로 조정하였으며, 병원균을 먼저 접종한 후 3일동안 1일 간격으로 길항균을 접종하고, 발병율을 조사하여 길항균에 의한 발병 예방 효과를 구명하였으며, 길항균을 먼저 접종한 후 3일동안 1일 간격으로 병원균을 접종하여 발병율을 조사하여 발병 억제효과를 구명하였다. 각 5주씩 들깨잎에 처리한 후 상대습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에 보관하면서 처리 7일후 발병율를 조사하여 방제가를 환산하였다.

바. 길항균 동정

발병 억제 효과가 확인된 길항세균을 동정하기 위하여 생화학적, 배양적 및 생리적 특성을 Bergey's manual에 따라 조사하였고 형태는 1% PTA Negative stain하여 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였으며, 아울러 API system 20E와 50CHB를 동정에

이용하였다.

사. 길항세균의 제제화

1) 길항력에 미치는 탄소원 영향

길항균을 제제화하기 위하여 우선 길항균을 대량 배양해야 하며 아울러 길항력을 제고할 수 있는 탄소원과 질소원을 구명해야 하는데 먼저 선발된 길항세균에 의한 잿빛곰팡이병균의 균사생장 억제효과가 어느 탄소원에서 영향이 큰가를 조사하기 위해 각각의 탄수화물 1%와 콩가루 1%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05%, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0.005%가 함유된 멸균 배지속에 길항세균을 접종하고 30℃에서 7일간 진탕배양하여 원심분리한 상등액을 0.22㎛ 밀리포어 필터로 여과한 후 paper disk에 50㎕를 묻힌 후 PDA배지에 병원균과 paper disk를 치상하여 병원균의 억제능력으로 저지대를 표시하였다. 공시한 탄소원은 glucose, fructose, lactose, maltose, galactose, starch, sorbitol, inositol, glycerol 이었다.

2) 길항력에 미치는 질소원 영향

선발된 길항세균에 의한 잿빛곰팡이병균의 균사생장 억제효과가 어느 질소원에서 영향이 큰가를 구명하기 위해 각각의 질소원 0.5%와 포도당 1%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05%, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0.005%가 함유된 멸균 배지속에 길항세균을 접종하고 30℃에서 7일간 진탕배양하여 원심분리한 상등액을 0.22㎛ 밀리포어 필터로 여과한 후 paper disk에 50㎕를 묻힌 후 PDA배지에 병원균과 paper disk를 치상하여 병원균의 억제능력으로 저지대를 표시하였다. 공시한 질소원은 $(NH_4)_2SO_4$, casamino acid, tryptone, beef extract, malt extract, yeast extract 이었다.

3) 고분자 재료를 이용한 길항세균의 제제화

길항세균으로 생물농약을 만들기 위해 세균을 피막화하는 여러 가지 고분자재료와 미량원소를 사용하였다. 가장 효과가 우수한 고분자재료와 미량원소 및 이들의 가장 알맞은 혼합량을 조사하기 위하여 NB배지에서 7일동안 배양한 길항균 배양액 1000㎖에 고분자 재료로 soybean flour, rice flour, corn starch, wheat flour와 미량원소로 $CaCO_3$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$을 혼합하여 상온에서 말린 후 브라인더로 갈아

서 수화제 형태의 미생물농약을 만들었다.

아. 미생물 농약의 방제 효과 검정

미생물농약에 의한 들깨 잿빛곰팡이병 방제 효과를 하우스내에서 검정하였다. NB 배지에서 7일동안 배양한 길항균의 배양액(10^7/㎖), 생균만을 살균수에 혼합한 길항균 부유액(10^7/㎖), 유기합성 농약인 benomyl(2000배 희석), 길항세균의 제제인 미생물농약(수화제, 50배 희석)을 각각 들깨 앞뒷면에 충분히 살포한 후 들깨 잿빛곰팡이병균 LVF12 균주의 분생포자 부유액(10% tomato juice에 ㎖당 10^7개 농도로 조정)을 역시 잎 앞뒷면에 충분히 살포한 후 상대습도 90%이상, 20±2℃의 하우스에서 보관하면서 처리 7일후 발병율를 조사하였다.

2. *Alternaria alternata*에 의한 잎마름병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병원균의 분리, 병원성 검정 및 동정

1) 병원균의 분리 및 공시균주

들깨 재배 비닐 하우스내에서 잎가 마름증상을 보이는 병든 들깨잎을 채집하고 발병 부위에서 병원균을 분리하였다. 병든 조직절편을 5.25% Sodium hypochlorite 용액에 약 1분간 표면살균한 후 멸균수로 3회 세척하여 potato dextrose agar(PDA)평판배지위에 놓아 25℃, 암조건하에서 3일간 배양하였다. 여기에서 형성된 분생포자로 부유액을 만들고 물한천평판배지에 부어서 배양한 후 각각의 포자에서 신장한 균사를 PDA평판배지에 이식하고 배양하였는데 이 과정을 수회 반복하여 순수 분리하였다. 잎가마름 증상으로부터 SD1등 12 균주를 분리하여 7℃ 저온배양기에 보존하면서 실험에 사용하였는데 예비실험 결과 병원성이 강하고 포자형성이 많은 SD1균주를 이하의 모든 실험에 공시하였다.

2) 병원균의 형태 및 배양적 특성

공시한 SD1 균주의 분생포자병 및 포자의 형태를 조사하기 위하여 PDA평판배지상에서 25℃, 암조건으로 3주간 배양한 후 형성된 분생포자병 및 포자를 광학현미경으로 관찰하였으며, 배지에 따른 배양적 특성조사를 위해 PDA, CMA, V8A배지에 각

각 암조건 및 형광등과 자외선 조사로 균사생장율을 조사하였다. 그리고, pH가 미치는 영향을 조사하기 위해 pH 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10으로 PDA평판배지를 보정하여 균사생장율을 조사하였다. 균사생장과 포자형성 적온조사를 위해 PDA평판배지 중앙에 본 공시균주의 균사절편(직경 8㎜)을 이식하여 각각 0℃에서 40℃까지 5℃ 간격의 배양기에 9일동안 보관하면서 균총직경을 조사하였으며, 이식 후 16일 후에 혈구 계산기를 이용하여 포자형성량을 조사하였다.

3) 병원성검정

공시균주 SD1 균주의 들깨에 대한 병원성을 검정하기 위하여 접종원으로 균사절편과 포자부유액을 이용하였다. 균사절편을 이용한 접종실험에서는 직경 8㎜의 균사절편을 잎뒷면에 부착하여 관찰하였다. 예비실험에서 SD1 균주의 살균수를 이용한 포자부유액에서는 접종이 불가능 하였으므로 포자부유액을 이용한 검정에서는 멸균수, PDB, 10%토마토 쥬스를 공시하고 여기에 PDA평판배지에서 3주간 배양하여 형성된 SD1 균주의 분생 포자를 ㎖당 10^6개의 농도로 조정한 포자부유액을 들깨 잎에 분무접종 하였다. 들깨 생육단계별 병원성 검정에서는 각 6, 8, 10엽기의 가진 들깨에 병원성 검정에 효과적인 것으로 확인되는 포자부유액을 이용하여 접종하였다. 이상의 병원성 검정에 이용된 들깨는 하우스에서 40일간 재배하여 실험 1주전 폿트에 이식한 것을 공시하였으며 접종한 모든 들깨는 상대습도 90%이상, 25 ± 2℃에서 보관 하면서 접종 8일후부터 발병율을 조사하였으며 5반복으로 2회 평균하였다.

4) 포자부유액에 따른 포자발아율 및 발아관 길이 조사

멸균수, PDB, 10%토마토 쥬스(상품명: 가야)를 공시하고 여기에 PDA평판배지 25℃, 암조건에서 3주간 배양하여 형성된 SD1 균주의 분생포자를 ㎖당 10^9개 농도로 부유한 포자부유액을 홀슬라이드 글라스에 각각 300㎕씩 넣어서 커버글라스를 덮는다. 이것을 petridish에 넣은 U자 유리막대에 놓고 부유액을 마르지 않게 하기 위해 멸균수를 적당량 넣어 25℃항온기에 보관하면서 12hr, 24hr, 36hr후에 각각 발아률과 발아관 길이를 조사하였다.

5) 병원균의 동정

공시균주 SD1 균주의 정확한 동정을 위해 각각 다른 배지와 온도에서 균총의 모양과 색깔을 관찰하였고, 특히 *Alternaria*속의 가장 특징적인 분류기준인 분생포자의 크기와 모양, beak의 유무와 종격막, 횡격막과 사선격막의 수를 중점적으로 관찰하였다.

나. 생물적 방제 효과 검정

1) 공시 길항균의 선발

들깨잎과 근권에 분리하여 들깨 잿빛곰팡이 병균에 효과적인 길항균으로 확인되고 동정된 *Bacillus licheniformis* N1과 *B. megaterium* N4와 미동정된 4 균주등 6 균주를 공시하여 본 병원균의 균사생장 및 분생포자 발아억제효과가 큰 균주를 길항균으로 선발하였다. 균사생장억제효과는 PDA배지상에서 공시세균과 병원균을 대치배양하고 저지대의 크기를 조사하였다. 포자발아 억제 효과는 공시세균을 진탕배양하고 원심분리한 상등액을 0.22㎛ 밀리포어 필터로 여과한 배양여액에 병원균의 분생포자와 혼합한 후 물한천배지(WA)에 1㎖ 도말하고 12시간 및 48시간 후에 포자발아율을 조사하여 배양여액 대신 살균수와 혼합한 대조구와 비교하였다.

2) 길항균에 의한 발병억제 효과 검정

길항균에 의한 발병억제 효과를 예방 및 치료효과적 면에서 검정 하기위하여 Nutrient broth(NB)배지에서 200rpm, 30℃에서 4일간 진탕배양한 길항균*Bacillus licheniformis* N1 과 *B. megaterium* N4는 (10^7/㎖)로, PDA배지에서 25℃, 7일간 배양한 공시병원균 *A. alternata* SD1의 분생포자는 10% 토마토 쥬스에 ㎖당 10^7개 농도로 조정하였으며, 병원균과 길항균을 동시 접종하거나 병원균을 먼저 접종한후, 3일동안 1일 간격으로 길항균을 접종하였으며, 또한 길항균을 먼저 접종한후 3일동안 1일 간격으로 병원균을 접종하였는데, 접종은 들깨잎 뒷면에 고루 분무하였으며 습도 90%, 하루 12시간 광조건의 생육상에 보관하였다가 하우스를 옮겨서 접종 7일후에 발병율을 조사 하였다.

3) 길항세균의 제제화 및 미생물 농약에 의한 발병 억제효과 검정

비지 추출액 배지(증류수 1ℓ에 비지 250g을 넣고 2시간 후 Waterman NO. 3로

여과한후 1ℓ로 보정)에 길항균 *B. licheniformis* N1 균주를 200 rpm, 30℃에 4일간 진탕배양한 후 설탕 2.5g, 진흙 25g, 호박가루 10g, 고구마 전분 10g을 잘 혼합하여 50℃의 윈디오븐에서 48시간 건조한후 브라인더로 분쇄하여 길항제제를 만들었다. *B. licheniformis* 길항균 N1 제제인 생물농약(수화제, 50배 희석)와 NB배지에 200 rpm, 30℃에 4일간 배양한 *B. licheniformis* 길항균 N1 배양액과 PDA배지에 25℃에 7일간 배양한 *Alternaria alternata* SD1의 10%토마토 쥬스 포자부유액(10^7conidia/ml)을 만들어 병원균과 길항균을 동시, 병원균보다 1　3일전, 병원균 보다 1　3일후 잎의 앞, 뒷면에 분무하여 접종하고, 습도 100%, 하루 12시간 광 조사의 생육상에 48시간 보관하였다가 하우스로 옮겨서 접종 7일후에 발병율을 조사하였다.

3. *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병징 및 발병율 조사

1997년 1월부터 1998년 5월 중순까지 부산시 강동지역의 들깨 하우스 내에서 들깨에 나타나는 본 병의 병징을 수시로 관찰하였다. 발병율은 들깻잎 수확말기인 5월 4일에 강동지역내의 2개 하우스 재배지 에서 1하우스당 6개구역, 구당 120×100㎝를 임의 선정하고 구역내의 들깨 전 주수(약 230주×12구역)에 대한 이병주율을 조사하였다.

나. 병원균 분리 및 공시균주

들깨 하우스 재배지 에서 잎 무름 증상 및 줄기 썩음 증상을 띄는 병든 들깨를 채집하고 각 발병부위로부터 병원균을 분리하였다. 병든 조직 절편을 5.25% clorox solution에 약 1분간 표면 살균한 후 멸균수로 3회 세척하여 potato dextrose agar(PDA)평판배지 위에 놓아 25℃, 암 조건하에서 2일간 배양하였다. 신장한 균사를 PDA평판 배지에 이식하고 배양하였는데 이 과정을 수회 반복하여 순수분리 하였다. 잎 무름 증상 및 줄기 썩음 증상을 띄는 병반으로부터 S1등 16균주를 분리하여 7℃ 저온 배양기에 보존하면서 실험에 사용하였다.

다. 병원성 검정

공시균주의 들깨에 대한 병원성 검정을 위해 PDA평판배지에서 7일간 배양한 후 직경 8㎜ 균사절편을 포트에 재식한 잎뒷면과 줄기에 부착하여 상대9습도 90%이상, 20±2℃ 생육상에서 보관하였으며 접종 1일 후 균사절편을 떼어내고, 2일 후부터 발병율를 조사하였으며 5반복, 2회 평균을 하였다.

라. 생물적 방제 효과 검정

1) 공시 길항균

들깨 잿빛곰팡이병 및 잎마름병균에 효과적인 길항균으로 확인되고 동정된 *Bacillus licheniformia* N1 과 *B. megaterium* N4 및 미 동정된 4균주등 6균주를 공시하여 본 병원균의 균사생장 억제 효과를 검정하였는데 PDA배지상에서 공시세균과 병원균을 각각 대치배양하여 저지대의 크기를 조사하였다.

2) 길항균에 의한 발병억제효과 검정

Nutrient broth(NB)배지에서 1주간 배양한 공시길항균(10^7/㎖)을 잎의 앞면과 뒷면에 분무 접종한 후 PDA배지 상에서 1주간 배양한 직경 8㎜의 본 병원균의 균사절편을 잎뒷면에 부착하고 상대습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에서 보관하였으며 접종 1일후 균사절편을 떼어내고, 2일 후부터 발병면적을 조사하여 방제가로 환산하였는데 5반복 2회 평균하였다.

3) 길항균에 의한 발병 예방 및 치료 효과검정

본 병원균의 균사생장저지 억제 효과가 큰 것으로 확인된 *Bacillus licheniformia* N1 및 *B. megaterium* N4 균주의 발병억제 효과를 예방 및 치료 효과를 검정하기 위하여 PDA배지상에서 1주간 배양한 직경 8㎜의 본 병원균의 균사절편을 포트에 재식한 들깨 잎뒷면에 먼저 부착하여 접종한 후, 1일 간격으로 3일 동안 공시 길항균을 접종하였고, 또한 길항균을 먼저 접종한 후 1일 간격으로 3일 동안 병원균의 균사절편을 부착하여 접종하였다. 상대습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에서 보관하였으며, 모든 균사절편은 접종 1일 후 떼어내었다. 접종 2일 후 발병면적을 조사하여 방제가로 환산하였는데 5반복 2회 평균하였다.

4) 미생물 농약의 제형화

미생물 농약은 옥수수전분 100g, 밀가루 100g, $CaCO_3$ 0.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 25mg, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 5mg, Dextrose 1g와 NB배지에 200 rpm, 30℃에 4일간 배양한 *B. megaterium* N4균주 배양액 250ml와 살균수 750ml를 브라인더로 잘 혼합하여 건조판에 얇게 도말 하여. 50℃의 윈디오븐에서 48시간 건조한 후 브라인더로 분쇄하여 길항제제를 만들었다.

5) 미생물 농약에 의한 발병억제 효과검정

미생물 농약에 의한 본 병의 발병억제 효과를 예방 및 치료효과를 검정하기 위하여 공시길항균 *B. megaterium* N4균주의 제제인 미생물농약(수화제, 50배 희석), 및 Benomyl (2,000배 희석) 및 공시길항의 생균부유액 (10^7/㎖)을 공시하고 앞의 예방 및 치료 효과 검정에서와 동일방법으로 병원균 및 길항균과 약제를 처리하였다. 처리한 들깨는 상대 습도 90%이상, 20±2℃의 생육상에서 보관하면서 접종 2일 후부터 발병면적을 조사하여 방제가로 환산하였으며 5반복 2회 평균하였다.

제 3 절 연구 결과

1. *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병징 및 발병율

부산시 강동지역의 들깨 재배 비닐 하우스내에서 자연발생한 들깨잿빛곰팡이병의 병징은 주로 잎의 끝부분에 작은 갈색 점무늬가 나타나서 차츰 V자형 갈색병반으로 확대되어 잎자루까지 진전되면서 잎 전체가 말라죽고 곧 탈락되었다. 습도가 높을때에는 병반위에 잿빛의 균사가 많이 형성되었다. 주로 어린잎 보다는 오래된 잎에서 발병이 심하였고, 병반의 진전속도도 빨랐으며, 잎도 빨리 탈락되었다. 대부분의 감염된 잎은 잎자루를 거쳐 줄기에 감염되기 전에 탈락되었으나, 병반이 줄기까지 진전되거나 또는 줄기의 정단부에서 발병되면 줄기아래로 확대되어 암갈색을 띄면서 곧 정단부위에서는 잘록하게 꺽이면서 고사하였다(Fig. 1A, B, C).

들깨잎의 수확말기인 5월 4일에 부산시 강동지역내 2개의 하우스(강동I, 강동II)를

선정하여 각 6구(A, B, C, D, E, F)씩 총 12구를 대상으로 발병율를 조사한 결과 약 21.3~68.1%로서 평균 41.1%의 발병율를 보였다(Table 1).

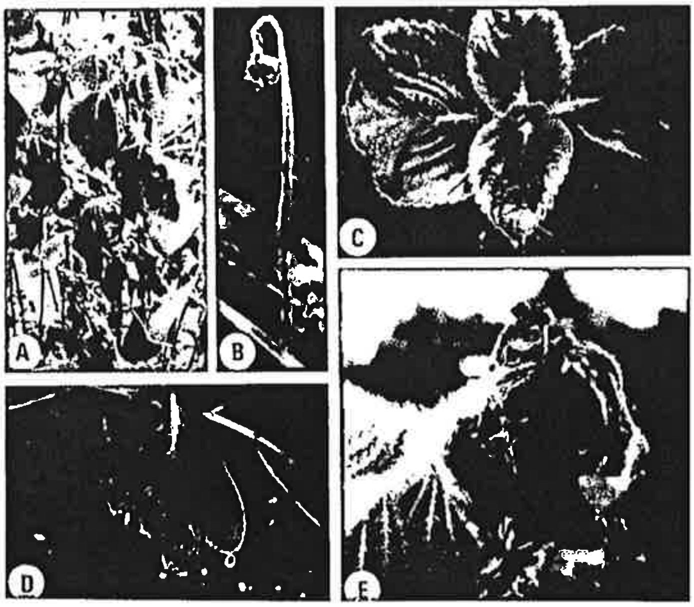

Fig. 1. Symptoms of gray mold rot of perilla by *Botrytis cinerea* on the naturally infected leaves and stems of perilla in a field(A, B and C). Development of typical symptom on the artificially inoculated leaves and stems of perilla by LVF12 isolate of. *B. cinerea*(D and E).

나. 병원균의 형태 및 배양적 특성

공시한 LVF12와 SD7 균주의 형태 및 배양적 특성을 조사한 결과 PDA배지상에서 균총의 형태는 처음에는 조밀한 솜털모양의 백색을 띄었으며 차츰 기중균사도 형성되었고 점차 회백색 내지는 회갈색으로 변하였다(Table 2). 배지이면의 색깔은 회갈색 내지는 흑갈색을 띄었으며 SD7 균주보다는 LVF12 균주가 더 짙은 색을 나타내었다. LVF12 균주의 경우 배지의 표면에 많은량의 분생포자와 흑색의 부정형 균핵을 형성하였으나 SD7 균주는 자외선 조사없이는 분생포자가 거의 형성되지 않았고 균핵은 많이 형성되었다(Fig. 2). 배양 2주일후부터 분생포자병과 분생포자가 많이 형성되었으며, 균사로부터 비교적 길게 직립된 분생포자병은 상부에서 나무가지 모양으로 분지되었고 그 끝에 많은 출아형 분생포자가 형성되었는데 분생포자는 단세포의 옅은 갈색으로 타원형 내지 장타원형이었으며 크기는 조건에 따라 약간씩 달랐으나 LVF12 균주가 SD7 균주에 비하여 약간 크기가 컸다(Table 2, Fig. 3). 그리고, 주사전자현미경(SEM)으로 포자의 표면구조를 관찰한 결과 양균주 모두 미세한 봉상구조로 덮혀있었다(Fig. 3A, B). 한편 이들 양균주의 균총형태, 분생포자의 크기 및 균핵형성 등은 배지의 종류 및 온도에 따라 약간의 차이를 보였는데 25℃암상태의 V8A배지에서 분생포자의 크기가 가장 컸으며 특히, CMA배지상에서는 양균주 모두 균핵이 형성되지 않았다(Table 2).

