

최 종
연구보고서

농림기술개발사업의 경제성 평가 및 성과관리시스템 개발

- 농림기술개발사업 5년의 성과와 발전방향 -

연구기관

농림기술관리센터

농 립 부



머 리 말

농업과학기술의 첨단화, 과학화를 통하여 농업을 종합생물산업으로 발전시키고, 고부가가치화를 실현하며 국제경쟁력을 강화한다는 취지로 시작된 농림기술개발사업이 올해로 7년째를 맞이하고 있다.

지난 7년동안 농림기술개발사업을 관리해 오면서 보다 객관적이고 합리적인 평가체계를 확립하고, 효율적인 성과확산체계를 구축하기 위해 노력하였으며, 이러한 결과는 2000년 실시한 국가과학기술위원회의 국가 연구개발사업 평가에서 최고 등급을 받음으로써 대내외적으로 사업의 성과를 인정받기에 이르렀다.

농림기술개발사업이 이와 같은 호평을 받게 된 것은 우수한 기술을 개발한 산·학·연 연구자, 개발한 기술을 적극 수용하여 영농현장에 활용하고 있는 농업인 및 농업관련기관 등이 모두 합심하여 노력한 결과이다.

그러나 여기에 만족해서는 안될 것이다. 개발된 개별기술들이 농업 각 분야에 어떠한 파급효과를 미치는지를 구체적으로 측정하여 향후 기술개발사업의 분야별 투자 우선순위와 사업의 효율적 추진방향을 설정할 수 있어야 한다.

이러한 필요성에 입각하여 우리 센터에서는 농림기술개발사업의 11개 분야를 다시 34개 분야로 세분하여 분야별 전문가를 위촉하였으며, 이들 전문가에게 각 분야별 국내외 최신 연구동향 파악, 분야별 수행과제와 연구성과의 정리, 개발된 핵심기술의 학술적·산업적 의의와 성과분석, 분야별 향후 연구방향 등에 대한 분석과 종합적인 평가를 의뢰하였다.

본 보고서는 그러한 분석과 평가결과 및 제시된 방향성을 체계적으로 정리한 것이다. 참여해 주신 전문가 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드린다. 아무쪼록 본 보고서가 농림기술개발사업의 추진활동을 되돌아보고 향후 농업과학기술개발 정책을 수립하는데 활용되기를 기대하며, 나아가 우리 농업과 국가발전에에도 기여할 수 있는 계기가 되었으면 한다.

2000. 11.

농림기술관리센터 소장 오 치 주

목 차

제 1 장	경종작물	1
제 1 절	식량작물	3
제 2 절	특용작물	22
제 2 장	농기계	43
제 1 절	동력작업기계	45
제 2 절	농산가공기계	58
제 3 절	농업기계설비	81
제 3 장	생명공학	109
제 1 절	유전자조작	111
제 2 절	신기능물질	132
제 3 절	분자유종	157
제 4 장	식품가공	171
제 1 절	가공 제품화	173
제 2 절	기능성식품	198
제 3 절	발효 효소	211
제 5 장	원 예	223
제 1 절	버섯	225
제 2 절	과 수	241
제 3 절	채 소	263
제 4 절	화 휘	279

제 6 장	유통	297
제 1 절	시 장	299
제 2 절	저 장	312
제 3 절	포 장	339
제 7 장	임업	355
제 1 절	생산임업	357
제 2 절	임산가공	374
제 3 절	임산활용·생태	386
제 8 장	자원	401
제 1 절	농지자원	403
제 2 절	수 자 원	417
제 9 장	축산	431
제 1 절	사료영양	433
제 2 절	가축질병위생	450
제 3 절	가축유전육종	469
제 4 절	가축번식	488
제 5 절	축산물가공	505
제 10 장	환경	521
제 1 절	농촌환경관리	523
제 2 절	환경농업기술	531
제 3 절	폐기물자원화	560
제 11 장	경영정보	579
제 1 절	일반 농업경영	581
제 2 절	생산정보화	598
제 3 절	농업정보화	612

제 1 장 경종작물

제1절 식량작물

문헌팔(영남작물시험장)

제2절 특용작물

채영암(서울대학교)

여 백

제 1 절 식량작물

I. 식량작물분야의 국내외 연구동향

1. 세계 식량 작물분야 연구동향

가. 식량작물연구의 중요성

세계인구는 약 60억으로 최근 10년간 연평균 약 1.5%씩 증가하였으며 이러한 증가추세가 지속될 경우 2030년에는 85억명 이상이 될 것이라고 전망하고 있다.

세계 주요곡물 생산량은 약 18억 5천만 톤으로 지난 35년동안 연평균 2.16% 증가하였고 소비량은 2.0%씩 증가하였다. 그러나 최근 15년간 곡물생산의 증가율이 0.9% 수준으로 낮아져서 세계 인구증가율에 크게 못 미치고 있다. 특히 개발도상국가들의 높은 인구증가율과 더불어 국민식품소비 연쇄 단계가 높아져 곡물 집약적인 축산물 소비의 증가에 따른 사료곡물의 수요가 급속도로 증가하고 있는 실정이다.

세계 각 국가별 식량 자급률을 보면 호주 416%, 프랑스 203%, 미국 172%, 캐나다 147%, 덴마크 136%, 영국 113%, 독일 106% 등으로 대부분의 선진국가들은 자급율이상으로 생산하고 있는 반면 대부분의 개발도상국가들은 자급률에 크게 미치지 못하는 식량을 생산하고 있어 많은양을 외국으로부터 수입에 의존하고 있다. 따라서 세계곡물시장은 곡물공급이 소수 선진국에 편중되어 있으며 밀은 미국, 캐나다, 호주가 전체의 55%를, 쌀은 미국, 호주, 태국, 베트남이 60%를 차지하고 있다.

특히 쌀의 경우 우리나라민이 선호하는 자포니카 양질 쌀은 몇몇 온대국가에서 생산되어 자국의 식량으로 소비되고 있고 국제 곡물시장에 공급되는양은 약 200만 톤에 불과하며 주로 미국과 호주가 거의 전량을 공급하고 있다. 그리고 사료용 곡류로서 주로 이용되고 있는 세계 3대 식량작물중 하나인 옥수수는 미국이 단독으로 60%를 점유하고 있다. 따라서 이러한 독과점 적인 세계 식량공급구조는 몇몇 국가들에 의해 국제곡물시장이 크게 동요될 수 있는 중

요한 불안요인으로서 세계식량의 무기화에 대한 위기감이 높아지고 있는 실정이다.

국내 식량수급사정을 보면 연평균 생산량은 약 600만 톤에 불과하고, 총소비량은 약 2천만 톤을 크게 밀돌고 있으며, 총식량 자급률은 30% 내외로서 OECD 국가중 일본과 더불어 가장 낮은 수준이다. 특히 주식인 쌀을 제외한 밀, 옥수수는 거의 전량을 그리고 콩은 90% 이상을 수입에 의존하고 있는 실정므로 영농규모가 영세하고 생산비가 높아, 국제 경쟁력이 낮을 뿐만 아니라 최근의 벼 재배 면적이 크게 줄어들고 있어 주식인 쌀의 자급마저도 크게 위협받는 상황이다. 아울러 국민식품소비 연쇄단계가 높아져 축산물 소비량이 빠른 속도로 증가하고 있어서 곡물의 수요와 수입량이 계속 증가할 전망이며 그리고 통일후의 식량의 안정적 공급 등을 고려하면 식량작물의 연구는 지속적으로 더한층 강화되어야 할 것이다.

나. 세계 주요식량작물의 연구동향

세계 식량작물 분야의 연구동향은 첫째, 무엇보다도 작물생산성 증가율의 정체 또는 감소 추세를 극복하고 지속적 생산성 향상을 위한 품종의 수량성 한계 타파연구가 최우선적으로 추진되고 있다. 이를 위해서 초다수성 새로운 초형개발 및 잡종강세를 이용한 일대잡종 품종개발과 생산비 절감을 위한 일련의 연구가 진행되고 있다. 둘째, 소비자들의 기호에 부합하는 품질향상 및 다양화, 건전 농작물 생산 및 부가가치 증대를 위한 기능성을 부여한 신소재 개발 연구가 주요 선진국을 중심으로 이루어지고 있다. 셋째, 환경부하를 경감하기 위하여 비료·농약 등 생산 농자재의 투입을 줄이면서 생산비를 절감할 수 있는 생력안전 다수품종 및 재배기술 개발연구가 지속적으로 추진되고 있다. 넷째, 병충해 및 기상재해를 극복하고 예상되는 지구환경변화에 대비한 작물의 안전생산 기술, 다섯째, 유전자원의 보존, 확대, 평가, 이용연구가 강화되고 있으며 여섯째, 육종기술효율 증진을 위한 생명공학 첨단기술의 실용화 접목연구가 광범위하게 이루어지고 있다.

특히 분자생물학 기술의 실용화를 위한 전통육종기술과의 접목연구는 각 작물별 유전자 지도 작성, 유용유전자 탐색 및 기능분석, 주요형질 표지인자탐색 및 육종효율증진 기술, 꽃가루배양 및 조직배양기술, 유용 유전자 형질전환 작

물 개발 및 안전성 연구 등이 공통적으로 추진되고 있다.

주요 식량작물별 연구동향을 요약하여 보면 다음과 같다.

1) 쌀

세계 주요 쌀 생산국가들의 연구동향을 살펴보면 일본은 생력 저 비용 안전 다수확을 위한 품종육성 및 재배법 개발과 더불어 쌀 품질 향상과 쌀 식품의 다양화에 따른 신행질미 개발과 가공이용, 시비량 감축에 의한 환경부하경감에 알맞은 품종개발 및 재배기술개발 연구를 추진하고 있으며 특히 바이러스 저항성 및 육종효율 증진을 위한 분자유종기술의 실용화 연구가 활발히 이루어지고 있다. IRRI는 벼 수량성이 ha당 13톤이 생산되는 소일수중형의 새로운 초다수성 초형의 품종개발을 추진하고 있다. 또한 IRRI와 중국은 일대잡종 벼의 보급이 종자생산의 어려움과 비용문제 때문에 제한되어 있다고 보고 자연 교잡율이 높은 웅성불임 체계개발과 온도나 일장반응등 환경 의존적 유전자 웅성불임에 의한 2계통체계와 Apomixis에 의한 1계통체계의 일대잡종연구가 활발히 추진되고 있다. 그리고 미국, 일본 등의 선진국가에서는 양질 내병성의 자포니카 일대잡종 개발을 위한 웅성불임체계 및 임성회복친 개발 연구도 이루어지고 있다. 형질전환에 의한 제초제 저항성 벼 품종이 이미 성공하여 안전성 검정을 위한 포장 시험중에 있으며 특히 벼 식물체에 잡초에 대한 타감성을 부여함으로써 제초제의 사용을 생략할 수 있는 Allelopathy연구 및 벼 유전 집단이 가지고 있는 제초제 저항성 유전자의 탐색 연구도 최근 미국에서 수행되고 있다.

또한 환경부하를 줄이기 위한 친환경적 지속생산 및 시험장 수준과 농가수준의 수량격차를 현재 50% 수준에서 줄일 수 있는 병충해 복합 저항성 및 기상재해 복합저항성 품종개발을 목표로 근연야생종을 이용한 중간교잡 육종기술이 활발히 추진되고 있다.

벼 품종개발의 효율성 제고를 위한 약배양 기술 및 분자유종기술의 실용화 연구는 장기적인 과제로서 꾸준히 추진되고 있다.

2) 맥류

최근 주요 밀 생산국의 육종연구는 제빵용 밀의 생산성과 안정성의 향상, 품

질개량, 유전자원의 보존 및 우량 유전자원의 개발에 중점을 두고 있다. 국제 연구기관인 CIMMYT에서는 호밀 등 중·속간교잡으로 재해저항성, 내병성, 및 광지역 적응성 인자도입을 통한 생산성 및 안정성의 극대화연구가 지속적으로 추진되고 있다. 또한 제면용 밀의 품질개량을 위해 일본에서는 밀에 찰성 유전자를 도입함으로써 저-아밀로스 품종 육성과 국수의 물리성 개량에 이용하고 있다. 생물공학분야에서는 형질전환을 통해 밀의 곡립 내에서 특수물질을 생산하는 유전자를 삽입하여 bio-reactor를 이용하는 연구 또는 제초제저항성 유전자의 형질전환에 대한 연구가 진행중이다.

주요 선진국의 보리 육종연구는 주로 병해충 저항성 품종개발과 고품질 품종개발에 집중되어 수량성보다는 안정된 생산성 확보 측면에서 발전을 이루어왔다. 전세계적으로 전통적인 교배육종법을 통해 호위축병, 흰가루병, 녹병 저항성 품종 등이 개발되었고, 건강식 식이섬유인 β -glucan이 10% 이상(보통 5% 수준)인 품종도 개발되었다. 또한, 약배양과 *H.bulbosum*을 이용한 반수체 육종과 고 라이신, 고 아밀로스, 찰성 등 특정인자를 가지는 신품종이 개발되었고, 최근에는 분자생물학적 표지인자를 이용한 품종의 동정, 유전적 다양성 측정, 연관군 지도작성, 내재해성, 내병성, 수량 관련형질들의 표지인자와 양적 유전자좌(QTL)들에 대한 연구로 전통적인 육종법의 선발효율 증진을 도모하고 있고 영국과 미국에서는 제초제 저항성 유전자(bar gene)가 도입된 형질전환식물체가 포장시험 중에 있으나 아직 실용화 된 품종은 없다.

3) 콩

세계의 콩 생산량의 약 47%를 생산하고 있는 미국의 콩 연구는 주로 착유용 및 사료용 등의 용도로 품종개발이 이루어져 단백질보다는 지방함량을 높이기 위하여 노력해 왔으며, 또한 SMV, 선충 등 병충해에 강하고, 무한신육형으로 도복에 강하며 내개열성인 기계수확에 적합한 품종들을 육성하고 있다. 최근에는 품질에 관한 연구가 더욱 활발하게 진행되고 있으며 비린내가 없는 Lipoxy-genase(L₁, L₂, L₃) 결여품종, 이소플라본 사포닌, 콩 펩타이드, 파이틴산, 올리고당, 레시틴 등 콩의 주요 기능성 물질에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 용도별 목적에 적합한 기능성 성분을 많이 함유하는 품종을 육성하고자 노력을 기울이고 있다.

최근에는 육종효율증진을 위한 생명공학기술의 실용화연구를 수행하면서 유전자지도작성과 더불어 다양한 재배형질에 관한 QTL 탐색을 실시하였고, 형질전환기술을 이용한 콩 품종개발은 Round-up 제초제 저항성 품종개발에 성공하여 '97년까지 35품종을 개발하였으며 기존품종보다 수량성이 낮은(10~15%) 단점을 보완하기 위하여 연구를 집중하고 있다.

4) 옥수수

옥수수는 세계 3대 식량작물중의 하나로 주요 사료용 곡류와 조사료로서 싸이레지용으로 생산되고 있으며, 미국이 세계 옥수수시장의 60%를 점유하고 있다. 옥수수는 대표적인 잡종강세를 이용한 일대잡종 품종들이 재배되고 있으므로 우량조합 선발을 위한 순계 모본 유전자원의 수량성 증대 및 안정성 연구가 중점적으로 이루어지고 있으며 또한 다양한 세포질 웅성불임 체계의 지속적인 개발연구, 모본 집단의 개량, 내산성, 내건성 등 환경스트레스 저항성 증진 및 줄기굴파리 저항성 증진 연구가 지속적으로 추진되고 있다. 또한 싸이레지 수량성 및 품질향상을 위한 후기녹체성 품종개발이 활발히 이루어지고 있다. 특히 옥수수는 형질전환에 의한 제초제 저항성 품종개발이 일반화되어 있어서 이의 안전성에 대한 검정이 활발히 이루어지고 있다.

2. 국내연구동향

가. 국내식량수급현황

우리 나라 식량작물 생산량은 약 600만톤 내외로 지난 30년간 뚜렷한 변화를 보이지 않고 있으나 소비량은 약 2,000만 톤으로 약 3배가 증가하여 곡물의 자급률은 '70년대 90%에서 현재 약 30%로 크게 떨어졌으며, 사료용 곡물을 제외한 순수식량 곡물의 자급률도 57% 수준에 지나지 않는다. 식량작물의 종류별로 보면 쌀 생산량이 약 500만 톤으로 자급수준을 유지하고 있는 반면 맥류는 19만 톤, 콩 15만 톤, 옥수수 8만 톤, 서류 21만 톤으로 구성되어 있으며 쌀과 보리를 제외한 옥수수와 밀은 거의 전량을 콩은 약 92%가 수입에 의존하고 있는 실정이다.

우리 나라 식량의 수요는 지속적으로 증가할것으로 전망되나 경지면적의 감

소와 생산비가 높아 식량작물의 소득이 낮고, 우리농산물의 국제 경쟁력이 상대적으로 약하기 때문에 식량의 해외 의존도는 계속해서 높아갈 전망이다. 그러나 우리 나라 농업정책은 주식인 쌀만은 자급을 유지하도록 하고 있다.

나. 국내 식량작물의 연구동향

1) 쌀

우리국민의 주식인 쌀은 국내 식량작물중 유일하게 자급생산을 유지하고 있으며 우리농가의 경제적 및 국가 공익적 측면에서 쌀의 자급생산은 바로 우리 농업의 지킴이다. 따라서 쌀의 연구는 국민들의 기호에 알맞은 양질 쌀의 수량성을 높이고 생산비를 낮추어 우리 쌀의 국제경쟁력을 높임으로써 국민식량의 지속적 자급생산을 유지하는데 궁극적 목표를 두고 추진되고 있다.

우리 나라 벼 품종개발은 1932년경 국내육성품종을 처음 개발한 이후 1960년대까지 온대형 품종인 자포니카 품종의 근연교잡 중심으로 수량성 증대와 내비성, 내도복성 및 내병충성 개선에 노력하였고, 1970년대에는 인디카 자포니카 원연교잡에 의한 통일형 다수성 품종개발 보급으로 쌀 수량성을 농가평균 492kg/10a로 높여 쌀의 자급달성에 크게 기여하였다. 1980년대에는 쌀 품질개선과 재배안전성 증진연구에 주력하였으며 1990년대에는 양질 쌀의 식미 증진 연구와 더불어 양질 쌀의 수량성 증대와 재배안전성 증진, 쌀 품질 다양화 및 가공적성 특수미 품종개발연구, 생산비 절감을 위한 직파재배 적응성 품종개발, 남북통일과 식량안보에 대비한 초다수성 품종 개발연구가 추진되고 있다. 또한 육종기술면에서는 꽃가루 배양 육종기술의 실용화로 품종육성기간을 10~12년에서 5~6년으로 크게 단축함으로써 현재 15개 품종이 개발 보급되었다. 또한 야생 벼의 유용형질을 재배 벼에 도입하기 위한 중간 잡종 육종기술과 분자육종기술의 실용화 연구가 활발하게 추진되고 있다. 또한 재배안전성 증진을 위한 주요병해충 및 냉해, 도복등 기상재해 복합 저항성 증진연구가 추진되고 있다.

재배기술면에서는 생력기계화 재배기술, 묘대 기간 8~10일의 어린 모 재배 기술, 직파재배 및 관련기술, 시비개선 및 물관리 자동화 기술개발 연구로 쌀 생산비 절감과 양질쌀 안전생산을 위한 연구가 추진되어왔다. 최근에는 초생력화를 위한 무경운 또는 최소경운 안전재배기술, 수확후 관리연구, 지구기상이

변 대응 및 친환경 쌀 생산 연구가 활발히 추진되고 있다.

2) 맥류

밀에 대한 국내연구는 이모작 작부체계의 안정화를 위한 조숙성 품종육성에 중점을 두어왔다. 최근에는 적미병 등의 병해저항성, 곡립내의 저장 단백질종의 하나인 glutenin의 조성을 개량하여 제빵성을 증진시키는 연구가 수행되고 있으며, 제면적성 개량을 위하여 활성 유전자의 조절을 통해 아밀로스 함량을 조정하여 국수 품질을 향상시키는 연구가 진행되고 있고, 품종육성과정에서 marker assisted selection을 통해 선발효율을 증진시킬 수 있는 활성관련 유전자들에 대한 marker를 개발하는 연구도 진행 중이다. 또한 재배의 안전성과 재해저항성 인자 도입을 위해 호밀과의 중간 잡종 연구가 추진되고 있다.

우리 나라의 보리연구는 1960년대 초기까지는 주로 단위면적당 수량성 증진 연구에 주력하였으나 1970년대부터는 수도의 다수계 품종이 등장하게 되고 밭작물이 차츰 소득작물로 변화하게됨에 따라 전후 작물과의 작부체계 구성을 위한 조숙성 품종육성 연구가 중점적으로 추진되어 보리의 숙기를 앞당기는 반면 수량성은 증가되었다.

특히 우리 나라 보리 재배면적의 대부분을 차지하고 있는 답리작은 수도의 재배양식이 성묘이앙 방식에서 중묘 또는 어린 묘로 바뀌게 되고 최근에는 직파방식으로 바뀌게 됨에 따라 극조숙성 보리 품종개발 연구가 더욱 강화되고 있으며 보리소비촉진을 위한 활성, 식이섬유 특성등 기능성 품종 개발도 추진되고 있다.

3) 콩

우리 나라의 콩생산은 생산비가 높고 소득이 낮다. 따라서 우리 나라 콩연구는 우리 국민의 고유식품인 두부, 장류, 콩나물, 혼반용 및 풋콩 등 식용 콩의 자급생산을 목표로 용도별 품종개발 및 파종에서 수확까지 생력기계화의 일관화된 재배기술개발 연구에 중점을 두고 있다. 특히 콩나물 콩의 자급은 절대적인 것으로 소립내병성 품종개발이 강화되고 있으며, 안전생산을 위한 내도복성, 내열개성 등 기계화 수확 적응성이 높은 품종개발 연구가 추진되고 있다. 또한 내병충성 연구는 콩 모자의 바이러스에 치중하고 있으나 미흡한 상태이다.

4) 옥수수

우리 나라 옥수수 연구는 사이레이지용으로 후기 녹체성이 좋은 다수성 일대잡종 품종개발 및 생력기계화 재배기술 연구가 추진되고 있고, 찰옥수수 및 단옥수수 등 식용옥수수의 품질개선, 수량성 증대, 연중생산공급을 위한 시설재배 등에 알맞는 품종개발과 재배기술연구를 추진하고 있다.

3. 선진국과 국내 연구(기술)수준비교(격차)

가. 쌀

우리 나라 쌀의 육종기술, 쌀 수량성 및 미질은 세계수준이며 전문생산 시험장과 농가수준의 쌀 수량 격차는 5~10%내외로서 세계(50%)에서 가장 낮아 쌀 생산농가의 기술수준이 가장 평준화되어 있다. 그러나 쌀 농사의 영농규모가 영세하고 노동력 부족으로 쌀 생산비가 높아 우리 쌀의 국제경쟁력이 낮다. 유전연구 및 생리생태연구 등 기초연구는 선진국에 크게 미흡하며 생물공학 응용기술은 부분적으로 초기단계로서 미흡한 실정이다. 또한 수확 후 관리기술도 부분적으로 미흡하다.

나. 맥류

보리의 국내 생산성은 약 390kg/10a로 유럽의 427kg보다는 낮으나 세계평균 수준인 225kg보다는 높은 수준이다. 보리는 답리작 재배에 부합할 수 있도록 숙기의 조숙화는 세계 수준에 있으나 재해성, 생리생태분야 연구는 크게 미흡하다. 보리 수량성은 세계 수준이나 농가포장과의 수량성 격차가 높아 선진국에 미치지 못하고 있다. 보리 역시 생물공학 기술 응용연구는 미흡하다.

밀은 거의 전량을 수입에 의존하고 있고 연구부분에 있어서도 전반적으로 크게 미흡하다.

다. 콩, 옥수수

우리 나라 콩의 수량성은 약 150kg/10a로 세계평균 210kg과 미국 등 주요 선진국의 약 260kg에 비하여 낮고 생산비도 2~3배 높은 수준으로 경쟁력이

크게 떨어지고 있다. 콩의 생명공학 기술연구와 선진국의 최근 연구방향인 기능성 성분 연구에는 미흡하다. 옥수수의 수량성은 417kg로서 세계평균 439kg 보다 낮으며 미국의 844kg의 절반수준이다.

II. 식량작물분야의 연구성과 및 성과활용

1. 식량작물의 분야별 성과분석

농림기술개발사업의 식량작물분야는 총 11과제(현장으로기술 7과제, 첨단기술 4과제)가 완료되어 산업화, 농정시책, 교육 및 지도자료로 활용되었거나 추진중에 있다. 분야별 수행된 과제는 육종방법 및 검정기술분야에 3과제 생산비 절감기술분야에 5과제, 수확후 처리 및 부가가치 향상분야에 2과제, 환경 보존형 재배 기술분야 1과제로서 그 내용은 아래와 같다.

<표 1-1> 분야별 기관별 수행과제

분야별	수행과제	수행기관/연구자	수행연도
육종방법 및 검정기술	○ 기능성 쌀 종자 개발	강원대학교/최용순	'95/'98
	○ 쌀품종별 식별 기술개발	경북대학교/조래광	'94/'96
생산비 절감기술	○ 내습성 콩 품종의 개발과 습해 대책에 관한 연구	고려대학교/김정규	'95/'98
	○ 인공씨감자 국내 농가 실용화를 위한 최적 재배방법 및 보급시스템에 개발	한국농수축산유통 연구원/소창호	'95/'97
생산비 절감기술	○ 종자 priming처리 기술개발에 의한 불량환경에서의 주요작물 입모향상	영남대학교/이석순	'95/'98
	○ 종자처리에 의한 보리 발아시기와 유묘생장조절로 남부지방의 답리작 벼, 보리 수확동시 파종재배법 안정화 연구	순천대학교/이성춘	'97/'99
생산비 절감기술	○ 참깨 생산비 절감을 위한 생력기계화 및 종자 전처리 기술개발	경상대학교/김석현	'95/'98
	○ 벼 직파재배에 있어서 잡초성벼 및 피방제 체계 확립에 관한 연구	전북대학교/양환승	'96/'99
부가가치 향상 기술	○ 수출유망 냉동용 풋콩 적품종 선발 및 관련 생산기술 개발	작물시험장/이영호	'96/'99
	○ 우리밀의 고품질화를 통한 부가가치 향상 기술개발	작물시험장/박문웅	'95/'99
환경보존형 재배기술	○ 무경운 직파재배법에 의한 생산비 절감 및 고품질 쌀 생산체계 개발	경상대학교/최진룡	'94/'97

2. 분야별 수행과제별 기술개발내용 및 성과활용

가. 육종방법 및 검정기술

- 1) 저피틴산 및 저알러젠의 기능성 쌀 돌연변이체를 개발하고, 빠르고 간편한 저피틴산 종자의 스크린기술을 정립하여 저피틴산 식품의 생체 유효기능을 확인하였음. 저피틴산 쌀의 영양적 특성 및 기능성 식품개발을 위한 산업체 기술 이전을 추진 중이며 기능성 쌀 종자의 보급재배 할 수 있는 정책활용자료 제공
- 2) 화상처리 방법과 근적외분광 분석법을 응용한 쌀품종별 식별이 가능한벼과과 측정기술을 정립하므로서 현장에서 신속하게 쌀품종을 식별할수 있게 하므로서 국산쌀과 수입쌀의 식별은 물론 쌀의 브랜드화를 통한 공정한 미곡유통체계 수립이 가능함.
- 3) 콩의 내습성 검정기술을 확립하여 내습성콩 품종육성의 효율을 높이고 내습성콩 품종 보급계획을 가능하게 함.

나. 생산비 절감기술 개발

- 1) 조직배양으로 생산되는 인공씨감자의 휴면 조절기술 및 적정재배법을 정립함. 인공씨감자의 농가실용화를 통한 지역별, 작형별, 품종별 체계적인 생산을 가능하게 할 수 있는 교육 및 지도자료로 활용토록 추진중임.
- 2) 작물의 노화종자의 발아율 증진을 위한 적정 priming 처리조건을 구명하고 작물별 적정 priming 기술을 정립함. 벼, 콩, 옥수수, 참깨, 담배 입모을 향상을 위한 교육 및 지도자료로 활용할 수 있도록 추진중임.
- 3) 작물종자의 priming, coating, pelleting 처리기술 및 유묘생장조절 기술을 정립함. 벼, 보리수확동시 파종재배에 있어서 보리종자에 종자처리를 하여 월동중 피해를 최소화에 활용이 가능하므로 산업체 기술이전을 추진중에 있음.

다. 수확후 처리 및 부가가치 향상 기술

- 1) 수출용 다수성 양질 우량팻콩을 선발하여 비닐하우스를 이용한 팻콩의 주년 생산기술체계를 정립하고 적정냉동 가공기술, 조제방법, 미라병 및 SMV검정방법 및 방제체계를 확립 하였음. 팻콩 앞작물로서 적당한 partner 작물로서 완두가 유리함을 밝힘. 영농조합법인 청송지두회사의 팻콩 일본 수출토록 기술이전 함으로서 일본수출시 가공기술상의 문제점과 시설의 연장가동을 가능케 하였을 뿐만 아니라 피저병의 미세구조 및 복제를 억제하는 기작을 밝힘으로서 학술적 기여자료로 활용 가능할 뿐만 아니라 국내최초로 콩모자이크 바이러스 정제로 항혈청 생산자원 및 저항성 유전자원 및 무병종자 생산검정에 활용이 가능하여 그 경제적 가치가 높음.
- 2) 중부지방의 벼+밀의 논이모작, 콩, 들깨+밀의 밭이모작 생산비 절감 기계화 대단위 밀 생산 기술체계를 정립하고 국산밀의 고유향기성분을 탐색하여 외국밀과의 차별기술을 확립함. 식량 자급율을 높이고 환경보호에도 일익을 담당할 뿐만 아니라 고품질 우리밀 생산을 할 수 있도록 교육 및 지도자료로 활용토록 추진중임.

라. 환경보존형 재배기술

- 1) 벼 생산비 절감을 위한 벼-자운영 무경운 연속 직파재배기술 및 무경운 직파재배의 입모율 증진을 위한 전략체계를 확립하여 농약 30%, 노동력 80%, 시비량 30%의 절감효과를 가져옴. 벼 생산비 절감 무경운 직파재배 농가의 교육 및 지도자료를 활용이 가능함.

<표 1-2> 분야별 개발기술내용 및 성과활용

분야별	수행과제별 주요개발내용	성과활용 및 기대효과
육종방법 및 검정 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기능성 쌀 종자개발 <ul style="list-style-type: none"> - 돌연변이 기술에 의한 저피틴산 쌀 유전자원 개발 - 저피틴산쌀의 검정기술 및 기능성 확인 	<p><산업체이전추진중></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 저 phytic 종자개발 및 유전자확인, phytic acid 영양적 특성 및 기능성 식품원료로 활용하는 기술을 실시할 산업체 물색중 <p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ “1998 강원농업발전 방안 심포지움” 기능성 쌀 개발과 청정이미지 증대방안교육, 150명 참석, 1998. 10. 27

분야별	수행과제별 주요개발내용	성과활용 및 기대효과
육종방법 및 검정 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀품종별 식별 기술개발 - 비파괴측정법에 의한 쌀품종의 식별 기술 정립 	<p><정책자료활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농림부, 비파괴측정법을 이용한 쌀 품종 식별 기술을 국립농산물 검사소 등 전문검사기관에서 수입쌀의 품종식별을 위한 자료로 활용 검토(다만, 제도적 활용을 위해서는 보다 정밀한 검사기법 개발연구가 필요함)
육종방법 및 검정 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내습성 콩 품종의 개발과 습해대책에 관한 연구 - 콩 내습성 검정기술을 확립 	<p><정책자료활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농진청 작물시험장, 영남농업시험장, 호남농업시험장 등, 콩 육성계통 및 품종에 대한 내습성 검정에 활용토록 자료로 제공 ○ 농진청, 1998기상재해대책 수립시 내습성 콩품종의 보급에 의한 습해 피해 감소를 위한 자료로 제공 ○ 농림부, 내습성 콩 품종보급계획 수립시 자료로 활용 <p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ “제주도의 콩 재배 기술과 전망” 수출용 콩 및 나물콩의 생산성 증대 기술, 1999. 2. 26
생산비 절감 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공씨감자 국내농가 실용화를 위한 최적재배방법 및 보급시스템에 개발 - 인공씨감자 휴면 조절기술 및 적정 재배법 정립 	<p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인공 씨감자 휴면조절기술, 인공씨감자 품종별, 지역별, 작형별 재배법, 생산 및 보급법 등의 기술을 교육 ○ 씨감자 전문생산업체인 '(주)대상하이디어'와 '오리온'등에 관련기술 교육 예정이나 총괄연구책임자의 사직으로 현재 중단된 상태
생산비 절감 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자 priming처리 기술개발에 의한 불량환경에서의 주요작물 입모향상 - 작물의 노화종자의 발화율 증진을 위한 적정 Priming처리조건 구명 및 작물별 적정 Priming 방법 정립 	<p><교육 및 지도활용 추천중></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 벼, 콩, 옥수수, 참깨, 담배의 입료율 저하문제 해결방안에 대해 농가, 연구기관 및 종묘회사 등에 교육할 계획

분야별	수행과제별 주요개발내용	성과활용 및 기대효과
생산비 절감 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자처리에 의한 보리 발아시기와 유묘생장조절로 남부지방의 답리작 벼, 보리 수확동시 파종재배법 안정화 연구 - 작물종자의 Priming, coating 및 Pelleting처리기술 및 유묘 생장조절 기술 정립 	<p><산업체 이전 추진중></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 벼, 보리 수확 동시파종재배에 있어서 보리종자에 종자처리를 하여 발아시기와 유묘생장을 조정함으로써 월동중 피해를 최소화 할 수 있는 방법을 관련 종묘회사에 이전 추진중
생산비 절감 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참깨 생산비 절감을 위한 생력기계화 및 종자 전처리 기술개발 - 참깨 생력기계화 일괄작업체계 확립 - 참깨과립종자 상용화 기술정립 	<p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 범용 파종기를 이용한 무피복 및 비닐피복 기계화작업 기술, 생활성 화합물질 첨가하는 종자 전처리기술, 토양 점염병 방제기술, 안전저장기술을 교육(1998, 12 연천군농업기술센터) 등 참깨 농가 및 관련공무원을 대상으로 교육 실시 <p><정책자료활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농촌진흥청, 경기도농업기술원 참깨 기계화 재배 시범사업(1997-1999)에 총 147백만원 지원
생산비 절감 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피방제 체계 확립에 관한 연구 - 직파재배 앵머 및 피 방제 체계 확립 	<p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 직파재배에 있어서 잡초성벼(앵머) 및 피의 방제체계 확립 및 이를 위한 경종적, 화학적 방제기술 등 교육(1999. 9. 10, 호남농업시험장)등 실시
부가가치 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출유망 냉동용 풋콩 적품종 선발 및 관련 생산기술 개발 - 냉동용 풋콩 적품종 선발 및 재배기술 확립 - 수출용 풋콩 냉동가공기술 및 주년 재배기술 확립 	<p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 풋콩 전작의 파트너작목 개발, 풋콩 종자병 방제약제 선발 등을 통해 풋콩의 수출방안 모색, 관련기술 교육 (1999. 10. 20, 영농조합법인 청송 지두, 풋콩의 대일본 수출 기술지도)등 교육 실시

분야별	수행과제별 주요개발내용	성과활용 및 기대효과
부가 가치 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리밀의 고품질화를 통한 부가가치 향상 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 답리작 보리-밀, 밭의 콩, 들깨 및 이모작 작부체계 기술 체계 - 우리밀 제분의 기계화 일괄체계 개발 	<p><교육 및 지도활용 추진중></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 우리밀의 이화학적 특성을 구명하고 우리밀 제분공장의 제분기P 및 일관제분시스템을 개발하였으며, 우리밀을 이용한 다양한 식품 개발 기술 등에 대해 농협, 연구기관, 관련기업체에 교육 및 지도할 계획
환 경 보존형 재배 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무경운 직파재배법에 의한 생산비 절감 및 고품질 쌀 생산체계 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 벼-자운영 무경운 연속직파재배 기술 확립 	<p><교육 및 지도활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 벼-자운영 무경운 직파 재배에 의한 고품질 쌀 생산기술을 1998년과 1999년 중 총 30회에 걸쳐 2700여명의 농민, 단체, 시민, 공무원 등에게 교육 실시 ○(사)한국지속농업산학연구회(오경영, 0664-782-7115, 001-635--7115)의 300여 회원농가(전남, wjsqnr, 경남, rudqnrwldur)에 직접 기술을 이전함 <p><정책자료활용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농림부 환경농업과 자운영 무경운 직파재배기술 건의, 1998. 2월 ○ 전남 삼서농협, 자운영 재배를 통한 고품질 저공해 농산물 생산사례 건의 (1998. 2) 채택, 자운영쌀 생산계획에 반영

Ⅲ. 향후 연구방향과 과제

1. 식량작물의 기술개발 방향

우리나라 식량의 자급률은 70년대 90%에서 96년에 26%까지 떨어졌다가 현재 31%(사료제외 59.2%)로서 주식작물인 쌀은 105%, 보리는 48%, 콩은 9.5%, 옥수수과 밀은 1%미만으로서 쌀과 보리를 제외하고는 대부분이 수입에 의존하고 있다. 더욱이 다가오는 남북통일 후 약 8천만 민족의 식량문제와 현재 약 60억 6천만명의 세계인구가 2050년경에는 약 90억 이상으로 증가 할 것이라는 전망을 보면 국제시장에서 우리가 필요로 하는 식량을 충분히 조달하는 것도 매우 불투명한 전망이다. 따라서 우리국민이 주식으로 하고있는 쌀의 자급생산

을 유지하면서 겨울철에 약 48만ha의 논을 이용 할 수 있는 보리생산을 통하여 식량의 무기화에 대비하면서 밭을 이용하는 콩, 옥수수, 밀 등 소면적 작물은 그 기능성을 강화하여 생력 재배가 가능한 기술개발연구가 강화되어야 할 것이다.

가. 쌀 생산기술개발 방향

우리나라 쌀 수량성은 최근 5개년 평균 494kg/10a로서 세계 쌀 생산의 92%가 재배되는 아시아 몬순기후지대 국가들에서 최고 수준을 나타내고 있으며 밥맛 등 쌀 품질도 우리 입맛에 가장 알맞아 일본이나 미국 쌀보다 우수한 것으로 판명되고 있다. 그러나 최근의 여러 가지 국내외 여건으로 보아 쌀의 자급유지가 낙관적인 것만은 아니다. 우선 쌀 생산비가 높아 가격 면에서 국제경쟁력이 낮아 쌀 개방에 대한 생산농가의 불안심리가 있고, 쌀 생산 소득이 상대적으로 낮아 논외 고소득 시설재배 작물이나 농업외 타 용도로의 전환에 따라 90년이래 벼 재배면적이 연평균 21천ha씩 줄어들어 2000년 현재 105만ha에 지나지 않으며 앞으로 90만ha이하까지 감축 될 것이라는 전망이다. 또한 쌀 수량성의 연평균 증가율이 70년대 2.7%, 80년대 1.5%, 90년대 0.9%로서 감소 내지 정체 상태를 면치 못하고 있는 실정이다.

따라서 우리국민의 주식인 쌀의 자급생산 유지를 위해서는 국가산업의 최우선 순위에서 지속적인 공공투자가 이루어져야 할 것이다. 우리 쌀이 국제경쟁력을 갖고 지속적인 주식의 자급유지를 위한 기술개발연구 방향은 첫째, 쌀 품질의 지속적 향상과 양질 쌀의 쌀 수량성을 증대시키는 유전적 육종적 기술개발이 지속적으로 연구되어야 한다. 쌀 품질은 무엇보다 외관 쌀 품위를 높이고 밥맛의 객관적 평가방법이 규명되어야 하겠고, 쌀 수량성은 농가수준에서 550kg/10a을 상회 할 수 있도록 품종의 유전적 능력을 600kg/10a 이상으로 개량해야 할 것이다. 둘째, 양질 쌀의 생산성을 발휘 할 수 있는 환경친화형 생산비절감 재배기술 개발이 되어야 할 것이다. 환경친화형 안전생산을 위해서는 병해충 및 기상재해 저항성을 가지는 품종을 개발보급하고 생력기계화 일관작업에 의한 노동력 및 쌀 생산비를 미국의 1/2수준까지 낮출 수 있는 재배기술의 개발연구가 지속적으로 추진되어야 할 것이다. 셋째, 양질 쌀의 안전 다수확 재배기술 및 수확후 관리기술 개발보급으로 합리적인 시비, 물관리 등 안전

재배 기술을 투입하고 탈곡, 건조, 저장 등 수확후 관리기술의 개선을 통하여 양질 쌀의 유전적 특성을 유지시키고 쌀 품위를 증진시킬 수 있을 것이다. 넷째, 쌀 생산 규모별 알맞은 재배 경영기술 개발보급으로 쌀 농사의 적정투입에 의한 생산비 절감과 경영합리화 모델을 설정함으로써 우리 쌀의 국제경쟁력 제고가 가능하고 쌀 생산농가의 소득을 향상시킬 수 있을 것이다. 다섯째, 벼 작황진단 및 예측 기술개발로서 벼 재배의 정밀작업과 식량수급 정책의 효율적 추진을 가능하게 해야 할 것이다. 여섯째, 초다수성 품종개발 및 재배기술의 확립으로 쌀 수량성의 한계성을 극복하고 남북통일후 또는 식량위기에 대처할 수 있는 기반기술의 확보가 이루어 질 수 있으며 쌀 식품의 다양화를 위한 가공용 원료 쌀의 공급으로 식량자급에 기여할 수 있을 것이다. 일곱째, 유전육종적 기술, 재배생리생태 및 첨단 기초연구의 강화가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 과학적인 영농과 쌀 자급생산의 과학적 지식과 기술의 축적이 무엇보다 중요하며 유용 유전자원의 수집평가 및 신 유전자원 개발이 강조되어야 할 것이다.

나. 전작물 생산기술개발 방향

1) 맥류 생산기술개발 방향

맥류는 전작과 논이 답리작으로 생산되는 쌀 다음으로 중요한 식량작물로서 논이 토지이용을 증진에 크게 기여한다. 맥류 재배면적은 1965년에 933천ha로서 답리작 재배가 511천ha로 논 총면적의 43%를 차지하여 식량부족시대의 식량공급의 중요한 역할을 하였으나 그 후 재배면적이 계속 감소하여 최근에는 70~90천ha까지 감소하였으며 단위면적당 보리 생산량은 313kg으로서 최근 10년 동안 연평균 약 2%씩 증가되었으나 재배면적이 약 1/2로 줄어들면서 생산량도 235천톤으로 48%의 자급률을 나타내고 있다. 맥종별 재배면적의 구성을 보면 걸보리 16%, 쌀보리가 43%, 그리고 맥주보리가 41%이며 밀은 거의 전량을 외국으로부터 수입되고 있다. 현재 보리 답리작이 가능한 면적은 약 482천ha로서 약 400천ha가 이용되지 않고 있으므로 이면적에 답리작 맥류를 재배할 경우 약 120만톤의 곡물을 생산할 수 있어서 식량위기에 대비한 수단으로 충당할 수 있을 것이다. 식량생산을 위한 맥류의 기술개발연구는 답리작 재배를 목표로 하여 벼 재배와의 경합을 최소화할 수 있도록 첫째, 맥종별 조숙

내재해성 다수성 품종을 개발하고, 둘째 맥종용도별(식용, 맥주, 사료용) 품질 향상과 기능성 개량연구, 셋째 생력기계화 일관작업 체계확립으로 생산비를 줄일 수 있는 재배기술개발, 넷째 수확후 관리기술의 생력기계화 일관체계기술, 다섯째 적미병과 호위축병 저항성 품종개발과 검정기술 등이 중점적으로 연구되어 진다면 겨울철 유희농지를 효율적으로 이용한 식량생산이 가능할 뿐만 아니라 건강기능성 식품으로의 산업화가 가능할 것이다. 또한 찰쌀보리의 소비 촉진으로 보리농사가 쌀 재배농가와 연계함으로서 쌀 생산농가의 소득증대와 더불어 주식의 자급생산 유지에 크게 기여 할 수 있을 것이다.

2) 발작물(콩, 옥수수) 생산기술개발 방향

콩의 소비량은 매년 증가하여 90년도 1202천톤에서 99년 1,644천톤으로 크게 증가되고 있으나 재배면적과 생산량은 매년 감소추세로 87천ha에서 116천톤으로 자급률이 9.5%에 지나지 않고 90%가 외국에서 수입되고 있다. 단위면적당 콩 수량성은 약 150kg/10a으로 지난 30년간 두렷한 변화를 보이지 않으므로서 무엇보다 콩의 생산성을 높이는 것이 시급하다. 나물콩과 검정콩 등 특수콩의 자급생산 연구가 특히 강화 되어야 할 것이며 농약을 사용하지 않는 콩나물 재배기술은 건전식품 생산과 관련하여 시급한 연구과제이다.

최근에 외국으로부터 수입되는 콩이 많은 경우 제초제 저항성 인자의 형질 전환된 GMO 콩들이 수입되고 있으므로 이들의 안전성에 대한 연구도 추진되어야 한다. 그리고 발작물의 공통사항으로 생산비 절감을 위한 생력기계화 일관체계 기술연구와 더불어 밭의 기반조성을 위한 관개재배 체계 확립기술을 개발함으로써 콩의 생산을 극대화되는데 크게 기여할 것이다. 옥수수는 주로 사료용 곡물로서 거의 전량이 수입되고 있는데 소비량은 90년대 563만톤에서 배가 늘어난 약 1,000만톤이 수입되고 있으며 소비량은 축산물 수요증가로 그 수요가 계속 증가될 전망이다. 따라서 사료용 곡실 옥수수의 국내 생산은 지양하고 싸이레이지용 조사료의 자급을 위한 녹체성 다수성 품종개발이 요구된다. 또한 찰옥수수와 단옥수수는 생식용으로 이용되기 때문에 외국과 충분히 경쟁이 될 수 있는 분야이며, 냉동옥수수의 수출도 가능하므로 국내 자급생산과 수출용 규격의 상품생산 연구가 강화되어야 할 것이다. 또한 옥수수는 대부분 일대잡종 종자를 수입하여 사용하므로 수입종자의 대체를 위한 국산종자의 생산

체계 확립기술이 또한 요구된다. 옥수수도 최근 제초제 저항성이나 내병성 유전자의 형질전환된 GMO 생산물이 수입되고 있으므로 이의 안전성에 대한 연구가 시급하다

2. 향후 연구개발과제

식량작물 기술개발연구 방향은 중단기적으로는 우리농업의 자생력과 경쟁력 확보를 위한 생산비 절감 및 고품질 농산물 생산과 지역별 특화작물의 현장에 로기술 해결을 통한 국가식량의 지속적 자급생산 기반확립 및 농가소득 증대에 중점방향을 두어야 할 것이다. 그리고 중장기적으로는 세계 식량안보에 대비한 국민식량의 안정적 공급 및 환경보전을 위한 식량의 안보적 생산기능과 고품질 안정적 작물생산기술 개발을 강화함과 동시에 첨단주변과학 기술의 식량작물생산 접목 실용화 기술개발이 추진되어야 할 것이다. 이에 근거하여 주요 식량작물별 향후 연구개발과제는 다음과 같이 제안 될 수 있다.

가. 쌀

- 지역상태별 환경친화성 양질 안전 다수성 벼 품종 개발
- 쌀 수량 정체성 극복을 위한 육종 및 관련기술 개발
- 벼 잡종강세이용 일대잡종 품종개발 및 종자생산 기술확립
- 쌀 수량성 증대를 위한 생리생태 및 생산구조 분석연구
- 벼 분자 육종기술의 실용화를 위한 유용유전자 기능성 구명
- 생산비 절감 저투입 환경친화형 양질 쌀 상품성 향상
- 생력기계화 벼 수확후 관리 및 쌀 상품성 향상 기술개발
- 쌀 생산 물관리 및 시비 생력자동화 기술체계 확립
- 쌀의 부가가치 증진을 위한 가공적성 기능성 신소재 및 품종개발
- 벼 작황 조기진단 및 예측 기술의 개발
- 벼 유전자원 개발 및 야생벼 유용유전자 이용기술 개발
- 간척지 및 문제 토양 적응 품종 및 재배기술 개발
- 논 경지이용 효율증대를 위한 적응품종 개발 및 적정 작부체계 확립

- 통일후 기초식량의 지속적 자급을 위한 북부지역 적응품종 및 관련기술개발
- 쌀 수량 격차 해소를 위한 요인분석 및 실증연구

나. 밭작물

- 찰쌀보리 조숙 양질 다수성 품종개발
- 맥류 호위축병 저항성 검정기술 및 품종개발
- 맥주맥 내한 양질 다수성 품종개발 및 관련기술 개발
- 맥류 품질의 기능성 및 가공이용기술 개발
- 밭작물의 생산비절감 생력기계화 일관작업기술 개발
- 식용콩의 용도별 내재해 양질 다수성 품종 및 관련기술 개발
- 콩의 기능성 성분 향상 및 생리활성 연구
- 풋콩 양질 품종개발 및 가공이용기술 개발
- GMO 콩 성분연구 및 안전성 검정기술 개발
- 식용옥수수의 용도별 양질 내재해 다수성 품종개발
- 식용옥수수의 주년생산 및 유통기술 개발
- 싸일레이지용 후기녹체성 품종개발
- GMO 옥수수 안전성 검정기술 개발
- 잡곡류 유전자원 수집 및 보존
- 주요 전작물 유전자원 개발확대를 위한 생명공학기술 개발
- 감자의 용도별 양질 안전 다수성 품종개발
- 무병 씨감자 대량생산기술 개발
- 용도별 고구마 양질 다수성 품종 및 재배기술 개발
- 통일대비 밭작물 증산을 위한 기반기술 개발

제 2 절 특용작물

I. 특용작물의 국내외 연구동향

1. 외국의 특용작물 연구 동향

특용작물에는 종류가 매우 다양하여 모든 작물에 대한 연구동향을 전부 조사 분석하기가 어렵기 때문에 현재 국내에서 주로 재배되고 있는 주요 작물로서 참깨, 들깨, 땅콩, 유채 및 약용작물일부에 제한하여 기술하고자 한다. 참깨의 주요 연구내용을 보면, 발아의 유전적 변이 조사, seedling vigor의 유전연구, 재배종의 동위효소의 유전적 변이 그리고 유전자원의 수집과 평가에 대한 연구가 되고 있다. 재배적 측면에서는 생육과 염분과의 관계 규명에서 특히 칼륨과 무기물 흡수에 역점을 두었고, 발육하는 종자의 유립 조성성분을 분석하였다. Organic-waste compost가 생장, 수량 및 화학성분 조성에 미치는 영향을 조사 분석하였다. 참깨 품종 등록도 각 지역에서 이루어졌다. 참깨의 질적 연구에서는 종실의 단백질 분석, 잔류농약 분석, potyvirus 감염 참깨의 분자학적 특성과 interviral 유사성 및 종실의 기름에서 chlorpyrifos, quinalphos, lindane 잔류를 분석하였다. 참깨의 이용면에서는 천연 항산화제로서의 기능성을 검토하였다. 종실에서 항산화 작용을 하는 것으로 알려진 lignan (sesamin, episesamin)의 생합성과 대사 그리고 sesamin의 지질과산화 억제 효과에 대하여 많은 연구가 있었다. 볶음온도와 시간에 따른 참깨유의 추출율, 휘발성 향성분의 차이 비교에 관한 연구도 많았다. 지방을 제거한 것과 제거하지 않은 참깨가루의 기능성을 분석하는 한편 참깨 단백질을 첨가했을 때 밀가루 빵에 대한 영양, 물리성, 화학성분 및 관능특성을 조사하였다. 체세포배 형성에 대한 성장조절제의 영향을 연구한 논문도 있었다.

들깨에서는 생리적인 측면에서 생육 시기와 잎 위치에 따른 탄수화물의 이동의 차이 및 anthocyanin 3-aromatic acryltransferase의 순수 분리와 특성을 연구하였다. 분자유전학적 연구로는 오메가-3 지방산 cDNA의 cloning과 특성

연구 및 anthocyanine 생합성에 관련된 구조유전자의 cloning과 분자해석이 있었다. 들기름의 기능 연구에서는 diethyl nitrosamine 유도, hepatocarcinogenesis에 대한 억제 효과, 지질대사에 관여하는 들기름의 효과, 탈지 들깨의 arachidonate lipoxigenase의 억제 작용 및 들깨 로즈마린산의 과산화물 제거작용 등에 관한 논문이 추가 되고 있었다.

땅콩의 재배분야에서는 stale seedbed technique에 의한 잡초 억제, 땅콩과 광엽 잡초와의 광에 대한 경합, 도꼬마리와의 경합, 수경재배에서 땅콩과 고구마의 biocompatibility, 수관형태, 기계적 전지, 살균제 처리에 의한 세균성반점병의 종합 방제, 아연과 구리의 독작용에 관한 연구가 있었다. 땅콩-목화-옥수수 작부체계에 관한 연구와 수확시기에 따른 수량 변이 및 자장 반응에 의한 땅콩 성숙도를 측정하는 논문도 있었다. 수분 결핍이 땅콩 잎에 미치는 영향, 경운이 삼주벌레 경감에 미치는 영향, 꼬투리 형성기간 동안 건물 배분 패턴과 성숙기의 수량과의 관계, 석회, Co, Mo이 수량과 질소 흡수에 미치는 영향, 윤작이 땅콩 수량에 미치는 영향 등에 관해서도 연구되었다. 수확 전 aflatoxin에 오염된 땅콩의 생물학적 방제, 잘록병의 생물학적 방제 및 검은무늬병 저항성과 숙기와의 관계에 관한 연구 그리고 카드미움 축적의 중간, 종내 변이에 대한 연구가 수행되었다. 품종 개량에서는 건조에 적합한 품종 육성, agar disk technique을 이용한 줄기썩음병에 대한 저항성 계통 평가, *A. hypogaeae*와 *A. monticola* 정역교배 효율성 비교, 성숙인자로서 stress protein의 이용 가능성, 재배 종과 육성계통의 지방산과 아미노산 조성 비교, 광 주기 반응에 대한 조합능력 평가 연구가 있었고, 품종 등록이 많이 있었다. 생리분야에서는 온도와 수분 결핍이 수분 흡수 효율과 엽면적 지수에 미치는 영향, HPLC와 질량분광계를 이용하여 인지질 분자의 분리와 특성화, 발육 초기 지방 내의 호르몬의 변화에 대한 연구도 수행하였다. 유전분야에서는 단백질, 기름 함량 및 유질에 대한 상위성 발견과 종자휴면의 유전, 크고 둥근 잎 형질의 유전, 흰색무늬 종피색의 유전, 검은무늬병 저항성의 유전 변이와 유전력에 관한 연구가 있었다. *Agrobacterium tumefaciens*를 이용한 유전자 전이, bud necrosis tospovirus의 RNA 특성, 그리고 뿌리의 letin (PRA II)과 rhizobial lipopolysaccharides와의 상호작용, 5개 줄무늬 바이러스의 막단백질 유전자의 염기서열을 밝혔고, GUS-A, asp-1 유전자의 형질전환과 재생 및 형질전환체

에서 외래 유전자의 발현과 유전에 관한 연구가 되었다. RFLP와 세포유전학적으로 재배 땅콩의 기원 식물을 연구하였고, 종실의 휘발성 악취를 내는 단백질을 단리하였으며, glutamate dehydrogenase의 조절에 관해 연구되었다. 체세포배 형성에 관련된 잎의 생육 정도, 치상 시기, 유전자형 및 배지의 영향을 검토하였고, virus 제거를 위한 성장점 배양과 중간 잡종에 관해 연구하였다. 가공면에서는 팽화 땅콩의 동양인과 서양인에 대한 선호도 조사, 땅콩가루의 양계사료 첨가제, 부분탈지 땅콩으로 음료 개발에 관해 연구하였고, 땅콩의 대표적 allergen Ara h1 에 대한 열처리 효과, 춘작과 후작에서 붉은땅콩의 냄새와 성분조성 비교, 종실에서 비린 냄새 관련 단백질 특성 조사, 땅콩버터의 휘발성 냄새물질에 관한 연구가 있었다. 저장과 관련하여 자동 공기 순환에 의한 저장방법 고안, 성숙과 건조과정 중에 glycolytic 효소의 변화 및 종실 개개의 aflatoxin 감염 조사법 등이 발표되었다.

유채의 재배관계에서는 질소 비료의 경제성 분석, 파종 시기와 파종량이 농업형질에 미치는 영향 그리고 길항성 작물로서 유채의 잡초방제 효과에 관해 보고되었다. 품종 개량에서는 *B. napus*와 *B. juncea* 종간 잡종으로 blackleg (*Leptosphaeria maculans*) 저항성 계통을 선발하였고, 원형질융합으로 저리놀렌산 유채 품종을 육성하였다. 리놀렌산 함량이 상이한 복반수체의 수량성, 내한성 유채 품종 육성, 항충성을 전이시킨 형질전환 유채의 적응성 등을 검토하였다. 생리분야에서는 저리놀렌산 유채의 발육기간 동안 지방산 조성에 미치는 온도의 영향, 유채 알부민 구조에 영향하는 온도와 산의 영향, 근 적외선 분광계에 의한 자연상태의 종자에서 지방산 조성 측정, 유채 글로불린이 anilinonaphthalene-8-sulfonate에 결합할 때 산도의 영향, 전자파와 증기 가열이 리파아제 작용과 미세구조에 미치는 영향 및 발효가 탈지 유채박의 조성 변화에 미치는 실험을 수행하였다. 유전분야에서는 cytochrome c 생물학적 발생에 관여하는 미토콘드리아 유전자 *ccb206*에 관한 연구, 유전자 변형이 미세 조성성분 분포에 미치는 영향, 18년간 저장과 재생 후의 표현형과 유전자형의 변이성, 리놀산과 어르스산 관련 분자마커 개발, 단간 유전자의 분자탐침을 위한 sequence characterized amplified region의 개발, light leaf spot (*Pyrenopeziza brassicae*) 포장저항성의 QTL분석, 화분에 적정 유전자 삽입으로 임성인 형질전환체 획득, 황색 종피 유채의 유전연구, 지방산 조성이 변형

된 돌연변이체에 관해 보고되었다. 공업적인 면에서 디젤유 대용으로 유채유의 특성비교, 윤활유로의 이용, 건조와 가열용 유채유 사용 버너 개발, 유압유(hydraulic fluid)로서 고어르산 유채유의 기능성 분석 등이 있었다. 유채유의 산화억제 효과, 한국산 잔디의 뿌리 생장과 양분 흡수에 미치는 유채박의 영향, 유채박이 포도바구미 유충에 미치는 영향 및 천연 살충제로서 유채박의 효과 등을 연구하였다. 가공면에서는 양계 사료, 물고기 사료, 돼지 사료로서 유채 종실, 양 사료(grass silage), 지방산과 유분 함량의 비파괴 검사, 유채유의 튀김 특성, 유채유의 산화 특성, 탈지 유채 단백질의 특성, 유채박의 폐놀함량 감소 방법, 제과용 지방 생산의 기초 재료로서 고올레산 유채유 품종 육성, 유채 탄닌의 단백질 침전 효과, 유채유 안정성에 대한 엽록소의 영향 등에 관해 보고되었다.

약용작물에서는 향 말라리아 성분에 미치는 쑥의 수확 시기에 대한 연구가 있었다. 차나무의 재배 면에서는 토양 산도가 차 잎의 알루미늄 함량에 미치는 영향, Na와 Mg가 차잎의 품질에 미치는 영향이 연구되었다. 중국에서는 selenium 함량이 높은 차를 생산하였다. 생리면에서는 광합성과 산물의 분배와 잎 생산량, lipoxigenase의 생성과 분포, 카페인 생합성에 관련된 N-3 methyl-transferase의 세포 내의 위치 결정, 차 잎에서 polyphenol oxidase 단리와 특성 분석, Na와 Mg, S가 차 잎의 아미노산 함량에 미치는 영향, 차 잎에서 카페인과 purine alkaloids의 대사연구, 지베렐린이 차의 조성 성분과 품질에 미치는 영향 등이 보고되었다. 조직배양 면에서 thidiazuron을 이용한 차나무의 미세 번식, 직접 체세포배 형성 및 캘러스 배양에 관한 연구가 있었다. 차의 기능성에 대한 연구로서 녹차 추출물 catechin의 항산화 및 장암에 대한 효과 등에 대해 연구되었고, 차 폐기 잎으로 만든 합판의 생물학적, 물리적 및 기계적 특성에 대해 보고되었다.

2. 국내 특용작물의 연구 동향

참깨 품종 육성 연구는 계속적으로 진행되고 있다. 특히 기계화 재배를 위한 무피복 재배 시 저온에서 발아율이 높은 품종과 내탈립 품종을 육성하는 노력이 뚜렷하며, 이와 관련하여 유전자원을 광범위하게 수집하여 연구하고 있다.

대단위 재배를 위한 컴바인에 적응한 유한형 품종 육성을 위해 노력하고 있다. 재배 면에서는 생력 기계화 일관체계 연구와 더불어 과립 종자를 생산하여 재배에 실용화를 촉진하고 있다. 한편 단기 윤작이 참깨 생육, 수량, 무기양분 흡수에 미치는 영향에 관한 연구가 보고되었다. 참깨의 성분을 NIR을 이용하여 신속히 검정한 결과와 더불어 항 산화 성분의 항 산화 효과를 구명하였다. 또한 수집된 유전자원에 대해 토코페롤 함량을 분석하였다. 들깨 품종 육성도 계속되고 있다. 최근에는 용도별로 품종을 육성하고자 노력하고 있으며, 일장둔 감형 변이계통을 육성하여 품종 육종의 효율을 높이고자 하였다. 작부체계를 개선하는 동시 기계화 재배의 일관체계를 연구하고 있다. 한편 잎들깨의 주년 생산에 관한 연구가 있었다. NIR를 이용하여 들깨 주요 성분을 신속히 분석하며 들깨 유전자원별 토코페롤 함량 분석 보고가 있었다. 조직배양으로 반수체 변이체를 이용하여 잎들깨 품종을 육성하고 있었다.

땅콩에서는 내재해와 용도별 품종 육성이 계속되고 있으며, 돌연변이를 이용하여 유용 계통을 양성하고 있었다. 특히 풋땅콩용 품종 육성과 수확 적기에 관해 시험하였다. 재배 면에서는 기계화 생력재배 연구와 동시에 이와 관련된 무피복 재배 시험과 저온 발아와 생육 특성에 대해 연구하였다. 유채에서는 양질 다수성 품종 육성이 계속되고 있으며 특히 조숙 관상 종실겸용 “탐미유채”가 육성 보고되었다. 유채 엽록체 DNA로부터 자기복제개시점(ARS) 분리에 관한 논문이 있었다.

기타 공예작물로는 목화 조숙 다수성 품종 ‘목포 8호’가 육성되었고, 왕골에서는 산과 상자육묘시 적정 파종 량과 육묘 일수와 비닐하우스 재배, 적정 재식거리 및 본 수에 관한 연구가 보고되었다. 염료작물인 쪽에서 답리작 정식 시기별 재식거리가 잎 수량에 미치는 영향에 대한 연구와 차나무 종자 배의 급속 동결보존 방법에 관한 논문이 있었다. 구약감자 재배기술과 고추냉이 재배 적지와 재배법 개선 및 재배 조건에 따른 신미성분 함량 변이에 대한 연구가 있었다.

약용작물 분야에서는 46종 이상 식물에서 연구 보고되고 있다. 가시오갈피의 재배 면에서는 지대별 생육 환경이 물질생산에 미치는 영향, 자생지의 생육 환경에 관한 연구가, 번식 면에서는 접목에 의한 대량 증식과 생육, 유효성분에 미치는 영향, 채종에 관한 연구 등이 수행되었다. 한편 가시오갈피 식물의 형

태의 비교, RAPD 비교 분석이 이루어졌고, 미숙배 배양과 가공식품 개발에 대해 보고되었다. 감초에서는 종류별 생육 특성 및 글리시리진과 유리당 함량 분석을 하였으며 항균활성물질 분리와 구조를 동정하였다. 결명자의 재식밀도가 생육과 수량에 미치는 영향과 양질 다수성 “명윤결명”이 육성되었다. 열처리, 볶음온도가 화학성분과 추출물의 성분에 미치는 가공특성을 연구하였다.

구기자의 재배 면에서는 비가림 재배기술, 피복효과 구명, 재배적지 선정, 시비시험, 생력재배 및 수확방법, 삼식기 구명 등이 이루어졌고, 탄저병, 병해충, 흰가루병에 대해 연구하였다. 가공 면에서는 볶음온도에 따른 추출물의 이화학 적 특성, 건조방법이 품질에 미치는 영향과 구기자주, 구기자 국수, 구기자 부산물의 이용에 대한 연구도 있었다. RAPD에 의한 구기자의 분류와 rol C 유전자 도입 등에 관한 논문도 발표되었다. 대황의 항균활성물질 동정과 재배법이 연구되었다. 더덕(양유)의 재배에서는 생력파종 등 재배기술, 야생종과 재배 더덕이 재배 장소에 따른 생육과 향기 성분에 미치는 영향, 차광과 유기물이 향기 성분에 미치는 영향, 적정 시비법에 관해 연구되었고 우량 품종 육성이 진행되고 있다. 더덕 추출물의 효능이 보고되었고, 건조 가공기술도 이루어지고 있었다. 등굴레에서는 휴면과 발아를 포함한 재배기술, 늦등굴레와 선등굴레를 발견하였고, 혈당과 지질 과산화에 대한 영향을 분석하였다.

만삼의 재배기술에 대해 연구하였다. 맥문동의 재배에서는 시비방법, 차광과 재배지가 생육에 미치는 영향과 수확 시기를 구명하였다. 조직배양에 의한 식물체 재생과 정단배양에 의한 증식기술 그리고 지표물질 분리와 효능 및 배수성과 기원식물 탐색 연구가 보고되었다. 재배 환경이 반하의 생육과 수량에 미치는 영향, 양질 다수성인 ‘식방풍 1호’가 육성되었고 시비와 피복이 수량과 품질에 미치는 영향이 연구되었다. 배초향에서는 유전자원의 수집과 순계분리, 수확시기별 생육과 정유 함량과의 관계, 추출물의 활성성분 등에 대해 보고되었다. 양질 다수성인 백지 1호가 육성 보급되었고, 유기물 시용의 효과 및 항경련 활성물질이 분리되었다. 백출의 재배와 표준화 연구가 진행되고 있고, 백하수오의 적정 파종기를 포함한 재배기술과 가공 방법이 보고되었다. 삼주(백출)의 재배법 확립 시험과 표준화 연구 및 역병 발생 조사 등이 있었다. 복령에서는 최적 재배지의 토양 조건, 계통 선발, 인공재배 기술, 재배법 개선 및 건조 방법 등이 보고되었다. 부자에서는 기내증식 기술과 재배기술이 확립되었

다. 산수유에서는 자생종을 수집하여 선발, 약배양, 재배 적지 및 가공 기술에 대해 연구하였다.

