

환경농업연구 총설

가. 토양관리분야

최근 지속가능한 청정농업환경의 유지보전 및 효율적 관리를 위한 관심이 점차 높아지고 있어 토양관리에 관한 연구는 이에 대한 실천기술개발에 중점을 두고 6과제 10세부과제의 연구사업을 추진하였다.

우수농산물관생산(GAP)을 위한 유해물질 관리방안 연구로써 신소득작물인 산채류중 공취의 해충방제 약제 3종을 처리한 결과, 나방류에 대한 방제효과와 약해 모두 나타나지 않는 경향으로 금후 산채류에 대한 적용농약 선발 및 잔류 최소화, 시비기준 설정 등을 구명해 나갈 예정이다.

토양 중 집적된 인산의 가용화를 통한 재활용이나 비료의 절감을 위해 미강, 밀기울, 유기산 등 3종류를 사용량을 달리하여 토양에 처리하고 배추를 재배한 결과 각 처리별 배추의 수량은 미강과 밀기울 150kg/10a처리구에서 무처리 대비 높은 경향을 보였고 친환경 자재의 사용을 통한 인산질 비료 대체 가능성을 확인하였다.

고랭지 경사전에서 심각한 사회적 문제로 대두되고 있는 토사유실로 인한 흙탕물 오염을 경종적 방법으로 해결하고자 흥천 내면지역 현지에 2007년부터 종합시험포장을 조성하여 토사유실 저감연구를 본격 추진중이다. 고랭지 채소포장의 토양유실 방지를 위해 발가장자리 물유출 장소에 호맥을 이용한 여과식생대를 조성한 결과 1m폭으로 호맥 파종시 토양유실 억제효과는 72%였으며, 호맥파종 2개월 후부터 처리구 0.5m폭 이상에서 하고현상이 발생되었다.

또한 경사전에서 고랭지채소 재배시 휴간에 호맥종자를 일정간격으로 파종 초생재배할 경우 작물생육에 지장없이 토양유실을 현저히 저감시킬 수 있는 농가 실천가능한 보급형 기술을 개발하였다. 여름무의 경우 경사장 18m, 경사도 15% 조건의 라이시미터에서 시험을 수행한 결과 토사유실량은 3m간격 파종시 87%, 6m간격은 82%가 저감되었으며, 감자의 경우 피복재배시 73~44%, 채종포를 고려한 무피복재배시 89~72%의 저감효과가 나타나 영농활용 자료로 반영하였다. 여름무와 감자 재배시험 모두 유거수량은 관행대비 20%내외로 감소되어 휴간에 식재된 호맥이 강우의 유속을 감소시키는 과속방지턱 기능을 하는 것으로 판단되었다.

토사유실을 최소화시키기 위한 고랭지채소 대체작물을 선별하고자 산채류와 전작물 등을 입식하여 그에 대한 결과를 계속 검토중이다. 산채류를 입식할 경우 1년차 재배시 여름무 대비 토사유실량은 눈개승마 65%, 고려엉कु퀴 72%가 저감되었고 2년차 재배결과 공시된 산채류 모두 95%이상 저감율을 나타내어 토사유실 방지에 탁월한 유망한 대체 소득작물임을 확인하였다. 더욱이 다년생 숙근류인 고소득작물 더덕을 직파(노지산파)할 경우 여름무 대비 토사유실량이 69%가 저감되었으며, 2년차 이후 저감효과 및 소득 향상이 기대되어 영농활용 자료로 반영하였다.

고랭지 지력증진을 위하여 헤어리벤티치와 호맥 등 녹비작물을 혼파할 경우 녹비 건물중 및 질소함량이 증가하는 경향으로 호맥단파 대비 비료절감효과가 있어 질소는 2배, 인산은 1.5배 공급이 가능할 것으로 기대되며 금후 토양이화학성 및 미생물상의 변화에 미치는 영향을 지속 검토하고자 한다. 고랭지에서 콩을 식재할 경우 토양비옥도 향상효과를 검토하고자 채소재배지에 콩을 재배하고 콩깍지 및 지상부를 재투입하고, 동계 녹비작물 파종 처리를 완료하였으며 금후

토양화학성 및 미생물상 변화 등을 모니터링하고 후작물에 미치는 영향을 조사할 계획이다.