본 병원균의 발병적온을 추정하기 위해 균사생장 및 포자형성 적온을 조사한 결과 균사생장은 양균주 모두 15-25℃에서 가장 왕성하였으며 5℃이하에서는 매우 느리게 자랐고 30℃이상에서는 거의 자라지 않았다(Fig. 4). 포자형성량은 LVF12 균주의 경우 10℃이하와 25℃이상에서는 거의 형성되지 않았고 20℃에서 가장 많이 형성되었으며 20℃이상에서는 온도가 증가함에 따라 분생포자 형성량이 감소하였다. SD7 균주의 분생포자 형성은 10℃에서 극히 적게 형성되었으나 그 외 온도에서는 전혀 형성되지 않았다.

Table 1. Incidence of gray mold rot on perilla in two different investigated fields in 1998

Location	Investigated field[a]	Infected plants(%)
Pusan	A	68.1
Kang-dong(Ⅰ)	B	55.9
	C	40.5
	D	24.8
	E	28.2
	F	21.3
Kang-dong(Ⅱ)	A	59.4
	B	39.8
	C	30.3
	D	40.9
	E	36.1
	F	47.4
Average		41.1

[a]230 plants in each field were investigated.

Table 2. Cultural characteristics of LVF12 and SD7 isolates of *Botrytis cinerea*

Characteri-	LVF12			SD7		
stics	PDA	CMA	V8A	PDA	CMA	V8A
Colony	dark gray	gray	gray	light gray	white	white
Sclerotia	present	absent	present	present	absent	present
Conidia	abundant	abundant	abundant	scarce	scarce	scarce
shape	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal	ellipsoidal
size(㎛)[a]	5.5-15.0	5.0-22.5	10.0-20.0	7.5-15.0	5.0-15.0	5.0-15.0
(mean)	×5.0-10.0	×7.5-10.0	×7.5-12.5	×5.0-12.5	×5.0-10.0	×5.0-10.0
	(11.8×7.3)	(12.0×8.2)	(14.5×9.7)	(11.1×7.5)	(10.2×7.6)	(13.6×7.9)

[a]One hundred spores were examined.

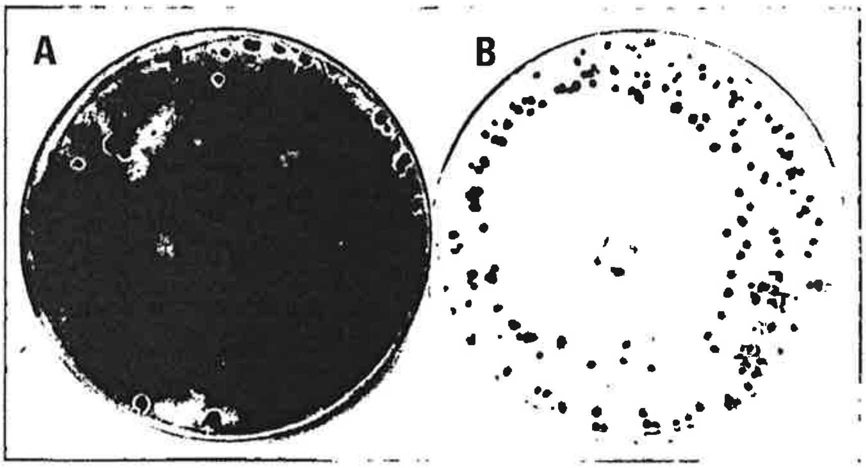

Fig. 2. Cultural characteristics of 2 isolates of 3-week-old cultures on potato dextrose agar media. (A) *Botrytis cinerea* LVF12 isolate. (B) *Botrytis cinerea* SD7 isolate.

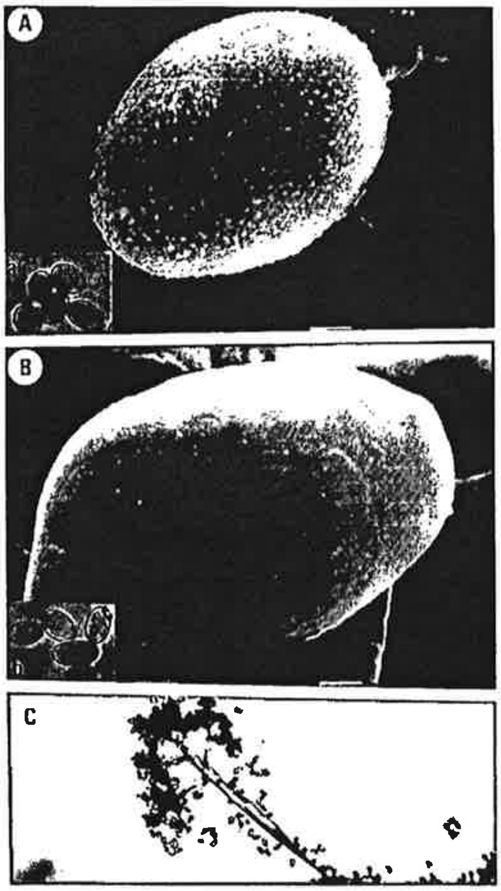

Fig. 3. Scanning electron micrographs (A and B) and light micrographs (a, b and C) of conidia and conidiophores of *Botrytis cinerea* SD7 isolate (A) and LVF12 isolate (B and C). Scale bar represents 1㎛.

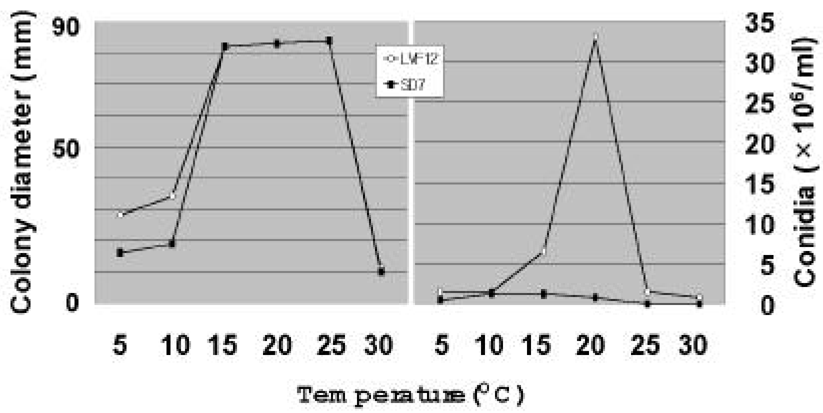

Fig. 4. Mycelial growth and sporulation of *Botrytis cinerea* isolate (LVF12 and SD7) on potato dextrose agar media 7days and 21days after incubation at various temperatures, respectively.

다. 병원성 검정

1) 분생포자 접종원 개발

공시균주 LVF12 균주의 들깨에 대한 분생포자를 이용한 병원성 검정에서 효과적인 포자부유액을 개발하기 위하여 실험한 결과 살균수를 이용한 포자부유액에서는 발병이 전혀 일어나지 않았고, PDB 포자부유액에서는 76%의 발병율를 보인 반면, 10% 토마토쥬스를 이용한 포자부유액에서는 85%의 높은 발병율를 보였다(Table 3).

2) 병원성 검정

공시한 LVF12 및 SD7 균주의 병원성을 검정하기 위해 각각의 균사절편과 앞 실험에서 효과가 확인된 분생포자 토마토쥬스부유액을 접종원으로 들깨잎과 줄기에 접종한 결과 접종 3일후부터 병징이 나타나기 시작하여 접종 7일 후에는 모든 처리구에서 병징이 나타났다(Table 4, Fig. 1D, E). 2 균주 모두 잎과 줄기에 병원성을 나타내지만 LVF12 균주는 잎에 강한 병원성을 보인 반면 SD7 균주는 줄기에 강한 병원성이 나타났다. LVF12 균주의 경우 균사절편을 잎에 접종하면 접종 초기에는 접종부위가 갈변되기 시작하여 병이 진전되면서 자연발생한 병징과 동일한 전형적인 V자형 병반이 형성되어 강한 병원성을 나타낸 반면 줄기에서는 접종부위에만 감염되었으며 그 이상 병진전은 없었다. 포자 부유액에 의한 접종에서는 잎 끝부분을 중심으로 가장자리 부분에서 발병하기 시작하여 잎맥을 따라 자연발생한 병징과 동일한 V자형의 병반이 형성되었으며 발병 3 4일 정도 지나면 잎자루까지 진전되어 잎이 탈락되었고, 잎이 떨어지지 않으면 줄기로 진전되었다. 또한 습도가 높을 때는 잎과 줄기의 병반위에 잿빛균사가 많이 형성되었다. 포자부유액으로 접종한 잎의 경우 유상처리에서 약간 병발생이 빨랐으나 전체적으로 유상처리와 무상처리에서의 발병율에는 거의 차이가 없었다. SD7 균주의 경우 잎에 대한 병징은 LVF12 균주와 거의 동일하였으나 병원성이 현저히 약하게 나타난 반면 줄기에 대해서는 균사절편을 접종한 부위를 중심으로 병반이 확대되면서 잘록하게 꺽이는 강한 병원성을 나타내었다. 또한 이들 각 병반으로부터 동일한 병원균이 재분리되었다.

병징에서 언급한 바와 같이 본 병은 어린 잎보다는 오래된 잎에서 발병이 심하여

들깨 생육 단계에 따라 감수성이 다를 것으로 예상되어, **이것을 확인할 목적으로 들깨 생육단계별 접종실험을 한 결과** 6**엽기의 들깨에서는 발병율이** 20%, 8**잎장을 가진 들깨에서는 발병율이** 50%**였으나**, 10**엽기의 들깨에서는 발병율이** 90%**로 가장 높았다** (Table 5).

Table 3. The effects of various spore suspensions on pathogenicity by *Botrytis cinerea* LVF12 on perilla

Spore suspension[a]	Disease incidence(%)[b]
SW	0
PDB	76
Tomato	85
Control	0

[a]SW = sterilized water, PDB = potato dextrose agar, Tomato = 10% tomato juice
[b]The percentage of infected leaf.

Table 4. Pathogenicity of LVF12 and SD7 isolates of *Botrytis cinerea* on the leaves and stems of perilla

Isolates	Pathogenicity		
	Inoculum		
	Mycelial disks		Spore suspension
	Stem[a]	Leaf[b]	Leaf[c]
LVF12	15	166.7	62.5
SD7	55	21.7	4.2

[a]The size of infected stems(㎜)
[b]The size of infected area(㎟)
[c]The percentage of infected area(%)

Table 5. The effect of growth stages of perilla on pathogenicity by *Botrytis cinerea* LVF12

Growth stage	Disease incidence(%)[a]
6 leaves	20
8 leaves	50
10 leaves	90

[a]The percentage of infected leaf.

3) 들깨 품종간 저항성 검정

11품종의 들깨를 공시하여 본 공시병원균 LVF12 균주에 대한 품종간 저항성 정도를 보기 위하여 품종별로 발병율을 조사한 결과 공시한 11품종 모두 높은 발병율을 보여 본 병에 대한 품종간 저항성은 높지 않은 것으로 확인 되었으며, 그 중에서도 밀양품종이 46.7%로 약하지만 저항성 품종이었다(Table 6).

라. 생물적 방제 효과 검정

1) 길항균 선발

경남 김해지역에서 들깨잎과 근권토양에서 N1등 250 균주를 분리하여 PDA배지상에서 병원균에 대해 균사생장저지효과를 검정한 결과 N1등 6 균주가 우수한 균사생장 억제효과를 보였으며 그 중에서도 N1과 N4 균주에 의한 억제효과가 가장 높았다(Table 7, Fig. 5).

N1 및 N4 균주의 배양여액에 병원균 LVF12 균주와 혼합한 후 병원균의 포자발아율을 조사한 결과 살균수에서 분생포자 발아율을 처리 48시간후에 90%인 반면 N1과 N4 균주에 의해서는 발아가 거의 100% 저지되었다(Table 8). 또, 배양여액이 함유된 PDA배지상에서 균사생장은 매우 느렸고, 균사형태도 심하게 변형되었다(Fig. 6).

2) 길항균에 의한 발병 억제 효과 검정

균사생장 및 포자발아 억제효과가 높았던 세균 6 균주에 의한 발병 억제효과를 생육상내에서 포트검정한 결과 공시 6 균주 모두 70%이상의 방제가를 보였으며, N1 균주에 의한 방제가 95.3%, N4 균주는 90.8%의 높은 방제가를 보였다(Fig. 7, 8).

3) **길항균에 의한 발병 예방 및 치료 효과 검정**

생육상내 포트검정에서 높은 발병 억제효과가 확인된 길항균 N1**과** N4 **균주에 의한 발병 예방 및 치료효과를 검정한 결과** 2 **균주를 각각 병원균과 동시 접종은 물론 병원균 접종** 1 3**일전과 병원균 접종** 1 3**일후에 처리하여도 방제가가** N1 **균주에서** 100%, N4 **균주에서는** 100 87.3%**여서** 2 **균주 모두 본 균의 발병 예방 및 치료효과가 뛰어났다**(Table 9).

Table 6. Resistance of 11 perilla cultivars to infection by *Botrytis cinerea* LVF12

Cultivars	Disease incidence(%)	Severity[a]
Okdong	61.7	++++
Gupo	53.3	+++
Kwangyang	83.3	+++++
Perilla 1-1(small)	76.7	++++
Milyang	46.7	+++
Chubu	75.0	++++
Gurae 3-13	80.0	+++++
Kyungsin	58.3	+++
Gosung jerae	78.3	++++
Hadong	56.7	+++
Jinju jerae	78.3	++++

[a]Symptom severity : +weak symptoms; +++++severe symptoms.

Table 7. Inhibitory effect of 6 antagonistic bacteria on the mycelial growth of *Botrytis cinerea* LVF12 on PDA

Antagonistic bacteria	Inhibition zone(㎜)[a]
N1	35
N2	24
N3	22
N4	37
N5	25
N6	27

[a]Growth inhibition was determined after 7days of incubation at 25℃.

Table 8. Effects of 2 antagonistic bacteria on conidial germination of *Botrytis cinerea* LVF12

Antagonistic bacteria	Conidial germination (%±S.D)[a]	
	12hr	24hr
N1	0	0
N4	0	3±2
Water	72±4	90±4

[a]Conidial germination was directly counted on water agar under microscope.

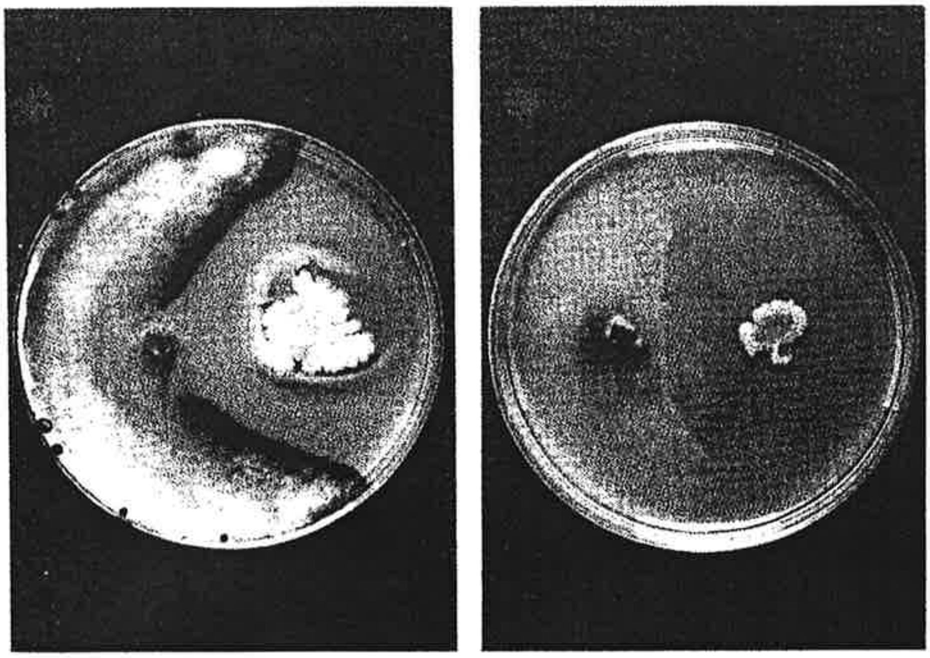

Fig. 5. Growth inhibition of *Botrytis cinerea* by 2 antagonistic bacteria, *Bacillus licheniformis* N1(A) and *B. megaterium* N4(B) on PDA.

Fig. 6. Abnormal growth of mycelia of *Botrytis cinerea* LVF12 by antagonistic bacteria, *Bacillus licheniformis* N1.

A : Normal mycelia(×400), B : Abnormal mycelia(×400)

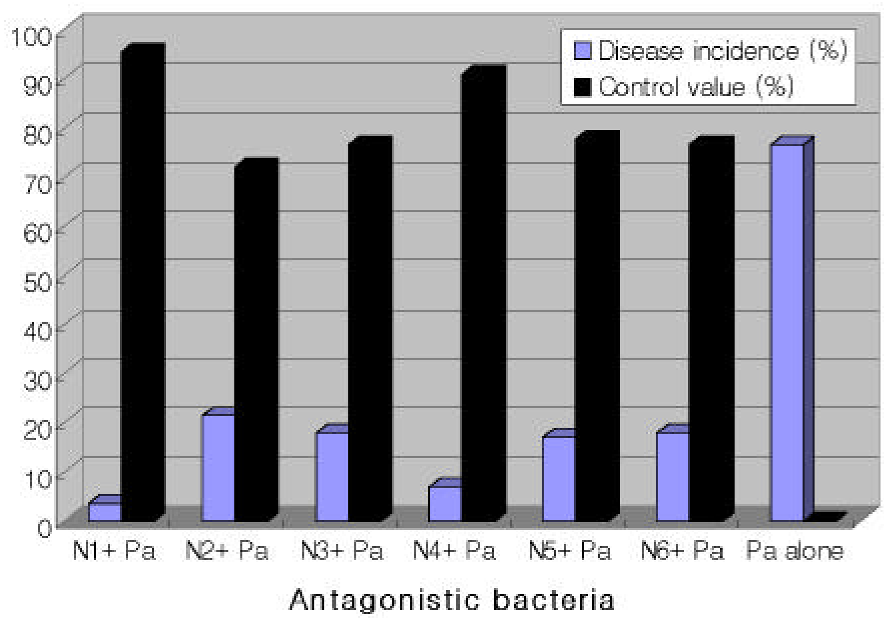

Fig. 7. Suppressive effect of 6 antagonistic bacteria on the incidence of gray mold rot on perilla in a growth chamber. Perilla seedling were respectively treated with each antagonistic bacterium plus *Botrytis cinerea* LVF12 or treated with *B. cinerea* LVF12(Pa alone).

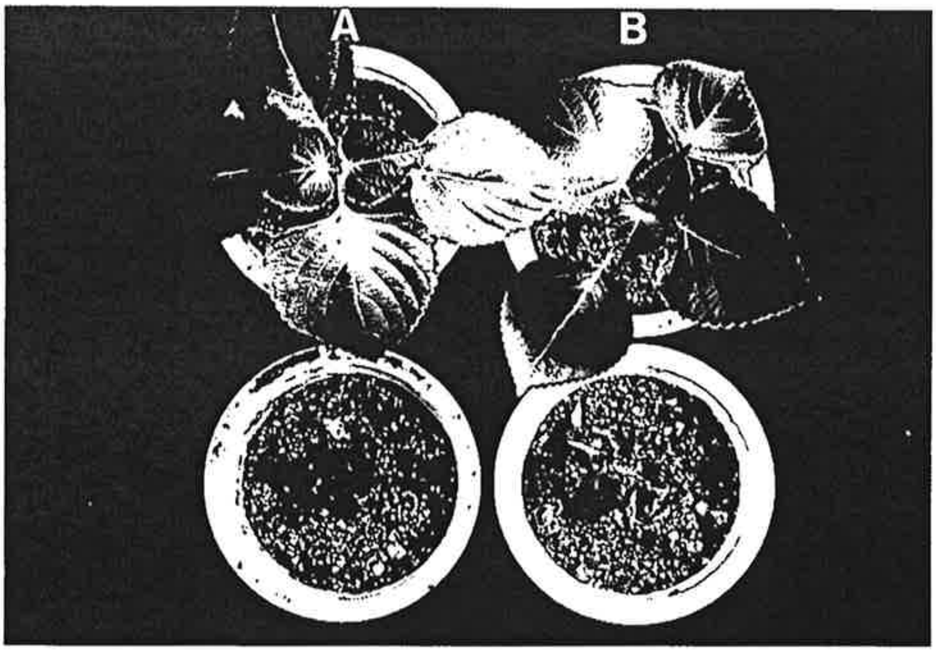

Fig. 8. Suppressive effect of bacterial suspension of 2 antagonistic bacteria on gray mold rot of perilla caused by *Botrytis cinerea* LVF 12.

Top : *Bacillus licheniformis* N1(A) or *B. megaterium* N4(B) plus *B. cinerea* LVF12, respectively.

Bottom : *B. cinerea* LVF12 alone.