산약(마)의 재배 면에서는 네트지주 재배법, 생력화 양액재배, 부정아 유도과 영여자 기내 생산, 관수 시기, 병충방제, 성장점 배양 등이 연구되었고 건조 방법과 산약주 및 고품차를 개발하였다. 삼백초에서는 종근 번식과 재배기술 및 향기성분과 정유 함량에 대해 보고되었다. 삼지구엽초(음양곽)에서는 자생지의 환경 특성, 수집 선발과 재배기술, 기내 대량증식 및 가공식품 개발에 대한 연구가 있었다. 세신의 재배기술과 생리활성물질 분리 연구가 있었다. 생열귀에서는 번식과 재배기술, 가공기술 및 관상 화훼로의 개발 연구가 되고 있었다. 시호의 재배 면에서는 파종적기 구명, 종자 발아 특성, 재식밀도, 비닐피복 재배, 체세포배 형성과 식물체 재생, 조직배양 묘와 배양식물의 종자를 이용한 프러그묘 생산 등이 연구되었고, 양질 다수성 “장수시호”가 육성되었다. 사이코사포닌 함량 분석법과 이의 효능 실험이 수행되었다. 아마란스에서는 파종기와 재식밀도, 진분특성 및 종실의 스쿠알렌 동정과 효과에 관한 연구가 있었다.

인삼의 품종연구에서는 우수 계통 KG 101이 육성되었고, 직파재배에서 파종 밀도가 생육과 수량에 미치는 영향, 입간 재배기술, 묘삼의 이식 각도가 체형 및 생육에 미치는 영향, 답전유환 재배기술, 저온기간이 개갑 인삼종자 내의 사이토키닌과 지베렐린 함량 변화에 미치는 영향, CA 및 MA 저장기능, 제초제에 관한 연구, 광 반응과 호흡에 미치는 잎 온도의 영향, 인삼 선별의 자동화 등이 보고되었다. 미국삼과 고려삼의 형질과 성분 비교, 연근별 인삼 추출물의 사포닌 함량, 물리성, 색도 변화에 대해 보고되었다. 적변삼의 화학적 성분 및 근부병과 연관관계, 발생기작에 대해 연구되었다. 건조 면에서 건조와 품질 자동평가 기술개발, 수삼의 마이크로파 진공 건조가 사포닌 조성 및 미세 구조에 미치는 영향 등이 보고되었다. 조직배양에서는 신초 형성과 사포닌 함량과의 관계, 체세포배와 기관 분화, 모상근의 대량배양에 관해 연구되었다. 많은 연구 논문이 인삼과 약리 효능에 관한 것이었는데 발기부전 치료효과, 항암 작용, 기억력 증진효과, 세포 신호전달에 미치는 영향, 방사선 반응효과, 공간 인지능에 대한 영향, 골다공증에 대한 효과, 비 사포닌 분획의 생리작용 등에 대해 연구가 수행되었다.

오미자 재배에서는 재배적지 설정, 접목기술 개발, RAPD를 이용하여 자용

동주와 자웅이주 식물의 동정, 안전 다수확 재배기술 개발이 있었고, 오미자 표준품종 육성 연구가 계속되고 있었다. 오미자 추출물의 고지혈증, 병원미생물에 대한 항균효과, 항경련 물질 분리에 관해 보고되었다. 용담은 절화식물 개발을 위해 적정 재배작형, 병충방제, 자생지 생태적 특성조사, 자생 용담의 번식기술, 기내증식, 조기 절화재배 기술에 대해 연구되었고 고랭지 재배기술도 보고되었다. 울무 재배에서는 건담 및 담수 논 재배기술, 생력 기계화 재배기술, 질소 시비량, 비닐피복 효과, 간단관수 효과와 파종 적기와 재식밀도에 관해 연구되었고 잎마름병, 조명나방 저항성에 대해 보고되었다. 품종으로서는 내병, 조숙, 대립 다수성인 “밀양울무”와 내병, 대립, 내도복, 다수성인 “대청울무”가 육성되었다. 울무 생리활성물질 분리와 효능에 대해 연구하였다. 가공면에서는 건조와 저장기술, 울무 flake 제조, 울무누룩 제조, 울무 술, 울무 냉면, 울무 요구르트 제조에 관해 보고되었다. 잇꽃(홍화) 재배에서는 파종기와 재식밀도, 피복재배시 질소 시비량, 수확시기, 하우스 재배에 대하여 연구되었고 품종 육성이 계속되고 있다. 잇꽃 추출물의 효과에 관한 보고도 있었다.

작약의 재배 면에서는 개화촉진 연구, 간작재배와 선충 밀도와의 관계, 재배년수에 따른 근수량 및 paeoniflorin 함량 변화, 축성 절화재배 기술, 연작장해 대책기술, 재배 년수와 재식거리 구멍, 수확시기 및 건조 방법에 따른 약근의 특성, 비닐피복 재배, 분주묘 크기에 따른 생육과 품질에 관해 보고되었다. 내병 양질 다수성 “태백작약”과 “사곡작약”이 육성되었고, 약재와 화훼 겸용종 개발을 시도하였으며 영양계 분리와 교잡육종법으로 우수 계통을 육성하고 있었다. 약배양, 경정배양, 체세포배 형성에 관해서도 연구되었다. 건조 방법에 따른 건조 소요 일수와 성분 변화, 생력화 가공기술에 대한 연구가 되고 있었다. 잔대(사삼) 재배에서는 발아 특성, 입묘율 향상기술, 시비방법 등에 대해 보고되었고 품종 육성과 가공기술에 대해서도 연구되고 있었다. 쥐오줌풀(길초근)에서는 광도, 온도, 시비, 토양 수분이 쥐오줌풀의 생육과 수량에 미치는 영향에 대해서, 지모에서는 우량 계통 육성과 재배기술 및 유효 성분에 관해 보고되었다.

지황의 재배 면에서는 복토깊이가 생육과 품질에 미치는 영향, 종근의 굵기와 길이가 수량에 미치는 영향, 습해와 한해 경감기술, 생력재배 기술, 피복재배 기술, 적정 시비량에 대해 연구보고 되었다. 다수성 “지황1호”가 육성되었

으며 최근 다수성 품종 육성이 계속되고 있다. 직접 체세포배 형성에 관여하는 요인실험, 정단 및 마디조직 배양, 성장점 배양, 생물반응기를 이용한 종묘 증식과 순화, 엽절편 배양과 식물체 재생 등의 연구가 활발하게 이루어졌다. 국내산 견지황과 숙지황의 생리활성을 비교하였고 건강 보조식품 개발 연구가 진행되고 있었다. 차나무에서는 RAPD에 의한 자생 차나무의 유연 관계가 밝혀졌고 재배 면에서는 삼목시 발근율 향상, 동·상해 경감기술, 병 방제기술, 채종시기와 파종방법, 적정 시비량, 전지 시기와 정도에 대한 연구가 보고되었다. 차나무 종자 배의 동결보존과 항암 효과에 관해 연구되고 있다.

참당귀 재배에서는 파종량과 묘 특성 관계, 발아에 관여하는 광, 온도의 영향, 중·산간지대에서 화성억제 연구, 추대억제 기술, 직파재배 기술 등에 대해 연구되었고, 일당귀에서는 추대 반응 구멍과 재배법에 관해 보고되었다. 당귀 표준품종 육성은 계속되고 있다. 참당귀의 건조 방법과 참당귀와 일당귀의 생리활성성분 비교시험이 있었다. 천궁의 재배에서는 정식 시기와 생육, 수량 및 품질과의 관계, 비닐피복 재배, 토양 수분의 영향, 완효성 비료 시험, 연작 장애 경감기술, 피경 비대 관수 적기 구멍, 줄기 삼식기술 등이 연구되었고, 표준품종 육성은 계속되고 있다. 체세포배의 동조화, 조직배양 묘의 포장순화에 관해 보고되었고, 가공면에서는 향기 성분 분석과 저장 기간의 영향 및 건강 보조식품 개발에 대해 연구가 되고 있었다.

천마의 재배에서는 우수 뽕나무버섯균 선발, 천마버섯균의 수집과 우량종 제조, 시설하우스 재배기술, 천마의 유자마 생산을 위한 종자번식 및 인공재배 시험이 수행되었다. 천마의 성분과 기능성 조사, 저장방법 및 가공기술 개발, 건조방법과 성분 변화에 대해 보고되었다. 초롱담의 번식과 재배기술 및 우량계통 선발 시험이 수행되었다. 치커리에서는 수확시기, 저장방법, 과립차 제조, 추출물로부터 inulo 올리고당 생산 등에 관한 보고가 있었다. 택사에서는 시비량과 수량 및 alisol-B monoacetate 함량과의 관계, 정식깊이, 생력 재배기술에 관해 보고되었다. 패모에서는 파종기, 재식밀도 비료 종류, 복토깊이 및 종구크기와 수량과의 관계, 재배 년수와 생육 및 수량과의 관계, 피복재료의 효과 등에 대해 보고되었다.

현삼에서는 재배기술과 가공기술 및 직접 체세포배 형성에 대해 연구되었다. 황기의 재배 면에서는 재식거리가 수확 년차별 생육과 수량과의 관계, 기계 채

중시 적정 재식밀도와 생력효과, 습해와 한해 경감기술, 안전 다수확 생력재배, 수확시기가 생육과 근 수량에 미치는 영향, 적심 시기와 방법, 석회 시용의 효과, 씨비닐 재배시 파종기와 재식밀도, 경운심도 및 휴고가 수량과 품질에 미치는 영향, 근비대와 예취 횟수, 시들음병 방제 등에 대해 보고되었다. 황기 표준품종 육성도 계속되고 있다. 종자에서 천연 항진균성 단백질 분리 및 육계의 육질에 미치는 황기 급여의 효과에 대해 연구하였다. 유효성분 분석과 표준 엑스시료 재료에 관해서도 실험하였다. 황금에서는 파종기, 피복재료, 적정 시비, 추비 방법이 생육과 수량에 미치는 영향을 조사하였고 황정의 재배기술이 연구되고 있었다.

버섯분야의 느타리버섯 연구에서는 고온성 “사철느타리버섯 2호”, 초고온 “여름 느타리버섯 2호”, 저온성 “원형느타리버섯 3호”가 육성되었고 황기짚과 울무짚을 이용한 느타리버섯 재배기술이 연구되었다. 목질진흠버섯 균사체의 액체배양, 노루궁뎅이버섯 재배법, 포장재료에 따른 생버섯의 선도 유지, 활성물질 처리에 의한 상온에서 버섯 선도 유지 기술개발, 흰목이버섯 및 공생균이 분비하는 xylanase 효소 특성, ribosomal DNA 및 RAPD 분석에 의한 팽나무버섯의 유연관계에 대한 연구가 있었다.

3. 국외 대비 국내 연구수준 비교

연구의 양적 비교를 보면, 국외 연구논문 수는 1998년과 1999년도에 보고된 것으로 참깨 55건, 들깨 21건, 유채 215건, 땅콩 348건, 차나무 52건, 공예작물 87건 약용작물 19건에 비해 국내의 1995년부터 1999년까지의 논문 수는 참깨 299건, 들깨 227건, 유채 99건, 땅콩 199건, 차나무 44건, 공예작물 80건, 약용작물 1029건이다. 국외의 경우 2년 안에 유채와 땅콩에 관한 논문은 5년간의 국내 연구의 2배 정도 많아, 이 두 작물에 연구가 집중되고 있음을 알 수 있다. 반면 참깨와 들깨 및 약용작물 연구는 국내에서 월등히 많아 역시 우리나라의 고유 중요 작물임을 증명해주고 있다. 특히 약용작물은 동양권 중에서도 우리나라에서 집중적으로 연구되고 있음을 보여주고 있다.

연구 내용과 연구 수준에서 먼저 참깨의 연구 내용을 보면, 국내외적으로 유전자원의 수집 평가, 재배실험, 품종육성, 성분분석, 항산화제로의 이용, 향성분

연구는 공통적으로 수행하고 있다. 국외에서는 발아성의 유전연구, 재배종 참깨의 등위효소 변이 조사, 종자의 유립 조성, 잔류농약 분석, 제빵 등에 관한 연구는 국내보다 관심을 많이 가진 것으로 생각되고 따라서 연구 수준도 높은 것으로 파악된다. 반면 우리 나라는 생력 기계화재배를 위한 무피복 재배와 관련된 저온발아성, 과립종자, 기계화 적응 내탈립 품종 육성 등이 외국과는 다른 연구 영역이다. 따라서 이 분야 연구는 우리 나라 연구 수준이 상대적으로 높다고 판단된다.

들깨에서는 성분분석과 오메가-3 지방산 연구는 공통적이거나 외국의 경우는 탄수화물의 대사, 향기성분 분석, 색소 생산, 들기름의 효능 등에 역점을 두는 반면 우리 나라는 용도별 품종 육성과 기계화 생력재배 및 잎들깨 재배가 독특한 연구 영역으로 되고 있다. 우리 나라의 땅콩 연구는 용도별 품종육성, 기계화 생력재배를 위한 무피복 재배와 저온발아성 및 풋땅콩 품종육성이 주된 연구로 외국의 경우와는 다른 연구 영역을 다루고 있다. 외국에서는 재배방식에 따른 잡초 억제와 잡초와의 경합, 기계적 전지로 수관 조절, 협 형성기간 동안 물질 배분, aflatoxin 문제, 온도와 수분의 생리, 형질전환, 팽화땅콩 제조, 땅콩가루의 양계 사료에 첨가, 부분탈지 땅콩의 음료 개발, 땅콩버터의 악취 제거, 저장방법, 종간 교잡 등의 연구는 우리 나라의 연구와는 다른 영역을 이루고 있다. 주요작물이기 때문에 연구 분야도 넓고 결과도 많이 있다.

우리 나라에서 유채 연구는 현재 재배가 제주도에 제한되어 있는 관계로 적극적인 연구가 되지 못하고 있다. 양질 다수성 품종 육성이 계속되고 있는 가운데 조숙 관상종실용 “탐미유채”가 육성되었고, DNA로부터 자기복제개시점 분리에 관한 논문이 보고되고 있다. 이에 반하여 외국에서는 광범위한 영역에서 많은 논문이 발표되고 있다. 재배 면에서는 파종시기와 파종량, 질소비료의 경제성 분석, 길항성 작물을 이용한 잡초 방제 연구가, 육종 면에서는 종간교잡에 의한 저항성 품종육종, 복반수체 이용, 내한성 유채 육성 및 항충성 유전자의 형질전환에 관한 연구가 수행되고 있었다. 생리 면에서는 지방산, 단백질, 리파아제 등 효소 관련 연구가 있었다. 유전관련 연구는 cytochrome c 의 생물학적 생성, 분자마커 개발, QTL분석, 원형질 융합, 유전자 변형과 성분조성 변화 등이 있다. 이용 면에서는 디젤유 대용, 윤활유로서의 이용 가능성, 고어르스산 유채유, seed cake compost의 한국산 잔디의 뿌리 생장에 미치는 영향,

양계, 돼지, 물고기의 사료, 유채유의 튀김특성, 고올레산 유채유의 제과용 지방의 대응, 유채 탄닌의 단백질 침전효과 등에 대하여 연구하고 있었다. 유채유는 세계적으로 중요한 기름작물이기 때문에 연구의 범위와 질도 당연히 우수할 수밖에 없다고 생각된다.

약용작물에서는 향말라리아와 관련된 속에 관한 논문이 보고되었다. 국내에서는 46종 이상의 약용작물과 약용식물에서 폭넓게 연구되고 있었다. 약용작물의 연구 내용은 양질 다수성 품종육성, 표준 재배법, 추출물의 지표성분 분석 및 가공제품 개발로 대별될 수 있다. 보고된 육성품종은 태백작약, 사곡작약, 시호 1호, 밀양울무, 백지 1호, 식방풍 1호, 백지 1호, 장수시호, 밀양울무, 대청울무, 지황 1호, 사철느타리버섯 2호, 여름느타리버섯 2호, 원형느타리버섯 3호, 인삼 KG101, 내추대성 만추당귀 등이다. 재배 면에서는 번식기술, 파종시기, 파종량, 파종밀도 및 시비방법, 수확시기, 건조방법, 채종 기술, 생력 재배기술, 추대 억제기술, 병 방제 등에 관해 깊게 연구되었다. 유효성분 추출과 이를 이용하는 연구도 병행되고 있었으며 연구 범위와 내용 및 질적인 우수성을 나타내고 있다.

우리 나라의 차나무 연구는 시작단계로서 차나무의 유연관계, 동·상해 경감, 종자 발아, 삽목, 시비량 등 재배의 기초연구가 수행되고 있으며 일부 항암효과에 관한 연구가 시작되고 있다. 외국에서는 재배지의 토양, 광합성과 산물 분배, 카페인 생합성과 대사, 차잎의 성분에 영향을 주는 요인 분석 등 주로 품질에 관련된 연구가 깊이 진행되고 있는 것이 우리 나 차 연구와 차이점이라고 생각된다. 또한 고 selenium차를 개발하거나 차폐기물의 이용도 우리와는 다른 연구 영역이다. 조직배양을 통한 미세 번식과 직접 체세포배 형성 등 조직배양도 앞서가고 있다.

II. 특용작물분야의 연구성과 및 파급효과

1. 특용작물분야의 연구성과 분석

특용작물분야는 농림기술개발사업에 의해 10개 과제가 선정되어 계획대로

연구가 수행되었다. 연구 대상 작물로는 백출, 지황, 천마, 구기자, 마, 인삼, 대마, 잎들깨, 차나무 및 견 소재 개발이었으며 현장애로 9건 침단 1건이었다.

주요 수입 생약재 품질평가 및 자급 생산 기술개발의 연구 결과, 중국백출은 국내백출과 성분이 비슷하고 효능도 동등하거나 우수하여 백출 약재로 사용할 수 있음을 밝혔고, 중국종 지황과 국내 재래종이 동일한 식물이나 중국지황은 국내산보다 수량이 많았다. 이 결과로 중국백출과 지황은 국내 자생종과 기원 식물, 효능에 차이가 없는 반면 수량이 높아 수입대체를 위한 국내에서 재배 생산하는 기술을 확립하는 성과를 가져왔다. 섬유작물 가공 초생력화 생물공정 개발 연구결과는 섬유작물의 표피조직을 분해할 수 있는 균주를 선발하였고, 간단한 시설로 섬유를 뽑아낼 수 있음을 확인하였다. 유전자재조합 기법으로 야생 균주를 개량하였다. 따라서 섬유 채취에 야생 균주와 개량 균주를 모두 사용할 수 있는 결과를 얻었음은 물론 섬유 이외의 부산물은 화학약품이 사용되지 않아 액비로 사용이 가능하였다. 이 결과 섬유 표피조직에서 섬유를 쉽게 친환경적으로 분리할 수 있게 되었다.

시설하우스 고소득 천마 재배기술 개발 연구에서는 노지나 터널재배보다 하우스 재배시 수량이 월등히 증가되었을 뿐만 아니라 하우스 재배는 한발, 우기 시 토양습도 유지, 부직포의 차광재배로 잡초 발생을 억제하는 효과도 있었다. 또한 하우스 재배시는 성마 비율이 높아 상품율이 높았다. 군사 활착 정도는 완성목이 100%로 가장 양호하였다. 이 결과는 천마 재배는 앞으로 하우스 재배로 가는 것이 노력 절감과 성마 비율을 높이는 방법이라는 것을 제시하고 있다. 낙동강 유역 잎들깨 품질과 생산성 제고 및 생력화를 위한 기술개발 연구에서는 잎들깨 재배시 적정 질소 시용량을 결정하였으며 수집종 중에서 우수 계통과 종을 선발할 수 있었다. 잣빛곰팡이병과 잎마름병균 및 균핵병균의 억제 효과가 높은 균주를 선발하였다. 또한 수경재배시 양액 조성파 적정 산도를 결정하여 잎들깨 재배의 기본 요건을 확립하였다.

임묘, 내환경 및 부가가치 증진을 위한 광 이용 종자처리기술 개발 연구에서는 박의 종피 연화는 아세톤에 60분간 처리가 효과적임을 밝혔고, 파종 전 박종자는 연화시킨 종자를 세척하여 7일 동안 저온 처리한 후 35℃에 12시간 적색 광을 조사하면서 건조하는 것이 최적 조건임을 구명하였다. 멜론은 1.0mM GA₃ 에 6시간 침지한 후 7일간 저온 처리를 한 후 35℃에 6시간 적색 광을

조사하면서 건조하는 것이 최적 종자처리 조건이었다. 이와 같이 종피 연화와 종자처리 모형 과정을 통과한 종자는 발아실을 이용하는 육묘방법보다 육묘 출현이 향상, 촉진되어 육묘의 균일도가 높아졌다.

지공해 구기자 생산을 위한 비가림 재배 및 가공기술과 시장 개척 전략연구 결과 탄저병과 흑응애에 저항성이면서 수량이 높은 “청양 1호”를 육성하였다. 비가림 재배의 적정 규모는 200평 단동이 경제적이었으며, 참깨복음구기자, 들깨피복구기자 및 생구기자 껌을 개발하였다. 내병성인 청양 1호 구기자를 비가림 재배하면 좋은 가격에 출하 할 수 있어 소득 증대에 기여하였다. 그러나 구기자 단독 재해보다는 식품의 첨가제로 쓸 수 있는 가공품 개발을 통해 판로 확대를 기하는 것이 보다 필요함을 지적하고 있다.

세계 주요시장 공략을 위한 고려인삼 신제품 개발 및 수출 마케팅 전략에 관한 연구에서는 인삼성분을 이용하여 기능성 음료 제조 기술을 확립하였고, 인삼음료의 수출 확대에 인삼 수요 창출에 따른 농가 소득에 기여할 수 있었다. 특히 일본 시장용 고려인삼 신제품 개발 및 수출 마케팅 전략의 수립은 재배삼의 수요를 늘려 재배 농가의 수익 증대에 기여할 수 있을 것이다. 차나무의 품종화 및 우량 품종의 보급을 위한 세포 및 분자적 연구 결과는 국내 수집 46종과 일본도입 24종을 수집하여 화학성분을 분석한 결과 theanine, arginine, 유리당, 아스코르빈산(비타민 C)과 토코페롤 함량은 국내종이 일본종보다 많았으나 전 flavonol류는 일본종에서 높았다. 이 결과는 우리 고유 차의 개발 가능성을 제시하고 있다. RAPD와 주성분 분석을 한 결과 한국 야생차 집단과 일본 품종간에 긴밀한 유전적 관계가 밝혀졌다.

단마 무분기 양질 다수성 신제품 육성 및 저장·가공 이용법 개발 연구에서는 수집종 중에서 일본 장마의 수량성이 높았으나 안동 1호는 탄저병과 내충성을 가지면서 상품 마의 비율이 높았다. 철재 파이프네트(I형 지주)를 설치하는 것이 장마나 단마의 수량이 증가되었으며 기계화 일관작업에서도 수량이 증가되었다. 마는 1℃, 습도 95% 또는 5℃, 습도 80%에서 장기 저장이 가능함을 밝혔고 진공동결건조가 가공에 유리하였다. 이 결과는 마의 우수 계통을 생력 지주와 기계화 일관작업체계를 확립하여 마 재배 효율을 높일 수 있었고 적절한 장기 저장과 건조 방법도 아울러 구명되었다. 고급 건조재 개발을 위한 원료 건의 분광학적 특성 연구에서는 특수 형광 전용 신제품(청색 형광 건 8

계통, 황색 형광 견 5계통) 육성으로 고급 생사를 제조할 수 있게 하였고, 생사와 견직물의 품질관리로 사용될 수 있는 분광학적 특성을 구명하였다. 천연 색소 농축형 집누에 자원 검색과 신품종 “황금잠”을 육성하였다.

2. 연구 성과가 농업에 미친 파급효과

가. 농가 소득 향상 측면

지원된 과제들의 연구 결과 농가 소득 향상에 크게 기여하고 있는 것으로 분석되었다. 수량성과 효능이 우수한 중국 도입 백출과 지황의 재배기술 보급으로 단위 면적당 기존대비 약 400% 증수되어 수익율이 크게 높아졌다. 대마의 제마 과정에서 연구 개발된 미생물 균주를 사용함으로써 제마 노력을 70% 이상 절감하여 수익성을 높여주었다. 천마의 하우스 재배기술 개발로 27 농가에서 4 ha로 재배면적이 확대되었을 뿐만 아니라 수량 증가와 노동력 절감으로 농가 소득 향상에 기여하였다. 낙동강 유역의 잇들깨 생산 농가는 새로운 비배관리, 병 예방 등 새로운 재배기술로 생산비를 줄여 소득 증대에 연결될 수 있었다. 구기자 청양 1호의 육성과 비가림 재배로 생산성이 99% 향상되었을 뿐만 아니라 탄저병의 이병이 거의 없었고 또한 구기자 잼 등의 가공으로 소비를 촉진하여 수요가 늘었으며 결과적으로 농가의 소득율이 크게 높아졌다.

차나무 개발 연구로 녹돈, 녹우, 녹계 사육으로 농가 소득이 20% 증가되었으며, 하우스 재배로 재배 한계선을 넓힐 수 있었다. 단마의 생력 지주재배 방법과 저온저장 조건을 구명하여 수량을 210% 향상시켰고, 단괴형으로의 개선으로 수확 비용을 780시간/a에서 118시간/a로 대폭 절감하였을 뿐만 아니라 분기형을 무분기형으로 개선하여 상품성을 제고함으로써 해서 생산비를 낮추고 또한 출하시기를 조정할 수 있어 상대적으로 고가에 판매할 수 있었다. 고급 견소재 개발을 통해 고급 특수 견소재를 생산할 수 있을 뿐만 아니라 부산물의 이용 증대로 농가의 수익성이 증가될 수 있었다.

나. 학문 및 연구환경 측면

이번 지원 10 과제는 주로 현장애로 기술과 관련된 것이지만 국외 2편, 국내

19편의 논문이 학술지에 발표되어, 연구 개발된 결과들은 직·간접적으로 관련 분야 학문 발전에 기여하였다고 본다. 이러한 기술 등은 신문(35회)과 TV(8회)에 소개되어 일반인 등의 관심을 유발시키는 동기 부여와 더불어 이러한 연구들의 중요성을 재인식시키는 계기가 되었다. 또한 많은 회수에 걸쳐 농민과 관련 분야 종사자에게 교육을 실시함으로써, 새로운 재배법을 배우고, 이것을 경험으로 다른 작물 재배에도 응용할 수 있는 능력을 길러주었다고 판단된다.

이번 연구로 특허를 출원하였거나 등록한 것을 보면, 장마를 이용한 단마지의 제조방법(제 660765호, 1997. 12. 1), 산약(마)을 이용한 약주의 제조방법(제 66077호, 1997. 12. 1), 과립마(산약)차의 제조방법(제 66078호, 1997. 12. 1), 신평종 구기자 개발(1997. 12. 26 등록), 구기자 짬 가공기술(특허 제 182997호, 1998. 12. 14 등록)로 이 결과들은 해당분야의 학문적 발전과 연구환경을 크게 향상시키는 계기가 되었다고 확신한다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과

새로운 생력 재배기술 보급에 의한 생산성 향상은 단위 면적당 수익율을 향상시키고, 이는 곧 생산 단가를 낮추는 결과를 가져와 외국과의 가격 경쟁에 유리한 입장에 서게 되었다. 또한 새로운 재배기술은 고품질의 생산을 의미하기 때문에 품질 면에서도 경쟁력이 높아졌다고 본다. 이러한 사실은 최종적으로 수입을 대체할 수 있기 때문에 국가 경제에 크게 이바지하게 된다. 지황과 백출의 국내 재배로 연간 약 300만 달러의 수입 대체효과 있었다. 견소재 개발 결과는 고급 특수 원자재의 독자적인 확보로 기술 향상에 장기간이 소요되는 가공 및 제품화 기술을 보완하고, 품질 및 가격 경쟁력 강화를 동시에 추구할 수 있게 되었다. 인삼의 특수성분을 이용한 음료 개발은 해외 시장 개척으로 수출을 할 수 있게 함으로써 외화 획득에 도움이 될 것이다.

한편 산업체에 기술을 이전을 추진하였거나 추진 중 또는 추진 예정인 것은 지황과 백출 재배 신기술(1997.12. 한국생약협회에 이전), 박의 종피 연화방법 및 박과 멜론의 파종 전후 종자처리 기술(추진 중), 구기자 짬 가공기술(추진

중), 인삼성분을 이용한 기능성, 기호성 음료 제조기술과 유효성분 정제 및 분리기술(추진예정), 특수 분광성 누에고치 생산기술, 황색고치 특수 품종 개발, Nd-s계 특수 계통 누에 개발(상주잠업협회와 이전 협의 중), 마 민속주 개발 및 신 기능성 물질(DHEA) 생산기술(추진 중) 등이다. 이러한 기술을 산업화 함으로서 제품의 고부가가치를 창출한다면 내수확대는 물론 수출을 용이하게 함으로서 국가 경제 발전에 이바지하게 될 뿐만 아니라 국가 경쟁력을 높이는 계기가 될 것이다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 특용작물 분야의 연구개발 방향

앞에서 언급하였듯이 특용작물은 종류가 많고 또 각 작물의 특성이 상이하기 때문에 연구 개발 방향을 간단하게 설명하기가 매우 어렵다. 현재까지의 연구 내용을 요약하면 우수 품종 육성, 재배법 확립이 주요 연구 대상이었으며, 일부 작물에서는 기능성 물질 추출과 이용에 관해 연구되었다. 그러나 궁극적인 연구 개발 방향은 농가의 소득을 증가시키고 안정적으로 이를 보장하는데 있다. 이러한 최종 목표를 달성하기 위해서는 현장애로 기술과 첨단연구가 적절히 안배되어야 할 것이다. 이는 상호 보완관계에 있기 때문이다. 또한 장기적인 안목에서 간단없이 지속적으로 연구개발 사업이 지원되어야 한다. 이것은 재배하는 작물이 시대에 따라, 사회적 요구에 따라 또 경제적인 측면에 따라 달라지고 있기 때문이다. 온도나 강우와 같은 재배환경이 기상이변으로 인해 자주 변하고 있음을 우리는 자주 경험하고 있다. 이에 따라 재배에 새로운 문제점이 항상 나타나고 있으므로 이에 대한 연구는 계속되어야 하기 때문이다. 따라서 앞서 언급한 연구 목표와 개발 방향을 충족시키기 위해 특용작물인 참깨, 들깨, 땅콩, 유채 및 약용작물의 연구 개발 방향에서 공통적인 세부 사항을 다음과 같이 생각해본다.

가. 가격 경쟁에서 이길 수 있어야 한다.

농산물 시장의 완전 개방으로 특용작물의 생산물은 국제 시장에서 외국의 생산물과 가격 면에서 경쟁이 불가피하게 되었다. 따라서 재배 산물의 생산비를 줄일 수 있는 방법을 찾아야할 것이다. 이로서 생산물의 판로 즉 내수시장 확보와 나아가서는 외국으로의 수출까지도 염두에 두면서 국제경쟁력을 강화하는 연구를 해 나가야할 것이다.

나. 차별화의 연구 노력이 필요하다.

현재 우리 나라 국민은 외국 농산물보다 국내 농산물에 대한 선호도가 높기 때문에 국내산의 가격이 다소 높다하더라도 우리 것을 구매할 것으로 믿는다. 따라서 우리의 것임을 증명할 수 있는 연구가 필요하고 또 그러한 연구 노력이 절실히 요구된다.

다. 농산물의 안전성에 대한 연구가 필요하다.

생활 수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 더욱 더 높아지게 될 것이다. 이에 따라 앞으로는 생산물의 가격보다는 안전성에 대해 더욱 관심을 가지고 농산물을 구매하게 될 것으로 전망된다. 그러므로 생산물의 안전성을 보장할 수 있는 연구가 뒤따라야할 것이다.

라. 생산물의 수익성을 극대화하는 연구가 필요하다.

특용작물 연구는 생산자가 생산물을 직접 이용하기보다는 현금과 교환을 위해 재배하는 특성을 가지고 있다. 1차 산물을 판매하는 것보다는 가공품을 만들어 판매하는 것이 수익 증대에 크게 도움이 될 것이다. 이에 고부가가치를 부여할 수 있는 연구와 방법 개발이 요구된다.

마. 수입 대체 작물 개발 연구가 필요하다.

농산물 시장 개방에 적극적으로 대처하기 위해서는 국내 수요가 많은 특용작물은 국내 재배를 활성화함으로써 수입 대체 효과를 높여야할 것이다.

2. 향후 연구개발과제

세부적인 연구 과제는 앞서 언급한 공통적인 기본 과제에 따라서 각 작물별로 해당되는 연구 와 개발이 가능한 세부 연구과제를 선정하여야 할 것이다. 그러나 일반적이면서도 꼭 필요한 연구와 개발을 해야 할 과제들을 다음과 같이 생각해볼 수 있다.

가. 가격 경쟁에 이기기 위해서는 우선 양질 다수성 품종 육성이 필요하다.

각 작물에 따라 당연히 이 내용이 달라질 수 있는 것이고 또 그리 되어야 할 것이다. 우선은 수량이 높아야 생산 단가를 줄일 수 있기 때문이다. 그러나 특용작물은 양보다 질이 중요하기 때문에 그 작물의 이용성에 잘 부합되는 특성을 가진 품종이라야 할 것이다.

나. 생산비를 절감하는 재배법 개발이 필요하다.

표준 재배법을 확립하는 것은 우선 연구해야 할 과제이지만 생산비 절감으로 경쟁력을 갖기 위해서는 생산 단가를 낮추어야 상대적으로 임금이 싼 국가의 생산물과 가격 경쟁에 유리하게 될 것이다. 따라서 생산비를 절감할 수 있는 재배법 개발이나 개선 방안이 필요하다. 한편 기계화 재배기술 개발로 생산 단가를 낮추는 연구가 필요하다. 농촌 인력의 고령화, 부족 현상은 어제오늘의 일이 아니다. 많은 사람들이 제조업보다는 서비스업에 종사하기를 원하고 있고, 이러한 추세는 정보화 산업의 발전과 더불어 더욱 심화될 것이다. 그러므로 생산을 쉽게 할 수 있는 방법이 당연히 요구되고 있다. 이것은 바로 기계화 재배이다. 가장 이상적인 것은 로봇이 인간을 대신하여 재배를 하는 것이겠지만 당장은 기계로 편하게 작물을 재배하는 방식을 택할 수밖에 없다. 그러나 파종 준비, 파종, 재배, 수확, 저장까지 모두 기계화가 될 수 없기 때문에 가능한 한 기계화가 될 수 있도록 기계부분과 작물육종, 재배연구가 연계되는 공동 연구가 필요할 것이다.

다. 국내 재배산의 차별화를 위해서 품종이나 생산물을 구별할 수 있는 표지 유전자의 개발이 필요하다.

우리 나라 국민은 국내산 특용작물을 선호하고 있다. 국내 육성 내지 재배종이라는 유전자 표지 인자를 도입하여 차별화를 분명히 할 수 있기를 바라고 또 앞으로 이에 대한 연구는 매우 중요하다고 생각한다. 물론 이러한 연구는 쉽지 않을 것이다. 그러나 이러한 문제점을 인식하고 이에 대한 연구 mind를 가질 필요가 있음을 강조하고 지적해 두고 싶다. 예로 고소한 맛은 참깨나 들깨나 땅콩에의 차별화를 위한 중요한 요인이 될 수 있을 것이다. 땅콩의 간식 이용시 씹힘성도 중요한 요인이다. 품종 구별 표지 유전자의 개발은 색이나 모양, 절단면의 형태나 색 및 조직 등의 특성을 나타내는 유전자를 단리 전이시키는 연구 등이 요구된다.

라. 생산물의 안전성 보장 연구가 필요하다.

이를 위해서는 우선 내병충성 품종 육성 연구가 되어야한다. 이 문제는 앞서 지적한 양질 다수성 품종 육성과 관계되는 것이지만 국내산의 차별화, 국민 건강의 안전성 보장 등과 특별히 연계되기 때문에 별도 항목으로 강조하고자 한 것이다. 모든 농산물은 잔류 농약으로부터 안전해야 함을 당연한 것이지만 특히 특용작물 중에서도 약용작물의 경우는 더더욱 중요한 의미를 가지고 있다. 잔류농약 검증제를 도입하여 이를 표기함으로써 안전성의 신뢰도를 가일층 높이고 보장할 수 있을 뿐만 아니라 외국산과의 차별화를 확실히 할 수 있기 때문이다. 안전성이 확보된다면 다소 가격이 높다해도 판매에 아무런 지장이 없을 것이다. 저항성 유전자원을 찾아 교배육종으로 내병충 저항성 품종을 육성함은 물론 새로운 생물공학 기법에 의한 저항성 유전자의 단리와 작물로의 전이기술에 관한 연구가 여기에서도 필요하다.

마. 무병 건전 묘 육성 및 대량 생산기술 개발이 필요하다.

조직배양, 정경배양이나 생장점 배양으로 병의 감염을 방제하거나 회피 또는 바이러스를 제거함으로써 건전한 묘를 육성하는 방법을 개발하고 또 대량으로 증식시킬 수 있는 기술을 개발한다면 재배시 입묘율 확보와 균일한 생육 및

농약 사용을 최소화하여 줌으로서 생산 단가를 낮추어 가격 경쟁력에서 유리할 뿐만 아니라 생산물의 안전성 확보에 크게 기여하게 될 것이다.

바. 성장기간 단축기술 개발 연구가 요구된다.

영국 케임브리지 대학의 클레이 콕크르프트 박사는 꽃다지에서 세포분열 촉진 유전자를 담배에 삽입한 결과 생장이 2배나 빨라졌다고 보고하였다. 예를 들어, 성장촉진 유전자를 인삼에 도입한다면 6년의 성장기간을 3년 내로 단축시킬 수도 있을 것이다. 특히 약용작물은 뿌리를 이용하는 경우가 많고, 수확까지의 재배기간이 길기 때문에 이에 대한 연구는 적극적으로 추구해갈 가치가 있다. 이러한 연구는 크게 형질전환 연구로 대별될 수 있으며, 유용한 유전자를 찾아내어 형질전환체를 만들고 이를 실용화하는 연구가 필요하다.

사. 고부가가치 창출 연구가 필요하다.

각 작물의 특수 성분을 이용하여 건강 보조 식품을 개발하는 등 고부가가치를 창출시키는 연구가 필요하다. 물론 재료는 국내산을 사용해야 한다. 이것은 앞서 언급한 내병성 품종 육성과 생산비 절약 재배법 개발과 직결되는 것으로 국내 재배 농가의 수익 보장과 국민 건강 그리고 국가 산업 경제에도 크게 기여하게 될 것이다. 특정 성분의 축적율이 높은 품종 육성, 수요 창출과 연계된 기능성을 이용하는 가공기술 개발 등을 생각해볼 수 있다.

제 2 장 농기계

제1절 동력작업기계

김경욱(서울대학교)

제2절 농산가공기계

노상하(서울대학교)

제3절 농업기계설비

황 헌(성균관대학교)

여 백

제 1 절 동력작업기계

I. 동력작업기계분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 농업 동력 및 농작업 기계 분야에 관한 연구 동향

농업 동력 및 농작업 기계 분야는 농업 기계의 전통적인 분야로서 선진국에서는 이미 오래 전부터 이 분야에 대한 연구가 계속되어 왔다. 주로 노지에서 재배되는 작물을 대상으로 한 기계이기 때문에 새로운 기계 개발과 기존 기계의 기능과 효율을 제고하기 위한 연구가 주요 과제이었다. 선진국에서는 그 동안 많은 종류의 농업 기계가 개발되었고 또한 대부분의 농작업도 기계화되었기 때문에 최근에는 이 분야에 대한 연구가 부분적으로 침체된 경향이 있다. 그러나 농기계의 효율성과 운전자의 편의성을 제고하기 위한 연구는 아직도 많은 농기업체에서 추진되고 있으며, 아울러, 대학과 연구소에서는 농업 동력과 농작업 기계의 새로운 분야로서 정밀 농업을 구현하기 위한 기술 개발이 추진되고 있다. 정밀 농업을 위한 연구 방향은 크게 정밀 농업을 구현하기 위한 기계 개발과 변량을 처리하기 위한 기술 개발로 구분된다. 그 밖에 트랙터의 고속화, 안전성 제고, 농기계에 의한 환경 오염의 최소화 등도 선진국에서 관심이 집중되고 있는 연구 분야이다.

가. 정밀 농업을 위한 기술 개발 동향

정밀 농업을 구현하기 위해서는 2가지 기술적인 과제가 해결되어야 한다. 첫째는 변량 처리가 필요한 위치를 정확하게 찾아내는 일이고, 둘째는 이 위치에서 적절한 변량을 처리할 수 있는 장치를 개발하는 것이다. 위치 탐색을 위한 기술 개발은 농기계의 위치 검출, 잡초의 위치, 토양 유기물 결핍 지점, 병반 발생 지점 등과 같이 특정 지점을 검출하기 위한 것으로서 지구 위치 시스템, 화상 처리, 기계 시각 등의 기술이 응용된다. 변량 처리 기술은 병반의 정도,

잡초의 유무, 비료의 농도 등에 따라서 적절한 양의 농약, 제초제, 비료 등을 처리하기 위한 기술로서 정밀한 실시간 제어 기술이 요구된다. 최근 컴퓨터, 전자 분야의 기술이 급속히 발전됨에 따라 이러한 기술 개발은 더욱 활성화되고 있으나, 아직까지 이를 실용화하는 데는 기술적으로뿐만 아니라 경제적으로도 많은 어려움이 따르고 있다. 농업 생산이 주로 조방식인 미국, 캐나다, 오스트레리아 등 대규모 기계화 영농 국가에서는 정밀 농업의 개념이 새로운 영농 기술로 대두되어 이에 대한 관심과 연구가 확대되고 있다.

나. 농기계 기술 동향

선진국에서는 기능적인 면에서 기계화에 필요한 농기계는 대부분 개발되어 있는 것으로 평가된다. 현재의 과제는 생산 원가를 절감하기 위한 생산 기술 개발과 현재 사용되고 있는 농기계의 효율성을 제고하기 위한 기술 개발이라 할 수 있다. 생산 기술에 있어서는 아웃소싱을 기본으로 한 모듈화 개념이 적용되고 있다. 모듈화 개념은 모든 부품을 조달하여 조립하는 형식의 생산 방식에서 농기계를 몇 개의 중요 부분으로 모듈화하고 중간 단계의 부품 업체에서 모듈을 조립한 후 이를 농기계 생산 업체에서 최종적으로 조립하여 출하하는 생산 방식이다. 이러한 방식은 생산 원가의 절감뿐만 아니라 부품의 공용화가 가능하기 때문에 사후 관리면에서도 장점이 많은 것으로 평가되고 있다. 기계의 효율성 제고 부분에서는 각종 전자식 자동화 장치를 도입하여 가장 최적의 조건에서 작업이 이루어지고, 최대의 작업 능률을 얻을 수 있도록 하고 있다.

선진국에서는 100마력 이상의 트랙터, 콤바인을 중심으로 한 대형 기계화가 시행되고 있기 때문에 농기계의 운전도 전문화되고 있다. 따라서 운전자의 운전 환경을 개선하기 위한 기술 개발도 일찍부터 시도되어 왔다. 선진국에서는 트랙터의 안전캡 내부 소음이 70-75 dBA 수준을 유지하고 있으며, 운전실 내부에는 냉난방 장치뿐만 아니라 비디오와 오디오 시설이 구비된 경우가 많다. 트랙터의 고속화도 최근 선진국에서 추진되고 있는 과제의 하나이다. 보통 트랙터의 주행 속도는 25-30 km/h 정도이나 고속 트랙터는 45 km/h 정도까지 고속으로 주행할 수 있다. 트랙터의 고속화는 운반 작업의 기능이 점차 고급화되고 있기 때문이다.

다. 토양 다짐을 최소화하기 위한 기술 개발 동향

대형 기계화로 인하여 야기되는 문제의 하나는 토양 다짐이다. 중량이 큰 대형 농기계가 농경지를 주행하면 농경지의 표토가 굳어지고, 이로 인하여 작물은 뿌리의 발육이 부진하여 수량이 감소되는 것으로 알려지고 있다. 농기계에 의한 토양 다짐을 최소화하기 위하여 선진국에서는 궤도형 대형 트랙터가 개발되어 사용되고 있으며, 점차 그 보급이 확대되고 있는 실정이다. 토양 다짐을 완화하기 위하여 농기계가 농경지를 주행하는 횟수를 줄이거나, 일정한 주행로만을 주행할 수 있도록 한 통행 제한 기계화의 개념이 개발되고, 이를 구현하기 위한 포장 동력기(field power unit)와 갠트리 시스템이 소개되었으나 아직 실용화되지는 못하고 있다.

2. 국내의 농업 동력 및 농작업 기계 분야에 관한 연구 동향

국내의 연구 동향은 농림기술개발사업에서 지원하는 연구 과제에 따라 크게 변화된다. 즉, 농림기술개발사업에서 지원하는 연구 과제가 국내 대학 및 연구소에서 수행되고 있는 연구의 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 지원 과제의 동향과 국내 연구의 동향은 크게 차이가 나지 않는 것으로 판단된다. 농업 동력 및 농작업 기계 분야에 있어서도 이러한 경향을 크게 벗어나지는 못하고 있다.

농업 동력 및 농작업 기계 분야는 전통적인 농업 기계 분야의 하나로서 국내에서도 최근 이 분야에 대한 연구는 다소간 침체된 상태를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 그 이유는 이 분야에 대한 연구의 필요성이 감소되었기보다는 새로운 분야, 이를테면 화상 처리, 기계 시각, 자율 주행 등 컴퓨터와 전자 기술의 응용 분야에 더 많은 관심이 집중되어 있기 때문에 상대적으로 이 분야에 대한 관심이 떨어지고 있기 때문이다. 또한 농업 동력 및 농작업 기계 분야는 주로 노지에서 사용되는 기계를 대상으로 하기 때문에 힘들고 어렵다는 인식이 널리 퍼져 젊은 연구자들이 기피하는 경향도 있다.

그러나 우리 나라의 농기 산업에 대한 기술 수준을 고려하면 아직도 농업 동력 및 농작업 기계 분야에 대해서는 많은 연구가 요구되고 있다. 특히, 기술

개발을 위한 기초 연구가 부족한 실정이기 때문에 주로 현장 애로 기술 개발과 첨단 연구 과제를 지원하고 있는 농림기술개발사업에서도 기반 기술 개발을 위한 기초 연구에 대한 지원 방안을 강구하여야 할 것으로 생각된다.

3. 선진국 대비 국내 기술 수준 비교

농업 동력 및 농작업 기계는 주로 노지에서 사용되는 동력원과 작업기에 해당되는 기계이므로 동력원으로는 동력 경운기, 트랙터, 농용 기관, 관리기, 승용관리기, 승용 경운기 등이 있고, 전용기로서는 이앙기, 콤바인, 바인더, 파종기, 이식기 등이 있으며, 부착 작업기로서 쟁기, 로터리, 플라우, 로터베이터, 트레일러 등이 있다. 이러한 기계의 기술 수준을 선진국의 수준과 비교하면 트랙터, 콤바인, 이앙기, 농용 엔진 등 주요 기종에서는 그 수준의 차이가 있으나, 부착 작업기에서는 대부분 차이가 없는 것으로 평가된다.

농용 엔진에서 기술 수준의 차이가 가장 크게 나타나는 부분은 저연비 고효율 엔진 개발 기술과 디젤 기관의 배기 가스 규제치를 만족하는 정도이다. 즉, 연비 향상 기술과 배기 가스 저감 기술이다. 현재 선진국과 국내의 연비 및 배기 오염물의 정도를 비교하면 <표 2-1>에서와 같이 각각 국내 수준은 선진국 수준에 미치지 못하고 있다.

<표 2-1> 디젤 기관의 연비 및 배기 오염물 수준

기술 수준	연비, g/ps-h	배기 오염물, g/kW-h		
		CO	NOx	HC
선진국 수준	160-180	6.5	9.2	1.3
국내 수준	180-210	9.3	10.2	1.7

트랙터에 있어서도 안전캡 내의 소음 수준은 선진국의 66-75 dBA 수준에 비하여 85 dBA 수준으로서 크게 뒤떨어지고 있으며, 운전자의 승차 진동 수준도 선진국의 0.3-0.5g에 비하여 국내 수준은 0.5g 수준으로서 기술 수준이 낮은 편이다.

농업 기계의 기술 수준이 선진국에 비하여 떨어지는 원인은 부분적으로는 설계 기술 자체에서도 차이가 있을 수 있으나, 대부분은 국산 소재의 품질 저하, 베어링, 유압 기기 등 기반 요소 기술에서 선진국의 수준을 따라가지 못하기 때문이다.

II. 동력작업기계분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농업 동력 및 농작업 기계 분야의 성과 분석

농업 동력 및 농작업 기계 분야는 농림기술개발사업에 의해 총 13과제로서 총 37억 7천여만원이 투입되었으며, 연인원 262명의 연구원이 참여하였다. 연구 기관으로서는 14개 대학, 3개 출연 연구소, 12개 민간 업체가 참여하였으며, 2-3년 기간으로 수행되었다. 연구 성과로서는 기계화를 위한 첨단 장치 개발, 작업기 개발, 기계 개선 등이 이루어졌으며, 대학에서는 연구 인력을 양성하는데 새로운 전기를 마련한 것으로 평가되고 있다.

가. 농업 동력

농업 동력 분야에서는 수도작용 승용 관리기, 트랙터용 무단 변속기, 다목적 승용 관리기 등이 개발되었다. 이러한 기계는 특히 밭작물의 기계화와 벼농사에서 생육 중기의 제초, 시비, 방제 작업을 기계화하는 데 크게 기여한 것으로 평가된다. 농림기술관리센터의 연구 지원으로 개발된 주요 동력원은 다음과 같다.

1) 수도작용 승용 관리기

벼농사에서 생육 중기의 제초, 시비, 방제 작업을 기계화하기 위한 동력원으로, 승용형으로 개발된 관리기이다. 약제 살포를 위한 봄 살포 장치, 비료 살포를 위한 송풍식 입제 살포기를 부착할 수 있도록 개발되었다. 이러한 기계를 사용하였을 때 방제 작업에 소요되는 노동력은 기존 방제 작업에 비하여 50% 절감되는 것으로 평가되었다.

2) 다목적 승용 관리기

밭작물 관리의 기계화를 위하여 개발된 승용형 관리기이다. 4륜 조향이 가능하도록 하였으며, 작업기를 승 하강 및 수평으로 제어할 수 있는 중앙 처리 장치와 주행 속도 비례형 PTO를 부착하였다.

나. 농작업 기계

농작업 기계 분야에서는 주로 전용 작업기와 동력원에 부착되는 작업기를 개발하였다. 마늘 파종기, 제자리 반전 플라우, 정밀 직파기, 전자 야채 이식기, 비닐 하우스용 밧데리 카, 벧짚 결속기, 세라믹형 동력 분무기, 논두렁 성형기, 완초 박피기, 통씨감자 파종기, 발근 비닐 제거기 등의 농작업 기계를 개발하거나 이를 개발하는 데 필요한 기초 자료 제시하였다. 연구 과제에서 개발된 주요 농작업 기계는 다음과 같다.

1) 마늘 파종기

마늘은 직립으로 파종되어야 하기 때문에 파종 기구의 개발이 어려운 것으로 인식되어 왔다. 농림기술개발사업의 지원으로 수행된 연구에서는 마늘 파종기의 개발 방향을 제시하고, 기본 모델을 개발하였다.

2) 제자리 반전 플라우

경운된 토양을 좌측 또는 우측으로 반전시키지 않고 제자리에서 그대로 반전시킬 수 있는 플라우의 원리를 개발하였으며, 2건의 특허가 출원되었다.

3) 정밀 직파기 개발

벼를 점파식으로 직파할 수 있는 배종 장치의 원리를 개발하고, 현재의 롤러식 배종 장치의 개선과 실제 속도 비례형 파종축 제어 장치를 채택하여 점파가 가능한 배종 장치를 개발하였다. 또한 벧씨가 배종되지 않거나 배종관이 막힌 경우에는 이를 감지하여 운전자에게 신호를 전달할 수 있는 파종 감시 장치를 개발하였다. 이러한 장치는 모두 3건의 특허로 출원되었으며, 참여 업체가 이를 실용화할 계획으로 있다.

4) 전자 야채 이식기

반자동 채소 이식기를 개선하여 경사지 적응성을 제고하고, 이식 깊이를 조절할 수 있도록 하였다. 이 이식기는 국내 기술력에 의하여 독자 모델로 개발되었으며, 수출 전략 기종으로 선정될 계획이다.

5) 비닐 하우스용 밧데리 카

비닐 하우스 내에서 무인으로 주행할 수 있는 밧데리 구동 운반 차량을 개발하고, 방제기를 부착하여 무인 방제가 가능하도록 하였다.

6) 벧짚 결속기

콤바인 수확후 논에 깔려 있는 벧짚을 원형 상태로 수거하여 결속할 수 있도록 한 작업기이다.

7) 세라믹형 동력 분무기

금속 플런저를 세라믹 플런저로 개선하여 윤활유를 공급할 필요가 없도록 하였으며, 동력 분무기의 수명을 획기적으로 향상시킨 제품이다. 양산하여 시판되고 있다.

8) 논두렁 성형기

논두렁을 만드는 데에는 많은 노동력이 소요된다. 이 논두렁 성형 작업을 기계화할 수 있도록 성형 장치와 구동 장치를 개발한 것이다. 논두렁 높이를 조절할 수 있도록 논두렁 높이 조정 장치와 논두렁 다짐 장치를 부착하였다. 10a의 논에 논두렁을 만드는 데 20분 정도가 소요되어 종래의 수작업에 비하여 노동력을 1/9로 감소시켰다.

9) 완초 박피기

완초의 껍질을 벗기기 위한 작업기로서 개발된 완초 박피기는 완초 1본당 0.8-0.9초가 소요되었으며, 10a에서 생산된 완초를 박피하는 데 22.4시간이 소요되었다.

10) 통씨감자 파종기

조직 배양으로 생산된 소형 통씨감자를 온실 또는 노지에 파종할 수 있도록 개발된 파종기이다. 개발된 파종기의 작업 능률은 90분/10a 정도인 것으로 평가되었다.

11) 발근 비닐 제거기

발작물 수확후 포장에 남은 폐 비닐을 수거하기 위하여 개발된 작업기이다. 이랑 속에 묻혀 있는 작물의 잔간을 걷어내기 위한 장치와 비닐 위로 나와 있는 작물의 줄기를 사전에 잘라버릴 수 있는 전방 예취 장치를 부착하였다. 관행의 인력 작업에 비하여 10a당 노동력을 1/4로 절감할 수 있는 것으로 평가되었다.

다. 첨단 작업 장치

첨단 작업 장치로서 개발된 농작업 기계에는 접목 로봇, 소식물체 핸들링 시스템, 육묘 자동 접목 장치, 초생력 자동화를 위한 케미케이션 시스템 개발 등이 있다.

1) 접목 로봇

박과류, 과채류의 접목 작업을 기계화하기 위하여 개발되었다.

2) 소식물체 핸들링 시스템

조작 배양실에서 씨감자의 증식 작업을 자동화하기 위하여 개발되었다.

3) 케미케이션 시스템

전작물에 대한 관개, 시비, 방제 작업을 병행 처리할 수 있는 케미케이션 시스템을 개발하여 고추, 옥수수, 콩 재배에 대한 적용 가능성을 조사하였다.

2. 연구 성과가 농업에 끼친 파급 효과 분석

농림기술관리센터의 지원으로 수행된 연구 과제는 대부분 영농 현장에서 필

요한 농기계를 개발하거나 또는 현재 사용되고 있는 기계를 개선하기 위한 과제이었으며, 그 결과는 직접적으로 인력에 의존하던 작업을 기계화하는 효과를 가져왔다.

우리 나라의 농업 기계화는 주로 수도작을 중심으로 추진되어 왔기 때문에 밭작물의 기계화를 위해서는 아직도 많은 투자가 이루어져야 한다. 밭작물은 작목의 종류가 많고 또한 소규모의 경작지가 여러 곳에 분산되어 있기 때문에 기계화를 위해서는 밭의 경지 정리와 다양한 농작업 기계가 생산되어야 한다. 기계 개발의 관점에서 소량 다기종 생산은 대단히 어려운 과제이다. 대부분의 농작업 기계 생산업체는 재정과 규모가 영세하기 때문에 수요가 적은 농작업 기계를 개발하는 데 많은 개발비를 투자하기가 어렵다. 따라서 정부가 수요가 적은 기계의 개발비를 부담함으로써 기계 개발을 촉진하고 기계의 원가를 낮출 수 있다. 이는 곧 노령화 부녀화되어 있는 농촌의 노동력을 기계로 대체하여 농업 기계화를 촉진하는 효과가 된다.

농림기술개발사업의 연구비 지원은 또한 대학의 연구 활동을 촉진하고, 농업 분야의 전문 인력을 양성하는 데 크게 기여한 것으로 평가되고 있다. 최근까지 농학계 대학의 연구가 주로 기초적이고 이론적인 연구에 그치고 있었으나, 농림기술개발사업에 의한 연구비가 지원되기 시작한 이후 보다 실용적이고, 직접 농민에게 도움이 될 수 있는 현장애로기술개발을 위한 연구가 수행되고 있다. 대학원으로 진학한 석사 및 박사 과정의 학생도 증가되었으며, 대학의 연구 분위기를 쇄신하고, 농학계 대학의 연구 능력을 한 단계 높인 것으로 평가되고 있다.

농업 동력 및 농작업 기계 분야의 연구 결과가 농업에 미친 파급 효과를 보다 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

가. 농업 기계화의 촉진 효과

연구 성과를 통하여 다양한 농업 동력원과 농작업 기계를 개발함으로써 농업 기계화, 특히 수도작과 밭작물 등 노지에서 재배되는 작물을 대상으로 한 기계화를 촉진하였다.

나. 농업 생산성 향상 효과

연구 과제에서 개발된 기계화 기술은 대부분 보다 정확하고 정밀한 작업을 위한 것이기 때문에 적소 적량의 처리가 가능하여, 비료, 농약, 종자 등 농자재를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 생산량을 극대화할 수 있다. 또한 작업 적기를 준수하여 생산량을 최대화할 수 있다.

다. 환경 보존의 효과

보다 정확하고 정밀한 작업에 의한 적소 적량의 처리 기술은 최근 선진 농업국에서도 실용화가 추진되고 있는 기술이다. 이러한 적소 적량의 처리 기술은 특히 농약, 제초제 등의 사용을 최소화하여 농업에 의한 토양, 지하수 오염 등을 방지하는 효과가 있다.

3. 연구 성과의 국가 경제적 파급 효과 분석

농림기술개발사업이 각종 농업 기계 특히 수요가 적은 농업 기계의 연구 개발비를 지원함으로써 중소 농기업체의 개발비 부담을 경감시키는 효과가 있으며, 개발비 부담의 경감은 결국 농업 기계의 가격에 반영되어 농업 기계의 가격을 억제하는 효과가 있다. 이는 농민의 농기계 구입 부담을 경감시키는 간접적인 효과가 있다.

국내 농기업체는 대부분 선진국으로부터 기술을 도입하고 있기 때문에 농기계 기술 개발은 기술 도입으로 지출되는 경비를 절감할 수 있으며, 지속적인 기술 개발 지원은 농기계의 기술 자립을 이룩하고 국제적인 기술 경쟁력을 제고시키는 효과가 있다. 이는 곧 국산 농기계의 수출 경쟁력을 강화하는 간접적인 효과가 된다.

III. 향후 연구방향 및 과제

농업 동력과 농작업 기계에 대한 연구 방향은 무엇보다도 노지에서 사용되

는 농기계의 내구성 향상, 안전성 향상, 운전 및 작업의 편의성 제고, 정밀 작업 기술 개발 등에 맞추어져야 한다. 또한 아직까지 개발되지 못한 밭작물 즉, 채소, 과일, 과수 생산에 필요한 각종 농업 기계를 개발하는 것도 중요한 연구 과제이며, 이러한 농기계의 개선 및 개발과 더불어 농기계를 보다 효율적으로 관리하고 사용하는 데 필요한 제도, 기술 등을 개발하는 데에도 연구 방향이 맞추어져야 할 것이다.

1. 기술 개발 방향

농업 동력과 농작업 기계에 대한 기술 개발의 방향은 구체적으로

- 인력 농작업의 기계화를 위한 기계 개발
- 기존 농기계에 대한 저에너지화 기술
- 기존 농기계에 대한 내구성 향상 기술
- 기존 농기계에 대한 안전성 향상 기술
- 정밀 농업을 위한 농기계 기술
- 농기계의 사후 관리 기술
- 농기계 평가 검사에 관한 기술

을 개발하기 위한 것이어야 할 것으로 판단된다.

우리 나라 농기산업의 기술 수준은 오랜 국산화 과정을 통하여 생산 기술면에서는 선진국 수준에 도달하고 있으나, 설계 기술면에서는 아직 후진성을 벗어나지 못하고 있다. 특히, 진동, 소음, 유압 부분에 대한 기술이 취약한 것으로 알려지고 있다. 이러한 부분의 기술을 개발하기 위해서는 기초적인 연구와 함께 응용 연구가 수행되어야 하며, 장기간의 투자가 요구된다.

지금까지 농림기술개발사업의 연구비 지원은 주로 응용 분야로서 직접적으로 현장의 문제를 해결하기 위한 현장 애로 기술 개발, 첨단 기술을 개발하기 위한 첨단 기술 개발, 중소기업체의 기술 개발을 지원하기 위한 벤처 기업 지원으로 구별되었으나, 앞으로는 이와 더불어 기초 기술을 개발하기 위한 연구비 지원이 함께 이루어져야 할 것으로 생각된다. 산업체에서 필요한 기초 기술을 개발하기 위해서는 보다 긴밀한 산학 협동이 이루어져야 하며, 연구 결과가 직

접적으로 산업체에서 활용될 수 있도록 철저한 평가가 이루어져야 한다.

2. 향후 연구 개발 과제

위에서 언급한 기술 개발의 방향에 맞추어 농업 동력과 농작업 기계 분야에서 수행되어야 할 연구 과제는 광범위한 부분에서 도출될 수 있다. 이미 수행된 과제와 크게 중복되지 않는 범위에서 기술 개발의 방향에 따라 도출될 수 있는 새로운 연구 과제를 제시하면 다음과 같다. 그러나 이 외에도 첨단 기술을 응용하여 농업 기계의 기능과 효율성을 제고하기 위한 다양한 연구 과제가 도출될 수 있을 것이다.

가. 인력 농작업의 기계화를 위한 기계 개발

- 벼 산파기 개발
- 담배 수확기 개발
- 고추 수확기 개발
- 적과, 적아를 기계화하기 위한 기계 개발
- 과수 수확 기계 개발
- 인삼 수확기 개발

나. 기존 농기계에 대한 저에너지화 기술

- 농기계용 대체 에너지 개발
- 경운 작업기 개선 연구
- 엔진의 저연비 기술 개발
- 배기 가스 저감 기술 개발

다. 기존 농기계에 대한 내구성 향상 기술

- 농기계의 내구성 평가 및 제고 기술
- 농기계의 고장 분석

라. 기존 농기계에 대한 안전성 향상 기술

- 농기계의 진동 및 소음 감소 기술 개발
- 농기계의 인간 공학적 설계 기술 개발
- 농기계의 사고 방지를 위한 기술 개발

마. 정밀 농업을 위한 농기계 기술

- 방제기, 파종기 등의 변량 처리 기술 개발
- 위치 검출 기술 개발
- 바이오 센서 기술 개발

바. 농기계의 사후 관리 기술

- 사후 봉사 업체의 적정 수리 부품 산정
- 인터넷을 이용한 수리 부품 검색
- 인터넷을 이용한 농기계 수리 지원

사. 농기계 평가 검사에 관한 기술

- 농기계 내구성 검사 기술 개발
- 농기계 성능 검사 기술 개발

제 2 절 농산가공기계

농산가공의 대상은 농산물, 임산물, 축산물 및 수산물로서 매우 다양하지만 주로 농산물을 대상으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 농산물은 또한 곡류, 과실류, 과채류, 엽채류, 근경채류, 화훼류, 특용작물 등으로 구분되며, 대상작물의 종류에 따라 각종 기계장치 및 설비가 연구 개발되고 있다.

농산가공기계의 연구개발 목표는 각종 농산물을 대상으로 첫째, 일차적인 가공을 통하여 수확된 농산물의 상품가치를 향상시키고, 둘째, 원료 농산물 및 가공된 상품의 품질을 소비단계에 이르기까지 유지보존하며, 셋째, 가공비용 및 품질유지 비용을 최소화시키기 위한 적정 시스템을 개발하는 데 있다. 따라서, 여기서는 농산물의 종류별로 가공기계의 연구성과를 평가하고, 발전방향을 제시하고자 한다.

I. 농산가공기계분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 농산가공기계에 관한 연구 동향

여기서는 주로 우리 나라와 농업여건, 농업생산물의 종류 및 식생활문화가 유사한 가까운 일본을 중심으로 농산물의 종류별로 농산가공기계의 연구개발 동향을 살펴보고자 한다.

가. 곡류용 가공기계 개발 동향

곡류에는 벼, 보리, 밀 및 잡곡 등이 있으며, 이들 곡류를 가공하는 기술은 곡류마다 차이가 있다. 일본의 경우 산업적으로는 벼를 대상으로 대규모 공동이용형 건조/저장시설과 도정시설이 1950년대부터 보급되어 이용되고 있다. 벼 건조/저장과 관련되는 정선기, 건조기, 원료 계량장치, 자동함수율 계측장치, 저장설비 등을 비롯하여 도정과 관련되는 정선 및 선별기, 현미기, 현미분리기, 석발기, 정미기, 연미기, 백미 색채선별기, 자동계량/포장기, 시스템 제어장치,

식미판정기 등은 이미 기초연구단계를 거쳐 산업적으로 개발 이용되고 있다.