고령지에서 추비시용시 휴간시비로 인한 수질오염 및 양분유실 문제를 해결하고자 시비방법을 개선하기 위하여 유거수와 유실토양의 전질소 함량을 조사한 결과 파조시비보다 휴간시비에서 전질소함량이 현저히 높게 나타나는 등의 비료유실 위험을 확인한 바 금후 파조시비를 생략할 수 있는 시비방법의 개선대책이 시급하여 이를 해결하기 위한 추비용 파조시비가 자체 고안개발을 지속 추진중이다.

친환경농업의 기반을 구축하고 안전농산물을 생산할 수 있는 기초 자료를 구축하고자 우리도 친환경 고품질 쌀 생산단지의 농업환경 및 미질을 조사한 결과, 청정한 토양 및 농업용수의 생산여건을 확인할 수 있었으며 생산된 쌀에서 유해물질(중금속)은 거의 검출되지 않았으며 단백질 및 아밀로스 함량이 낮고 식미가 우수하였다.

농업환경 변동 양상의 주기적 모니터링을 위해 18시군 시설재배지 토양 100지점과 농업용수(지하수, 소하천수 등) 54지점을 채취 분석한 결과 시설재배지 토양은 2004년 대비 염농도와 유효인산, 치환성양이온은 감소 경향이었고 적정범위 초과비율은 산도 49%, 염농도 34%, 유기물 51%, 유효인산 87%, 치환성가리 80%, 칼슘 71%, 고토 52%로 시설토양에서의 양분과다 집적 문제가 지속되어 이에 대한 대책마련이 필요할 것으로 판단된다. 농업용 소하천의 생물학적 산소요구량은 1~2급수 수준으로 양호하였으며, 지하수 수질은 화학적 산소요구량 기준 1급수가 95%였고 질산성질소 농도는 밭>시설재배지>논 순이었다. 토양과 농업용수 모두 중금속 검출은 기준치 이하로 미미하였다. 금후 지속적인 모니터링을 통해 친환경 농업정책의 기초자료로 이용하고자 한다.

'05년부터 5개년간 년 10,100점의 토양분석을 목표로 추진되고 있는 주요작물재배지 토양검정 사업은 농촌진흥청, 각시군과의 협조체제를 통해 원활히 추진되어 필지별 토양의 정보를 구축하고 D/B화 작업이 추진되고 있으며 금후 농경지 토양정보DB구축 사업이 보다 확대되어 “흙토람” 등 시스템의 효율적인 활용과 친환경 영농정책 기조에 일조하리라 기대된다.

나. 병리곤충분야

병리곤충연구실에서는 주요 병해충의 예찰 및 방제연구, 그리고 화학농약의 절감 및 안전농산물 생산에 목표를 두고 고령지농업 안정생산 기술개발, 친환경 농업기술 모델개발, 그리고 주요 병해충 요방제 수준설정연구, 산채류 주요 병해충 환경친화적 방제기술 개발, 친환경 생물농약 연구 등의 사업을 추진하였다.

고령지채소 병해 조기진단 및 발생예찰 연구시험에서 기상자료를 분석결과, 6월 하순부터 9월 중순까지 강수량 합계는 655.2mm로 평년 강수량 합계의 990.6mm보다 328.9mm적었고, 8월 상순의 최고기온이 26.8℃로 평년의 최고기온 24℃보다 2.8℃나 높았으며, 9월 중순까지도 높은 기온이 지속되었다. 조사시기별로 8월 상순에 무름병과 뿌리혹병의 발생이 많았고, 7월 하순에 강수량이 285.6mm로 많았고, 8월 상순에 최고온도가 26.8℃로 높아서 무름병의 발생량이 증가한 것으로 추정되었으며, 지역별로는 정선, 삼척, 태백에서 무름병, 뿌리혹병의 발생이 많았다. 뿌리혹병의 예방책으로 CR 품종, 미리카트 침지 및 석회시용의

대책 등이 연구되어 있으나 무름병에 대한 종합적인 예방 및 방제대책 마련이 필요하였고 고랭지 지역별 기상자료 수집 분석과 발병과의 분석, 진단, 방제법 개발 등이 이루어져야 할 것으로 사료되었고, 지구온난화에 의한 고랭지 지역이 점차 준 고랭지로 변화하면서 기온상승 및 연작 등으로 점차 문제병해충 발생 면적이 증가할 것으로 전망되었다.

시설오이 주요 해충의 발생생태 및 생물적 방제 기술개발 시험에서는 시설오이 주요 해충의 친환경적인 방제방법 개발로 농약사용량을 절감하고, 친환경농업인의 현안을 해결을 위한 시험으로 천적을 이용한 생물적방제구가 관행방제구에 비해 수량이 다소 감소하였으나 농약 50%절감 방제구 보다 많았으며, 오이재배시 적엽 및 줄 내림으로 인하여 천적 정착율의 조사가 매우 곤란하였고, 흰가루병과 노균병의 피해가 심하여 시험수행 중 어려움이 있었다.