Table 9. Effects of differentiated inoculation time between *Botrytis cinerea* and 2 antagonistic bacteria on biological control of the gray mold rot of perilla in a growth chamber

Time of bacterial inoculation	Disease incidence(%)[a]			Control value(%)	
	N1[b]+Pa	N4[c]+Pa	Pa[d] alone	N1+Pa	N4+Pa
3days before	0.0	0.0		100	100
2days before	0.0	0.0		100	100
1day before	0.0	0.0		100	100
co-inoculated	0.0	8.8	73.3	100	88.0
1day after	0.0	9.0		100	87.7
2days after	0.0	9.3		100	87.3
3days after	0.0	9.3		100	87.3

[a]The percentage of infected area.
[b]N1 : *Bacillus licheniformis*
[c]N4 : *B. megaterium*
[d]Pa : *Botrytis cinerea* LVF12

마. 길항균 동정

생육상내 포트검정에서 본 병의 발병 예방 및 치료효과가 뛰어난 것으로 확인된 N1과 N4 균주를 동정하기 위하여 생화학적, 생리적, 배양9적 특성을 조사하고 주사전자현미경으로 형태를 관찰하여 Bergey's manual에 따라 동정한 결과 N1 균주는 *Bacillus licheniformis*, N4 균주는 *B. megaterium*으로 동정되었다(Table 10). 동정의 정확성을 기하기 위하여 2 균주를 API system으로 동정하여도 N1 균주는 유사도 88.8%, N4 균주는 83.3%로 Bergey's manual에 의한 동정과 일치되었다(Fig. 9).

바. 길항세균의 제제화

1) 길항력에 미치는 탄소원 영향

발병 억제효과가 높은 *B. licheniformis* N1 균주의 본 병원균에 대한 길항력을 제고할 수 있는 탄소원을 구명한 결과 glucose가 5.3㎜의 저지대를 보여 가장 높은 길항력을 보였다(Table 11).

Table 10. Biochemical, physiological and cultural characteristics of 2 antagonistic bacteria compared with *Bacillus* spp.[a]

Test	Isolates		*Bacillus* spp.	
	N1	N4	*B. licheniformis*	*B. megaterium*
Gram stain	+[b]	+	+	+
Endospore	+	+	+	+
Cell diameter > 1.0μm	-	+	-	+
Anaerobic growth	+	-	+	-
Growth in NaCl 2%	+	+	+	ND
5%	+	+	+	ND
7%	+	+	+	d
Growth at 5℃	+	-	-	d
10℃	-	+	-	+
30℃	+	+	+	+
40℃	+	+	+	d
50℃	+	-	+	-
Hydrolysis of Casein	+	+	+	+
Gelatin	+	+	+	+
Starch	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	d
Utilization of Citrate	+	+	+	+
Voges-prosakauer test	+	+	+	-

[a]Data from Bergey's manual of Systematic Bacteriology. 1986. Williams & Wilkins.

[b]Symbol : +, 90% or more of strains are positive: -, 90% or more of strains are negative: ND, no data available: d, 11-89% of strains are positive.

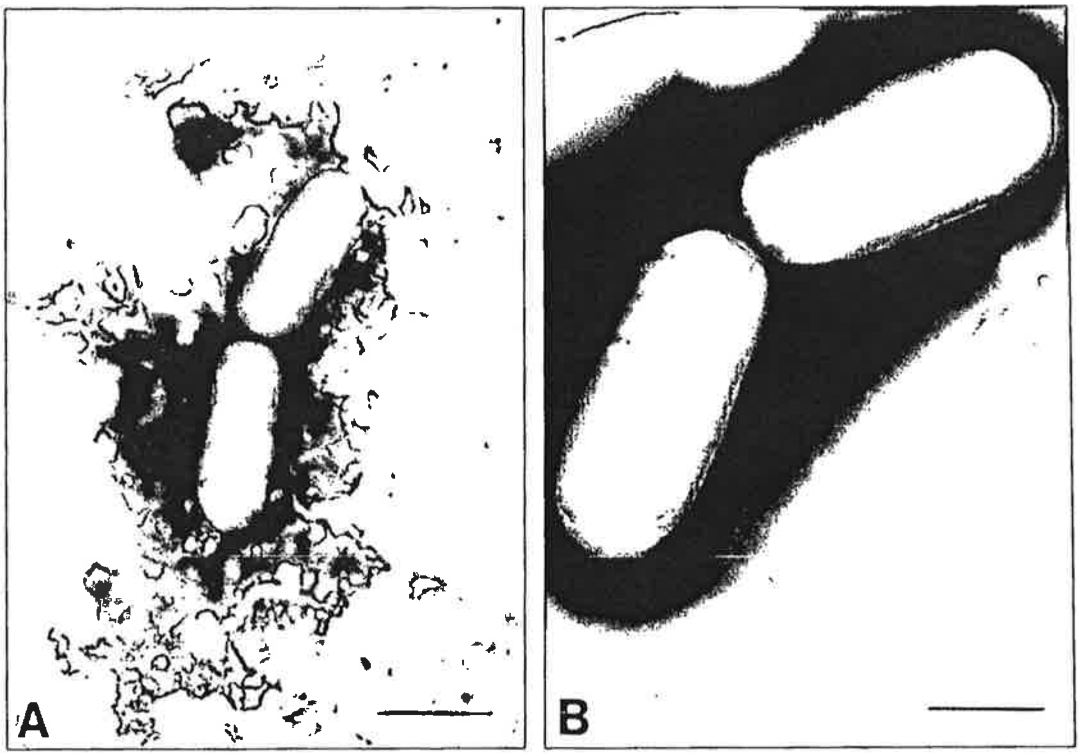

Fig. 9. Electron micrographs of negatively stained cells of antagonistic bacteria.

A : *Bacillus licheniformis* N1, B : *B. megaterium* N4

Scale bar represents 1㎛.

2) 길항력에 미치는 질소원 영향

발병 억제효과가 높은 *B. licheniformis* N1 균주의 본 병원균에 대한 길항력을 제고할 수 있는 질소원을 구명한 결과 tryptone이 4.5㎜의 저지대를 보여 가장 높은 길항력을 보였다(Table 12).

3) 고분자 재료를 이용한 길항세균의 제제화

길항세균으로 생물농약을 만들기 위해 가장 효과가 우수한 고분자재료와 미량원소, 효과가 우수한 고분자재료와 미량원소에서 가장 알맞은 혼합량을 조사한 결과 세균을 피막화하는 고분자 재료로 soybean flour, rice flour와 세균이 대사에 이용하는 미량원소로 $CaCO_3$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$을 혼합하여 만든 미생물농약이 가장 효과적이었다(Table 13, Fig. 10).

사. 미생물 농약의 방제 효과 검정

이상의 *in vitro*와 생육상내에서 실험한 결과, 본 병원균에 높은 길항력과 방제효과가 확인된 *B. licheniformis* N1 균주의 제제인 미생물농약의 방제효과를 greenhouse내 포트에서 검정하여 생균부유액, 배양액 및 유기합성농약 benomyl의 처리효과와 비교한 결과 미생물농약에 대한 방제가 유의성은 없으나 배양액이나 benomyl처리 보다 높아서 효과적이었다(Table 14, Fig. 11).

2. *Alternaria alternata*에 의한 잎마름병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병원균분리, 병원성 검정 및 동정

1) 병징

부산시 강동지역의 들깨 재배 하우스 내에서 자연 발생한 본병의 병징은 처음에 잎 끝 가장자리 부분에 검은 점무늬 가 발생하여 점차 양쪽 가장 자리로 진전이 되어 검게 변화고 마르는 증세가 나타났으며 심할경우에는 양 가장자리에서 잎 안쪽으로 진전이 되고 간혹 잎 전체가 검은색으로 변화여 말라 죽을 경우도 있었다 (Fig. 12).

2) 병원균의 형태 및 배양적 특성

공시한 SD1균주의 형태 및 배양적 특성을 조사한 결과 PDA배지상에서 균총의 형

Table 11. Effects of various carbon sources on growth inhibition of *Botrytis cinerea* LVF12 by antagonistic bacterium, *Bacillus licheniformis* N1 on the PDA at 25℃

Carbon sources(1%)	Inhibition zone(㎜)
Glucose	5.3
Fructose	-
Lactose	-
Maltose	-
Galactose	-
Starch	3.2
Sorbitol	2.3
Inositol	2.1
Glycerol	-

Table 12. Effects of various nitrogen sources on growth inhibition of *Botrytis cinerea* LVF12 by antagonistic bacterium, *Bacillus licheniformis* N1 on the PDA at 25℃

Nitrogen sources(0.5%)	Inhibition zone(㎜)
$(NH_4)_2SO_4$	-
Casamino acid	-
Tryptone	4.5
Beef extract	2.9
Malt extract	2.3
Yeast extract	2.8

Table 13. The component and content of macromolecular compound and the element of a very small amount for formulation of *B. licheniformis* N1.

Components	Content
Soybean flour	200g
Rice flour	200g
Dextrose	4g
$CaCO_3$	2g
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	100㎎
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	20㎎
N suspension[a]	1000㎖

[a]Bacterial suspension(10^7/㎖) of *Bacillus licheniformis* N1 cultured nutrient broth during 7days.

Table 14. Biological control of gray mold rot perilla by formulation, bacterial suspension of *Bacillus licheniformis* N1 and benomyl in a greenhouse

Treatments	Disease incidence(%)	Control value(%)
B suspension[a]	24.3	70.4b[f]
N suspension[b]	7.9	90.4a
Formulation[c]	5.7	93.1a
Benomyl[d]	11.4	86.1a
Pa only[e]	82.1	0.0c

[a]Bacterial suspension(10^7/㎖) in sterilized water
[b]Bacterial suspension(10^7/㎖) in cultured nutrient broth during 7days
[c]Formulation : wettable powder containing *Bacillus licheniformis* N1 (10^7/㎖)
[d]Benomyl : spraying after 2000 dilution
[e]Pa : *Botrytis cinerea* LVF12 alone
[f]Means within a column followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05 level.

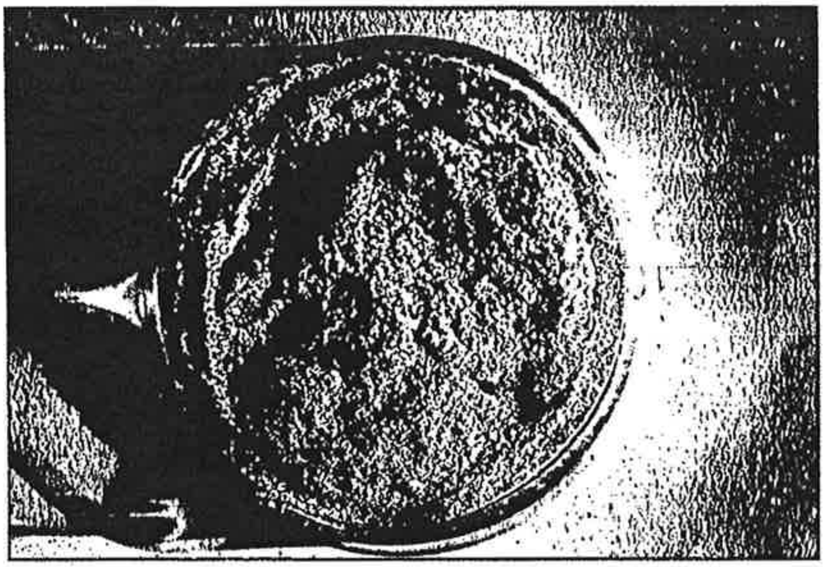

Fig. 10. Formulation made of high molecular compound, the element of a very samll amout and bacterial suspension of *Bacillus licheniformis* N1.

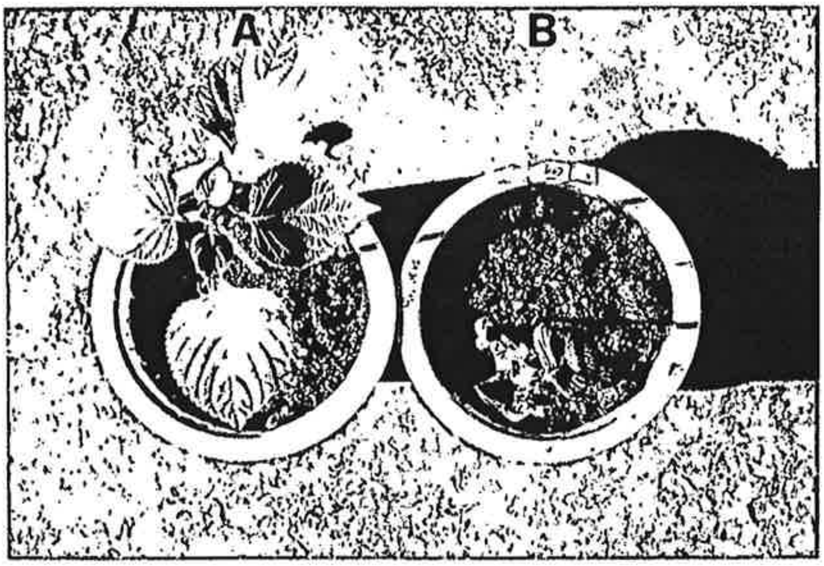

Fig. 11. Suppressive effect of formulation of *Bacillus licheniformis* N1 on gray mold rot of perilla caused by *Botrytis cinerea*.
Formulation of *B. licheniformis* N1(A) or control(B) plus *B. cinerea* LVF12, respectively.

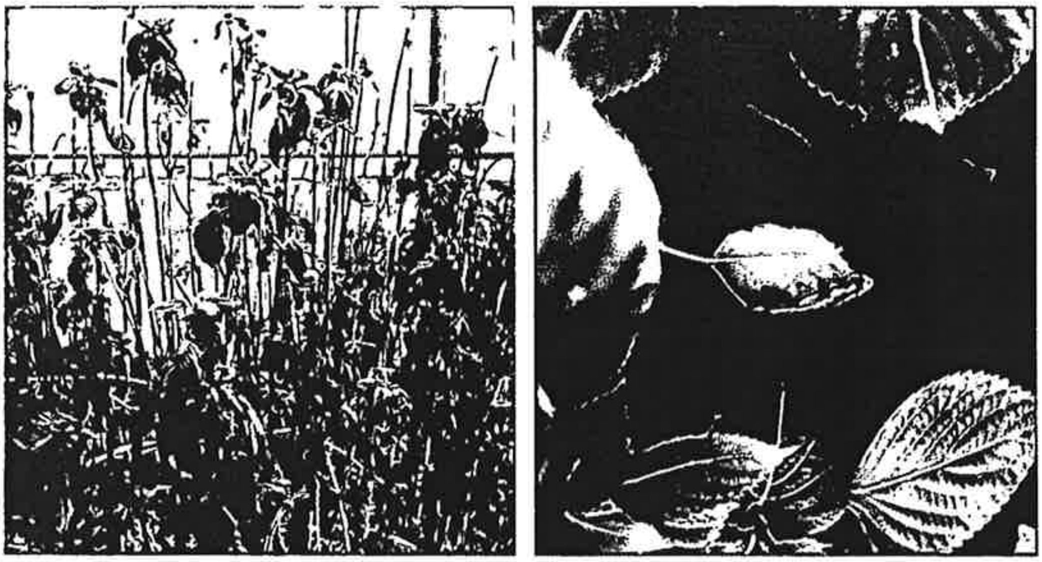

Fig. 12. Symptoms of leaf blight of perilla observed in the greenhouse.

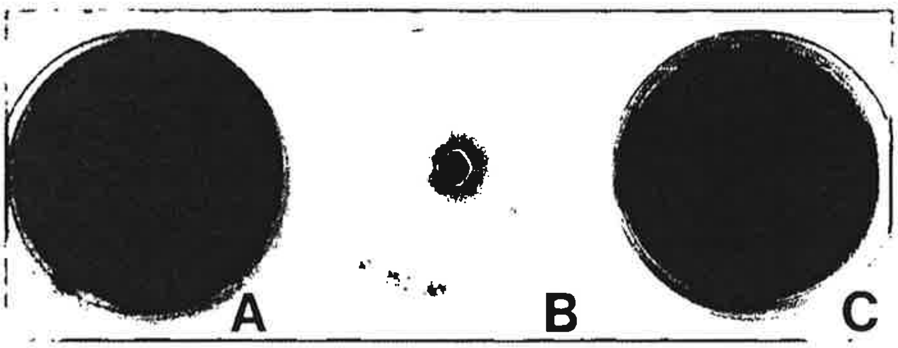

Fig. 13. Colonies of *Alternaria* SD1 cultured on 3 media in darkness at 20℃ for 15 days.
A : V8A; B : CMA; C : PDA

태는 가는 솜털모양의 흑회 가까운 색을 띄었으며 온도에 따라 약간의 차이를 보였다. CMA배지상에서는 균사가 거의 발달하지 않았고 흑색가루을 뿌려놓은 것 같이 보이며, V8A배지상에서는 PDA보다 균총이 발달하지 않았지만 아주 진한 흑색을 띄었다 (Fig. 13). 이들 3종류 배지에 암조건 및 형광등과 UV를 조사했을 때 생장에는 큰 차이는 없었지만 PDA배지와 V8A배지에 형광등을 조사했을 때 생장이 느렸다 (Fig. 14).

분생포자는 V8A배지에서 많이 형성되었고 분생포자병은 주로 곧은 형태였고, 분생포자는 긴 쇄생으로 형성 되었으며, 진한 갈색으로 서양배모양이었으며 2-8개의 횡격막, 1-5개의 종격막 및 사선격막이 관찰되었다. 분생포자의 길이는 10.0 - 30.0 (18.3)㎛, 폭은 5.0 - 10.0 (8.3)㎛였다(Fig. 15).

pH가 균사생장에 미치는 영향을 조사하기 위해 PDA평판배지를 pH 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10으로 보정하여 각각 25℃, 30℃항온기에 암조건에서 9일간 배양하여 균사생장을 조사하였는데, 아주 큰 차이는 보이지 않았으나, 대체로 pH 7, 8 및 25℃온도에서 생장이 왕성하였다 (Fig. 16).

균사생장 및 포자형성에 대한 적온을 조사한 결과 0, 40℃에서는 균사가 완전히 생장을 하지 못했고, 5, 35℃에서는 어느 정도 생장을 하였다. 가장 왕성하게 생장하는 온도는 25℃였다(Fig. 17). 포자형성적온 조사는 공시한 온도에서 16일 후에 조사하였는데 균사생장적온과는 달리 30℃에서 포자형성이 가장 잘 되었다. 0, 40℃에서는 포자형성이 안되었고, 5-30℃까지는 온도가 높을수록 포자형성이 많았다 (Fig. 18).

3) 병원성검정

공시균주의 들깨에 대한 병원성을 검정하기 위해 균사절편 접종실험에서는 접종한 잎의 표면위로 원형의 검은병반이 형성되었으며, 특히 습도가 높을시에는 균사가 많이 관찰되었다 (Fig. 19). 포자부유액을 달리한 실험에서 멸균수에서는 발병율이 0%, PDB에서는 60%, 토마토 쥬스에서는 100%를 보였다 (Table 15).

생육단계별 접종실험에서 6엽, 8엽, 10엽기의 들깨에 10%토마토 쥬스 포자부유액을 이용하여 접종한 결과 발병율이 각각 50, 85, 90%이였다 (Table 16). 분생포자부유

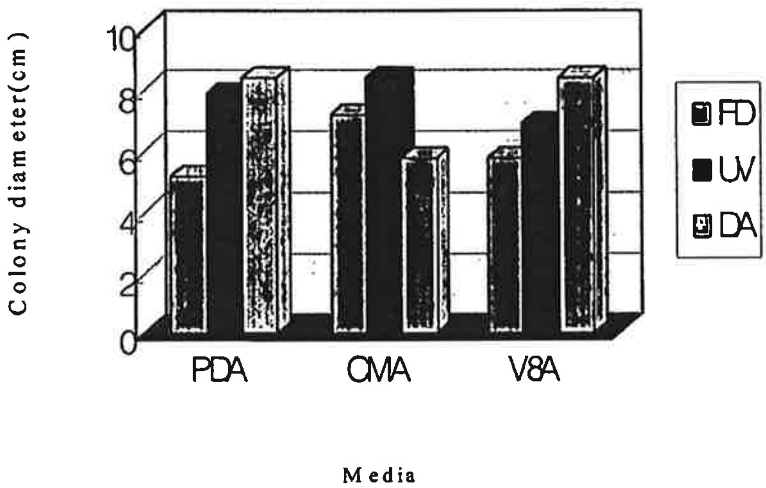

Fig. 14. Mycelial growth of *Alternaria* SD1 on different media and light sources fter 12 days incubation at 25℃.
FL : fluorescent lamp, UV : ultraviolet lamp, DA : darkness

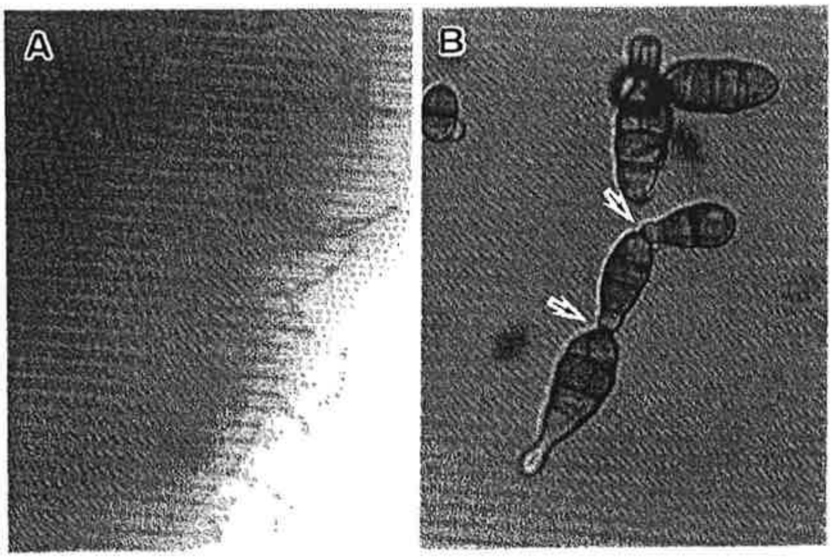

Fig. 15. Conidia of *Alternaria* SD1

A : ×100; B : ×400.