최근 일본에서는 주로 쌀의 미질 향상, 가공에너지 절감, 식미판정 등을 위한 기술개발이 진행되고 있다. 최근 4년동안 일본 농업기계학회지에 발표된 논문을 중심으로 연구내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 건조분야

태양열·제습 병용 현미건조에 관한 연구, 벼의 마이크로파 건조에 관한 기초연구, 마이크로파 건조실의 조사에너지 분포, 현미용 회전형 통기건조장치 개발, 물벼의 태양열건조에 관한 연구, 벼 건조과정 중 동할발생 특성, 무차원 해석에 의한 곡류의 통풍압력손실 해석, 밀의 순환건조, 밀의 퇴적고에 따른 송풍저항, 공동건조시설용 에어필터의 집진성능, 태양열 곡물건조 저장시스템 등

2) 도정분야

충격식 현미기의 마찰 충격특성에 관한 연구, 연삭마찰 일체형 수직식 정미기, 연삭식 정미기에 관한 연구, 배양처리에 의한 현미의 가공-배양현미의 도정 특성(incubation, parboiling), 자동시험용 정미기의 개발, 이산요소법에 의한 곡류의 배출현상 시뮬레이션, 소맥제분공정에 있어서 유량변동의 진파에 관한 연구 등

3) 저장분야

차분법을 이용한 벼 저장빈내의 2차원온도분포 모델, 정백미의 수분흡착 등 온선에 관한 연구, 벼의 호흡속도에 관한 연구, 에타놀 분무처리에 의한 쌀겨의 저장성 개선, 적외선 가스분석계에 의한 벼, 밀의 호흡특성 측정, 곡물의 흡수에 관한 연구 등

4) 품질판정 분야

밥의 물성을 이용한 쌀품질 평가 기술

나. 과실 및 과채류 가공기계 개발 동향

과실류에는 사과, 배, 복숭아, 밀감, 포도 등이, 그리고, 과채류에는 토마토,

오이, 수박, 고추 등이 있다. 이들 농산물은 함수율이 85%이상으로 곡류에 비해 매우 높기 때문에 고도의 품질유지기술이 요구된다. 대표적인 가공 및 품질유지기술은 예냉, 등급별 선별 및 포장, 저장(저온저장, CA저장 등) 등이 있다. 일본에서는 이들 과실류의 수확 후 처리를 위해 공동 이용형 선과 및 저장 설비가 1960년대부터 보급되어 이용되고 있다. 과실류의 경우 1980년대 말까지는 주로 각종 무게 및 형상선별장치가 이용되었으나, 전자산업 및 광학기술의 발달과 더불어 1990년대 초반부터 색상 등 외관은 물론 당도, 산도, 숙도 등 내부품질 판별기술이 급속도로 발전되고 있다. 최근 일본의 기업체에서 개발되고 있는 내부품질 판별기술 수준을 요약하면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 투과광식 센서를 이용한 내부품질 판정기술 현황(일본)

측정 항목	사과	배	복숭아	감	온주 밀감	오렌지	멜론	토마토	키위	수박	서양배
당도	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△
산도	○	○			○	○		△	△		
숙도	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△
밀병	○										
갈변	○	○	○								
수침		○									
발효과							△			△	

주: ○는 측정가능, △는 현재 시험중(일본 마끼 제작소)

한편, 최근 4년동안 일본농업기계학회지에 발표된 과실 및 과채류에 관한 연구논문은 다음과 같다.

1) 세척

초음파와 브러쉬를 이용한 붉은 고추 세척기 개발

2) 품질 선별

기계시각을 이용한 딸기 선별시스템, 음파에 의한 과채류의 품질평가에 관한

기초연구, 광학적 방법에 의한 과실의 품질 평가, 동적 환경하에서 오이의 호흡특성, 오이의 영상특징에 관한 연구, 음향에 의한 체적 측정, 타음계측에 의한 청과물의 품질 평가, 농산물의 표면색 계측을 위한 기계시각시스템 구축, 농산물의 품질관정에 관한 기초연구, 근적외선 센서의 시각능력, 근적외선 센서에 의한 농산물 계측 및 온도계측, 타음해석에 의한 멜론의 속도계측, 머스크 멜론의 표면무늬 분석 등

3) 저장

물의 구조화에 의한 농산물의 저장(xenon의 dissolution에 의한 호흡감소 및 갈변방지), 필름 포장된 청과물의 호흡속도 추정, 물의 구조화에 의한 농산물의 저장

4) 안전성

고압펄스에 의한 현탁액 중 오이를 해치는 병균의 살균

다. 엽채류 및 근경채류 가공기계 개발 동향

엽채류에는 양배추, 배추, 상추, 깻잎 등이, 근경채류에는 마늘, 양파, 무, 당근, 감자 등이 있다. 특히, 엽채류는 개체의 특성상 유통과정에서 수분증발에 의해 신선도가 빠른 속도로 저하되기 때문에 예냉을 비롯한 저온저장 및 보냉수송체계(콜드체인)가 적용되고 있다. 보다 효율적인 예냉을 위해 강제통풍식 차압예냉, 진공예냉 및 통기구를 갖는 포장상자의 설계기술이 발달되어 있다. 근경채류는 저장중에 부패를 감소시키기 위해 예건 및 예조기술이 적용되고 있고, 선별작업은 주로 형상선별에 의존하고 있으나, 최근 양파의 경우 기계시각을 이용한 개체선별 기술이 보급되어 있다. 지난 4년동안 이들 농산물과 관련하여 일본 농업기계학회지에 발표된 논문은 다음과 같다.

1) 엽채류

MA골판지 상자내에서 채소의 선도와 개스농도의 평가, 폐쇄순환시스템에서 통마늘의 제습건조, 아스파라가스를 위한 접촉센서에 관한 연구, 분말녹차의 아미노산의 계측을 위한 회귀모델 개발(GA-PLS-ANN), 주성분분석과 신경망

에 의한 녹차의 수분예측, 일본녹차의 품질평가를 위한 신경망 모델,

2) 근경채류

에어백식 건조기에 의한 통마늘의 가열통풍 건조

라. 절화류, 임산물, 축산물 등의 가공기계 개발 동향

일본, 화란 등 선진국에서는 절화류의 소비량이 많을 뿐만 아니라 절화류의 품질 개관화에 대한 관심이 점점 확대되고 있다. 절화류의 품질을 객관화하기 위해 기계시각을 이용한 선별장치가 보급되고 있다.

임산물에는 대표적으로 표고, 송이버섯 등 버섯류와 밤, 잣 등이 있다. 특히, 버섯류는 값이 비싼 품목으로 품질선별 기계화가 용이하지 않지만 일본에서는 기계시각을 이용한 등급별 선별 포장 시스템이 이용되고 있다. 밤이나 잣의 박피 및 등급별 선별 포장시스템도 개발되어 활용되고 있다.

일본은 물론 대부분의 선진국에서 소, 돼지, 닭 등 가축의 도축설비가 자동화되어 있으며, 우리나라에도 이와 같은 설비가 도입되어 이용되고 있다. 육류 소비가 많은 미국의 경우 가공육의 품질판별은 물론 살아있는 가축을 대상으로 초음파기술을 이용한 육질판별 기술이 개발되어 산업적으로 활용되고 있다.

2. 국내의 농산가공기계에 관한 연구 동향

지난 3년동안 한국농업기계학회지에 발표된 논문을 근거로 작물별 연구동향을 살펴보면 다음과 같다.

가. 곡류용 가공기계 개발 동향

우리 나라의 벼 생산량은 전체 곡물생산의 98%정도를 차지하고 있다. 건조, 저장, 도정 등 벼 가공 및 품질유지 기술은 약 30년 후인 1992년도에 일본에서와 같은 공동이용형 미곡종합처리시설이 보급되기 시작하면서부터 선진화되기 시작하였으나, 우리나라의 경우 가공기계 생산업체의 규모와 자본이 영세하고, 기술인력이 미약하여 일본에서와 같이 신기술 또는 원천기술의 개발은 거의 불가능한 실정이다. 1990년대 이전에는 주로 건조 및 도정과 관련되는 단위 기

계의 국산화 및 부분적인 자동화를 비롯하여 가공과정중의 손실을 최소화하기 위한 연구가 수행되었다.

1) 수확 후 작업체계

벼 수확후의 운반처리체계에 관한 연구

2) 건조 분야

고주파 임피던스를 이용한 곡류의 함수율측정에 관한 연구, 마이크로파 자유공간 전송을 이용한 산물벼 함수율 측정장치 개발, 벼의 연속식 건조모델 개발과 퍼지논리를 이용한 건조속도 제어, 단립종 벼의 수분흡습 특성, 벼의 횡류 연속식 건조모델개발, 곡류 및 벼싧류의 평형함수율 및 박층건조 방정식에 관한 연구

3) 도정 분야

가시광 및 근적외선을 이용한 도정비율 측정, 2단계 연마방식 대형 연미기 개발, 셋지 얇은 쌀의 가공공정 개발, 중소형 연미기의 성능평가 및 성능개선에 관한 연구, 가시광/근적외선 분광분석법을 이용한 쌀의 정백수율 측정, 초경날식 절삭형 완패스 정미기의 개발

4) 저장 분야

벼 퇴적층 냉각 시뮬레이션

5) 품질판별 분야

분광분석법을 이용한 단립쌀의 함수율 및 단백질 함량 예측모델개발, 기계시각을 이용한 현미 개체 품위 판별 알고리즘 개발

나. 과실류 및 과채류용 가공기계 개발 동향

이들 작목에 대한 우리 나라의 산업기술수준은 1992년경부터 공동이용형 산지 청과물 종합처리시설(또는 포장센터라고 함)이 정부의 지원하에 보급되기 시작하면서 농가용 소형 기계식 중량선별기 및 형상선별기 수준에서 탈피하여

대형 전자식 중량선별/포장 시스템 및 형상선별/포장 시스템이 개발 보급되기 시작하였다.

1) 품질선별 분야

무작위이송 개체용 실시간 자동 배출 알고리즘 개발, 레이저 구조광을 이용한 3차원 컴퓨터시각 형상정보 연속측정 시스템 개발, 사과 및 배의 기계적 특성, 근적외선을 이용한 사과의 당도 예측, 수박에서의 초음파전파 특성에 관한 실험적 연구, 사과 및 토마토의 신선도 평가를 위한 물리화학적 인자 탐색, 수박의 음향특성에 관한연구, 세포 표면특성을 이용한 사과 신선도 평가, 컬러 컴퓨터 시각에 의한 사과선별 기준색깔 선정, 컴퓨터 시각에 의한 사과결점검출, 분광반사 특성을 이용한 주요 과실의 당산도 측정, 가시광선/근적외선 분광분석법을 이용한 사과의 당도 및 경도 측정

다. 열채류 및 근경채류용 가공기계 개발 동향

1) 근경채류

수확기 통마늘의 물리적 및 형상적 특성에 기초한 마늘 품질 분석, 기계시각을 이용한 박피마늘 선별알고리즘 개발, 백삼 등급자동판정 알고리즘 개발, 인삼선별 자동화를 위한 컴퓨터 시각장치,

라. 절화류, 임산물 및 축산물 가공기계

1) 절화류

영상처리에 의한 장미 선별

2) 임산물

양면영상을 이용한 온라인 건표고 등급판정 시스템 개발, 인터넷을 이용한 건표고 등급선별장치의 원격제어 및 관리시스템 개발, 수작업 박피밤과 화염박피밤의 물리화학적 특성, 밤 박피 시스템 개발

3) 축산물

자기공명 영상영상을 이용한 농축산물의 내부품질 평가, 자기공명영상을 이

용한 소고기의 내부 구조 평가, 계란 크랙의 온라인 검출, 음향충격법과 인공 신경망에 의한 破卵 검출, 음향반응에 의한 계란의 크랙검출, 복합분쇄 시스템을 이용한 배합사료 공장의 새로운 모델 개발, 卵殼의 음향반응에 영향을 주는 인자, 반발특성을 이용한 수박의 속도판별 센서의 개발

3. 선진국 대비 국내 연구(기술)수준 비교

가. 기술 및 연구 수준 비교를 위한 기준

선진국 대비 국내 연구수준을 비교하기 위해서는 1차적으로 현재 현장에서 활용되고있는 각종 가공기계 및 품질유지설비의 기술수준이 검토되어야 한다. 기술수준을 비교하기 위한 객관적인 기준을 정하기는 어렵기 때문에 기술개발 단계를 다음과 같이 정의하고자 한다.

1) 단순 기계화 단계

외국기계의 모방 또는 국산화 추진 단계

2) 시스템 자동화 단계

모방단계를 지나 설계를 위한 기초자료와 설계기술이 확보되고, 가공공정시스템 자동화 기술이 접목된 단계

3) 선진국 수준 기술개발 단계

이론을 바탕으로 한 설계기술이 확립되고, 능률이나 정밀도 측면에서 선진 기술과 대등한 수준에 도달한 단계. 연구수준은 연구내용의 학술적인 측면과 실용화 기술개발을 위한 기여도 측면에서 평가되어야 할 것으로 생각되므로 양자를 고려하여 다음과 같이 평가 기준을 정하고자 한다.

4) 단순 모방 연구

외국에서 개발된 기계를 국산화하기 위한 수준의 연구

5) 원리 응용 연구

외국에서 개발된 기술을 응용하여 우리나라 실정에 알맞는 기계장치를 개발하기 위한 기초연구를 포함하는 수준의 수준

6) 선진국 수준 연구

이론을 바탕으로 한 독창적인 아이디어가 가미되고, 학술적으로나 실용적인 측면에서 값어치가 인정되는 수준의 연구

나. 곡류 관련 산업기술 및 연구 수준

일본과 비교할 때 현재 현장에서 이용되고 있는 곡류관련 주요 기계장치 및 설비의 기술 수준 및 대학, 국공립 연구소 및 기업체에서의 연구 수준을 요약하면 표 2-3과 같은 것으로 추정된다.

다. 과실 및 과채류 관련 산업기술 및 연구 수준

일본과 비교할 때 현재 현장에서 이용되고 있는 과실 및 과채류 관련 주요 기계장치 및 설비의 기술 수준, 대학, 국공립 연구소 및 기업체에서의 연구 수준을 요약하면 <표 2-4>와 같은 것으로 추정된다.

<표 2-3> 곡류관련 산업기술 및 연구 수준

대상분야 및 기술		산업 기술 수준			연구 수준		
		단순기계 화 단계	시스템 자동화단계	선진국 수준	단순모방 연구	원리응용 연구	선진국 수준연구
건조	건조기 설계기술		○			○	
	건조시스템 제어기술		○			○	
	정선 및 선별기술	○			○		
도정	제현기술	○			○		
	현미분리기술	○			○		
	정미기술		○			○	
	연미기술		○			○	
	도정시스템 제어기술		○		○		
미곡품질 판정기술		○				○	
에너지절약		○			○		

<표 2-4> 과실 및 과채류 관련 산업기술 및 연구 수준

대상분야 및 기술		산업 기술 수준			연구 수준		
		단순기계 화 단계	시스템 자동화단계	선진국 수준	단순모방 연구	원리응용 연구	선진국 수준연구
전처리	예건, 예조	○			x		
	세척		○		○		
품질 선별	색상선별		○				○
	당도선별	x				○	
	산도선별	x			○		
	속도선별	x			○		
	시스템설계	○				○	
저장	저온저장		○		x		
	CA저장	○			x		
	MA저장	x			x		
	이용기술	○			x		
	에너지절약 기술	○			x		

주: x 표는 산업현장에서 이용되지 않으며 관련기업체 또는 연구기관에서 모방연구조차 하지 않고 있는 기술 단계

라. 엽채류 및 근경채류 관련 연구(기술) 수준

일본과 비교할 때 현재 현장에서 이용되고 있는 엽채류 및 근경채류 관련 주요 기계장치 및 설비의 기술 수준을 요약하면 <표 2-5>와 같은 것으로 추정된다.

<표 2-5> 엽채류 및 근경채류 관련 연구(기술) 수준

대상분야 및 기술		산업 기술 수준			연구 수준		
		단순기계 화 단계	시스템 자동화단계	선진국 수준	단순모방 연구	원리응용 연구	선진국 수준연구
선별		○			○		
포장			○		○		
예냉	강제통풍	○				○	
	차압예냉	○				○	
	진공예냉	x			○		
	냉수냉각	○			○		
	예냉용 포장설계	○				○	
	품질관정						
저장/ 수송	저온저장		○		○		
	MA저장	○			○		
	보냉수송	○			x		
	에너지절약 기술	x			x		

마. 절화류, 임산물, 축산물 분야 연구(기술) 수준

절화류, 임산물 및 축산물의 경우 일본으로 수출이 가능한 품목중심으로 산업기술이 요구되고 있다. 그에 따라 주로 대학이나 국공립 연구소에서 연구동향에서 제시된 바와 같이 원리 응용 수준(절화류 선별시스템, 버섯류의 품질선별 시스템, 밤 박피시스템 및 품질보존 등)의 연구가 부분적으로 수행되고 있다.

II. 농산가공기계분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농산가공기계의 분야별 성과분석

농림기술관리 센터에서 분류한 농산가공기계 연구분야는 정선/선별기계, 품질판정 장치, 건조기, 저장설비, 조제(세척, 절단, 분쇄 등)기계, 이송/운반기계, 결속/포장기계, 농산폐기물 처리설비, 식품기계 등으로 구분되어 있다. 이들 분야를 근거로 그동안 수행된 연구과제를 세부분야별로 구분하여 분석하였다.

가. 농산가공기계분야 연구비 투자 개황

농산가공기계 분야는 농림기술개발사업에 의해 13건의 기술을 개발하고, 총 2,777,275천원의 연구 투자금액이 투자되었다<표 2-6>. 이는 농림기술개발사업에서 지원한 총 연구수행건수(1,604)의 0.8%이며, 총 연구 투자금액(1,967억원)의 1.4%정도이다. 중분류내의 34개 연구분야를 고려할 때 연구수행 건수 및 연구투자비가 상대적으로 미약함을 알 수 있다. 연구수행에 참여한 총 인원은 157명, 총 연구연수는 34.5년으로 연구참여인원 1인당 연간 513,000원정도가 투자된 셈이다. 이는 일반회사에서 연구원 1인당 연간 투자하는 비용(평균 3,000만원)에 비하면 약 17%에 불과하다.

연구투자 대상 농산물은 벼, 사과, 감귤, 고추, 토마토, 수박, 채소류, 버섯, 장미, 계란 등으로 국내 생산물이 상대적으로 많거나 수출이 많이 되는 농산물로서(표 2-10참조) 연구대상 농산물은 국내생산량, 수출량 및 개발된 기술의 활용도 측면에서 합리적인 것으로 판단된다.

나. 건조기 분야 연구성과

건조기 분야에서 농산물용 건조기의 온라인 제어장치 개발, 곡류용 연속식 건조장치 개발, 인삼 건조장치 및 가공용 고추건조장치 개발에 관한 연구가 수행되었다. 이와 같은 연구는 농가단위 또는 최근 공급되고 있는 공동이용형 건조시설 및 가공공장에서 요구되는 것으로 시의적절한 연구로 판단된다.

건조기의 온라인 제어장치는 영동농기구 제작소와 기술실시를 계약하여 97, 98년에 38억원의 매출을 달성하였고, 1996년부터 5년동안 11,335,000원의 기술료를 징수하는 계약을 체결하였다. 또한, 1998년 필리핀과 기술수출을 계약하였다. 인삼건조장치는 국내에서는 처음 개발된 것으로 (주)씨락에 기술이전을 추진중에 있다. 가공용 고추의 건조를 위해 개발된 터널식 건조장치는 기존의 통고추 건조방법에 비해 고춧가루의 품질에는 영향을 주지 않으면서 건조속도 및 건조효율 측면에서 월등한 성능을 보였다. 이 건조장치는 앞으로 고춧가루 가공공장에 보급될 전망이다. 1999년도에 완료된 연속식 곡물건조 장치는 미국 종합처리장에서 필요로하는 대용량 건조기로서 기술이전을 위한 기업체를 모색중이다.

다. 도정기 분야 연구성과

도정기 분야에는 1건의 연구가 수행되었다. 이 연구에서는 대형 2단 연미기(습식 청결미기), 초경 절삭식 원패스 정미기, 청결 영양미 제조기와 영양액, 영양활성미 가공시스템 등을 개발하였다. 특히, 연미기는 수입대체효과가 큰 것으로 판단된다. 개발된 기계는 97년 9월 곡물종합관리 연찬회에 전시된 바 있고, 대학 실험농장에 설치하여 학생 실습 및 농민교육용으로 활용되고 있다. 연구 결과 6편의 논문을 학술지에 게재 또는 발표하였으며, 현재 북성기업 및 보천산업과 기술이전을 협의 중에 있다.

라. 품질판정 장치 분야 연구 성과

사과와 토마토의 신선도 평가 기술 개발, 타음해석에 의한 수박의 속도 판별 장치 개발, 컴퓨터 시각을 이용한 수출용 버섯의 품질판별 시스템 개발, 컴퓨터 시각을 이용한 인삼의 외관품위 평가기술, 고춧가루의 신미성분 조절방법 및 자동측장치에 관한 연구가 수행되었다. 이들 연구 결과 발명특허가 6건 출

원되었으며, 이중 2건은 이미 등록이 완료되었다. 또한, 연구결과는 17회에 걸쳐 국내외 학술발표회에서 발표되고, 10편의 논문이 학술지에 게재되었다. 이는 연구결과의 학술적인 가치가 입증됨을 의미한다. 특히, 버섯, 인삼 및 고춧가루는 중요한 수출품으로 비파과 품질판정기술은 수출촉진에 크게 기여할 것으로 판단된다.

<표 2-6> 농산가공계분야 연구 투자 개황

연구분야	연구건수	연구비(천원)	연구참여 인원	총연구기간(년)	대상 농산물
건조기	2	404,843	28	4.5	농산물(고추?), 버
건조 및 품질판정	2	126,460	12	3	인삼
건조 및 저장	1	357,000	17	3	버
건조 및 시설자동화	1	600,000	17	4	고추
도정기	1	256,393	11	3	버
품질판정장치	3	398,000	32	6	사과, 토마토, 수박, 버섯
선별장치	3	539,279	29	9	감귤, 장미, 계란
저장설비	1	95,300	11	2	채소류
계	13	2,777,275	157	34.5	

<표 2-7> 농산가공계분야 연구결과 활용(산업재산권 등, 1999년 12월 30일 현재)

과제 구분	기술 실시		교육 지도	정책 활용	타 연구 활용	산업재산권	
	계약	추진중				출원	등록
건조기	1	1	7	·	·	·	·
건조 및 품질 판정	·	1	·	·	1	·	·
건조 및 저장	2		2	·	2	·	·
건조 및 시설 자동화	·	1	·	·	·	1	·
도정기	·	2	3	1	2	·	·
품질 판정장치	·	3	·	·	2	5	2
선별 장치	·	3	·	·	·	6	·
저장 설비	·	1	·	·	·	1	1
계	3	12	12	1	7	13	3

<표 2-8> 농산가공기계분야 연구결과 활용(학술논문발표 등, 1999년 12월 30일 현재)

과제 구분	논문개제		학회발표		언론보도		전시	기타활동 (인재양성)
	국내	국제	국내	국제	신문·잡지	방송		
건조기	2	·	·	·	·	·	1	·
건조 및 품질 판정	1	·	3	·	·	·	·	·
건조 및 저장	·	·	3	·	1	·	·	석사1명배출
건조 및 시설 자동화	·	·	·	·	·	·	·	·
도정기	6	·	3	·	2	·	1	·
품질 판정	7	3	8	9	3	1	3	·
선별 장치	5	·	7	3	1	·	·	석사3명배출
저장 설비	1	·	3	1	·	·	·	·
계	22	3	27	13	7	1	5	

마. 선별장치 분야 연구성과

감귤, 절화류 및 계란을 대상으로 선별시스템 개발에 관한 연구가 수행되었다. 이들 연구결과 6건의 특허가 출원중이며, 10편의 논문이 국내외 학술 발표회에서 발표되고, 5편이 국내학술지에 게재되었다. 이들 연구는 개체를 대상으로 모양, 색상, 크기, 결점 등 외관을 판별하는 자동화시스템 개발에 관한 것으로 기존의 중량 또는 형상에 의한 판별기술을 한 차원 발전시킨 것으로 판단된다. 농산물에 대한 소비자의 요구가 단순한 무게나 크기보다는 외관을 보다 중요시함을 고려할 때 이와 같은 기술개발은 수확된 농산물의 상품가치 향상에 기여할 것이다.

바. 저장설비 분야 연구 성과

곡물의 중·저온 저장용 냉각기 개발 및 산채용 저장설비개발에 관한 연구가 수행되었다. 곡물용 냉각기는 사일로에 저장된 곡물의 품온을 낮게 유지하기 위한 것으로 최근 독일에서 개발되어 보급되기 시작하고 있으며, 앞으로 우리나라에도 도입될 가능성이 있다. 따라서 곡물용 냉각기 개발은 앞으로 수입

대체 효과가 있을 것으로 예상된다.

산채용 저장설비는 히트펌프 원리를 이용하여 고랭지에서 생산되는 각종 산채의 신선도를 유지하기 위해 예냉, 저온저장, 또는 건조를 할 수 있는 농가용 소형 다목적 저장 및 건조설비이다. 연구결과 샌드위치 단열패널용 폴리머 콘크리트 조성물 및 단열패널의 제조방법에 관한 발명특허를 취득하고, 국내외 학술대회에서 4회에 걸쳐 연구결과를 발표하였다. 현재 이 기술을 이용하여 냉장 및 건조설비를 제작할 기업체를 모색중이다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과

가. 연구환경적 측면

농산가공기계분야에 투자된 연구비는 총 2,777,275천원으로 연간 약 555,455천원에 달한다. 일반적으로 연구비 중에서 20~30%정도가 연구기자재 구입에 사용됨을 감안할 때 5년동안 총 555,455~833,183천원(연간 약 111,091~166,637천원)에 해당하는 연구기자재가 대학 또는 연구소에 확보되었음을 의미한다. 이는 교육부에서 우리나라 대학의 13개 농업기계공학과에 연간 지급하는 총 연구기자재 구입예산과 비슷한 수준으로 판단된다.

또한, 농산가공기계 분야의 연구에 참여한 총 연구인원은 157명이며, 이들 중에서 대학원생 등 연구조원 인건비를 지급받은 외부 연구원은 총 82명(연간 약 16명)이다. 결과적으로 농산가공기계분야의 열악한 연구환경 개선은 물론 인력양성 및 대학원생의 연구활성화에 기여한 바 큰 것으로 사료된다. 연구종료 후에도 지속적으로 연구가 수행되도록 하기 위해 연구비중에서 연구기자재의 구입비중을 더욱 확대하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

나. 학술적 측면

농림기술개발사업에서 지원된 총 13과제의 연구결과를 바탕으로 총 40편의 논문이 국내(27편) 및 국제(13편)학술대회에서 발표되었으며, 발표된 논문중에서 25편이 국내외 학회지에 게재되었다. 이는 연구수행 과제당 약 2편의 논문이 관련 학회지에 게재된 것으로 농산가공기계분야의 학문발전 및 기술발전에

상당한 기여를 한 것으로 판단된다. 또한 한국농업기계학회에서 주관하는 동계 및 하계 학술대회에서 농산가공기계 분야에서 발표된 논문의 편수는 96년 14편, 97년 31편, 98년 37편, 99년 50편, 2000년 47편으로 급격히 증가되어 왔다. 이는 1994년부터 농림기술관리 센터에서 지원된 연구지원의 결과로 판단된다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과

가. 농산가공기계 분야 산업체의 기술 발전

농산가공기계는 대부분 다품목 소량 주문생산의 특징을 지니고 있다. 우리나라의 농산가공기계 관련 생산업체는 약 70개사로 100%가 중소기업으로 자본이 영세하다. 자체적으로 연구소를 설치하여 연구기능을 발휘하고 있는 회사는 4~5개사 정도에 불과하며, 자체 기술개발 능력이 매우 부족한 실정이다. 이와 같은 실정을 감안할 때 농산가공기계분야에서 출원된 13건의 발명특허는 산업체에 이전되어 유용하게 이용될 것으로 생각되며, 그동안의 전반적인 연구 결과는 산업체의 기술발전에 밑거름이 될 것으로 판단된다.

앞으로 연구결과의 직접적인 활용은 물론, 중소기업의 연구수준 향상, 산학 교류의 활성화 등 연구투자의 파급효과를 보다 확대하기 위해, 모든 연구과제에 기업이 참여토록 하고, 기업체의 영세성을 감안하여 기업체의 부담금을 10%이하로 하향조정하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

나. 농산가공기계류의 수입대체 및 농산물의 수출향상을 위한 기술 개발

현재 정부의 지원하에 미곡종합처리시설, 청과물 포장센터, 산지 농산물 가공공장 등이 보급되고 있다. 이들 설비의 주요 핵심 기계장치는 대부분 일본 등 외국에서 도입되고 있으며, 수입액은 약 1,000억원 이상으로 추정된다. 수입대체 기술 개발을 위해 보다 더 첨단적인 연구가 요구되지만, 그동안 연구개발된 연미기, 연속식 건조기, 감귤 선별시스템, 산채용 저장설비, 곡물 냉각기 등은 앞으로 수입대체효과가 클 것으로 생각된다.

그 동안 수행된 연구과제 중에서 인삼, 버섯, 절화류, 고춧가루 등의 품질판정기술에 관한 연구는 현재 금액으로는 추정이 불가능하지만 앞으로 이들 농

산물의 수출향상에 크게 기여할 것으로 판단된다. 특히, 버섯과 절화류(장미)의 등급별 선별시스템은 일본에서도 최근에 연구되고 있는 과제로서 추가적인 연구와 더불어 선별시스템자체의 수출도 가능할 것으로 생각된다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 농산가공기계의 기술 개발 방향

가. 수요 및 활용도를 고려한 기술개발

농산물의 수확 후 가공 및 품질유지에 필요한 기계 장치나 설비는 다품목 소량 주문생산의 특징을 지니고 있고, 기술개발투자비도 한계가 있다. 따라서 국가나 기업차원에서 기술개발 투자를 하고자 할 때, 투자 대비 수익성 및 활용도를 고려한 기술개발 투자 우선 순위를 결정해야 한다. 이를 위해서는 ① 대상 농산물의 생산량, ② 경작 농가호수, ③ 대상 농산물의 수출량, ④ 부가가치 창출정도 등을 고려해야 할 것이다. 국내에서 생산되는 농산물의 종류는 미곡, 맥류, 잡곡류, 특용작물, 서류, 조미채소류, 근채류, 엽채류, 과채류, 과실류 등으로 구분된다. 이들 농산물의 품목별 생산량<표 2-9>과 수출량<표 2-10>을 고려할 때 농산가공기술 개발 우선 대상 품목은 다음과 같다.

- 곡류 : 미곡
- 과실류 : 밀감, 배, 사과, 감
- 조미채소류 : 고추, 양파, 마늘
- 과채류 : 오이, 토마토
- 임산물 : 버섯(표고, 송이), 밤
- 엽채류 : 배추, 상추
- 축산물 : 돼지고기, 소고기

나. 농산물의 고품질 유지 및 품질 판별 기술 개발

우리 나라에서 생산되는 농산물의 생산단가가 일본을 제외한 선진국에 비해

2~3배정도 높기 때문에 소비자에게 공급되는 농산물의 품질이 수요자의 욕구를 만족시키지 못할 경우 외국농산물과 경쟁을 할 수 없다. 따라서 수확된 농산물의 품질이 소비자에게 전달될 때까지 유지되고, 나아가서 소비자가 원하는 상품을 제공하기 위한 등급별 품질 판별기술이 개발되어야 한다. 특히, 대 일본 수출을 촉진하기 위해 일본 등급규격에서 규정하는 상품을 제공할 수 있는 등급별 선별기술이 개발되어야 한다.

<표 2-9> 주요 원예작물 생산량 및 주요 품질 인자

농산물	1998년도 생산량(단위: 천톤)	주요 품질 인자	
곡류	벼(5,089), 보리(189), 잡곡류(913)	식미, 완전미 비율, 함수율	
과실류	밀감(512), 사과(459), 포도(398), 배(260), 감(251), 복숭아(151), 자두(39)	당도, 산도, 속도, 경도, 색상	
채소류	과채류	수박(노지: 316, 시설: 554), 오이(노지: 65, 시설: 343), 토마토(노지: 11, 시설: 220),	수박: 당도, 속도, 내부공동, 크기 토마토: 속도, 색상, 당도, 산도, 크기 오이: 함수율, 바람들이, 크기, 곡률
	조미 채소류	양파(740), 마늘(394), 고추(146)	매운맛, 병충해, 크기
	근채류	무(1,463), 당근(215)	바람들이, 당도, 크기, 청결도
	엽채류	배추(노지: 2,496, 시설: 283), 상추(노지: 39, 시설: 113), 시금치(노지: 52, 시설: 65)	색상, 함수율, 병충해

<표 2-10> 주요 수출농산물(1999년)

품 목		수출액 (단위:1000\$)	수출량 (단위:ton)	주요수출국	
과실류	배	11,802	4,928	미국(67%), 캐나다(10%), 인도네시아	
	밀감	6,577	6,311	캐나다(51%), 일본(41%), 괌	
	감	3,389	2,245	싱가포르(30%), 말레이시아(25%), 태일랜드	
	사과	1,674	1,966	싱가포르(27%), 태일랜드(16%), 일본	
	포도	860	545	일본(52%), 미국(11%), 브라질	
	복숭아	444	314	일본(84%), 괌(8%), 캐나다	
	소계	24,746	16,309		
채소류	조미 채소류	고추	15,153	4,253	일본(93%), 싱가포르
		양파	397	1,041	일본(68%), 괌
		마늘	257	146	일본(81%), 미국(10%)
	과채류	오이	9,293	5,530	일본(99%), 홍콩
		수박	1,197	942	일본(99%)
	근채류	무	318	369	일본(58%), 캐나다(10.4%)
	엽채류	배추	3,270	4,304	일본(99%), 대만
	소계	29,885	16,585		
	합계	54,631	32,894		

다. 농산가공기계의 고성능화 및 가공공정 최적화 연구

현재 국내에서 사용되는 대부분의 가공기계 및 저장 설비는 일본에서 개발된 것을 모방한 것으로, 국산화된 기계장치의 가격은 일본제품의 1/2정도에 불과하다. 그러나 설계를 위한 기초자료가 미비하고, 기계장치 제작시에 사용되는 주요 전자부품 및 자재의 품질이 선진국에 비해 떨어지기 때문에 정밀도, 능률, 내구성 등이 일본제품에 비해 떨어지고 있다. 이를 극복하기 위해 대상물의 물리적 특성을 기초로하는 설계기술과 제작기술에 관한 연구가 이루어져야 한다.

또한, 농산물은 생명체이기 때문에 수확후 가공, 저장 및 유통과정에 품질이 한번 손상되면 복구가 불가능한 특징을 지니고 있다. 따라서, 수확 후 소비단계에 이르기까지 전과정을 대상으로 하는 시스템 기술이 개발되어야 한다.

라. 원천기술 개발 연구

연구동향에서 살펴본 바와 같이 일본 농업기계학회지에 발표되는 대부분의 연구는 원천기술의 개발을 목표로 입력에너지(기계적 에너지, 전기전자적 에너지, 열에너지 등)에 대한 대상 농산물의 반응연구 즉, 생물체와 기계장치와의 상호관계를 구명하는 기초연구에 관한 것이 많다. 우리나라의 경우 첨단기술 연구과제와 현장으로 연구과제로 구분하여 지원하고 있지만 대부분이 실용화를 위한 모방연구에 중점을 두고 있다. 기술 후발국으로서 제한된 연구투자비의 효율적 이용측면에서 이해가 되지만, 장기적으로 선진국 기술을 능가하기 위해서는 총 연구개발비의 20~30%를 원천기술개발에 투자하여야 할 것으로 판단된다.

마. 농산물 안전성 신속 평가 기술 연구

농산물에 포함되어있는 잔류농약, 독성 등은 농산물품질 평가의 중요한 요소이다. 특히 우리나라의 경우 유통과정에서 열채류의 신선도를 유지하기 위해 수확전후에 농약을 살포하는 예가 있고, 수입 농산물의 경우 장기간의 수송과정에서 품질손상을 방지하기 위해 인체에 유해한 품질보존제를 처리하는 경우가 많은 것으로 보고되고 있다. 농산물에 잔류하는 농약이나 독성은 그 양이 ppm 단위로 매우 적기 때문에 정확한 검출은 어렵지만 정밀 분석이전에 정밀 검사의 필요성을 판정할 수 있는 간이 신속 검사법을 개발할 필요가 있다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 미곡관련 연구 개발 과제

○ 건조기술 연구

- 각종 건조방법에 따른 건조현상의 이론적 해석 연구
- 식미향상을 위한 기존의 열풍건조기 개선 및 저온건조기 개발 연구
- 건조효율 향상을 위한 시스템 최적화 연구
 - 건조원리, 건조기의 설계, 원료의 투입 및 배출, 온습도제어 등 건조작업 전체 시스템의 성능향상을 위한 최적화 연구

- 원천 건조기술 연구
 - 새로운 에너지원 또는 건조방법에 관한 원천기술 개발 연구
- 도정기술 연구
 - 제현기술 연구
 - 기존의 고무롤 현미기 개선 또는 새로운 현미기 개발 연구
 - 쌀의 품질향상을 위한 정백기술 연구
 - 정백과정은 식미, 쌀의 품질 및 정백수율을 좌우하는 핵심공정임. 정백 방법, 정미기, 정백시스템 및 시스템 자동화 등에 관한 지속적인 개발 연구
 - 도정시스템 최적화 연구
 - 정백미의 품질, 도정수율, 소요 에너지 등을 고려한 도정시스템의 최적화에 관한 연구
 - 도정관련 원천기술 연구
 - 새로운 개념의 도정기술 연구
- 저장기술 연구
 - 저장중 품질 변화 구명 연구
 - 대형 사일로외 벼 저장기술 연구
 - 저장중 변질 방지, 식미의 극대화, 에너지 절감을 고려한 저장기술 및 설비 개발
- 품질 및 식미 판정 기술 연구
 - 건조, 도정, 저장 등에 관한 연구는 쌀의 품질 및 식미를 극대화하는 방향으로 진행되고 있음.
 - 식미와 관계되는 쌀의 주요 품질인자와 식미를 간접적으로 측정할 수 있는 기술개발 연구

나. 과실 및 채소류 관련 연구개발 과제

- 신선도 및 물성 구명 연구
 - 기계역학적, 광학적 및 전자기적 특성 구명
- 비파괴 온라인 내부품질 판별기술 연구

- 비파괴 온라인 당도, 산도 및 속도 판별 기술
- 비파괴 온라인 내부결함 판별 기술
- 온라인 외관 판별 기술 연구
 - 온라인 색상 및 형상 판별 기술
 - 온라인 표면결함 판별 기술
- 저온 저장고 및 CA저장고 설계 기술 연구
 - 저온저장고의 온습도 독립제어 기술
 - 저온 저장고 설계 및 공기유동현상 연구
 - 저장물량, 적재방법 등에 따른 효율적인 냉각 및 균일한 온도분포를 얻기 위한 설계기술
 - CA저장고 개스감지 및 조절장치 국산화 연구
- 산지 포장센터 설계기술 연구
 - 농산물의 형상별 자동공급 및 배출 장치 개발
 - 선별포장 시스템 최적화 연구
- 예냉 및 보냉 시스템 개발 연구
 - 예냉용 포장상자 개발
- 간이 잔류농약 검출 기술 연구

다. 임산물 관련 연구 개발 과제

- 주요 임산물의 신선도 및 물성 구명 연구
- 수출용 버섯류의 온라인 품질선별 시스템 최적화 연구
- 수출용 밤의 품질향상을 위한 가공 및 저장기술 최적화 연구

라. 축산물관련 연구 개발 과제

- 각종 육류의 비파괴 품질판별 기술 연구
- 축산물 안전성 평가기술 연구

마. 식품가공기계 관련 연구 개발 과제

- 식품원료의 비파괴 물성 측정 기술 연구

- 식품의 맛 측정 기술 연구
- 산지 식품가공 공장의 공정 자동화 기술 연구

바. 산지가공시설(미곡종합처리장, 포장센터, 식품가공공장 등)의 원
격 관리 및 제어 기술 개발

제 3 절 농업기계설비

I. 농업기계설비의 국내외 연구동향

새로운 개념의 농업 생산을 정착시키기 위해서는, 경제성에 입각하여 효율적으로 생산규모를 설정하고 적절한 작업체계를 구축하여야 한다. 그리고 작업체계에 요구되는 생산설비 및 기계를 개발하고 관련되는 생산관리 및 경영정보 기술을 축적하여야 한다. 우리 나라의 농업 기계설비와 작업기계화 실태를 보면 수도작의 기계화율은 전반적으로 90% 이상의 수준까지 발전하였으나, 시설재배 관련 기계설비, 축산설비 구축은 아직 미흡한 실정이다. 시설재배 생산의 경우, 계절과 무관하게 생산시기를 조정할 수 있어 부가가치를 높일 수 있으나, 시설규모 및 작목의 수가 다양하고, 단일 품목당 재배 면적이 비교적 작으며, 재배방식과 작업의 다양성, 높은 재식밀도 등으로 인하여 작업의 일관 기계화와 설비 자동화의 추진에 있어 어려운 점이 많다.

농업기계 설비의 개발은 일반 산업체의 기계류 생산과는 달리 수요 규모에 따른 경제성 문제를 재고하여야 하며, 더욱이 대상 작목에 따라서는 섬세한 정밀작업을 요구하기 때문에 생산규모에 따른 경제성과 작업의 다양성 그리고 난이성 등을 어느 정도 일거에 해결할 수 있는 새로운 개념의 생력화 기술 개발이 필요하다.

농업기계 설비는 일반 농작업용 설비, 시설원예 설비, 임산설비, 소 돼지 닭 등의 축산설비, 나아가서는 이들 대상물의 수확 후 가공, 저장, 유통과 관련하는 설비 등 포괄적으로는 농업생산에 요구되는 기계설비를 뜻하나 본 장에서는 좁은 의미의 기계설비로써 원예용 시설 및 작업설비와 돈사, 축사, 계사를 포함한 축산시설과 작업설비를 중심으로 소재와 자재 그리고 설비 내의 생장 환경 계측용 센서 및 관리 제어기계와 시스템 등에 대하여 기술하고자 한다.

1. 선진국의 농업 기계설비에 관한 연구동향

가. 시설원예 설비

시설원예와 관련한 설비 개발 연구는 크게 재배과정을 통해 식물의 생리상태를 최적으로 유지시켜주는 환경제어 설비연구, 시설원예 설비에 투입되는 에너지 절감 및 대체에너지 관련 설비연구, 그리고 시설 내의 다양한 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비연구로 나눌 수 있다. 최근에는 정보화 기술이 접목되어 이들 설비들의 유기적 연계를 통한 통합 재배관리, 식물의 성장조절을 통한 출하 관리와 설비의 최적 운영을 위한 관리기술이 부가적으로 연구되고 있다.

시설원예 설비는 각 나라에 따라 주요 재배 작목과 재배 환경의 특성에 의거하여 다양한 설비기술이 연구되고 있다. 일반적으로, 시설원예 설비는 재배 환경의 폐쇄성과 재배설비의 규모에 따라 크게 세 종류로 구분된다. 원예작목을 대상으로 일반적인 재배기법에 근거한 생육설비, 소규모 생육시설(Growth Chamber), 공동 육묘장, 식물공장과 같이 인공적 환경하의 완전제어형 폐쇄 생육설비, 그리고 소식물체 및 조직배양을 위한 인공적 환경하의 폐쇄형 생육설비를 들 수 있다.

일반적인 재배 기법에 의한 원예설비 연구는 각 국가별로 생육설비에 투입되는 에너지 및 주요 재배작목 그리고 토지생산성 등을 고려하여 다양한 설비가 연구되고 있다. 미국의 경우 최근 인공적 환경에 자연적 환경의 장점을 가미한 천장 개폐형 온실에 대한 연구가 수행되고 있다. 천장개폐형 온실의 최적화 설계를 위하여 수치해석적 유체역학 기법(CFD: Computational Fluid Dynamics)과 풍동(Wind Tunnel)시험을 이용하여 외부 기상상태, 온실의 구조, 온실 내부의 작물 상태 등을 변수로 하여 온실의 벽 및 천장의 개폐에 따른 공기 유동과 온실내의 온도구배 등에 대하여 평면적 해석 뿐 아니라 공간적 해석과 모의시험 연구가 수행되고 있다. 온실의 구조와 관련하여 평면형 천장, A형과 평면형의 중간형태의 낮은 경사를 갖는 천장, 말아 올리는 형과 A형 천장 등에 대하여 개폐를 위한 구동장치와 더불어 자연환경 하에서의 공기유동 및 에너지 확보 특성 연구 등이 진행되고 있다.

유럽의 경우는 인공적 환경에 자연적 환경을 부가한 반 폐쇄형 원예설비 연구가 주를 이루고 있다. 일본의 경우, 거의 인공적 환경 중심의 완전제어형 생육설비로써의 식물공장 연구가 활발히 추진되고 있다. 일본과 유럽의 경우, 식물의 성장조절에 관여하는 특정 광 파장(적외선과 근적외선)을 분석하여 특정 파장대의 광을 투과 또는 억제시키는 PET 필름의 개발 및 특정 파장대의 광을 생성하는 조명램프 개발 등의 연구가 수행되고 있다. 그리고 열과 전력을 동시에 발생시키는 설비 및 농용자재 등에 있어서는 생분해성 플라스틱의 개발이 수행되고 있다.

환경제어 설비 분야는 원예설비의 개방형, 폐쇄형에 관계없이 재배 과정에 관여하는 환경조건의 계측기술 그리고 환경조건에 응답하는 식물의 생리상태 계측기술을 포함하여 다양한 계측 데이터를 융합 처리하여 적절한 환경제어 입력 변수를 설정하는 지능화 정보처리 기술 그리고 이를 통하여 설정된 최적 재배 환경 조건을 구현하기 위한 다양한 구동장치의 조작 및 통합 제어기술 등을 포함한다.

특히, 컴퓨터 영상처리 기술(칼라: Color Imaging, 근적외 열영상: Infra Red Thermometry, 다분광 영상: Multispectral Imaging)과 전자기적 특성을 이용하여 식물의 성장상태 계측 및 영양분 및 수분 등의 스트레스에 의한 식물의 생태학적 반응과 병징을 분석하는 연구가 활발하다. 또한 시설내의 환경을 적정 상태로 원격 제어(Remote Control)하는 시스템 및 기술에 관한 연구 역시 활발하다.

시설 내의 다양한 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비연구로는 일본과 유럽을 중심으로 농업 생산분야의 특성을 고려한 컴퓨터 시각 시스템과 정보처리기술 등의 개발을 통하여 단위 작업별로 미흡하나마 실용화 연구를 시도하고 있다. 일본, 네덜란드, 프랑스 등에서 실험실 수준의 포도, 딸기, 오이, 토마토 등의 수확을 위하여 선단의 End-effector 개발을 중심으로 기존의 산업용 로봇을 이용한 시작기를 개발하고 있으나 현장 적용 측면에서는 해결하여야 할 많은 문제점을 안고 있다. 비교적 연구 개발이 어려운 작업설비 분야는 재배방법 자체를 기계화 설비에 알맞도록 새롭게 시도하는 연구 역시 박과류 채소를 대상으로 시도되고 있다.

소식물체 및 조직배양을 위한 인공적 환경하의 폐쇄형 생육설비 관한 연구

는 농업의 여건은 좋으나 비교적 재배면적이 좁은 일본과 유럽을 중심으로 활발하게 추진되고 있으며 실용적 측면의 작업설비 생력화 연구가 주를 이루고 있다. 특히, 네덜란드의 Phyto Nova사 그리고 일본 Toshiba사 등의 조직배양 공정 자동화 시스템 등의 상용화 연구가 주목되고 있다.

나. 축산설비

축산 관련 설비 개발 연구는 가공, 저장, 유통 공정 관련 설비를 제외하면 근본적으로 시설원에 설비와 크게 다를 바가 없다. 사육과정을 통해 가축의 생리상태를 최적으로 유지시켜주는 환경제어 설비연구, 사육설비에 투여되는 에너지 절감 및 대체에너지 관련 설비연구, 그리고 시설 내의 다양한 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비연구로 나눌 수 있다. 마찬가지로, 최근에는 정보화 기술이 접목되어 이들 설비들의 유기적 연계를 통한 사육개체의 통합 관리, 사료조절을 통한 품질관리와 설비의 최적 운영을 위한 관리기술과 사육 시설내 작업자 및 설비주변의 사육환경을 고려한 악취제거 기술 등이 부가적으로 연구되고 있다.

축산 관련 설비는 크게 양계 관련 설비, 양돈 관련 설비, 낙농 및 한우 관련 축사설비로 구분할 수 있다. 양계 관련 설비는 국외의 경우 상당한 기술 개발이 이루어져 계사의 환경관리, 사료의 공급관리, 계분 처리를 포함한 대부분의 작업공정에 있어서 자동화 설비가 개발되어 상용화되고 있다. 하지만, 닭고기와 계란의 소비가 증대됨에 따라 지속적으로 개체인식을 통한 생육효율 및 산란율 증대와 생력화 관리 그리고 고밀도 사육계사와 그에 따른 사료 및 환경관리 기술에 대한 연구 개발이 수행되고 있다. 특히, 일본, 미국 및 유럽 등의 소수 업체가 세계 시장을 장악하고 있으며 양계시설 및 환경관리에 대한 많은 자동화 연구와 실제 적용 실험연구를 수행하여 개발한 고기능의 상용화 장비를 고가로 판매하고 있다.

- MOBA (네덜란드) 자동 집란, 세란, 선란 시스템
- SALMET과 BIG DUTCHMAN (독일) 케이지, 자동 급이/급수, 집란, 환기, 계분 건조 발효처리 시스템
- FARMTECH (네덜란드) 케이지, 자동 급이/급수, 집란, 환기, 계분 건조 발효처리 시스템

- CHORETINE (미국) 케이지, 자동 급이/급수, 집란, 환기, 계분 건조 발효처리 시스템
- KOSHIN과 YOSHIDA (일본) 케이지, 자동 급이/급수, 집란, 환기, 계분 건조 발효처리 시스템
- KYOWA (일본) 자동 집란, 세란, 선란 시스템

양돈 설비에 있어서는 선진외국의 경우, 사료효율 증가를 위한 실내환경제어(환기) 시스템, 돼지개체의 운동량 및 체중측정기술, 그리고 개체관리 및 사료 자동급이 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련하여 상당한 기술을 축적하고 있다. 최근에는 컴퓨터, 영상처리 시스템 및 생체 삽입 마이크로 바이오 센서 기술 개발을 통하여 개체별 생육상태 계측 및 이에 따른 사육조절 전문가 시스템 개발에 관한 연구가 유럽의 네덜란드를 중심으로 추진되고 있다. 하지만 돼지로부터 나오는 분뇨의 효과적 처리에 관한 기술상의 문제는 여전히 문제로 남아 있다.

낙농 및 한우 관련 축사설비에 있어서는 양돈 설비와 마찬가지로 선진외국의 경우, 사료효율 증가를 위한 실내환경제어(환기) 시스템, 개체 인식을 통한 운동량 및 체중측정기술, 개체관리 및 사료 자동공급 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련하여 상당한 기술을 축적하고 있다. 특히, 젖소에 있어서는, 유방세척, 착유장치, 유량계측, 우유품질 계측, 유방염 발생 진단 등 착유 자동화설비에 관한 기술은 네덜란드를 중심으로 독일, 영국, 프랑스 등에서 활발히 연구되어 상용화되고 있다. 기술 개발 동향과 대표적인 연구내용을 살펴보면 다음과 같다.

1970년대 후반과 1980년대 초반에 젖소의 개체 식별장치 및 자동 급이장치의 연구가 수행되었고 1980년대 후반에는 전자 개체식별 장치를 이용 범위를 확대함은 물론 착유자동화 장치, 우유의 전기전도도와 온도를 이용한 유방염 진단장치, 젖소의 활동도를 지표로 한 발정발견 장치, 조사료 자동급이 장치, 자동체중측정장치 등의 기술 개발이 이루어졌다. 1990년대 초반에는 자동 착유로봇 시스템이 개발되어 실험적으로 농가에 사용되었다. 유럽에서 개발하여 판매 중인 착유로봇 시스템으로는 초음파를 이용하여 유두를 검출하는 Liberty AMS, 레이저를 이용한 Lely가 있고 그 밖에 유두위치를 컴퓨터로 기록하고 적외선 빔 등을 이용하는 시스템이 독일의 Durveksdorf, 영국의 Silsoe 연구소 등에서 개발되고 있다.

2. 국내의 농업 기계설비에 관한 연구동향

가. 시설원예 설비

언급하였듯이, 시설원예와 관련한 설비 개발 연구는 크게 재배과정을 통해 식물의 생리상태를 최적으로 유지시켜주는 환경제어 설비연구, 시설원예 설비에 투여되는 에너지 절감 및 대체에너지 관련 설비연구, 그리고 시설 내의 다양한 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비연구로 나눌 수 있다. 국내의 경우에는 주로 원예작목을 대상으로 일반적인 재배기법에 근거한 생육설비로써 인공적 환경에 자연적 환경을 부가한 반 폐쇄형 원예설비 연구가 주를 이루고 있으며 특히 공동 육묘장 관련 설비 부분에 있어서는 선진국 수준의 기술을 축적하고 있다.

그러나, 국내 시설원예 설비가 인공적 환경제어 및 관리보다는 자연환경에 의존하며, 규모가 작고 내부공간이 협소한 비닐온실이 대부분을 차지하고 있어 시설원예 작업의 생력화 설비의 연구 개발 및 적용보다는 시설원예 설비의 보급을 촉진하기 위하여 농업 특정과제를 통한 연구지원을 비롯한 정부의 기술 연구 방향은 주로 연구 시설구조 자체의 규격화와 표준화, 그리고 시설자재의 규격화, 온실내 에너지 공급 및 이용연구 등에 중점을 두어 추진하여 왔다.

정부 주도의 시설원예 온실 보급화에 힘입어 국내 업체를 중심으로 유리온실, 자동양액 조제시스템, 자동 환경계측 및 조절 장치, 무인 방제기 등 다양한 시설원예 설비가 선진국으로부터 수입되어 보급되었다. 하지만, 대부분의 수입 설비가 국내의 지역 및 기후 환경과 재배작목의 생육 특성을 고려하지 않아 기능 및 효율성에 문제가 있었으며, 고가의 경제적 부담 및 유지 보수에 어려움 등에서 문제가 제기되었다. 2-3년간의 지속적인 중장기 농업특정연구과제 지원 등을 통하여 국내 대학 및 국립 연구소를 중심으로 자동 환경계측 및 조절 장치, 자동양액 조제시스템 등에 대한 연구를 수행하여 상당한 기술을 축적하였으며 이에 대한 산업계 기술이전이 실시되었다.

특히 에너지 비용이 외국에 비해 상대적으로 고가인 국내 현실을 고려하여 시설원예 설비의 냉난방에 요구되는 에너지 투입비용을 절감시키고 또한 자연

에너지의 이용을 극대화하거나 대체 에너지를 개발하는 연구가 농업특정연구과제의 지원으로 추진되었으며 어느 정도 기술력을 축적하였다.

최근에는, 대학을 중심으로 재배 과정에 관여하는 환경조건의 계측기술 그리고 환경조건에 응답하는 식물의 생리상태 계측기술을 포함하여 다양한 계측 데이터를 융합 처리하여 적절한 환경제어 입력 변수를 설정하는 지능화 정보 처리 기술 그리고 이를 통하여 설정된 최적 재배 환경 조건을 구현하기 위한 다양한 구동장치의 조작 및 통합 제어기술 등에 대한 연구가 소규모로 일부 수행되고 있다. 하지만, 이러한 연구는 원예와 재배 및 생물시스템 공학 등의 학제간 연구가 요구되고 장기간의 기초연구를 수반하며 산업화 및 단기간의 실용적 효과의 기대가 상대적으로 낮아 정부의 연구지원이 미흡하여 선진국 대비 기술 축적이 상당히 떨어지는 실정이다.

시설 내의 다양한 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비연구는 공정육묘장 내의 일부 작업 설비에 대하여 국내 업체를 중심으로 일본과 유럽에서 개발한 설비의 도입과 부분적 국산화를 통하여 추진하여 왔다. 국내 시설원예 온실의 규모와 경제적 현실로 인하여 작업공정을 생력화하는 단위 기계장치 및 설비에 대한 정부의 연구지원은 해외 도입 일부 기종에 대한 국산화 연구 및 설비도입 지원 정도로 자체 기술 연구 개발을 위한 지원은 매우 미흡하여 선진국 대비 기술 축적도가 매우 낮은 상황이다. 선진국의 경우, 대기업체와 정부의 주도로 주요 작목에 대하여 요구되는 다양한 작업공정을 생력화하기 위한 단위장치 및 설비의 개발에 중장기적으로 집중 투자하고 있으며 연구개발이 어려운 특정 작목의 재배설비의 경우 새로운 재배기술 연구를 통하여 생력화 기계설비를 개발하고 있다.

일본과 유럽과 유사하게 비교적 재배면적이 좁은 우리 나라의 경우 소식물체 및 조직배양을 위한 인공적 환경하의 폐쇄형 생육설비 관한 기술 연구가 무엇보다도 요구된다. 하지만, 국내의 경우 조직배양기술 자체에 있어서는 상당한 기술 수준에 있으나 작업공정의 생력화 시스템 개발 연구에 있어서는 씨감자의 조직배양 자동화 연구지원으로 도입한 외국 시스템에 대한 분석을 통하여 기초적인 설비 연구를 축적한 정도이며 기술수준이 매우 낙후되어 있는 실정이다.

나. 축산설비

언급하였듯이 축산 관련 설비는 크게 양계 관련 설비, 양돈 관련 설비, 낙농 및 한우 관련 축사설비로 구분할 수 있다. 전반적으로 체란 양계설비 관련 국내기술은 매우 저급한 실정이며 설비의 대부분을 외국의 기술에 의존하고 있다. 국내 양계설비 관련 업체의 기술수준이 상대적으로 낙후되어 있으며, 외국 업체의 직접적인 국내시장 잠식으로 인하여 국내 양계설비 산업의 국내시장 점유율은 매우 낮으며 외국설비의 도입으로 양계업자에 대한 사후 봉사 및 부품의 적기 공급이 커다란 문제로 대두되고 있다. 국내 실정을 고려하지 않은 채 외국으로부터 도입한 설비는 설비운영의 효율성이 떨어지고 고가의 구입에 비해 거의 기능이 사장되고 있는 실정이다.

체란 양계설비에 있어서는 특히, 세란 및 선란시스템에 있어서 대용량의 경우 고가의 해외장비를 그대로 수입하여 사용하고 있으나 농업특정과제 지원에 의하여 어느 정도 기술이 축적되어 있다. 사료 저장 및 공급 시스템 그리고 계사내 환경제어 시스템에 있어서는 곡물저장 및 처리 분야, 시설원예 및 돈사의 환경제어 분야의 기술이 축적되어 있어 분야간 기술의 연계가 되어있지 않다. 또한, 계사경영 및 설비 종합관리 시스템 기술 개발이 미흡한 실정이다.

양돈 설비에 있어서는 국내의 경우 돈사의 국내형 모델 및 생육 상태계측에 따른 실내환경제어(환기), 체중측정 시스템과 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템에 대한 연구가 추진되어 어느 정도 기술이 축적되었으나 이의 농가 현장 보급을 위한 상용화 연구가 향후 필요하다. 특히, 돼지 개체의 생육상태 측정 및 이에 따른 자동 개체관리 및 사료 자동급이 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련한 기술 축적이 선진국에 비해 상대적으로 미흡하다. 특히, 돈사경영 및 설비 종합관리 시스템 기술 개발은 거의 전무한 실정이다.

낙농 및 한우 관련 축사설비에 있어서는 양돈 설비와 마찬가지로, 사료효율 증가를 위한 실내환경제어(환기) 시스템에 대한 기술은 어느정도 축적되어 있으며 부분적으로 개체 인식을 통한 운동량 및 체중측정기술, 개체관리 및 사료 자동공급 설비, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등의 연구가 정부 연구소 및 몇 개 대학에서 수행되고 있다.

착유자동화시스템은 현재 네덜란드 제품의 국내 판매가 시작되고 있는 실정

이나 단위 착유장치에 대하여 실험실 수준의 연구 개발이 국내 대학에서 진행되고 있다. 개체인식 장치는 바코드나, Tag에서 R/F를 이용한 개체인식장치가 보급되고 있으나 아직 일반농가에서는 사용하지 않고 있고 영상처리를 이용한 개체인식 기술을 대학에서 개발하고 있다. 질환우 선별 및 현장용 자동 유질판정 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치 개발에 대한 기초 연구가 연구소 및 대학에서 실험실 수준으로 수행되고 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술)수준 비교(격차)

가. 시설원예 설비

설비 구분	선진국 대비 수준
온실 구조·구조용 설비 및 에너지 설비	전반적으로 대등한 기술 수준에 있으나 외부 기상 여건과 온실 구조에 따른 공기유동, 온도 구배의 계측 및 모델링 그리고 이에 따른 온실의 천장 및 측창의 자동 차폐 설비 기술의 개발 연구가 필요하다.
시설재배 소재 및 소재 제조용 설비	전반적으로 기술 수준이 선진국 수준으로 진입하였으나 작물의 생육상태에 따른 소재(특정광 투과 PET 필름, 상토, 조명램프 등) 기술의 연구개발이 필요하다.
온실 환경 및 양액관리 설비 작물생장 계측설비	환경 제어 및 양액관리 설비 분야는 전반적으로 대등한 기술 수준에 있으나 작물생장 계측설비 및 성장 모델링 분야의 기초기술의 연구가 필요하다.
시설재배 작업용 기계 및 설비	재배작업공정 전반에 걸친 생력자동화 설비 기술 수준이 현저하게 떨어져 있어 향후 집중적인 기술 연구가 필요하다.
조직배양 등 생물공학 육종관련 공정 설비	조직배양 및 생물공학적 공정에 대한 계측 및 공정자동화 설비가 현저하게 떨어져 있어 연구가 필요하다.

나. 축산설비

구 분	선진국 대비 수준
양계 관련 설비	집란, 새란 및 선란시스템에 있어서 선진국 대비 80% 정도의 기술이 축적되어 있으나 국내업체에 이전하고 상용화는 연구가 필요하다. 사료 저장 및 공급 시스템 그리고 계사내 환경제어 시스템에 있어서는 곡물저장 및 처리 분야, 시설원예 및 돈사의 환경제어 분야의 기술이 선진국 대비 70% 정도의 기술이 축적되어 있으나 분야간 기술의 연계 적용이 필요하다. 계사경영 및 설비 종합관리 시스템 기술 개발이 거의 전무하여 연구개발이 필요하다.
양돈 관련 설비	양돈 설비에 있어서는 돈사의 실내환경제어(환기), 가축분뇨처리 시스템에 대한 연구가 추진되어 어느 정도 기술이 축적되어 선진국 대비 70% 정도의 기술을 축적하고 있다고 판단되나, 돼지 개체의 생육상태 측정 및 이에 따른 자동 개체관리 및 사료 자동급이 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련한 기술 축적이 선진국에 비해 상대적으로 미흡하다.
낙농 및 한우관련 설비	실내환경제어(환기) 시스템에 대한 기술은 선진국 대비 70% 정도의 기술이 축적되어 있으나 현장 적용이 되고 있지 않음. 개체 인식을 통한 관리 및 사료 자동공급 설비, 자동 입출하 장치, 자동 착유장치, 실시간 유질판정장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련하여 선진국 대비 기술수준이 낙후하여 상당한 기술개발이 요구된다.

II. 농업기계설비분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농업 기계설비의 분야별 성과 분석

농업 기계설비 연구는 5년간의 농림기술개발 사업 지원에 의해 시설원예 관련 설비와 축산설비 분야에 주로 지원되었으며 그 연구 성과를 분석하면 다음과 같다.

가. 시설원예 설비

시설원예 관련 설비는 크게 1) 온실 구조·구조용 설비 및 에너지 설비 2) 시설재배 소재 및 소재 제조용 설비 3) 온실 환경 및 양액관리와 작물생장 계측설비 4) 시설재배 작업용 기계 및 설비의 4개 분야로 나눌 수 있는데 각 분야별 연구내용과 성과는 다음과 같다. 특히 “공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화 시스템 개발과 활용기술 연구”는 공정육묘 생산체계의 일관화와 생력화를 위하여 이들 4개 분야 전반에 걸쳐 학계와 업계의 공동기술 개발 그리고 농가의 실증시험 등 효율적인 공동연구로써 다양하고 실용적인 연구성과를 얻었다.

1) 온실 구조·구조용 설비 및 에너지 설비

□ 고효율 환경조절 및 에너지절약형 온실구조의 최적 설계(연구기간 3년)

- 고효율 환경조절 및 에너지 절약형 온실의 최적 설계자료 제시를 위하여 국내 보급 온실의 구조와 에너지 이용현황 조사, 투광성, 자연환기 성능 등을 분석하고 수막온실, 태양열 온실, 열펌프 온실, 포그 시스템 온실, Fan & Pad 시스템의 성능을 분석하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 국내 보급 온실의 구조와 에너지 이용현황을 조사 분석하였다.
- 온실형태에 따른 투광성을 분석하여 광환경과 관련된 설계자료를 제시하였으며 자연환기 효율 향상을 위한 구조 설계자료를 제시하였다. 온실의 차광효과를 분석하여 차광 설계자료를 제시하였다.
- 수막온실, 태양열 온실, 열펌프 온실, 포그 시스템 온실의 성능을 분석하여 설계자료를 제시하였으며 Fan & Pad 시스템의 냉방효과를 분석하여 설계자료를 제시하였다.

□ 공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화 시스템 개발과 활용기술 연구(연구기간 2년)

- 국내 원예작물의 육묘생산을 공정화하기 위하여 농가보급형 공정육묘 표준온실의 설계를 수행하였으며 향후 공정묘의 수요전망에 따른 시설 도입규모에 대한 분석을 수행하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.

- 육묘 생산에 필요한 작업공정을 자재의 준비에서 묘 출하에 이르는 17개 항목에 대하여 분석하였고 효율적 관리를 위한 세부기술 지침을 설정하였다. 또한 온실구조, 장치 자재에 대한 특성과 도입규모를 설정하였다.
- 양지붕형 철골유리온실과 지붕형 경질피복재온실의 두가지 형태로 표준화하여 각각 독립형과 여러 작물을 동시에 육묘할 경우 환경조절이 용이한 2동 분리형으로 설계하였다. 설계사양으로는 1회 묘 최대 생산량, 공사비, 시방서, 악천후에 대한 구조안전성 해석을 포함하였다.
- 공정묘 보급률 30% 수준에서 2004년까지 적어도 1,500평 규모의 공정육묘 시설 180 여개가 도입되어야 할 것으로 추산되었으며 공정묘의 출하규격과 유통가격을 조사 분석하여 표준온실 설계의 경영분석자료로써 제시하였다.
- 발아실의 표준규격을 정립하여 설치 후 성능시험을 수행하였다.

□ 무가온 비닐온실의 터널 보온덮개 자동 개폐장치 개발

- 국내 시설원예의 대부분을 차지하는 단동 비닐온실의 관리작업에 있어서 가장 많은 노동력을 요구하는 보온덮개 개폐작업을 생력 자동화하기 위하여 내구성과 보온성이 좋은 보온덮개를 개발하였고 온실 골격에 설치한 모노레일을 따라 지퍼방식으로 보온덮개를 자동으로 개폐하는 장치를 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 단동 온실의 보온덮개 개폐 및 운반, 방제 등 일반 관리작업에도 이용할 수 있는 다목적 행어 모노레일을 단동 온실의 길이방향으로 온실의 골격 파이프에 설치가 용이하도록 개발하였다.
- 비닐과 비닐 사이에 부직포를 넣고 접착하여 제조한 보온덮개는 기존의 보온덮개에 비하여 보온효과가 좋고 부피가 적어 기계개폐 장치에 적절하였다.
- 모노레일을 따라 지퍼방식으로 보온덮개를 자동으로 개폐하는 장치를 개발하였고 다수 동의 경우에도 동시에 개폐가 될 수 있도록 하였다.