고추탄저병 억제처리별 발병과율 및 방제가, 수량은 처리 간에 유의성이 인정되었으며, 고추탄저병 방제약제 트리플록시스트로빈입상수화제의 약효가 약간 우수한 것으로 나타났고, 친환경자재인 난황유의 탄저병 억제효과가 미흡함을 확인하였으나 여러 가지 친환경자재의 사용 적정시기, 사용량, 방법 등 앞으로도 계속 검토가 필요하며, 시판되는 42개 고추 품종의 탄저병 발병과율 조사 결과, 고추탄저병 저항성 품종으로 금빛고추 등 4개 품종이 저항성 품종으로, 갑부고추 등 29개 품종이 중간저항성으로, 건초왕고추 등 9개 품종이 감수성 품종으로 선발되었다.

호박 흰가루병 요방제 수준설정연구에서는 호박 흰가루병의 발생은 정식 60일경인 6월 하순에 시작되었고 7월 하순~8월 상순에 다발생 하였고, 30℃이상의 고온기에는 흰가루병 발생이 감소하였다. 방제적기는 흰가루병 발생하기 시작하는 6월 중하순으로 나타났다. 발병수준의 인위적 조절이 되지 않아 호박 흰가루병의 발병도별 수확과수, 평균과중, 상품화율, 수량을 조사한 결과 유의성이 인정되지 않았다. 호박 흰가루병 발병도와 수량과의 관계식은 $Y=-9.4374X+3655.7(R^2=0.9876)$ 이었으며, 3%수량감소 범위에서의 흰가루병 요방제 수준 발병도는 14.3%로 이 때 방제를 시작하는 것이 효율적인 방제가 될 수 있을 것으로 판단되었다.

옥수수 조명나방 요방제 수준설정연구시험에서는 옥수수를 가해하는 조명나방의 피해에 대한 요방제 수준을 설정하고자 페로몬 트랩을 이용한 성충의 유살량 조사와 처리구별로 피해율을 조절하여 시험을 실시하였다. 춘천 등 5개 지역에 설치한 페로몬트랩에 조명나방 성충이 옥수수 전 생육기간에 걸쳐 유인되었으며, 유살량은 춘천, 철원, 홍천 순으로 많았고 이에 따른 옥수수의 피해율도 같은 경향을 나타냈다. 옥수수 출사기에 조명나방의 피해율을 조절하여 수확기에 처리별로 수량을 조사한 결과, 출사기 피해율이 10~15%이상일 때 찢옥수수 상품수량이 급격히 감소하여 경제적 피해 허용수준을 초과하여 요방제 수준으로 설정하였다.

산채류 주요 병해충 환경친화적 방제기술 개발 연구에서는 산채류에 발생하는 병해충의 종류 및 피해를 구명하고 주요 병해충에 대한 효율적인 방제방법을 모색하고자 공취 등 4종의 산채류에서 병해 8종, 해충 7종의 미기록 병해충이 분류되었고, 공취 흰가루병에 대한 친환경 작물보호제의 방제효과 시험결과, 난황유 및 큐팩트수화제에서 각각 62.6, 66.4%의 방제가를 얻었고, 고려엉퀴귀 진딧물의 방제시험 결과는 칼룸비누액에서 100%의 방제효과를 나타냈으나 약해가 발생하여 사용방법에 대한 주의가 필요하였으며 친환경자재를 이용한

방제효과 시험으로 농가 현장에서 사용할 수 있을 것으로 사료되었다.

토마토 청고병 생물적 방제를 위한 농산부산물 이용기술개발 시험에서 청고병 병원균의 생육을 억제하는 *S. griseus*는 액체배양시 포자전환이 어렵고, PDA에 무기영양원을 첨가한 고체배지에서 배양 7일 후부터 포자로 전환하기 시작하여 13일 후에는 최대수확시기였다. 발병토양에서 퇴비 살포는 청고병 방제효과를 보였으며, 방선균을 첨가하여 발효시킨 퇴비는 발병토양에서 무처리구에 비해 발병시기가 늦어짐은 물론 수확후기까지 청고병 발생을 억제하여 86.3%의 방제효과를 보였다. 전년도 청고병 발생율이 70%이상으로 수확을 포기 하였던 농가에 기능성퇴비를 10a당 2톤씩 살포한 후 정식한 결과 발병률이 7.5%이하로 정상 수확하였다.