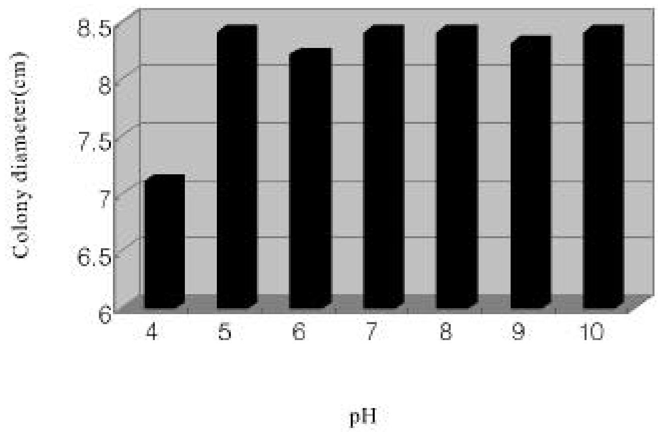

Fig. 16. Effect of pH on the mycelial growth of *Alternataria* SD1 on PDA for 9 days incubation at 25℃.

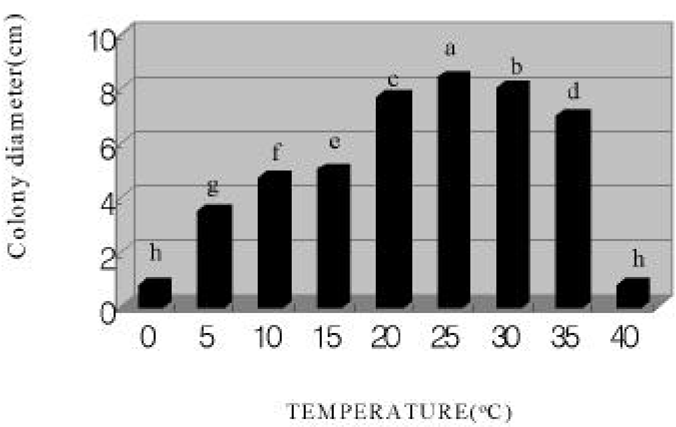

Fig. 17. Effect of temperature on the mycelial growth of *Alternaria* SD1 on PDA for 9 days incubation at 0 to 40℃

액으로 접종한 실험에서 병징은 접종초기에는 잎가장자리가 검게 변하여 마르기 시작하여 병이 진전하면서 자연발생한 병징과 동일하게 나타났다 (Fig. 19). 어린 잎이나 새로나온 상위잎(상엽)보다는 오랜된 잎이나 아래잎(하엽)에서 많이 발생하였으며 잎 전체가 검게 마르기 전에 거의 대부분이 잎자루와 같이 탈락하면서 떨어져 말랐다. 이들 접종 병반으로부터 동일한 병원균이 재분리되었다.

4) 접종원에 따른 포자발아율과 발아관길이

포자부유액의 종류별 포자발아율과 발아관 길이를 조사한 결과 멸균수를 이용한 포자부유액에서는 발아율도 저조하였고, 길이도 훨씬 불량하였으나, 토마토 쥬스와 PDB 포자 부유액에서 36시간후의 발아율도 100% 이었고 길이도 각각 535.2와 380.0 ㎛로서 훨씬 양호하였다. (Table 17).

5) 병원균의 동정

본 균의 포자가 횡격막, 종격막 및 사선격막을 가지면서 포자형태, 착색상태 및 분생포자병의 형태등을 Simons의 분류법에 의거 검토 한 결과 *Alternaria*속임이 명백하였다(13). *Alternaria*속내에서 형태가 유사한 다른 종과의 균총형태, 색깔 그리고 분생포자병 형태, 분생포자 형태와 크기, beak유무 등을 타 연구논문과 비교 검토한 결과 거의 일치되어 *Alternaria alternata*로 동정되었다. (Table 18).

나. 생물적 방제효과 검정

1) 길항균 선발

공시 6균주의 본 병원균에대한 균사생장억제효과를 검정한 결과 공시균주 모두 우수한 결과를 보였으며 그중에서도 *B. licheniformis* N1에 의한 저지대가 42㎜로 가장 높았으며 *B. megaterium* N4에서는 28㎜이였다. (Table 19).

B. licheniformis N1 와 *B. megaterium* N4 균주에의한 포자발아억제효과 검정에서도 살균수에서는 분생포자발아율이 24시간 후에 92%인 반면 2 길항균에 의해서는 발아가 거의 100% 저지되었다. (Table 20).

2) 길항균에 의한 발병억제효과 검정

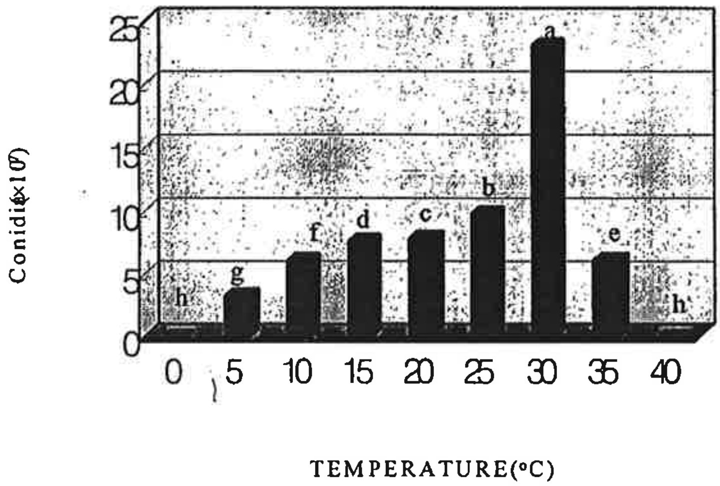

Fig. 18. Sporulation of *Alternaria* SD1 isolate on PDA after 16days incubation at different temperature.

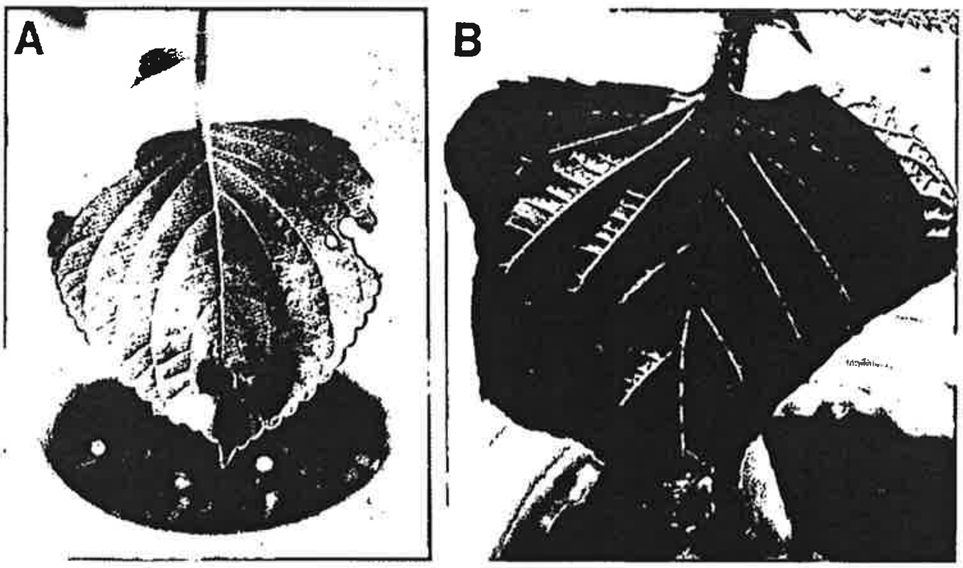

Fig. 19. Symptoms of leaf blight of perilla by artificial inoculations.

A : Inoculation with mycelial disks; B : Inoculation with conidiasuspension

Table 15. The effects of different spore suspension on pathogenicity by *Alternaria* SD1 on perilla

Spore suspension[a]	Pathogenicity	
	Inoculated plants	Diseased planted
Sterilized water	10	0
Potato dextrose broth(PDB)	10	6
Tomato juice	10	10

[a]All conidial suspension were adjusted at 10^6 conidia/ml

Table 16. The effects of growth stages of perilla on pathogenicity by *Alternaria* SD1

Growth stage	Disease incidence(%)[a]
6 leaves	50.0
8 leaves	85.0
10 leaves	90.0

[a]The percentage of infected leaf.

Table 17. The effect of various spore suspension on germination percent of conidium and germ tube growth of *Alternaria* SD1

Measurements[a]	Sterilized water		PDB[d]		Tomato juice	
	G. R(%)[b]	G. L(㎛)[c]	G. R(%)	G. L(㎛)	G. R(%)	G. L(㎛)
12hr	9	1.2	69	12.2	91	32.5
24hr	42	38.8	92	150.8	100	250.0
36hr	68	82.0	100	380.0	100	535.2

[a]Each figure is average of measurements of about 100 spores of SD1 isolate.
[b]G. R : Germination percent
[c]G. L : Length of germ tube
[d]PDB : Potato dextrose broth

Table 18. Comparison between *Alternaria alternata* and *Alternaria* SD1 isolate for the conidial measurements.

Measurements (㎛)	*Alternaria alternata*					SD1[a]		
	Simmon	Neergaard	Grogan. et. al		Moon			
	neotype specimen	2-4 media *in vitro*	Tomato stem	Corn meal agar	Potato dextrose agar	Potato dextrose agar	Corn meal agar	V8-juice agar
Spore length								
Mean	30.9	25.7	32.3	19.8	20.5	18.3	19.9	20.5
Range	18.0-47.0	7.0-70.0	18.0-50.0	10.0-30.0	11.7-32.4	10.0-30.0	12.5-32.5	10.0-47.5
Spore width								
Mean	12.6	11.2	12.4	9.5	10.1	8.3	10.7	9.4
Range	7.0-18.0	6.0-22.0	7.0-18.0	7.0-13.0	3.0-15.5	5.0-10.0	7.5-15.0	7.5-12.5

[a]Each figure is the average of measurements of about 100 spores of *Alternaria* SD1 isolate.

Table 19. Inhibitory effect of 6 antagonistic bacteria on the mycelial growth of *Alternaria alternata* SD1 on PDA

Antagonistic bacteria	Inhibition zone(㎜)[a]
	A. alternata
N1	42
N2	23
N3	21
N4	28
N5	32
N6	31

[a]Growth inhibition was determined after 7days of incubation at 25℃.

Table. 20. Effects of 2 antagonistic bacteria on conidial germination of *Alternaria alternata* SD1.

Antagonistic bacteria	Conidial germination(%±S.D)[a]	
	A. alternaria	
	12h	24h
N1	0	0
N4	0	2±2
Water	9±2	92±2

[a]Conidial germination was directly counted on water agar under microscope.

길항균에 의한 잎마름병의 발병억제 효과를 예방 및 치료 효과적면에서 검정한 결과 *B. licheniformis* N1 및 *B. megaterium* N4 2균주 모두 거의 방제가가 100% 가까운 예방 및 치료 효과를 보여 발병억제효과는 매우 높았다 (Table 21).

3) 미생물 농약에 의한 발병억제효과 검정

본 병의 발병억제효과가 현저하게 높은 것으로 확인된 2균주중 길항균 *B. licheniformis* N1균주를 선발하고 이것을 미생물 농약으로 제제화 하여 들깨잎에 처리한후 발병억제효과를 N1 균주의 배양액의 처리와 비교한 결과 *B. licheniformis* N1 미생물 농약은 물론 배양액에서 예방 및 치료 효과면에서 모두 100% 방제가를 보였다. (Fig. 20, Table 22).

3. *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병의 발생 및 생물학적 방제

가. 병징 및 발병율

부산시 강동지역의 들깨 하우스 내에서 들깨에 자연발생한 본 병의 병징은 처음에는 들깨의 어린줄기의 지제부와 잎에 수침상의 점무늬가 형성되어 갈색 내지 흑갈색으로 변하며 습도가 높을 시에는 무름 현상이 나타나고 어린줄기는 잘록 현상이 나타났다. 이 병반은 차츰 확대되어 병든 잎과 줄기는 갈변하여 주 전체가 고사하였다. 습도가 높을 시에는 병반부에는 흰색의 균사로 뒤덮고 병반의 진전속도가 매우 빨랐다. 오래된 병든 줄기에는 흑색의 균핵이 다수 형성되었고, 병든 잎이 탈락되거나 줄기가 꺽여 쓰러지면서 부근의 건전한 들깨와 접촉하여 감염되었다.(Fig. 21). 특히, 균핵병은 들깨 잿빛곰팡이병과 발병환경이 비슷하여 두 병은 거의 같은 시기에 발생하였는데 들깻잎의 수확말기인 5월 4일에 부산시 강동지역내 2개의 하우스(강동I, 강동II)를 선정하여 각 6구(A, B, C, D, E, F)씩 총 12구를 대상으로 발병율를 조사한 결과 약 8.1 28.3%로서 평균 13.9%의 발병율를 보였다.(Table 23).

나. 병원성 검정

공시균주의 들깨에 대한 병원성 검정을 위하여 균사절편에 의한 접종으로 생육상에서 포트 실험한 결과 접종 1일 후부터 발병되기 시작하여 자연 발생한 것과 동일

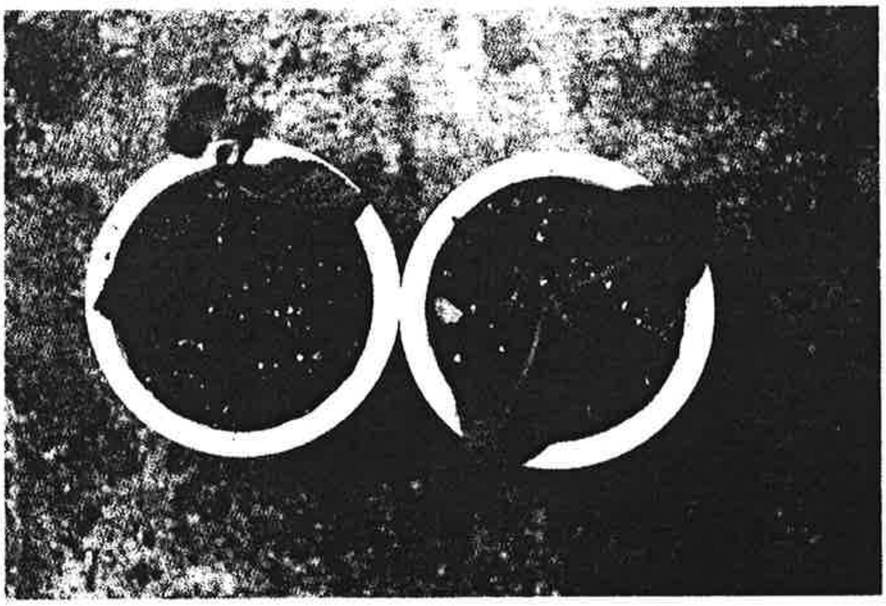

Fig. 20. Suppression effect of formulation of *Bacillus licheniformis* N1 on leaf blight of perilla caused by *Alternaria alternata* SD1
Left: *A. alternata* SD 1 alone; Right: Formulation of *B. licheniformis* N1 plus *A. alternata* SD 1

Table 21. Effects of differentiated inoculation time between *Alternaria altanata* and 2 antagonistic bacteria on biological control of the leaf blight of perilla in pot soil in a green house.

Time of bacterial inoculation	Disease incidence(%)[a]			Control values(%)	
	N1[c]+Pa	N4[d]+Pa	Pa[b] alone	N1+Pa	N4+Pa
3days before	0.0	0		100	100
2days before	0.0	0		100	100
1day before	0.0	0		100	100
co-inoculated	0.0	2.0	79.0	100	97.5
1day after	0.0	4.0		100	94.9
2days after	0.0	4.0		100	94.9
3days after	0.0	4.0		100	94.9

[a]The percentage of infected area.
[b]Pa : *Alternaria alternata* SD1
[c]N1 : *B. licheniformis* N1
[d]N4: *B. megaterium* N4

Table 22. Suppression effect of formulation and culture broth of *Bacillus licheniformis* N1 with differentiated inoculation time on leaf blight of perilla in green house

Time of bacterial inoculation	Disease incidence(%)[a]			Control values(%)	
	Forumlation	Culture broths[b]	Pa alone[c]	Forumlation	Culture broths
3days before	0.0	0		100	100
2days before	0.0	0		100	100
1day before	0.0	0		100	100
co-inoculated	0.0	0	80.0	100	100
1day after	0.0	0		100	100
2days after	0.0	0		100	100
3days after	0.0	0		100	100

[a]The percentage of infected area.
[b]Culture broths was cultured 4days at 30℃, 200rpm.
[c]Pa : *Alternaria alternata* SD1

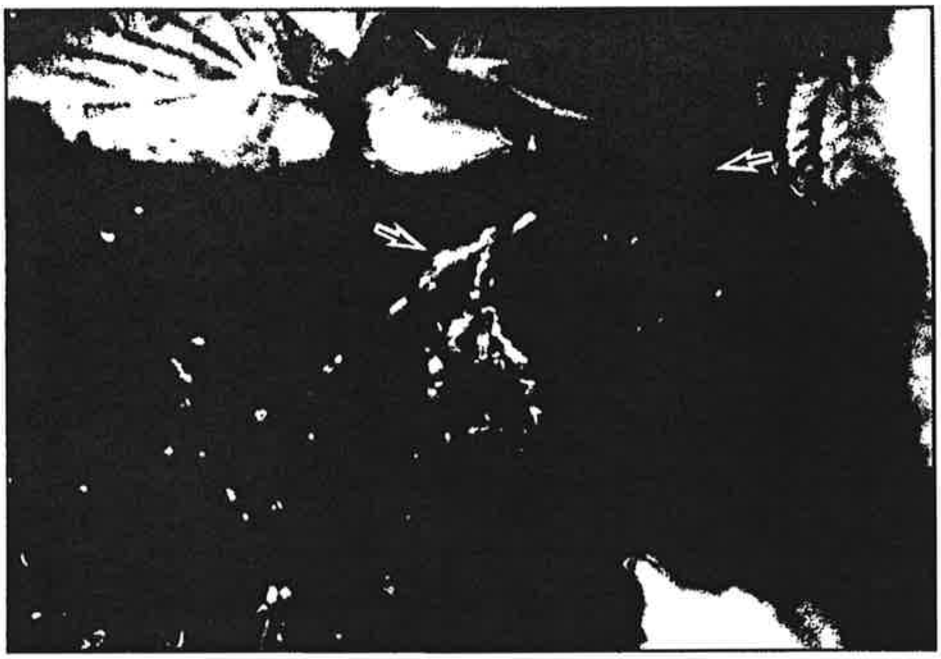

Fig. 21. Symptoms of sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* on the naturally infected leaves and stems of perilla in a field.

Table 23. Incidence of sclerotinia rot on perilla in two different investigated fields in 1998

Location	Investigated field[a]	Infected plants(%)
Pusan	A	28.3
Kang-dong(I)	B	15.8
	C	20.3
	D	12.8
	E	10.3
	F	8.1
Kang-dong(II)	A	14.8
	B	11.4
	C	10.1
	D	12.3
	E	9.1
	F	13.9
Average		13.9

[a]230 plants in each field were investigated.

한 병징을 나타내었으며, 공시한 모든 균주가 80%의 발병율을 보였으며그중에서도 S2균주가 병진전이 가장 빠르고 병원성이 강했다(Fig. 22). 이상의 실험 결과 병원성이 가장 강한 S2균주를 이하의 모든 실험에 공시하였고, 병반의 형태, 배양적 특성, 균핵의 모양과 크기, 자낭포자의 특징등으로 동정한 결과 이미 들깨에 균핵병을 일으키는 것으로 보고된 *Sclerotinia sclerotiorum*으로 동정되었다(Fig. 23).

다. 길항균의 생물적 방제 효과

1) 길항균의 선발

공시한 6균주의 본 병원균에 대한 균사생장 억제 효과를 검정한 결과 *B. licheniformia* N1 과 *B. megaterium* N4균주에 의한 저지대가 각각 28와 22 ㎜로서 가장 효과적 이었다 (Table 24).

2) 길항균에 의한 발병 억제효과

균사생장 억제 효과가 높았던 2균주에 의한 균핵병 발병 억제 효과를 생육상내 포트검정한 결과 *B. megaterium* N4균주에서 89.5%의 방제가를 보였으나 *B. licheniformia* N1 에 의한 방제가는 낮았다(Fig. 24, 25).