□ 첨단 유리온실용 알루미늄 구조재의 규격 표준화 및 적합소재 개발(연구기간 3년)

- 첨단 유리온실용 알루미늄 구조재의 규격 표준화 연구를 수행하였고 인장강도 280MPa, 연신율 12% 이상의 유리온실용 알루미늄 소재를 개발하였다. 또한 알루미늄 구조재의 생산가공기술을 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 유한요소법을 이용하여 유리온실용 알루미늄 구조재의 설계 기준을 확립하였다.
- 유리온실용 알루미늄 구조재 11종, 연결 및 고정재 6종, 그리고 고무 가스켓 2종에 대하여 규격을 표준화하였다.
- 인장강도 309MPa, 연신율 11.6% 및 압출성 지수 80인 Al-Mg-Si-CuP의 새로운 알루미늄 합금을 개발하였으며 구조재에 대한 금형설계 및 알루미늄 합금의 열처리 조건 등의 생산기술을 확립하였다.

□ 자연에너지를 이용한 온실 난방시스템 개발(연구기간 3년)

- 시설재배시 투입되는 에너지로 인한 환경오염을 최소화하여 농작물의 재배환경을 보존하고 시설재배에 소요되는 화석연료에 의한 난방 에너지 비용을 60-70% 절감할 수 있는 자연 에너지를 이용한 열교환 펌프 시스템을 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 국내 30개 지역의 겨울철 외기온 $-7^{\circ}\sim-9^{\circ}\text{C}$ 이하의 일수를 분석한 동일선 지도 제작을 통하여 온실 난방시스템 설계의 기초자료를 확보하였다.
- 온실내 잉여 태양에너지와 열펌프로부터 공급되는 열을 저장하기 위하여 잠열축열재($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)를 이용하여 잠열축열조를 온실 지하에 설치하여 축열조가 없는 온실보다 9°C 정도 높게 유지하는 온실 난방효과를 얻었다.
- 열펌프는 공기-공기 그리고 공기-물의 두가지 기능을 갖도록 구성 제작하였는데 회로내에 AVACTHE를 고안 설치하여 국내외 열펌프 성능계수가 3.5 정도인 것에 비해 3.5에서 4.3까지의 성능계수를 보여주는 열펌프를 제작하였다.
- 온실과 PCM 축열조 그리고 열펌프의 3개 단위 요소장치를 조합한 실험실 규모의 시스템은 외기온 $-7^{\circ}\sim-8^{\circ}\text{C}$ 에서 $12^{\circ}\sim15^{\circ}\text{C}$ 의 난방효과를 얻을 수 있었다. 이러한 시스템으로 얻어지는 에너지 절감 효과는 60-80%에 달하였다.

향후, 온실과 PCM 축열조 그리고 열펌프의 3개 단위 요소장치를 조합한 실용화 규모의 시스템개발을 통하여 현장 실증시험이 필요하녀 지역별 작물별 시설농업규모별로 개발 시스템을 규격화하는 연구가 지속적으로 추진될 필요가 있다.

□ 시설원에 난방시스템 및 저가원료 대체기술 개발(연구기간 1년)

- 시설재배시 투입되는 난방 에너지 비용을 최소화하기 위하여 생활하수에서 나온 슬러지를 재활용한 저가의 대체에너지를 개발 연구로써 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 생활하수에서 나온 슬러지를 탈수 성형 건조한 팔렛형의 슬러지탄을 제조하여 가정용 연탄 발열량의 63.7%에 달하는 에너지를 얻었다.
- 슬러지탄을 연료한 시설원예용 온수 난방시스템을 개발하였으며 연소 후 얻어지는 슬러지탄재를 열처리하여 수처리용 미생물 담체와 발포성 인조 경량골재를 제조하였다. 연구결과의 실용화를 위해서는 슬러지탄의 제조, 슬러지탄을 이용한 난방기 제조 및 슬러지탄의 재활용을 일괄적으로 할 수 있는 업체에 대한 지원이 요구된다.

□ 한국형 온실 모델 설정을 위한 경량자재개발 및 규격화 보급 방안

- 온실의 안정성과 사용성을 고려한 경량자재의 구조성능을 분석하였고 조립식 시설자재로써의 실용화할 수 있는 방안을 제시하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 벤로형 와이드스팬형 H형강의 경량화를 통하여 상부구조의 경량화를 달성하였다.
- 폴리머 콘크리트에 대하여 강도, 휨, 인장력 등의 시험을 수행하였고 폴리머 콘크리트 휨 부재의 구조설계에 필요한 자료를 제시하였다.
- 프리캐스트 기초개발 및 실용화 보급방안으로서 경량화 구조의 제작도 및 프리캐스트 기초의 제작도를 작성하였다.

2) 시설재배 소재 및 소재 제조용 설비

□ 육묘상토재료 중화 왕겨숯 제조를 위한 폐열이용 연속 탄화방법 및 장치 개발(연구기간 3년)

- 국내 미곡종합처리장의 부산물인 왕겨를 탄화시켜 훈탄 및 목초액을 제조하는 방법 및 장치를 개발하였고 훈탄을 이용하여 육묘용 상토 제조 및 활용 성능을 시험하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 왕겨의 열분해 특성을 분석하였고 분석한 결과를 토대로 직화식 수직 탄화장치와 간접식 수평탄화 장치 시작기를 제작하여 성능을 시험하였다. 탄화물 생산율은 투입 왕겨의 45%였으며 목초액 30% 유액상 tar 10%를 추출하였다.
- 추출한 왕겨 목초액은 시판하는 목초액에 비하여 유기물질의 성분이 거의 유사하였으며 함유량이 높은 편이었다.
- 담배육묘용 훈탄상토를 기준으로 원예작물의 육묘상토로서 검토한 바 점적관수 상토로서의 활용 가능성이 있었다.

□ 공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화 시스템 개발과 활용기술 연구(연구기간 2년)

- 국내 원예작물의 육묘생산을 공정화하기 위하여 공정묘 생산에 필요한 필수자재에 대한 규격화를 수행하였다. 또한 공정육묘용 상토 및 액비를 개발하여 효과를 시험하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 공정육묘 생산에 필요한 필수자재로써 트레이, 상토 등에 대한 규격, 특성을 검토하였고 양질의 공정묘가 구비해야할 조건을 정립하였다.
- 공정육묘용 상토와 액비로써 “토실이”와 “양실이”를 개발하여 상품화하였으며 고추, 토마토, 배추 등 주요 작물에 대한 적용시험을 수행하였다.

3) 온실 환경 및 양액 관리와 작물생장 계측 설비

□ 다동온실내 복합환경의 컴퓨터제어시스템 개발(연구기간 2년)

- 시설재배용 온실내 환경과 작물의 생체정보를 계측하여 복합적으로 환경을 제어하는 컴퓨터 환경제어 시스템을 개발하였다. 주요 연구 성과는 다

음과 같다.

- 작물의 생체정보 측정을 위해 증산류, 줄기직경, 과정, 엽온 측정 센서를 설치하였고 생육정보 모델을 구축하였다.
- 온실의 실내외 환경요인으로 일사량, 실내 온습도, 외부 온습도, 풍향, 풍속, 강우량 센서를 설치하였으며 개발한 생육정보 모델을 이용하여 측창 개폐장치, 천창 개폐장치, 커튼개폐장치, 환기장치등을 구동하여 복합적으로 환경을 제어할 수 있도록 하였다.

□ 농가보급형 무인 양액관리시스템 및 활용기술 개발(연구기간 3년)

- 양액재배에 필수적인 양액상태를 계측하고 조제량을 조절하는 양액 조제장치, 정밀하게 액제를 계량하여 공급하는 양액공급장치, 작물에 따라 필요한 양액의 전기전도도 및 공급량을 사용자에게 표시해주는 양액관리시스템을 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 기존에 개발된 조제 제어기를 보완하여 마이크로 컴퓨터를 이용하여 양액의 온도, 산도, 농도를 자동으로 계측 제어할 수 있는 양액조제 전용장치를 제작하였으며 장치에 사용할 수 있는 센서를 선정할 수 있도록 하였다.
- 수위센서식 과 오버플로우식 액제 정밀계량 장치를 개발하여 생산원가를 절감시킨 양액 자동공급 시스템을 개발하였다.
- 개발한 시스템은 내화화성 내환경성 재질을 사용하여 내구성을 높였다.
- 작물의 생육에 미치는 인자로서 일사량, 온도, 습도, 생육단계로 설정하여 대상작물에 따른 양액의 상태를 예측하고 사용자에게 필요한 양액의 전기전도도 및 공급량을 사용자에게 알려주도록 하였다.

□ 양액재배 보급확대를 위한 자동 양액관리기기, 장치, 시스템의 국산화 개발(연구기간 3년)

- 양액재배에 따른 작목별, 생육단계별 양액관리 기술을 계량화하였고 양액관리 장치와 양액재배 시스템을 개발하였다. 그리고 유용길항성 근권 미생물을 검색하고 분리하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 액비의 혼입이 각 비료별로 제어되어 생육단계에 따른 성분제어가 가능

하며 특정 원소의 결핍에 대한 대처가 가능한 그리고 데이터베이스에 의해 양액농도가 제어되는 양액희석 공급기를 개발하였다.

- 열교환 장치를 설치한 가열탱크를 제작하여 경유를 연료로 한 버너로서 물을 가열하여 희석탱크 내부로 순환시켜 양액을 가열하고 하절기에는 지하수를 이용하여 냉각시키는 양액온도 조절기를 개발하였다.
- 양액온도 조절기와 연계된 가열살균방식과 독립된 자외선 살균소독기의 두가지로 양액살균소독기를 개발하였으며 재배면적 및 희석기의 용량에 따라 확장이 가능하도록 하였다.
- 수질분석자료, 양액의 종류, 양액의 농도, 산도변경, 급액량, 급액횟수, 작물의 생육상황, 작물의 착과상황, 생리장애의 종류, 발생정도 등을 입력으로 하는 관비지령 소프트웨어를 개발하였다.
- 기중 재배베드가 1m 기준으로 고행배지의 충전량이 50리터 이상 소요되는데 비해 내부 체적을 줄여 25-30리터의 고행배지가 소요되도록 하였으며 베드바닥의 통기구멍을 통해 공기가 유동되고 중앙에 양액 배수로를 설치한 양액재배 베드시스템을 개발하였다.
- 오이와 토마토에 발생하는 위조병, 입고병, 묘잘록병 등 뿌리전염성 병원균에 대하여 항균작용을 하는 8종류의 길항성 세균을 분리하여 시험하였다.

□ 공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화 시스템 개발과 활용기술 연구(연구기간 2년)

- 국내 원예작물의 공정 육묘생산을 위한 표준온실에 투입될 자동화 시스템 개발의 일환으로 복합환경 제어장치를 개발하였다. 접목묘를 포함한 공정묘의 생육 및 성장조절에 미치는 영향을 양액과 DIF 처리, 시비량 조절 그리고 식물활성물질에 대하여 시험하였다. 또한 공정묘 생산과 보급에 필요한 관리 및 재배기술에 대한 연구를 수행하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 환경인자의 계측에 요구되는 센서의 정밀성, 인터페이스 및 전용 제어기의 안정성, 전기잡음 및 서지방지, 전자파 충격방지 기술 등의 개발을 수행하였다.

- 환경제어를 위한 계측인자로써 온도, 습도, 공기순환, 관수, CO₂공급, 보온, 수막, 이상기후, 양액공급 등을 설정하였고 PID, 퍼지제어기술을 이용하여 적정 환경조절을 수행하였다. 제어용 소프트웨어는 조작자 편의를 위주로 메뉴 방식으로 개발하였다.
- 개발한 복합환경제어시스템을 농가에 설치하여 실증시험을 수행하였고 95%이상의 만족도를 얻었다.
- 공정육묘의 생육단계별 환경관리, 상토관리, 관수와 시비, 적정용수와 양액의 조제, CO₂ 시비, 병해충관리, 묘 생산 후 관리, 정식 후 관리 등에 대한 육묘관리 및 재배기술을 정립하였다.
- 고추, 수박, 오이 토마토 등을 대상으로 공정묘의 생육에 미치는 효과에 대한 분석을 양액의 농도, DIF, 시바량, 그리고 식물활성물질의 처리 등을 통하여 시험하여 각각에 대한 생육효과를 분석하였다. 또한 접목묘의 생산과 관련하여 접목효과에 대한 종합적인 분석을 수행하였고 접목묘 활착촉진 장치의 성능을 시험하였다.

□ 자외선 광촉매 살균장치를 이용한 유리하우스 재배용수 재순환 시스템개발(연구기간 3년)

- 자외선 램프 및 광촉매 장치를 이용하여 1000평형 유리온실용 양액살균장치를 제작하였으며 살균효과를 검정하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 1000평형 유리온실용 양액살균장치를 제작하여 수경재배 오이에 대하여 성능을 검정한 결과 10%의 출수율 증가를 보였으며 병충해 발생도 없었다.
- 자외선-광촉매 작용에 의하여 양액 성분의 분해는 일어나지 않았으며 양액의 재순환 재배시 수인성 병충해의 발병유무를 균을 접종하여 시험한 결과 양액살균 효과에 의한 병충해 예방효과를 입증하였다.

□ 초고농도 이온수를 이용한 무공해 청정 농산물 재배기술 및 장치 개발(연구기간 3년)

- 시설재배용 관수로써 수도수 또는 지하수를 특수 전처리하여 살균효과가

있는 초고농도 음이온수와 성장촉진력을 갖는 양이온수로 제조하는 장치를 제작하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.

- 초고농도 이온수 제조장치를 제작하여 초고농도 이온수에 의한 시설채소의 발아 및 성장촉진효과와 장해작용을 시험하였다.
- 초고농도 이온수의 고추병해 방지효과와 고추냉이의 생육효과를 검정하였다.

□ 딸기 화아분화 촉진용 야냉육묘 자동화 및 다용도시스템 개발(연구기간 3년)

- 딸기의 축성재배 및 농가용 저온저장고, 예냉고, 건조기로서 사용가능한 복합형 자동 야냉 육묘장치를 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 현지 생산방식에서 공장생산 후 이송방식으로 개발하였으며 이동을 하지 않으면서도 주간 태양조사 및 단열이 가능하도록 시스템을 설계 제작하였으며 야냉 육묘처리된 묘의 정식 재배실험을 통하여 성능을 검정하였다.
- 개발한 야냉 육묘장치는 수확 딸기의 예냉, 호박의 저온저장 등에 사용할 수 있었다.

4) 시설작업용 기계 및 설비

□ 공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화 시스템 개발과 활용기술 연구(연구기간 2년)

- 공정육묘를 위한 온실에 도입되어야 할 시설장비에 대한 용도와 성능을 검토하였고 일부 공정에 대한 자동화 시스템을 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 육묘온실의 베드, 액비혼입기, 무인방제기, 자주식 두상관비장치, 발아실, 접목활착 촉진장치, 자동파종시스템 등 공정육묘에 필요한 주요 시설에 대한 용도와 성능을 검토하였다.
- 2인의 작업자가 200공 트레이를 시간당 150상자를 수행할 수 있도록 상토혼합, 트레이공급, 상토충진,진압,파종,복토, 관수, 발아실 이송등을 일괄적으로 수행하는 노즐형 자동파종시스템을 개발하였다. 노즐형은 180트레이/시간으로 작업속도는 늦으나 98%의 높은 파종효율을 보였다.
- 수동 좌우이동형 육묘용 베드를 개발하였고 트레이 이송은 트레이 탑차

를 이용하는 방식으로 개발하였다.

- 자주식 두상관비 장치, 온실차단 분리용 수직커튼 개폐장치를 기존 장치의 성능을 보완하여 개발하였다.

나. 축산설비

□ 한국형 자동화 돈사시설의 환경제어 시스템 모델 개발(연구기간 3년)
국내 돈사 유형별 양돈시설의 환경제어시스템을 분석하여 한국형 돈사 모델을 개발하였다. 개발한 돈사모델의 최적 환경제어를 위한 계측 및 자동제어 시스템을 개발하여 성능을 시험하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.

- 무창돈사에 대하여 열평형방정식, 물질평형방정식, 탄산가스 배제를 위한 환기량 등으로부터 필요 환기량을 추정한 후 자동 제어할 수 있도록 돼지의 체중과 온도에 따른 수분 및 총열량 발생 모델을 개발하였다.
- 양돈산업의 성장예측과 기후 등의 여건을 고려하여 4가지의 한국형 돈사 모델을 제시하였다.
- 개발한 모델에 영상처리에 의한 돼지의 행동양상, 유해가스농도, 돈사내부의 습도, 돈사 외부의 온도를 계측하여 환기 단계를 조절하고 배기팬과 입기구 그리고 냉난방기를 조절하는 복합환경제어 시스템을 구성하였다.
- 복합환경시스템의 농장 실증시험을 통하여 성능을 검증하였으며 환경제어 요인들이 적정수준으로 유지되었으며 제어성능은 성공적이었다.
- 관행의 돈사군과 환경제어에 의한 돈사군과의 증체량, 사료효율, 육질등급 비교시험에서 환경제어에 의한 돈사군이 모두 우수하였다. 특히 자돈과 육성돈의 경우에는 환경제어 돈사가 필수적이었으며 경제성을 고려할 때 500두 이상의 규모에 환경제어형 돈사를 설치하는 것이 바람직하였다.

□ 돈사 전자동화 시스템의 실제 적용 기술 개발(연구기간 2년)

- 돈사 상황을 개인용 컴퓨터로 감시하고 관리할 수 있는 하드웨어와 현장 적용시험을 통하여 돈사 환경관리 시스템을 전자동화하는 소프트웨어를 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 돈사 환경조절을 위한 자동화 시스템을 개발하기 위하여 돈사 내외의 환경요인(온도, 습도, 가스), 구동장치의 작동(자동, 수동)을 변화시키면서 구동

성능 및 인터페이스를 검정하였고 pilot model을 설계 제작하여 실험하였다.

□ 하절기 모돈용 냉방장치 개발에 관한 연구(연구기간 2년)

- 기존의 돈사 시설을 최대한 활용하여 하절기 모돈의 사육환경을 개선할 수 dITY는 냉방장치를 개발하였다. 주요 연구 성과는 다음과 같다.
- 하절기 분만사에 개량형 냉방장치를 설치하여 시험한 결과 기존의 냉방장치를 설치한 경우와 비교하여 모돈의 번식성적과 자돈의 이유성적이 개선되었고 설사빈도가 감소하였다.

다. 기타

□ 버섯재배 수조식 종합관리 및 재배상 이동장치(연구기간 2년)

- 동굴형 퇴수로에 의한 수조식 종합관리로 버섯재배에 따른 연료비용을 80%이상 절감하였고 컴퓨터를 이용한 버섯재배 자동화 연구를 수행하였다. 향후 컴퓨터를 이용한 재배환경 관리 자동화는 버섯재배 실증시험을 필요로 한다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

농업 기계설비 분야에서는 농업특정 연구 과제의 지원으로 시설원에 설비, 축산설비에 있어서 각 주요 분야별 연구성과로 인하여 다음과 같은 파급효과가 있었다.

가. 시설원에 설비

시설원에 설비의 경우, 온실 구조·구조용 설비 및 에너지 설비 그리고 온실 환경 및 양액관리와 작물생장 계측설비 분야에 있어서 농업특정 연구 과제의 지원으로 다음과 같은 파급효과를 얻었다.

1) 학문적 측면

- 온실의 구조 및 환경제어를 위한 설계기술 향상을 가져왔고 온실내 환경제

어기술의 연구기반을 확보하였다.

- 수막 온실, 태양열 온실의 설계기준 그리고 Heat Pump, Fog시스템, Fan & Pad 설치 온실의 설계기준을 제시하였으며 산업화 기반을 구축하였다.
- 한국형 온실 모델을 개발하였다.
- 공정육묘 생산에 있어 표준화 시설 및 장비 기술개발 기반을 구축하였다.
- 작물 생육정보를 통해 온실에서의 생육환경 최적화기법을 모델링하고 이를 바탕으로 한 복합 환경제어시스템을 개발하였다.
- 양액관리 데이터베이스 구축, 양액 관리장치 설계 및 식물공장적 생산 기술을 확보하였다.

2) 사회 경제적 측면

- 온실자재의 규격화 및 국산화에 기여하였다.
- 업계, 관련공무원, 그리고 농민을 대상으로한 교육 및 지도자료로 활용하였다.
- 온실의 환경조절에 소요되는 냉, 난방에너지의 절감 효과를 가져왔다.
- 온실구조에 있어서 냉간성형강구조 설계기준을 적용하여 강제 사용량을 22% 절감하였다.
- 온실 기초의 프리캐스트(Precast)화로 품질의 균일화를 촉진시켰고 현장 작업을 최소화시켜 온실 시공에 있어 20%의 공기 단축효과가 있었다.
- 공정육묘 생산 관련 설비업체 8개 업체에서 연간 627만 달러의 수입대체 효과 및 110억 원의 매출효과를 가져왔으며 관련 설비의 95%를 국산화하였고 공정육묘 생산과 관련하여 150% 정도의 생산성 향상을 가져 왔으며 향후 설비 수출효과가 기대된다. 또한 공정육묘 생산에 있어서 120%의 생산비 절감효과가 있었다.
- 시설재배용 양액조제 공급 및 관리와 관수 시스템의 자동화를 달성하였고 물 살균기는 수출을 기대하고 있다. 개발한 바이오베드 및 산소베드는 업체 이전을 기대하고 있으며 오이와 국화의 경우 15%의 생산성 증대를 가져왔다.
- 자연에너지를 이용한 온실 난방 시스템은 환경오염을 최소화하는 시스템으로써 온실난방비용의 60-70% 절감 효과가 있었다.
- 농가 보급형 무인 양액관리 시스템의 개발을 통하여 98년 수입대체 효과

50만불, 2001년까지 약 390만불을 예상하며, 국산화율은 99년에 100% 달성하였다. 제품수출은 2001년까지 50만불 정도가 될 것으로 기대하며, 기존대비 생산비가 60%로 절감될 것을 예상하고 있다. 현재, 90%의 상용화시제품이 개발되었으며 2000년에 산업화될 예정이다.

나. 축산설비

축산설비의 경우, 돈사의 환경제어 및 조절, 돈사의 구조용 설비 분야에 있어서 농업특정 연구 과제의 지원으로 다음과 같은 파급효과를 얻었다.

1) 학문적 측면

- 한국형 돈사의 구조 및 환경제어를 위한 설계기술 향상을 가져왔고 돈사내 환경제어기술의 연구기반을 확보하였다.

2) 사회 경제적 측면

- 개발된 무창돈사의 복합 환경제어 장치 및 방법을 양돈 산업에 활용할 경우 모돈과 자돈의 생산성 향상 10% 그리고 약 20%의 농가 경제적 소득 향상을 기대하며 돈사 자동화 시스템의 국산화가 98%에 이를 것으로 전망되고, 연간 200만 달러의 수입대체 효과가 예상된다.
- “도드람 중부양돈축협(이천 0366-636-0715, 진길부)”에 하절기 모돈용 냉방 장치를 양돈장에 설치 중이다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 농업 기계설비의 기술 개발 방향

가. 시설원예 설비

시설 생산용 생력화 설비의 개발 요구는 계속적으로 증대할 것으로 본다. 하지만, 국내외적으로 생력화 설비의 연구방향 설정에 문제가 있어 왔다. 즉 단

위작업 공정에 전용으로 투입되는 전자동 작업기를 개발하고자 하는 연구방향은 육묘접목장치, 육묘 파종 이식장치 등 특정한 작업공정을 제외하고는 개발 및 실용화 단계 측면에서 매우 비현실적이다. 적과, 적심, 수확, 선별 등 비교적 인력작업 비중이 큰 작업에 대한 재배관리 작업용 설비의 개발은 기술적 측면에서, 경제성 측면에서, 그리고 안전성과 작업성 측면에서 고려되어야 한다.

인력을 이용한 시설 재배작업의 생력화 및 생육정보의 데이터베이스 구축 및 재배관리 활용에 있어 일반 산업분야의 자동화 발전 추이와 설비도입 추이를 고려하여 현장 적용성과 경제성 그리고 작업성을 고려할 때 향후 시설원에 작업기계의 개발 방향을 다음과 같이 전망할 수 있다.

- 수작업 + 경험 및 수작업 생육정보 획득 및 이용
- 간이자동화 장치 + 경험 및 수작업 생육정보 획득 및 이용
- 반자동화 장치 + 경험 및 수작업 생육정보 획득 및 이용
- 전용 자동화 장치 + 경험 및 부분적 생육 환경정보 자동획득 및 이용
- 무인 자동조작과 유인작업의 혼합형태의 범용작업기 + 경험 및 부분적 생육정보 자동획득 및 이용 => 부분적 작업환경 인식 및 보조형태의 자동 의사 결정 기능
- 무인 자동조작과 자율주행, 유인감시 혼합형태의 범용작업기 + 경험 및 개체별 생육정보 자동획득, 데이터베이스 구축 및 이용 => 국부적 환경 인식 및 국부적 자동 의사 결정 기능
- 무인 전자동 범용 작업기 + 경험 및 개체별 생육정보 자동획득, 데이터베이스 구축 및 이용 => 환경 인식 및 자동 의사결정

현재 시설 재배 생력화 설비의 개발 방향은 단계 5에 맞추어 단계 6으로 개발이 추진되어야 함에도 불구하고 국내외적으로 단계 7에 주로 연구 초점을 맞추어 연구개발의 성과가 미흡하고 경제적 사회적 측면에서 연구개발의 문제점이 제기되고 있고 기술적으로 어려움을 겪고 있다. 따라서, 시설원에 설비의 연구에 있어서 국내외적으로 가장 문제가 되고 있는 재배관리 작업장치 및 설비의 개발은 언급한 적정 연구방향 설정에 의거하여 추진하는 것이 바람직하다.

선진국의 연구와 기술 축적 정도에 비하여 비교적 상당히 뒤떨어진 작목별 생육상태의 계측에 따른 생육특성 구명 및 성장모델 개발과 생육조절용 환경 제어 기술 및 단위 센서 및 소재의 기술 개발이 필요하다. 이는 시설원예 설비 자재의 개발에 선행하는 기초연구로써 장기적인 안목으로 추진되어야 하며, 연구가 효과적으로 추진될 경우 기업체로의 기술 이전 효과가 대단히 크며 고부가가치를 지닌 단위 자재 개발로 국제 경쟁력을 확보할 수 있다.

소식물체 및 유전공학적 생물공학적 조직배양 기술의 산업화 연구 즉, 폐쇄형 고집적 식물생산 공장에서의 각 단위 작업공정의 생력화 기술, 단위 설비의 통합제어 기술, 미세 환경 제어기술 그리고 배양체의 생육조절 기술 연구는 21세기 생명공학 시대의 농업분야 신기술로써 자리 매김할 것으로 보며, 현재 국내의 낙후된 관련 기술력을 선진국 수준으로 향상시키고 관련 산업을 발전시키기 위해서 많은 기술 및 연구 투자가 필요하다.

나. 축산설비

언급하였듯이 축산 관련 설비는 크게 양계 관련 설비, 양돈 관련 설비, 낙농 및 한우 관련 축사설비로 구분할 수 있다. 전반적으로 채란 양계설비 관련 국내기술은 매우 저급한 실정이며 국내 양계설비 관련 업체의 기술수준이 상대적으로 낙후되어 있어 설비의 대부분을 외국의 기술에 의존하고 있다. 외국설비의 도입으로 양계업자에 대한 사후 봉사 및 부품의 적기 공급이 커다란 문제로 대두되고 있다. 국내 실정을 고려하지 않은 채 외국으로부터 도입한 설비는 설비운영의 효율성이 떨어지고 고가의 구입에 비해 거의 기능이 사장되고 있는 실정이다. 따라서, 독자적인 국내 설비기술의 개발은 물론 현재 많이 보급되어 있는 외국 설비에 대한 운영보완 및 시스템 기능 재설정 연구가 필요하다.

특히, 세란 및 선란시스템에 있어서는 농업특정과제 지원에 의하여 어느정도 기술이 축적되어 있어 국내업체에 이전하고 상용화는 연구가 필요하다. 사료 저장 및 공급 시스템 그리고 계사내 환경제어 시스템에 있어서는 곡물저장 및 처리 분야, 시설원예 및 돈사의 환경제어 분야의 기술이 어느정도 축적되어 있어 분야간 기술의 연계 적용이 필요하다. 또한, 계사경영 및 설비 종합관리 시스템 기술 개발이 거의 전무한 실정이다.

양돈 설비에 있어서는 국내의 경우 돈사의 국내형 모델 및 생육 상태계측에 따른 실내환경제어(환기), 체중측정 시스템과 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템에 대한 연구가 추진되어 어느 정도 기술이 축적되었으나 이의 농가 현장 보급을 위한 상용화 연구가 향후 필요하다. 특히, 돼지 개체의 생육상태 측정 및 이에 따른 자동 개체관리 및 사료 자동급이 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련한 기술 축적이 선진국에 비해 상대적으로 미흡하다. 특히 계사와 마찬가지로 돈사경영 및 설비 종합관리 시스템 기술 개발은 거의 전무한 실정이다.

낙농 및 한우 관련 축사설비에 있어서는 양돈 설비와 마찬가지로, 사료효율 증가를 위한 실내환경제어(환기) 시스템에 대한 기술은 어느정도 축적되어 있으나, 개체 인식을 통한 운동량 및 체중측정기술, 개체관리 및 사료 자동공급 설비, 자동 입출하 장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 장치, 가축분뇨처리 시스템 등과 관련하여 기술 수준이 낙후하여 상당한 기술 개발이 요구된다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 시설원예 설비

- 작목별 생력 다용도 작업설비 시스템
 - 다용도 범용 재배관리(관수, 시비, 방제, 줄기치기, 적화, 적과, 적심)
 - 수확, 이송, 선별 장치 개발
 - 자동 접목장치의 상용화 시스템 개발
- 완전 폐쇄형 인공환경제어형 식물 조직배양 관련 설비
 - 생육상태 계측 설비 및 복합 환경제어에 의한 생육조절 장치
 - 배양용기 자동 이송 및 취급 시스템, 배양액 주입장치
 - 생육상태 인식장치, 자동 조직절단 및 이식 시스템
- 시설재배 관련 생육조절용 소재 및 설비 기술
 - 성장조절용 램프, PET 필름, 정밀관수용 소재 등
 - 복합환경 제어 시스템 상용화 기술 개발
- 시공간 작업정보 및 생육정보 데이터베이스 구축 및 원격 설비 제어 시스템

나. 축산설비

○ 양계 관련 설비

- 고밀도케이지 환경관리 시스템 및 고밀도 케이지용 집란시스템
- 고밀도 영양사료 제조설비와 개체관리에 의한 급이시스템
- 세란 선란시스템의 상용화 설비, 계분 재처리 및 고품 비료화 기술
- 계사경영 및 설비 종합관리 시스템

○ 양돈 관련 설비

- 개체인식 및 관리 설비
 - 체중자동 계측 장치, 질환돈 판정 및 선별장치, 생육상태계측용 생체 삽입 마이크로 바이오 센서 운동량측정장치, 개체별 사료공급장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 관련 장치 및 전문가 시스템, 가축분뇨처리 시스템
- 육종 관련 생체정보 관리 및 종합 축사 경영 데이터 베이스 시스템

○ 한우 및 낙농 관련 설비

- 착유자동화시스템
- 개체인식 및 관리 설비
 - 체중자동 계측 장치, 질환우 판정 및 선별장치, 생육상태계측용 생체 삽입 마이크로 바이오 센서, 실시간 유질계측 및 판정시스템, 산유량 계측 시스템, 운동량측정장치, 개체별 사료공급장치, 병진단, 발정판정 및 임신진단 관련 장치 및 전문가 시스템, 가축분뇨처리 시스템
- 육종 관련 생체정보 관리 및 종합 축사 경영 데이터 베이스 시스템

여 백

제 3 장 생명공학

제1절 유전자조작

김용환(농업과학기술원)

제2절 신기능물질

서주원(명지대학교)

제3절 분자유종

홍주봉(서울대학교)

여 백

제 1 절 유전자조작

I. 서 론

지구상에는 약 35만종의 식물자원이 존재하고 있는데 인간에 의해 재배되는 식물은 그중 약 150종 정도이다. 이중 약 30종 내외의 식물로부터 90%이상의 식량을 공급받고 있다. 식량의 공급은 인류 역사의 가장 치열한 생존의 장이다. 인구의 증가는 식량의 부족으로 연결되고 이는 다시 사회적 문제의 시발이 되기 때문이다. 따라서 식량문제를 해결하기 위해 인류는 집단간의 끊임없는 전쟁과 생산성 증가기술의 개발을 계속하여 왔다. Deevy(1960)는 인류역사에서 인구의 증가를 세 가지의 stage로 구분하였는데 첫 번째의 사건은 연장, 불, 그리고 정치 사회적 체재의 확립에 의한 생산성의 증대이고, 두 번째는 약 1만년전 신석기 시대의 가축사육과 작물의 재배에 의한 농업의 시작이며, 세 번째의 사건은 18세기 산업혁명의 결과로 보는데 이는 식량생산의 확대 이외에도 의료기술의 발달로 인한 사망률의 감소로도 볼 수 있다.

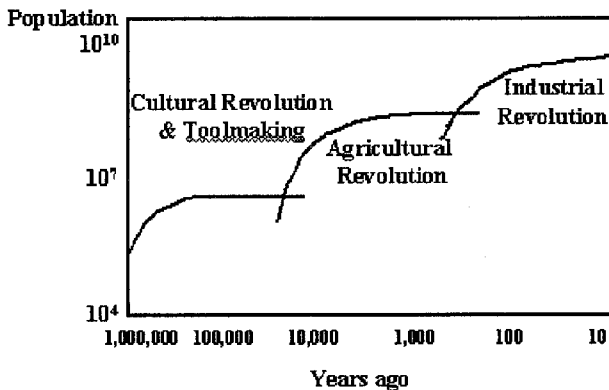
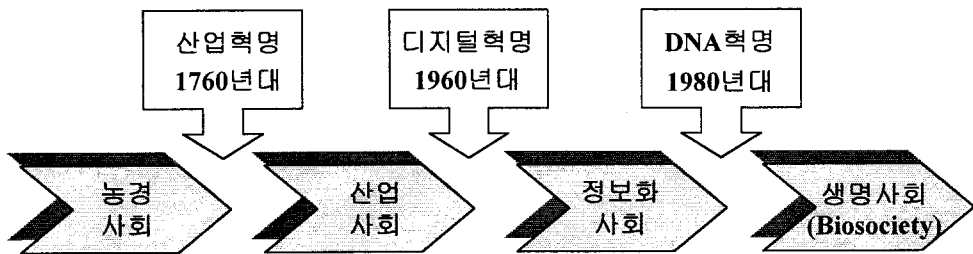


Fig 3-1 The growth of human populations reveals population surges based on advances in technology (Deevy, 1960)

학자들은 농업생산의 획기적인 증가를 다음의 세단계로 보고 있다. 첫

번째 사건은 철기시대의 제철 기술의 발달로 인한 철제 농기구의 등장에 의한 생산성의 증가이고 이는 타분야에서도 획기적인 변화를 가져왔다. 다음의 단계는 중세의 작부체계의 개발로서 삼포식농법 등 윤작체계의 확립에 의한 지력의 증진등 농업기술의 발달에 따라서 나타난 생산성의 증대이다. 세 번째는 멘델의 유전법칙 발견 이후 유전현상의 이해와 육종적 적용에 의한 녹색혁명이다. 모든 경우마다 인구의 폭발적 증가가 나타났으며 이어서 다시 식량의 부족으로 연결되어졌다. 지난 19세기 초반의 10억 인구가 현재 60억을 넘었으며 100년후에는 세계 인구가 117억을 상회 할 것으로 추정하고 있다.

현대 사회는 18세기 산업혁명 이후 산업사회를 지나 정보화 시대를 거치는 동안 1980년대에 생명공학시대라는 새로운 패러다임의 도입을 부정할 수 없다.



<그림 3-2> 과학발전에 따른 주도산업의 변화

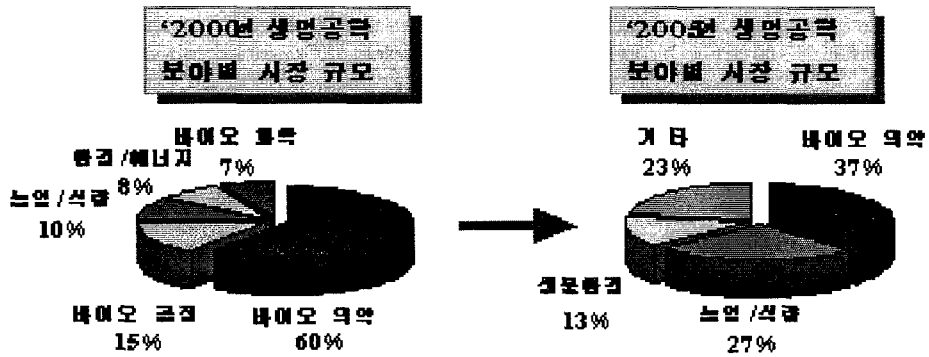
녹색혁명(Green Revolution)에 이어 인류의 식량문제를 해결할 새로운 기술은 생화학 및 분자생물학의 이해와 실용화에 의한 유전자혁명(Gene Revolution)이 역할을 할 것으로 보인다. 생명공학산업은 무형의 생명과학지식이 투입되어 고부가가치를 창출할 수 있는 대표적인 지식산업으로서 21세기의 새로운 산업, 고용 및 부를 창출할 수 있는 가장 대표적인 산업이 될 것으로 관측되고 있으며 각국이 정부 및 기업차원에서 연구개발을 지원하고 있다. 생명공학산업의 세계시장 규모는 2000년의 540억달러가 3년후에는 740억 달러로 신장하고 2008년에는 현재의 230% 수준인

1,250억달러가 될 것으로 예측되고 있으며 이는 현재의 유망산업인 정보통신산업의 신장율과 같을 것으로 보인다. 미국의 DRI(Decision Resources Incorporation)는 2000년대의 생명공학산업의 연평균 신장율을 20%대로 전망하고 있다.

<표 3-1> '95~2005 중 산업별 연평균 성장률 전망(% , '99 DRI)

생명공학 산업	반도체	메카트로닉스	신소재	자동차	항공기
22.1	9.4	9.1	6.9	3.5	1.4

생명공학산업의 분야별 점유를 보면 현재는 생물의학분야가 주도하고 있으나 유전자조작 및 발현조절 기술의 발달 및 보편화에 따라서 향후에는 농업과 식량 및 생물환경 산업에서의 약진이 나타날 것으로 전망된다. 따라서 생명공학산업은 부존자원이 부족한 반면에 풍부한 인적자원을 보유한 우리 나라의 경우에 적합한 유망한 산업이라 할 수 있다. 특히 곡물의 절대 수입국가인 우리 나라로서는 식량자급을 위한 농업생명공학 분야에의 투자가 요구되고 있는 형편이라고 할 수 있다. 이러한 관점에서 농림기술개발사업에서 지원하고 있는 연구개발 과제의 역할이 매우 크다고 할 수 있다. 현재까지 5년간의 지원 결과 각 연구실의 연구인력 양성과 연구 기자재의 확보가 연구능력의 향상에 미친 영향이 지대함은 누구도 부인하지 못할 결과로 사료된다. 생명공학기술의 개발을 위한 투자에는 장기간이 소요되지만 투자효과 또한 장기간에 걸쳐 나타나는 점을 감안한다면 거의 전무의 상태에서 출발한 우리나라 농업분야의 생명공학기술 개발을 위한 인적·물적 인프라 구축에 기여한 농림기술개발사업은 그 자체만으로도 우리 나라의 생명공학연구에 대한 기여가 크다고 생각한다. 생명공학분야 이외의 연구자들의 이해를 돕기 위하여 사업 착수 6년째를 맞는 본 사업의 중간 결과를 고찰하고 금후의 방향에 관하여 기술하고자 한다.



(Source : 산업연구원 1999)

<그림 3-3> 생명공학 산업의 21세기 시장 규모 추이

II. 유전자조작분야의 국내외 연구동향

1. Genome 연구

2000년 4월 6일 미국의 벤처회사인 Celera Genomics는 지난 1998년 5월부터 착수한 인간게놈의 전체염기서열 분석을 마쳤다고 발표하여 미국 정부의 지원 하에 10여개국 350연구실이 연합한 다국적 인간게놈프로젝트팀과 많은 과학자들을 놀라게 하였다. 그동안 여러 연구팀에 의하여 미생물로부터 식물 및 동물에 이르기까지 수종의 생물들의 게놈의 염기서열이 분석되었으나<표 3-2> 이번의 경우에는 Celera Genomics사가 적용한 샷건방식의 효율성이 인상적이었다. 지금까지는 막대한 비용과 장기간의 소요가 가장 큰 장애요인이었으나 이제는 단기간 내에 생물 종의 유전정보를 확보할 수 있는 길이 마련된 셈이다. 생물 종의 게놈해독 후의 연구 순서는 유전자가 어떠한 기능을 가지고 있는가를 밝히는 기능유전체학(functional genomics)이다. 유전자로부터 어떠한 단백질이 만들어지는가를 추적하고 제조하여 그 구조와 기능을 밝혀 내는 것이다. 생물의 게놈 해독은 결실을 맺기까지는 앞으로 수십 년이 걸릴 것이며 이는 미

래의 박사학위 소지자가 이제 글을 깨우친 단계라고 보아도 무방할 것이다

Human Genome Project(HGP)와 Celera Genomics사는 2000년 6월 26일 공동으로 인간 게놈 해독 초안을 발표하였다. 타분야의 연구가들의 관심은 무엇보다도 염기서열 해독의 속도이다. 이는 곧 식물이나 미생물의 게놈프로젝트에도 적용될 수 있기 때문이다. 이제부터는 유전자의 기능을 밝혀내는 functional genomics 연구가 시작될 것으로 보이며 우리나라 정부지원(21세기 프런티어연구개발사업)의 “인간유전체연구사업단”도 그 명칭을 “인간유전체기능연구사업단”으로 바꾸고 관련 5개 분야 20개 세부사업에 대하여 총40개의 연구과제를 선정하여 연구에 착수하기로 하였다. 거의 모든 생물학 연구가 그렇듯이 인간 게놈기능 연구 기술의 파급효과가 식물을 포함한 타 분야에도 영향을 미쳐 많은 연구가 시작될 것으로 생각된다.

<표 3-2> Genome 해독이 종료되거나 예정인 주요 생물(2000. 5. 현재)

구분	생물명	연구현황
동물	인간	2000.6 인간게놈 초안발표 휴먼게놈프로젝트(HGP) 셀레라제노믹스
	생쥐 선충	2007년 종료 예정 1998년 종료
식물	벼	2005년 종료 예정 ※미 몬산토사 2003년 종료선언
	애기장대풀	종료
미생물	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (효모)	종료
	<i>Bacillus subtilis</i> (된장발효균)	종료
	<i>Helicobacter pylori</i> (위궤양원인균)	종료(2종)
	<i>E. coli</i> (대장균)	종료
	<i>M. tuberculosis</i> (결핵균)	종료
	<i>Haemophilus influenzae</i>	종료
	<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	종료
	<i>Staphylococcus aureus</i>	종료
	<i>Methanobacterium thermoautotrophicum</i>	종료
	<i>Pyrococcus horikosh</i>	종료
	<i>Pyrococcus abyssi</i>	종료
	<i>Archaeoglobus fulgidus</i>	종료
	<i>Aquifex aeolicus</i>	종료
	<i>Thermotoga maritima</i>	종료
<i>Synechocystis sp.</i>	종료	

출처 : 과학동아 1999년12월호 보완

2. 식물 생산성 향상을 위한 유전자 조작 연구

식물의 생산성은 양적 형질로서 유전자의 지배가 환경의 영향보다 작은 다수의 유전자에 의해 지배되는 형질이며, 병해충 및 생육기간중의 환경에 의해 많은 영향을 받는다. 따라서 생산성에 관련되는 유전자의 개념은 매우 포괄적이므로 단일 유전자 조작에 의한 증수 효과는 매우 어려울 것으로 논의되고 있다. 가장 관심 있는 유전자는 광합성 과정에 관여하는 유전자로서 명반응에 의해 생성된 ATP와 NADPH를 이용하여 대기중의 이산화탄소를 유기탄소로 변환시키는 암반응 대사의 첫 단계인 공기중의 탄소고정에 관여하는 ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase (RuBisCO) 유전자이다. 그러나 RuBisCO는 가장 일반적인 효소이면서 동시에 그 효율이 가장 낮은 것으로 알려졌으나 해조류인 홍조류의 RuBisCO가 식물의 그것에 비하여 훨씬 효율적이라는 사실이 밝혀진 후 이것을 이용하여 RuBisCO의 구조를 변경함으로써 광합성 효율을 개선하고자 하는 연구가 이루어지고 있다. RuBisCO는 핵과 엽록체 유전자가 coding하는 각각 8개의 small subunit와 large subunit가 모여 작용하는 (L₈S₈) subunit 16개의 거대분자인 만큼 그 구조의 변경에 어려움이 많을 것임에도 불구하고 RuBisCO activase의 구조개선에 의한 효율의 증진은 광합성 능력의 개선에 의한 생산성의 증대와 관련하여 흥미 있는 연구의 주제이다. 일본에서는 식물의 광합성 능력을 향상시키기 위하여 C₃식물에 C₄식물의 광합성 능력을 도입하기 위하여 C₄식물의 PEPC와 PPdk 유전자를 벼에 형질전환하여 C₄ 기작을 도입한 결과 광호흡이 감소하는 등 광합성의 암반응 관련 형질의 변화가 보고되었다.

결국에는 식물의 Sink-Source 관련 유전자의 조작으로 연구가 연결되는데 sink strength 관련 유전자나 조절인자 (transcription factor)를 이용한 sink strength 증가에 관한 연구가 수행되고 있다. 독일의 Willmitzer, Sonnewald, Stitt, Frommer 등에 의해 Invertase, sucrose synthase (SuSy), sucrose transporter 등 sink strength에 관련된 유전자가 감자식물의 생장이나 감자의 크기에 미치는 영향이 연구되었고 Yeast invertase를 감자의 apoplast에서 overexpression한 결과 감자 알의 크기가 온실에서는 3배 이상, 포장실험에서는 50% 까지 증가함을 확인하였다(Sonnewald

et al., 1997). 또한 antisense construct를 이용 sucrose synthase 유전자의 발현을 억제했을 때 녹말과 저장단백질 함량이 30% 수준까지 떨어지는 한편 당류의 함량은 40-280배까지 증가하고 수분함량도 증가함이 관찰되었다(Zrenner et al., 1995). ADP-glucose pyrophosphorylase (AGPase), starch synthase, branching enzyme 등 저장성분의 합성에 관련된 주요 유전자의 생물학적 기능이 돌연변이체를 이용한 유전학적 연구와 antisense나 overexpression 기술을 통한 분자유전학적인 연구에 의해 밝혀져 있고 따라서 이들 유전자가 감자를 포함한 작물의 수율이나 저장성분(녹말, 당류, 저장 단백질 등)의 함량에 미치는 영향도 보고되어 있다. AGPase의 발현을 저지시켰을 때 녹말과 단백질의 함량이 현저히(정상감자의 4%) 감소하고 수분과 당류의 함량은 10 배까지 증가하며 감자 알의 숫자는 5배 가량 증가했으나 크기는 상대적으로 줄어들어 감자의 dry weight는 60-70%로 감소한다는 사실이 보고되었으며(Bernd, Sonnewald and Willmitzer, 1992). Allosteric regulation을 받지 않는 박테리아 AGPase를 감자에서 overexpression 시켰을 때 녹말함량이 30% 증가하는 것이 보고되어 있다(Stark et al., 1992), 이상의 여러 가지 실험결과 sink metabolism 관련된 개별 유전자의 조작에 의한 감자의 크기, 숫자, 저장성분 등을 조작할 수 있음이 입증되었다. 국내에서는 농림기술개발사업 지원으로 세계에서 최초로 tuber-specific element에 결합하는 MYB class transcription factor를 감자에서 분리하여 감자의 sink metabolism의 증가와 sink strength 결정에 중추적 역할을 수행하는 SuSy의 발현조작을 통하여 감자의 수율 증가, 저장성분 합성에 관련된 AGPase 유전자의 조작을 통하여 당류나 수분의 함량이 적은 고품질 감자의 개발에 관한 연구를 수행하고 있다.

식물 생산성의 증대는 유전자조작이 상대적으로 유리한 source나 sink의 제한적인 형질의 개량만으로 달성되기 어려울 것이다. 따라서 식물의 초형, 분얼 능력 등 군락내의 생태환경에 영향을 미치는 형질의 지배 유전자에 관해서도 연구가 이루어져야 할 것이다. 이와 관련하여 국내에서도 농림기술개발사업 지원으로 식물에서 광합성·개화·결실 등 여러가지 광형태형성을 관장하는 광수용체인 피토크롬을 벼에서 과량으로 발현시킴으로써 밀식재배 하더라도 내도복성을 갖는 품종을 유전공학적인 방법으로 육종하고자 Arabidopsis와 완두의 피토크롬 유전자(*phyA*)를 이용하

는 연구가 수행되고 있으며, 형질전환 벼 식물체의 잎조직으로부터 추출된 단백질을 대상으로 western분석을 실시한 결과 음성대조구와는 달리 모든 형질전환체에서 다양한 수준의 arabidopsis의 *phyA*가 검출되었으며 가장 높은 수준인 것은 벼 자체의 *phyA*보다 50배가 과량 발현됨을 확인하였고 피토크롬 형질전환체의 표현형질의 특성을 분석한 결과 형질전환 벼의 수장 및 간장의 길이가 대조구에 비하여 짧게 나타난 결과를 얻고 있다.

3. 재해저항성 관련 유전자의 조작

식물 생육과정의 환경 재해는 다양한 형태로 나타나는데 수분, 온도, 병충해 등으로 대별할 수 있다. 이들과 관련하여 유전자 조작에 의한 저항성을 부여하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

가. 한발 저항성

세포내의 수분부족에 의해 나타나는 현상은 세포막 유동성의 파괴, 염류농도의 증가, 세포 크기와 세포막의 변화, 그리고 단백질 유동성의 파괴 등이다. 수분부족에 의해 야기되는 증상은 염분장해시에 발생하는 현상과 상당부분 중복된다. 수분부족과 관련되는 생리생화학적 기작은 세포막에서의 물분자 수송체단백질에 의한 물분자의 이동조절 메카니즘, 세포막에 위치하는 수송체 단백질에 의한 이온의 이동조절 메카니즘, 삼투압 조절능을 가진 다양한 화합물의 생합성과정, 수분부족에 따라 발생하는 활성산소의 환원 또는 분해를 조절하는 생화학과정, 그리고 수분부족에 의해 발생하는 단백질의 변성을 최소화시킬 수 있는 molecular chaperone에 의한 단백질의 보호기능 등의 예를 들 수 있다. 수분부족에 대한 저항성을 부여하기 위한 대표적인 예를 들면 다음과 같다. 먼저 osmoprotectant인 glycine betaine의 세포내 축적을 증가시키기 위해 이들의 생합성관련 효소 시스템을 도입하는 것이다, *E.coli*의 choline dehydrogenase는 choline이 betaine aldehyde를 경유하여 glycine betaine으로 변환시키는 역할을 하므로 choline dehydrogenase를 coding하는 *betA*유전자를 감자에 도입하여 저항성을 증진시킨 보고가 있다. 다음은 효모의 trehalose- 6-phosphate를 coding하는 *tps1* 유전

자의 이용이다. Trehalose 는 세포에게 탁월한 건조 저항성을 부여하는 것으로 알려져 있고, 식물 혹은 미생물 등에서 trehalose 생합성 관련 효소 유전자를 분리한 후 유전자 이식 발현에 의해 trehalose 의 발현 수준을 높이면 가뭄에 대한 작물의 내성이 증가할 것으로 기대된다. 또한 trehalose는 건조 식품의 경우 색과 풍미를 보존하는 식품 첨가제로서 이용할 수 있을 뿐만 아니라 가용 수분을 감소시킴으로서 식품의 저장성을 향상시키기도 한다. 농림기술개발사업으로 지원중인 연구에서는 한발저항성 유전자를 항시발현 프로모터와 연결하여 항시과량발현을 유도하고 또한 한발 시 식물세포내 ABA 함량이 증가하는 현상에 착안하여 ABA-유도 프로모터에 연결하므로써 식물생육에 대한 부작용을 최소화하고자 대장균 Trehalose-6-phosphate synthase(*tps*)와 trehalose-6-phosphate phosphatase(*tpp*)를 fusion시킨 trehalose-6-phosphate synthase/phosphatase(*tpsp*) 유전자를 대장균에서 발현시킨 결과 trehalose-6-phosphate synthase(*tps*) 유전자만 발현시킨 것에 비해 대장균 내에 trehalose 축적 양이 30배 이상 훨씬 높은 것으로 밝혀지고 있다.

스트레스에 의해 세포내 유해산소 superoxide가 증가하는데 식물은 일반적으로 가뭄, 고광, 저온, 공해, 감염 등의 외부 자극에 의하여 유해산소가 많이 발생되고 있으며 이것들에 의하여 세포막, 단백질, 핵산 등의 세포물질이 손상되고 있다. 이런 손상에 의하여 식물의 조직은 노화 및 파괴가 이루어지는데 작물이 접하는 대부분의 환경자극은 유해산소를 발생하게 하고 광범위하게 식물의 기능 및 구조를 파괴한다. 항산화 기능을 증가시켜 이런 환경자극에 저항하는 작물을 개발하여 보고자 하는 연구는 오랫동안 진행되어 왔으며 SOD, catalase, ascorbate peroxidase 등의 항산화효소 유전자를 이용한 환경저항성을 늘리고자 하는 연구가 주된 연구내용이다. 주로 항산화관련 *MnSOD*와 *CuZnSOD*를 이용한 연구가 다수 수행되고 있다.

나. 저온 저항성

온도 스트레스에 의해 유도되는 단백질 유전자의 조작 연구는 여러 생물의 heat shock protein(HSP) 및 cold shock protein(CSP), 불포화지방

산 생합성유전자를 이용하고자하는 면에서 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 저온 처리시 유도되는 유전자(cold-regulated genes) 혹은 이러한 저온 발현유전자들에 대한 전사조절인자를 과량발현 시킴으로서 냉해저항성 작물을 만들 수 있는 가능성이 제시되고 있다(Arabidopsis CBF1, Jaglo-Ottosen et al., Science 1998). 우리나라의 경우 온도에 의해 야기되는 재해는 지리적 특성상 저온에 의한 피해가 크므로 식량작물 및 원예작물의 저온저항성을 향상시키고자하는 연구가 여러 연구가들에 의해서 수행되고 있으며 농림기술개발사업의 지원으로 진행되고 있는 과제들을 살펴보면 다음의 과제들을 예로 들 수 있다.

감자에 내냉성 저항성을 부여하고자 내냉성 특이 유전자의 분리 및 적절한 시기에 저온 특이적으로 발현되는 promoter를 개발하여 형질전환 감자의 내냉성 실험을 거친 후 향후 다른 내냉성 작물개발에 이용할 수 있도록 연구를 수행하고 있다. 벼의 경우 기획연구과제로서 내냉성 유전자 탐색 개발 및 벼 유전자 발현용 고유 프로모터 개발 연구를 수행하고 있으며 벼의 환경내성 관련 유전자와 내냉성 관련 유전자들을 일부 확보한 상태이다.

<표 3-3> 벼에서 발현되는 환경 내성 관련 유전자

Clone Name	Redun- Identity(%)	dance	Putative Identification	Organism	Score	A.A.
98mj0199	2		abscisic acid- and stress-inducible	rice	77	40/55
(72%)						
97as2328	1		auxin-induced protein	arabidopsis	104	65/152
(42%)						
98sn0126	2		auxin-repressed protein isolog	arabidopsis	87	48/116
(41%)						
97bs0379	3		auxin-responsive GH3 protein	arabidopsis	111	58/84
(69%)						
97bs0368	1		LEA-like protein	rice	47	20/34
(58%)						
98as2447	1		ascorbate free radical reductase	lycopersico...	198	105/173 (60%)
96as0515	1		defender against apoptotic death	rice	78	37/37
(100%)						

Clone Name Identity(%)	Redun- dance	Putative Identification	Organism	Score	A.A.
96gs0080 (53%)	1	lethal leaf-spot 1	corn	52	26/49
97as2375 (87%)	3	low molecular early light-inducible	rice	57	28/32
97sn1977 (53%)	2	salt-tolerance protein	arabidopsis	99	50/93
96as0521 (100%)	2	superoxide dismutase precursor	rice	102	49/49
97as1466 (88%)	4	CAT1_wheat CATALASE 1	wheat	228	104/118
96as0684 (97%)	1	catalase	rice	154	74/76
98sn0043 (90%)	1	catalase	rice	82	36/40
97mj0376 (94%)	1	cytokinin binding protein CBP57	corn	264	124/131
96bs0022 (95%)	1	ethylene responsive factor	rice	193	92/96
98as2783 (64%)	1	ethylene-forming-enzyme-like dioxygenase		54	18/28
97gs0991 (75%)	1	gibberellin-regulated protein	arabidopsis	98	37/49
96as0793 (80%)	1	heat shock protein 70	rice	244	126/156
97as2029 (46%)	1	heat shock protein 70	maize	101	55/119
96su0125 (69%)	1	heat shock protein hsp70	pea	111	55/79
97as0680 (94%)	1	heat-shock cognate protein 70-3	tomato	109	54/57
98mj0009 (88%)	1	heat-shock protein precursor	rye	214	106/120
96gs0839 (57%)	1	low-molecular-weight heat-shock protein	rice	84	45/78
96bs0053 (79%)	1	nitrate-induced NOI protein	corn	91	43/54
98as3371 (83%)	1	nitrate-induced NOI protein	corn	149	67/80
98mj0424 (57%)	1	stress-induced protein OZII precursor	arabidopsis	93	41/71
98sn0181 (54%)	1	several apoptosis or programmed cell death protein	arabidopsis	166	77/142
96as0766 (88%)	1	thioredoxin h	rice	120	56/63
97as0661 (90%)	2	zinc inducible protein	rice	84	40/44
97bs0180 (60%)	8	Zn-induced protein	rice	133	65/107

<표 3-4> 벼의 내냉성 관련 유전자

Clone Name Identity(%)	No.of ESTs	Putative Identification	Organism	Blastx	A.A. Score
98mj0199 40/55 (72%)	2	abscisic acid- and stress-inducible protein		rice	77
97bs0368 20/34 (58%)	1	LEA-like protein		rice	47
98as2447	1	ascorbate free radical reductase 105/173 (60%)		lycopersico	198
97sn1977 50/93 (53%)	2	salt-tolerance protein		arabidopsis	99
96as0521	2	superoxide dismutase precursor 49/49 (100%)		rice	102
97as1466	4	CAT1_wheat CATALASE 1 104/118 (88%)		wheat	228
96as0684 74/76 (97%)	2	catalase		rice	154
95mj0848 37/42 (87%)	1	cold acclimation protein WCOR413		barley	210
96as0793	4	heat shock protein 70 126/156 (80%)		rice	244
98mj0009	1	heat-shock protein precursor 106/120 (88%)		rye	214
96gs0839 45/78 (57%)	1	low-molecular-weight heat-shock protein		rice	84
98mj0424 41/71 (57%)	1	stress-induced protein OZ1 precursor		arabidopsis	93
97sn1898	1	WATER-STRESS INDUCIBLE PROTEIN RAB21(dehydrin) 43/100 (43%)		rice	168
98bs0161 34/46 (73%)	3	water channel protein		rice	289
97GS0787	6	CLP proteasearabidopsis 65/107 (60%)		water	323

또한 신호전달 관련 유전자의 저온 유도성 분석 및 벼 형질전환용 벡터를 제작하기 위하여 세 종류의 서로 다른 protein kinase와 상동성이 있는 *sc32*, *sc154*, *sc307* 클론의 저온유도성을 조사고 세포내 신호전달 과정에서 MAP kinase등의 저온 관련성을 조사하는 연구가 행해지고 있다. 그리고 *Agrobacterium*에 의하여 T-DNA tagging 된 동진벼 line으로부터 저온 처리후 발현이 유도 되는 tagging line을 스크리닝하여 312개 lines 중에서 1개 line (0.33%)이 17℃ 처리에 의해 유도됨을 반복된 연구를 통하여 확인하고 이 line으로부터 해당 유전자를 분리하여 삽입된 유전자의 위치 및 저온 유도관련성을 연구하고 있

다. 화기에서의 저온 관련 유전자를 확보하기 위하여 저온 처리한 잎과 꽃에서 발현이 되는 DD-PCR product 및 TAIL-PCR로 얻어진 저온 유도성 유전자 절편을 탐침으로 이용하여, full-length cDNA 클론을 확보하고 다른 유전자와 상동성 및 발현양상을 연구하고 있어 벼에서의 저온 저항성 유전자 조작에 의한 새로운 특성의 개발이 종합적으로 이루어지고 있다.

고등식물 lipid membrane의 지방산 불포화도와 저온내성과는 밀접한 관련이 있다. 세포막 지질의 cis- 이중결합은 phase-transition 온도를 0°C 이하로 내려주므로 포화지방산에 cis- 이중결합 유전자를 도입하면 저온 내성이 증진될 것으로 보인다. Arabidopsis 엽록체의 ω -3 fatty acid desaturase 유전자 *FAD7*과 녹조류인 *Anacystis nidulan*의 Δ 9-desaturase 유전자 *Des9*의 담배내 형질전환 및 발현에 의해 저온내성이 증가됨이 관찰되었다.

다. 내병성

병과 충해에 의한 작물 생산의 손실은 어느 재해의 그것보다도 피해가 심각하다. 따라서 인류에 의해 농업이 시작된 이후 병충해의 문제는 가장 심각한 문제이다. 전통적 방법의 저항성 육종에 의해 여러 우수한 품종이 개발되었으나 race나 biotype의 분화로 저항성 기작이 무용하게 되어 품종의 수명은 길지 못한 편이다. 근래 저항성 기작이 밝혀지고 분자생물학적 기술이 발달함에 따라 유전자조작에 의한 저항성의 인위적 조절이 가능하게 되었다. 1986년 미국 Washington 대학의 Beachy박사 팀이 TMV 외피단백질유전자를 이용하여 바이러스저항성 담배를 개발한 이래 곰팡이병 및 세균병 저항성 작물의 개발이 이루어지고 있는 상태이다. 외국의 경우 여러 가지 식물체에서 식물의 pathogen에 의해서 발현이 증가되어지는 Pathogen Related 단백질과 작은 분자량을 갖는 병충해 내성을 가지는 단백질에 대한 많은 기초연구가 되어져 있으며 지금도 유사한 생물학적 기능을 가진 새로운 단백질을 찾고자 하는 연구가 활발히 행해지고 있다. 이러한 단백질을 생산하는 유전자들을 cloning 하고자 하는 유전자조작 기법은 이미 잘 확립되어진 상태라 하겠다. 국내의 경우 유전자조작기법과 같은 기초적인 기술은 잘 확립되어진 상태에 있으며 pathogen이나 병충해에 감염에 의하여 발현이

증가되는 여러 종류의 PR-protein 의 분리, 특성규명과 이들을 code 하는 유전자 등의 screening 방법 등도 잘 정립되어 있다. 그러나 국내의 모두 아직까지 이들 유전자들을 분리 조작하였을 때 식물체내에 도입하기 위한 효율적인 promoter 및 vector 개발 등에 대한 연구가 다수 수행 중이기 때문에 머지않아 성과가 있으리라 본다. 이 분야에서의 발전을 위해서는 무엇보다도 식물과 병원미생물과의 상호작용과 관련한 신호전달체계와 병원균의 식물내 침입 기작에 대한 분명한 이해가 선행되어야 할 것이다.

4. 미생물 유전자 조작과 산업화

현재 산업적으로 이용되고 있는 대부분의 미생물은 돌연변이 등의 기술에 의하여 개량된 것이다. 돌연변이 방법에 의해 개량된 미생물은 최종산물의 생산에만 초점을 맞춘 것이므로 어떤 경로에 의해 조절되고 변형되어 생산량이 증가하였는가에 대한 정확한 근거를 알 수가 없으나 유전자조작을 이용한 생명공학기술은 미생물의 복잡한 metabolism에 대한 지식을 전제로 한 것이므로 그 이용의 특이성과 효율 면에서 훨씬 효과적이다. 미생물의 유전자 조작은 산업적 이용을 위한 물질의 생산뿐만 아니라 생물환경의 복원(bioremediation)에 적용되어 지하수 및 토양의 유기화학 폐기물, 식품가공 및 농산물의 가공과정에서 발생하는 유해한 폐수의 정화에 사용될 수 있다. 미생물 유전자 조작 연구결과의 농업적 이용은 여러 방면에서 가능하다. 먼저 네델란드의 *Novo Nordisk*사에서는 *Asp. niger*로부터 곰팡이 phytase를 공업적으로 생산하여 각국에 수출하는데 phytase는 사료내의 미량 영양원인 여러 금속이온(Ca^{2+} , Fe^{2+} , Zn 등)들과 착화합물을 강하게 형성하는 phytic acid를 분해하며 phytate를 phytase로 분해하였을 경우 사료의 인에 대한 효율성이 50% 이상 증가되는 것이 많은 연구결과 밝혀졌다. Phytase 이용 사료의 경우 인산염 첨가량을 획기적으로 줄임과 동시에 가축들의 무기금속 이온들에 대한 효용성 및 단백질 소화율이 증가하여 대조군에 비하여 사육효율이 증가하며 또한 분변류로부터 인의 배설을 35~54%까지 감소시킬 수 있다는 보고가 있다. 그러나 국내의 연구가들에 의하여 내열성의 phytase의 개발은 어느 정도 성공하였으나 동물의 위산을 견딜만

한 phytase의 개발은 부족한 실정이다. 따라서 최적 후보 phytase의 유전자를 확보하고 유전자 DNA의 shuffling에 의한 내산 특성을 보유하는 modified phytase를 창출하고 후보 phytase의 X-ray 구조결정에 의하여 내산성 phytase를 생산하고자하는 연구가 수행되고 있다.

유전자 조작에 의해 친환경 농업을 위한 bioremediation 연구도 국내외적으로 다수의 연구가 진행중이다. 최근 농경지는 산업화에 따른 중금속 및 유기화합물과 화학비료 및 축산 폐기물의 오염에 의하여 생산량의 감소 뿐만 아니라 유해성분이 농산물에 축적되어 인체 및 가축의 질병을 일으키는 원인이 되기도 한다. 이들 오염원들을 제거하기 위한 생물학적 복원(bioremediation) 방법은 ①오염토양에 식물을 재배하여 오염원을 제거하는 phytoextraction, ②하천이나 강의 오염원을 식물의 뿌리에 흡수시켜 제거하는 rhizofiltration, ③오염원을 식물의 영양원으로 이용하여 제거하는 phytostabilization(주로 수목), ④식물을 이용하여 오염원을 대기중으로 휘산시키는 phytovolatilization, 그리고 ⑤식물과 관련된 미생물을 이용하여 오염토양의 유기화합물을 분해 제거하는 phytodegradation등으로 분류할 수 있다. 유전자조작 기법을 이용하여 오염원을 제거하고자 식물과 미생물의 이용연구가 세계적으로 진행되고 있다.

식물의 경우 중금속 오염 토양에서 생존이 가능한 것은 과도한 중금속 이온과 결합하여 불활성화 시킬 수 있는 기작이 발달되어 있기 때문이며 중금속과의 결합력이 강한 phytochelatin 단백질이 다양한 식물로부터 분리되고 특성이 구명되어서 형질전환에 의한 새로운 환경정화용 식물의 개발 연구가 진행되고 있다.