고품질 채소생산을 위한 슈도모나스속 세균이용 기술개발 연구에서는 *Pseudomonas*속 균의 증식배지로 PD broth는 균 증식능력은 높으나 배양 중 점액질이 생산되어 원심분리고정에 수확률이 낮았고, 배지는 K.B. broth에서 수확률이 96%로 높게 나타나 적합한 것으로 판명되었다. 배양배지에 남아있는 대사산물을 제거하기 위한 세척재료로 인산완충용액, 생리식염수, 멸균수 모두 생체에 무해하였다. 제품생산을 위한 균체보호제는 inositol broth이 가장 안정적인 것으로 확인되었으며, 생산한 제품은 실내에서 1년 이상 보관되었다. 고온기 지온상승에 의한 토마토 발근억제현상은 *P. putida*를 정식기에 침치처리하면 해소되어 토마토의 상품성과 수량을 높여주었다. *P. synxantha*, *P. aurantica*, *P. marginalis* 3종은 연면살포로 고랭지 여름배추의 무름병을 70%이상 방제하였다.

오이 시설재배농가 선충피해실태조사 및 방제법 연구시험에서 오이 선충 피해농가에서 재배기간 중 선충밀도변화를 살펴본 결과 정식기인 3월말부터 발생하기 시작하여 점차 증가하여 6월말에 최다 발생하는 것으로 조사되었다. 살선충제의 토양훈증 및 관주 처리효과에서는 51~55%의 방제가를 얻었고, 공시된 농자재의 토마토뿌리혹선충 방제효과시험 결과, 불취와 메리골드유제가 81%, 90%의 높은 방제가를 나타내었다.

다. 환경생태분야

환경생태연구실에서는 친환경농업 기반확립 및 응용기술 개발, 농업환경 자원 및 부존자원의 효율적인 활용, 친환경농업을 위한 작물 병해충 방제기술 개발을 목표로 6과제 7세부과제에 대하여 시험연구사업을 추진하였다.

2012년 축산분뇨의 해양투기 금지로 인하여 축산분뇨를 활용한 자원순환농업 사업이 활성화되고 있다. 최근 개발된 저농도 돈분 액비는 질소 함량이 낮고 악취가 거의 없어 시설재배지에서 활용하기에 적합하다. 시설재배에서 저농도 돈분액비의 사용이 원예작물 및 토양환경에 미치는 영향을 구명하기 위하여 토마토와 오이를 대상으로 시험한 결과, 액비를 질소기준 200% 처리시 토마토와 오이의 수량이 비교적 낮았고, 돈분 액비 처리구에서의 토마토 잎의 아연 함량은 화학비료 처리구에 비해 높았다. 돈분 액비 사용량이 많아질수록 토양 전기전도도가 높고 질산과 칼리의 함량이 높아졌다. 액비를 사용하였을 때의 토마토와 오이의 뿌리 생육 및 과실의 저장성 등은 화학비료 처리와 비슷하였다. 본 연구는 계속 수행하여 연차간 변이와 연용 효

과를 구명할 계획이다.

엽채류의 유기 재배에 있어 가장 어려운 점의 하나인 병해충을 친환경적으로 방제할 수 있는 재배 기술을 개발하고자 3년간 연구를 수행하였다. 상추는 공기 교반 장치로 온도와 습도를 조절하여 줌으로써 잣빛곰팡이병과 무름병이 감소되었으며, 수량도 30% 이상 증수되었다. 배추의 진딧물 밀도는 천적인 무당벌레와 콜레마니진디벌을 방사하여 현저히 감소시킬 수 있었다. 난황유와 BT제를 혼합하여 살포하면 배추의 무름병, 노균병, 흰가루병의 발생과 배추좀나방과 파밤나방의 발생 밀도가 현저하게 감소하였다. 파의 노균병 발생은 님 오일을 처리하여 무처리 대비 60% 이상 낮출 수 있었다. 파좀나방의 총해는 잎굴파리고치벌에 의해 23% 감소되었다. 본 연구의 결과는 엽채류의 유기재배 가이드북을 작성하는 데 활용되었으며, 영농 활용에 반영하였고 전문학회지에 논문을 발표하였다.