3) 길항균에 의한 발병예방 및 치료효과 검정

하우스내에서 발병억제 효과가 높은 것으로 확인된 *B. megaterium* 예방 및 치료효과를 검정한 결과 병균을 먼저 접종하고 1 3일 후에 공시 길항세균을 접종한 경우에는 방제가가 0 이어서 치료효과가 없었다. 길항균을 병원균 보다 먼저 처리할 경우 N4균주에서는 80% 이상의 방제가를 보여 예방효과가 높은 것으로 확인되었다 (Table 25).

4) 미생물 농약에 의한 생물적 방제 효과

이상의 *in vitro* 와 하우스내 포트 검정결과 들깨 균핵병균에 높은 길항력과 방제효과가 확인된 *B. megaterium* N4균주를 옥수수를 주원료로 하여 만든 수화제형 제제의 방제효과를 하우스내 포트에서 검정하여 benomyl 효과와 비교한 결과 길항균의 생균처리 효과에서와 마찬가지로 치료효과는 높지 않았으나 병원균 접종 3일전처리에서는 98%의 방제가를 보여 benomyl 효과 보다는 높았다(Fig. 26, Table 26).

Table 24. Inhibitory effect of 6 antagonistic bacteria on the mycelial growth of *Sclerotinia sclerotiorum* S2 on PDA

Antagonistic bacteria	Inhibition zone(㎜)[a]
N1	22
N2	16
N3	21
N4	28
N5	11
N6	17

[a]Growth inhibition was determined after 7days of incubation at 25℃.

Table 25. Effects of differentiated inoculation time between *Sclerotinia sclerotiorum* S2 and *B. megaterium* on sclerotinia rot of perilla in a growth chamber

Time of bacterial inoculation	Disease incidence(%)[a]		Control value(%)
	N4[b] +Pa	Pa[c] alone	N4+Pa
3days before	8.5		91.5
2days before	10.7		89.3
1day before	11.6		88.4
co-inoculated	11.6	100.0	88.4
1day after	85.3		14.7
2days after	100.0		0.0
3days after	100.0		0.0

[a]The percentage of infected area.

[b]N4 : *Bacillus megaterium*

[c]Pa : *Sclerotinia sclerotiorum* S2

Table 26. Biological control of sclerotinia rot perilla by formulation and benomyl in a greenhouse

Time of inoculation	Disease incidence(%)[a]			Control values(%)	
	Formulation[b]	Benomyl[c]	Pa[d] only	Formulation	Benomyl
3days before	2.0	22.0		98.0	78.0
2days before	38.0	18.0		62.0	82.0
1day before	66.0	20.0		34.0	80.0
co-inoculated	30.0	8.0	100.0	70.0	92.0
1day after	36.0	12.0		64.0	88.0
2days after	46.0	12.0		54.0	88.0
3days after	12.0	20.0		88.0	80.0

[a]The percentage of infected area.
[b]Formulation : wettable powder containg *Bacillus megaterium* N4(10^7/㎖)(spraying after 50 dilution)
[c]Benomyl : spraying after 2000 dilution
[d]Pa : *Sclerotinia sclerotiorum* alone

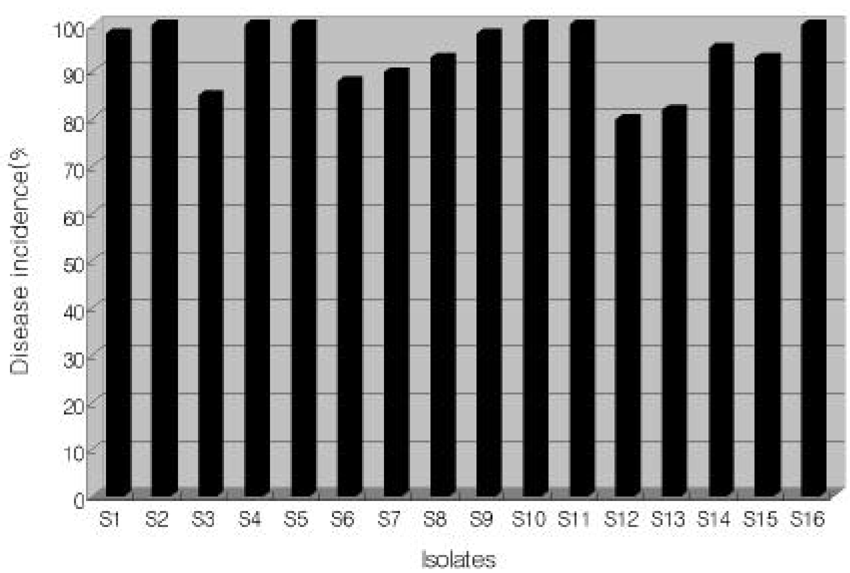

Fig. 22. Pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* S1-S16 isolates from disease lesion of sclerotinia rot on the leaves of perilla.

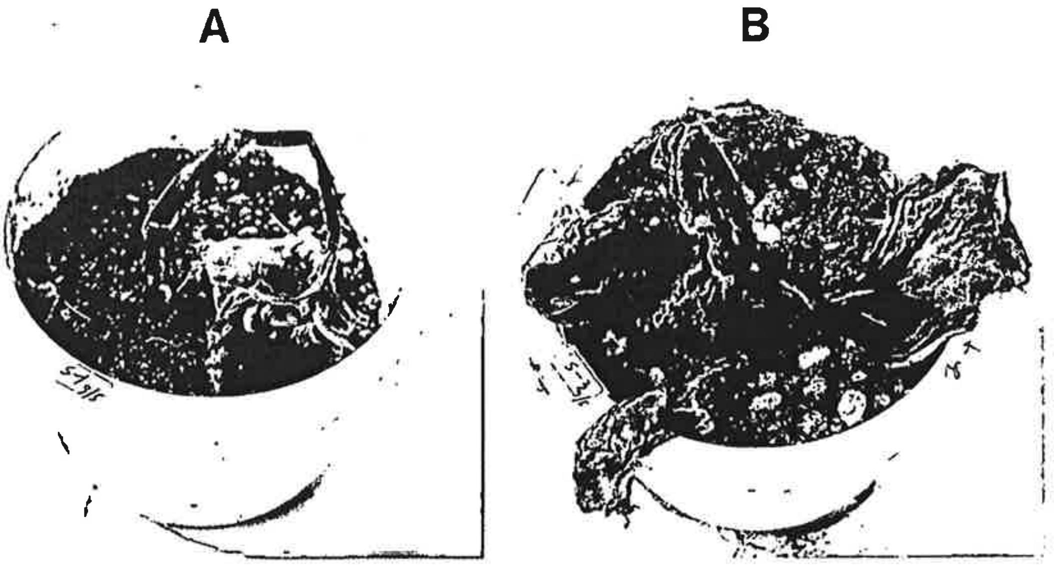

Fig. 23. Development of typical symptom on the artificially inoculated leaves(B) and stems(A) of perilla by *Sclerotinia sclerotiorum* S2 isolate.

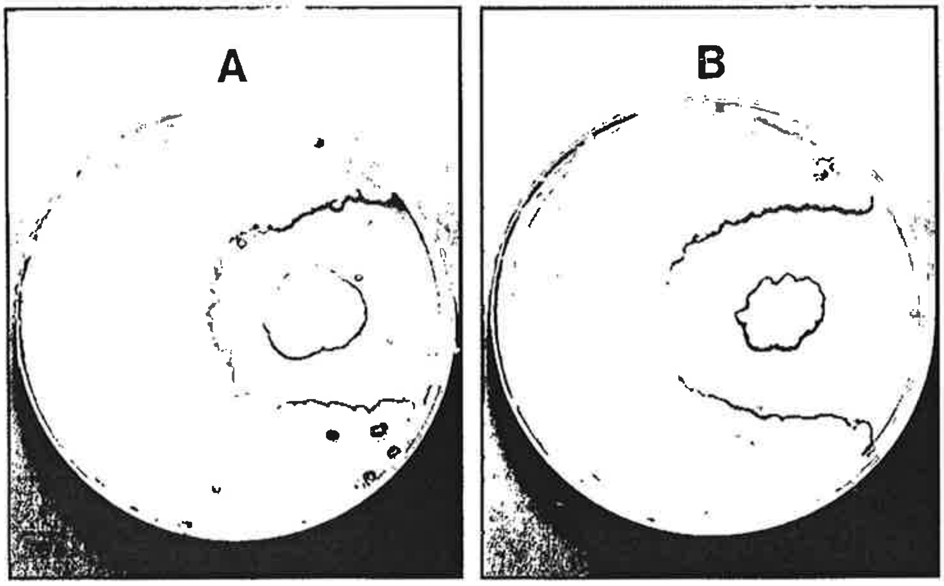

Fig. 24. Growth inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum* S2 by 2 antagonistic bacteria, *Bacillus licheniformis* N1(A) and *B. megaterium* N4(B) on PDA.

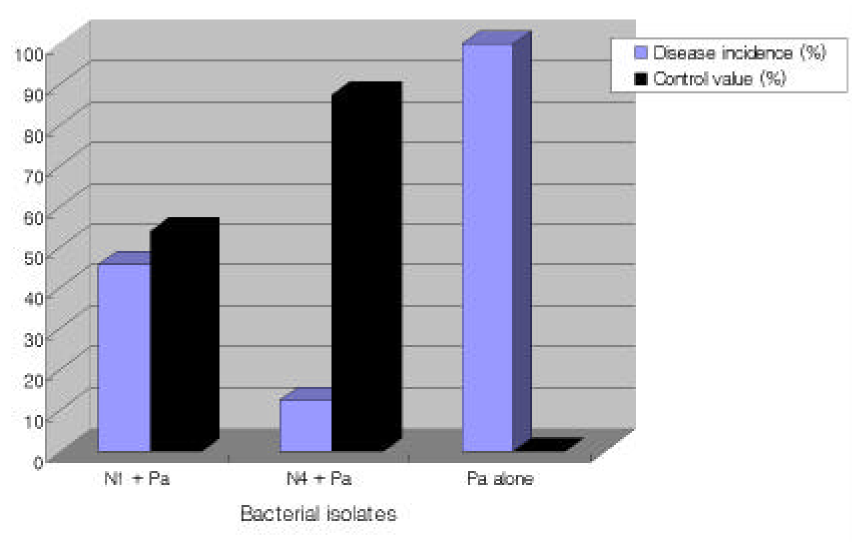

Fig. 25. Suppressive effect of 2 antagonistic bacteria on the incidence of sclerotinia rot on perilla in a growth chamber. Perilla seedling were respectively treated with each bacterial isolate plus *Sclerotinia sclerotiorum* S2 or treated with *S. sclerotiorum* S2(Pa only). N1 and N4 isolates were identified as *Bacillus licheniformis* and *B. megaterium*, respectively.

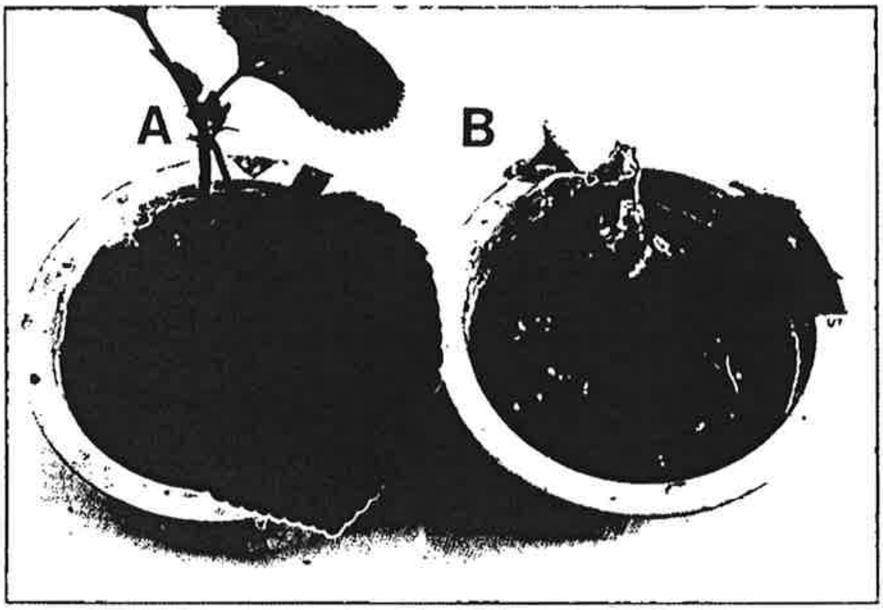

Fig. 26. Suppressive effect of formulation of *Bacillus megaterium* N4 on sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum*.
Formulation of *B. megaterium* N4(A) or control(B) plus *S. sclerotiorum* S2, respectively.

이상의 결과를 종합하여 고찰 하면 다음과 같다.

1. *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병의 발생 및 생물학적 방제

최근 부산시 강동지역과 경남 밀양지역의 비닐하우스내에서 들깨 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 띄는 병의 원인을 병원균의 형태 및 배양적특성으로 조사한 결과 *Botrytis*로 확인되었다. *B. cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병에 대한 보고는 1958년 일본에서 澤田에 의한 병명 기재가 있을 뿐 자세한 내용은 전혀 언급되지 않

았고 그 이후에도 국내외에서 전혀 보고되지 않았고, 그 이후에도 국내외에서 전혀 보고되지 않았으며 본 보고가 처음이다(3, 19). 병원성이 강한 LVF12 균주와 SD7 균주는 형태 및 배양적 특성이 Ellis(7), 横山(12), Arai(4)등의 *B. cinerea*에 대한 기재와 거의 일치되었다. 특히 2 균주의 분생포자의 형태 및 표면구조를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과 표면에 미세한 봉상구조로 덮혀있었다. 堀內등(43)은 SEM으로 *Botrytis*속균 6종의 분생포자의 표면구조를 관찰하여 미세한 봉상구조를 가진 것과 털실모양의 구조로 덮힌 2 그룹으로 대별하여 그중 *B. cinerea, B. fabae, B. squamosa*등의 3종이 봉상구조를 가지며, 이들 3종은 분생포자 크기의 명확한 차이에 의해 쉽게 구별된다고 하였다. 따라서 LVF12와 SD7 균주는 *B. cinerea*로 동정되었으며 한국에서는 미기록 병해이므로 본 병원균에 의한 들깨의 잎마름 및 줄기 정단부위의 잘록증상을 들깨 잿빛곰팡이병(gray mold rot of perilla)으로 명명하였다. *B. cinerea*는 일종의 species complex로서 다범성인 *Botryotinia fuckeliana*, *Botryotinia convoluta*, *Sclerotinia draytonii*, *Botryotinia pelargoni*, *Botryotinia caltbae*, *Botryotinia ranunculi* 및 *Botryotinia ficariarum*을 포함한 몇 가지 별개의 완전세대에 연결되어 있다. Oatmeal agar 배지상에서의 균총은 넓게 확산되어 20℃, 10일에 직경 6.0㎝이상에 달하며 초기에는 무색이지만 나중에 잿빛 내지 회갈색으로 변했다. 분생자경은 불규칙하게 균총의 군데군데에서 생겨나는데 분생자경 기부에 팽대부가 없고, 750㎛ 내지 2㎜이상의 길이를 가지며 기부 쪽이 갈색을 띄었고, 세포벽 표면은 민들하고 16-30㎛의 폭을 갖고 있었다. 선단부에는 호생하는 분지가 생겨나며, 분지선단이 팽대한다. 분생포자는 도란형으로 흔히 볼록한 배꼽이 있다. 색깔은 담갈색으로 소수성이며 광현하에서는 표면이 평활하게 보인다. 크기는 5.5-15.0×5.0-10.0㎛였다. 그러나, LVF12 균주는 SD7 균주에 비하여 분생포자의 크기가 약간 컸고 분생포자의 표면에 형성된 봉상구조가 적었으며, 2 균주 모두 균핵형성은 많았으나 LVF12 균주에서는 분생포자가 많이 형성된 반면 SD7 균주에서는 거의 형성되지 않았다. 또한 2 균주는 감염부위에 따라 병원성에 차이를 보여 LVF12 균주는 잎에, SD7 균주는 줄기에 상대적으로 강한 병원성을 보였다. 따라서, 이러한 차이는 Paul(36)이 *B. cinerea*

를 포자나 균핵을 형성하지 않고 기중균사를 많이 형성하는 균사형(mycelial type), 균핵은 형성하지 않고 포자만을 많이 형성하는 포자형(sporing type) 및 포자형성에 관계없이 균핵을 많이 형성하는 균핵형(sclerotial type)등의 3가지 형태로 나눈 것과 김(24), 김등(25, 26)에 의한 *B. cinerea*의 생리생태적 다양성 및 병원성의 차이에 대한 보고와 비교해 볼 때 공시된 2 균주는 동일 *B. cinerea*종내의 성질이 서로 다른 균주로 생각된다.

*B. cinerea*는 저장 혹은 운송 중의 과일, 야채 및 종묘등을 비롯해 각종 재배작물에 감염하여 기주범위가 대단히 넓고 피해정도도 심각한 다범성균으로 유전적 변이가 심해 방제 약제에 대한 저항성 균의 출현빈도가 높은 것으로 알려져 있다(6, 15, 20, 23, 24, 25, 26, 37). 본 연구에서 조사된 들깨 잿빛곰팡이병은 온도가 비교적 낮고 습도가 높은 조건에서 발병되기 시작하여 일단 발병되고 나면 병원균의 발병적온이 아니더라도 병진전이 계속되는 것으로 보아 초기에 병의 예방이 중요한 것으로 보인다. 또한 같은 들깨 하우스내에서 본 병의 방제를 위해 몇 종의 시판 살균제를 정기적으로 살포했음에도 불구하고 약 21.3 68.1%(평균 41.1%)의 높은 발병율을 나타내었는데 이는 본 병의 병원균인 *B. cinerea*의 심한 유전적 변이에 의한 다양한 형태의 약제 저항성균의 출현 가능성을 시사하는 것으로서 본 병의 효율적 방제를 위해서는 하우스내의 온습도 조절등의 재배환경적 요인과 더불어 방제약제에 대한 저항성 병원균의 밀도조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다(1, 8, 14, 16, 30, 34, 35, 40, 42).

현재 전세계적인 문제로 대두되고 있는 환경오염의 심각성은 누구나 다 잘 알고 있는 사실이다. 유독성 농약이 환경에 미치는 영향을 감소하게 하기 위한 대체기술로서 생물농약중에서도 무공해 미생물 살균제를 개발하기 많은 연구가 진행되고 있다(10, 38, 41). 포도나무와 콩잎에 발생하는 *Botrytis cinerea*를 방제하기 위하여 *Trichoderma harzianum*을 이용해서 20-50%정도 포자발아 억제효과를 보았고(9, 44), 자연상태에서 *Botrytis cinerea*를 방제하기 위해 길항균인 *Gliocladium roseum*을 꿀벌과 땅벌을 접종원으로 이용하여 방제효과를 보았다(17). 시클라멘에서도 길항미생물인 *Gliocladium roseum*과 *Ulocladium atrum*을 이용하여 방제효과를 보았다(29). 길

항균에서 분리된 항생물질을 이용한 방제도 많은 효과를 보이는데, 특히 *Pseudomonas cepacia*에서 분리된 항생물질인 Pyrrolnitrin을 이용하여 장미에서 잿빛곰팡이병의 방제효과를 보았다(18).

길항미생물을 이용한 생물학적 방제를 위해 들깨잎과 근권토양에서 분리한 균주 중 PDA배지상에서의 우수한 길항효과를 보인 균주를 실제 포장에서의 길항력을 보기 위해 포트실험을 실시하였다. 특히, 주목해야 할 점은 치료 효과를 보기 위해 병원균을 전처리 했을 때와 예방 효과를 보기 위해 길항균을 전처리 했을 때 거의 100%의 방제효과를 보였다. *Botrytis cinerea*에 의한 배의 저장병 방제를 위해 *Bacillus pumilus*와 *B. amyloliquefaciens*를 이용하였는데 이 길항미생물들이 항생물질은 생산하지 못했지만, antifungal작용 때문이라는 보고로 보아 본 공시길항균도 항생물질, 잎표면에서 병원균과 양분의 경합이나 antifungal작용에 의한 것이 아닌가 생각된다(32). 제제를 만들기 위해 고분자물질로 쌀가루와 콩가루를 사용했는데 각각 탄소원과 질소원으로서, 세균 피막재료로 가장 우수한 효과를 보였다. 이미 알려진 *Bacillus*속균이 이용하는 미량원소인 $CaCO_3$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$과 포도당을 첨가했을 때 효과가 더 우수하였다. 본 제제를 실온에서 3개월이상 보관하여도 미생물농도가 거의 일정하게 유지되는 것으로 보아 보관상 큰 어려움은 없을 것으로 사료된다.

2. *Alternaria alternata*에 의한 잎마름병의 발생 및 생물학적 방제

*Alternaria alternata*에 의해 들깨에 병을 일으키는 보고는 국내외에 전무한 실정이다. 그러나, 최근 부산시 강동지역의 잎들깨 하우스내에서 잎가장자리가 검게 마르고 검은 점무늬가 확대되어 탈락되는 증상을 띄는 병해가 심하게 발생되어 병원균을 분리하고 병원성이 강하고 포자형성이 많은 SD1균주를 선발하여 형태 및 배양적 특성을 조사하고 동정하였다. 본 공시균주와 비슷한 형태를 보이는 *Alternaria*, *Ulocladium*, *Stemphylium*속균과 비교한 결과 비교적 곧은 분생포자병에 많은 분생포자가 나뭇가지 모양의 chain형으로 길게 뻗어나오며 분생포자의 형태, 격막수와 길이로 보아 *Alternaria*속균으로 동정되었다. SD1균주의 형태 및 배양적 특성이 Ellis(45), Simmon(53), Neergaard(52), Moon(50)등의 *Alternaria alternata*에 대한 기재와 거의 일치하였으며, *Alternaria*속중에서도 형태가 비슷한 *A. citri*(45), *A. brassicicola*(55), *A. dianthi*(54)등과 비교한 결과 균총형태와 색깔, 분생포자의 길이, 형태, 격막수, beak유무 등에서 SD1균주와 차이를 보였다. 따라서 SD1균주는 *Alternaria alternata*로 동정되었다.