<표 3-5> 각종 오염원 제거에 활용되는 Phytocheletin 단백질

중금속 오염원	Phytocheletin	비고
셀레늄	selenium-binding protein ATP sulfurylase	Mark et al. 1999
카드뮴	glutathione synthetase metallothionien	Zhu et al. 1999
구리	metallothionien	Zhu et al. 1999
아연	zinc-transfer protein	Bert et al. 1999
철	phytosiderophore	Kyoko et al. 1999

과다 사용되거나 불용화 되어 토양중에 축적된 화합물을 토양미생물을 이용하여 제거하고자하는 연구가 이루어지고 있고 농림기술관리센터에서도 이와 같은 연구를 지원하고 있다. 우리나라 농업에는 불용성 인산을 가용화 시키는 방안이 없어 작물이 필요한 3-4배 이상의 인산비료를 사용 함으로서 식물이 흡수하기 어려운 난용성 형태의 인이 다량으로 축적되어 있다.

난용성 무기인을 보다 효율적으로 용해하기 위해서 인산용해 능력이 강한 *Serratia marscens*, *Enterobacter intermedium*, *Rhanella aquatillus* 등 여러 종류의 국내 토착 bacteria로부터 인산 용해에 관여하는 PQQ 유전자를 분리하여, PQQ를 생성하지 못하는 뿌리혹 bacteria인 *Rhizobia* 속 균에 형질전환 시킴으로서 두과작물의 광합성 산물인 glucose를 gluconic acid로 산화할 수 있는 holo-enzyme GDH를 발현시키는 기능을 갖게 하여 불용성 인산 가용화 뿐만 아니라 질소고립을 통한 시비효과를 얻을 수 있는 기술을 개발중이다.

III. 유전자조작분야의 연구성과 및 파급효과

생명공학분야는 농림기술개발사업에 의해 신기능성 물질, 유전자조작, 그리고 분자육종등의 세 가지 中分類로 구성되어 있는데 유전자조작과 분자육종을 학문적 특성에 의하여 명확히 구분하는 것은 큰 의미가 없을 수도 있다. 더구나 본 지원사업의 초창기에는 여러 분야에서 유사한 연구내용을 산발적으로 지원했던 것도 사실이다. 본 中分類의 또 다른 특징은 식물, 동물 그리고 미생물 소재의 細分類의 연구로 다시 분류되어 있어서 선정 및 평가 등 연구관리가 매우 복잡하며, 타 분류에 비하여 광범위한 학문 영역의 전문가들의 참여가 요구된다. 농림기술개발지원사업이 시작된 1995년 후반부터 1999년의 4년간에 걸쳐 지원하여 완결된 유전자조작 중분류의 연구과제는 다음의 표 3-6에 제시된 바와 같이 식물대상 연구 2과제(원예분야 지원), 동물대상연구 3과제, 미생물대상 연구 4과제 등 9개 과제이다.

식물세분류 연구과제는 지원 당시 국내의 연구 수준으로 보아 실용화 보다는 기초 연구의 성격이 짙은 편이다. 고추의 과실 및 엽노화 억제 유

전자를 이용하고자 하는 연구과제는 해당 유전자의 확보 및 조작 보다는 비효율적이던 고추의 형질전환 효율을 향상시켜 유전자조작에 의한 고추의 분자육종의 기반을 확보하기 위한 연구라고 할 수 있다. 당대사 제어에 의한 사과외 당도 증진을 목표로 AGPase의 small subunit과 large subunit을 coding하는 유전자를 분리하고 사과의 과육에서 특이적으로 발현하는 promoter를 개발하여 국내에서 동류의 연구를 시작하는 효과를 거두었다. 이와 같은 결과는 농촌진흥청 원예연구소에서 수행하고 있는 분자육종기법에 의한 사과 품질 개선 연구에 많은 도움이 되고 있다.

동물세분류 연구과제중 Aujeszky 바이러스 병에 대한 재조합 DNA백신의 개발연구는 미래의 백신으로 각광을 받고있는 DNA백신개발의 연구라는 면에서 매우 진보된 연구이며 5종류의 glycoprotein을 항원으로 재조합 DNA백신을 제조하여 검정한 결과 glycoprotein 50과 glycoprotein C의 재조합 백신의 면역효과가 인정되었다. 그러나 알려진 바와 같이 Aujeszky 병은 2종 법정전염병으로서 확대 연구를 위해서는 바이러스의 확산을 방지할 수 있는 완벽한 시설을 필요로하기 때문에 대학의 연구실 차원에서 임상실험을 수행하기에는 한계가 있었다. 이번 연구를 계기로 동류의 연구를 수행하는 국립수의과학검역원과 함께 DNA백신 개발 연구가 대학에서도 활성화되리라 보고 본다.

미생물세분류에서는 총5과제가 지원 완결되어 최종보고서가 제출되었고 중분류의 특성에 따라서 상당수의 수행과제가 기초연구 지향적이었다. 그중 가장 실용화에 접근한 연구는 느타리버섯재배에서 심각한 질병인 세균성갈색무늬병과 바이러스 병의 조기진단 및 병원균의 특이적 검출을 위한 PCR 방법의 개발과제이다. 세균성갈색무늬병의 병원균인 *P. tolaasii*를 특이적으로 동정, 검출할 수 있는 PCR primers를 개발하기 위하여 병원성 결정인자인 tolaasin을 형성하지 못하는 Tn5 돌연변이체를 만들고, 이 돌연변이체의 genomic library 클론으로부터 Tn5를 함유한 클론을 선발하여 결국 약 2.4kb의 DNA를 클로닝하고 이 염기서열로부터 다양한 primer를 제작하여 그들의 DNA 증폭능력, *P. tolaasii*에 대한 특이성 등을 바탕으로 2 set의 primer, Pt-1A/Pt-1D1 그리고 Pt-PM/Pt-QM를 최종 선발하였다. 이 결과는 종균의 오염여부를 검사하는데 사용될 수 있으며, 오염된 종균의 사용을 배제하여 병

의 발생을 감소시킬 수 있고, 재배에 사용되는 물, 버섯재배시설 즉 가습기등 재배사 내부의 여러 기구의 병원균 오염여부를 검사하는데 사용될 수 있으며, 이를 통해 병원균의 전염원을 제거 할 수 있을 것을 것이다. 느타리버섯의 자실체의 형태가 기형인 28개 균주를 지역 별로 수집하여 dsRNA를 분석한 결과 73%인 19개 균주에서 다양한 길이의 dsRNA가 검출되었다. 또한 바이러스 병에 걸린 느타리버섯으로부터 순수 분리된 25nm의 느타리버섯 바이러스 입자로부터 분리한 dsRNA를 주형으로 cDNA를 합성하여 이들의 염기서열로부터 느타리버섯의 바이러스 감염여부를 진단할 수 있는 프라이머 PVPF1과 PVPR1을 제작하였으며, 이 프라이머를 이용하여 RT-PCR을 실시한 결과 감염된 느타리버섯에서 500bp의 DNA 밴드를 얻을 수 있어 종균의 바이러스감염여부를 검사하는데 사용하여 바이러스에 오염되지 않는 종균을 공급하기 위한 수단으로 사용될 수 있다.

농업토양내의 유용미생물균의 생존과 활성화에 대한 진단 및 그 개선방법을 개발하기 위하여 토양중의 세균과 곰팡이균의 농약 및 유기물의 분해능력을 스크린하여 토양의 오염을 방제하고 생산성을 증진시킬 수 있는 유용한 기술을 개발하였다. 연구 결과는 ①농약 분해 미생물제제의 농가 보급, ② 난분해성 리그닌분해 효과가 뛰어난 백색부후균의 생산효소를 사료산업에 활용, 볏짚 등의 가축의 사료 소화율 증대와 분해 효소의 펄프, 제지공업 및 재생종이 산업에 응용, ③ 토양내 건강한 미생물 공동체의 진단과 감시를 위한 바이오센서 시스템 개발, ④ 농업환경 모니터링을 위한 정보화 시스템 개발 등을 위해 매우 유용한 자료가 될 것으로 사료된다.

<표 3-6> 생명공학분야 지원 유전자조작 과제 목록

지원과제명	주관 연구기관	총괄책임자	주요 결과
미생물에 의한 LYSINE 생산성 증대를 위한 유전자 조작 및 대사조절에 관한 연구	영남대학교	이갑량	유전자 조작에 의한 lysine 생산성 향상과 생산기술 개발, Lysine의 생산성 향상을 위한 기초 연구를 통하여 곡류에 부족한 필수 아미노산인 lysine의 공급 가능, 가축사료 품질증대와 원가절감 가능, 식품 강화제 및 영양제나 치료제로 이용
생명공학 기술에 의한 항콜레스테롤 유산균 개발과 이를 이용한 혈중 콜레스테롤 저하 신기능성 발효유 생산기술 개발	전남대학교	이용규	항콜레스테롤 저하 유산균의 선발 및 기능의 개량
농업토양내의 유용미생물균의 생존과 활성에 대한 진단 및 그 개선방법의 개발	전남대학교	정선용	농약분해 미생물제제의 미생물균주 대량 배양 기술, 난분해성 리그닌분해 효과가 뛰어난 백색부후균의 생산효소를 사료산업에 활용하는 기술의 개발
Aujeszky 병에 대한 재조합 DNA백신의 개발	경북대학교	송재찬	DNA염기서열을 통해 Aujeszky병에 대한 백신용 항원을 선별할 수 있는 체계를 확립하여 다른 병원 미생물(특히 바이러스)에 대한 항원의 선별에 적용하는 기술, 가축질병에 대한 재조합 DNA백신의 개발
어류로부터 생리활성 유전자의 발굴과 실용화 연구	부산대학교	김규원	어류 산란유도 유전자의 DNA 클로닝, 산란유도 단백질의 다중체 생산기술, 연골어류로부터 혈관생성 억제활성의 유전자클로닝, 발현벡터 시스템의 확립
PCR을 이용한 느타리버섯 주요병의 조기진단 및 병원균검출기술 개발	충북대학교	차재순	느타리의 세균성 갈색무늬병과 바이러스병의 조기진단 및 병원균의 특이적 검출을 위한 PCR방법 개발
생명공학기법을 이용한 해송림솔껍질각지벌레 방제기술 개발	전남대학교	정기철	솔껍질각지벌레 병원성 사상균을 환경친화적 미생물 농약 개발을 위한 미생물 자원으로 활용하는 기술
고추 생력재배를 위한 엽 및 과실 노화억제품종 육성기술 개발	충남대학교	임용표	식물형질 전환기술 및 재분화기술의 보급으로 생산성 향상
대사제어에 의한 사과당도 증진에 관한 연구	한국과학기술원	정원일	현재 농진청 원예연구소에서 동류의 연구를 추진하고 있음

IV. 향후 연구방향 및 과제

서두에서 언급한 바와 같이 21세기에는 생명공학산업의 비약적인 발전과역할이 기대 된다. 미국은 1998년에 생명공학경쟁조정법(The Biotechnology Coordination & Competitiveness Act of 1998)을 제정하여 정부차원에서 강력하게 지원하고 있고, 일본 또한 농림수산성, 통상산업성, 후생성, 과학기술청, 문부성, 환경청등 9개 성청의 생명산업관련 예산을 1999년도 대비 약 24%가 증가한 3,475억엔을 편성(농림수산성 216억엔)하여 집중 지원하고 있다. 우리나라 정부도 생명공학 산업 육성을 위한 연구개발비의 대폭 확대를 검토하고 있고 농림부, 과학기술부, 산업자원부 그리고 보건복지부 등 관련 부처에서는 장기적인 계획을 준비하고 있다. 대학 등의 연구인력을 활용한 생명공학기술의 농업적 이용 연구를 위하여 농림기술개발사업이 중요한 역할을 하여야 할 것으로 사료된다.

앞으로 중점을 두고 발굴 및 지원하여야 할 유전자조작 연구분야는 병충해를 포함한 환경재해 저항성 관련 기작의 이해와 적용을 위한 연구, 생산성 관련 기작에 관여하는 유전자 연구, proteomics 연구, 생리활성 기능을 갖는 특수 성분 관련 유전자 연구, 식품의 부가가치 향상을 위한 미생물의 유전자 조작, 그리고 농업환경 개선을 위한 연구들 일 것이다. 그동안 농림기술개발센터에서는 예산의 특성상 연구결과의 실용화가 가능한 연구과제 위주로 지원할 수밖에 없는 입장이었으나 최소한 생명공학 분야 연구과제의 선정에 있어서는 장기적인 비전을 가지고 기초연구과제 또는 목적기초연구 과제의 확대 지원이 있어야 할 것이다. 이는 곧 연구의 원천성 확보에 따른 지적재산권 확보와 직결되는 사항이기도 하다. 현재 수행중인 생명공학 연구의 상당수가 연구의 초기단계를 생략한 것으로서 이를테면 모사연구의 범위를 벗어나지 못하거나 연구결과물의 지적재산권을 주장할 수 없는 경우인 것은 과제 선정 당시의 국내 연구 여건상 불가피한 것이었다고 할 수 있겠으나 앞으로는 과제 선정 시에 필히 검증되어야 할 것이다. 이는 모든 국가가 유전자변형 작물 또는 미생물(LMO 또는 GMO)의 상업화를 위해서는 생물다양성협약(CBD)의 생명공

학안전성의정서(Cartagena Protocol on Biosafety, 2000년 2월 몬트리올)에서 정하는 생명공학안전성정보센터(BCH; Biosafety Clearing House)에 상업화 및 환경에 방출하고자하는 생명공학 연구결과물(인체 의약품, DNA를 포함하지 않는 추출물 제외)에 관한 모든 정보를 제공하여야 하므로 연구결과물의 상업화를 위해서는 지적재산권 문제를 피해 갈 수 없다. 따라서 이러한 전제조건이 갖추어지지 않은 연구과제의 선정 및 지원은 그 결과물을 산업화 할 수 없어 다분히 예산의 낭비가 아닐 수 없다.

상업화 또는 환경에 방출하고자하는 생명공학 연구결과물의 경우에는 필히 유전자재조합식품안전성평가(식의약청)와 환경위해성 심사를 받아야하므로 개발자는 의정서의 부속서Ⅲ에서 규정하는 환경영향평가 정보를 제공하여야 한다. 이 과정에서 ①수용생물체 또는 양친생물체에 관한 정보, ② 유전자 공여체 또는 공여생물체, ③ 벡터에 관한 정보, ④ 도입유전자 및/또는 변형의 특성, ⑤ 변형된 생물체에 관한 정보, ⑥ 변형생물체의 검출 및 확인 방법, ⑦ 의도적 사용에 관한 정보 그리고 ⑧도입(방출) 환경에 관한 정보 등을 제출하여야 하므로 모든 정보가 드러날 수밖에 없다. 따라서 연구자는 이러한 국제적 환경변화를 적극 감안하여 연구계획을 세워야하고 전문지원기관은 연구과제의 선정 시 철저한 보완을 요구하여 연구결과물의 지적소유권을 확보할 수 있도록 노력하여 일회성 연구가 되지 않도록 하여야 한다. 그리고 생명공학분야의 연구는 소요되는 시약 또는 재료의 대부분이 수입에 의존하는 품목이기 때문에 타분야에 비하여 연구비의 수요가 큰 분야이므로 연구과제 지원 시 연구비의 적정 규모를 보다 면밀하게 검토하여 불필요한 연구비의 지원이나 연구비 부족에 따른 연구의 부실화를 예방하여야 할 것으로 사료된다.

제 2 절 신기능물질

I. 신기능물질분야의 국내외 연구동향

1. 신기능 물질에 관한 국제적인 연구동향

가. 생명공학 신기능물질 사업의 분야별 동향

21세기 미래사회에서 농업은 세계적으로 기상변화와 인구의 폭발적 증가 등으로 식량수요가 증가할 것으로 예상되며 국내적으로는 통일 등으로 식량수요가 폭증함과 더불어 농산물 시장개방으로 인한 국내산 농산물의 국제경쟁력이 어느 때보다 중요할 것으로 전망된다. 따라서 선진복지국가로 나아가는 요건으로는 단순한 소득증가만이 아니라 획기적인 농산물의 효율적인 생산 및 이용 기술의 확보가 선결과제이며 이와 더불어 깨끗한 생활환경을 보전하고 안전한 농산물을 생산하기 위한 청정농업기술의 발달이 함께 이루어져야만 될 것이다. 이러한 문제를 해결하는 데 있어서는 종래의 유전, 육종, 생리 재배, 가공기술의 개선뿐만 아니라 여기에 최근 급속히 발달하고 있는 분자수준의 생명과학 기술을 접목하여 이를 응용하는 것이 필수적이라 하겠다.

생명과학기술 또는 생명공학은 생물체 내외에서 일어나는 생화학적 반응 메카니즘을 분자 수준에서 이해하고자하는 기초연구에서부터 시작하여 이를 응용하여 생물체의 특성을 바람직한 형태로 변화개량하거나 생물체를 이용하여 유용물질의 대량생산을 위한 생산 공정을 개발하는 산업화과정에 이르기까지 광범위한 분야를 포함하고 있으며 최근 눈부신 발전을 계속하여 이 시대의 새로운 학문 및 기술로서는 그 중요성은 이제 국내외 학계 및 산업계뿐 아니라 일반대중에게도 널리 인식되고 있다. 특히 생명공학적 지식과 기술이 생물생산을 주목으로 하는 전통농업에서 갖는 의의는 지대하여 다양한 농업과학의 영역 중 관련되지 않는 분야가 거의 없을 정도이다.

생명공학이 농업생산성향상에 기여할 수 있는 방법은 농업생산을 양적, 질적

으로 향상시키기 위한 새로운 품종에 육종, 안전한 농산물을 안정적으로 생산할 수 있는 저공해 생물농약을 개발이용 한다거나 생산된 농산물의 부가가치를 향상시키는 등으로 나누어서 생각할 수 있다. 예를 들면 농산물의 안정적 생산을 보장하기 위해 기상 및 병충해 등 재해에 대해 내성이 있는 작물을 육종한다거나 안전한 농산물을 생산하고 쾌적한 자연환경을 보존하기 위해 병해충저항성 작물을 육종하고 저공해 천연생물농약을 개발 사용할 수도 있으며 또한 반추동물의 메탄가스생성에 따르는 지구 온난화방지기술의 개발이나 항생제 대체물질의 개발 등이다. 또한 농산물의 부가가치를 증진시키기 위해 농산물가공 및 이용기술을 개발하여 고부가가치의 식품 및 의약품소재로 전환, 활용할 수도 있으며 더 나아가서는 생물체를 생체반응기로 활용하여 생물활성물질 및 의약품 등의 유용물질을 대량생산할 수도 있으며 이러한 경우 기존의 농업생산성에 일대 변혁을 가져올 수 있을 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 계놈분석 및 관련유전자 구명, 분리 및 재조합, 조직 및 세포배양, 형질전환 및 동물복제기술, 천연유용물질 탐색 및 구조결정, 생물반응기 개발 등 매우 다양한 분야의 지식들이 유기적으로 집적되어야 하며 공동연구 등을 통한 더욱 많은 노력이 있어야 할 것이다.

생명공학사업은 최근 수 십 년간 세계 농업 생산성의 증가를 주도해 왔다. 생산량 증가(동물의약품, 서리나 가뭄 등 환경스트레스에 저항력을 갖는 작물, 젖소의 생산효율을 높이는 기술 등), 농업 투입에 있어서의 비용절하(화학살균제의 사용을 줄일 수 있는 병균저항성 작물), 소비자의 욕구와 식품제조 공정에서 필요를 충족시켜줄 수 있는 고부가가치 제품개발을 통한 농산물의 용도 다양화(저지방 고기, 변형된 지방을 함유한 기름 제조용 씨앗, 저장성을 높인 채소나 과일 등), 잡초나 곤충 및 병균을 환경 친화적으로 처리하는 방법의 개발(질병 저항성 작물 등) 또는 연구나 질병의 진단 및 치료를 목적으로 한 형질전환 동물의 창출(최근 특허를 획득한 oncomouse) 등을 예로 들 수 있다.

농업식품분야의 생명공학 신기능 물질은 주로 다국적 화학기업 및 제약기업(Monsanto, Ciba-Geigy, 롱프랑 등)들이 주도하고 있다. 농업식품분야에서 개발된 첫번째 제품은 이미 미국과 유럽시장에 출시되어 있는 동물 진단제 및 치료제와 최근 승인을 획득하여 조만간 출시예정인 생물살균제이다. 현장실험이 이루어진 식물들 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것은 제초성을 띄거

나 곤충에 대한 저항성을 갖도록 조작된 채소작물이다. 유전자 조작 작물에 대한 판매승인이 처음 이루어진 것은 94년에 미국에서 승인을 획득한 Calgene사의 tomato이고 뒤이어 제초제 내성 토마토가 프랑스 당국의 승인을 획득했다. 96년까지 약 20여 개 품목이 상품화되었다. 형질전환 동물을 이용한 고품질의 생리활성물질 생산연구 역시 선진국 기업에서 활발히 진행되고 있으며 영국의 PPL사와 미국의 Genzyme Transgenics사가 대표적이다. 최근 Genzyme Transgenics사는 단세포균 항체(BR96)를 생산하는 형질전환 산양을 Bristol-Myers Squibb사의 지원으로 개발하였으며, Collagen사는 GenPharming International사와 공동으로 collagen을 대량 생산하는 형질전환 젖소를 개발하였다.

저공해 천연생물농약의 경우 avermectin 등을 포함한 농업용 항생제, Bt 및 baculovirus 등을 포함한 미생물농약 등 매우 다양한 물질이 개발활용되고 있고 재조합유전자를 이용하여 이들을 효과적으로 생산하기 위한 연구가 진행중에 있으며 일부 실용화되기도 하였다. 이외에도 새로운 생물농약을 개발하려는 연구도 매우 활발하게 진행되고 있어서 그 결과가 크게 기대된다.

농업생산물의 부가가치를 향상시키기 위한 연구는 주로 탄수화물과 단백질의 경우 변성 전분 및 단백질을 생산하여 기호성, 편이성 및 가공형질을 개선시켜서 소비를 촉진하는 경우와 이를 이용하여 식품 및 의약품 등 신소재를 개발 활용하는 것이 주류를 이룬다.

돌이켜보면 지난 반 세기동안 농업생산성은 괄목할만한 발전을 거듭하여 인간을 식량위기에서 해방하고 국가경제발전과 쾌적한 국토환경의 조성에 큰 기여를 하였다. 이러한 발전의 원동력으로서 수많은 농업 종사자들의 헌신과 국가의 정책지원이 한없이 중요하였지만 한편으로는 농업발전의 각 단계마다 그 발전을 뒷받침하는 농업과학의 혁신적인 발전이 있었기 때문에 가능하였음을 부인할 수 없다. 농산물수입 개방, 종자전쟁, 특허 및 지적소유권전쟁등 용어로 점철되는 국제화시대에 한국농업의 위기를 효과적으로 대처하고, 21세기 선진국시대의 농업위상을 정립하기 위한 노력이 각별히 요청되고 있는 시점에서 이제 한국의 농업과학은 전통적인 농업생산기술에 생물공학적인 기법을 접목시켜 다시 한번 도약하여야 한다. 따라서 한국농업은 우리의 전통적농업을 과학화하고 농업과학 기초분야를 학문적으로 체계화하고 그 가치체계를 오늘에 되살려 오히려 이러한 세계사적 전환기를 슬기롭게 극복하여 안팎에서 어려움을 겪고

있는 현재의 상황을 오히려 도약의 전기로 삼아야 할 것이다.

2. 국내의 신기능 물질에 대한 연구동향

국내 생명공학 신기능 물질산업의 시장은 미국대비 4%정도로서 아직 미미한 규모이다. 하지만 국내 생명공학 신기능 물질제품의 시장규모가 92년 965억 원에서 97년에 4,246억 원으로 연평균 34.5%씩 성장했다. KIET에 따르면 국내 생명공학 신기능 물질제품의 시장규모는 2003년까지 연평균 32.1%씩 성장할 전망이다, 이는 세계 시장의 연평균 성장률 전망치 15.4%의 2배를 상회하는 수준으로 국내 생명공학 신기능 물질산업의 성장 가능성을 짐작할 수 있게 한다. 분야별로는 생명공학 의약이 2,229억원 규모로 전체 생명공학제품의 약 67%를 점하고 있으며, 농업, 식품, 화학, 환경 등 분야 제품이 나머지 33%를 점하고 있다. 한편 생명공학 신기능 물질제품의 수입의존도는 93년 43.4%에서 97년에 32.6%로 낮아졌지만, 여전히 높은 수준을 유지하고 있다.

특기할만한 사실로는 국내의 우수한 대기업들도 세계적 추세에 맞추어 생명공학 분야 진출을 시도하고 있으며, 바이오 의약품 개발에 높은 기대를 걸고 이에 따라 소규모 제약기업을 인수하거나 독자적인 제약사업팀을 신설하는 등의 형태로 생명공학 기술개발에 참여하고 있다. 국내기업의 생명공학산업 부문 참여형태는 4가지 유형으로 분류할 수 있다. 생명공학 신물질제품 판매기업은 126개 사로 자체개발 신물질 판매기업은 79개 사, 수입 신물질 판매기업은 47개 사, 자체개발 신물질과 수입 신물질의 동시 판매기업은 20개 사로 집계되었다. 또한 국내에서 판매되고 있는 생명공학 신물질 중 자체개발 물질은 67%, 수입물질은 33%를 점하고 있다. 국내기업의 생명공학산업부문 참여 기업 수는 180개 사이고, 연구개발 기업 수는 138사이며, 국내 전체 생명공학산업 참여기업은 약 200개 사로 추정되고 있다. 이들 관련기업 중 약 60% 이상이 생물의약품 개발을 추진하고 있으므로 국내 생명공학산업에서 생물의약품분야가 차지하는 비중은 매우 크다.

우리나라 생명공학산업부문은 B형 간염백신, β -인터페론, 인간성장호르몬 등 재조합 단백질 의약품의 국내 독자생산 능력을 갖추게 되었으며, 정부출연 연구소에서도 인체 락토페린을 우유에 분비 생산할 수 있는 형질전환 젖소의

개발에 성공(생명공학연구소, 이경광)하는 등 기술의 국제경쟁력을 점차 확보해 나가고 있다.

국내에서는 1980년대 개발된 유전자 재조합 기술, 세포융합기술, 세포배양기술 등 기반기술을 토대로 1990년대 접어들면서 선진국의 모방제품들이 우선적으로 생산되기 시작하였는데 선진국 기업들의 특허 선점·해외시장 진출의 어려움·생산기술 저위 문제 등을 내포하고 있다. 대표적인 제품으로 재조합 B형 간염백신(LG화학, 녹십자), 인간성장호르몬 (LG화학, 동아제약), GM-CSF(LG화학), G-CSF(동아제약), EPO(제일제당, LG화학, 동아제약), 인터페론(LG화학, 제일제당, 녹십자, 동아제약), 진단시약류(녹십자, 동아제약, LG화학, 제일제당 등), 항생제(종근당 등) 등으로 모두 모방제품이다.

3. 선진국 대비 국내 연구수준 비교

우리나라의 생명공학 기술수준은 선진국에 비해 대체로 열세인데, 기반기술은 어느 정도 확보되어 있으나 생산기술의 축적이 필요하고, 특히 신물질 창출기술이 매우 낮은 수준이다. 산업화를 위한 생산기술 중 미생물 개량 및 발효기술 등은 선진국 수준이나, 분리정제기술 등 생물공정기술 및 생물엔지니어링기술은 선진국에 비해 많이 낙후되어 있어 기술개발과 전문인력의 양성이 매우 시급한 실정이다. 또한 신물질 탐색기술의 경우 초보적 수준을 벗어나지 못하고 있어 신물질을 통한 혁신적 생명공학제품의 개발이 아직도 요원한 실정이다. 특히 개발된 신물질에 대한 안전성 평가기술 등 하부기반기술도 매우 낙후된 실정으로 제품혁신을 단시일 내에 기대하는 것은 매우 어려운 일로 생각된다. 그러나 최근에는 우리나라에서도 생명공학기술의 새로운 분야인 인체 유전체 연구, 유전자 치료법, DNA Chip, 형질전환 동물을 이용한 생리활성물질 생산연구, 형질전환식물 연구, 환경수복기술 개발 등에도 점차 관심을 보이고 있으며 일부 생명공학 관련 기업과 바이오 벤처기업 등에서 산업화 차원의 기술개발을 시도 중이다.

국내 관련기술 가운데서도 특히 아미노산 발효기술은 현재 세계적 수준으로 평가받고 있으며, 항생물질 발효, B형 간염 백신 등의 생산기술도 국제경쟁력을 확보하고 있다고 평가된다. 그러나 생산기술 중에서도 발효기술을 제외한

분리정제기술, 세포배양기술 등 생물엔지니어링 관련기술은 선진국에 비해 많이 낙후되어 있어 기술개발과 전문인력의 양성이 매우 시급한 실정이다.

국내 생명공학산업의 시장은 아직 미미한 규모이다. 한국생물산업협회 조사에 따르면 1997년도 국내 생명공학산업 제품 시장규모는 개발제품과 수입제품을 합하여 4천 246억 원 정도이다. 같은 해 산업계 생명공학산업 부문의 연구개발비는 1,263억 원, 시설투자비는 600억 원으로 집계되었다. 연구개발비 1,263억 원은 우리나라 산업계 전체 연구개발비의 2.1%에 해당하나 연도별 증액 추이와 연구인력 증가추이는 우리 생명공학산업의 잠재력이 급속히 증가하고 있다는 것을 반영한다.

생명공학 신기능 물질 개발을 위한 연구개발투자는 97년 기준 1,263억 원으로 산업계 전체 연구개발비의 2.1%에 불과했다. 연구인력은 1,889명이고 이 중 16.1%인 305명이 박사학위를 가지고 있다. 200여 개의 국내 생물산업 관련기업 중 60%가 바이오 의약품을 개발하거나 생산하고 있다. 그러나 바이오 벤처기업은 99년 하반기부터 급속히 늘어나 2000년 4월 현재 약120개로 추정된다. 바이오 의약품 분야에서의 개발성과는 주로 선진국에서 개발한 단백질의약품과 진단시약의 국산화 수준에 머물러 있다.

이 같은 국내기술 수준을 종합적으로 평가해보면 생명공학 응용기술기반은 어느 정도 이루어져 있으나, 생명과학 기초연구기반의 취약성과 생명공학산업의 경쟁력을 키워나가는데 필요한 하부구조의 결핍, 연구개발 투자의 열악성들이 국내 생명공학 기술개발의 한계를 들어내는 요소들로 판단된다.

II. 신기능물질분야의 연구성과 및 파급효과

신기능 물질 분야의 지난 5년 간 농림기술개발사업을 통해 추진되어온 연구성과를 살펴보기 전에 우선 농업관련 신기능 물질을 개발 혹은 응용하고자 하는 테마에 관련된 연구들을 분야별로 살펴보면 다음과 같다.

1. 신기능 물질 개발분야

가. 치료활성을 가진 소재

농산물 유래의 항암, 항콜레스테롤, 항알레르기 등 건강을 위협하는 각종 질병에 치료효과를 보이는 물질 및 기능성 식품개발은 농업 신기능물질 연구분야에서 가장 부가가치가 높은 분야라고 할 수 있다. 우선 인간의 질병을 대상으로 한 치료활성 물질 개발은 대상물질의 시장규모에 무관하게 치료대상이 인간이기 때문에 개발의 당위성을 가질 수 있으며, 일단 개발되면 비록 수요가 적더라도 순수 농업분야의 제품시장에서는 상상할 수 없는 고가의 가격책정이 가능하다는 특징을 갖는다.

여기에 생물유래의 물질을 치료제로서 개발할 경우 가질 수 있는 중요한 잇점은 화학합성물에 비해 인체안전성에 대한 검증이 좀 더 용이하며, 오랫동안 인류역사 속에서 장복해온 식품 혹은 해당식품의 주요 구성성분이 그러한 활성을 가질 경우 오랜기간과 비용을 소요하는 임상과정을 거치지 않거나 최소화 할 수 있으며 FDA와 같은 기관의 승인을 획득하기도 쉽다는 점이다.

또한 제재화 하지 않고 적당한 형태로 가공한 식품의 형태로 섭취할 수도 있으므로 약품으로서의 허가 자체가 필요하지 않을 수도 있다. 이러한 장점을 감안하여 이번 농림기술개발사업에서도 신기능 물질 개발 분야 상당수의 과제가 각종 치료활성을 가진 신기능 물질을 탐색하는 데 주력하고 있다.

나. 새로운 식품 개발

농업분야의 신기능 물질은 농산물 및 농산물을 원료로 한 식품에 새로운 성분과 성상을 추가할 수 있다. 예컨대 콩나물, 누에고치 등의 성분이 숙취에 효과가 있다는 사실은 널리 알려져 있다. 이를 산업적으로 활용하기 위해서는 우선 자연적으로 이러한 성분이 포함된 농작물을 탐색해볼 수 있다. 최근 구기자 나무의 껍질에 숙취해소성분이 있음이 밝혀진 것도 그러한 탐색의 결과이다. 두번째로는 기존의 농작물을 이러한 성분이 포함되도록 개량하는 등의 방법이 있으며, 마지막으로 기존에 생산된 신기능 물질을 농작물을 가공하여 식품화하는 과정에 첨가해 넣어 기능성 식품으로 개발하는 방법이 있다. 최근의 숙취

해소 음료들은 대부분 기존의 자양강장음료에 숙취해소 성분을 첨가해 넣은 것으로 세 번째의 경우에 해당된다고 하겠다.

이러한 신기능 물질의 첨가 혹은 강화를 통해 농산물 및 식품의 품질특성을 개량하는 방법은 대단히 다양한데, 신물질 첨가를 통해 맛과 향을 새롭게 한다거나, (인체에 무해하다는 전제하에) 항진균 성분을 첨가하여 저장성을 개선한다거나, 섬유질보강 등을 통해 식품의 가공성을 개선하는 등의 방법이 있다.

다. 농산물유래의 신소재 개발

생물유래 고분자물질 등 농산물 및 관련 생물에서 얻어낼 수 있는 산업적으로 유용한 신소재들도 이 분야의 중요한 테마이다. 이들은 농산물 및 식품유래의 물질이지만 식용이 아닌 다른 분야에 이용될 수 있는 소재들을 말하며, 화학합성체제 하에서 생산되는 기존의 소재에 비해 생물을 매개로 한 생산공정을 거침으로서 보다 환경 친화적이며, 많은 경우 고온 고압을 전제로하는 화학합성시설보다 적은 시설투자비를 소요함으로써 경제적인 잇점도 크다.

라. 생물유래 농약 및 비료개발

현대 화학합성 농약의 생물계 및 인체 유해성에 관한 인식은 충분히 널리 확산된 상태이며, 그에 대한 대안으로 일각에서는 무농약 유기농업의 가능성이 제시되고 있으나, 현대의 농업체계 자체가 상당수준 농약 의존적으로 고정화되어, 기존 화학합성 농약을 전혀 쓰지 않았을 경우 벼는 70%의 생산량감소, 채소류는 90%의 생산량감소를 감수할 수밖에 없는 상태이다.

이러한 상황에서 인체에 무해한 생물유래의 농약과 토양의 산성화를 비롯한 부작용이 없는 생물유래의 비료와 성장촉진제에 대한 필요성이 높아지고 있다. 이에 더하여 자체적으로 신물질을 개발함 없이 특허상의 제한이 덜한 원제, 혹은 특허기간이 지난 원제를 들여와 재가공하여 판매하는 경우가 많은 우리나라의 농약, 비료산업의 실정, 국제적으로 지적재산권 보호추세가 강화되고 외국기업체가 인수합병을 통한 국내시장 진출을 꾀하고 있는 상황은 독자 탐색한 신물질 기반 농약, 비료 제품의 개발필요성을 더욱 시급하게 만들고 있다.

2. 신기능 물질의 분야별 수행 연구과제

지난 5년간 농림기술개발사업을 통해 추진된 여러 연구과제 중 농업관련 신기능물질을 개발 혹은 응용하고자 하는 테마에 관련된 연구들은 어떤 것이 있고 그 성과는 어떠한지에 관해 분야별로 주요한 연구과제들을 요약, 정리하면 다음과 같다.

가. 각종 치료활성을 가진 물질의 개발

한림대학교에서 수행된 ‘농수산자원을 활용하여 순환기 질환 및 치매의 예방을 위한 기능성 식품개발’에 관한 연구는 국내에서 생산되는 각종 식품소재 및 생약자원과 같은 농수산자원으로부터 사회적 수요가 크게 나타나고 있는 고혈압 및 치매의 예방 또는 치료보조효과를 갖는 기능성소재를 탐색한 다음의 효능을 동물실험을 통하여 평가하고, 이를 바탕으로 최종 선별된 소재를 활용하여 부가가치가 높은 기능성식품으로 소비 될 수 있는 방안을 제시함으로써 원료농산물을 생산하는 농민들의 소득을 제고하는데 기여하는 것을 최종적 목표로 삼고 있다.

이러한 목표를 달성하기 위해 110종의 식품소재에 대하여 폭넓은 탐색연구를 수행하였으며 이를 통해 혈압상승 효소인 ACE의 활성저해도가 높은 돌나물, 돌미나리, 마늘, 부추, 브로콜리, 표고버섯, 소라, 팥, 강낭콩을 유망 소재로 선정하였다. 또한 80여종의 생약소재로 부터 ACE저해활성과 식품소재로서의 활용가능성 등을 분석하여 감초, 두충, 상백피 및 우슬을 1차 유효소재로 선정하였다. 이렇게 선정한 소재는 자연발증 고혈압모델동물(SHR)에 투여하여 혈압강하에 미치는 효과를 조사한 결과 마늘 투여군에서 수축기 및 확장기 혈압이 통계적으로 유의성 있게 강화되는 효과를 확인하였다.

또 치매의 예방소재를 탐색하기 위하여 베타아밀로이드를 뇌실 내에 투여하여 수동회피반응을 조사하는 검색모델을 확립하였으며, 이 방법에 의하여 생약소재 39종을 검색한 결과 당귀 추출액에서 치매예방 유효활성을 확인하였다.

마늘은 식이의 3%첨가로 혈압을 강하시키는데 유효한 결과를 얻었으며, 당귀추출물은 0.1g/kg(체중)투여로 치매예방효과를 기대할 수 있었다.

마늘의 경우 열처리하거나 식초절임에 의하여 매운 맛을 완화시켜야 지속적

으로 섭취할 수 있으며, 당귀는 추출물을 이용한 당귀차 및 과실의 맛이 가미된 젤리형태의 제품이 적합함을 확인하였다.

강원대학교에서 수행된 ‘미생물을 이용한 동물 구충제의 대량 생산 및 산업화에 관한 연구’는 방선균인 *S. avermitilis*의 발효를 통해 고 효율성 동물구충제인 avermectin B_{1a}를 대량 생산하는 것을 목표로 추진되었으며, 이를 위해 전통적 돌연변이 기술 및 유전공학적인 기술을 이용한 고생산성 생산균주의 선별 및 재조합 기술, 고농도 생산을 위한 생물반응기 운전기술, 이로 부터 회수되는 avermectin B_{1a}의 고순도 분리정제 및 제제화 기술, 산업적 대량 생산을 위한 scale-up에 대한 기초 조사등을 수행하였다.

그 결과 *Caenorhabditis elegans*를 이용하여 avermectin B_{1a}에 대한 bioassay system을 개발했으며 각 종 돌연변이 유발원을 통한 변이주를 얻을 수 있었다. 또한 avermectin B_{1a} 고생산 개량 변이주 선별, revertant로의 back mutation 현상 방지, 성장배지 및 생산배지 최적화, 생산배지로의 접종량 최적화, 플라스크 배양 및 생물반응기를 이용한 회분식 또는 유가식 배양 환경의 최적화등을 통해 avermectin 생산농도와 단위세포당 생산성을 큰 폭으로 증가시킬 수 있었다. 유가식배양을 도입한 결과 생산균주의 성장속도 조절이 가능해져 dynamic method에 의해서도 k_{LA} 측정이 용이하였다. 고농도 배양의 경우, 통기량의 변화에 의해 k_{LA} 를 조절하는것 보다 교반속도로 조절하는 것이 더 효율적이며, Rushton turbine과 Scaba impeller가 산소 전달에 있어 우수한 교반기로 판명되었다. 한편 세포배양산물로부터 순수한 avermectin의 결정을 얻기까지 필요한 여러 분리정제 공정의 설계자료 및 scale-up 전략들이 수립되었으며, 이를 바탕으로 bench scale의 연속식 향류 3단 추출장치와 연속식 결정화 장치가 개발되었고 개발된 여러단계의 분리정제 공정을 통하여 세포배양물로부터 고순도의 avermectin 결정을 얻어내는데 성공하였다.

생명공학 연구소에서 수행된 ‘농산자원으로부터 심혈관 질환 예방, 치료활성신소재 개발’에 관한 연구는 심혈관 질환 예방 및 치료에 활성을 보이는 생체활성물질의 함유하는 농작물, 특용작물, 약용작물, 산채, 과채류 등을 탐색하며, 생체활성물질의 대량생산 보급기술을 추진하며, 생체활성물질로부터 유용물질 성분들을 분리, 정제하여 기능성 건강증진용 성분, 건강식품성분, 약용성분원료의 개발을 통한 농가소득증대 및 농촌경제 활성화, 생약제 수입 대체 및 수출

산업 창출 등을 궁극적 목표로 하였다.

연구결과 90여종의 식품재료, 농산물재료 등을 이용하여 콜레스테롤 전이단백질 저해활성 성분을 탐색하는데 성공하였다. 제주도산 감귤껍질과 청귤, 병귤 등 재래 감귤을 대상으로 이들이 함유하고 있는 naringin과 hesperidin의 함량을 조사한 결과 수확기에 큰 차이가 있는 것을 확인하였다.

토끼를 이용하여 1% 고콜레스테롤 식이와 함께 naringin, hesperidine 및 naringin metabolite를 병행 투여하여 심장순환기 질환의 예방 및 치료효과를 관찰하였다. 혈액화학분석을 통한 혈중 콜레스테롤 및 지방의 변화, 대동맥내 지방선의 관찰, 간조직내 지방 함유 비정상 세포를 분석한 결과 총 콜레스테롤은 처리구가 약 50% 감소됨을 확인하였으며, 지방성 침착도 대조군과 비교할 때 유의성 있게 감소됨을 나타내어 시험물질 모두 혈관내 콜레스테롤 침착을 효과적으로 억제함을 확인하였다. 또한 간세포의 손상율도 유의성있게 낮추어 간보호 효과도 있음을 보였다. 따라서 naringin, hesperidine 및 naringin metabolite이 동맥경화 및 고지혈증 예방 및 치료제로서 개발이 가능함을 보여 주었다.

진피추출액을 고혈압쥐에 투여하여 혈압 및 심박수를 측정하여 본 결과 진피 ethanol extract의 경우 이노작용에 의한 혈압강하작용이 기대되었다.

심혈관 질환 예방치료 활성성분 및 물질의 in vivo 활성검정결과 감귤피 추출물의 flavonoid 성분인 naringin, naringenin, hesperidine, hesperetin의 투여는 동물실험에서 강력한 혈중 지질저하 작용을 나타내었고, 이들 물질의 콜레스테롤 저하작용 기작은 간의 HMG-CoA reductase와 ACAT 활성도 저해를 통하여 중재됨을 확인하였다. 고지혈증 조건에서 naringin의 콜레스테롤 저하작용은 HMG-CoA reductase inhibitor인 lovastatin의 작용보다 우수하게 나타났다. 또 감귤피 엑기스와 대추분말을 양과, 마늘 및 생강과 함께 양념소스로 제조하여 고콜레스테롤혈증 흰쥐에 투여한 경우 혈중 콜레스테롤 저하기능을 확인하였다. 식이 비타민 E 수준이 낮은 경우 naringin과 hesperidin의 보충은 식이에 부족된 Vit. E의 체내작용을 보조 또는 대체하는 것으로 나타났다. 그 외에 cinnamate와 그 유도체인 rutin, quercetin, dihydrate, galic acid 및 tannin의 투여는 고지혈증 동물의 지질대사를 개선시켜 혈중 지질농도를 정상화 또는 저하시킴도 확인하였다.

또한 심혈관질환의 예방, 치료용 활성물질을 함유한 농산물의 탐색, 개발에 관한 연구도 수행하여 오미자로부터 lignin계통의 물질을 대량분리할 수 있는 방법을 확립하였고, 산사나무의 잎에서는 새로운 천연물질을 분리하여 화학구조를 규명하였고 순환기치료제로 개발가치가 높은 산사자의 성분들중 새로운 물질 2개를 분리하고 화학구조를 규명하였다. 그리고 herperidin을 포함하는 플라보노이드 성분이 감귤뿐 아니라 운향과에 속하는 나무들의 열매에 어느정도 함유하는가를 조사해본 결과 인창귤과 사두감도 자원으로 활용할 수 있음을 확인하였다.

한림대학교에서 연구된 '산야채의 하우스재배를 이용한 고기능성 항암식품의 개발'에 관한 연구는 항암성이 있는 소재를 이용하여 in vivo test를 실시하고 이의 항산화관련 효소의 간과 혈청에서의 활성을 비교, 분석하고 항산화 비타민의 측정과 분석, 데이터 정리 및 통계분석을 실시하였고, 이들의 항암성이 높은 소재를 혼합한 기능성 제품을 개발하기 위하여 최적의 formula를 검증하고 관능검사를 통하여 선정하였다.

산야채가 in vivo에서 항산화계에 미치는 영향을 관찰해 본 결과 항산화 효소의 활성은 전반적으로 추출물의 투여에 의하여 현저한 증가를 나타내었고 특히, 고지방식이의 공급에 의해 증가된 과산화물의 생성을 억제함으로써 강력한 항산화 효과가 있음을 확인하였다.

B(α) P과 어성초 추출물을 병용투여한 결과 어성초 추출물 투여군의 GST활성은 B(α) P 투여군에 비해 다소 감소하였고, catalase활성 역시 감소하였다. 반면 Cu, Zn-SOD활성은 크게 증가하였다. 두충 추출물 투여군이 정상식이군에 비해 catalase활성이 증가하였다. 또 컴프리 추출물은 간세포질에서의 GST활성과 catalase활성을 증가시켰다. 간이 GST, SOD와 catalase 효소활성에 있어 투여군의 항산화효소의 활성은 정상식이군에 비해 증가하였으며 특히 Cu, Zn-SOD활성은 47%의 유의성있는 증가를 보였다. 또한 α -tocopherol 함량은 썩 추출물의 투여로 증가함을 확인하였다.

건국대학교에서 수행된 '농가재배 식물로부터 항알러지 물질의 개발'에 관한 연구는 기존의 항알러지 물질보다 약효가 더 좋거나 또는 부작용과 독성이 적은 항알러지 후보물질을 도출하고자 목표하였고, 100종의 식물로부터 methylene chloride extracts, ethyl acetate extracts, water extracts를 각각 추출하여 총

300가지 fraction에 대한 1차 항알러지 PCA screening을 수행하여 재시험, 분리, 정제를 수행하여 단일물질의 얻어 구조를 확인하였다. 또 얻은 물질들을 유기합성을 이용한 변형된 새로운 화합물을 얻어 약효를 시험하였으며, 능동전신성 아나팔락시스 반응시험과 실험적 기관지 천식 model에서의 약효를 측정하였다.

연구결과 항알러지 효과를 시험하여 10종의 분획이 유효한 것으로 나타났으며, 이 분획들은 모두 단일물질로 분리, 정제되었다. 시호와 지유 분획으로부터 얻은 약효물질은 신물질로 밝혀졌고 특이한 독성도 발견되지 않아 항알러지 물질로의 개발 가능성을 확인하였다. 지유로부터 분리한 약효물질이 당을 포함하고 있고 뽕나무로부터 분리한 약효물질이 stilbene 유도체를 함유하고 있어 이 둘을 하나로 합친 화합물을 합성으로 얻었다.

나. 전통 발효식품의 기능개선 및 그에 관련된 연구과제

우선 영남대학교에서 수행된 ‘전통 장류에 존재하는 항돌연변이성 신색소에 관한 연구’는 색소의 대량생산과 정제 방법의 확립, 색소의 구조 분석, 색소의 기능성 확인과 색소생성에 관여하는 유전자 및 생산균주의 동정을 주요 목표로 하였다.

연구결과를 정리하면 우선 *Bacillus sp.* SSA3의 배양온도는 30℃, 배지의 초기 pH는 9, tyrosine농도는 0.1%에서 색소 생성이 최적임을 밝혔으며, 이 조건으로 대량생산을 시도한 결과 air flow는 배지 3ℓ에 5psi까지 초기 색소 생성이 증가하였고 14일 이후에는 air flow가 3psi 이상으로 동일한 생산량을 나타냄을 알 수 있었다.

얻은 색소는 원심분리, 강 이온 교환 수지, HPLC 및 methanol에 대한 용해성 등으로 정제할 수 있었으며, 원심 분리액에서 methanol에 용해하는 색소들(TMS)은 배지 ml당 234-354 μg 까지 얻고, methanol에 용해되지 않는 색소들(TMI)은 배지 ml당 129-431 μg 까지 얻었다. 정제로 얻은 최종 색소획분 3TMS-2, 2TMS-3, 3TMI-2 및 2TMI-3은 aflatoxin B₁에 대한 항돌연변이성이 우수하며, 특히 200 $\mu\text{l}/2\text{ml}$ 의 2TMS-3은 1 $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 aflatoxin B₁에 대해 99.82%의 항돌연변이능을 갖고 있었다. 또한 생산에 관여하는 유전자의 16S rRNA sequence를 비교하여 phylogenetic tree를 조사해 본 결과 신 종균임을

확인할 수 있었다.

이 연구를 통해 새로 규명한 신 색소는 우리 국민들이 오랫동안 장류를 통해 섭취해 오던 물질로서 그 기능성이 우수하고 인체유해성이 거의 없으므로 의약품, 기능성 건강식품 및 기능성 식품첨가물로 이용할 수 있을 것으로 여겨진다.

부산대학교에서 수행된 '전통 발효식품으로부터 혈전용해능을 가지는 새로운 기능성식품의 개발에 관한 연구'는 혈전에 의한 순환계 질환을 예방할 수 있도록 혈전용해능을 가지는 기능성 식품소재를 개발하고자 하는 목표 아래 수행되었다.

경제적인 대량생산 방법을 확립하기 위하여 flask와 bioreactor 발효를 통하여 여러가지 배지 및 환경 조건을 최적화 하고자 하였고, 발효탱크에서 대량회수한 혈전용해효소를 대규모의 정제과정을 거쳐 식품첨가제나 의약품으로 사용할 수 있도록 효율적인 대량 정제할 수 있는 방법을 조사하였다. 또한 정제된 효소를 식품으로 이용하기 위해 형태를 개발하고 동시에 개발된 식품에 대해 풍미를 개선코자 하였으며, 대량생산 및 정제를 용이하게 할 수 있도록 새로운 재조합 균주를 개발하고자 하였다.

우선 배지 및 환경요인을 최적화하였다. 플라스크 실험에서 현재까지의 최적 조건(Soybean flour 1.5%, D-glucose 0.5%, Na_2HPO_4 0.05%)의 조성을 갖는 배지(37°C, initial pH 9, 160 rpm)에서 28시간 배양하였을 때 약 1,400 unit/ml의 활성을 얻을 수 있었으며, bioreactor 실험에서 플라스크 배양에서 최적화한 배지성분의 2배의 농도에서 배양하여 aeration을 좋게 하고(800 rpm, 1.2 vvm), 온도를 25°C로 하였을 때 20시간 전후에서 약 1,500 unit/ml의 최대효소 활성을 얻을 수 있었다. 참고로 본 실험에서 사용된 균주는 발효된 대두로부터 분리한 *Bacillus subtilis* BK-17이었다.

혈전용해효소 정제조건의 검토 및 부분 정제에 관한 연구결과를 요약하면 EtOH 침전과 DEAE A-50 이온교환수지 두 단계만으로도 140배의 농축이 가능하였다. 수율이 83%로 매우 높았으므로 이 단계에서 상품화가 가능할 것으로 판단되며, gel filtration을 거칠 경우 약 900배의 농축이 가능하나 수율은 30%정도 감소하였다. 정제한 효소의 N-말단 아미노산염기서열을 결정한 결과 타혈전용해효소와도 다르고, 타단백질분해효소와도 다른 신물질로 판단되었다.

상기의 혈전용해효소를 적용한 식품개발을 위해 발효된 대두를 분말화하여

효소 안정성을 조사한 결과 약 80일 정도 경과 후에도 활성을 그대로 유지하였고, 발효된 대두가루를 정형화하여 tablet과 capsule을 만드는 데에 성공하였으며 이때 대두 특유의 냄새를 제거할 수 있었다. 이는 영양학적으로 볼 때에도 발효대두가 발효되지 않은 대두보다 20%의 단백질과 지방을 더 함유함으로써 기능성식품으로서의 가치가 충분하다고 판단되었다.

대량생산 및 정제의 용이를 위한 재조합 균주의 개발을 위해 20,000주의 transformants로부터 Luria-Bertani에 tooth pick를 사용하여 복제하였고, 그 위에 fibrin layer를 덮어 fibrin clot을 분해하는 positive clone을 1차 screening하였다. Positive clone으로부터 plasmid를 분리한 뒤 cloning에 사용한 *Hind*III 효소로 분해하여 ligation시킨 결과 3.4 Kb의 insert을 확인할 수 있었고, 분리한 recombinant plasmid가 host cell에서 안정된 활성을 가지는 혈전용해효소를 발현시킬 수 있는가를 확인하기 위하여 정제된 plasmid를 retransformation시킨 후 생성되는 transformant의 혈전용해능을 측정된 결과 활성을 나타냄을 확인하였다. 클로닝된 1.4 Kb DNA단편의 염기서열에서 open reading frame(ORF)은 218개의 아미노산으로 구성되어 있으며, DNA sequence로부터 계산된 분자량은 22 kDa였다. 앞으로 클론된 유전자가 과연 BK-17의 유전자인가 그리고 BK-17의 발현에 필요한 모든 정보를 포함하고 있는지 여부는 계속적인 연구를 필요로 할 것으로 사료되었다.

다. 농산물 유래의 신소재 개발

강원대학교에서 수행된 '배추뿌리로부터 유용효소의 생산'연구는 막대한 생산성을 갖는 배추 뿌리를 가공하여 고부가가치의 산물, 즉 고가의 효소인 퍼옥시다아제(Peroxidase ; POX)를 대량생산 할 수 있는 방법을 체계화하고 이를 scale-up하여 산지 가공 공장 형태의 소규모 가공 공장으로 발전시키는 것을 목표로 하고 있다.

이를 위해 현재 국내에서 막대하게 생산되나 적절한 용도가 없어 그냥 버려지는 배추 뿌리를 가공하여 고부가가치의 산물, 즉 고가의 효소인 POX를 대량생산 할 수 있는 방법을 체계화하고 이를 scale-up하여 산지 가공공장 형태의 소규모 가공 공장으로 발전시키기 위하여 효소의 생산을 위한 대량 처리의 기본적인 조건을 확립하였으며, 이를 근거로 소규모 산지 가공공장 설립을 위

한 분리 공정의 설계, 공장설립을 위한 비용을 추산하였다. 아울러 생산된 효소의 용도 개발을 위해 응용성등을 검토하였다.

효소의 대량 생산을 위해 AOT reverse micelle system을 적용하여 배추 뿌리로부터 POX를 정제하기 위한 최적의 방법을 확립하였으며, DEAE-Toyopearl column chromatography로 더욱 정제를 행하였다. 이러한 과정은 배추뿌리의 파쇄로부터 고도정제 효소의 생산까지 20시간 이내의 짧은 시간에 끝낼 수 있어 실제적인 생산과정에서의 적용에 유리할 것으로 판단되었다. 또한 POX의 산업적 이용성을 검토하기 위하여 조효소액을 이용하여 각종 효소적 활성을 검토하였으며, 효소적 염색을 통한 갈옷 대체품의 개발을 목적으로 POX를 염색에 이용해 본 결과 실용적 가능성을 보여주었다.

항균성 물질의 효소적 합성을 위한 효소원으로서 배추 뿌리 기원 POX를 사용할 경우 기질로서 phenol 또는 guaiacol 과 aminoantipyrine을 사용할 때 가장 활성이 높은 물질이 합성되었다. 또 배추 뿌리를 착즙기를 이용하여 효소를 추출하였을 경우 전체의 POX활성중 pulp에도 상당량 남아 있으므로 이를 이용할 방안으로 air lift reactor를 운전하여 유독성 화합물인 2,4-dichlorophenol(DCP)의 제거에 적용하였다.

그 외에 고도 정제 POX의 이용성을 검토하기 위해 cholesterol 정량에 사용해 본 결과 임상 분석용 시약으로서도 충분히 사용될 수 있음을 보여주었다. 이의 산업생산 시스템 확립을 위해 AOT reverse micelle을 이용한 POX의 대량 생산을 위한 최적화 과정을 중심으로 하여 산지 가공 공장 규모의 효소 생산 공장의 설립을 위한 분리공정을 설계하였고, 본 연구에서 제시된 효소의 생산 공정을 토대로 scale up을 통한 공장 설립시 소요되는 시설의 규모와 금액을 산출하여 공장 설립에 따른 기초 자료를 구축하였다. 또한 공장 설립시 소요되는 시설의 규모와 금액으로 부터 이 공정을 통하여 생산되는 효소의 경제성을 평가한 결과 ROI 가 27 %로서 은행 이자율의 2배 이므로 충분히 실용화 가치가 있다고 판단되나 효소 판매가, 원료비 등의 가격 변동에 따라 사업성의 변화 폭이 있을 것으로 예측되었다.

경북대학교에서 연구한 '농산 및 임산 폐자원의 xylan을 이용한 기능성 물질 생산'에 관한 연구는 xylanase를 강하게 분비하는 균주를 선발하고 이 효소의 유전자를 클로닝하여 효소를 증폭 생산하고, 이 효소로 xylan을 가수분해하여

기능성 올리고당을 생산하려 하였고, 농산 및 임산 폐자원으로부터 xylan을 단리하는 기술을 개발하고 화학분해에 의한 기능물질을 생산하는데 그 목표를 두었다. 또한 xylan 가수분해물에 의한 지질대사 개선효과 및 장 기능 개선효과 등의 신기능성을 검정하여 농산 및 임산 폐자원의 부가가치를 높이려 하였다.

연구결과를 요약하면 우선 농산 및 임산 폐자원으로부터 xylan의 최적 단리 기술 및 xylan의 정제방법을 확립하였고, 단리된 xylan으로부터 산가수분해를 통한 유론산 유도체의 생산조건을 확립하였다. 또 xylan 단리과정의 부산물을 이용하여 셀룰로스 및 셀룰로스 유도체를 제조하였다.

기능성 물질인 xylooligo당을 생산하기 위해 우수한 xylanase를 생산하는 내열성 방선균 1주를 선발하고 효소생산조건을 확립하였으며, 그 효소를 정제하여 효소학적 성질을 밝혔다. 또 선발균주의 효소로부터 xylooligo당의 생산능이 우수한 2종의 xylanase를 생산하는 유전자를 클로닝하여 효소를 증폭생산하는 기술을 확립하였으며, 재조합 대장균에 의한 효소의 대량생산 조건을 확립하였다.

방선균 xylanase 및 재조합 대장균이 생산하는 xylanase를 이용하여 효소분해에 의한 xylooligo당 생산기술을 확립하였고, 생산된 기능성 xylooligo당 및 유론산 유도체를 사용하여 지질대사 개선효과, 장 기능 개선효과, 항산화적 해독, 당뇨취의 혈당강화 및 운동 후 피로회복 등의 새로운 기능성을 밝혔다.

동국대학교에서 연구된 ‘식물자원의 폴리페놀류 분류와 기능성 신소재 기술 개발’에 관한 연구는 주요식물자원에 대한 탄닌 성분의 분리와 구조분석을 통하여 분류를 체계화하고, 구조변형을 통한 기능성이 증가된 탄닌유도체를 합성하여 식물추출물과 합성유도체에 대한 항산화작용, 피부보호작용, 약효검색을 거쳐 탄닌자원의 이용기술체계를 확립하고자 하였다.

연구결과 주요 탄닌자원인 감, 울피, 호프, 솔잎에 대한 탄닌성분의 추출 및 성분의 분리방법이 체계화되었고, 성분의 구조가 밝혀져, 울피는 ellagic acid, 감은 gallic acid, 솔잎은 ellagic acid와 catechin, 호프에서는 ellagic acid와 gallic acid가 주 탄닌성분으로 확인되었다. 이러한 주 탄닌성분인 catechin, ellagic acid와 gallic acid를 구조변경을 통한 새로운 유도체를 합성하여 gallic acid의 지용성 유도체로 methyl gallate, hexyl gallate, stearyl gallate을 얻었고,

비가수분해형 유도체로서 ascorbic 유도체와 축합된 2-O-(3,4,5-tribenzyloxygalloyl) 5,6-isopropylidene-L-ascorbic acid를 얻었다. 또한 catechin 유도체로서 catechin benzyl ether와 octabenzyl catechin dimer, ellagic acid 유도체로서 hexahydroxy dipenic acid benzyl ether를 얻었다. 이와 같이 지용성 탄닌유도체와 수용성 탄닌유도체의 확립과 보다 기능이 개선된 유도체가 합성되었다.

약효검색결과 솔잎과 울피추출물은 혈관보호작용이 있었고, 특히 탄닌의 항산화 작용에 의해 당뇨시 혈관보호 효과가 촉진되었다. 또 솔잎, 감, 울피 추출물에 대한 카드류 독성억제 효과가 뚜렷하였다.

울피, 호프, 솔잎 추출물의 농도가 증가할수록 피부보호효과가 증가하였고, 그 중 울피추출물의 효과가 좋은 것으로 나타났다. 또한 합성 탄닌유도체에 대한 피부보호효과를 검정한 결과 코직산보다는 미백효과가 다소 낮았으나, hexyl gallate는 멜라닌 색소 억제효과가 코직산보다 높아 새로운 피부보호제로의 개발이 기대되었다. 울피, 솔잎, 호프, 감추출물을 재료로 pac을 제조하여 피부보호 효과를 검색한 결과 울피추출물이 가장 효과가 높았다.

울피, 감, 호프, 솔잎 추출물중 울피와 감의 추출물은 식품과 식용유의 항산화제로서의 이용성이 크게 기대되었고, 지용성 탄닌유도체인 methyl gallate와 hexyl gallate 그리고 HHDP benzyl ether는 BHA보다 항산화성이 높아 새로운 합성항산화제로의 산업화가 기대되었다.

부산대학교에서 연구된 '어류로부터 생리활성 유전자의 발굴과 실용화 연구'는 우선 어류 산란유도 유전자의 실용화를 목표로 하였다. 화학적으로 합성되어 고가로 판매되고 있는 산란유도 단백질을 유전공학적인 방법으로 대량생산할 수 있는 기술 개발을 목표로 하였고, 혈관생성 억제물질의 활성이 매우 높은 것으로 알려진 상어의 연골로부터 혈관생성 관련 유전자의 동정과 그 단백질의 활성을 조사하였다.

연구결과 유전공학적인 방법을 사용하여 짧은 펩타이드인 산란유도 단백질을 효율적으로 생산하기 위해서 산란유도 단백질의 염기서열을 반복적으로 클로닝할 수 있는 독창적인 방법을 확립하였고, 발현벡터의 발현율을 증가시키기 위해 RNA 이차구조의 에너지 ΔG 값을 기본으로 올리고뉴클리오타이드를 디자인하여, 성공적으로 반복된 산란유도 단백질 다중체를 생산하였다. 또한 클로닝된 벡터로부터 산란유도 단백질을 대량생산하여 4반복 연쇄발현된 펩타이

드 다중체를 트립신으로 절단하여 활성기능을 갖는 산란유도 단백질의 단일체를 고효율적인 방법으로 회수하였다.

연골어류의 연골추출물에서 혈관생성억제활성을 *in vivo* CAM assay와 MTT assay에 의해 확인하였고, 두툽상어의 RNA로부터 혈관생성에 관련하는 유전자인 TIMP-3와 MT3-MMP의 전체염기서열 및 endostatin, angiostatin, TIMP-1 유전자의 일부염기서열을 동정하였다. 또한 full-length TIMP-3와 MT3-MMP의 염기서열을 토대로 원핵세포 발현벡터를 구축하여 이들의 단백질을 획득하였으며, 포유동물 발현벡터를 구축하여 세포수준에서 혈관생성에 관련된 여러 실험방법을 수행한 결과, 두툽상어의 TIMP-3의 경우 혈관생성억제효과를 확인하였으며 MT3-MMP의 경우 혈관생성 촉진효과가 있음을 규명하였다.

3. 개발된 주요기술 및 활용 가능성

가. 각종 치료활성을 가진 물질의 개발

한림대학교에서 연구된 '농수산 자원을 활용하여 순환기질환 및 치매의 예방을 위한 기능성 식품 개발'을 통해 얻은 연구결과는 첫째 우리나라에서 생산되는 농수산물 및 생약소재로부터 고혈압 억제가능소재로서 마늘, 돌미나리, 브로콜리, 표고버섯, 두충 등이 제시되었으며, 치매억제소재로서 당귀의 효능이 밝혀져 이들 소재를 활용한 다양한 기능성식품의 제조가능성과 소비확대를 위한 기초자료를 제시하였고, 둘째 상기소재 중 마늘은 열처리하거나 식초절임에 의하여 매운맛을 감소시킨 후 조미료용 분말이나 잼, 빵 등의 제조원료 또는 부식으로 섭취할 수 있는 제품개발 가능성과 셋째, 당귀의 물 추출물을 이용해 차 형태의 제품이나 노인들이 섭취하기 용이한 젤리, 양갱 등의 제품개발 가능성을 제시하였다. 이러한 연구결과는 농산물가공업체 또는 식품업체에 이전하여 실용화를 계획하고 있다.

강원대학교에서 연구한 '미생물을 이용한 동물구충제의 대량생산 및 산업화에 관한 연구'를 통해 얻은 연구결과는 첫째, *C. elegans*를 이용한 avermectin 검출 system은 균주 screening 수단으로 기여하게 될 것이며 *Streptomyces* 유전자 조작 기술은 차원높은 고생산 변이주의 유도를 위해 활용될 수 있을

것이다. 둘째, 균주 개량, 생물반응기 운전전략 및 배양조건의 최적화 등의 know-how는 avermectin 생산 산업화 공정에 쉽게 적용될 수 있으며, 발효공정 scale-up 시 대형화 기준으로 사용되는 부피물질 전달계수 측정에 대한 연구방법이 확립되어 발효조의 부피당 동력 및 발효조 크기를 산출하는데 유용하게 활용될 수 있다. 셋째, 분리정제 공정에서 도출한 여러 설계자료들은 실제 상업화 avermectin의 분리정제 공정에 필요한 원심분리장치, 여과장치, 추출장치등의 설계에 이용될 것이며, 개발된 연속식 향류 다단 추출장치와 연속식 결정화 장치는 효율성이 우수하여 avermectin의 scale-up 생산에 활용할 수 있을 뿐만 아니라 다른 항생제의 추출이나 결정화에도 이용될 수 있다.