시설재배지 토양의 염류 집적을 낮추기 위한 관비재배의 시비기술을 개발하기 위한 연구를 3년간 수행한 결과, 요소+황산칼리 처리구의 토양 전기전도도가 관행인 요소+영화칼리보다 낮았으며, 토마토와 오이의 수량은 각각 17%와 12% 증가하였다. 양액재배 프로그램에 의한 시비량 결정과 양액재배용 비료의 사용은 양분의 과다 공급(질소 1.3~1.6배, 칼리 1.5~2.5배)으로 인한 양분 이용율의 저하와 이에 따른 염류 집적을 초래할 우려가 있으므로 주의가 필요하다. 본 연구의 결과는 시설재배지의 염류 집적을 경감하기 위한 영농활용으로 반영하였으며, 전문학회지에 논문을 발표하였다.

우리 도 유기재배 농가의 양분관리 기술을 체계화하고 유기재배 실천을 위한 유기 자원의 효율적인 활용을 위한 연구를 수행한 결과, 조사한 유기재배 농가의 주된 작목은 고추로 55%의 농가에서 재배하고 있으며, 배추, 들깨, 옥수수 등 2모작 농가도 일부 있었다. 경종관리 방법으로는 휴반 및 두둑은 주로 흑색비닐 피복 또는 차광막으로 처리하였으며, 일부 농가에서 간이 비가림 시설과 워드스탑 등의 자재를 이용하였다. 화천 유기질비료를 공동으로 사용하고 있었으며, 시용량은 10a당 300kg 이상이였다. 질소에 비해 인산은 높고 칼리는 낮은 유기질 비료를 사용한 결과 경작 후 토양 중 인산은 다소 높아지고 칼리는 낮아졌다. 유기질 비료 가운데 쌀겨나 버섯폐배지로 만든 퇴비는 질소에 비해 인산이 다소 높은 반면, 유박퇴비는 칼리가 상대적으로 낮았으며, 공시 퇴비 5종의 유해성분 함량은 공정규격에 적합하였다. 하우스에서 유기퇴비 처리구의 고추 엽색도와 초장은 화학비료 대조구와 대등하였으나, 노지에서 폐버섯배지 퇴비의 처리구는 상당히 저조하였다. 유기 퇴비구의 고추 수량은 하우스에서는 관행 화학비료와 대등하였으나, 노지에서는 다소 낮았다. 쌀겨 퇴비나 폐버섯배지 퇴비의 처리로 토양 유효인산 함량이 적정 범위보다 높았으며, 유박퇴비는 칼리가 낮아졌다. 유기재배포장의 연차별 토양 화학성 변화를 조사하고, 유기질 비료 시용의 누적 효과를 구명하기 위해 연구사업을 계속 수행할 예정이다.

식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아지는 경향에 맞추어 안전한 농식품을 생산하여 소비자의 만족도를 높일 수 있는 연구가 활발히 이루어지는 추세이다. 축산분뇨 퇴액비가 유기물과 작물 양분을 공급하기 위해 농경지에 다량 투입되고 있는데, 축산용 항생제의 사용량이 세계에서 가장 높은 편에 속하는 우리나라이므로 항생제의 농경지로의 유입과 더불어 그 농경지에서 재배하는 작물에도 흡수될 우려가 높아지고 있다. 돈분 액비와 계분 퇴비를 대상으로 항생

제의 작물 흡수에 관한 연구를 수행한 결과, 항생제를 처리하지 않은 돈분 액비를 처리했을 때 재배 토양과 상추에서 항생제가 검출되지 않았다. 토양 pH가 낮은 것에 비하여 높은 토양에서는 클로르테트라사이클린과 타이로신의 토양 잔류량과 상추내 함량이 낮았다. 토양의 설파메타진 잔류량이 많을수록 상추의 설파메타진 함량도 높았다. 무에서는 클로르테트라사이클린과 설파메타진이 검출되지 않았으며, 한 토양에서만 타이로신이 소량 검출되었다. 무청에서는 클로르테트라사이클린과 타이로신이 검출되지 않았고, 설파메타진만 소량 검출되었다. 항생제를 처리하지 않은 계분 비료를 처리했을 때 재배 토양과 상추에서 항생제가 검출되지 않았다. 비소를 함유한 항생물질의 처리에 의한 상추와 무 및 그 재배 토양에서 중금속 함량의 변화는 없었다. 토양 pH가 높을수록 토양에 잔류하는 클로르테트라사이클린과 타이로신은 낮아지는 경향이었으며, 토양 칼리 함량이 석회와 고도에 비해 높을수록 토양에 잔류하는 클로르테트라사이클린과 타이로신은 낮아졌다. 본 연구는 계속 수행하여 안전한 농식품 생산을 통한 소비자 만족도 제고에 기여하고자 한다.