일반적으로 *Alternaria alternata*에 의한 병을 기주와 병징에 따라서 Black spot나 Brown spot로 병명을 붙인다. 그러나, 본 병원균에 의한 들깨의 병징은 검은 점무늬 증상과 특히, 잎가장자리가 검게 마르는 증상을 보여서 들깨 잎마름병으로 명명하였다. 균사의 생장은 타 연구자와 같이 25℃에서 가장 왕성하였고 포자형성은 30℃에서 가장 많았다. pH를 달리하였을 때는 균사생장에는 거의 차이를 보이지 않은 것으로 보아 pH는 생장에 거의 영향을 끼치지 않는 것으로 생각되며, 광을 주었을 때 보다는 암조건하에서 생장이 왕성하였다. Lagopodi는 분생포자가 24hr내에 발아하였고, 심지어 -7℃에서도 발아하였다고 하였으나, 본 실험에서는 0℃에서 균사생장과 분생포자의 발아가 전혀 일어나지 않았다(49). 이는 다른 기주에서 병원성을 유지하고 기주에서 생장하는 동안 여러 가지 변이가 일어나서 발아온도와 pathotype이 서로 달라진 것으로 생각된다. 또, *A. alternata*는 다른 작물에서 여러 가지 기주 특이적 독소를 생산할 수도 있다(47, 48). 병원성 검정 실험에서 살균수를 이용하여 포자부유액을 만들었을 때는 발병율이 PDB나 토마토 쥬스를 이용했을 때 보다 발병율이 현저히 낮아서 포자발아율과 포자발아길이를 조사한 결과 토마토 쥬스에서 발아율이 거의 100%를 보였다. 그리고, 발아길이는 살균수보다 무려 9배정도 길었다. 분생포자가 발아하는데 영양원이 발아와 성장에 많은 영향을 미치는 것으로 보인다. 들깨에 병을 일으키는 다른 병원균보다 병원성이 상대적으로 낮았으나, 이는 *Alternaria*속균이 식물잔재에서 발견되는 부생성균이기 때문이라고 생각된다. 분생포자의 많은 양이 병원성을 명백히 나타낼 수 없지만 접종실험에서 병원성을 충분히 확인할 수 있었다. 주로 오래된 하엽에서나 생육이 건전하지 못한 잎에서 많이 발생하였다. 하지만 들깨는 주로 잎을 사용하2기 때문에 작은 병징에 의해서 상품성이 떨어지므로 방제에 중점을 두어

야한다. *Alternaria*병의 방제는 저항성 품종의 이용, 무병종자의 사용, 종자소독, chlorothalonil, maneb, captafol, mancozeb 등 살균제의 사용으로 방제한다. 질소비료의 적절한 사용도 발병율을 낮추는데 효과적이다. 또한 돌려짓기, 병든 식물 잔재의 제거 및 소각, 잡초기주의 제거 등도 감수성 작물의 재배에서는 1차전염원의 제거라는 면에서 효과적이다. 몇몇 중복기생성 곰팡이가 여러 종의 *Alternaria*를 침해하는 것으로 알려져 있지만, 이들을 이용한 *Alternaria*병의 생물적 방제가 아직까지 효과적으로 개발되지는 못하였다. *Alternaria*는 기주범위와 생육온도범위가 상당히 넓고, 특히 온도, 광, 배지에 따라 균총형태나 색깔, 포자의 형태나 길이등 유전적변이도 상당히 심하다. 따라서 본 병의 효율적 방제를 위해서는 약제살포 뿐만 아니라 하우스내의 온도, 습도조절 등의 재배적인 요인을 같이 고려해야 될 것으로 사료된다.

현재 많은 생물학적 방제가 시도되고 있어나 주로 사용하는 균은 *Bacillus*속과 몇몇 *Pseudomonas*속 균과 *Trichoderma* 같은 진균류가 이용되고 있어나 우리나라에서 많이 발생하는 특정 병해 방제용 생물농약의 별로 없다. 또한 외국의 재배환경과 국내의 재배환경과는 상당한 차이가 있다. *Bacillus* spp.의 많은 세균은 전세계적으로 생물농약으로 각광 받고 있고, 다른 세균류에 비해 포장에 적용이 용이한 편이고 효과가 높다. 본 연구에서는 *Bacillus* spp.를 단독 처리한 제제를 시험하여 좋은 결과를 얻었으나, 여러균이 혼합 처리된 제제와 항생물질을 함유한 제제를 제조하면 다른 식물병에도 효과를 발휘할것으로 생각된다. 발병 초기에 항생물질로 발병을 억제하고, 곧 길항균이 엽권등에 정착하여 발병을 억제할 수 있을 것이다. 현재 대부분이 생균제제와 항생물질은 따로 사용되나 복합 사용이 바람직할 것으로 생각된다. 또한 잎과 열매를 식용으로 하는 작물에 화학농약을 대체하여 사용할 수 있을 것이고, 저장성 병해에도 쉽게 적용 할 수 있다.

생물농약은 미생물 자체를 직접 이용하거나 미생물 대사산물을 이용하여 병원균을 방제하기 때문에 유기합성 농약에 비하여 환경 친화적이며, 대사산물 및 그 구조가 다양하고 쉽게 분해되며, 내성균 출현의 빈도가 격감하는 등의 장점이 있어 이 분야에 대한 연구는 대단히 유익한 것으로 기대되고 있다. 현재 전세계 생물농약시장은

급속히 증가하고 있으나, 국내에서 제조한 생물농약은 거의 전무한 상태이고, 이에 이용되는 균주의 특허문제 등 많은 문제가 산적해 있다. 문화, 소득의 향상으로 대두되는 먹거리의 농약문제를 생물농약을 사용함으로 화학 농약의 사용량을 줄일 수 있고, 또한 농약에 의한 환경오염을 줄일 수 있다. 또한 유기농업과의 결합으로 무농약 농산물을 생산함으로서 국민들에게 우리 먹거리에 대한 신뢰를 얻을 수 있을것이다.

본 연구에서 *B. licheniformis* N1균주와 *B. megaterium* N4균주가 95-100%의 높은 발병억제 효과를 보였으나, 포트 및 소규모 하우스 내의 실험이었기에, 앞으로 대규모 포장에서 적용시험을 거쳐야 될 것으로 생각된다.

3. *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병의 발생 및 생물학적 방제

*Sclerotinia*에 의한 균핵병 병징은 감염된 기주나 기주의 감염부위 그리고 환경조건에 따라 다소 다양하게 나타난다. *Sclerotinia*병은 솜털썩음병(cottony rot), 흰곰팡이병(white mold), 물렁썩음병(watery soft rot), 줄기썩음병(stem rot), 초관썩음병(crown rot), 꽃마름병(blossom blight)등 여러 가지로 알려져 있다(58, 60). *Sclerotinia*병의 뚜렷하고 전형적인 초기 병징은 하얀 솜털같은 균사가 나타나고, 여기에 크고 단단한 휴면체인 균핵이 나타나는 것이다. 균핵은 처음에는 흰색이지만 나중에는 검고 단단해진다. 균핵은 둥글게 생겼으나 다소 평평하고 길쭉한데, *S. minor*는 0.5-1.0㎜이고, *S. sclerotiorum*은 2-10㎜로 크기는 매우 다양하다. 다즙성 식물의 줄기가 감염되면 초기에는 기부에 담갈색 또는 암갈색 병반이 나타난다. 이 병반은 흔히 흰 솜털같은 균사로 뒤덮인다. 감염 초기 단계에는 잎이 정상적으로 보이므로 병든 식물을 지나치기 쉽다. 병원균이 줄기에 만연하여 줄기를 썩히면 병반 위쪽의 잎은 다소 빠르게 말라 죽는다. 어떤 경우에는 먼저 잎이 감염된 후 줄기로 이동하기도 한다. 병원균의 균핵은 줄기의 수에 형성되거나, 줄기의 외부에 형성되기도 한다(59). *Sclerotinia*병의 방제는 여러 경종적 방법과 약제 살포에 의존한다. 이 병원균에 눈에 띄는 저항성을 보이는 품종은 거의 없다. 온실에서는 토양을 증기로 살균하여 병원균을 제거한다. 감수성 작물은 배수가 잘 되는 토양에 식재하고, 통기가 잘 되게 재식밀

도를 낮추고, 잡초가 없도록 관리해야 한다(65, 67). 균핵은 최소 3년 동안 생존하고 동시에 발아하거나 죽는 일이 없으므로, 감염된 포장에서는 감수성을 다시 식재하기 위해서는 최소 3년 동안은 화곡류같은 비감수성 작물을 식재해야 한다(64, 69). 방제를 위한 유기합성 농약으로 benomyl, dickloran, thiophanate-methyl등을 이용하나 만족할 만한 효과를 보지 못하고 있다. 뿐만 아니라, 들깨는 잎을 식용으로 하기 때문에 유기합성 농약사용에 매우 어려움이 있다. 따라서, 생물 농약중에서도 무공해 미생물 살균제를 개발하기 위하여 들깨 잎과 근권 토양에서 분리한 균주 중 PDA배지상에서의 우수한 길항효과를 보인 균주를 실제 포장에서의 길항력을 보기 위해 포트실험을 실시하였다. 특히, 주목해야 할 점은 병원균을 전처리 했을 때나 동시접종보다 2-3일 후에 길항균을 접종했을 때 효과가 상당히 우수하였다. 이는 길항균이 잎 표면에 정착하는데 어느 정도 시간이 걸리는 것으로 보이며, 잎 표면에서 병원균과 영양물질의 경합과 *Bacillus* spp.의 특징인 항균물질 분비에 의해 길항효과가 있는 것으로 생각된다. 제제를 만들기 위해 고분자물질로 쌀가루와 콩가루를 사용했는데 각 탄소원과 질소원으로서, 세균 피막 재료로 우수한 효과를 보였다. 제제를 실온에서 3개월이상 보관하여도 미생물농도가 거의 일정하게 유지되는 것으로 보아 보관상 큰 어려움은 없을 것으로 사료된다.

제 4 절 참 고 문 헌

1. Adaskaveg, J. E., and Ogawa, J. M. 1994. Penetration of iprodione into mesocarp fruit tissue and suppression of gray mold and brown rot of sweet cherries. Plant Dis. 78:293-296.
2. Agrios, George N. Plant Pathology 4th ed. pp. 339-342.
3. 岸 國平. 1988. 作物病害辭典. 全國農村敎育協會, 東京, pp. 798-802.
4. Arai, M. 1996. Gray Mold of Hydrangea Caused by *Botrytis cinerea*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 62:87-90(1996).

5. Deborah R. Fravel, William J. Connick Jr and Jack A. Lewis. Formulation of microorganisms to control plant diseases. Formulation of microbial biopesticides pp. 187-202.

6. El Ghaouth, A., Wilson, C. L., and Wisniewski, M. E. 1995. Sugar analogs as potential fungicides for postharvest pathogens of apple and peach. Plant Dis. 79:254-258.

7. Ellis, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CMI. Kew, Surrey, England. pp. 178-184.

8. Fallik, E., Klein, J., Grinberg, S., Lomaniec, E., Lurie, S., and Lalazar, A. 1993. Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruit ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 77:985-988.

9. G. E. Harman, B. Latorre, E. Agosin, R. San martin, D. G. Riegel, P. A. Nielsen, A. Tronsmo, and R. C. Pearson. Biological and integrated control of Botrytis bunch rot of grape using *Trichoderma* spp. Biological control 7, 259-266(1996).

10. Gould, A. B., Kobayashi, D. Y., and Bergen, M. S. 1996. Identification of bacteria for biological control of *Botrytis cinerea* on petunia using a petal disk assay. Plant Dis. 80:1029-1033.

11. **한국식물병리학회**. 1998. **한국식물병명목록**. pp. 42-43.

12. **橫山龍夫**. 1978. **菌類圖鑑(宇田川俊 著)**. **講談社**, **東京**, pp. 853-855.

13. Hausbeck, M. K., and Moorman, G. W. 1996. Managing Botrytis in greenhouse-grown flower crops. Plant Dis. 80:1212-1219.

14. Hausbeck, M. K., Pennypacker, S. P., and Stevenson, R. E. 1996. The use of orced heated air to manage Botrytis stem blight of geranium stock plants in a commercial greenhouse. Plant Dis. 80:940-943.

15. Hammer, P. E., Evensen, K. B., and Janisiewicz, W. J. 1993. Postharvest

control of *Botrytis cinerea* on cut rose flowers with pyrrolnitrin. Plant Dis. 77:283-286.

16. Hausbeck, M. K., Pennypacker, S. P., and Stevenson, R. E. 1996. The effect of plastic mulch and forced heated air on *Botrytis cinerea* on geranium stock plants in a research greenhouse. Plant Dis. 80:170-173.

17. H. Yu and J. C. Sutton. Effectiveness of bumblebees and honeybees for delivering inoculum of *Gliocladium roseum* to raspberry flowers to control *Botrytis cinerea*. Biological control 10, 113-122(1997).

18. Hammer, P. E., Evensen, K. B., Janisiewicz, W. J. 1993. Postharvest control of *Botrytis cinerea* on cut rose flowers with pyrroinitrin. Plant Dis. 77:283-286.

19. **日本植物病理學會**. 1975. **日本有用植物 病名目錄**. p. 161.

20. Johnson, K. B., Sawyer, T. L., and Powelson, M. L. 1994. Frequency benzimidazole- and dicarboximide-resistant strains of *Botrytis cinerea* in western oregon small fruit and snap bean plantings. Plant Dis. 78:572-577.

21. Jones, G. Holt., Nobel, R. Krieg., Peter, H. A. Sneath., James, T. Staley., Stanley T. Williams., "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology", 9th, 1994.

22. **조종택**, **문병주**. 1994. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary**에 의한 들깨 균핵병과 그 신기주**. **동아대 농대 농업자원연구보** 3:11-24.

23. Jarvis, W. R. Botryotinia and Botrytis Species. pp. 9-31. Canada Department of Agriculture, Ottawa.

24. **김병섭**. 1997. **잿빛 곰팡이병균**(*Botrytis cinerea*)**의 살균제 저항성 및 생리생태적 다양성**. **서울대학교 박사학위 논문**.

25. **김병섭**, **박은우**, **박정헌**, **노성환**, **조광연**. 1996. Prochloraz**에 저항성인 잿빛 곰팡이병균**(*Botrytis cinerea*)**의 유기 및 이들 균의 생물학적 특성**.**한국식물병리학회**

지 12(2):226-230.

26. **김병섭, 박은우, 노성환, 조광연.** 1997. **잿빛 곰팡이병균**(*Botrytis cinerea*) **형태형 간의 생리적 다양성. 한국균학회지** 25(4):320-329.

27. Krieg, N. R. and Holt, J. G., "Bergey's Manual of Systemic Bacteriology", Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1984.

28. **과학기술처.** 1992. **딸기 회색곰팡이병 방제용 생물농약의 개발.**

29. Kőhl, J., Gerlagh, M., De Haas,B. H., and Krijger, M. C. 1998. Biological control of *Botrytis cinerea* in cyclamen with *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* under commercial growing conditions. Phytopathology 88:568-575.

30. Latorre. B. A., Flores, V., Sara, A. M., and Roco, A.1994. Dicarboximide-resistant isolates of *Botrytis cinerea* from table grape in Chile: Survey and characterization. Plant Dis. 78:990-994.

31. **이정일, 채영암, 강광희, 조재성.** 1996. **공예작물학. 향문사. 서울.** pp.50-59.

32. M. Nari, M. Guizzardi, and G. C. Pratella. Biological control of gray mold in pears by antagonistic bacteria. Biological control 7, 30-37(1996).

33. **농림부.** 1998. **농림통계연보.** p. 89.

34. Nicot, P. C., Mermier, M., Vaissière, B. E., and Lagier, J. 1996. Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet light-absorbing polyethylene film. Plant Dis. 80:555-558.

35. Pritchard, P. M., Hausbeck, M. K., and Heins, R. D. 1996. The influence of diurnal temperatures on the postharvest susceptibility of poinsettia to *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 80:1011-1014.

36. Paul, W. R. C. 1928. A comparative morphological and physiological study of a number of strains of *Botrytis cinerea* Pers. with special reference to their virulence. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 15:118-135.

37. Raposo, R., Colgan, R., Delcan, J., and Melgarejo, P. 1995. Application of an automated quantitative method to determine fungicide resistance in *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 79:294-296.

38. Spotts, R. A., and Holz, G. 1996. Adhesion and removal of conidia of *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* from grape and plum fruit surfaces. Plant Dis. 80:688-691.

39. Sirjusingh, C., Sutton, J. C., and Tsujita, M. J. 1996. Effects of inoculum concentration and host age on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 80:154-159.

40. Sirjusingh, C., Sutton, J. C. 1996. Effects of wetness duration and temperature on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 80:160-165.

41. Sutton J. C., and Peng, G. 1993. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in straeberry leaves. Phytopathology 83:615-621.

42. Sosa-Alvarez, M., Madden, L. V., and Ellis, M. A. 1995. Effects of temperature and wetness duration on sporulation of *Botrytis cinerea* on strawberry leaf residues. Plant Dis. 79:609-615.

43. **石井正義**, **堀內誠三**, **堀 眞雄**. 1978. **走査電顯에 의한 數種** Botrytis**屬菌의 同定**. **中國農試報** E13:53-87

44. Zimand, G., Elad, Y., and Chet, I. 1996. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* pathogenicity. Phytopathology 86:1255-1260.

45. Ellis & Pierce apud Pierce, 1902, *Bot. Gaz*., 33:234.

46. George N. Agrios. 1997. Plant pathology. Fourth edition.. 300p.

47. Grogan, R. G., K. A. Kimble and Iraj Misaghi. 1975. A stem canker disease of Tomato caused by *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*. Phytopathology 65:88-886.

48. J. Davis, 1916, apud J. A. Elliot, *Bot. Gaz*., 62:416.

49. Lagopodi, A. L., and Thanassoulopoulos, C. C. 1998. Effect of a leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* on yield of sunflower in Greece. Plant Dis. 82:41-44.

50. **문병주**. 1980. **한국식물보호학회지** 19(4):221-226.

51. **문병주**. 1998. *Botryris cinerea***에 의한 들깨 잿빛곰팡이병의 발생**. **한국식물병리학회지** 14(5):467-472

52. Neergaard. P., 1945. Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*, Oxford Univ. Press. London ; 560p.

53. Simmons. E. G., 1967, Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*, Mycologia. 59:67-92.

54. Stevens & Hall, 1909, *Bot. Gaz*., 47:409-413.

55. Wiltshire, 1947, *Mycol. Pap*., 20:8.

56. A.-L. Wong and H. J. Willetts. A taxonomic study of *Sclerotinia sclerotiorum* and related species. Journal of General Microbiology(1975), 88, 339-344.

57. Adams, P. B., Marose, B. H., and Dutky, E. M. 1983. Cocklebur: A new host for several Sclerotinia species. Plant Disease 67:484-485.

58. Adams, P. B., and Ayers, W. A. 1982. Biological control of sclerotonia lettuce drop in the field by *Sporidesmium sclerotivorum*. Phytopathology 72:485-488.

59. Huang, H. C., and Kozub, G. C. 1993. Survival of mycelia of *Sclerotinia sclerotiorum* in infected stems of dry bean, sunflower, and canola. Phytopathology 83:937-940.

60. Jones, G. Holt., Nobel, R. Krieg., Peter, H. A. Sneath., James, T. Staley., Stanley T. Williams., "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology", 9th, 1994.

61. **조원대**, **김완규**. **백합과 채소작물에서의 흑색썩음균핵병 발생**. **한국식물병리학회지**

12(2):251-254(1996).

62. **조종택**, **문병주**. *Sclerotinia sclarotiorum* (Lib.) de Bary**에 의한 들깨 병원균과 그 신기주**. **동아대학교 농업자원연구소** 3:11-24.

63. Kohn L. M. 1979. Delimitation of the economically important plant pathogenic Sclerotinia species. Phytopathology 69(8) : 881-886

64. Koike, S. T., Smith, R. F., Jackson, L. E., Wyland, L. J., Inman, J. I., and Chaney, W. E. 1996. Phacelia, Lana woollypod vetch, and Austrian winter pea: Three new cover crop hosts of *Sclerotinia minor* in California. Plant Dis. 80:1409-1412.

65. Krieg, N. R. and Holt, J. G., "Bergey's Manual of Systemic Bacteriology", Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1984.

66. Mclaren, D. L., Huang, H. C., and Rimmer, S. R. 1996. Control of apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum* by *coniothyrium minitans* and *Talaromyces flavus*. Plant Dis. 80:1373-1378.