생명공학 연구소에서 수행된 ‘농산자원으로부터 심혈관 질환 예방, 치료활성 신소재 개발’에 관한 연구를 수행하면서 국외논문 6편, 국내논문 1편을 발표하여 높은 학문적 성과를 이룩하였다. 이러한 학문적 성과외에도 미국특허 3건이 등록되었고, 국제특허 10건, 국내 특허 22건을 출원하는 등 실용화를 위한 가치 높은 기술들을 축적하였다. 본 연구과제의 연구결과들은 감귤피분말, 감귤 flavonoids를 함유하는 식품의약(nutraceutical) 또는 건강보조식품의 개발 및 산업화에 응용될 수 있을 것으로 판단되며, 국내 타 식품업체를 통한 신제품 응용 개발도 가능할 것으로 사료된다. 또한 감귤부산물 등 농산부산물을 이용한 고부가가치 제품 생산의 가능성을 제시하였다. 현재 미주지역의 외국업체에 대한 기술이전을 통한 사업화가 추진중이며, 제주도 감귤협동조합 등과 연계하여 무공해 감귤을 생산하고 현지 추출 공장 설립을 통한 원료 조달 및 가공을 자체적으로 수행코자 하고 있다. 이 외에도 고지혈증, 동맥경화증 환자들을 대상으로 한 지속적인 임상연구를 통하여 효능을 확인하면 조기 산업화도 가능할 것으로 사료된다.

한림대학교에서 수행된 ‘산야채의 하우스 재배를 이용한 고기능성 향암식품의 개발’의 연구결과 sucrose 32%, 구연산나트륨 0.3%, citric acid 7%, 사과산 0.13%, ascorbic acid 0.05%, 사과쥬스 20%, 식이섬유 2%, 식품향료 0.15%, mineral water 38.32%로 구성된 산야채 향암드링크 시제품을 개발하여, 향암드링크의 제조가공을 위한 구성성분 비율등의 기초자료를 확보하였다.

건국대학교에서 수행된 ‘농가재배 식물로부터 항알러지 물질의 개발’의 연구결과 지유의 water분획으로부터 얻은 약효물질은 이당류의 일종인 신물질로

밝혀져 특허를 출원하였다. 또한 합성결과 약효가 우수한 유도체를 합성하였고, 이 물질도 특허를 출원하였다.

나. 전통 발효식품의 기능개선 및 그에 관련된 연구과제

영남대학교에서 수행된 '전통장류에 존재하는 항돌연변이성 신색소에 관한 연구'의 연구결과 개발된 항돌연변이성 신 색소를 이용한 새로운 의약품 개발과 새로운 건강식품의 개발이 가능해졌으며, 나아가 전통 간장 및 된장의 건강식품화에 따른 세계 식품화도 가능할 것으로 사료된다. 또한 산업체와의 연계를 통해서 신 색소를 함유한 장류 및 건강 식품 제조를 위한 공장 생산화를 추진중이다.

부산대학교에서 수행된 '전통 발효식품으로부터 혈전용해능을 가지는 새로운 기능성식품의 개발에 관한 연구'의 결과 식품첨가제로 활용하여 발효 유제품, 청량제 음료 등 다양한 식품과 혼합하여 새로운 건강식품으로 기능성을 부여하거나, 기존의 드링크제에 첨가하여 차별화된 음료로 개발할 수 있어 국내 농산품의 안정적 수요 창출 가능할 것으로 판단된다. 또한 대두 발효 분말을 정형화하여 본 연구개발 제품 자체를 발효식품으로 판매할 수 있을 것으로 사료된 산업화 망이 밝은 것으로 보인다.

본 연구결과는 국외논문(Journal of Fermentation and Bioengineering, Vol. 84, No. 4, 307-312, 1997 일본)에 1편, 국내논문 1편 발표되었으며, 일본 수산학회등 국내외 학술발표대회에서 발표되었다. 또한 '바실러스 서브틸리스 속 균주 유래의 혈전용해효소'와 '바실러스 속 균주 유래의 혈전용해효소'의 이름으로 특허를 출원하였다. 이 외에도 '미생물서 혈전용해효소 정제'와 '성인병 혈전용해효소 개발'의 이름으로 각각 국제신문(제12756호, 94. 11. 1)과 부산일보(96. 6. 18)에 보도된 바 있다.

다. 농산물 유래의 신소재 개발

강원대학교에서 연구된 '배추뿌리로부터 유용효소의 생산'에 관한 연구결과는 1995년 캐나다에서 열린 세계환경독성학회에서 발표되었고, 국내 학회지에 1편 발표되었다. 또 한국 산업미생물학회에 발표되었으며, phenol성 폐수의 효

소적 처리에 관한 기사로 국내 주요 일간지 및 MBC, KBS, YTN등 TV 뉴스를 통해서도 소개되었다.

본 연구의 연구결과는 산지 가공 공장 형태의 소규모 효소생산 공장 설립이 추진중이며 반제품(粗酵素) 형태로의 수출도 추진중이다. 또한 최근 POX가 세제용 효소로서 새로운 판로를 개척중이므로, peroxidase의 새로운 용도개발에 관한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

경북대학교에서 수행된 '농산 및 임산 폐자원의 xylan을 이용한 기능성 물질 생산'에 관한 연구결과는 신갈나무로부터 xylan의 단리기술로 시약급의 xylan을 제조하기 위해 관련기술을 제조회사에 전수 및 이전할 계획이며, 기능성 물질인 xylooligo당을 생산하여 식,음료에 감미제로 사용하여 bifidobacterium 증식효과를 유도할 수 있도록 관련 제당업체 및 기능성 식품관련 기업에 기술을 전수할 계획이다. 본 연구의 연구결과는 학회지에 4건, 학술대회에 25건 발표되었다.

동국대학교에서 수행된 '식물자원 폴리페놀류 분류와 기능성 신소재 기술개발'에 관한 연구결과 울피, 감 호프, 솔잎 등의 식물자원에 대한 탄닌 성분의 추출분리 및 구조분석과 이들 자원에 대한 식용유의 항산화제 이용기술은 특허출원하였다. 또한 지용성 탄닌유도체에 대한 합성 방법과 합성 유도체에 대한 식용유의 항산화제로의 이용기술도 특허출원하였다. 이 외에 울피추출물과 합성유도체인 steary gallate에 대해 기능성피부보호팩제와 자외선으로 인한 일광화상을 예방하고 치료할 수 있는 피부연고제로의 기술개발을 위해 기업체와 협의할 계획이다.

부산대학교에서 연구된 '어류로부터 생리활성 유전자의 발굴과 실용화 연구'의 연구결과는 특히 연결 펩타이드의 성공적 사용으로 실험적 연구 및 산업화를 위해 호르몬, 효소, 면역화학적 단백질, 항생제 단백질 및 다른 짧은 활성기능 단백질들을 생산하는데 쉽게 응용될 것으로 판단되었다. 이러한 유전공학적 생산방법은 현재 화학적 합성시 사용하는 유도체를 전혀 사용하지 않으므로 매우 안전한 단백질을 대량으로 생산할 수 있어 앞으로 농수산 분야의 첨단기술개발을 위해 광범위하게 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 상어의 TIMP-3의 경우, 암 뿐만 아니라 당뇨병성 망막증, 류마티스성 관절염, 건선, 화농성 육아종, 신혈관 녹내장등 여러 질병에서 혈관생성억제제로써 이용될 수

있을 것으로 판단되었다. 그리고 MT3-MMP의 경우, 혈관생성이 부족한 질병 즉, 만성궤양, 지연성 상처치유, 선천성 기형, 그리고 허혈성 뇌졸중과 동맥경화성 치매 등 노인성 질환 등의 치료제로서 사용이 가능하리라 사료된다.

또한 본 연구의 연구결과는 ‘작은 바이오펩타이드 생산방법’과 ‘두릅상어의 막단백질 형태-기질 메탈프로테이나제를 코딩하는 cDNA’의 이름으로 특허를 출원하였다. 또 Molecules & Cells 등의 학술지에 논문을 3건 게재하였으며, 학술회에도 3건 발표되었다. 이외에도 어류산란 유도 단백질 생산 성공의 이름으로 부산 신문 등 7개의 신문에 보도된 바 있다.

III. 향후 연구방향 및 과제

1. 신기능 물질의 향후 연구방향

앞에서 살펴보았던 국내외적 환경변화를 감안할 때 거시적으로 보아 우리나라 생명공학기술을 진흥시키기 위해서는 생명공학 신물질사업 진흥을 위한 투자자의 획기적 증대, 국내 생명과학 연구개발역량의 확충, 생명공학 연구개발 하부구조의 정비 및 확충 등이 필수적이다. 현재 우리나라 생명공학산업의 가장 큰 당면문제는 기술경쟁력의 확보로서, 이를 위해서는 국제적 생명공학기술 개발 조류에 부응하여 생명공학 기초기술의 개발 확보, 창의적인 새로운 소재와 물질 개발, 공정기술 개발 및 생명공학 하부구조의 확충이 생명공학 산업의 대외경쟁력을 확보하기 위한 핵심 요체로 사료된다.

또한 생명공학산업의 기술경쟁력 확보를 위해서는 연구개발역량의 배양과 함께 이를 효율적으로 뒷받침할 수 있는 연구개발 하부구조의 확충도 매우 중요하다. 생명공학 기술정보의 수집 보급을 위한 생명공학 정보센터, 신개발 생명공학 물질의 시제품 생산이나 경제성 분석 등에 필수적으로 요구되는 생물 시험공장(Bio Pilot Plant), 제품의 안전성을 분석·평가해주는 생명공학 안전 성분분석센터, 각종 유전자원을 수집 보급해줄 수 있는 유전자원센터 등의 확충과 신규 설치가 바로 그것이다. 특히 이러한 하부구조의 구축은 민간에서는 할

수 없는 공공적 성격의 것이기 때문에 정부주도로 정부예산에 의한 전폭적인 지원으로만 가능한 것으로서 이에 대한 정부부처의 이해가 선결되어야 할 것이다. 또한 현재 지극히 취약한 우리나라의 기초 생명과학 분야의 연구능력을 그대로 두고서는 생명공학 신물질사업의 경쟁력을 논할 수 없으므로 이에 대한 투자가 우선적으로 이루어져야 할 필요가 있는 것이다. 이를 위해 대학의 관련 기초연구를 지원하는 프로그램의 확충과 함께 정부출연연구소의 기초 생명공학분야 연구에 대한 지원도 대폭적으로 늘어나야 할 것으로 본다.

가. 생명공학의 도입

농업 신기능 물질 개발과 관련한 분야에서 이후의 발전과정을 예측할 때 가장 크게 고려해야할 변수는 생명공학의 도입이다. 1976년 Genetech사가 설립되면서 산업화의 단계에 들어선 이래 20여 년 간 생명공학은 특유의 높은 부가가치로 인해 인의약 중심의 연구에 중점을 두어왔으나, 최근 연구기법의 효율화로 일반농업 쪽에 관심을 돌릴 수 있게 되었다.

최근 첨단 농업, 식품산업의 많은 분야가 생명공학의 연구테마로 편입되었고 2000년 생명공학 세계시장 규모 1,000억 달러로 평가되는 가운데, 농업관련 분야는 절반에 가까운 460억 달러에 달할 것으로 추정되고 있다. 이후로 농업분야의 신기술개발은 대부분 생명공학기법을 적용하여 이루어질 것으로 예상되며 이러한 추세를 감안할 때 기초과학으로서 생명과학과 산업으로서 농업과 식품산업을 효과적으로 연결하는 제도적인 지원장치도 필요하게 될 것이다.

나. 무공해, 환경 친화적 개발

굳이 농업신기술에 국한하지 않더라도 21세기의 기술개발은 인체무해하고, 공해물질을 배출하지 않으며, 자연을 파괴하지 않는 환경친화적인 개발을 전제조건으로 하고 있다. 앞선 기술력을 갖고 있는 선진국들은 그린라운드와 같이 환경친화적인 개발력의 보유를 또 다른 종류의 무역장벽 및 경쟁조건으로 간주하면서 이를 바탕으로한 상품화와 기술개발을 요구하고 있다. 이는 자국의 '과거'를 무시한 상당히 이중적인 기준임에는 분명하지만 그럼에도 현실적으로 포화상태에 있는 지구의 환경이 그러한 환경친화적 기술개발을 요구하고 있는 것은 사실이다.

그런 점에서 생물유래의 농업신기능물질의 개발은 다른 어떤 분야보다 환경친화적인 조건을 만족시킬 수 있는 연구분야이며 더 나아가 생산 및 소비과정에서 자연환경을 침해하는 성격이 강했던 기존의 산업영역과 그 제품들을 환경친화적인 신기능 물질들로 대체할 수 있기도 하다.

2. 향후 개발과제 및 방향

다른 대부분의 연구분야가 그렇듯이 아직 절대적인 경쟁력에서 선진국의 선도적인 생명과학 및 농학기업들에게 뒤쳐지고 있는 국내의 실정상 전면적인 경쟁보다는 비교우위에 있는 혹은 홈그라운드 의 잇점을 살릴 수 있는 연구테마를 선정하는 것이 효과적일 것이다.

여기서 홈그라운드의 잇점이라 함은 지역별 생물자원과 유전자원의 독특성을 의미한다. 기존의 공업분야들은 지역적인 특성과 무관하게 구축될 수 있는 것으로 후발주자들은 어떠한 기술적인 우위도 취하지 못한 채 불리한 여건에서 경쟁해야 했던 것과 달리, 생명공학, 농학은 지역적으로 갖고 있는 고유한 생물자원과 유전자원을 활용할 경우 상당한 경쟁력을 확보할 수 있다.

이러한 관점에서 이후의 연구테마들은 국내에 고유하게 존재하며 해외에 없는 생물자원들을 발굴하고 이들을 대상으로 새로운 기능성물질을 탐색하는 방향으로 나가는 것이 효과적인 방법일 것이다.

제 3 절 분자유종

I. 분자유종분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 분자유종에 관한 연구동향

가. 배경

1970년에 박테리아로부터 분리된 DNA 제한효소의 보고는 2차 세계대전 이후 활성화된 유전물질의 본체에 대한 연구 결과를 기반으로 하여 인류에게 막대한 영향을 주게될 유전공학분야의 탄생을 가져오게 되었다. 제한효소의 발견으로 분자생물학자들은 DNA를 원하는 위치에서 절단하고 이를 통하여 특정 유전자의 분리가 가능함을 확인하였다. 이후 유전자재조합기술은 급속히 발전하여 1975년에는 유전공학적으로 생산되어 임상에 사용된 첫 사례인 인체의 인슐린이 인체의 인슐린 유전자가 대장균에 도입되어 다량 생성됨으로써 생산에 성공하였다. 유전자재조합의 가능성이 1970년에 제시된 후, 단 5년만에 이루어진 쾌거라고 하겠다. 그 후의 유전공학의 발전은 인류의 상상의 속도에 버금간다는 표현이 지나치지 않을 정도로 이루어지고 있다. 몇 백 염기쌍으로 된 작은 DNA의 염기서열을 결정하는 데에도 많은 노력을 요했던 70년대의 유전공학은 10억 대의 염기쌍의 길이를 가진 인체를 위시한 고등생물의 유전체 전체의 염기서열을 결정할 수 있는 수준으로 급성장하게 되었다. 인류의 식량과 에너지원이며 지구 생태계의 주된 환경인 식물을 대상으로 한 유전공학은 미생물을 대상으로 한 유전공학과 의약학 분야의 유전공학의 급속한 발전에 영향을 받아 시작된 면이 있으나 1980년대에 들어 특징적인 발전을 이루게 되었다. 1983년에 유전공학적으로 제조된 담배가 보고되었고, 이후 기술의 발달과 더불어 많은 수의 형질변환작물(transgenic crop; Genetically Modified Plant, GMP)이 제조되었다. 동물체에 비해 조속히 그리고 많은 수의 형질변환작물들이 개발된 이유는 일반적으로 언급되고 있는 기존 육종기법의 한계성이 심각한 수준에 다 달았다는 점에도 기인하겠으나 이보다는 새로 개발된 유전공학

기법의 무한한 가능성을 예견한 우수한 과학자와 사업가에 의해 형질변환작물들이 활발히 개발된 이유가 더 크다고 하겠다.

나. 현황

형질변환작물의 개발이 근간을 이루는 분자유종분야의 선진국에서의 연구 현황은 아래와 같이 요약될 수 있다.

1) 1세대 형질변환작물 개발은 산업화 기술로 정착하였다: 1983년에 최초로 형질변환작물의 개발이 보고된 이래 많은 수의 형질변환작물들이 개발되었다. 이들은 공통적으로 *Agrobacterium tumefaciens*라는 비교적 약한 병징을 나타내는 식물병원균을 이용하고 있다(비록 일부의 형질전환작물은 particle bombardment 등의 다른 기법을 활용해 개발되었으나 이들 기법의 문제점들이 확인되면서 *Agrobacterium*을 활용하는 개발로 대개의 사업들이 방향을 맞추고 있다). 또한 현재까지의 형질변환작물들은 공통적으로 목표하는 transgene의 숫자가 하나이다. 따라서 transgene의 발현을 조절하는 promoter의 숫자도 하나이다. 즉, 현재까지의 형질변환작물들은 단일 transgene construct의 도입에 의해 개발된 것으로서 유전공학기법에 근거한 육종의 1세대라 할 수 있다. 전술한 바와 같이 현재까지의 분자유종의 노력은 비교적 단순한 이론에 근거한 형질변환작물의 개발에 근거하나, 이미 상당수의 노력이 상업화에 도달하였다. 내제초제성 옥수수, 콩, 벼 등은 상업화된 내제초제성 작물의 대표적인 예이며, 국내에도 이미 다량의 내제초제성 옥수수가 수입되었음이 확인되었다. 내충성, 항바이러스성, 내균성 등이 유전공학적으로 도입된 형질변환작물, 성숙과정이 지연되는 식량작물과 원예작물, 탄수화물의 조성 및 함량이 바뀐 식량작물, 단백질성 의약품을 생산하는 형질변환식물 등 단일 transgene을 활용하여 이를 수 있는 분자유종기법은 폭 넓게 실현성이 확인되었고 상업화되고 있다. 분자유종기법이 적용될 수 있는 대상식물도 한계가 없는 것으로 판단되고 있다. 옥수수, 콩, 벼, 보리 등 주요 작물 뿐 아니라 감자, 배추, 브로콜리, 무, 유채, 토마토, 오이, 상추, 인삼 등 많은 종류의 채소작물과 특용작물이 분자유종되고 있으며, 사과, 바나나, 코코넛 등의 과수를 위시한 임목류에도 분자유종기법이 적용되고 있다. 즉, 현재 선진국의 분자유종 수준은 거의 모든 작물과 수

목류에 대한 분자유종기법의 적용이 가능하며, 단일 transgene을 재료로 한 분자유종기법은 상업화의 안정단계에 들어서고 있다.

2) Genome 일차구조의 완전한 분석 사업이 본 궤도에 진입하고 있다: 분자유종의 발전을 지대하게 가속화할 사업이 작물의 전체 유전체의 염기서열 분석 사업이다. 국제적인 인체 유전체 연구에 의해 선도되는 생물체 유전체 전체의 염기서열분석 사업은 식물을 대상으로 하여서도 이루어져 식물분자유전학의 모델시스템인 애기장대의 유전체 전체 염기서열의 분석이 98% 이상 완료되었고 금년 중으로 100% 완료될 것이다. 아울러 벼를 위시한 식량작물을 대상으로 한 유전체 전체 염기서열분석사업도 진행되고 있다. 작물을 대상으로 한 유전체 염기서열 분석사업에서는 주로 발견되는 유전자의 염기서열분석사업인 cDNA 분석사업이 활발하게 진행되고 있다. 옥수수, 토마토, 콩, 벼 등의 cDNA 분석사업은 2-3 년 내로 완료될 것으로 예상된다.

3) 새로운 차원의 분자유종 사업이 기획단계에 있다: 상술한 바와 같이 단일 transgene을 대상으로 한 분자유종은 안정적인 상업화 단계에 들어섰다. 그러나 현재의 분자유종사업은 단일 transgene을 활용하는 제한성과 형질변환작물의 제조과정인 단일 세포에서 시작하여야 하는 제한성-수목류의 경우 단일 세포의 분자유종을 성체의 분자유종으로 연결시키기 위해서는 몇 년의 기간이 요구된다-을 가진다. 차세대 분자유종에는 여러 개의 transgene을 활용하여 보다 다양한 분자유종이 이루어질 수 있어야 하며, 성체의 형질변환을 가능하게 하는 분자유종기법의 개발이 긴히 요구된다. 이를 이루기 위해서 상술한 바와 같이 선진국에서는 식물체 유전체 전체 염기서열을 결정하는 사업을 대대적으로 전개하기 시작하였으며 급속히 발달한 염기서열 결정 기술에 힘입어 조속한 시일 내에 다수 식물의 유전체 전체 염기서열의 결정이 이루어질 것이다. 또한 선진국에서는 결정된 유전체 전체 염기서열을 체계적으로 분자유종에 활용하기 위하여 유전체 전체 염기서열로부터 기능성 유전자를 확인하는 사업을 기획하고 있다. 애기장대의 경우 2010년에 완성목표로 약 10억\$을 투자하여 애기장대의 기능성 유전자의 기능을 확인 완성하는 작업을 기획하고 있다. 그리고 전술한 cDNA 사업은 곧바로 유전자의 기능 확인 사업으로 연결되고

있다. 또한 성체의 형질변환기법의 개발을 위해 식물체의 형질변환과정의 개발을 목적으로 한 독립적인 연구소를 설립하였으며, 식물바이러스를 활용한 식물 성체의 형질변환기법의 개발이 기대되고 있다.

다. 전망

선진국에서의 분자유종은 장래는 확실시된다. 비록 현재 유전공학에 대한 많은 우려 때문에 분자유종의 상업화가 일부 지연되고 있는 것은 사실이며, 이러한 과정은 반드시 필요한 검정과정이라는 것이 일반적인 판단이다. 그러나 분자유종이 작물의 개량에 일반화될 것임은 확실하다. 그 이유는 물론 현재의 인구증가율을 고려할 때 현재의 육종기술로는 도저히 식량 수요를 충족시킬 수 없다는 심각하게 예상되는 식량부족 현상이 중요한 부분을 차지하겠으나, 이에 못지 않게 현재의 분자유종에 대한 우려가 거의 다 기우임이 확인될 것이기 때문이다. 즉, 분자유종기술이 가져올 수 있는 문제점은 현재 인류가 활용하고 있는 많은 수의 과학기술이 가져올 수 있는 가능한 문제점 보다 더 우려할 바는 아님이 일반인들에게 인지될 것이기 때문이다. 일반적으로 우리 인류가 상용하는 기술에 비해 위험하지 않다면 편리하고 생산성이 높고 또한 종종 오히려 환경친화적인 기술을 사용하지 않을 가능성은 없다 하겠다.

선진국에서는 1세대 분자유종기술이 상업화에 진입함에 따라 차세대 분자유종기술의 개발을 시작하였다. 전술한 바와 같이 전체 유전체의 염기서열을 결정하고 유전체에 기록되어 있는 모든 단백질의 구조와 기능을 분석(proteomics)하여 자료화함으로써 기존의 유전학적, 생리학적, 생화학적 분석법에 의해 확인될 수 없었던 생리와 발달과정을 규명하게 될 것이다. 따라서 대대적으로 앞으로 20년 사이에 작물이 가지는 모든 생화학적, 생리학적, 발생학적, 유전학적 현상이 분자수준에서 규명되어질 것으로 예상된다. 아울러 작물의 유전자 도입에 의한 형질변환기법의 개발도 커다란 성과가 있을 것으로 예상된다. 이들은 현재까지 이루어진 단일 transgene을 활용한 분자유종이 아니라 다수 transgene의 도입과 도입된 transgene의 다양한 발현조절이 가능한 분자유종을 가져오게 할 것이다. 이러한 연구의 결과들은 2020년대에는 작물의 육종이 분자유종에 크게 의존하게 됨을 의미한다. 이러한 단계에 진입하면 작물의 육종에서 기본 재료인 순계의 의미도 크게 퇴색할 것으로 예측된다. 즉, 앞으로

의 작물육종은 엄청난 유전자 염기서열 정보, proteomics 정보, 이들을 상업화로 이끄는 형질변환기법을 위시한 다양한 유전공학기법을 어느 나라가 가장 잘 활용할 수 있느냐로 성패가 결정될 것으로 예측된다.

2. 국내의 분자육종에 관한 연구동향

가. 배경

국내에서는 선진국에서 유전공학기법에 의한 작물의 육종이 가능함이 제시된 1980년 대 초반부터 분자육종에 대한 연구가 시작되었다. 당연히 선진국에서와 같이 자생적이고 기반부터 다져온 연구가 아니라 선진국에서 가능성이 제시되는 분자육종을 답습하여 온 것이 90년대 초반까지 약 10년 간 국내에서 이루어진 분자육종의 연구동향이라 하겠다. 인체의 단백질을 담배에 발현시키는 등 극히 소수의 독창적이라 일컬을 수 있는 연구결과가 보고되기는 하였으나 이러한 연구도 선진국의 연구결과에 기초하여 이루어진 연구결과라는 근본적 성격에서는 동일하다 하겠다. 거의 모든 국내의 과학분야가 선진국의 창의적인 연구결과를 답습하는 것으로부터 시작되었다고 평가된다면 국내의 분자육종도 이러한 점에서는 차이를 나타내지 않는다. 거의 모든 분자육종의 기반이 되는 작물에 대한 분자생물학적인 연구가 선진국에서 학위과정과 연구과정을 거친 연구자들에 의해 이루어진 바 선진국의 연구결과로부터 차별화되고 독창적이기 위해서는 독립적인 연구의 수행이 필수적이며 이의 기틀을 다진 시기가 80년대 초반부터 90년대 중반까지의 기간이라 하겠다.

나. 현황

작물의 분자육종에 대한 국내 연구수준의 향상은 농림부와 과학기술부의 분자육종에 대한 연구지원의 시작과 같이 한다고 판단된다. 전술한 바와 같이 작물의 분자육종의 성패는 - 일단 기획한 바에 따라 GMP가 제작되면 이를 재료로 한 작물의 육종기술은 한국이 국제적인 수준이라는 판단을 전제로 한 제언이기는 하나 - 분자육종의 기본자료인 유용유전자의 독창적인 확보와 유용유전자의 기능을 확인하는 능력의 확보와 그리고 유용유전자를 작물에 도입하

고 기획한 바에 따라 발현시켜 GMP를 제작할 수 있는 능력의 확보에 전적으로 결정되어 진다. 유용유전자의 독창적인 확보와 유용유전자의 기능을 확인하는 능력의 확보는 기초과학인 분자생물학, 생리학, 발생학의 연구에 의할 수밖에 없다. 그리고 유용 유전자를 작물에 도입하여 목표하는 GMP를 제작하는 기법의 개발도 분자생물학과 조직배양분야의 연구가 없이는 이루어질 수 없다. 국내의 연구지원이 90년 대 중반까지도 몹시 열악한 수준에 있었음은 재론의 여지가 없다. 다행히 90년 대 중반부터 투입되는 정부의 연구지원은 21세기를 맞이하는 시점에 이미 결실을 보이고 있다고 평가된다. 아직 독창적인 GMP가 국내에서 개발되어 보고되지는 않았으나 과학계에서는 2-3 년 내에 선진국형의 독창적인 GMP의 개발을 가져올 연구개발이 소수이기는 하나 국내 연구진의 실험실에서 완성단계에 있음은 알려진 사실이다. 일단 독창적이고 상업화가 가능한 GMP의 개발이 국내에서 이루어져 작물의 분자유종의 우수성이 입증만 되면 오히려 그 후의 과정은 훨씬 촉진될 수 있을 것이다.

3. 선진국 대비 국내연구(기술)수준 비교(격차)

전술한 바와 같이 분자유종의 성패는 ①유용유전자의 분리 능력과 ②단백질의 기능 분석 능력과 ③유용유전자 자료를 목표에 적절하게 사용할 수 있는 기획 능력과 ④기획에 따라 유용유전자를 작물에 도입하여 원하는 형질을 가지는 작물을 제조할 수 있는 능력에 의한다. 그리고 이러한 분자유종은 선진국에서 이론 연구의 답습과 용이한 변형이 아니라 독창성이 인정될 수 있는 기초과학에 근거한 새로운 기법에 의한 것이던가 또는 기초과학적인 밑받침은 약하나 선진국에서 이루어내지 못한 기법에 근거하여야 한다. 이러한 전제하에 국내연구(기술)수준을 선진국연구(기술)수준과 다음과 같이 비교한다. 단, 국내의 연구진은 양적인 면에서 선진국에 비해 많이 열악하나 일단 소수의 연구진의 수준이 국제적인 수준에 도달하면 우수한 국내 연구진의 양적인 확보는 정부와 산업체의 연구지원만 보장된다면 비교적 용이하게 이루어질 수 있다는 예상에 근거하기도 한다.

<표 3-7> 분자육종분야의 선진국대비 기술수준

분 야	선진국 수준과의 비교치	비 고
유용유전자의 분리 능력	70	
단백질의 기능 분석 능력	70	
유용유전자 자료의 사용 기획능력	50	
작물의 형질전환 능력	50	

* 선진국의 수준을 100으로 하였음.

II. 분자육종분야의 연구성과 및 파급효과

1. 분자육종의 분야별 성과 분석

국내의 작물 분자육종에 대한 농림부의 연구투자는 1995년 처음 시작되어 95년에 1개과제에 년1억원 씩 3년간 지원되기 시작하였으며, 1996년에는 연구 지원이 두 배 이상 늘어 2개 과제에 년 약 1억5천만원 씩 3년간 추가로 지원되기 시작하였다. 1995년은 이미 미국에서는 분자육종의 결과로 개발된 성숙이 지연된 토마토가 식료품점에서 판매되기 시작한 지 2년이 경과한 시점이며 현재 국내에도 수입되고 있는 제초제 내성 옥수수가 야외시험을 마무리짓고 일반 농가에서 경작되기 시작한 해이다. 뿐만 아니라 내충성 작물, 항바이러스성 작물 등의 상업화가 시작되었고 다른 많은 수의 새로운 형태의 형질변환작물들이 분자육종되고 있는 해이기도 하였다. 물론 선진국에서 이러한 단계에 도달하기 위해서 투자한 연구비의 규모는 수천억원 대에 이른다. 1995년과 1996년에 시작되어 각각 1998년과 1999년에 마무리 지어진 국내의 분자육종과제의 성과를 분석하면 다음과 같다.

- 가. 국내에 자생하는 식용식물로부터 약용물질을 추출하여 분석을 수행함으로써 국내 자생식물의 유용 자원을 확인하고 활용할 수 있는 기반을 제공하고 있다.
- 나. 자가불화합성 인자의 조기 판별 및 분리법의 상업화를 위한 기반 연구가 수행되어 무로부터 자가불화합성 인자의 조기 판별에 유용하게 쓰일 수

있는 분자 marker를 제시하고 있다.

다. 작물을 이용한 의약품성 물질을 생산하기 위한 기법의 확립을 위하여 콜레라 toxin 등에 대한 백신을 일부의 작물에 도입하여 발현하였음을 보고하고 있다.

이들 성과에 대한 평가를 하자면 우선 선정과정이 매우 치밀하게 이루어졌다고 평가된다. 전술한 바와 같이 국내의 작물 분자유종에 대한 투자는 선진국 수준과는 도저히 비교될 수 없는 정도의 미미한 투자가 1995년과 1996년에 이루어졌다. 이러한 정부의 극히 제한된 지원금을 상기 3개 과제의 지원을 위해 투자한 것은 선정과정에 관여하였던 담당자의 많은 노력의 결과라고 평가된다. 3개 과제 공히 분자유종의 매우 중요한 3개 분야를 대표하고 있으며 연구책임 집단도 국내에서는 3개 분야를 대표할 수 있는 우수한 연구집단이다. 단, 자가 불화합성의 연구를 수행한 연구집단의 경우에는 본 과제를 정부의 추가적인 지원이 없이도 지속하고 있는 것으로 확인되었으나 다른 두 연구집단의 경우는 정부의 지속적인 지원이 없이는 연구를 수행할 능력이 없는 집단이거나 자체적인 판단에 의해 후속 연구를 활발히 수행하고 있지 않는 것으로 확인될 수 있겠다. 이러한 결과는 매우 안타까운 일이라 하겠다. 전술한 바와 같이 작물의 분자유종에 선진국이 투자한 기간과 자본은 큰 의미를 가진다 하겠다. 선진국이 미래를 준비하는 통찰력과 계획을 실현시킬 수 있는 신념과 추진력은 우리가 분자유종을 성공적으로 국내에 정착시키기 위해서는 필히 심사숙고하여야 할 분자유종의 발전사이다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

전술한 바와 같이 상기의 3개 과제는 국내 분자유종 분야의 훌륭한 시발점을 자리 매김 하였다고 평가된다. 이러한 시작점에서의 노력이 결실을 맺기 위해서는 영농에서 보여주는 꾸준한 노력과 투자가 필요하다. 현재로서는 상기의 3개 과제가 국내 농업에 끼친 파급효과는 없었으나, 5년 내로 국내 농업에 지대한 파급효과를 나타낼 수 있는 연구성과가 지속적인 노력과 투자만 이루어진다면 가능할 것으로 확신된다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

2010년에 분자육종이 가져올 세계시장규모는 연간 최소 2000억\$ 이상일 것으로 예측된다. 그리고 계속 급성장할 것으로 예측된다. 상기 3개과제는 독창적인 분자육종-세계시장을 점유하기 위해서는 필수적인 독창성을 다시 강조하고자 한다-의 시작단계에 있다. 국가의 식량 안보라는 차원에 덧붙여 막대한 세계시장이 형성되고 있는 분자육종분야의 연구개발을 우리가 얼마나 현명하게 계획하고 추진할 것이냐 하는 것은 2010년대에 선진국에 진입하고자 하는 우리의 중요한 목표이며 의무라 하겠다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 분자육종분야의 기술 개발 방향

가. 배경

선진국에서는 1세대 분자육종을 성공적으로 상업화로 연결시켰으며 차세대 분자육종을 위한 기술개발에 착수하였다. 선진국에서의 차세대 분자육종을 위한 연구개발 투자는 다음의 5개 분야에 집중될 것으로 예측된다: ①작물의 전체 유전체의 염기서열 결정, ②기능성 유전자의 확인 및 기능 분석(functional genomics), ③염기서열 정보와 아미노산서열 정보의 분석, ④작물에 복합 유전자도입 및 발현기술의 개발, ⑤유전자도입에 의한 작물의 형질변환기술의 개선.

상기 5개 사업의 진행과정은 다음과 같이 예측된다.

1) 작물의 전체 유전체의 염기서열 결정

본 사업은 지난 8-9년 사이에 이루어진 genome 사업에 의해 엄청난 기술적 발전을 이룬 분야이다. 수 년 내로 한 종류의 작물의 전체 유전체 염기서열 결정에 소요되는 시간은 1년 내로 단축될 것으로 예측되며 다국간 공동연구에 의해서만 가능했던 genome 사업은 더 이상 많은 연구인력을 요구하지 않을

것이다. 따라서 선진국에서의 작물 유전체 염기서열 결정 속도는 가속화될 것이며 2010년대에 들어서는 엄청난 양의 작물의 염기서열 정보를 선진국에서 소유하게 될 것이다.

2) 기능성 유전자의 확인 및 기능 분석

본 사업은 선진국에서 지난 2-3 년 동안에 공론화 되어 막 시작하였거나 사업의 기획단계에 있다. 여러 가지 돌연변이 유발기법에 의해 돌연변이체를 제조하고 이를 이용하여 특정 유전자의 기능을 확인하고자 하는 사업, 특정 상황에서 생성되는 모든 단백질을 분리하여 분석하고자 하는 proteomics 사업 등이 선두 주자로 나서고 있다. 엄청난 양의 유전체의 염기서열 정보를 확보하게 된 선진국에서는 당연히 착수하여야 할 사업이며 지난 8-9 년 간 genome 사업에 투자한 이상의 연구개발비와 기간이 소요될 것으로 예측된다. 그 이유는 genome의 1차구조(염기서열)를 규명하는 것은 비교적 단순한 화학적 차원에서의 접근에 의해 가능하였다면 functional genomics의 연구는 화학적 차원보다는 훨씬 복잡한 생명체와의 직접적인 만남에 의해서만 가능하기 때문이다. 따라서 functional genomics는 생물학과 정보학의 복합적 분야의 성공적 탄생에 의해서만 가능할 것으로 예측되기도 한다. Functional genomics를 하는 당위성은 명백하다. 인류가 작물의 모든 유전자의 기능을 확인하면 인류는 작물의 육종에 필요한 완벽한 열쇠를 가질 수 있기 때문이다.

3) 염기서열 정보와 아미노산서열 정보 분석

전술한 바와 같이 21세기의 시작은 엄청난 유전체 염기서열 정보와 이로부터 연역되거나 또는 proteomics 사업에 의해 확보되는 아미노산서열 정보의 축적의 시작으로 특징지어질 수 있다. 이들 정보의 활용 능력은 21세기의 분자유종을 주도할 수 있는 능력이다. 이를 위해서는 분자생물학, 생리학, 발생학, 유전학을 위시한 다양한 생물학의 지식과 information technology의 정보 처리 능력의 접합이 요구된다. 선진국에서는 이러한 매우 새로운 분야의 창출을 위해서 대학에서부터 새로운 인력양성 프로그램을 시작하고 있다.

4) 작물에 복합 유전자도입 및 발현기술의 개발

1세대 분자육종이 단일 transgene의 활용에 한정되었다면 이제부터는 엄청난 양의 지식과 정보를 활용한 다수(多數) transgene의 도입 및 정교한 발현조절에 의한 분자육종의 시대로 진입하고 있다. 전술한 유전체의 염기서열 결정, 기능성 유전자의 확인 및 분석, 염기서열 정보와 아미노산서열 정보 분석 등의 사업의 목적은 궁극적으로 작물에 복합 유전자도입과 발현을 이루어 차세대 분자육종을 수행하고자 하는데 있으며 따라서 본 사업은 앞으로 20년간 작물을 대상으로 한 주요 연구분야가 될 것이다. 또한 본 사업은 기능성 유전자의 확인 및 분석 사업의 기반을 제공하는 사업이기도 하다.

5) 유전자도입에 의한 작물의 형질변환기술의 개선

선진국에서의 작물 형질변환기술은 많은 발전을 거듭하여 목표하는 대부분의 작물과 수목류의 유전자도입에 의한 형질변환이 가능해지고 있다. 그러나 아직 작물과 수목류의 형질변환과정은 종종 매우 효율이 낮으며 경우에 따라서는 장기간을 요하고 있다. 특히 수목류의 경우 형질변환기법의 적용에 워낙 장시간이 요구되어 그 실용성이 극히 제한적이다. 식물 바이러스 등을 이용한 형질변환기술의 개선에 많은 기대가 모아지고 있다.

나. 기술 개발 방향에 대한 제언

국내에서도 선진국의 기술 개발 방향에 맞추어 벼 genome 사업이 수행되었으나 이미 일본과 미국에서 벼 genome 사업이 마무리 단계에 들어가고 있어 결국 벼의 유전체에 대한 염기서열 정보는 일본과 미국에 의존할 수 밖에 없을 것으로 예상된다. 이러한 결과는 일본과 미국에 견주어 극히 제한적인 연구투자가 이루어졌던 국내 실정을 고려 시 예측되었던 당연한 결과이다. Genome 사업에 의해 확보된 결과는 공개되어 무상으로 사용할 수 있게 하는 것이 세계적인 일반적인 추세일 것으로 예측되는 바, 선진국에서 이룩한 작물의 전체 염기서열 분석 결과의 활용은 국내 작물의 분자육종에도 많은 도움이 될 것이다. 그러나 functional genomics의 경우는 그 결과가 대부분의 경우 특허화될 것으로 예측된다. 따라서 유용유전자를 국내에서 독창적으로 확보하지 않은 경우에는 royalty의 지불 부담이 따를 것으로 예측된다. 이러한 예측을 전제로

하여 선진국에서 차세대 분자유종을 위하여 집중적으로 투자하고 있는 상기 5개 분야에 대한 국내의 투자 방안에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

1) 작물의 전체 유전체의 염기서열 결정

전술한 바와 같이 국내에서도 벼를 대상으로 전체 염기서열 결정 사업을 일부 수행하였다. 선진국에서 genome 사업에 소요된 엄청난 예산을 고려 시, 국내에서 genome 사업이 극히 제한적으로 이루어져 왔을 수 밖에 없었던 것은 당연하다고 여겨질 수 있다. 그러나 genome 사업은 분자유종의 기본인 ‘작물에 복합 유전자도입 및 발현기술의 개발’ 사업과 관련 사업의 기반 확충을 위해서는 필수적인 사업이라 판단된다. 지난 8-9 년간의 genome 사업에 의해 엄청난 기술의 발전을 거듭해온 유전체 염기서열결정 분야는 최근에 와서는 비교적 소규모의 예산으로 특정 식물의 전체 유전체 염기서열 결정을 가능하게 하고 있다. 국내에서도 이러한 이점을 활용하여 1종 또는 소수 종의 식물에 대한 전체 유전체 염기서열결정 사업을 체계적으로 그리고 독자적으로 시작함은 작물의 차세대 분자유종의 선진화를 위해 필수적이라고 판단된다.

2) 기능성 유전자의 확인 및 기능 분석

본 사업은 선진국에서 현재 시작단계에 있으며 엄청난 예산과 인력의 투자가 요구되는 사업이다. 국내의 연구투자능력으로는 상당한 제한성을 가질 수 밖에 없는 사업이다. 현 단계에서 이 분야의 사업에 투자하는 것은 먼밀한 추가적인 검토가 요구된다 하겠다.

3) 염기서열 정보와 아미노산서열 정보 분석

본 사업은 국내의 발달한 information technology와 접목되어 비교적 적은 규모의 투자로 효율적으로 수행될 수 있는 사업이라고 판단된다. 가장 큰 문제는 국내에 아직 이 분야를 이끌고 갈 전문인력의 양성이 시작되지 못하였다는 점이다. 정부 부처간의 협력으로 앞으로 20-30 년간 수요가 크게 예상되는 생물 유전체 염기서열 정보와 아미노산서열 정보의 처리 분석 능력을 가진 인력의 양성과 이를 활용할 사업의 적극적인 지원은 필수라고 판단된다.

4) 작물에 복합 유전자도입 및 발현기술의 개발

본 사업은 현재 국내에서도 비교적 활발하게 수행되고 있는 사업의 연장선이며 전술한 바와 같이 functional genomics와 직접적인 상호 관계를 가지고 있다. 또한 목표하는 작물의 분자유종과 직결되어 있다. 연구개발이 보다 세분화되는 관계로 지속적인 연구투자의 확충이 요구된다.

5) 유전자도입에 의한 작물의 형질변환기술의 개선

본 사업은 국가 차원에서 지원할 수 있는 매우 중요한 분야이다. 작물의 형질변환기술의 개발은 많은 기간이 요구되는 사업으로 각각의 연구진이 독자적으로 개발하기에는 많은 비효율성이 따르는 분야이다. 국가에서 운영하는 가칭 '작물의 형질변환 특화 센터'를 창립하여 국내 연구진이 필요로 하는 작물의 형질변환과정의 서비스를 제공할 시 국내 분자유종의 발전에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

2. 향후 연구개발 과제

전항에 서술한 바에 따라 다음과 같은 4개 분야의 연구개발사업을 추천하고자 한다.

- 가. 작물의 전체 유전체의 염기서열 결정: 소수 종의 작물(예, 고추) 또는 국내 자생식물의 전체 유전체 염기서열 결정 사업
- 나. 염기서열 정보와 아미노산서열 정보 분석: 세계적으로 양산되고 있는 유전자 염기서열 정보와 아미노산서열 정보를 분석하여 생물체 내에서의 기능 예측을 위한 프로그램 개발 사업과 국내 연구진들의 수요 조사에 따른 각종 분석 프로그램 개발 사업
- 다. 작물에 복합 유전자도입 및 발현기술의 개발: 현재 수행되고 있는 분자유종 연구개발 사업의 확대 발전
- 라. 유전자도입에 의한 작물의 형질변환기술의 개선: 국가에서 운영하는 작물의 형질변환 서비스 센터의 창립

여 백

제 4 장 식품가공

제1절 가공 제품화

신동화(전북대학교)

제2절 기능성식품

이형주(서울대학교)

제3절 발효 식품

조재선(경희대학교)

여 백

제 1 절 가 공 제 품 화

I. 가 공 제 품 화 분 야 의 국 내 외 연 구 동 향

1. 선진국의 연구동향

지금부터 10년 전의 가공식품과 현재의 가공식품차이를 보면 큰 차이가 없다고 말할 수 있으나 조금 더 깊이 관찰하면 사용하는 원료, 내용물 그리고 포장방법과 재질 등 실로 다양한 변화를 거쳐왔다.

미국을 비롯한 선진국에서 생산되는 상업적 제품과 그 가공특성을 검토해보면 다음과 같이 몇가지 분야로 구분하여 설명할 수 있다.

가. 천연지향적 가공제품과 그 기술개발

식생활이 고급화되고 다양한 맛의 추구경향에 따라 천연지향적 가공제품의 수요가 늘고 있으며 가공업체나 관련 연구기관에서도 가공제품이 천연에 접근하도록 하는 노력이 많이 이루어지고 있다. 이런 노력의 일환으로 최소가공기법을 다양하게 개발하고 있는데 이를 위하여 비가열처리 방법으로 고압살균, electric pulse, ohmic heating 등 새로운 기법을 도입하고 있으며 일부는 상업적 살균에 이용되고 있다. 유럽에서는 sous vide 기법으로 진공 저온처리하여 냉장식품의 유통기한을 늘이면서 신선한 상태를 유지하려는 노력이 많이 이루어지고 있다.

나. 보존성 향상분야

미생물을 살균하거나 증식을 억제하는 수단으로 저온유통과 함께 신선한 식품, 즉 야채류의 저장유통기간을 늘이면서 식중독 미생물이나 위해성 미생물을 사멸 혹은 증식 억제하는 수단으로 ozone, hexanal 그리고 다른 휘발성 살균제 등을 이용하고 있다. 또한 각종 천연 향균물질을 이용하여 미생물증식을 억제하려는 시도가 폭넓게 연구되고 있으며 일부 연구기관에서는 pasteurization

후 냉장 유통하므로써 저장기간도 크게 늘리면서 신선도를 거의 천연에 가깝게 유지하려는 노력이 실용화단계까지 이르고 있다.

다. 가공원료의 특성변화

가공용 원료 생산 분야에서 두드러진 현상은 식물의 유전자를 조작하여 쌀에서 lysozyme, lactoferrin 등이 생산되도록 하거나 쌀 전분의 구조를 인위적으로 조작하여 amylose 함량이 극히 높은 쌀을 생산하여 가공용도에 맞게 하는 시도가 이루어지고 있다. 또한 감자의 내병성 증진, 저장성 향상, 전분 함량 변화 등 다양한 품종이 육성되었고 옥수수의 전분 특성을 달리한 품종이 개발되어 이들 제품의 가공적성에 원료의 특성을 인위적으로 맞추고 있다. 이와 같은 유전자 조작 원료를 이용한 가공제품이 일반화되고 있으며 이들 제품에 대한 소비자의 반응을 면밀히 관찰하고 있다.

라. 건강 지향적 가공식품 개발

각종 식품 중 비영양성 성분으로서 인간의 생리활성에 기여하는 물질이 다양하게 연구되고 있으며 특히 미국이 1997년 귀리의 약리작용을 인정함에 따라 이 분야 연구가 눈부시게 발전하고 있다. 현재까지 FDA가 극히 제한적으로 일부 식품에 암 및 순환기계 질환 예방효과를 인정하고 있지만 앞으로 더 큰 변화가 기대되어 원인성분의 분리과 이의 생리적 기능을 입증하려는 연구가 세계적으로 활성화되고 있다. 특히 식물기원의 phytochemicals가 크게 각광을 받고있으며 이 중 가장 집중적으로 각광을 받고 있는 분야는 항산화 물질로서 항산화성 비타민, 예를 들면 vitamin A, vitamin C, vitamin E 그리고 carotene 등과 비영양성으로 phenolic compound와 그 외 다양한 물질들이 항산화성과 함께 항암효과를 인정받고 있다. 인간의 노화와 암발생에 깊이 관여한다고 알려진 free radical들을 봉쇄하고 제거해 주므로써 산화억제에 기여하고 이에 따라 암의 발생을 억제한다고 알려져 있다. 아울러 식물색소, 즉 anthocyanin, carotenoids 등이 실험의 대상이 되고 있으며 과실과 채소류에서 이와 같은 생리활성 물질을 확인하고 이들 성분을 이용한 실로 다양한 가공기술과 제품들이 출현하고 있다.

콩의 연구는 근래 다양하고 깊게 이루어지고 있으며 콩의 여러 성분과 단백

질분해산물 등이 인체내 생리활성에 깊이 관여된다는 것이 알려지면서 콩 관련 제품이 많이 개발되고 있다. 또한 유지의 분자구조를 변경시켜 공액 이중결합이 있는 linolenic acid(CLA)를 생산하여 공급하는 시도가 이루어지고 있다.

마. 안전성 확보 연구분야

과학기술이 발전함에 따라 식중독을 포함한 식품에 의한 질환의 발생빈도와 그 피해 규모는 계속 커지고 있다. 이제까지 알려지지 않은 새로운 식중독 미생물이 알려지거나 하면 새로운 형태의 공해물질이 식품의 원료와 가공제품에 오염되어 소비자의 기피 대상이 되고 있다.

식품으로 인한 고혈압 혹은 심혈관 질환을 막기 위한 유지 대체 연구가 활발히 이루어지고 있으며 생체로 유통, 식용되고 있는 과일과 채소류의 안정성을 확보하기 위한 연구들이 집중적으로 수행되고 있다. 특히 냉장식품의 경우 온도 관리가 잘못되었을 경우 바로 문제가 되므로 이와 같은 잘못된 유통시스템에서 보호장벽을 만들려는 조치가 다양하게 연구되고 있다.

또한 위해성 미생물의 신속 검출방법이 세계적으로 많이 이루어져 상당 부분이 상용화되었고 biosensor를 이용한 현장점검 방법이 실용화되고 있다.

바. 풍미물질의 개발 및 이용

가공식품의 가장 큰 기능은 풍미이므로 풍미를 개선하거나 새로운 형태의 물질을 발굴하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 또한 좋지 않은 풍미를 없애는 물질 발굴과 저칼로리성 물질로서 같은 풍미를 내는 물질들이 선진국에서 많이 개발되어 식품가공에 이용되고 있다. 특히 각종 방향성 물질은 천연물질에서 그 구조를 확인한 다음 바로 합성하여 이용함으로써 천연물과 차이가 없는 방향성을 갖도록 하고 있다.

풍미물질로서 감칠맛, 단맛, 신맛 등을 다양하게 개발하고 있으며 이들의 생리기능까지 연구의 폭을 넓히고 있다.

사. Probiotic 과 Prebiotic 연구

살아있는 미생물로서 사람의 건강이 유익한 기능을 하거나 이들 미생물의 성장을 촉진하는 물질을 이용한 제품들이 다양하게 개발되고 상품화되고 있다.

Probiotic으로서 발효유 관여 미생물들은 세계적으로 각광을 받고 있으며 새로운 미생물들이 새롭게 추가되고 있다. 이들 미생물의 성장 촉진 물질들로 oligosaccharide가 많은 연구자에게 관심을 끌고 있으며 그 외 점질성 polymer 등도 장내에서 인체에 유의한 기능을 한다고 알려져 있어 여러 식물자원으로부터 관련 물질의 분리 및 이용 연구가 수행되고 있다.

아. 포장 분야

포장은 이제 단순히 식품을 보호한다는 기능을 넘어서 포장된 식품의 저장성을 개선하거나 특수성분의 보호효과를 갖는 등 그 역할이 크게 넓혀지고 있다. 포장 재료에 각종미생물 증식억제기능이 있는 보존제를 투여하여 내용물의 저장기간을 연장하는가 하면 항산화성 물질인 항산화제를 넣어 유지의 산화억제를 하므로써 치즈나 버터의 저장기간을 연장시킬 수 있다. 그 외 포장지에 선택적인 기능을 부여하여 산소 흡착 혹은 탄산가스와 반응하여 포장 내 산소를 제거하거나 포장된 제품에서 발생하는 탄산가스를 포집하여 팽창을 막기도 한다.

또 가식용 포장재를 폭넓게 개발하여 가공 식품의 coating제로 쓰거나 보존성을 높이는 기능을 하고 있다.

자. 편의성 제고 및 가정식 유사제품 개발

가공식품의 편의성은 제품 판매량과 직결되므로 가공 업체마다 새로운 아이디어를 내어 소비자의 편의성을 높히는데 부단히 노력을 하고 있다. 제품의 품질뿐만 아니라 포장까지 편의성을 고려하고 있으며 이 결과 천연식에 거의 유사한 각종 동결 건조식품 혹은 완전조리식품이 출현하고 있으며 간식은 물론 주식까지 편의성을 높힌 제품이 출시되고 있다. 또한 이와 같은 편의식들도 가정에서 만든 식품과 차이가 없도록 하는 노력이 업체마다 다양한 기법으로 적용되고 있다.

2. 우리 나라의 연구동향

우리 나라의 식품가공 및 제품과 분야 연구도 세계적인 추세와 대동소이한 경향을 보이고 있으나 전체적으로 경제규모가 크지 않고 식품산업도 비교적 영세하여 대학이나 연구기관에서 수행하여 얻어진 결과를 받아서 제품화하거나 제조공정에 적용하는 경우는 아직도 활성화되어 있지 않다.

전국 식품가공업체는 1997년 말 현재 4,609개사로 이중 89.8%가 식료품산업에, 470개사가 음료 사업을 하고있으며 규모면에서는 전체의 87.4%인 3,620개 업체가 종업원 50인 이하로 영세성을 면치 못하고 있으며 총출하액에서 전체 업체 중 1.4%에 해당하는 300인 이상 기업체들이 전체 출하액의 79.3% 차지하고 있어 소수 대기업이 식품산업분야 경제규모에서 큰 비중을 차지하고 있다.

대기업 비중이 높은 분야는 곡물가공, 전분 및 당류제조, 제빵 및 제과분야로서 대부분 장치 산업에 속하고 과실, 채소, 국수 및 유사 식품 제조는 비교적 규모가 작은 중소기업 형태를 이루고 있다.

이와 같은 기업형태를 이룬 우리 나라 식품산업계는 자체의 연구개발 혹은 제품개발 능력은 소수의 대기업에 한정되어 있고 약 90%에 이르는 중소기업 규모의 식품업체는 단지 자체 품질관리 수준의 기술인력을 확보하여 연구나 새로운 제품 개발은 거의 손이 미치지 못하고 있는 실정이다.

연구개발 능력이 있는 대기업의 경우 자체 능력으로 해당 업체가 필요로 하는 기술과 제품을 개발할 수 있으나 중소기업의 경우 기술을 대학이나 연구소 등에 의존하거나, 기술개발을 위한 경제적 여건과 전문인력 확보면에서 어려움을 겪어 기술의 발전이나 신제품을 통한 영업의 확장에 큰 장애가 되고 있다. 이와 같은 현실을 감안하여 정부에서는 농민의 소득과 직접 관계가 있는 분야에 공적 자금을 투입하여 연구를 수행토록 하고 그 연구결과를 관련 기업에 전수하므로써 생산농산물의 수매 및 가공제품화하여 부가가치를 높이려는 노력을 하고 있으며 나름대로 성과를 거두어 가고 있다.

전체적으로 우리 나라 식품관련 가공 및 제품화 분야의 연구 현황과 그 내용을 간단히 요약하고자 한다.

가. 곡류 가공 분야

식량 자급률이 30%도 못 미치는 상황에서 대부분이 수입한 밀, 콩, 옥수수를 이용한 가공산업이 육성되었고 연구도 이들을 이용한 분야로 한정될 수밖에 없으나 상당부분 기업화가 이루어져 선진국 대비 앞선 연구라기보다는 현재의 필요에 따라 연구가 이루어지고 있다. 옥수수전분을 기질로 포도당을 포함한 감미원 생산, 변성전분의 생산기술, 밀가루를 이용한 빵, 국수, 즉석면 등의 연구가 이루어지고 있으나 가장 오래된 우리 나라 식품산업으로 크게 새로운 분야의 연구가 이루어지고 있지는 않다. 그러나 쌀의 경우 식량사정으로 가공을 제한한 시기에는 이 분야 연구가 침체되었으나 그 이후 쌀음료, 과자, 국수, 떡 등이 나오면서 관련 연구가 활성화되었고 지금도 곡류 음료 및 스낵분야에는 상당한 연구 결과가 나오고 있다.

나. 음료 분야

우리 나라 식품산업의 규모면에서 가장 큰 비중을 차지하는 분야의 하나로 크게 알콜 음료와 비알콜 음료로 구분할 수 있고 비알콜 음료분야는 과채류음료, 유음료, 탄산음료, 기타 음료로 구분되는데 가장 많은 연구가 이루어지고 있는 분야는 과채류 음료와 유음료 분야이다.

과채류 음료 분야는 많은 연구가 이미 이루어졌는데 일부 착즙수율의 향상, 새로운 음료원의 발굴, 그리고 기능성 향상에 관한 연구가 이루어지고 있으며 유음료 분야는 젖산균을 다양하게 사용하게 기능성을 높이는 연구가 집중적으로 이루어지고 있다.

다. 건강식품분야

외국의 경향과 비슷하게 생리활성 물질을 탐색하고 물질을 규명하는 연구가 다양하게 이루어지고 있으며 특히 식용 혹은 한약재들로부터 천연항산화제를 발굴하여 식품뿐만 아니라 항암효과를 밝히려는 연구가 많이 진행되고 있다. 생리활성물질을 탐색하는 대상은 식용식물 특히 약용식물과 콩에서 연구가 두드러지고 해산물도 근래 연구가 되고 있다. 또한 각종 발효식품, 특히 김치를 포함한 젖산 발효 제품과 젖갈류에서도 생리활성물질을 찾고자 하는 노력이

이루어지고 있다. 대부분 생리활성물질의 탐색은 일부 동물시험 결과를 제시하기도 하나 실험관 수준의 연구가 주류를 이루고 있다. 또한 미국에서 질병 예방 효과가 인정된 식이섬유 등 건강식품으로서 가능성이 있는 분야에 많은 연구가 이루어지고 있다.

라. 전통식품 및 조미료 분야

조미료 분야는 크게 장류를 포함한 천연조미료와 인공합성조미료로 구분할 수 있는데 우리의 연구경향을 보면 주로 장류를 포함한 천연조미료 분야의 연구가 많이 이루어지고 있다. 반면 합성조미료 분야는 이미 고도의 산업화가 이루어져서 새로운 연구가 두드러지게 이루어지고 있지 않는 실정이다. 장류 분야의 연구는 근래 활발히 이루어지고 있는데 생물공학적인 기법을 이용한 간장, 된장의 생산 기술이 개발되고 있으며 고추장이나 청국장 분야도 품질향상, 신제품 그리고 공정개선 등 상당한 연구결과들이 발표되고 있다. 특히 두드러진 전통식품 연구는 김치관련 연구로 발효관리, 저장성 향상, 생리활성분야 연구가 활발하다. 그 외 해산물, 축산물 등 천연자원에서 조미원을 찾으려는 노력들도 간간히 이루어지고 있다.

마. 살균처리 기술 분야

선진국에서 수행되고 있는 고압살균, ohmic heating, electric pulse, ultrasonic technique 등이 실험실 수준에 수행되어 연구결과가 발표되고 있으며 장치의 개발이나 pilot scale로 확대하려는 시도들이 이루어지고 있다. 아직까지 이 분야의 기술이 상용화되어 제품생산에 이용되는 것은 제한되어있다.

바. 기타 가공분야

매출액 규모로 상당 부분을 차지하는 육가공 분야의 연구도 꾸준히 진행되고 있는데 특히 근래 수요량이 급증하고 있는 닭을 이용한 가공기술들의 개발이 두드러지고 있으며 생리활성을 갖는 물질을 투여한 가축사양을 통하여 독특하고 차별화된 제품을 생산하는 업체들이 등장하고 있으며 이 분야 연구를 상당히 지원하고 있다. 그 외 포장재 개발에 관한 연구는 그렇게 활발히 이루어지지 않고 있는데 주로 외국기술을 바탕으로 한 제조업체의 기술에 의존하

고 있는 실정이다.

제과 제빵의 경우 관련산업이 대기업에 속하여 자체연구를 통하여 필요기술을 충당하고 있으며 기존의 연구결과를 이용하고 있어 새로운 연구개발은 그렇게 두드러지지 않고 있다.

II. 가공 제품화분야의 연구성과 및 파급효과

1. 해당분야의 연구수행 과제

농림기술개발사업으로 수행한 식품가공분야 중 가공·제품화 관련 연구 실적을 종합하여 보면 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 식품가공(가공·제품화)분야 연구 실적

단위 : 건수

연도	시작연도	완료연도	참여기관	주요 실적							
				산업체이전	교육및자료	타연구활용	산업재산권출원	논문(국제)	발표(국제)	보도	전시회
94	12										
95	14	1	농협전문대 1					4	1		
96	8	6	한식연 4 경희대 1 영남대 1		4	3	6	18	9(3)	1	3
97	2	12	한식연 10 안동대 1 공주대 1	7	32	4		27	23(2)	32	8
98	1	11	한식연 9 인삼연초 1 세종대 1	4	7	5	5	28(2)	45(8)		
99		7	한식연 2 경북대 2 고려대 1 이화여대 1 한의학연 1		1		7				
계	37	37	37	11	44	12	18	77	78	33	11

<표 4-1>에서 보면 가공·제품화 분야에서 수행된 연구는 총 37개 과제에 이르고 있으며 1999년까지 37개 연구과제가 완료되었다. 이 연구에 12개 기관이 참여하였고 한국식품개발연구원이 25개 과제를 수행하여 관련 연구의 중추적 역할을 담당하고 있다.

이 연구사업이 시작된 1994년 이래 1999년까지의 주요 실적을 총괄하여 보면 산업체 기술이전 11건, 교육 및 자료로 이용 44건, 타연구 활용 12건 상업재산권 출원 18건, 학술논문으로 게재된 것이 77건이고 이중 2건은 국제 학술지에 게재되었다. 학술발표는 78건이 이루어졌고 보도 33건, 전시회를 11건 개최한 바 있다.

전체적으로 연구수행결과를 다양하게 활용한 결과를 보여주고 있으며 산업체 기술 이전 및 논문 발표 건수면에서 한국식품개발 연구원의 역할이 돋보이고 있다.

2. 농림기술개발 사업의 시행 전후 연구환경 변화

농림기술개발 사업이 1994년 시작된 이래 매년 과제 당 2,000만원 - 5,000만원을 2년 - 3년간 지속적으로 지원함으로써 식품가공 분야의 연구활성화에 크게 기여하였으며 관련 산업계에도 지대한 영향을 미쳤다고 판단된다.

이들 영향을 분야별로 평가하면 다음과 같이 요약된다.

가. 중소식품산업지원 및 산학협동체제 구축

우리 나라 식품가공업체의 약 90%는 고용인 50인 이하의 영세규모로 현실적으로 연구개발 기반이 갖춰지지 않은 상태이므로 이들을 지원하기 위한 국가적 배려가 필요하였던 바 이 사업을 통하여 다양한 연구결과가 도출되었고 이들 결과를 이용할 수 있는 계기를 마련하였다. 특히 농림기술개발사업은 기업체의 참여를 유도하여 연구자가 연구를 위한 연구보다는 실질적으로 현장에서 필요한 연구가 되도록 동기를 부여하였고 기업체도 일부 연구비를 부담케 하여 산업계와 연구계가 진정한 협력체제를 구축할 수 있는 계기를 마련하였다. 또한 기업체에서도 자기가 필요한 기술을 개발하도록 요청하면서 연구분야를 이해하게 되었으며 연구의 필요성을 인식하여 앞으로 산학협동의 기틀 마련에 크게 기여하였다.

나. 연구기반 구축

한 과제에 대하여 일정기간 안정적으로 연구비를 지원함으로써 한 분야의 연구기반을 구축하는데 큰 도움을 주었으며 연구를 수주한 기관은 향후 그 분야에 전문성을 갖게되어 전문화된 연구기반을 구축할 수 있었다. 특히 급속히 발전하고 있는 가공기술분야에서 전문 역량을 구축하는 것은 개인이로나 국가적으로도 바람직한 일로 앞으로 세계 속에서 경쟁하는데 큰 도움이 될 것으로 본다.

다. 전문인력 양성

연구과제는 상당부분이 대학이나 연구소에서 수주하여 수행하고 있는데 수주한 기관의 관련 연구자는 그 분야 전문가로서 자질을 갖출 수 있는 계기가 되었다. 타 분야에 비하여 농림어업분야는 연구비 수혜 기회가 매우 빈약한 상태에서 농림기술개발 사업은 이 분야 연구를 활성화하는 것 뿐만 아니라 전문인력 양성에도 크게 기여하였다. 특히 각 대학의 경우 전문 연구 인력과 연구비 측면에서 대단히 열악한 상태에 있었는데 농림기술개발사업에 참여함으로써 대학원의 전문 연구 인력 양성에 크게 기여를 하게 되었다. 이를 뒷받침할 수 있는 것으로 이 사업 전후 농림분야 대학교의 대학원 석·박사 과정 학생 배출 현황과 연구한 내용을 비교해 보면 이 사업이 대학이 전문 인력 양성에 기여한 효과와 논문의 질 향상에 긍정적 역할을 했다는 것을 알 수 있을 것이다.

또한 제한적이긴 하나 연구장비를 구매할 수 있게 함으로써 열악한 연구여건 개선에도 기여하였으며 연구에 참여하는 대학원 학생들에게 인건비를 지급함으로써 학생들에게 재정적 지원에 따른 우수 학생 유치에 기여하였다.

라. 학술활동 활성화

농림기술개발 사업을 통하여 얻은 결과를 학술 발표하도록 함으로써 연구비를 수주한 연구자들은 한 과제 당 3 - 4편의 연구 논문을 발표하고 논문을 게재함으로써 학술활동이 크게 활성화되었으며 연구자 개개인에게도 학문적 업적을 쌓은 데 크게 기여하였다고 판단된다.

3. 개발된 주요 기술

농림기술개발 사업 중 식품가공(가공·제품화)분야는 1994 - 1999년까지 총 37개 연구과제가 수행, 완료되었고 연구 내용은 크게 분류해 보면 제품개발 분야 15주제, 공정 개발 및 저장성 향상 분야 10과제, 분석 및 가공기술개발 5과제, 기능성 및 소재개발 6주제, 그리고 폐기물 활용 1주제로 구성되었다.

가. 제품개발분야

제품개발분야에서는 총 15 연구과제가 수행되었는데 과채류를 이용한 제품 13건과 수산물 1건, 곡류이용 1건으로 과채류를 바탕으로 한 제품개발이 주된 연구과제였다.

각 과제에 대한 개발된 주요기술을 보면 다음과 같다.

□ 양파를 이용한 농축 조미액 제조에 관한 연구(조원대, 농협대)

- 생산량의 약 $\frac{1}{3}$ 이 폐기되는 양파의 활용도를 높이기 위하여 미이용되는 양파를 이용하여 농축조미액 생산 기술을 개발하였다. 주요기술은 양파 농축액 제조를 위해 효소에 의한 전분 가수분해 조건을 설정하였고 농축 조미액의 제조조건과 갈변 억제 방법을 제시하였다.
- 한국식품과학회 1995년 춘계 및 추계 학술발표에서 결과 발표, 산업체에 기술이전 추진중이다

□ 핫소스의 제조기술 개발(권동진, 한식연)

- 세계적으로 알려진 hot sauce의 성분과 특성을 분석 확인하여 제품개발의 방향을 설정한 뒤 한국의 고춧가루와 고추장을 이용하여 20종의 한국식 hot sauce를 개발하였다. 이 중 한국인의 기호에 맞는 최적의 hot sauce 3종을 선정하였고 저장가능기간도 제시하였다.
- 특허출원 1건, 학술논문 1건을 게재하였고 기술 이전을 위한 산업체와 협의중이며 생홍고추를 이용한 제품도 관심업체와 기업화 유도중이다.

- 전통 유과의 품질 개선 및 저장성 증진에 관한 연구(전향숙, 한식연)
 - 유과제조에 가장 중요한 찹쌀의 최적 처리조건을 구명하였으며 쌀의 침지과정 중 성분변화를 면밀히 추적, 유과제조에 필요한 기술과 학문적 뒷받침을 하였다. 튀긴 제품의 저장성 향상을 위하여 질소대체보다 항산화제 이용을 제시하였으며 상업적 제품으로 한입에 먹을 수 있는 초코렛 코팅을 선호하였다.
 - 전국 200여개 유과제조업체에 기술지원을 실시, 제품저장성 향상 및 품질 개선에 기여하였고 신궁 전통한과(주)에 기술이전 하였다.

- 들깨의 종합적 이용에 관한 연구(이영철, 한식연)
 - 소비량이 늘고 있는 들깨의 볶음조건에 따른 물리화학적 변화를 추적하였으며 착유조건을 설정하고 저장안정성을 유지하기 위해 고온 장시간 방법을 제시하였다. 들깨 기름의 향기성분을 확인함과 동시에 들깨를 이용한 압출성형제품, 양념류 및 음료를 개발하였다.
 - 농협단위 및 농촌부업형태로 사업화를 유도하고 들기름 제조업체에 자문 및 관련 학회에 연구논문을 발표하였다. 유럽식품, 포천 명산 참기름, 서원농협 등에 기술이전 하였다.

- 국내산 오이를 이용한 새로운 제품의 개발 및 산업화를 위한 연구(김석중, 한식연)
 - 오이의 품종별 착즙조건을 설정하였으며 오이주 생산에 따른 제반 기술적 문제를 해결하였고 풍미개선을 위한 처리조건을 설정하였다. 오이의 기능성은 가열처리로 생성되었고 오이의 향기성분을 확인하였다. 오이주의 저장 중 품질 변화를 추적하여 한외여과 방법이 좋은 것을 밝혔으며 저장 중 제품의 안정성도 제시하였다.
 - 배방 농협(충남, 아산)에 우선 기술 이전하고 가공사업에 참여하는 여타 농민 단체에도 기술이전계획이다.

- 늙은 호박의 가공기술개발(박용곤, 한식연)
 - 호박의 기능성을 탐색하기 위하여 여러 처리별로 원인물질을 추출 확인

하였고 열수 추출물에서 총 폴리페놀성 물질 함량이 높은 것을 확인하였다. 개발 제품으로 당과, 생약류 가미 즙액, 식혜, 분말 소재, 호박 스프를 개발하였다. 또한 동물실험을 통하여 생체방어기능이 있음을 확인하였다.

- 한국식품영양과학지에 논문을 게재하였으며 연구결과를 울릉 농협, 대양 영농조합법인에 기술 전수 계약을 체결하여 상업화하고 있다.

□ 수출 촉진을 위한 멸치육 가공식품개발에 관한 연구(조진호, 한식연)

- 멸치육의 채울 수율을 채육기를 이용하여 88%로 높였고 구성성분을 확인한 후 멸치육의 품질 개선을 위한 처리조건을 확립하였다. 결착 보강제로 난백을 제시하였고 멸치육을 첨가한 팽화제품 및 압출성형제품의 제조조건을 확립하였다. 멸치육을 이용한 액상조미료, 분말제품, 멸치육과 오징어육을 혼합한 성형 튀김제품으로 스펙화 하였다.
- 학술지에 연구결과를 게재하였으며 특허출원 및 제조립 어포, 팽화, 압출성형제품 등 실용화를 추진하고 있다.

□ 버섯류의 부가가치 제고를 위한 가공식품의 개발(김현수, 한식연)

- 버섯류의 유효 생리활성물질 성분을 추출하여 버섯류의 우수성을 확인하였고 버섯류를 이용한 유동식, 캡슐제품, 영지버섯음료를 개발하였다. 또한 버섯 액상차를 염수 추출물로부터 제조하였고 과립차 및 버섯분말차를 개발하였다.
- 연구논문을 4건 발표하였고 버섯류의 유동식, 캡슐제품, 액상차, 과립차, 분말차 개발 기술을 강원 인삼 협동조합에 기술 이전하였다.

□ 더덕의 향긋미 증진 및 가공품에 관한 연구 (오세명, 안동대)

- 야생 더덕과 재배 더덕의 차이를 밝혔고 효소의 역가 그리고 성분 함량을 비교하였다. 재배 여건에 따라 더덕의 품질이 달라지고 있으며 정유성분의 함량에 따라 향긋미와 밀접한 관계가 있다. 더덕의 뿌리 및 잎으로부터 엑기스 수율을 측정하였고 엑기스의 맛을 개선할 수 있는 방안을 제시하였다.
- 더덕 즙을 이용한 가공품 개발 기술을 천지 영농조합법인에 기술 이전하

였고 천지 더덕즙을 98. 8부터 생산하고 있다.

□ 미강을 활용한 건강 편의식품의 개발연구(이현유, 한식연)

- 압출성형기술을 이용하여 미강을 안정화시키는 조건을 확립하였고 안정화된 미강을 지질로 하여 미강 식이 섬유 소재를 개발하였다. 이 식이 섬유는 제빵, 제면, 고추장에 가공적성을 검토하여, 좋은 결과를 얻었으며 항산화 활성 등 생리활성기능을 확인하였다.
- 기존의 RPC를 중심으로 산업화를 추진하여 제과, 제빵, 고추장 제조에 고섬유 소재로 이용할 업체를 물색중이며 학술 논문을 5편 발표하였다.

□ 국내산 유자의 가공이용 및 저장성 증대를 위한 연구(정진웅, 한식연)

- 유자의 여러 전처리 조건에 따른 수냉각 특성, 수냉처리에 의한 세척 및 저장효과와 유자의 산지별 품질비교, 벨트식 방법에 의해 제조한 유자즙의 저장, 품질특성, 유자 과피 및 차에 대한 품질 특성을 밝혔다.
- 국내산 유자의 이용가공 및 저장성 증대를 위한 기초자료로 활용하고 두원농협 유자가공공장에 기술 이전하여 현재 유자음료 생산중이다.

□ 표고버섯을 이용한 가공제품 개발 및 산업화 연구방안(김석중, 한식연)

- 표고를 첨가한 고추장 제조를 위한 조합 등 최적 조건을 확립하였고 표고를 이용한 음료 가능성을 제시함과 동시에 기호성 있는 배합비를 선정하여 관능평가로 제품 가능성을 확인하였으며 산업적으로 음료제조에 필요한 공장 설비 등과 제조원가를 산출하였다.
- 사업의 발의자인 장흥 군청과 천지 영농조합법인에도 기술 이전하였고 동원산업에 표고고추장 및 표고음료 제조 기술 이전 추진중이다.

□ 국내산 사과주스 제품의 수출증대를 위한 고품질화 제품 다양화 연구(김성수, 한식연)

- 시판되고 있는 사과주스 및 농축액의 품질을 비교한 후 과립이 함유된 사과주스를 개발하였고 식이 섬유함량을 높인 새로운 형태의 주스를 제조하였다. 저온 유통하는 사과주스의 가능성을 확인하였고 사과주스와 채소 및 우유제품 혼합 영양주스 및 생약류를 함유한 기능성 음료도 개발

하였다.

- 경북 능금조합에 새로운 제품의 사업화를 위한 기술이전 추진중이며 학술적 가치있는 논문을 투고 및 발표하였다.

□ 수삼의 상품화 연구 (손현주, 한국인삼연초연)

- 수삼의 저온저장을 위한 포장 선발 및 저온 저장 조건을 확립하였고 저장수삼의 품질관리 지표로서 경도, pH 수분함량, 가용성 pectin 함량 등을 선정함과 동시에 저장용 수삼 시료로 시제품을 제조하였다. 또한 수삼 포장용 포장재를 제조하여 그 물성을 과학적으로 확인하였다.
- 기능성 포장재료 포장한 수삼제품은 상품화하고 연구에서 얻어진 천연물질의 적용시험을 통하여 저장, 유통, 상품화에 응용하고 기능성 포장재로 포장한 제품을 (주)보리에 기술이전 추진중이며 국내 인삼 심포지움에서 연구결과를 발표하였다.

□ 사과 미숙과의 활용도 증진연구 (박용곤, 한식연)

- 미숙사과의 적과 시기별 유기산 등 성분 변화를 추적하였고 미숙과 중 특수 생리활성물질의 추출조건과 특성을 조사하였으며 미숙과를 식품가공 등 소재로서 가능성을 탐색하여 티백형 침출차, 과립형 분말, 희석식 음료 제품 등을 개발하였다.
- 미숙사과의 가공 제품 제조 기술 및 생리활성물질 분리 기술을 기술이전할 업체를 물색중이며 학술지에 논문게재 및 발표를 하였다.

나. 공정개발 및 저장성 향상분야

□ 두부품질의 최적화 및 저장성 증대에 관한 연구 (김병용, 경희대)

- 두부 건조공정확립에서 동결건조가 두유의 조직, 선택 복원이 우수하였고 두부의 저장조건에 따른 품질관리 및 예측식을 확립하여 적용하도록 하였으며 저장 중 품질변화양상을 다양하게 확인하였다. 두부 부산물의 특성을 밝히고 두부 저장성을 높이기 위한 키토산 이용가능성을 제시하고 광분해성 포장재를 선택하였다.
- 고양농협, 원당농협에 두부가공기술 교육을 하였고 두부가공공장에 기술

지원을 실시하였으며 두부의 저장성 향상에 기여함과 동시에 관련 gel상 제품에도 이 기술을 확대 적용할 수 있는 가능성이 있다.

□ 대추씨 빼는 자동기계 및 대추 가공 기술개발(이재성, 영남대)

- 대추씨의 크기 분포 조사 결과를 바탕으로 가식부 및 비가식부 비율을 밝히고 자동 씨빼는 기계를 이용하여 얻은 씨뺀 건조대추의 성분과 특성을 비교하였다. 씨뺀 대추의 건조 속도가 빠르고 추출수율이 높은 것을 확인하였고 그 건조 제품으로 건과, 당과, 양갱 등을 제조하였고 식빵에 첨가하여 우수한 제품 생산이 가능하였다.
- 풋대추 씨빼는 기계를 개발하였으며 기술 필요처에 기술지원을 하고, 건조 대추는 건조 포도를 대체할 수 있는 것으로 보며 대추씨 빼는 기계는 특허출원하여 기술 보호를 받을 것이다. 대추 가공품으로 대추건과, 대추강정 등 제품생산 업체를 물색중이다.

□ 마이크로파를 이용한 농산물제품 건조공정의 개발 연구(금준석, 한식연)

- 마이크로파를 이용하여 쌀가루, 버섯, 멸치, 수삼, 가래떡 등의 건조특성과 건조 조건을 설정하였으며 마이크로파 건조 후 농산물 제품의 품질 특성을 조사하여 열풍 및 건조를 이용한 마이크로파 건조 가능성을 제시하였다.
- 마이크로 파를 이용한 농산물 건조기술 및 전자레인지 등 즉석식품 개발 기술을 실시할 산업체를 물색중이며 4편의 학술논문을 발표하였다.

□ 수입쌀의 가공특성에 관한 연구 (이상효, 한식연)

- 인도산 수입쌀의 특성을 시험하고 가공시험으로 식혜, 쌀떡 등을 제조하여 비교한 결과 차이가 없었으며 태국, 미국, 및 중국산 장립종과 중단립종 시료의 특성을 확인하고 쌀과자, 쌀국수, 쌀떡 그리고 탁주를 제조하여 국산과 그 품질을 비교한 결과 전처리과정에서 차이는 있었고 일부 특성은 차이가 있으나 대부분 국산과 비슷한 경향이 있다.
- 농림부에서 수입쌀의 도입선 다양하게 이 결과를 이용하였고 수입산 가공업체에 품목별 가공 지침을 제공하고 관련업체 종사자에게 교육을 실시하였다.

□ 이산화탄소 주입과 압출 성형 공법을 이용한 한과(유과)가공 기술 개발(류기형, 공주대학교)

- 유과의 제조공정 분석을 위해 이산화탄소 가스의 주입과 압출 성형공정을 이용하여 유과 제조공정을 기계화할 수 있는 방안을 제시하였고 그 유과 제조를 위한 조합 및 제조방법에 따른 기준을 확립하였다.
- 이산화탄소 가스 주입과 압출 성형 공정을 이용한 유과 제조공정 개발 기술을 이전한 제조업체를 물색중이며 관련기계제작 기술을 전수할 기계업체 선정을 추진 중이다.

□ 떡 제조 단순화 및 자동화를 위한 제조장치 개발(김철진, 한식연)

- 압출 성형기 제작을 위한 Lab scale 장치를 개발하고 성능을 시험하였다. 제작부품별 성능시험을 통하여 분쇄 성능, extruder로 무리없이 가래떡 제조가 가능하였다. 이 Lab scale 장치를 바탕으로 scale-up 및 자동화 가능 방안을 제시하였다.
- 학회지 등에 연구결과 발표 및 특허를 출원하였고 개발된 extruder의 기계 제작업체 및 떡 제조업체에 기술이전 물색중이다.

□ 생강의 지상 저장 시설 개발 및 가공기술 개발(이세은, 한식연)

- 생강의 이화학적 특성을 확인하였고 그 저장 전처리 기술로 curing을 제시하였으며 지상식 저장에서 최적의 저장조건을 밝혔고 결로 방지 및 소포장 유통기술 등 유통기술을 개발하였으며 생강을 이용한 착즙방법, 건조 및 냉동건조를 통한 제품 생산 기술을 개발하였다.
- 강의 및 세미나에서 연구내용을 발표하였고 지상 저장시설 및 전처리, 소포장 유통기술을 서산시청, 동아요업사, 봉동생강조합과 기술이전 협의중이다.

□ 분말 식품소재의 고도 용해성 부여기술개발(박동준, 한식연)

- 보리 미숫가루의 분산성을 개선하였고 승능의 향기성분을 기준으로 제조조건을 제시하였으며 분말녹차의 제조조건과 함께 고도 용해성을 갖도록 하는 기술을 개발하였다. 분말 녹차를 이용한 국수제조조건도 제시하였다.

- 특허를 출원하였고 냉수 용해성 분말녹차 및 녹차 생면 제조기술을 보성 녹차생산협동 조합에 기술이전하였다.

□ 고품질 식품생산을 위한 냉동분쇄장치 시스템 및 응용(김동수, 한식연)

- 마늘, 당근과 오징어 등 수산물의 냉동 분쇄 조건을 설정하였으며 효율적인 분쇄를 위해 freezing conveyor system을 개발하였다. 냉동분쇄물을 사용하는 경우 향이 살아있고 품질 변화를 최대한 막아 우수한 천연제품의 생산이 가능하였고 해동시 문제해결이 가능하고 값싼 냉동분쇄기가 제작 가능함을 확인하였다.
- 한국 및 일본 관련학회에 논문을 발표하였으며 2건의 특허를 출원하였다. 냉동분쇄장치의 개발 및 이를 이용한 제품과 냉동분쇄시스템을 (주)후리코에 기술이전하였다.

□ 유과제조 반데기 공정개발 및 저장성 강화 연구(금준석, 한식연)

- 유과 반데기의 물성특성을 확인하였고 유과 반데기 제조 공정을 개발하여 시작품을 제작하였으며 산패방지를 위한 항산화제 및 적절한 포장제를 제시하였다. 전체적인 유과 제조공정을 설정하였다.
- 한과 기계 보급으로 3배 이상 생산성 향상 가능하여 압출성형공법 및 냉각장치를 이용한 제조공정을 도입할 업체 선정중이다.

다. 분석 및 가공기술개발

□ 우리 밀의 종합적 활용을 위한 가공공정 기술의 개발

- 우리 밀의 이화학적 특성과 가공적성을 확인하였고 우리 밀을 이용한 다양한 가공식품개발과 품종선정 및 제품생산기술에 있어서 문제점을 해결하였다. 우리 밀의 제분 공정 개선 방향을 제시하였고 식품가공용 소재로서 가능성을 확인하였다.
- 국내학술지에 연구결과 2편 게재하였고 5편을 발표하였으며 현재 이 개발기술을 전수받을 산업체를 모색중이다.

□ 첨단 분석 기법을 이용한 미량 비타민의 분석, 원료 단백질의 식별 및 수입

육의 평가 시스템 개발(손동화, 한식연)

- 미량 비타민 즉 biotin, panthothenic acid, 비타민 D의 분석방법을 정립하였으며 비육류 단백질의 분석법 즉 대두단백질, 우유단백질, 계란 단백질의 정확한 분석 방법을 수립하였고 돈육의 식별법, 계육의 식별법, 그리고 우육의 식별법을 개발하였다. 아울러 수입육 판별 기술을 확립하였다.
- 농림부, 검역소, 사료검사소, 축산물 검사소 등에 새로운 분석법을 도입할 수 있도록 식품성분 분석기술을 교육하였다.

□ 근적외 분광법을 이용한 전통식품의 비파괴 품질 평가 방법 개발(하재호, 한식연)

- 근적외 분석법으로 고추장의 일반성분을 30초 이내에 분석할 수 있고 한국산, 중국산, 일본산 참깨의 원산지 판별이 가능하였으며 양조식초와 조제식초간을 구분할 수 있었다. 이 방법은 시료 취급이 간단하고 측정시간이 단축되며 측정에러를 최대한 줄일 수 있는 장점이 있다.
- 전통 장류의 원산지 판별방법으로 전통 장류 생산업체를 대상으로 교육했으며 참기름, 벌꿀, 식초 등의 판별기술을 정책적으로 활용토록 건의할 것이다.

□ 현미식의 품질 검정 및 간편한 취반 기법 개발 연구(이상호, 한식연)

- 현미 품종간 영양성분 분석과 동물시험을 통한 차이를 조사하였고 현미에 의한 분변량의 증가 그리고 현미의 콜레스테롤 저하 효과를 입증하였다. 현미의 영양을 최대한 유지하면서 간편하게 취반할 수 있는 가공법으로 microwave cooking을 제시하였고 그 조건을 설정하였다.
- 현미식의 우수성을 확인하였으므로 가공 현미 제조 방법을 확립, 건강지향적 간편 현미식 제조기술 등에 대하여 농협 RPC 사업단과 기술 이전을 협의하고 있다.

□ 막 분리기술을 이용한 가공식품의 고품질화 기술개발 (최용희, 경북대학교)

- 사과주스 등 과일주스에 대한 청징 및 농축방법과 제조 조건을 확립하고 제조공정을 수립하였으며 과일주스의 막 분리적용기술의 기반을 마련하

였다. 액젓, 감식초 및 전통주의 품질개선 및 저장 안정성 확보를 위한 막 분리 기술을 적용하였고 pilot plant 적용시험을 실시하였다.

- 실험실 규모에서 산업적으로 이용할 수 있도록 하여 고품질의 과실 청정 주스 및 농축주스 제조기술, 젓갈류, 감식초등의 품질개선을 위한 막 분리 기술을 가야곡 왕주에 기술이전 추진중이다.

라. 기능성 및 소재 분야

- 국내산 홍조로부터 배지용 한천 및 아가로스 제조에 관한 연구(도정룡, 한식연)
 - 홍조류로부터 한천을 얻는 방법을 실험하였고 얻은 한천의 경제 방법으로 키토산, CPC 등을 처리하므로써 황산기와 회분함량을 크게 낮출 수 있었으며 PEG로 아가로스를 분리한 결과 정제효과는 좋으나 수율이 떨어졌다. 정제한 한천은 배지로, 아가로스는 전기영동용으로 사용가능하다.
 - 학술지에 4편을 게재하였고 특허를 1건 출원하였다. 국내 원료로부터 한천 및 아가로스 제조기술을 벤틱바이오에 기술이전 하였다.
- 식물 세포벽의 선택적 수용화(selective solubilization)에 의한 기능성다당류의 생산 기술 (조용진, 한식연)
 - 새로 설정한 압출 성형기의 운전조작에 의하여 사과박과 미역으로부터 수용성 다당류를 상당량 추출할 수 있었으며 세포벽 분해효소처리 효과를 비교하였다. 압출 조건에 따라 수용성다당류의 수율이 달라지므로 공정최적화 조건을 설정하였으며 효소에 의한 추출모형도 제시하였다.
 - 사과박 및 미역세포벽의 물리적 방법 및 효소적 방법에 의한 팩틴 및 알긴산 생산기술을 이전하기 위해 업체와 협의중이다
- 국내의 미활용 생물자원으로부터 신규 항산화 물질 탐구연구(정신교, 경북대학교)
 - 미활용 농산자원 152종, 약용, 식용식물 151종의 항산화 활성을 검색하였고 뽕잎 등에서 α -tocopherol보다 우수한 항산화 성분을 분리 효과를 검증하였으며 신선초등에서도 cynaroside 등 한산화성 물질 분리, 효과를

확인하였다. 항산화성 물질의 변이원성, tyrosinase 저해능등을 실험하였다.

- 학술지에 6편을 게재, 10편을 발표하였으며 작약씨로부터 rasveratrol의 치료제로서 가능성을 확인하였으며 기타 항산화제를 기업과 연계, 기술이전을 추진중이다.

□ 양념 채소 함유 생체 조절성 미량 소재의 기능성 식품화 (조홍연, 고대)

- 백리향으로부터 항보체의추출, 정제 및 구조를 동정하였으며 겨자씨로부터 ACE 저해성 peptide를 분리하고 그 특성을 확인하였다. 정향으로부터는 항응고활성 다당류를 분리, 활성 양식을 해석하였고 그 구조를 동정하였다. 이들 물질의 공업적 수준의 추출, 정제 방법을 정립, 제품화 방법을 제시하였다.
- 석사 2명, 박사 1명을 배출하였고 총 9편의 논문을 게재하였고 특허를 4편 청구하였다. 이들 기술을 기업화할 업체를 모색중이다.

□ 전통 한방 처방의 감기억제 약리 작용에 기초한 기능성 음료 및 전통식품의 개발 (고병섭, 한국 한의약 연구소)

- 유자에서 분리한 4종의 flavonoid 배당체 중 새로 발견된 물질이 확인되었고 분리된 물질 중에는 항 바이러스효과가 있었다. 한방처방에 기초하여 한방음료 및 케이크화 한 떡 제품을 개발하고 실용화를 위한 공정을 확립하였다.
- 특허를 3건 출원하였고 항바이러스성 물질은 특허출원 예정으로 있다. 감기 예방 및 치료목적을 갖는 기능성 음료와 떡 제품을 풍한 식품에 기술이전을 추진 중이다.

□ 닭의 비상용 가식부 추출물의 품질특성 및 제품개발 (김광옥, 이대)

- 측면 제조를 위한 닭발의 전처리 조건 및 가열처리 등 조건을 최적화하였으며 후식용 gelatin gel 제조용 적정 첨가물 조합도 선정하였다. 닭 머리를 이용한 육수 base 제조 최적 조건을 설정하였고 곰탕 및 냉면육수에 사용할 수 있는 혼합비율을 결정하였다.

- 닭발을 이용한 gel상 식품으로 죽편과 후식용 젤라틴 gel을 개발하는 기술 및 닭 머리를 이용한 육수 base 제조 기술을 전수할 업체를 모색중이다.

마. 폐기물 재활용 분야

□ 식품 폐기물 재활용에 의한 신상품 개발 연구

- 고추씨와 마늘 뿌리 부위를 이용한 향신 조미료 생산기술을 확립하였고 비식용 마늘을 이용한 paste제조방법을 정립하였다. 두부순물에서 기능성 물질, 난각에서 칼슘 제조 방법, 감자 껍질을 이용한 생분해성 필름제조 방법을 제시하였으며 폐기물의 양, 형태 및 재활용 방안을 제시하였다.
- 향신료 혹은 천연조미료 생산 업체에 기술이전 관심이 있으며 2개 업체에 실무적인 기술 이전 추진중이다.

3. 향후 연구 방향

농림기술개발사업이 시작된 1994년 이래 1999년까지의 연구 결과를 종합하여 보면 국내에서 생산되는 농산물을 이용하여 부가가치를 높이기 위한 제품 개발에 집중되어 있으며 특히 관심있는 기업과 연계하여 실용적인 결과를 도출하려는 노력이 엿보인다. 특히 중소기업형태로 자체기술개발이나 신제품 개발 능력이 없는 업체들이 많은 관심을 갖고 이 사업에 참여했다는 것은 이 사업이 앞으로 가야할 방향을 제시한 것으로 깊게 생각할 관점이다.

제품개발은 판매를 목적으로 하고 판매는 소비자가 대상이므로 결국 소비자가 원하는 제품을 만들어 내야하는 가장 기본적인 생각을 바탕으로 생각할 때 농림기술개발사업 중 식품가공분야는 가장 먼저 소비자와 접하는 분야로 판단된다. 그런 의미에서 지금까지의 연구 결과를 볼 때 좀 더 실용적이고 생산적이며 현장 적용성이 있는 연구가 되어야할 것이며 기업적 생산을 염두에 두고 채산성을 따져주는 것까지 담당해야하지 않을까 생각된다.

앞으로 우리 나라 가공용 농산물의 국제 경쟁력은 더욱 사정이 나빠질 것이며 원료를 생산하는 농민은 더더욱 피해가 커질 것으로 예측되는 바 이 문제를 해결하는 하나의 바람직한 수단은 부가가치가 높은 새로운 제품개발 및 판

매수단의 발굴이 될 것이다. 이런 의미에서 앞으로 농림기술개발사업 중 식품 가공분야의 연구방향을 제시하고자 한다.

가. 천연 식품 형태의 제품 개발

소비자의 식품 소비형태가 천연 지향적으로 변하고 있으며 경제 사정이 좋아질수록 이런 경향은 더욱 가속화될 것이고 가공제품이라 하더라도 천연의 맛과 향을 그대로 유지하는 제품의 선호도는 높아질 것이다. 따라서 과채류의 경우 천연의 조직과 풍미를 그대로 유지하면서 저장성을 부여할 수 있는 기술 개발이 필요하며 이에 따른 전처리 및 포장기술도 뒤따라야 할 것이다. 특히 냉장식품의 수요는 계속 증가할 것이므로 우리 농산물을 이용한 반가공 냉장식품의 가공기술과 냉장 유통에 따른 제반기술문제 해결에 노력해야 할 것이다. 이 분야의 발달은 수입식품과 국산제품이 경쟁할 수 있는 좋은 계기를 마련할 수 있을 것이다.

나. 식품의 안정성 확보

모든 식품의 제일 조건은 안전성 확보인 바 앞으로 식품에 대한 소비자의 안전성 요구는 더욱 단계를 높여갈 것이다. 식중독을 일으키는 미생물의 오염 방지는 물론이고 농산물 원료의 유해물질의 오염여부와 오염정도 등도 이제 검토의 대상이 될 것이다. 특히 공해물질의 오염, 중금속등의 함유수준 등도 가공식품의 안전성에 크게 영향을 미치고 이전까지 문제되지 않았던 성분들, 예를 들면 아질산염의 함량 등도 향후 소비자의 관심대상이 될 것이다. 앞으로 가공식품의 개발은 미생물적 안전성 확보 단계를 넘어 유해 화학물질에 관심을 가져야 할 것이며 유기농법으로 생산한 원료를 이용한 무공해 가공식품도 차별화하여 상품화할 필요가 있으며 이에 대한 기술개발이 필요하다.

다. 건강식품 개발

지금까지는 식품의 질병예방 혹은 치료효과를 법적으로 인정하고 있지 않지만 앞으로 인체내 생리활성분야의 기능은 인정하지 않을 수 없을 것이다. 각종 연구결과를 통하여 밝혀지고 있는 비영양성 물질들의 인체내 생리활성은 이들 물질을 이용한 가공식품의 개발을 점치고 있다. 앞으로 식품가공 산업은 기존

의 원료를 이용한 영양공급 및 기호성 제공이라는 기능을 넘어 생리활성기능이 더욱 강조될 것이며 영양공급 및 기호성 제공으로써 식품산업규모는 선진국으로부터 포화상태에 도달하였고 우리 나라의 경우도 비슷한 경향이 나타나고 있어 새로운 발전분야로 생리활성기능을 보완한 건강식품의 개발 보급이 필요하다.

만성질환, 즉 심혈관 질환, 당뇨병, 암 등의 발생을 억제하거나 지연시킬 수 있는 특수성분을 함유한 식품들을 다양하게 개발해야 할 것이며 이를 뒷받침할 수 있는 기초연구도 활발히 수행되어야 할 것이다. 지금까지는 몇 가지 성분에 한정되어 질병예방 기능이 선진국에서 인정되고 있으나 앞으로 활성성분이 더욱 확대될 가능성이 있으므로 이 분야 연구를 확대하여 원료 생산과 가공을 연계할 필요가 있다.

라. 주식 대체 식품의 개발

식생활, 사회구조, 가족단위의 변화는 주부에 의한 식사 제공이라는 기존의 개념이 급격히 무너지고 있으며 모든 부식은 물론이고 주식까지도 가공제품화된 형태로 판매될 것이다. 지금도 직장인의 상당부분이 하루 1끼 정도만 가정식을 하고있는 처지이며 여성의 사회진출이 더욱 활성화되면 식탁의 큰 부분이 가공식품으로 충당될 것으로 예측된다. 이런 상황을 예측하여 주식을 대체하여 가정에서 만든 것과 아주 비슷한 형태의 가공제품이 다양하게 개발되어야 할 것이다. 이 가공제품은 편의성과 기호성을 갖춰야 할 것이며 우리의 식생활 형태와 부합되는 특성을 고루 갖춰야 할 것이다.

마. 비건강인을 위한 식품

특별히 질병이 없으나 건강을 잃을 수 있는 비건강인을 위한 특별식품이 개발되어야 한다. 대부분의 현대인들은 바쁜 일과에서 편중된 식사로 영양 결핍이 쉽게 일어날 수 있으며 과중한 정신적인 스트레스로 건강을 해칠 수 있다. 이와 같은 사람들을 위한 생리활성물질이나 특수 영양성분이 보강된 식품의 개발은 필요하다. 예를 들면 수험생을 위한 식사, 정신노동자를 위한 기능성 음료, 피로회복을 위한 특수조제 드링크 등은 앞으로 계속 연구되어야 하며 특수층, 즉 노인식, 환자식 등도 고려되어야 한다.

바. 학제간 연구의 활성화

농림기술개발 사업을 통하여 학제간 연구가 활성화되었다고 하나 진정한 의미에 학제간 연구는 더욱 활성화되어야 한다. 학문이 계속하여 세분화되고 전문화되므로써 종합과학의 산물인 가공식품의 경우 많은 전문가들이 관여해야 바람직한 제품이 생산될 수 있다. 예를 들면 기능성 식품 개발에는 생리분야, 의약분야, 독성분야, 가공분야, 포장분야의 전문가들이 참여하여 공동연구를 수행해야 좋은 결과를 낼 수 있으며 소비자의 관심을 끌 수 있는 것이다. 앞으로는 단순 분야는 개인 연구가 가능하지만 종합적인 연구결과의 산물인 제품개발에서는 각 분야별 전문인의 공동 참여가 바람직하다.

사. 경제적 타당성의 검토

개발된 기술이나 제품을 실용화하는 데는 경제적 타당성이 대단히 중요한 사항이다. 상당수의 기술과 제품이 개발되기도 실용화되지 않는 것은 확실한 경제적 타당성이 입증되고 있지 않기 때문이다. 개발된 기술이나 제품의 경우 경제적 타당성을 검토할 필요가 있다.

제 2 절 기능성식품

I. 기능성식품분야의 국내외 연구동향

우리 나라는 가까운 시일 내에 선진국 대열에 합류할 것으로 예상되고 있으며 이에 따라 풍요로움과 건강사회의 구현으로 복지사회를 건설하고자 하는 것이 국가의 중요 목표가 되고 있다. 한편 산업화 사회에서는 생활수준 향상에 따른 영양의 과잉섭취와 노인 인구의 증가로 고혈압, 뇌졸중, 암, 당뇨 등 각종 성인병이 보건상의 가장 큰 문제가 된다. 기능성식품은 영양소의 공급이나 풍요로운 감각뿐만 아니라 생체조절 기능을 부여하는 식품을 말한다. 따라서 혈압강하, 항암, 혈전예방, 당뇨예방 등의 각종 건강기능성을 나타냄으로써 식품과 약품의 중간 성질을 갖는 것이 특징이다. 기능성식품은 약품과는 달리 일상 섭취하는 식품의 형태로 각종 성인병 등을 예방할 수 있는 기능을 갖는다.

1. 선진국의 기능성식품에 관한 연구동향

선진국일수록 건강과 국민보건에 대한 관심이 크기 때문에 일찍부터 경쟁적으로 기능성식품에 대한 연구지원을 시작하였다. 과학기술 예측조사보고(유럽의 LFRA/Trade Estimates사 및 미국의 Datamonitor America사 분석)에 의하면 세계의 기능성식품 시장은 향후 자동차 시장과 대등하게 성장할 것으로 예상되고 있다.

건강기능성 식품에 관한 과학적인 연구는 1984년부터 일본에서 시작된 문부성특정연구로 본격화된 셈이다. 제 1단계 특정연구는 1984-1986년도 사이에 “식품기능의 계통적 해석과 전개”, 제 2단계 연구는 1988-1989년도 사이에 “식품의 생체조절기능 해석”, 제 3단계 연구는 1992-1994년도 사이에 “기능성 식품의 해석과 분자설계”라는 과제 명으로 수행되었다. 제 1단계 연구가 진행되면서 식품의 제 3차 기능에 역점을 둔 “기능성 식품”이란 말이 시작되었는데

그 개념이 명확하지 않은 상태로 유포되고 있는 상태였고, 후생성은 그 대응책으로 1988년 “기능성식품간담회”를 결성하여 검토를 의뢰하고, 그 결과 제출된 “기능성식품 문제의 검토결과에 대하여”라는 보고서에 따라 기능성식품의 정의와 범위를 정하게 되었다. 그 후 보고서에 제시된 방안을 보다 구체화하기 위하여 1990년 “기능성식품검토회”를 다시 구성하였는데 그 보고서에서는 “기능성 식품” 대신 “특정보건용 식품”이라는 용어를 제시하였고 그 정의를 “식품 및 식품성분의 건강과의 관련성에 대한 식견으로 판단할 때, 어떤 보건효과가 기대되는 식품이어서 식생활에서 특정의 보건목적으로 사용하는 사람에게, 그 섭취에 의하여 그 보건의 목적이 기대되는 취지의 표시가 허가된 식품”으로 하였다. 이 “특정보건용식품”은 영양개선법 제 12조에 반영되어 1991년 9월 1일부터 시행되고 있다.

일본의 경우 99년 현재 허가된 특정보건용식품은 99년 현재 167개 품목에 달하며 허가품목의 주요 예로서는 비피더스균 증식효과를 주는 각종 올리고당, 알러지 감소식품, 인 감소식품, 콜레스테롤 저하식품, 칼슘흡수촉진식품, 혈압 강하식품, 식이섬유, 충치예방식품 등이 있다. 이와 별도로 건강기능성 식품과 약간 다른 건강식품 시장규모는 98년도에 약 6,900억엔에 달하여 약 66억불 규모에 이르고 있으며 주요 품목은 클로렐라, 비타민 씨, 로얄젤리, 프로틴, 프론, 아보카도 오일, 알로에, 두충차 등이다.

한편 미국 등에서는 1989년도부터 “neutraceutical” 또는 “designer food”라는 말이 등장하게 되었다. 미국 국립암연구소에서는 1990년부터 5년 과제로 “항암 기능성 식물성분” 연구를 수행하면서 암 예방 성분을 많이 함유한 가공식품 및 음료 즉 “designer food”의 개발을 연구목표의 하나로 포함하였다. 연구에서는 마늘, 감초, 대두, 아마, 미나리과 식물, 감귤류 등 40여종 식품에 포함된 14종 식물성분에 초점을 맞추어 역학조사, 영양약학, 식품안전성 등의 내용이 진행되었다. 미국에서는 1990년 NLEA 법이 발효되면서 식품에서의 “Health Claim”이 가능하게 되었고, 1994년 DSHEA 법이 발효되어 식이보조제의 건강 기능성 표시가 가능하게 되었다. 미국 보건원의 기능성식품 관련 연구예산은 94년까지도 없었으나 이후 98년까지 3000만불 수준으로 증가하였으며 관련 논문은 94년 약 200편에서 98년 약 3000편으로 5년간 약 15배 급 신장하였다.

건강기능성 식품은 99년 현재 미국시장에서만 275억불을 점할 정도로 대규

모 시장을 형성하고 있는데 이 것은 95년 91억불에서 4년간 300%가 신장한 결과이다. 건강기능성식품의 내역을 보면 향초, 비타민, 미네랄 등 식이보조제(Dietary supplement)가 54%, 자연식품(Natural food)이 19%, 유기식품(Organic food)이 10% 정도를 점하고 있다. 미국의 경우 제도적 지원에 따라 상업화된 기능성식품 소재 시장만 94년 78개 소재의 50억불에서 99년 900개 소재 150억불 규모로 크게 성장하였다.

2. 국내의 기능성식품에 관한 연구동향

우리 나라에서도 80년대 말부터 각 대학 및 연구소에서 건강기능성 식품소재 또는 식품에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 건강기능성 식품신소재나 식품개발에 관한 연구는 1995년부터 시작된 농림부의 “농림기술개발사업”이 획기적인 계기가 되어 연구 활성화에 크게 기여하고 있으며 보건복지부의 “보건의료기술연구개발사업”에서도 일부 과제가 활발하게 수행되고 있다. 정부에서는 21세기를 선도할 연구분야로 기능성식품을 중요 과제로 예측하고 있다. 보건복지부의 보건의료기술연구기획평가단에서는 2000년도부터 시작되는 미래 보건산업기술예측사업의 일환으로 기능성식품을 중요과제로 선정하고 있다. 산업자원부에서는 2001년부터 시작될 생명공학육성 5개년계획을 추진하고 있는 바 기능성식품이 생명공학의 중요 분야로 고려되고 있다.

90년대 들어 기능성식품에 관한 학술행사 또한 관련학회나 연구소에서 활발하게 개최되고 있다. 한국식품과학회에서는 기능성 및 건강보조식품 심포지움 4회, 1996년 “Non-Nutritive Health Factors for Future Foods”라는 주제 하의 국제 심포지움, 녹차의 건강기능성 심포지움 5회, 콩의 건강기능성 심포지움 3회, 기타 키토산, 카카오, 클로렐라 심포지움 등 해마다 각종 건강기능성 식품신소재와 식품에 관한 학술행사를 개최하여 국내외 학자의 연구현황과 전망을 발표하고 있다. 2001년 서울에서 개최되는 제 11차 세계식품과학학술대회에서도 기능성식품이 중요 분야로 발표될 예정이다.

한편 한국과학재단은 산학연 연구자가 결성하는 자생적 협동연구회를 지원하고 있는데 기능성식품 관련 연구자들은 “기능성식품소재연구회” 등 여러 개의 연구회를 조직하여 세미나, 소식지 발간, 책자 발간 등의 활동을 통해 연구

정보를 교환하고 있다.

우리 나라의 식품업체는 약 12,000개로 알려져 있는데 이 중 직원 500명 이상의 대형업체는 1999년 현재 48개로 집계되고 있다. 이들 대형 업체는 대부분 연구소를 운영하고 있으며 이들 연구소는 또한 대부분 기능성식품을 중요 연구과제로 다루고 있다. 또한 근래 들어 많은 수의 식품벤처기업이 창업되고 있는 상황인데 특허청에서는 2000년에 “식품산업분야 중소벤처기업기술협의회”를 결성하여 특허업무 등을 지원하고 있다.

우리 나라의 경우 기능성 식품소재를 이용하는 건강보조식품 매출액은 최근 비약적으로 성장하고 있다. 우리 나라 1999년의 “건강보조식품” 매출액은 약 8,700억 원으로 8억불 규모이며, 이 것은 1996년도의 1조 1,236억 원에 비해서는 상당히 감소된 것이나 지난 86년의 43억 원으로부터 10여 년 사이에 약 200배 성장된 것으로 엄청난 증가세를 보여주고 있다. 우리 나라 건강보조식품의 주요 품목은 현재 키토산, 알로에, 칼슘제제, 스쿠알렌, 효모식품, 정제어유, 효소식품 등이다.

3. 선진국 대비 국내 연구수준 비교

우리 나라는 의식동원이라 하여 일상 섭취하는 식품을 통하여 건강을 유지할 수 있다는 생각이 보편화되어 있고 또 전통의약도 식품의 형태를 가진 것이 많은데 이 개념은 현대적인 기능성식품과 아주 흡사한 개념이다. 이 전통을 바탕으로 우리 나라에는 기능성식품 소재로 활용할 수 있는 한의학, 천연물과 화학 자료와 소재 등이 오랜 동안 광범위하게 축적되어 왔다. 또한 기능성식품에 관한 연구가 세계적으로도 비교적 최근에 활성화되었기 때문에 선진국과의 연구수준은 큰 차이가 없으리라 생각되고 충분한 국제경쟁력을 가진 것으로 판단된다. 그러나 활성물질의 규명이나 작용기작 등 기초분야의 연구는 좀 더 심화된 연구가 필요한 실정이다.

II. 기능성식품의 연구성과 및 파급효과

1. 기능성식품 분야 수행종료 연구과제

기능성식품 분야에서는 농림기술개발사업에 의해 모두 28개 과제가 완료되었는데 그 과제와 그 연구성과는 <표 4-2>과 같이 요약될 수 있다. 수행과제 28건 중 기능성식품 과제가 23건으로 대부분을 차지하고 있으며, 기타 식품신소재 관련 3건, 검사기술 2건 등으로 되어있다.

수행이 종료된 28개 과제의 참여기관 수는 한 과제가 보통 2-3개의 세부과제로 이루어지는 것을 생각할 때 60-80개 정도로 추정되지만, 연구책임자 소속기관만 따져 보았을 때, 대학 16, 연구소 10, 기업 2로 구성되어 있다. 대학의 경우 14개 대학이 16개 과제를 수행하여 2개 과제를 수행한 2개 대학을 제외하고는 전국의 대학이 골고루 참여한 것을 알 수 있다. 연구소 수행 10과제 중에서 8건이 한국식품개발연구원에서 수행되어 압도적 다수를 차지하고 있으며, 한국해양연구소와 한국과학기술연구소가 각각 1개 과제씩을 수행하였다.

2. 농림기술개발사업 시행전후 연구환경 변화

가. 연구환경적 측면

1995년부터 시작된 농림기술개발사업은 그 동안 상대적으로 소외되었던 농학분야에 연구비를 대폭 지원하게 됨에 따라 농학분야 연구 활성화에 획기적인 전기를 마련하게 되었다. 이에 따라 일부 대학에서는 농학관련 대학의 연구비 규모가 다른 어떤 단과대학보다 많은 경우가 나타나게 되었고 이에 따라 우수한 학문 후속세대의 유치도 가능하게 되었다.

<표 4-2> 에서 보는 바와 같이 1999년까지 종료된 28개 과제에는 모두 520명의 연구원이 참여하였다. 과제 당 연구원 수는 최소 6명에서 최대 75명으로 평균 연구원 수는 20명에 달한다. 또한 과제 종료 시점에서 모두 37명의 인재양성이 이루어져 과제 당 1.3명의 인력을 배출하였으며 이중 석사는 28명, 박사는 9명으로 나타났다. 그러나 많은 과제의 보고서에서 인력배출 결과가 누락

된 것으로 보여 실제 양성인력은 보고된 것의 몇 배로 추정된다.

기능성식품 분야의 연구비가 증액됨에 따라 각 연구기관에서의 연구기자재 확충도 상당수 이루어졌으리라 생각된다.

<표 4-2> 기능성식품 분야 완료연구와 연구성과 (1995-1999)

번호	연구 과제	연구 기관	연구 책임자	연구성과										
				기술이전	교육지도	정책활용	타연구활용	특허	논문	학회발표	언론보도	전시	인재양성	연구원수
1	보리 기능성신소재	한식연	석호문				1		2	2	4	4		10
2	채소류 생체방어효소계	경상대	김정환				1		1	7			1	24
3	키틴제품 다양화	한식연	김종태		2				3	5				13
4	미강유 옥타코사놀, 오리자놀	한식연	이영철				1			3				7
5	부추 식품소재화	인제대	권태완		1	1	1		2	9	3	1	4	6
6	프로폴리스 성분분리, 제품개발	한식연	김영연	1						2	1	1		8
7	수산물 염소화합물 검사기술	해양연	강성현		4	1				3	5			19
8	건식 유효평가, 유해분석	과기연	노동석						4	6			3	26
9	천연물 항산화물질	건국대	박동기					1	2	8				39
10	농산물 천연보존제	충남대	성창근	3			3	3	5		3	3		11
11	대두 고기능성 펩타이드	농심	신재익					2	2	9				25
12	천연자원 식품보존제	한식연	유진영					2	2	7				62
13	울무 기능성제품	덕성대	이미순		3			1	5	7			3	
14	고기능성 올리고당 개발	전남대	전덕영	1				2	6	18			6	25
15	키틴원료 및 천연조미료 개발	아주대	조도현	2	2		1	3	12	17			8	75
16	CLA 신소재 개발	경상대	하영래					3	2	20			1	19
17	천연 식용색소 개발	경희대	한태룡				1		12	34			9	13
18	식물소재 향기성분 분석	조선대	김경수		2		1		3	3			3	6
19	마늘 가공기술, 향미물질	중앙대	이영춘					1	1	4	1			15
20	시호 고부가가치화	한식연	김남수											9
21	동아 비만억제 식품개발	한식연	홍석산					1						8
22	지방산에스터 화합물 개발	한식연	권대영											14
23	당단백질 구조분석 고품질화	고려대	김경현					1						10
24	미세캡슐화 신기능성소재 개발	농심	김재훈											21
25	생물자원 향균, 항암, 항산화물질	전북대	신동화											
26	감잎 생리활성 음료개발	영남대	최 청					1						12
27	동과 위장관항진, 항게양 식품	서울대	정홍근											15
28	손바닥선인장 기능성식품	서울대	한용남											28
계				7	14	2	10	21	64	164	18	9	37	520
과제 당 평균				2.5	0.5	0.7	3.6	7.5	2.3	5.9	6.4	3.2	1.3	20

나. 학문적 측면

1999년까지의 종료과제 28건에서 발표된 논문은 <표 4-2>에서 보는 바와 같이 모두 64건으로 과제 당 평균 2.3건을 기록하고 있는데 이 것 역시 실제 발표 건수는 후에 훨씬 늘어날 것으로 보인다. 한편 국내외에서의 학회 발표는 총 164건, 과제 당 평균 5.9건으로 상당히 활발한 발표 현황을 나타내고 있는데 실제 관련 학회에서의 발표를 보면 수많은 기능성식품 또는 식품신소재 관련 연구가 농림기술개발사업에 의해 지원 받고 있는 것을 알 수 있다. 또한 본 사업에 의한 연구가 끝난 후에도 그 결과가 타 연구에서 활용된 예가 10건 보고되고 있어 상당수의 과제가 연구진에 의해 계속적으로 연계진행 되고 있음을 보여주고 있다.

3. 개발된 주요기술

가. 세분류별 주요기술

수행과제 28건은 그 중 23건으로 대부분을 차지하고 있는 기능성식품 분야, 3건의 식품신소재 분야, 2건의 검사기술 분야로 나누어 볼 수 있다. 기능성식품 관련 23과제는 매우 다양한 자원과 기능성 그리고 제품 종류를 망라하고 있다. 식품신소재 분야에서 연구된 것은 천연식용색소개발, 식물소재 향기성분 분석, 미세캡슐화 신기능성 소재 과제를 들 수 있다. 검사기술 분야로는 수산물의 염소화합물 검사기술 과제와 건강식품의 유효성 평가 및 유해분석 과제가 수행되었다. 이들 과제는 식품안전성이나 품질표준화와 관련하여 특히 정책자료로 활용할 수 있는 좋은 결과를 보여주고 있다.

나. 원료 농산물

수행과제에서 기능성식품 개발을 위해 사용된 원료를 보면 대부분 농산물이었다. 곡류로서는 보리, 미강유, 콩, 울무 등이 이용되었고, 채소류로서는 “채소”, 부추, 마늘, 동아 등이 사용되었다. 특용작물로서는 시호, 감잎, 손바닥선인장 등과 함께 여러 가지 약용식물 등이 이용되어 매우 다양한 종류의 농산물이 활용되었다.

다. 개발된 제품형태

연구에서 개발된 제품 형태 역시 과제 특성에 따라 매우 다양하게 나타났다. 대부분의 경우에는 면, 곡류가공품, 음료, 차, 올리고당, 식품소재, 조미료, 보존제, 기타 식품첨가물 등과 같이 식품이거나 식품에 사용되는 형태였다. 그러나 기타 비료, 사료, 약품, 화장품에 사용되는 소재, 첨가제, 겔, 정제 등의 형태를 갖춘 제품도 개발되었다.

라. 기능성소재별 주요 개발기술

기능성식품 분야에서는 모두 23개 과제가 수행되었는데 이들을 기능성소재별로 정리하면 다음과 같다.

1) 기능성 탄수화물 소재

국산 보리를 이용한 신소재 개발(석호문) 과제에서는 보리의 베타글루칸이 농축된 분획을 얻고 이를 활용한 보리 식이섬유 음료, 보리국수나 미숫가루 등의 제품이 개발되었다. 울무를 이용한 가공 및 기능성 제품개발(이미순) 과제에서는 울무의 당뇨, 노화 및 암예방 효과를 분석하고 울무를 이용한 혼합 곡류가공품을 개발하였다.

키틴의 고순도화(김종태) 과제에서 키틴의 압출성형과 autoclaving 공정을 적용하여 용해도와 탈아세틸화도에서 10-25%의 향상을 보였다. 키토산을 노지 고추와 다산벼의 재배실험에 적용하여 병충해 방제효과를 나타내었다. 키틴원료 신소재 개발(조도현) 과제에서는 게 껍질로부터 키토산을 생산하기 위하여 chitinase와 chitosanase 생산 균주를 선발하고 생산된 키토산의 콩나물성장 촉진효과, 항균 및 화상치료 효과 등을 보고하였다.

고기능성 올리고당 개발(전덕영) 과제에서는 말토트리오스를 생산하는 amylase, 말토펜타오스를 생산하는 amylase, 올리고과당을 생산하는 fructosyltransferase, 올리고당을 생합성하는 glucansucrase 등을 생산하는 균주를 선발하고 이들을 이용한 여러 올리고당 생산방법을 개발하였다.

2) 기능성 단백질 및 펩타이드 소재

대두식품으로부터 기능성 펩타이드 소재개발(신재익) 과제에서는 혈압강화 펩타이드로서 HHL을 분리 및 동정하였고, 1330Da의 항암활성 펩타이드를 분리하였으며, 항혈전 펩타이드로서 DEE 및 SSGG의 펩타이드를 분리 및 동정하였다. 이 펩타이드 소재는 현재 상업적으로 활용되어 연간 300억원의 “콩라면” 시장을 형성하고 있다. 당단백질의 3차구조 분석을 통한 농산물 고부가가치화(김경현) 과제에서는 인삼으로부터 당펩타이드를 분리정제하고 이들의 구조를 분석하여 위장질환이나 식품에 응용 가능한 소재를 개발하였다.

3) 기능성 지질 소재

미강유로부터 옥타코사놀 및 오리자놀 생산(이영철) 과제에서는 미강유 부산물로부터 기능성 지질소재인 옥타코사놀과 오리자놀을 용매분획법 및 재감화법 등에 의해 분리 정제하는 공정이 개발되었다. 기능성 축산식품 생산을 위한 지질신소재 개발(하영래) 과제에서는 CLA 및 CLA 유도체를 생산하여 첨가제로 사용함으로써, 콜레스테롤이 낮은 달걀, 닭고기, 돈육, 소시지, 뱀장어, 새우, 우렁 종묘 등을 생산하는 기술을 개발하였다. 지방산 에스테르 식품소재 개발(권대영) 과제에서는 입체특이성이 우수한 리파제를 *Aspergillus*로부터 분리하고 유전공학적으로 생산함으로써 부가가치가 높은 입체특이적 지방산 에스테르 생산기술을 개발하였다.

4) 기능성 Phytochemicals 소재

국산 채소류의 생체방어효소계 활성소재 탐색(김정환) 과제에서는 30종의 채소류에 대한 항암활성을 Ames test, quinone reductase induction assay, SOD 유사활성으로 검색하였다. 채소류 중 쑥갓과 우영이 가장 소재로 확인되어 기능성음료의 소재로 활용하기 위한 가공 최적화가 실험되었다. 부추의 식품소재화(권태완) 과제에서는 부추의 발암물질 활성억제 가능성을 확인하고 식품소재화를 위하여 추출물, 과립, 냉동물 등의 사업화를 위한 기초자료를 제시하였다.

천연물로부터 항산화물질의 탐색 및 이용(박동기) 과제에서는 황금, 화피, 노란초, 정공, 정향, 황련 등으로부터 항산화물질을 분리하였으며 이 중 황금, 화피, 정공, 정향, 황련 등은 식품 및 의약품으로서의 활용가능성을 보고하였다. 농산물을

이용한 천연보존제의 개발(성창근) 과제에서는 김치 보존제로서 포공영 추출물, 장류 보존제로서 마늘, 수삼보존제로서 가자 및 오미자 추출물, 빵 보존제로서 황련, 술 보존제로서 오미자 등을 선별하였다. 국산 생물자원으로부터 항균, 항암, 항산화물질 이용(신동화) 과제에서는 식물자원으로부터 활성성분을 분리하고 이들을 음료나 기타 식품에 활용하기 위한 기술을 개발하였다.

프로폴리스의 성분분리 및 제품개발(김영언) 과제에서는 프로폴리스의 최적 추출조건을 확립하고 이를 이용하여 음료, 젤, 정제, 환 제품 등을 개발하였다. 약용작물 시호의 고부가가치화(김남수) 과제에서는 시호의 사포닌 등 유효성분의 추출조건, 생리활성 평가, 기능성음료 등이 개발되었다. 감잎 생리활성 성분 탐색 및 음료개발(최칭) 과제에서는 감잎으로부터 polyphenol 성분을 분리하여 항균, 항산화, 항암 등 생리활성을 확인하고 감잎으로부터 기능성 음료를 생산하기 위한 기술이 개발되었다.

동아의 비만억제 식품개발(홍석산) 과제에서는 동아의 일반성분과 비만억제 활성을 확인하고 동아를 활용한 차, 음료, 기능성 식품소재 및 발효절임식품을 개발하였다. 위장관운동 항진효과 및 항게양 식품개발(정홍근) 과제에서는 동과 농축액으로부터 기능성 음료 등을 개발하고 그 소재의 위장관운동 항진효과 및 항게양 효과를 확인하였다. 손바닥선인장으로부터 기능성식품 개발(한용남) 과제에서는 손바닥선인장 성분의 항산화, 항혈전, 전통, 항염 등의 생리활성을 확인하고 이 소재를 식빵, 생면, 요구르트, 주류 등으로 가공하기 위한 기술이 개발되었다.

5) 기타 소재

천연자원으로부터 식품보존제 개발(유진영) 과제에서는 박테리오신 생산 우수균주로서 *Lactococcus* sp.를 선정하고 lactococcin Y를 대량생산하기 위한 분리공정이 개발되었다. 이 과제에서는 또한 황련으로부터 항균 활성을 나타내는 berberin을 동정하였다. 마늘의 신 가공기술 개발 및 향미물질(이영춘) 과제에서는 마늘의 냉동저장, 냉동건조, 냉동후 다대기 가공, 마늘 추출물 등의 가공방법을 개발하고 이들의 향미성분을 분석하여 품질평가에 활용하는 방법을 개발하였다.

마. 식품신소재 개발 기술

식품신소재 분야에서는 모두 3개 과제가 수행되었다. 천연식용색소의 개발(한태룡) 과제에서는 유색미, 지치, 치자, 홍화, 홍국균 등으로부터 여러 색소를 분리하여 특성 및 안정성을 규명하고 천연색소의 생산공정과 활용방법 등을 개발하였다. 국산 식물소재의 향기성분(김경수) 과제에서는 과일 33종, 과채류 10종, 향신료 3종의 향기 성분을 GC 및 GC-MS로 분석하였다. 미세캡슐화 신기능성 소재개발(김재훈) 과제에서는 마늘, 고추, SOD, DHA 등의 성분을 미세캡슐화하기 위하여 피복물질 선정, 캡슐의 방출특성 및 안정성 등을 분석하여 효율적인 캡슐화 공정을 개발하였다.

바. 검사 및 분석 기술

검사 및 분석기술에서는 모두 2개 과제가 수행되었다. 수입수산물의 유기염소계 화합물 검사기술(강성현) 과제에서는 PCBs 209종, 유기염소계 농약 23종, 다이옥신류 75종, 디벤조푸란 135종 등의 분석기술 연구를 실시하였다. 확립된 분석방법은 표준분석책자로 발간되었으며 규제기준을 위한 근거를 제시하게 되었다. 건강식품의 유효성 평가 및 유해성분 분석(노동석) 과제에서는 항산화제 phenolics에 대한 다성분 동시분석 방법과 GC-MS 등을 이용한 76종 농약의 동시분석 방법이 확립되었다.

4. 연구성과의 국가 경제적 파급효과

보고된 연구성과는 최종보고서 제출 당시의 것으로, 기술이전이나 논문, 특허 등의 경우 과제 종료 후 수년이 지나야 발표되는 경우가 대부분이므로 실제 연구성과는 보고된 것보다 훨씬 많으리라 생각된다. 이 곳에서의 연구성과 분석은 최종보고서에 나타난 것만을 자료로 하였다.

가. 기술이전 및 교육지도

기술이전은 4개 과제에서 모두 7건이 보고되어 과제 당 0.25건의 수준이나 실제 실적은 이보다 훨씬 많을 것으로 추정된다. 또한 연구결과를 가지고 6개

과제에서 14건의 교육지도가 이루어져 과제 당 0.5건의 실적을 나타내고 있어 상당수의 연구가 바로 산업현장에서 응용되고 있음을 나타내고 있다.

나. 국내외 특허출원 및 등록

특허는 모두 21건이 출원되어 과제 당 0.75건 수준으로 상당한 출원비율은 보이고 있으나 해외출원 건수는 보고된 것이 없다. 또한 종료 시점이 오래지 않아 아직 등록 건수는 보고된 것이 없다.

다. 기타

연구 중 2개 과제의 결과가 정책으로 반영되어 활용되었다. 또한 4개 과제의 결과가 각종 대회 등에서 9건으로 전시되어 사업결과를 홍보하는 기회를 가졌다. 한편 6개 과제의 연구결과는 각종 언론에서 18회 다루어져 본 사업의 성과를 대중에게 알릴 수 있는 기회를 제공하였다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 기능성식품의 기술개발 방향 및 향후 연구과제

기능성식품 분야에서 그 동안 수행된 과제에 의해 학문적으로나 산업적으로 활용될 수 있는 상당한 성과가 있었던 것이 사실이다. 그러나 이 분야에서의 연구 결과가 국제적인 학술지나 학술대회에서 인정받을 수 있는 수준이 되고 국내산업이나 수출용 제품 등으로 활용되기 위해서는 다음과 같은 분야에서의 연구가 더욱 활성화되어야 하리라고 생각된다.

가. 활성성분 분석 및 규명

대부분 과제의 결과를 보면 연구대상이 된 식품소재의 생리활성을 다양하게 분석하고는 있으나 실제 그와 같은 활성을 나타내는 성분이 무엇인지 밝혀내지 못한 경우가 많다. 유효성분이 밝혀지지 않으면 그 작용 기작을 규명할 수

도 없고, 또한 우수제품을 생산하기 위하여 활성성분을 농축하기 위한 생산공정을 개발할 수도 없을 것이다. 많은 활성 성분의 경우 입체구조가 복잡하거나 이성질체가 많이 존재하여 정확한 화학구조를 밝혀내기 어려운 경우가 많겠지만 학제간의 연구 등을 통하여 극복함으로써 정확한 활성성분의 분석은 이루어져야 할 것이다.

나. 활성성분의 작용 기작 규명

활성성분의 화학적 특성이 규명되면 그 작용 기작을 밝히는 연구가 뒤따라야 할 것이다. 최근 들어 모든 건강기능성 연구 분야에서 매우 다양한 기작 규명방법이 개발되고 있으며 또 활발하게 많은 진전이 이루어지고 있다. 이 분야 역시 학제간의 연구에 의해 좋은 연구결과가 나올 수 있으리라 생각된다.

다. 활성성분의 효율적 생산공정 개발

기능성식품소재의 생리활성이 확인되면 유효성분을 효율적으로 생산하기 위하여 건조, 분쇄, 추출, 농축, 분리, 냉장, 냉동 등 생물화학공학적 공정이나, 효소 및 유전자 분리, 형질전환, 생물학적 전환, 미생물에 의한 대량발현 등 유전공학적 생산공정이 필요하게 될 것이다. 각 공정 단계에서는 공정 관여요인의 최적화가 필요하게 되므로 각 공정단계 별로 효율적인 생산방법이 개발되어야 할 것이다.

라. 다양한 제품개발 및 경제성 분석

농림기술개발사업 가공분야에서의 최종 목표는 농산물을 이용하여 국제경쟁력을 갖춘 여러 가지 제품을 생산하기 위한 기술을 개발함으로써, 국내 관련산업과 농업을 발전시키는데 있다고 보겠다. 그 동안 많은 연구가 실제 농민 소득에 기여하지 못했던 이유로 부정적인 평가를 받았던 예가 있었는데 연구 기획단계에서부터 경제성이나 마케팅 분석이 철저하게 이루어지는 것이 필요할 것이다.

제 3 절 발효 효소

I. 서 론

우리나라는 먼 옛날부터 장류나 김치등을 발효시켜 이용해 왔기 때문에 중국의 고서인 「삼국지 위지 동이전(三國志魏志東夷傳)」에서 동이족은 “자희선장양(自喜善藏釀)”이라 하여 양조기술이 뛰어나다고 하였다.

발효는 미생물이나 효소의 작용에 의해서 기질이 되는 원료로부터 인류에게 유용한 물질을 생산하거나 유익한 변화를 가져오는 것을 말한다. 인류가 미생물의 존재를 인식하기 훨씬 이전부터 자연발효된 술이나 요구르트, 장류, 김치등을 만들어 이용하여 왔다. 과학기술이 발달하여 미생물의 정체가 밝혀지면서 부터는 자연발효작용에 관여하는 미생물들을 분리하여 살균된 원료에 접종하여 발효시키는 인공발효에 의해서 각종 발효식품을 만들어 이용하고 있다.

초기에는 전통적으로 만들어지는 제품을 개량하여 이용하는데 그쳤으나 점차 과학기술이 발전하면서 단순하던 발효제품도 광범위하게 다양화 되어 가고 있다.

지구상에 존재하는 미생물은 다양하고 이들이 생산하는 발효산물 또한 다양하다. 이들을 요약하면 다음과 같다.

1. 알콜 및 주류생산
2. 장류, 절임류, 우유발효등 발효식품생산
3. 항생물질 및 항암물질생산
4. 유기산 및 아미노산생산
5. 효소생산
6. 핵산관련물질생산
7. 생리활성물질 생산
8. 균체생산

생물 자원을 비롯한 모든 자원이 부족한 우리 나라 사정에서는 생산성이

높은 미생물이나 효소를 이용하는 산업은 매우 바람직하다. 우리 나라는 장류나 김치류, 그리고 술 등의 전통발효식품들이 일찍이 개발되어 이용되고 있지만 대부분이 자연발효에 의존하는 재래적인 방법에 의한 가내공업적으로 제조되어 이용되어 왔고 과학적으로 규명되기 시작한 것은 경제가 성장하기 시작한 근래의 일이다. 더군다나 이웃일본은 발효기술을 우리 나라에서 도입해 왔지만 재빨리 과학화하고 현대화하여 우리는 일본에서 발효기술을 오히려 도입하고 있는 실정이다. 최근에 와서 우리 나라도 발효기술의 현대화나 생리활성물질의 발효생산 등에 관하여 활발하게 연구되고 있다. 여기서는 지금까지 연구과제로 수행된 발효 및 효소의 이용에 관한 것을 중심으로 그 현황과 전망에 대하여 살펴보기로 하자.

II. 발효효소분야의 국내외 연구동향

1. 최근 선진국의 연구동향

가. 주류

발효식품 중 그 이용역사가 가장 오래되고 많이 이용되는 것이 술이다. 자연발효에 의해서 만들어진 술을 이용하다가 효모를 분리하여 인공발효에 의해서 술의 품질을 개선하고 각종 원료에 따라 다양한 술이 개발되었다. 최근에는 주류의 원료가 되는 주정에 관한 연구는 대체에너지용으로 많은 연구가 진행되었다. 즉, 전분의 무증자 당화기술, 균주의 개량, 바이오리액터의 이용, 분리 정제기술 등을 개량하여 최저의 비용으로 제품을 생산할 수 있는 연구들이 수행되었다. 주류의 생산에 관해서는 이미 연구가 완성단계에 이르고 있다. 다만 주질 개선에 관한 연구로 향기성분의 탐색에 관한 연구들이 최신의 분석장비를 동원해서 실시되고 있다.

일본 청주의 경우 젖산균, 국균, 효모 등의 미생물들을 함께 사용함으로써 다양한 향기 성분을 생성시켜 주질의 향상을 도모하고 있다. 이들에 관하여 국책연구소와 각 회사의 연구소들이 유기적으로 체계적인 연구를 수행하고 있다.

즉 술의 품질을 결정하는 가장 중요한 Koji로부터 알콜류, 에스테르, 카보닐 화합물 등 41종의 향기성분을 동정하였고 그밖에 휘발성 아민 류, 유기산, 휘발성 페놀 류 등 36종의 향기성분을 추가 분리 동정하였다. 한편 청주의 주된 향기성분으로 가장 중요한 isoamylacetate(바나나 향), ethylcaproate(사과 향), ethylacetate(과일 향)등이 알려져 있고 이들의 생성기구에 대하여도 연구되고 있다. 또한 향기를 많이 생성하는 효모를 개발하고 있다.

나. 장류

장류는 콩을 주원료로 하기 때문에 콩의 원산지인 만주지방에서 먼저 개발되어 한국, 중국, 일본등지에 그 이용기술이 전파되었다. 일본은 재빨리 장류의 이용기술을 발전시켜 세계의 중주국이 되었다. 술과 마찬가지로 발효균주의 개량이나 향기생성에 관하여 최근에 많이 연구되고 미생물 이용의 최신 기술도 도입하는 바이오리액터를 이용하는 기술 등에 관해서도 연구되고 있다.