67. Olaya, G., Abawi, G. S., and Barnard, J. 1996. Influence of water potential on survival of sclerotia in soil and on colonization of bean stem segments by *Macrophomina phaseolina*. Plant Dis. 80:1351-1354.

68. Purdy L. H. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum* : History, Disease and hymptomatology, Host range, Geographi distribution and Impact. Phytopathology 69 : 875-880

69. P. B. Adams. Factors affecting survival of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. Plant Dis. Reptr. 59:599-603.

70. P. B. Adams, R. D. Lumsden, and C.J. Tate. A new host for *Whetzelinia sclerotiorum*. Plant Dis. Reptr. 58:700-701

71. Uhm, J. Y., and Fujii, H. 1983. Heterothallism and mating type mutation in *Sclerotinia trifoliorum*. Phytopathology 73:569-572.

제7장 들깨 수경재배 시스템 개발을 위한 연구

제1절 서설

들깻잎은 독특한 향과 풍부한 비타민을 갖고 있어 야채나 부식으로의 수요가 급증하고 있다. 수요에 맞춰 들깨의 재배 면적과 단위면적당 생산량도 계속 증가추세에 있다. 최근에는 온실 재배가 늘어나면서 계절에 관계없이 들깻잎의 출하가 늘어나고 있다. 들깻잎의 채엽은 들깨의 성장속도, 지질에 포함된 각종 유기물질과 무기비료의 함량에 따라 그 수확량이 크게 좌우된다. 최근에 들깨 종자의 지질의 특성 및 지방산 조성과 들깻잎의 채엽시 형태변이 등에 관한 연구는 많이 보고되고 있으나 들깨의 성장과 채엽 수확증대를 위한 지질에 함유된 각종 유기질과 무기염류의 효과에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

특히, 노지에서는 들깨의 성장에 필요한 유기 및 무기염류 공급에 따른 채엽수확의 상관관계를 알아보기 위해 이들 성분의 일정 농도에 대한 성장속도와 채엽수확과의 관계를 정확하게 설정하는데는 많은 어려움이 따른다. 즉, 강우량에 의한 토양의 유실과 이로 인한 화학성분 영양소의 이탈[4)]이 심하여 성장에 직접영향을 미치는 유기물질과 무기염류의 상관관계는 정확하게 도출되기 어렵다. 따라서 유기물질과 무기염류의 농도를 일정하게 유지하면서 들깨의 성장과 채엽수확과의 상관관계를 알아보기 위하여 수경재배를 실시하였다.

제2절 연구개발 목표 및 내용

1. 시험재료

잎들깨 재배시 연작으로 인하여 미량원소의 결핍 및 토양내 염류의 집적 등의 문제가 발생하여 수량의 감소를 유발하기 때문에 이러한 연작의 방지를 위해 수경재배를 도입함으로서 배양액의 조절을 통하여 염류의 농도, pH의 조절, 필수원소 및 미량원소의 농도를 조절함으로서 수량감소의 원인을 구명하고 이에 따른 최적조건의 배양액 개발하는데 목적이 있다. 따라서 수경재배 시험용액을 표 1과 같이 조제하여 실시

Table 1. The Hydrophonic Solution Concentrations for Growth of Perilla

	Reagent	Concentration		Reagent	Concentration
A	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	B	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472
	KNO_3	808		KNO_3	808
	$NH_4H_2PO_4$	492		$NH_4H_2PO_4$	492
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	152		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	152
	Fe・EDTA	160		Fe・EDTA	242
	H_3BO_3	12.0		H_3BO_3	3.00
	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	7.00		$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	18.0
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.90		$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	2.20
	$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	0.40		$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	0.50
	$(NH_4)_2MoO_4$	0.05		$(NH_4)_2MoO_4$	0.10
C	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	D	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472
	KNO_3	808		KNO_3	450
	$NH_4H_2PO_4$	246		$NH_4H_2PO_4$	270
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	152		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	152
	Fe・EDTA	24.0		Fe・EDTA	180
	H_3BO_3	3.00		K_2SO_4	12.0
	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	1.80		$NaMoO_4 \cdot 2H_2O$	9.00
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.22		$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	0.45
	$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	0.05		$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	0.08
	$(NH_4)_2MoO_4$	0.02			
E	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	F	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	460
	KNO_3	450		KNO_3	960
	$NH_4H_2PO_4$	270		$NH_4H_2PO_4$	470
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	152		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	193
	Fe・EDTA	180		Fe・EDTA	26.0
	H_3BO_3	12.0		H_3BO_3	1.00
	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	20.0		$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	1.67
	$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	10.0		$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.20
	$(NH_4)_2MoO_4$	0.75		$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	0.10
				$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.10
G	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	H	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472
	KNO_3	829		KNO_3	820
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	17.1		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	20.0
	KH_2PO_4	524		KH_2PO_4	520
	Fe・EDTA	87.3		Fe・EDTA	90.0
	H_3BO_3	31.2		H_3BO_3	31.2
	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	11.4		$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	11.4
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	7.80		$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8.50
	$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	3.40		$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	2.75
	Na_2MoO_4	0.667		Na_2MoO_4	0.70
	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	11.4		$NH_4H_2PO_4$	280
I	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	I	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	11.4
	KNO_3	820		$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8.50
	$NH_4H_2PO_4$	420		$CuSO_4 \cdot 7H_2O$	2.75
	KH_2PO_4	520		Na_2MoO_4	0.75
	Fe・EDTA	90.0		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	20.0
	H_3BO_3	31.2			

하였다.

2. 공급액량 및 육묘조건

시험은 동아대학교 실험용 비닐하우스 내에서 잎들깨1호를 공시 재료로 사용하였다. 종자의 파종은 1997년 4월 6일 파종하여 육묘 시킨 후 5월 1일에 수경재배용 pot (지름 5cm)에 구당 30주씩 이식하였다. 이때 재식거리는 15cm×20cm로 하고 재배방식은 박막수경재배(NFT : nutrient film technique)로서 재배조내에 2 3mm정도의 두께로 양액이 흐르도록 유속(35m/min)을 조절하였다. 배양액 조성은 다량원소와 미량원소를 각각 달리한 A, B, C, D, E, F, G, H, I 9개의 배양액을 만들어 각 구당 3반복으로 실험하고 pH와 EC를 3일마다 측정하고 배양액은 주1회 교환해 주었다. 들깨는 일장에 민감하기 때문에 실험기간 중 화아분화를 억제하기 위하여 식물체 정단 1m 높이에 백열등을 설치하여 17 22시의 5시간 동안 100 Lux 이상으로 조명하였다. 생육 조사는 5월 6일부터 4일 간격으로 초장, 엽장, 엽폭 등을 측정하였다.

3. 수경재배 들깻잎 속에 함유된 무기염료의 함량 측정.

본 연구에서 수경재배한 들깻잎을 일정 시간 간격으로 채엽한 후 Mortar에서 분쇄한 뒤 무수에탄올(C_2H_5OH)을 가한 후 Shimadzu UV/vis-240 spectrophotometer상에서 들깻잎 속에 함유된 무기이온을 정량하였다. K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}, B^{3+} 각 이온의 표준용액은 이들 이온의 히드록시 염기를 사용하여 이들 염기와 반응하는 착물과 반응생성물을 만든 후 이것의 최대 흡수 파장(λ_{max})을 구하였다. 일정 농도로 조제한 각각의 표준용액의 최대흡수파장에서 광학밀도(Optical Density : OD)를 구하여 각 농도에 해당하는 광학 밀도가 직선이 되게하여 검량선을 구하고 이것을 컴퓨터 프로그램에 입력시킨 후 본 실험에서 추출한 들깻잎 용액을 UV/vis cell에 넣고 각각의 무기금속 이온의 최대흡수파장에 해당하는 OD값을 읽은 후 이것을 검량곡선에 대입하여 농도를 구하였다. UV/vis spectrophotometer에 의한 각각의 무기염류 농도 측정은 Denney의 방법에 따라 수행하였다.

제3절 연구결과

A ∼ G 7개의 시료용액이 순환되는 수경재배구에서 자란 들깨의 초장, 엽장 및 엽폭의 평균값을 일정시간마다 측정하였다. 시료용액 D와 E의 경우 KNO_3와 $NH_4H_2PO_4$의 농도를 각각 270ppm과 152ppm으로 다른 재배구에 비해 낮은 농도로 유지한 결과 성장 발육이 현저히 저하되어 실험 결과에서 제외하였다. 이것은 용액 속의 K^+이온과 NH^{4+}이온 농도가 생장 발육에 필요한 최소 농도 이하였기 때문으로 생각된다.

표 2.에는 A ∼ I 9개의 시료용액을 각각의 수경재배구에 순환시켜 생육시킨 들깨의 초장, 엽장 및 엽폭을 나타내었다.

1. 초장의 발육에 미치는 무기염류의 영향

초장은 A구의 H용액에서는 5월 6일, 5월 10일, 5월 12일, 5월 18일 까지 약 20일간의 측정기간동안 가장 크게 나타났다. 이것은 A구의 H용액에 함유된 고농도의 Ca^{2+}, K^+, NH_4^+의 양이온과 고농도의 NO_3^-이온의 농도는 1764ppm으로 다른 재배구의 용액 농도보다 가장 크고 $H_2PO_4^-$이온의 농도는 800ppm으로 I용액 다음으로 컸다. NO_3^-이온과 $H_2PO_4^-$이온의 상승효과로 초장의 발육이 촉진됨을 알 수 있다. 6월 7일부터 6월 23일까지 16일간 측정한 A구의 초장은 C용액과 F용액에서 크게 나타났다.

이와 같은 결과는 앞서 A구 H용액에서와 마찬가지로 C용액의 NO_3^-이온의 농도가 1752ppm으로 아주 높고 Ca^{2+}이온의 농도가 472ppm, K^+이온의 농도가 808ppm 그리고 NH_4^+이온의 농도가 246ppm으로 높으며, 또한 $H_2PO_4^-$이온의 농도도 246ppm으로 상대적으로 높기 때문으로 생각된다.

A구의 F용액의 경우 NO_3^-이온의 농도는 1880ppm으로 C용액보다 128ppm정도 농도가 증가하고 Ca^{2+}이온과 K^+이온의 농도도 140ppm정도 농도가 증가하나 미량원소인 붕소(B)원소의 농도는 C용액에 비해 약 1/3로 그 농도가 떨어진다. 이것으로 미루어 볼 때 B원소는 결실기에 가까울 때 초장의 성장속도에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

초장의 성장속도에 느린 영향을 주는 A구의 용액은 5월 6일부터 5월 10일 사이 5일

Table 2. Growth Variation on the Chemical Concentration of Hydroponic Solution

Date	Culture Setup	Treatment	Hydroponic Solution								
			A	B	C	D	E	F	G	H	I
May 6 1998	A field	Plant length	6.36	NG	6.33	NG	NG	6.21	6.49	7.65	6.38
		Leaf length	3.69	NG	4.33	NG	NG	3.88	3.81	4.43	3.88
		Width leaf	2.85	NG	3.32	NG	NG	3.03	3.04	3.54	2.94
	B field	Plant length	6.08	5.13	4.55	4.22	NG	4.35	4.90	3.55	4.30
		Leaf length	4.21	3.58	3.84	4.18	NG	4.05	4.03	3.05	3.60
		Width leaf	3.26	2.71	3.00	3.67	NG	3.53	3.54	3.55	4.60
May 12 1998	A field	Plant length	8.83	NG	9.13	NG	NG	10.4	9.13	10.9	10.4
		Leaf length	7.35	NG	7.62	NG	NG	6.82	6.45	7.08	7.45
		Width leaf	6.22	NG	6.47	NG	NG	5.36	5.39	5.63	5.96
	B field	Plant length	8.83	NG	9.13	NG	NG	10.0	ND	9.25	11.8
		Leaf length	7.35	NG	7.62	NG	NG	7.52	ND	6.12	8.25
		Width leaf	6.22	NG	6.47	NG	NG	6.24	ND	5.02	6.77
May 18 1998	A field	Plant length	14.4	NG	13.4	NG	NG	15.0	13.3	15.5	13.7
		Leaf length	8.46	NG	9.01	NG	NG	8.80	8.21	11.0	9.43
		Width leaf	7.37	NG	7.40	NG	NG	7.53	7.18	7.45	7.81
	B field	Plant length	13.7	NG	ND	NG	NG	15.1	15.9	13.6	15.0
		Leaf length	8.32	NG	ND	NG	NG	9.08	9.33	8.12	9.00
		Width leaf	7.02	NG	ND	NG	NG	7.56	8.46	6.90	7.30
May 22 1998	A field	Plant length	12.3	NG	15.2	NG	NG	14.3	15.1	14.7	15.2
		Leaf length	8.75	NG	10.5	NG	NG	10.9	9.84	10.6	11.6
		Width leaf	7.63	NG	9.13	NG	NG	9.76	8.22	8.84	9.40
	B field	Plant length	14.8	NG	16.3	NG	NG	12.3	15.6	ND	ND
		Leaf length	9.97	NG	12.1	NG	NG	9.78	10.4	ND	ND
		Width leaf	8.79	NG	10.9	NG	NG	8.33	9.56	ND	ND
June 7 1998	A field	Plant length	31.0	NG	36.9	NG	NG	31.6	31.9	ND	29.0
		Leaf length	12.4	NG	14.8	NG	NG	14.7	13.7	ND	12.0
		Width leaf	10.7	NG	15.5	NG	NG	11.9	14.0	ND	10.0
	B field	Plant length	30.2	29.5	32.5	28.5	NG	30.8	38.0	ND	27.0
		Leaf length	12.7	14.2	17.2	13.1	NG	13.6	14.4	ND	15.0
		Width leaf	11.6	11.3	15.4	11.5	NG	11.1	13.7	ND	12.0
June 12 1998	A field	Plant length	32.4	NG	32.2	NG	NG	35.4	32.8	ND	32.0
		Leaf length	8.57	NG	11.7	NG	NG	14.9	9.48	ND	8.50
		Width leaf	6.80	NG	10.1	NG	NG	11.6	8.73	ND	6.80
	B field	Plant length	32.5	NG	41.5	NG	NG	33.5	34.0	ND	38.5
		Leaf length	13.8	NG	17.3	NG	NG	14.9	15.1	ND	16.8
		Width leaf	12.1	NG	16.4	NG	NG	10.4	14.6	ND	14..0
June 23 1998	A field	Plant length	43.0	45.0	52.2	NG	NG	45.5	ND	ND	44.8
		Leaf length	11.7	15.2	14.2	NG	NG	14.7	ND	ND	15.9
		Width leaf	10.5	12.8	15.4	NG	NG	12.4	ND	ND	13.0
	B field	Plant length	55.0	NG	ND	37.5	NG	51.5	ND	ND	47.0
		Leaf length	14.0	NG	ND	11.4	NG	14.9	ND	ND	14.5
		Width leaf	11.1	NG	ND	9.13	NG	12.2	ND	ND	11.6

* NG indicates growth was very slow to measure

* ND indicates no change in growth was detected

간의 발육초기에는 F용액과 I용액에서 크게 나타났고 5월 12일부터 5월 22일 사이의 13일간의 기간에는 C용액과 A용액에서 발육저하가 나타났다. 이것은 중간 생육기간 동안 초장의 생육에 영향을 Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Na^{+}, Mo^{6+} 등 양이온의 미량 금속의 결핍에서 오는 영향으로 생각된다. 예로써 Mn^{2+}의 경우 발육이 좋은 A구의 H용액의 11.4ppm에 비해 A구의 A용액은 7.00ppm으로 무려 4.4ppm 정도 농도가 떨어지고 Zn^{2+}이온도 각각 8.5ppm과 0.9ppm으로 7.6ppm이나 떨어진다. 이와 같은 결과를 미루어 볼 때 미량 금속 양이온이 중간 발육기의 성장 속도에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

2. 엽장의 발육에 미치는 무기 염류의 영향

엽장은 A포장구의 H용액에서 5월 6일부터 5월 18일까지 12일간의 측정기간동안 가장 크게 나타났다. 이것도 초장의 경우와 마찬가지로 H용액에 함유된 고농도의 Ca^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}이온들의 영향과 NO_3^{-}, $H_2PO_4^{-}$ 이온들의 영향으로 추정된다. 6월 7일부터 6월 23일까지 16일간 측정한 A구의 엽장은 C용액과 F용액 및 I용액에서 크게 측정되었다. 이것도 앞서 초장에서와 마찬가지로 음이온인 NO_3^{-}의 농도가 높고, 양이온인 Ca^{2+}, K^{+}의 농도가 상대적으로 높기 때문이다. 특히 6월 23일에 측정한 엽장의 경우 I용액에서 엽장의 크기가 가장 크게 나타났는데 이것은 I용액도 앞서 C용액과 F용액처럼 음이온인 NO_3^{-} 농도와 양이온인 Ca^{2+}, K^{+}의 농도가 높고 특히 NH_4^{+}이온의 농도가 420ppm으로 C용액의 246ppm보다 174ppm이나 많기 때문으로 추정된다. 이러한 결과는 결실기에 가까운 마지막 성장단계에서 NH_4^{+}이온의 농도가 크게 작용함을 뜻한다.

엽장의 성장속도가 느리게 나타난 용액은 A구의 용액에서는 초기 성장기간이나 말기 성장에 관계없이 대체로 A용액이었다. 단, 예외적으로 6월 7일과 6월 12일의 6일간의 측정기간에서는 I용액에서 엽장이 가장 작게 관측되었다. 이와 같은 현상은 초장의 경우와 마찬가지로 엽장의 발육에 영향을 주는 Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Na^{+}. Mo^{6+}등과 같은 양이온 미량 금속의 결핍에서 오는 영향으로 생각된다. 그러나 6월 7일과 6월

12일의 6일간의 성장기간에서 I용액에서 엽장이 작게 관측된 것은 Mg^{2+}이온의 농도가 20ppm으로 다른 용액의 100 152ppm의 1/5 1/7이온의 농도가 작기 때문으로 짐작된다. 즉, Mg^{2+}이온은 들깻잎의 성장에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

3. 엽폭의 성장속도에 미치는 무기 염류의 영향

엽폭은 A구의 H용액에서 5월 6일부터 5월 18일까지 12일간의 측정기간 동안에 가장 크게 나타났고 그 이후부터는 C용액, F용액과 I용액에서 크게 나타났다. 이러한 경향은 앞서 초장, 엽장과 같은 경향으로 발육초기에는 Ca^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}이온 등의 양이온이 크게 영향을 받고 동시에 NO_3^{-}와 $H_2PO_4^{-}$이온 등의 음이온도 엽폭의 발육에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

엽폭의 성장속도에 가장 느린 영향을 주는 용액은 A구에서 발육초기인 5월 6일부터 5월 10일간 5일 동안에는 A용액이었다. 이것은 엽폭의 성장에 영향을 줄 것으로 예상되는 Mn^{2+}이온과 Cu^{2+} 및 Zn^{2+} 이온의 결핍 때문으로 짐작된다. 특히 발육초기에는 B^{3+}이온 및 Na^{+}이온 그리고 Mo^{6+} 등의 이온이 크게 영향을 미침을 알 수 있다. A구의 A용액의 B^{3+}이온의 농도는 12ppm이나 A구의 H용액의 경우는 31.2ppm으로 2배 이상 크고, Na+이온은 A구의 A용액에서는 전혀 사용하지 않았으나 A구 H용액에서는 0.7ppm으로 이들의 미량금속이온이 엽폭의 발육에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다. 또한 Mo^{6+}이온의 영향도 클 것으로 생각되는데 A구의 전 용액에서 Mo^{6+}이온의 농도가 큰 용액에서 엽폭이 크게 발달함을 알 수 있다. 특히 H용액과 I용액의 경우 다른 용액보다 Mo^{6+}의 농도가 상대적으로 높음을 알 수 있다.

4. B포장구에서의 초장, 엽장 및 엽폭의 성장속도

표 2에서 보면 B구의 전 용액에서 무기염류의 성장속도에 미치는 영향은 A구의 전 용액에서의 경향과 거의 일치한다. 이것은 초장, 엽장 및 엽폭의 발육순서가 시험용액을 강제로 순환시켜주는 속도의 차이에는 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

표 3과 4에는 본 연구에서 수경재배한 들깻잎을 일정시일이 경과한 후 일정시간 간

Table 3. Inorganic Metal Ion Compositions of Peilla Leaves Collected after Cultivation from the Hydroponic Solutions

Samples	Inorganic Metal Ions							
	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}	B^{3+}
A solution	421.9	126.2	45.70	43.70	30.30	30.70	10.40	3.710
B solution	419.3	117.9	48.90	41.80	29.40	29.20	9.460	3.680
C solution	433.4	127.4	49.20	46.30	30.10	30.60	9.720	4.120
F solution	432.8	127.6	46.50	46.90	30.20	30.60	9.740	4.130
G solution	417.6	119.3	43.60	42.40	29.20	28.40	8.790	3.670
H solution	439.2	128.4	50.30	47.20	36.40	32.80	11.90	4.230
I solution	431.4	122.5	49.20	46.70	30.50	30.70	10.80	4.100

* The components mean mg/1000g(ppm) of dry perilla leaves.
* The leaves were collected on May 18. 1998.

Table 4. Inorganic Metal Ion Compositions of Peilla Leaves Collected after Cultivation

Sample	Inorganic Metal Ions							
	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}	B^{3+}
A solution	418.2	122.6	45.30	30.20	30.50	31.40	11.60	3.980
B solution	417.4	119.4	46.40	29.20	29.00	30.60	10.20	3.710
C solution	433.7	126.8	48.70	30.00	29.80	31.70	10.30	4.230
F solution	433.1	127.1	45.30	30.10	29.90	31.80	10.30	4.240
G solution	415.4	118.5	42.70	29.30	28.40	29.80	10.00	4.580
H solution	439.4	127.6	49.90	36.50	33.60	33.60	12.80	4.290
I solution	432.7	122.3	50.10	31.20	31.40	32.40	10.90	4.250

* The components mean mg/1000g(ppm) of dry perilla leaves.
* The leaves were collected on June 23, 1998.

격으로 채엽한 후 Mortor에서 분쇄하고 여기에 무수 ethanol을 가한 후 UV/vis 분광기로 측정한 미량 금속이온의 함량을 나타내었다.

표 3에서 보면 5월 8일 수확한 들깻잎의 무기염류 중 미량 금속이온이 함량은 K+ 이온이 가장 많고 다음으로 Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}이온의 순이고 기타 Cu^{2+}이온과 B^{3+}이온도 상당량 함유되어 있음을 알 수 있었다. 특히 Mg^{2+}이온의 함량은 수경재배 용액 중 농도에 비해 상대적으로 흡수량이 더 많았음을 알 수 있다. 이것은 앞서 엽장의 크기 비교에서 I용액에서 엽장이 가장 작게 나타난 이유가 Mg^{2+}이온의 농도 결핍으로 인한 것과 비교해 볼 때, 들깻잎 속에 Mg^{2+}이온이 크게 축적되고 이것이 들깻잎의 성장 속도에 영향을 미침을 알 수 있다.

표 4는 수경재배의 마지막 성장단계인 6월 23일 채엽한 들깻잎의 미량 금속이온의 함량을 나타낸 것이다. 표 4에서 보면 표 3과 거의 비슷한 경향을 보이나 특이한 것은 Mn^{2+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}, B^{3+} 등의 이온 농도 증가가 현저하다는 것이다. 이것은 앞서 엽폭의 성장속도에 미치는 무기염류의 영향에서 보듯이 초장의 성장속도에 영향을 미치는 K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}이온 외에 개화기와 결실기에 가까워 올수록 Mn^{2+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}, B^{3+} 이온 등이 더욱 많이 엽폭 축적됨을 뜻한다.

표 5는 들깻잎 속에 함유된 탄화수소와 조단백질과 조지방 및 화분의 양을 측정한 결과이다. Table 5에서 측정한 수분과 조단백질, 조지질, 탄수화물, 회분 등의 측정은 미농무성 공인 분석법(Association of Official Agricultural Chemists)에 따라 분석하였다. 조지질 함량의 결정은 일반적인 분석법에 따랐다. 들깻잎 속에 함유된 유지성분의 추출은 건조된 들깻잎을 분쇄하여 환류추출장치에 넣고 용매인 diethylether로 가한 후 30℃로 유지된 항온조내에서 36시간 자석젓게로 저어주면서 환류추출하였다. 이것을 진공회전증발기로 옮긴 후 감압하에서 용매를 제거하여 얻은 조지질의 유지성분을 분석하였다. 들깻잎 속에 함유된 triglyceride, phospholipid와 유리지방산은 얇은 막 크로마토그래프 (thin layer chromatograph : TLC)법에 의하여 해당 지질 성분의 이동거리로서 분리하였다. 얇은 막 크로마토그래프에 사용한 유리판은 20×20cm넓이에 0.25mm 두께가 되게 silica gel을 입힌 후 실온에서 충분히 건조시킨 후 다시 11

0℃ 이상에서 1시간동안 보관한 후 사용하였다. silica gel을 입힌 유리판 위에 line spotting하였다. 전개제는 *n*-hexane, diethylether, acetic acid가 각각 80:20:1 (V/V/%) 되게 하여 사용하였다. 분리된 각 지질 성분은 요오드 증기를 가한 후 UV-lamp를 비추어 확인하였다.

조단백질과 탄화수소의 분석은 건조된 들깻잎을 분쇄한 후 diethylether로 추출한 후 이것을 1%-toluene sulponic acid와 methanol에 녹인 후 gas chromatograph로서 분석하였다.

표 5에서 보면 조단백질과 조지질은 일반 노지 재배의 들깻잎의 조성과 비슷함을 보인다. 탄화수소의 함량 및 조단백질과 조지질의 양은 H용액에서 가장 크게 나타났다. 이것은 앞서 분광학적 실험에서 구한 무기염류의 함량에서도 보듯이 성장속도가 빠른 H용액에서 무기염류와 함께 조단백질과 조지질의 함량도 크게 증가하는데 이것은 이들 무기염류가 아미노산과 결합하여 조단밸질을 형성하기가 좋은 상태임을 뜻하고 또한 탄수화물도 높은 무기 염류의 농도하에서 형성이 용이함을 뜻한다 하겠다.

Table 5. General Composition of Perilla Leaves Collected after Cultivation from the Hydroponic Solutions

Samples	Composition(%)				Ash
	Moisture	Crude protein	Crude Fat	Total CH*	
A solution	85.2	2.34	4.78	5.21	2.47
B solution	85.3	2.37	4.74	5.23	2.36
C solution	84.7	2.33	4.81	5.22	2.94
F solution	84.8	2.35	4.75	5.24	2.86
G solution	84.8	2.34	4.77	5.26	2.83
H solution	84.2	2.72	5.13	5.29	2.66
I solution	84.59	2,36	5.02	5.28	2.75

* Total CH represents the content of hydrocarbon.
* The leaves were collected on June 23, 1998.

제4절 참고문헌

1) King , R.W. and Zeevaart, J.A.D. Floral Stimuler Movement in Perilla and flower inhabit caused by noninduced leaves. *Plant Physical.* 51, 723 738.(1973).

2) Suge, H.Nature of Floral Stimulur in Perlla as Studied by Grafting. *Japan J. Crop Sa.* 53(4), 423 429.(1984).

3) **朴鎬混・金正基・趙武濟**, **紫蘇의 産地別 化學組成**, **한국농학회지**24(4),224 229.(1981).

4) Lam, S.L. and Leopold, A.C. Reversion and Reinduction of Flowering in Perilla, *Am. J. Biot.* 48(4), 306 310.(1961).

5) **林采 一** ; **채소용 잎들깨의 주년 재배법 확립에 관한 연구**. **박사 논문 고려대학교 대학원**,(1989).

6) **柳益相** ; **들깨의 일장 및 온도에 대한 감응성과 그의 수량에 미치는 영향에 관한 연구**. **한작지**, 17, 79 114.(1974).

7) Denney, R.C. and Sinclain, R. Analytical Chemistry by Open Learning, Visible and Ultra violet Spectroscopy, John Wiley&Sons, Chichester, 111 197.(1987).

8) Association of Official Agricultural Chemists. Official Method Anal-ysis of the AOAC.(1970).

9) Michaelis, A. S. *Prog. Separ. Purif.*, 1, 143. (1968).

10) Koenig, F. A. *Handlook of Experimental Phys*.Vol. 12(2), p.376.(1933).

11) Conley, L. F. *Sci. Itstrum. 38,* 1225.(1967).

12) Hirayama, O. ; Hugii, K. *Agr. Biol. Chem. 29.* 1.(1965).

13) Schlotyhauer, P. F. ; Ellington, *J. J. Lipids* 13, 497.(1977)

14) **성환상**. **재래종 들깨의 화성**, **품종 및 성분에 관한 연구**, **동국대학교 박사학위 논문**,(1976).

제 8 장 재식밀도의 차이에 따른 잎들깨의 생육 및 엽수량 구성형질의 변화에 관한 연구

제1절. 서 론

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

들깨에 관한 연구는 종실 들깨의 수량과 및 유질 개선과 관련한 재배 방법과 품종 개량 등에 초점을 맞추어 이루어졌으며, 엽채소로서 들깨의 재배방법에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 엽채소로서의 들깨에 관한 연구가 여러 각도에서 체계적으로 진행되지 못하였으며, 특히 재식 밀도에 따른 엽채소용 들깨의 생육 형질 및 엽수량 구성 형질 등과 관련된 기본적인 재배 방법의 확립 및 개선에 대한 연구조차도 이루어져 있지 않은 실정이다.

또한 현재 재배농가에에서 거의 대부분이 산파방식을 이용하여 파종을 하고 있으며 이러한 파종 방법은 종자의 소모량도 많으며 솎아주기 등의 많은 노동력을 요구한다. 그리고 이러한 산파에 의한 방법은 밀식재배의 원인이 되기도 한다.

따라서 재식밀도에 대한 검토는 일반적으로 휴간 60, 주간 20cm로 주당 1본식이 추천되어 있으나, 이는 종실을 목적으로 했을 경우로 엽채소용으로 재배했을 경우에는 재식밀도가 달라져야 하며, 주년 재배의 경우에 성분 함량의 보존과 수량성의 안정적인 확보가 이루어질 수 있도록 적정재식밀도가 규명되어야 할 것이다.

나. 경제·산업적 측면

잎들깨는 저공해 채소의 안정적인 공급이라는 측면에서 농가 소득 증대에 크게 기여할 것이며, 특히 김해를 중심으로 한 부산 근교 지역 및 밀양 등지에서 전국 소비량의 약 90% 이상을 생산하고 있다. 또한 우리나라를 중심으로 가장 활발히 재배되고 있기 때문에 농산물 개방에 대처할 작목으로서 개발 가능성이 크고, 농산물의 경쟁력 제고를 위해 큰 역할을 할 것으로 생각된다. 따라서 현재 국내에서 자생하거나 재배

되고 있는 들깨의 유전 자원을 중심으로 다양한 용도를 개발함과 동시에 들깨에 대한 기초적인 연구를 수행해야 할 필요성이 과거 어느 때보다도 높아지고 있는 실정이다.

2. 국내외 관련 기술의 현황과 문제점

재식밀도 시험에 잎과 종실 겸용을 대상으로 한 연구에 있어서는 휴폭 60cm, 주간 20cm로 1주 1본식이 널리 이용되고 있으며, 현재 일반 농가에서 엽생산을 목적으로 하였을 경우에는 재배농가 마다 다소 차이가 있기는 하나, 본포에 직접 산파하여 어느 정도 생육이 진전되면 솎아 주기와 보식을 하여 재배하고 있으며, 이때의 재식 밀도는 1㎡당 200주 (1주1본) 이상의 밀식재배가 행하여지고 있는 실정이다. 이처럼 재식밀도의 차이에 따른 수량성의 차이와 엽구성 물질 등의 연구가 거의 없어 확립된 재배 방법이 설정되어 있지 않아 많은 어려움을 안고 있다.

파종한계기가 4월 하순부터 7월 중순까지로 넓어 윤작 또는 대용작으로 재배할 수 있으며, 비료 성분이 부족한 토양에서도 재배가 잘되는 환경 적응성이 높은 작물이기 때문에 척박한 토양에서도 재배가 가능하고, 특히 들깨는 우리 나라를 중심으로 한 동북 아시아 지역이 원산지이기 때문에 우리나라 전역에 걸쳐 재배가 가능하다는 잇점이 있다. 그리고 잎들깨의 경우 엽채소로서 독특한 풍미를 가지고 있어 소비자의 기호에 잘 맞아 그 소비가 증가 추세에 있어 재배면적이 지속적으로 확대될 것으로 생각되며, 여러 가지 가공식품의 개발을 통한 이루어진다면 대외 경쟁력을 가질 수 있는 작목으로 개발이 가능하여 농가의 소득 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

제2절 연구개발 목표와 내용

일반적으로 널리 보급되어있는 들깨의 재식거리는 휴폭 60㎝, 주간 20 25㎝ 정도로 되어있으나 이는 종실의 수량을 주 목적으로 한 재식거리이다. 현재 일반 농가에서 엽생산을 목적으로 하였을 경우에는 재배농가 마다 다소 차이가 있기는 하나,

본포에 직접 산파하여 어느 정도 생육이 진전되면 솎아 주기와 보식을 하여 재배하고 있으며, 이때의 재식 밀도는 1㎡당 200주 (1주1본) 이상의 밀식재배가 행하여지고 있는 실정이다.

따라서 본 시험은 “잎들깨1호”를 공시재료로 하여 재식밀도를 1㎡당 20, 50, 100, 150, 200 및 200주(1주 1본식)의 6수준으로 하여 1997년 2월 20일에 묘상에 직파하여 30일간 육묘한 다음 3월 20

일에 본포에 정식하였다. 시비량은 질소와 인산 및 가리를 성분량으로 4-3-2㎏/10a를 전량 기비한다.

생육 및 엽수량 구성형질의 조사는 정식일로부터 30일 후부터 10일간격으로 잎들깨의 경장, 초장 및 마디수를 조사하며, 채엽은 처리별로 엽폭 5㎝이상인 완전전개엽으로 상품가치가 인정되는 것을 모두 채취하여 엽장, 엽폭, 엽두께, 엽중 및 엽면적 등의 엽수량 구성형질을 대상으로 조사하였다.

제3절 연 구 결 과

1. 시험방법

가. 공시재료

현재 경남 밀양 등지와 부산시 강동동 일원 및 김해지역에서 가장 널리 재배되어지고 있는 잎들깨 1호를 공시재료로 사용하였다.

나. 시험방법

시비는 종실들깨의 시비량을 기준으로 하여 질소 4kg/10a, 인산 3kg/10a, 가리 2kg/10a를 전량 기비로 시비하였으며, 재식밀도는 1㎡당 20, 50, 100, 150, 200주, 250주의 6수준으로 처리하였으며 시험구배치는 난괴법 3반복으로 실시하였다. 파종은 1997년 2월 20일에 묘상에 직파하여 30일간 육묘한 다음 3월 20일에 본포에 정식하였다. 각종 비배관리는 현재 재배농가의 비배관리 및 농촌진흥청 비배관리에 준하였다.

엽수량 구성요소의 조사는 5월13일을 처음 조사시점으로하여 20일 간격으로 잎을 채취하여 초장, 경장, 엽면적, 주당엽매수, 엽중, 엽장, 엽폭 등을 조사하였다.

2. 연구결과

재식 밀도의 차이에 따른 생육시기별 초장과 경장의 변화를 표 1에서 살펴 보면, ㎡당 재식밀도가 20, 50, 100주에서는 5월 13일의 조사에서는 53.74cm, 57.64cm 52.15cm로 작았으나, ㎡당 재식밀도가 150, 200, 250주 처리구에서는 60cm이상으로 커졌는데 이는 밀식재배에 의해 생육초기에 도장된 것으로 생각된다. 한편 생육후기인 7월 13일 조사에서는 재식밀도의 차이에 따른 초장의 변화는 거의 나타나지 않았다. 이는 생육후기로 갈수록 엽을 채취함에 따라 생육억제에서 기인된 것으로 생각된다. 또한 경장의 변화도 초장의 변화와 거의 같게 나타났다.

재식 밀도의 차이에 따른 생육시기별 엽매수의 변화는 표 2에서 보는 바와 같이

Table 1. Changes in plant length and stem length of growth stage with difference of planting density

Item / Planting density (No/㎡)	Plant length			Stem length		
	13. May	13. Jul.	mean	13. May	13. Jul.	mean
20	53.74	107.73	80.73	39.59	95.00	67.29
50	57.64	109.80	83.72	44.12	96.67	70.39
100	52.51	117.93	85.22	48.59	104.93	76.76
150	64.43	106.07	85.25	51.72	93.87	72.79
200	63.74	109.09	86.41	48.92	96.97	72.94
250	62.22	112.27	87.24	50.86	98.93	74.89
mean	59.04	110.48	84.76	47.30	97.72	72.51

Table 2. Changes in No. of leaves of growth stage with difference of planting density

Days	Planting density (No./㎡)						
	20	50	100	150	200	250	mean
5/13	3.50	3.71	3.44	3.71	4.00	2.86	3.53
6/3	3.38	3.67	3.64	3.50	3.50	3.00	3.44
6/23	3.47	3.07	3.07	3.42	3.34	3.40	3.29
7/13	3.32	3.34	3.60	3.29	3.73	2.80	3.34
mean	3.42	3.45	3.44	3.48	3.64	3.02	3.40

Table 3. Changes in leaf area of growth stage with difference of planting density

Days	Planting density (No./㎡)						
	20	50	100	150	200	250	mean
5/13	78.98	84.40	64.64	70.79	69.12	59.11	71.17
6/3	93.01	85.29	88.73	74.40	74.02	67.32	80.46
6/23	100.93	93.49	79.53	68.73	69.34	64.30	79.38
7/13	113.07	111.20	112.31	94.42	95.15	86.37	102.08
mean	96.50	93.60	86.30	77.09	76.91	69.27	83.27

재식밀도가 ㎡당 200주까지는 거의 차이가 나타나지 않았으나, ㎡당 250주 처리구에서는 평균 3.02매로 아주 낮게 나타났으며, 재식 밀도의 차이에 따른 생육시기별 엽면적의 변화에 있어서는 표3에서 모는 바와 같이 ㎡당 재식밀도가 높아짐에 따라 엽면적은 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 ㎡당 250주 처리구에서는 평균 엽면적이 69.27㎠로 아주 낮게 나타났는데, 이는 일반적으로 상품적으로 가치를 인정받는 80 100㎠보다 아주 작았다. 따라서 ㎡당 250주 처리구에 있어서는 상품적 가치를 인정받을 수 있도록 하기 위해서는 채엽후 생육기간이 다소 길어져야 하며 따라서 수량의 감소도 인정된다.

엽수량 구성요소인 엽중과 엽장 및 엽폭의 재식 밀도의 차이에 따른 생육시기별 엽매수의 변화는 표 4, 5, 6에서 보는 바와 같이, ㎡당 재식밀도가 증가함에 따라 감소는 경향을 나타내었으며, 특히 ㎡당 재식밀도가 250주 처리구에서는 그 감소의 폭이 커게 나타났는데 이는 엽면적의 감소 경향과 일치하였다.

Table 4. Changes in leaf weight of growth stage with difference of planting density

Days	Planting density (No/㎡)						
	20	50	100	150	200	250	mean
5/13	2.02	1.60	1.29	1.27	1.40	1.21	1.46
6/3	1.83	1.75	1.71	1.48	1.32	1.29	1.56
6/23	1.90	1.86	1.39	1.19	1.18	1.00	1.42
7/13	2.12	2.18	2.26	1.73	1.65	1.52	1.91
mean	1.97	1.85	1.66	1.42	1.39	1.26	1.59

Table 5. Changes in leaf length of growth stage with difference of planting density

Days	Planting density (No/㎡)						
	20	50	100	150	200	250	mean
5/13	11.06	11.84	10.46	10.79	10.79	11.49	11.07
6/3	12.35	12.12	12.24	10.97	10.94	10.79	11.56
6/23	12.64	12.42	11.65	13.19	10.57	10.47	11.82
7/13	13.33	14.19	14.91	13.06	13.37	12.09	13.49
mean	12.35	12.64	12.32	11.50	11.42	11.21	11.90

Table 6. Changes in leaf width of growth stage with difference of planting density

Days	Planting density (No/㎡)						
	20	50	100	150	200	250	mean
5/13	11.43	10.28	9.04	9.16	9.24	8.78	9.65
6/3	10.69	10.57	10.56	9.37	9.21	9.27	9.94
6/23	10.78	11.43	10.31	8.82	8.43	8.82	9.76
7/13	11.65	11.80	11.28	10.63	10.76	10.37	11.08
mean	11.14	11.05	10.30	9.50	9.41	9.31	10.11

제4절 참고문헌

1. 임채일, 박권우, 박상곤. 1989. 채소용 들깨의 수년 재배법 확립에 관한 연구. 농사시험연구 31(4): 1-7.
2. 方鎭淇 · 李正日 · 韓義東 · 李承宅. 1989. 葉 · 種實兼用 들깨의 採葉時期 및 採葉程度에 따른 sink와 source의 反應 2.採葉方法이 生育特性, 收量 및 品質에 미치는 影響. 韓育誌 32(2) 別冊: 62-63.
3. 卞敬蘭 · 吳世明 · 李在爽 · 韓相政. 1985. 들깨의 主要特性과 葉利用을 위한 品種選拔에 관한 研究. 韓園誌 26(2): 113-121.
4. 趙丁來 · 姜 准 · 朴重春. 1984. 들깨 開花性에 日長 및 溫度處理가 미치는 影響. 慶尙大學校 農研報18: 27-32.
5. 鄭大守. 1988. 들깨 蒐集品種 集團의 脂肪酸 組成에 관한 研究. 慶尙大學校 大學院 博士學位論文: 1-65.
6. 鄭元菜 · 方鎭淇. 1981. 들깨의 採葉과 形質變異에 關한 研究. 忠北大 論文集 21: 167-175.
7. 金泰秀. 1976. 들깨 摘葉에 關한 試驗. 慶北農村振興院 試驗研究: 362-364.
8. 李章雨 · 兪在敏 · 洪有基 · 鄭奎鎔 · 朴俊奎. 1982. 들깨 채엽이 生育 및 收量에 미치는 影響. 朴贊浩博士 回甲紀念 論文集: 19-25.
9. 兪載敏 · 李章雨. 1979. 들깨의 摘葉時期에 따른 摘葉율 究明試驗. 京畿農村振興院 試驗研報: 189-195.