다. 효소류

우리는 옛날부터 옛기름을 물엿을 만드는 당화효소로 이용하였고 서구에서도 맥주제조에 옛기름을 사용하였다. 전통 발효식품인 치즈에는 렌닌을 사용하고 고기의 연화에는 파파인을 사용하였다. 이와 같이 효소는 초기에는 주로 식품공업에 이용하였지만 과학기술이 발달하면서 점차 정밀화학, 의료, 환경, 화학공업등의 분야로 그 응용범위가 확대되고 이에 따라 효소에 대한 연구도 기존의 연구방향과는 다르게 새로운 반응과 특성 및 이용성과 고효율성의 신기능 효소를 탐색하여 유전공학과 생물공학기술을 이용해서 대량생산체제를 확립해 나가고 있다. 최근에는 물이 없는 상태의 반응합성이 실용화되고 생산방식은 유전자 재조합균주발효계를 사용하여 esterase, hydrogenase, lipase, oxidase등을 생산하고 있다. 앞으로는 생체 모방기술의 하나인 인공효소가 합성되어 그 이용범위가 확대될 것으로 기대된다.

<표 4-3> 식품공업에 사용되는 효소의 종류

효소	효소원	용도
α, β -amylase, dextranase, dextranase glucose isomerase	세균, 곰팡이 방선균	물엿, 포도당, syrup
α, β -amylase, dextranase glucoamylase, cellulase, pectinase	세균, 곰팡이	알콜발효(맥주, 주정)
rennet, chymotrypsin, lactase lipase, penicillinase, invertase	동물, 세균 곰팡이, 효모	낙농제품
α, β -amylase, protease glucoamylase, lactase	곰팡이	제빵, 제과
pectinase, naringinase	곰팡이	과일, 야채주스
papain, bromelin	식물	육류가공
glucose oxidase, catalase	곰팡이, 방선균	달걀가공
protease, amylase, cellulase	식물, 세균	생선가공

2. 국내의 연구동향

가. 주류

술의 기원은 5000년 이전으로 거슬러 올라가지만 우리 나라에서는 고구려의 건국담에 처음 기록되어 있다. 고대의 술의 형태는 자연 발효되는 과일주가, 유목시대에는 우유주가 각각 이용되었고 농경시대에 들어서면서부터 곡주가 개발되어 이용되기 시작하였다. 초기의 곡주는 막걸리와 같은 걸죽한 형태의 술이었을 것이다. 「위지고구려전(魏志高句麗傳)」에는 고구려인들이 술빚는 기술이 발달하였다고 하였으며 청주도 이때부터 이미 제조되었고 서기 2~3세기에는 누룩을 개발하여 사용하고 있었다. 고려시대에 들어 와서는 음주풍습이 성행하여 다양한 술이 개발되었다. 즉 백자인주(柏子因酒), 이화주(梨花酒), 백

주(白酒), 방문주(方文酒)등 12종의 술이 이용되었고 그 형태는 현재와 같은 탁주, 청주, 증류주로 구성되었다. 이조시대에 들어 와서도 소주류가 크게 이용되었다.

일제시대에 들어와서는 주세법을 제정하여 통제하면서 각종 다양한 술들이 자취를 감추고 탁주, 청주, 소주로 그 종류가 단순화되었다. 탁주는 대중주로 사용되었으나 경제성장과 식생활양상의 변화로 그 소비량이 점차 감소하고 대신에 소주와 맥주의 소비가 주류를 이루게 되었다. 최근에 주세법의 규제가 완화되면서 각종 전통주의 복원이 활발하게 진행되고 있으나 그렇게 인기를 끌지는 못하고 있다.

한편 각종 약초등을 추출한 리큐르주는 다양하게 만들어져 왔으나 대중화된 것은 매실주가 대표적이고 인삼주는 그 효능을 위주로 인삼주등이 개발되고 있으나 그 맛과 향기가 소비자의 구미에 맞지 않아서 인기를 끌지 못하고 있다.

우리 나라에서 주류에 대한 연구는 주로 누룩과 약 탁주에 관한 것에 대하여 연구하였고 그밖에 주정, 증류주, 과실주 등에 대하여 연구하였다.

옛날부터 술을 만드는데 필요한 누룩의 원료로 밀을 사용하였지만 일부를 연맥, 조, 보리 등으로 대체하고 흑곡을 사용하는 연구와 누룩의 속성을 촉진하기 위해서 크기를 조절하였고 1950년대에는 효소활성이 강하고 속성으로 만들 수 있는 개량된 누룩을 만드는 방법을 연구하였으며 액체국을 이용한 제국법이 연구되었다. 그밖에 대체 원료를 사용하는 방법이나 에타놀을 에너지로 사용하기 위한 무증자 당화나 세균을 사용한 알콜발효 등에 대하여 연구하였고 제품의 향기성분이나 저장방법에 대하여도 일부 연구되었다.

나. 장류

장류는 우리 나라에서 오래 전부터 만들어 왔으나 지금까지도 재래식 장류는 자연발효에 의존하고 인공발효방법은 일본에서 그 제조기술을 도입하여 만들고 있다. 술과는 달리 정부의 통제를 안 받기 때문에 각 가정에서 만들어 이용되어 오다가 6.25사변을 거치는 동안 군납 등으로 공장생산이 이루어지기 시작하였다. 초기의 연구는 한국식 장류의 제조조건을 규명하는 일이었고 자연발효에 의존하던 것을 국균을 사용하고 여기에 다시 낫토균이나 섬유소분해균을

혼합 사용함으로써 숙성기간을 단축하고 향미 개선을 도모하였다. 된장의 원료의 대체, 혼합 균주에 의한 발효 등에 관하여 연구하였다.

고추장은 우리 나라 독특한 장류로 이용되기 때문에 비교적 많이 연구되었다. *Aspergillus*균 이외에 *Saccharomyces rouxii*와 *Torulopsis versatilis*등의 효모를 첨가하는 것이 좋다고 *Aspergillus kawachii*, *Asp. shirousamii*, *Asp. oryzae* 등을 사용하는 연구와 청국장인 경우 *Bacillus subtilis*균에 *Trichoderma viride* 및 *Asp. oryzae*등을 함께 사용하는 연구도 시행된바 있다. 메주숙성중이나 제품의 일반성분, 아미노산, 펩티드, 향기성분등을 분석한바 있고 보존성에 관한 연구도 상당히 진행되었다. 그러나 장 류에 관하여 일본에서 많이 연구되었기에 한국식 간장, 된장, 그리고 고추장에 대하여 주로 연구되었다.

다. 효소류

우리 나라의 효소연구는 1950년대 조금씩 이루어졌으며 주로 고유발효식품에 관여하는 미생물효소를 중심으로 연구되었다. Amylase나 protease에 관하여는 국균 등, 주류나 장 류의 발효에 관여하는 것의 일환으로 연구되었다. 즉 곰팡이 당화효소 역가를 측정하고 활성이 강한 효소를 생산하는 미생물을 분리하고 효소생산 최적조건과 이들 효소의 특성 등을 연구하였다. 내열성이 강한 전분액화효소로서 *Bacillus*와 같은 세균에 의해서 생산되는 amylase에 관해서 집중적으로 연구되었다. 또 이들 당화효소의 이용에 관해서도 연구되었다. 한편 자원의 효과적인 이용으로 섬유소를 가수분해하는 효소에 대하여 상당한 연구가 진행되었다. 즉 섬유소분해능력이 큰 균으로 *Aspergillus niger*를 분리하였고, *Trichoderma viride*, *Myriococum albomyces*, *Chaetomium globosum*, *Stachybotrys atra*, *Alternaria sp.*, *Pleurotus ostreatus*, *Cellulomonas*속 및 *Sporocytosphaera*속 세균 등을 분리하였으며, 이들의 특성 및 효소역가 증진에 관하여 연구하였다.

단백분해효소인 rennin의 대체 효소로서 *Mucor rennin*에 대하여 일련의 연구를 하였다. 즉 *Mucor pusillus*, *Dotchiorella ribis* 등이 protease를 생성하고 *Penicillium*속의 균주도 protease를 생성하며 이들의 특성을 연구하여 rennin의 대용으로 쓰일수 있는지를 연구하였다. 그밖에 *Streptomyces sp*로부터 포도당이성화효소를 분리하였고, *Aspergillus niger*로부터 naringinase를 분리하

였으며, hesperidinase, tannase, 5'-phosphodiesterase, ribonuclease, innulase, mannanase, lactase, tyrosinase, 지방질분해효소, 펙틴분해효, 고정화효소 등에 관하여 단편적인 연구가 진행되었다.

3. 최근 국내연구수준의 선진국 접근도

가. 주류

나라마다 이용되는 술의 종류가 다르겠지만 공통적으로 많이 이용되는 술은 맥주와 포도주, 그리고 위스키나 소주와 같은 증류주이다. 일본에서는 청주가 많이 이용되지만 우리 나라에서는 탁주나 약주가 그렇게 많이 용되지 않는다.

맥주의 양조기술은 거의 표준화가 되어 세계적으로 평준화되어 우리 나라도 선진국과 대등한 기술수준이라고 할 수 있다. 소주의 원료가 되는 주정의 생산 기술 또한 오래 전에 확립되어 우리 나라의 기술수준은 선진국의 수준에 있다고 할 수 있다. 최근에 활발하게 개발되고 있는 전통주의 경우는 옛날의 제조방법을 복원한다는 점에서 매우 낙후된 제조방법을 사용하고 있다. 그러나 이미 축적된 기술을 보급한다면 머지않아 향상될 것으로 기대된다.

나. 장류

장류는 콩을 이용하는 한국 일본 중국에서 이용되는 것이며 따라서 그 생산 기술이나 연구도 이들 나라에서 주로 많이 이루어져 있지만 특히 일본에서 집중적으로 연구 발전시키고 있다. 따라서 장류 관련 기술은 일본이 세계적으로 앞서 있으며 우리 나라의 일부 업체를 제외하고는 뒤떨어져 있고 특히 한국식 장류의 경우는 전통 주류와 마찬가지로 자연발효에 의존하는 낙후된 기술수준에 머물러 있다. 고추장의 경우는 우리 나라 고유의 식품인데 장류의 제조 기술을 응용하고 있기는 하지만 그렇게 앞서 있지는 못한 실정이다.

다. 효소류

효소의 종류는 다양하여 일률적으로 이야기하기는 곤란하지만 산업적으로

많이 이용되는 것은 당화 효소이고 주류산업이나 감미료생산에 관련된 것이 50%이상을 차지하고 있다. 이들 당화효소의 생산기술 수준은 선진국들에 비하여 손색이 없으나 그 밖의 것들은 낙후되어 있다. 이러한 효소생산에 유전공학 기술이 가미되면서 새롭고 독특한 기능을 하는 효소들이 개발되고 있으나 우리나라는 그 시장이 좁아서 선진국에서 도입하여 이용하고 있는 실정이다. 물론 이들에 관한 단편적인 연구는 선진국 수준에 근접할 지라도 일관되게 연구하여 산업화하기에는 시장의 수요가 적은 탓으로 활발하게 연구되지 않고 있다.

Ⅲ. 발효효소분야의 연구성과 및 파급효과

1. 주류

가. 리큐르(침출주)

지역 특산물이나 기능성을 가진 약용식물의 유효성분을 추출하여 기호성을 증진시킨 주류의 개발에 관한 과제가 5건 수행되었다. 즉, 영지버섯, 감초, 당귀, 두충, 오가피, 지황, 황기, 삼백초, 천궁, 녹차, 복분자 및 칩 등에 주정을 가하여 유효성분을 추출하되 최대 추출을 할 수 있는 주정의 농도, 기호성을 증진시킬 수 있는 보조원료의 첨가 조건, 침출주의 숙성을 통한 순화, 성분의 분석, 기능성의 검정 등을 연구하여 제품을 개발하였다. 이런 제품들은 전통적으로 만들어 오던 것들도 있고 새로운 형태인 것도 있지만 이들을 경험적으로 만들어지던 것들을 과학적으로 만들 수 있는 제조조건을 확립하였다.

이들 연구는 활용가능성을 확인하거나 기존의 제조방법을 개선하였으며 실제로 대중화하기 위해서는 이들 재료의 유용성이나 기호성등에 관한 면밀한 연구가 이루어져야 할 것이다. 그렇지 않고서는 특산품으로서 소량씩 생산할 수밖에 없다. 주류는 기호품인 이상 소비자의 기호에 부합되지 않으면 아무리 기능성을 나타내더라도 식품으로서의 가치를 인정할 수가 없다.

나. 발효주

전통주의 품질을 개선할 목적으로 재래식 누룩을 수집하여 효소역가가 높은 미생물의 검색, 선발된 균주를 접종하여 누룩을 제조함으로써 과학적이고 개선된 품질의 전통주를 생산하고자하는 연구와 특수 원료를 사용한 발효주, 즉 봉밀과 과실의 혼합원료, 복분자, 개량 머루, 고구마 등을 원료로 한 발효주의 제조조건을 확립하고 이들 술의 품질을 이화학적 특성을 규명하였다. 리큐르와 마찬가지로 지역의 특산 원료를 사용한다는 것이 주된 목적이지만 경제적 타당성이 검토되어야만 할 과제이다. 즉, 원료의 수급과 소비자의 기호도 등에 관한 연구결과를 바탕으로 해야만 실용성이 결정될 일이다.

2. 장류

장류에 관한 산발적인 연구로서 재래식 간장의 산업적 생산에 관한 제조조건 확립, 간장과 된장의 기능성 물질의 탐색과 기능성이 부여된 장류 제조방법 마련, 재래 고추장의 보존성 증진 등에 관하여 3과제의 연구가 수행되었다.

전술한 바와 같이 일식 장류에 관한 연구는 이미 일본에서 연구되어 그 기술을 도입하고 있는 실정이어서 우리 나라에서 별도의 연구가 필요 없지만 전통적으로 만들어 오던 장류의 현대화를 위해서는 일본의 기술 등을 적용하는 연구가 요구된다. 이런 취지에서 그 제조조건을 검토하였다. 재래식의 경우 독특한 풍미를 위한 균주의 혼합발효가 요구되므로 이에 대한 연구가 보장되어야 하고 나머지는 일식 장류의 방법을 도입하면 될 것이다. 이미 이러한 방법들이 산업화되고 있으나 자연발효에 의존하는 업체들이 많으므로 그의 과학화가 요구된다. 장류의 기능성연구는 그 취지는 좋으나 장류는 조미료이므로 조미료로서의 장류 연구에 중점을 두어야하고 기능성을 부여하더라도 조미료로서의 역할에 역점을 두어야 할 것이다.

고추장의 경우 보존성연구는 제품을 상품화하는데 매우 중요한 과제이다. 열처리나 보존료를 사용하지 않고 알콜이나 식초를 사용하는 연구결과는 매우 바람직하다. 따라서 보다 면밀한 실험을 통하여 산업화에 적용할 수 있는 연구가 요망된다.

3. 효소 제품류

가. 엿기름

최근에 인기를 끌고 있는 식혜음료의 가공에 쓰이는 엿기름의 수요증가로 재래적으로 만들어져 오던 엿기름을 보다 과학적이고 우수한 품질의 제품을 얻기 위한 연구를 하였다. 즉 엿기름제조용 보리의 품종규격을 검토하고 오존 가스처리, 침지 조건, 효소 역가 측정 등에 관한 연구를 하였다. 당화용 엿기름은 종래 맥주제조, 물엿 제조 등에 쓰였지만 물엿의 경우는 세균 amylase를 대량 생산하여 쓰고 있다. 엿기름의 경우는 그 독특한 풍미 때문에 식혜음료에 적합한 것이다. 아무튼 엿기름용 보리생산으로 농가소득에 일조할 수 있는 연구라고 할 수 있다.

나. 미생물 및 효소를 이용한 발효제품

쌀과 사과박에 *Bifidobacterium* 을 배양하여 정장기능이 부여된 음료를 개발하여 농산자원의 활용과 새로운 기호의 음료를 개발하였으며, *Monascus*속의 곰팡이로서 *M. ruber*등 혈압강화작용이 강한 균주를 분리하고 이들의 생리활성을 측정하였으며 이 균을 접종한 된장을 만들고 또한 미생물제제를 만들었다. 다분히 의약품 제품을 생산하는 연구 인바 이것을 실용화를 위해서는 약리 효과 실험이나 임상실험이 보완되어야 하고 식품으로서의 활용에는 어려움을 것으로 판단된다.

화분 가공품은 여러 가지 생리활성기능을 하고 각종 미네랄과 비타민이 들어 있는 건강보조식품으로 많이 이용되고 있다. 이 화분의 외피를 효과적으로 분쇄하고 그 분쇄물의 이용성 증진을 위해서 *Lactobacillus acidophilus* 균을 접종하여 발효시킴으로서 유해 균을 사멸시키고 유용한 물질을 생성시키는 방법으로 가공품의 살균과 품질개선을 도모한 연구를 수행하였다.

한편 전통발효식품에 서식하는 미생물을 분리 보존하여 전통발효식품관련 연구와 제품에 활용할 수 있도록 하는 연구를 수행하였다. 즉, 젓갈시료 187점, 김치 140점, 누룩 302점, 장류118점등을 수집하여 각각 2,761종,2,761종,1845종, 2,052종의 미생물을 분리하여 일부를 동정하고 동결건조하여 보존하였다. 이상

과 같이 광범위하게 시료를 채취하고 이들로부터 미생물을 분리하여 보존하는 것은 매우 뜻 있는 일이며 이러한 작업은 연속적으로 이루어지고 정리하여 활용토록 하는 것이 요망된다.

김치용 양념중 고품위의 액젓을 개발하고 그의 기능성과 저장안정성등을 검토하여 김치제조의 품질개선을 도모하였는바 보다 현실적으로 이용되고 있는 것들의 이용실태, 젓갈의 관능적기능, 젓갈의 품질등 기존의 사용실태를 연구한 연후에 개선된 제품을 개발해야 할 것이다. 국내산 오이를 원료로 한 스위트 피클의 제조조건을 규명하였다.

그 밖에 효소를 이용하여 저칼로리의 유지를 생산할 수 있는 기초연구를 행하였다.

IV. 향후 연구방향 및 과제

각종 농산원료를 이용하거나 특산물을 이용하여 발효식품을 개발하거나 기존의 제품의 품질을 향상시키는 것은 가용자원의 활용이나 농가 소득증대를 위해서 매우 바람직한 과제이다. 유전자 조작기술이 날로 발달하여 종래 이화학적인 처리방법으로 생산되던 것들을 생물학적인 방법으로 영양손실을 줄이고 적은 비용으로 만들고 환경 공해를 줄이는 처리를 할 수 있어 매우 유리하다. 또한 발효식품 이외에도 의약품이나 다른 여러 종류의 제품도 발효에 의해서 생산이 가능할 것이므로 발효산업은 그 가능성이 무한하다.

다만 본 연구사업이 농촌을 대상으로 하는 부분이 많으므로 정교한 기술이 요구되는 미생물과 효소의 관리를 손쉽게 할 수 있는 제품이나 방법을 개발해야 할 것이다. 한편 연구내용이 학술적인 성과 보다는 실용적인 성과를 얻도록 현장과의 긴밀한 협조하에 연구를 할 수 있도록 하고 현장에서 적용할 수 있도록 하는 것이 연구내용에 포함되어야 할 것이다.

요컨대 향후 연구 방향은 농산 자원을 이용하여 고도의 기술을 적용할 수 있는 발효와 손쉽게 현장에서 이용할 수 있는 발효기술의 개발 등 두 방향으로 이루어져야 할 것이다.

여 백

제 5 장 원 예

제1절 버섯

김광포(농업과학기술원)

제2절 과수

김정호(한국과수협회)

제3절 채소

박권우(고려대학교)

제4절 화훼

이정식(서울시립대학교)

여 백

제 1 절 버섯

I. 버섯분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 버섯분야에 대한 연구동향

가. 유럽의 버섯연구동향

유럽의 울창한 산림이나 안개와 습기가 높은 기후조건은 각종 버섯이 야생하는데 알맞는 조건이 되어 이들 버섯은 많은 사람들과 친숙하게 되었다.

그 중에서 양송이(*Agaricus bisporus*)는 일찍부터 야생되는 것을 유럽인들이 애용하게 되었다. 그 후 본 버섯에 대한 인공재배법이 시도되어 성공하게 되었다.

1860년대 유럽에서 양송이의 순수분리법과 종균제조법이 성공되면서 새로운 전기가 마련되어 버섯 산업에 대한 급격한 진전을 보게되었다.

그 후 화란에서는 밀짚을 이용한 발효 퇴비제조법이 개발되었고 단기 및 장기 발효법이 확립되어 120%의 증수 효과를 보게되었다.

1950년대에서는 노동자의 인건비 상승에 의한 기계화 연구가 시작되어 이차대전 후에는 퇴비제조기계, 입폐상 작업의 기계화에 의한 생력재배의 기초가 확립되었다.

1960년대에서는 터널식 자연발효법이 개발되어 증수 및 생산효율이 30-40% 향상되게되었고 독일, 프랑스, 스위스등에서는 새로운 품종으로 백색종 이외에 갈색종등을 육성하여 가공통조림 뿐만 아니라 생버섯으로서의 시장성을 크게 향상시켰다.

1970년 이후에는 유럽 각국에서 시장성이 높은 고품질 버섯을 목표로 하여 생버섯 위주로 개발 육성 장려 되었고 급격한 수요증가에 부응하기 위하여 대규모 기업농장이 확대되어 이때부터 전체 생산량이 급증하게 되었다. 또한 품종에서도 지금까지의 소형위주에서 대형버섯 그리고 가공 통조림에서 생버섯

에 목표를 둔 신품종육성과 배지제조 재배관리법이 새롭게 개발되었다.

최근에는 버섯 품목이 다양화되어 각종 야생버섯의 인공화는 물론 동양권에서 애용하는 느타리버섯 표고, 팽이버섯 등의 재배면적 및 수요가 증가되고 있어 이에 관한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다는 것이 특징적인 경향이다. 또한 기능성버섯에 관하여 집중적인 연구사업도 시작되고 있으며 독일에서는 외생균근성 버섯도 연구되어 침엽수의 묘목에 접종하여 비료의 무시용 효과를 검증하고 있는 상태이다.

<표 5-1> 유럽의 연구동향 분석표

구 분	과거(1990년대 이전)	현대(1990년대 이후)
연구대상버섯	양송이	양송이 등 식용 및 약용버섯
연구목표	양송이 위주로 식품적 가치에 중점을 두었음.	버섯종류를 다양화하여 식용 및 기능성 역할 연구영역을 확대
품종육성	야생종 또는 수집균에 대한 선발육종 교배육종과 종균제조기술에 중점 연구	신품종육성을 원형질체 융합 등 분자유전학적 연구가 실용화되고 있음.
재배기술	퇴비제조기술, 대량생산, 주년재배 기계화 연구	자동기계화, 생력재배 고품질 관리 기술, 생버섯위주 관리
주요개발기술	야외발효 기계화, 터널재배	자동발효화 작업 과정의 전산화
시장 및 소비성	생산 및 소비는 양송이 단일 품목이 90%	생산 및 소비는 양송이 85% 기타버섯 15% 정도로서 이들 버섯이 증가 추세

유럽버섯의 연구동향을 알려면 최근 버섯 생산 현황을 보면 알 수 있다. 버섯산업이 활발하고 수출량이 많은 국가는 네덜란드로서 국민 1인당 버섯 소비량도 높지만 생산량이 높기 때문에 버섯산업이 크게 발전되어 있고 독일 및 프랑스, 영국등도 버섯 산업이 크게 발전되어 있지만 소비량이 높기 때문에 일부는 이웃나라에서 수입하고 있다. 종균산업은 버섯재배의 기본이 되는 것으로 버섯산업의 중요한 지표가 되는데 헝가리의 실반회사(Sylvan)가 유명하다. 동 회사 실반은 1992년 유럽에서 가장 큰 소미셀(Somycel)회사를 흡수하여 현재와 같은 세계에서 가장 큰 굴지의 회사가 되었다. 현재는 세계시장에 거미줄처

럼 퍼져있는 네트워크가 있어 세계의 중추적인 역할과 시장을 크게 지배하고 있다. 그동안 다양한 버섯 품종의 육성에서 체세포융합과 유전인자의 변형체 생성 및 증식 이용에 의한 신품종을 육성하고 있다. 최근에는 영양체 번식에서도 F1 이후의 퇴화 및 생산량저조를 방지하는 육종산업을 경영하고 있다.

<표 5-2> 유럽버섯산업 현황 (프랑스 아미셀 1999 제공)

국가명	생산량(A) (톤)	소비량(B) (톤)	비교(A-B)	소비율 (%)	1인당 버섯소비량 (g/1인/년)
독일	60,000	221,000	△161,000	26	2,300
프랑스	145,000	152,000	△7,000	18	2,900
영국	110,000	135,000	△25,000	16	2,600
이탈리아	88,000	118,000	△30,000	14	1,800
네덜란드	255,000	59,000	96,000	7	4,100
스페인	80,000	34,000	46,000	4	1,100
벨기에, 룩셈부르크	44,000	34,000	10,000	4	3,200
아일랜드	60,000	26,000	34,000	3	2,600
덴마크	7,000	2,000	5,000	-	-
스웨덴	-	17,000	△17,000	2	-
기타	-	51,000	△51,000	6	-
계	849,000	849,000	0	100	

※ 소비율 : 국가별 소비량/유럽전체 생산량×100

나. 미국의 버섯연구동향

미국의 버섯연구는 1800년대까지는 유럽과 동일한 연구권역에 속하여 이들 두 지역은 소비시장이 유사하고 생산 및 소비제품 생산 형태가 거의 동일하였다. 그러므로 이들 두 지역은 빈번한 인적 교류와 물류의 무역에 의한 유사한 점이 많았다. 그러나 1900년부터는 미국의 곡물증산에 의한 밀짚, 옥수수대 등 부산물의 양산과 버섯 소비시장이 확대되고 거대한 석회동굴의 발견으로 양송이 산업이 크게 발전되는 계기가 되었다. 특히 버섯 소비량의 급증으로 수입량의 증가도 있지만 자체 생산량도 2배로 증가하게 되었다. 이때부터 미국자체에서 버섯육종과 대형 종균 배양소가 운영되어 버섯 산업은 크게 발전되어왔다.

특히 펜실베니아 대학에서는 1960년대부터 현재까지 많은 연구가 이루어져서 양송이에 대한 품종육성과 석회암 동굴재배에 알맞는 퇴비제조 환경관리와 넷트시스템에 의한 자동기계화 연구가 성공되어 생산비 절감은 물론 대량생산의 기반이 이루어지게 되었다.

최근의 연구 경향으로서는 버섯류의 유전자원 고도이용기술의 개발을 위하여 DNA분석에 의한 동일 품종에서 Strains간의 판별기술의 개발과 변이균주의 분자 생물학적인 해석에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 각종버섯에 기생하는 병원세균의 분자생물적 분류동정에 관한 연구가 추진되고 있다.

다. 일본의 버섯연구 동향

일본의 버섯 연구의 경향을 국가 연구기관에서는 버섯의 기초 및 기반연구만 수행하고 버섯 종류별 재배기술이나 품종육성 연구등은 민간 기업체 연구소에서 실시하고 있다. 그러므로 현재 일본에서 재배되는 대부분의 버섯 신품종은 민간종균 배양소 또는 재배농장에서 육성한 것이 거의 전부를 차지하고 있다. 현재 일본에서 중요시되고 버섯으로서는 송이(松栢), 표고버섯, 맛버섯, 잎새버섯 등으로 주로 산림부산물로서 생산될 수 있는 버섯을 연구하고 있다.

최근의 연구 경향으로서는 버섯의 분류동정에서 종래의 형태적 분류와 병행하여 분자 생물학적인 분류방식을 채택하는 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 버섯의 방향성 향기 성분과 버섯의 자실체 분화기작 해명등에 관한 연구가 수행되고 있다. 버섯유전에서는 버섯 돌연변이 검출기술 개발과 식용버섯의 유전자 연쇄지도 제작과 그 효율성 구명을 연구하고 있다. 최근에는 송이버섯을 포함한 각종 버섯에 대한 기능성 성분의 탐색과 그 이용기술에 대하여 중점적인 연구가 추진되고 있다.

2. 국내의 버섯분야 연구동향

우리나라 버섯연구는 일본과는 달리 국가주도의 연구사업이 95%를 차지할 정도로 민간 연구는 매우 빈약한 상태에 있다.

버섯연구의 중추적인 역할을 하고 있는 농업과학기술원의 연구 동향을 보면

다음과 같다.

버섯연구는 크게 나누어 버섯의 유전 육종연구, 버섯자원개발연구 및 버섯 증식환경과 병해충 연구 등으로 구분될 수 있다.

버섯 유전 육종 연구는 버섯류의 형질전환체 확인 및 이용기술로서 형질전환에 의한 유용모본 육성과 돌연변이체의 유전형질 분석은 물론 자실체 형성 기작의 유전적 해석 및 활용연구 등이 있다.

버섯류의 신품종 개발에서는 회색 다발성 균주를 육성하기 위하여 느타리버섯 원형질체 융합 및 교배육종으로 에너지 절약형 품종과 바이러스 무병균주 육성을 목표로 하고 있다. 유용담자균이 대량증식 및 이용기술 개발을 위하여 공생성 균류를 포함한 기능성 버섯류의 개발 및 물질탐색등의 연구에 중점적으로 수행할 계획에 있다. 주요병해연구로서 길항균을 이용한 푸른곰팡이 병원균등이 친환경적 방제 기술과 Hypocrea 병원균의 분자생물학적 분류와 방제 기술등을 연구할 계획에 있다. 이밖에도 농촌진흥청 기계화 연구소에서는 버섯에 이용될 수 있는 각종 기계류와 재배시설 등에 관한 연구를 수행하고 있고, 경기도 농업기술원의 버섯연구소와 각 도의 농업기술원에서는 버섯재배 기술 개발에 중점을 두고 있으며, 최근에는 신품종 육성과 분자생물학적인 접근은 물론 새로운 버섯 자원개발 연구 방향으로 전환되고 있다.

버섯연구 경향을 파악하기 위하여 한국균학회에 발표한 연구논문을 분야별로 최근 3년간에 걸쳐서 정리하여 보면 분자생물적인 유전, 품종 육성 27~32%로서 그 비율이 높으며 이는 연도별로 약간씩 증가 추세에 있다. 다음은 버섯 유용자원 개발 연구 비율이 32~36%로서 높으며 매년 증가추세에 있는데 이는 새로운 버섯 개발과 기계화 연구등이 증가하는 것이 반영된 것으로 분석된다. 버섯의 분류, 생리 생태등은 3년간에 큰 변동없이 17~18%를 차지하고 있으며 버섯의 기능성 구명과 병해충 방제등은 아주 중요한 분야인데도 불구하고 비율이 낮고 3년 간에도 증가되지 않고 있으며 특히 해충방제에 관한 연구가 아주 빈약하므로 이 분야에 대한 연구의 촉진이 요구되고 있다.

<표 5-3> 한국군학회지에 게재된 연구논문 내용별 분류

주요항목	발표년도별논문비율(%)			평균
	1997	1998	1999	
분자생물 유전,육종	27	29	32	29.3
분류형태 생리생태	17	18	18	17.7
유용자원 개발기술	32	34	36	34.0
버섯기능성 구명	10	8	7	8.3
병해 생태 및 방제	12	11	7	10.0
해충생태 및 방제	2	-	-	0.7
총 계	100(17)	100(19)	100(18)	100

※ ()안의 숫자는 논문 편수임.

3. 선진국 대비 국내 연구 수준 비교

선진국과의 연구수준과 비교하여 보면 대상버섯 중에서 선진국에서는 양송이가 주가 되고 있으나 일본이나 우리나라에서는 양송이 이외에 각종 버섯으로 그 종류가 다양한 것이 특징이다.

또한 기술수준의 격차가 심한 부분은 분류, 생리 생태연구 분야와 병해충의 생태 및 방제 분야가 아주 취약한 부분이며 특히 바이러스 연구 및 해충생태 방제에 관한 연구가 더욱 취약한 상태에 있다.

선진국을 어느정도 따라갈 수 있는 분야는 유용버섯자원 개발과 일부의 병해방제기술 이라고 할 수 있으며 버섯 유전 및 육종분야는 느타리 및 팽이버섯은 어느정도 따라갈 수 있으나 양송이 및 기타 유용버섯은 크게 격차가 있음을 알 수 있다. 버섯의 기능성 분석 및 이용에 관한 연구는 일본, 중국에서 중점적으로 연구되어 최근에는 서구 제국에서도 활발하게 이루어지고 있으나, 우리나라에서는 이 분야가 아주 취약하고 금후에도 더 활발하여 연구될 전망이 적으므로 이 분야에 대하여 특정 과제 연구로서 강화시키는 것이 좋을 듯하다.

버섯류의 종류는 전 세계적으로 11,000여종으로 보고되어 있으나 그중에서

2,000여종만이 분류되어 있고 인공적인 재배법이 개발된 것은 수십종에 불과하다. 버섯종류에 있어서도 국내에서는 사물기생균은 어느정도 개발되어 있으나 공생성 균류와 외생균근균의 개발이 극히 취약한 상태에 있다.

버섯류에 대한 분류전문 분야가 매우 취약하고 유용자원의 확보가 부족하고 버섯분야도 전문가가 부족한 것 등이 외국에 비하여 취약한 점이라고 할 수 있다.

이상에서 언급된 취약분야에 대한 연구는 대형과제로서 계획되어 각 분야별 전문연구가가 참여할 수 있도록 하여 국가주도의 특정연구과제에 반영시켜서 선진외국과의 기술격차를 메꾸는데 중점을 두어야 될 것으로 본다.

II. 버섯분야의 연구성과 및 파급효과

1. 버섯분야의 성과 분석

버섯 연구 분야는 농림기술개발사업에 의해 6과제가 수행되었는데 이는 아주 빈약한 상태였다.

이들 과제는 버섯품종 육성 분야에서 신품종 육농1호를 육성하여 품종으로 정식 등록되어 농가에 보급한 결과 반응이 아주 우수하였다.

이를 계기로 하여 민간 배양소에서도 품종 선발 및 육성에 큰 자극제가 되어서 품종육성 사업에 착수하게 되었다.

품종육성 분야는 버섯에 관한 전문 연구소 및 민간 연구소에서도 한계가 있기 때문에 금후에도 계속 추진 할 가치가 있을 것으로 본다.

버섯 재배법 개발에 있어서는 그 결과가 빈약할 뿐만 아니라 체계적인 과제 수행이 곤란하므로 금후에는 특수한 경우를 제외하고는 크게 장려하는 것보다는 선별적으로 추진하는 것이 효과적일 것으로 본다.

농산부산물 활용기술 분야는 폐자원의 재활용면에서 아주 유용한 과제임을 알 수 있다. 그러나 이는 버섯에 활용시 유해성 여부도 검토한 안전성 문제도 병행되어야 할 것으로 본다.

버섯의 액체종균 개발 이용 분야는 이와 유사한 과제가 많이 있었으나 이는 새로운 분야이고 실용성이 높은 것으로서 과제선정 및 수행가치가 클 것으로 본다.

금후에도 이를 이용한 대량생산 체계와 균사체 산물에 대한 이용 효과 및 액체배양된 균사체를 농가에서 쉽게 활용할 수 있는 방안에 대한 연구의 수행이 있어야 한다.

버섯의 병해 생태 및 방제 분야는 버섯산업 발전에 필수적인 요인임을 부인할 수 없다. 지금까지의 연구결과는 실용성은 낮으나 기초연구로서 가치가 크게 나타났다.

이들 결과는 산업화율은 낮으나 금후에는 실용성이 크게 증대될 것으로 분석된다.

<표 5-4> 버섯분야 연구 수행과제의 세분표(농림기술센터 주관)

분야별 분류	과제수	자료활용(%)	성과분석 및 평가
버섯품종 육성	1	대농민 기술교재 활용에 홍보활용 신품종 특허출원	신품종 육농1호 육성 품종등록후 농가보급 완료, 농가반응 양호
재배법 개발	2	목질진흙버섯 개발	재배법 개발 보급으로 실용성 높게 평가됨
		툽밥 발효법 개발	활용가치는 높으나 안전생력 방법이 요구됨
부산물 활용기술	1	종이 부산물활용 버섯 재배개발	폐신문지의 안전성 입증 버섯 재배결과 양호 농가보급 추진
액체종균개발이용	1	산업체 이전 기술실시 계약체결 실용화 높음 대농민 기술교육자료 활용	국산화, 생산비 80%절감, 생산성 50%향상, 팽이버섯에서 대부분이 사용증임
병해생태 및 방제	1	병원균주 및 효소면역 측정법 발명특허 (98-2022)	병원균의 동정 및 진단법 개발 방제법 개발로 농가소득 향상

버섯분야에 대한 연구 결과를 필자 나름대로 분석한 결과 버섯품종 육성이 가장 활용성이나 대농민 기여도 및 산업환율이 90-95%로 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 재배농가에 직접 침투되어 실용화 될 수 있으므로 그 기여도가 아주 높다.

다음은 액체종균 개발 이용 연구로서 이들 결과는 연관연구소 및 민간인 배양소에 대한 기여도가 아주 높다.

지금까지 실용화에는 자신이 없던 팽이버섯농장에서도 실용화가 시도되어 지금은 활용성이 크게 증대되었다.

병해 생태 및 방제 연구는 실용성 있는 방제기술이 확립되지 못하였다. 이를 기반으로 모든 방제의 연관 산업이 발달되었고 기초연구가 확립되는 등 우리나라 버섯 병해 연구의 기반이 조성되었다고 볼 수 있다.

<표 5-5> 버섯분야 연구결과의 평가 수준

분야별 분류	평가결과			
	활용성	대농민 기여도(%)	연관분야에 대한기여도(%)	산업환율(%)
버섯 품종 육성	극히 양호	95	90	90
재배법 개발	보통	70	75	70
부산물 활용기술	양호	80	85	85
액체종균개발 이용	극히 양호	95	95	95
병해생태 및 방제	양호	85	85	80

2. 연구성과가 농업분야에 끼친 파급효과 분석

가. 기술적 측면

본 과제중 액체배양 기술의 확립은 버섯의 생리 생태에 입각한 종합적 배양 기술의 산물로 볼 수 있다.

따라서 이에 연관된 버섯균주의 요구영양원 배양환경요인으로서 산소 공급량, 호흡과 분해 대사산물 발생 및 분식 영양원 종류별 특성과 대체 염가 영양

원 개발 등 연관 학문이 크게 발전시킬 수 있었다. 또한 버섯자원 분리기술, 기생성 균류의 특성과 증식등에 관한 기술향상에도 크게 기여할 수 있었다.

<표 5-6> 버섯 분야의 연구 실적 분석

구 분	실 적
논문발표	4건
특허출원	4건
산업체 이전 활용	5건
농어교육참여	1,350명
홍보활용(신문, TV)	14건

나. 경제 산업적 측면

본 과제가 수행됨으로서 상황버섯 등 고부가성 버섯의 상품화 개발에 큰 역할을 하였고 버섯재배 면적의 확대에 의한 농가소득의 증대는 물론 친환경 농업을 촉진하는데도 큰 역할을 할 수 있다.

본 과제에서 수행한 병해 방제의 기반 위에서 고품질버섯이 생산됨으로서 버섯은 맛과 향이 우수한 식품의 육구를 충족시킬 수 있는 미래형 식품으로서 국민건강 향상에도 큰 몫을 할 수 있다.

다. 연구인력 양성적 측면

본 과제를 수행하는 동안에 총 76명의 전문인력이 투입되었고 연구 보조원으로서 다수가 참여하여 이들의 버섯전문가로서의 기술축적에 크게 공헌하였다.

또한 대학 교수들도 자기전공 이외에 버섯 분야까지 연구 영역을 넓힐 수 있어서 그만큼 버섯 산업 발전에 크게 기여할 수 있는 고급인력과 기초자의 인력 양성면에서도 기여한 바가 크다.

라. 버섯재배 농민에 대한 지도적 측면

본 과제에서 수행된 기술은 대농민 교육시에 활용함으로서 그 효과가 크다.

즉 새롭게 개발된 새로운 지식은 농민에게 큰 흥미를 유발시킬 수 있고 직접 피부에 닿는 내용에 접함으로서 교육효과가 배가 될 수 있다고 볼 수 있다.

더욱이 모든 시민들에게 버섯에 관한 흥미있는 과제 수행결과를 홍보 교육함으로써 농특세를 내는 시민들에게 좋은 효과를 가져왔다고 분석된다. 항간에 떠도는 농특세의 연구투자효과가 형편없다는 소문을 불식시키는데 중요한 역할을 하였다고 볼 수 있다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

버섯분야의 연구결과에 대한 파급효과는 다음과 같이 평가할 수 있을 것으로 본다.

가. 버섯 품종육성 및 보급효과

우량 버섯 모균주간의 교배 및 선발에 의한 신품종의 육종 보급효과는 대단히 크다고 볼 수 있다. 지난해에 농림 특정연구과제에서 수행하여 신품종으로 육종 보급된 느타리버섯 “옥농1호”는 재배농민의 호응도가 높아서 민간인 각 배양소에서 증식 배양하여 판매한 결과 경제적인 소득이 아주 높았다. 특히 이와같은 사례를 보여줌으로서 민간 기업체 및 배양소에서도 자극제가 되어 금후에는 다수의 품종이 선발 또는 육종된 것으로 본다. 국내에서 우량한 품종이 1종이라도 보급되면 외국에서 도입되는 품종대신 국내산 대체 효과가 높으며 버섯품종은 보급속도가 빨라서 국내에서는 6-12개월 이내에 급속하게 파급되는 효과를 볼 수 있다.

나. 새로운 버섯자원 개발 효과

버섯자원은 11,000여종이 잠재되어 있으나 대부분이 미개발 상태로 잠자고 있다. 이들은 분류동정하여 그 특성을 검정함으로써 각종버섯에 대한 인공재배의 기초가 확립될 수 있어 농가 소득원 확대에 크게 기여할 수가 있다. 예를들면 진흙버섯(상황)을 들 수 있겠다.

다. 버섯 분류 체계의 정립효과

버섯분류 연구는 그 분야가 넓고 많은 예산과 다수의 전문가가 요구되고 있기 때문에 본 농특과제에서 분야별 전문가가 연합하여 공동연구 함으로서 분자유전학적인 분류체계의 정립과 다수의 버섯종이 분류동정되어 버섯산업의 기초는 물론 식·독버섯의 판별법의 정립으로 버섯의 중독사고를 사전에 예방할 수가 있다.

라. 버섯 병해충 방제효과의 증대

버섯류에 피해를 주는 각종 병해충에 대한 체계적인 연구가 이루어짐으로서 그 파급효과가 매우 클 것이다. 지금까지 정립된 세균성 갈반병과 푸른곰팡이 병원균에 대한 과제가 완결됨으로서 그 결과에 대한 재배농가의 응용효과가 클 것으로 본다.

특히 아직 미개척 분야인 바이러스에 대한 재배농가의 피해가 검증되는 시점에서 이에관한 연구는 앞으로 그 기대되는바가 크다.

금후에도 병해충 연구과제가 확충됨으로서 더욱 파급 효과가 증대될 것으로 본다.

마. 버섯류의 기능성 물질 탐색 이용 효과

최근에 소비자의 관심이 높아진 각종 약용버섯에 대한 기능성과 효능이 밝혀짐으로서 이를 이용한 건강식품과 성인병 예방치료에 널리 이용되고 있다. 특히 천마, 동충하초 및 진흙버섯(상황)에 대한 연구과제가 완료됨으로서 그 파급효과가 크게 작용되어 이들 버섯이 이제는 우리나라에 정착되어 매년 재배면적이 증가추세에 있고 생산과 소비가 안정된 상태에 있다.

바. 농가소득향상에 크게 기여함

버섯류에 대한 연구사업은 국가 연구소에서는 인원과 예산이 한정되어 있기 때문에 연구폭이 좁고 제한사항이 많게된다. 더욱이 민간인 사업소의 연구활동은 열악하여 이것마저 크게 기대할 수가 없는 실정에 있다.

그러므로 본 농림기술과제의 수행은 연구 수행기회가 확대되어 그 효과가 크게 나타나게 되었다.

각종버섯에 대한 액체종균 개발 및 이용효과 과제와 바이러스 연구과제 천마 재배체계 기술 확립, 주요병원균의 생태 및 방제에 관한 연구과제는 재배농가에 응용됨으로 농가소득과 직결하게 되었다. 그 결과 버섯재배면적은 해마다 증가추세에 있고 춘, 추의 편중 재배에서 여름, 겨울철의 불시재배와 큰느타리버섯, 왕송이 등 새로운 버섯재배가 실용화됨으로서 농가소득 향상에 크게 기여하고 있다고 판단된다.

사. 농민기술수준 향상

본 농림기술과제에 대한 결과는 홍보기관에서의 소개는 물론 대농민 기술교제와 TV, 신문, 월간지 등에 소개됨으로서 버섯 생산기술이 크게 향상되고 있다. 느타리버섯의 신품종 육성보급과 병해충 방제 및 재배기술의 개선등은 물론 종균제조 기술등을 일선 재배농민에게 그대로 침투되어 전문기술자의 기술수준향상에 크게 기여된 사실을 누구도 부인할 수가 없을 것으로 본다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 버섯분야 기술개발 방향

가. 버섯류의 유전생리 연구

버섯류의 유전적 특성과 생리적 특징에 대한 연구가 극히 미진한 상태에 있다. 이는 많은 예산과 전문인력이 소요되기 때문에 그 영역을 넓히는데 한계점이 있다.

이 분야에 전문연구 인력이 협동하여 세부분야별 과제수행이 추진됨으로서 신품종육성을 위한 민간기업체 연구자의 기초자료를 제공할 수 있고, 체계적인 품종육성을 실시하는데 기본 자료로서 활용이 가능할 것으로 본다.

나. 버섯류의 신제품 육성연구

각종 버섯류의 신제품육성을 버섯산업의 활성화 및 재배농민의 소득 증대와 직결되고 있다.

동일한 경영비를 투자 조건에서 우량 품종으로 교체함으로써 고품질 증수에 의한 소득증대 효율이 대단히 높게된다. 그러므로 신제품 육성연구는 확대 강조하여야 할 분야임에 틀림이 없다. 더욱이 민간 연구소에서도 품종육성연구가 시도되고 있기 때문에 이들에게도 길을 열어 줄 수 있는 계기가 되어야 한다.

다. 새로운 버섯 자원개발 및 이용기술 연구

유용한 버섯자원 중에서 미개발된 자원은 약 8,000여종으로 알려져 있으며 그중 약용버섯 및 식용성 유용균류가 잠재되어 있어서 이를 개발함으로써 유용 신물질의 이용과 신소재의 활용가치가 클 것으로 기대된다.

이를 위하여 잠재된 각종 버섯에 대한 분류체계의 정립 및 특성검정, 증식환경의 조건구명과 최적 배지의 제조기술에 대한 연구수행이 유용할 것으로 본다.

라. 환경친화형 버섯생산기술개발 확립

버섯은 원래 환경친화형 농업이지만 버섯종류에 따라서는 인위적인 환경조건 조절과정에서 환경 친화형 재배농법으로 전환될 수 있는 개발이 요구된다. 자연환경에 의존된 진흙버섯(상황), 큰느타리버섯, 천마등에 관한 생력적이고 환경에 의존된 자연농법의 개발이 요구된다. 또한 폐자원을 최대한 활용할 수 있고 사용배지의 고압살균법을 대체할 수 있는 상압 살균이나 자연상태에서의 재배기술 확립 연구가 요구된다.

마. 각종 기능성 버섯의 개발 연구방향

버섯자원 중에는 기능성이 다양하고 그 효능을 검증하는데 최신검정기계의 등장으로 새로운 기능성이 속속 구명될 수 있기 때문에 이분야의 연구 강화가 요구된다.

특히 기능성에 대한 약학 의학계의 협동연구를 수행함으로써 연구기간의 단축과 효율적인 연구결과의 보급효과도 클 것으로 본다.

바. 병해충 생태 및 방제효과

버섯은 균류의 일종으로서 각종 균류와 동일한 생리적 조건에서 경쟁적으로 성장되어야 하기 때문에 병원균의 생태 및 방제법 확립연구가 요청되고 있다.

그러므로 병해충에 대한 생태 및 방제효과에 관한 연구과제는 우리나라의 버섯산업 발전에 큰 몫을 할 수 있다고 본다.

특히 바이러스의 발생에 의한 피해점증으로 버섯산업에 큰 위협이 되고 있다. 또한 해충으로서 버섯파리, 응애등에 관한 집중연구가 요구되고 있다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 버섯류의 유전 생리 연구

각종 버섯의 형질전환에 의한 유용모본 개발을 위하여 생육단계별 유용유전자의 cDNA 염기서열 분석 및 유전형질의 유전양상 분석

각종 버섯류의 자실체 형성기작의 유전적 해석 및 활용에 관한 기술개발

버섯 체세포 잡종에 의한 임성기작 해석 및 각종 유전자원의 교배형에 의한 유전자형 DB화 등에 관한 연구가 요구된다.

나. 버섯류의 신품종 육성 연구

각종 버섯자원의 수집 및 특성시험과 더불어 우량모균주 확보를 위한 국내에 부존된 균주의 수집정리 특성검정이 이루어져야 한다.

각종 버섯류의 양질 다수성 신품종 육성을 위한 단핵균주간 교배 및 원형질체 융합균주 육성등에 관한 과제가 있어야 한다.

다. 새로운 버섯자원개발 및 이용기술 연구

세계적으로 각 지역에 부존되어 있는 버섯자원을 적극 발굴하여 생리적 특성검정은 물론 그 특성을 D/B화하여 유전자원으로서의 활용할 수 있도록 하여야 한다.

수집된 균주에 대한 독성유무, 이용성 등을 개략 조사하여 도감 제작 및 기술 교재를 발간하여 보급하여 일선에서도 활용하도록 하여야 한다.

라. 환경 친화형 버섯 생산기술 개발

우리나라 기후조건에 알맞는 버섯류의 개발로 저 에너지형 버섯 품목의 확대연구가 수행되어야 한다.

부존된 각종버섯에 대한 분류체계의 정립, 특성검정, 최적 배지의 제조기술에 대한 연구 수행이 유용할 것으로 본다.

마. 각종 기능성 버섯의 개발 연구

버섯은 대부분이 유용 신물질이 함유되어 있어서 각종 분자 생물학적 및 면역학적 연구를 위한 신소재로의 가치가 잠재되어 있기 때문에 이 분야에 중점을 두어서 과제 선정이 이루어 져야 한다.

각 버섯류에 함유되어 있는 유용물질의 구조분석, 대량증식 기술 정제 및 이용기술 개발 등의 연구수행

바. 병해충 생태 및 방제 효과

바이러스 분리 진단기술과 조기 검정기술의 확립 연구가 있어야 한다.

바이러스는 버섯에 치명적인 손상을 가져오지만 이에 관한 연구가 거의 없기 때문에 금후에 크게 문제시 될 것으로 본다.

해충에 관한 연구가 현재는 극소수에 지나지 않기 때문에 버섯파리, 선충, 응애등에 관하여 생태적 특성과 방제에 관한 과제가 설정되어야 한다.

병원균으로서의 각종 세균병과 새롭게 발생하는 각종 균류에 대한 특성 및 방제기술에 대한 체계적인 연구가 이루어져야 한다.

제 2 절 과 수

I. 과수분야의 국내외 연구 동향

1. 선진국의 과수에 관한 연구 동향

가. 과수 육종 분야

과수 육종 기술은 교배육종, 돌연변이 육종, 배수체 육종, 내병충성 육종, 생명공학 이용 육종 등으로 나뉘는데 교배육종을 주축으로 하는 정통 육종은 선진국에서도 그 발전 속도가 빠르지 않은 편이다. 따라서 이러한 정통 육종을 효율적으로 운용하기 위해서 선진국에서는 유전자원에 대한 분류 및 새로운 평가 기술 개발에 의한 기능성 자원의 탐색 및 교배친으로서 이용, 유전자 전환체 창성 기술, 유용 변이의 조기 선발 기술, 분자생물학을 이용한 조기 선발 마커 개발 등을 도입하고 있다.

과수 분야에서 기존 정통육종을 보완하기 위한 생명공학 연구가 전세계적으로 활발히 추진되고 있다. 이들은 국가간 공동연구 체제를 도입하고 있으며, 일반 작물 등에서 개발된 선진기술을 과수에 적용하여 신속한 과수 실용화 기술개발 및 신품종 개발에 박차를 가하고 있다. 이러한 과수 생명공학 기술분야는 크게 유전자 전환기술 및 분자표지 개발의 두 분야가 선도하고 있다. 유전자 전환 기술은 기존 재배품종의 특성 중 개량이 요구되는 내병성, 착색성 등 소수 형질에 대하여 교배육종으로는 실현이 극히 어려운 육종을 짧은 육종기간에 성공시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 더욱이 유전자 전환기술은 교배에 의해서는 불가능한 타종의 유전자, 미생물 및 동물의 유용 유전자를 쉽게 이용할 수 있게 해 주나 이러한 유전자 전환기술에 의한 신품종이 육성되기 위해서는 다른 분야의 기술 개발이 병행되어야만 한다. 즉, 과수에 유용한 유전자가 다량 개발되어야 하고, 또한 이들 유전자들을 식물체내에서 원하는 조직과 시기에 한정하여 발현될 수 있도록 조절해 주는 프로모터의 개발이 필수적이다. 그러나 현재까지 이러한 측면에서의 연구가 매우 부족한 실정이다.

한편, 분자 표지 개발 및 이를 활용한 조기선발 기술을 개발함은 물론 과수 유전자를 해석하기 위한 연구는 타 작물에 비해 뒤져 있다. 그러나 최근 일반 작물에서의 앞선 기술들을 적용되어 상당한 성과를 보여 주고 있다. 사과, 복숭아, 오렌지 등에서 염색체 수와 일치하는 기초 유전자 지도를 작성하였으며, 내병성, 과피색 등 주요 질적형질은 물론, 과실의 산도 및 당도 등 과실 품질과 연관된 양적형질 분자표지 탐색으로까지 연구가 확대되고 있다. 복숭아에서는 과실 pH가 질적형질로 알려져 왔으나, 최근 분자표지에 의한 연구 결과들은 단일 유전자외의 보조 유전자가 존재함을 제시하여 주고 있어서 양적형질의 유전 연구에 획기적인 진전을 이룰 수 있을 것으로 보여져, 분자 표지에 의한 조기선발(MAS) 기술이 멀지 않은 장래에 실용화가 가능할 것으로 여겨진다. 더욱이 분자 표지 기술은 양적형질의 유전연구외에도 품종간 및 계통간의 유연 관계 구명과 신품종 동정, 특정 유용 유전자 동정 등에 활용성이 매우 높다.

나. 과수 재배 분야

과수 분야의 연구는 1980년도 중반까지 육종, 재배, 보호, 토양 분야별로 단순한 개별적인 연구가 이루어져 왔으나 80년대 말에는 기후, 토양, 경영규모 등 재배환경 조건을 고려한 다양한 수형, 재식시스템 등에 대한 기술이 개발되었고, 1990년대 이후에는 단편적인 기술이 아닌 과수원 관리에 필요한 기술 요소들을 종합적으로 적용하여 과수원을 가장 효율적(수익성 향상)으로 관리한다는 과수원 종합관리(I.O.M : Integrated orchard management system) 체계 개념이 대두되었다. 이 IOM은 과수원 전체의 생산성과 수익의 극대화를 위해 품종, 대목, 수형, 재식 밀도(열간 및 주간 거리), 재식 배치(배열), 수체 특성(묘의 소질), 전정 기술, 정지 방법 등의 재식 양식에 관련 기술이 서로 상호관계를 가지고 합리적으로 구성하여 효율적 관리를 하는 것이라 할 수 있다. 현재의 국내에서의 재배 연구는 생산성 및 품질에 목표를 둔 이 IOM의 연구가 주로 되고 있다고 할 수 있다.

최근에는 이와 같은 개념이 좀 더 발달된 과실 종합 생산시스템(IFP : Integrated fruit production system)이 대두되고 있다. IFP은 나라마다 연구되어온 시기는 다르나 과거 1960년대부터 연구되어온 과수원 총해 종합관리시스템(IPM : Integrated pest management system)으로부터 출발한 것으로 생산

성뿐만 아니라 환경의 보존 가치를 염두에 둔 경제적 생산 체계를 의미한 개념이다. 이러한 개념을 모태로 하여 과실 종합생산의 목표를 각각의 재배관리 요인들이 경제적으로 영향을 준다는 인식을 가지고, IPM, 노동자의 안전, 소비자의 안전, 환경 등에 있어서 최선의 노력을 하는 것으로 이러한 체제하에서 생산된 과실의 경제적 가치를 부여하기 위한 유통, 홍보 등을 망라한 체제라 할 수 있다. 이러한 개념의 연구는 현재 주요 선진국이라 할 수 있는 미국과 유럽에서 사과에 주로 적용하고 있고, 앞으로는 모든 과실에 대해 사용될 전망이다. 이러한 새로운 과원관리체계 개념 도입(IOM이나 IFP) 등 재배양식과 관리기술의 급변에 따라 새로운 시비체계 및 영양진단기준 확립 필요하게 되었으며, 이를 해결하기 위한 생육단계별 수체생육특성을 이용한 수체진단 및 시비기술 개발, 생육단계별 양분흡수도 및 요구도에 의한 표준시비량, 시비시기 실용화 등과 DRIS(Diagnosis and Recommendation Integration System) 및 CND (Compositional Nutrient Diagnosis) 기법에 의한 영양진단 기술 개발 그리고 수체 구성 요소별 무기영양에 의한 결핍예측 및 타성분과의 상관관계를 이용한 진단기술 등 새로운 영양진단 기법의 연구가 이루어지고 있다. 이와 더불어 환경을 고려한 저투입 시비 관리기술 개발을 위한 저투입 지속농법(LISA) 및 작물 양분 종합관리(Integrated Nutrient Management)의 연구가 활발하다. 또한 과실 품질에 막대한 영향을 미치는 생리장해 방지기술 연구도 활발하여, 무기성분 과부족, 기타 요인에 의한 장해 등 가장 많은 연구가 이루어진 분야로 영양원소 과부족 진단 Card 실용화, 화학물질(진단용액) 침지, 요오드반응 등을 통한 예측기술 개발, 식물체 조직 염색법에 의한 특정양분 과부족 및 생리장해 예측기술 연구, 기상 및 토양환경 특성과 생리장해 예측기술 연구 등의 실용화 기술이 개발되고 있다. 이외에도 수체의 물질생산 및 분배연구를 위한 전정방법, 격년결과 방지, 경제수령 설정, 시비기술 개선 등의 연구가 이루어지고 있다.

다. 과수 보호 분야

선진국의 병해충 방제연구는 환경보전과 식품안전 등의 측면에서 사과를 중심으로 IPM의 실현을 위한 종합적인 병해충 관리체계에 관한 연구가 수행되고 있고 농약사용 절감을 목표로 하는 IPM(Integrated Pest Management)과

유사한 개념을 가진 LISA(Least Input Sustainable Agriculture)와 IFP(Integrated Fruit Production) 체계 등을 적절히 조화시켜 과수재배 농가가 실천하는데 적합한 형태로 개선하려는 연구 또한 활발하며 그 주요 내용은 천적에 영향이 적은 선택성 살충제를 사용하여 포식성 천적인 이리응애류를 이용한 생물적방제, 주요 병해충의 발생예찰과 생물적 방제도 실용화 되고있다.

라. 과수 토양관리 분야

선진국의 토양관리는 친환경 관리법 또는 자원을 최소로 투입하는 연구로 과수 생리를 적절히 활용하여 최소의 에너지 투입과 있는 자원을 최대한 활용하는 연구가 주류를 이루고 있고 또한 나라마다 약점을 보완하는 연구가 이루어지고 있다. 예를 들면 이스라엘은 물관리가 주요 연구 대상이고, 유럽은 비료의 최소사용, 미국은 물과 비료가 동시에 연구되고 있으며 전반적으로 환경농업의 일환으로 부분적으로 유기농업도 연구가 되고 있다.

2. 국내의 과수에 관한 연구 동향

가. 과수 육종 분야

1906년 원예모범장을 설치하여 과수 등 원예작물의 시범재배 및 품종육성 시험을 실시한 이래, 원예연구소에서 새로운 품종을 계속 개발하고 있으나 아직까지 우리나라에서 재배되고 있는 과수의 대부분 품종은 외국품종을 도입하여 선발, 보급한 것이다. 이는 과수의 속성상 신품종 육성에 장기간 소요될 뿐만 아니라 육성후 농가 보급하여 소비자에게 인식될 때까지에도 다른 작물에 비해 엄청나게 오랜 시간이 소요되므로 재배면적이 통계 수치로 나타나는 등 가시적인 육성 성과가 매우 늦게 나타나는데 기인한다. 그러나 '88년에 육성된 홍로 사과는 '92년에 사과 면적의 0.06% 보급에 그쳤으나, '97년 현재는 1.4%로 대폭 증가하였고, '84년에 육성된 황금배는 '88년에 배 재배 전체면적의 0.1%, '92년에는 1%로 서서히 확대, 재배되다가 '97년에는 2.4%로 증가되어, 원예연구소 육성 품종은 일단 정착되면 그 후는 폭발적으로 재배되는 추세이다. 1998년부터 발효된 새로운 종자산업법은 식물품종에도 지적재산권과 같은

배타적 권리를 인정하기 때문에 금후 외국품종의 무단 재배는 법으로 금지되어 있으며, 만약 재배를 할 경우 로얄티를 외국 종묘회사에 지불하고 묘목을 사서 심어야 할 뿐만 아니라 특별한 경우에는 생산된 과실에도 로얄티를 일정 비율 지불해야 하는 것이 현실적인 문제로 대두된 시점이다.

국내에서 개발한 과수품종으로는 '67년에 원예시험장에서 단배를 개발한 것이 최초이며 '77년에 복숭아 유명품종을, '80년대에 들어 사과 홍로, 배 황금배, 추황배, 영산배, 수황배, 복숭아 백미조생, 월봉조생, 월미복숭아, 대추에서 무등, 금성, 월출이, 뽕은감으로 영동월하시, 청도반시, 감주백목, 조홍시 등이 지방종 중에서 선발됨으로써 신품종 개발이 활발하게 진행되었다. 그 결과 90년대 들어 과수 육종연구가 본궤도에 접어들면서 사과에서 추광, 화홍, 감홍, 서광, 새나라가 육성, 보급되었고, 배에서 감천배, 화산, 원황, 신일, 미황, 만수, 감로, 선황, 미니배, 만풍, 조생황금 등이, 복숭아에서는 천홍, 장호원황도, 백향, 진미가, 포도에서는 청수, 홍단, 탐나라 품종이 육성되었다.

한편, 육종 기술 면에서는 과수 유년성(juvenility)에 대한 생리 기작이 일부 밝혀짐에 따라 육종년한 단축이 가능해졌고 사과의 내병성, 복숭아, 포도의 품질 관련 유전자 등에서와 같이 특수 유전자의 기능이 밝혀짐에 따라 계획육종이 가능해지고 특히 최근 발달한 생명공학에 힘입어 형질전환 기법이 도입됨으로써 지금까지 정통 육종으로 접근이 어려웠던 내병충성, 광합성 능력 등 특수 형질을 유전공학적으로 개량할 수 있는 일대 전환점에 와 있다.

나. 과수 재배 분야

국내 과수의 연대별 주요 재배기술 연구는 80년대까지는 유망 품종의 조기 확대, 안정생산을 위한 재배 환경 조건 구명, 생력화를 위한 기술 개발이 연구되었으며, 90년대초에는 밀식재배 연구 및 작업의 단순화 및 표준화 작업 단계별 노력절감 연구가 90년대 중반 이후는 수출 과실생산과 밀식 및 품질향상 연구와 생력화를 위한 기계화 장치화 기술이 연구되고 있다.

재배 관리 측면에서 품종 및 대목 특성에 부합한 밀식적응형 수형 및 재식 형태에 관한 집중적인 연구가 시도되어 70년대 이전에는 주로 일반 대목을 이용한 소식재배에 관한 연구였으나, 80년대 이후에는 사과에서는 M.26 이중접목묘 이용한 반밀식 재배연구, 배, 복숭아, 자두 등에서는 Y자형 재식 System

개발을 이용한 재식체계 연구가 이루어 졌다. 또한 해충상과 천적상 조사에 의한 병충해 방지 체계인 IPM이 시작되기도 하였다. 90년대 중반 이후에는 밀식장해 경감 기술과 결실관리 연구가 사과, 배, 포도, 복숭아 등에서 이루어지고 있고, 특히 사과 저수고 밀식재배의 대목, 수형, 수세관리 등 종합관리 체계 연구가 수행되고 있으며, 국내에서도 역시 외국의 연구추세와 발맞추어 IFP 과실 종합관리체계 연구 초기단계에 도달하고 있다.

과수원 시비관리 체계는 엽분석에 의한 영양요소별 표준치 설정과 과부족치의 구명 등을 위해 CVA (Critical Value Approach)기법 개발에 의한 영양진단 기준 실용화연구가 이루어져 엽색, 과색 칼라 차트 등이 개발되었으며, 과종별 수령에 따른 표준 시비량 기준 및 분시 비율 설정 연구 등으로 생육 단계별 양분 흡수 및 과부족 등을 해결하는 연구가 시도되었다. 또한 최적 양수분 관리를 위한 관비재배 기술이 연구 초기단계에 있으며, 새로운 영양진단 기법인 Nitrate Kit 등의 개발이 시도되고 있다.

과실 생리장해에 관한 연구도 꾸준히 이루어져 과종별 생리장해 발생원인 및 방지기술 확립이 대한 연구는 비교적 높은 수준에 도달했다고 할 수 있다. 과종별로 보면 사과에 있어서 고두병, 배꼽썩음병, 축과병, 신초고사증상, 적진병, 내부갈변 등의 연구가 되었으며, 수출을 위한 과실의 정형과 생산 방법 등이 연구되었고, 배에 있어서는 황금배 동녹 및 과육붕괴증상, 엽황화증상, 과피흑변, 신초고사 등의 연구를 들 수 있다. 포도는 주로 화진현상의 원인 및 방지대책의 연구가 주류를 이루고 있으며, 과육흑변원인 구명, 열과방지 대책, 착색불량 원인 연구가 있으며, 복숭아는 봉합선 연화증상, 내부갈변, 신초고사 증상 등의 원인 구명이 이루어져 있다. 이외에도 생리장해 발생예측 기술 연구에 관심을 두어 사과 고두병 예측을 위한 진단용액 침지법 기술이 개발되었다.

다. 과수 병해충 분야

개별 문제 병해충에 관한 생리·생태 및 방제에 관한 국내 연구는 완성단계에 있으며 해충 방제에 효과가 높으면서 천적에 독성이 낮은 약제선발 및 그에 따른 약효 저하 방지기술과 병해충의 정기적인 예찰을 위한 연구는 현재 활발히 추진되고 있다. 과종별로 발생병해충을 조사하여 돌발병해충에 의한 피

해를 예방하고 문제 병해충의 방제기술을 개발하기 위한 연구가 각 기관별로 수행되고 있으며 특정 병의 조기 진단기술을 개발하는 연구 역시 대학을 중심으로 수행되어지고 있다. 약제 저항성을 나타내는 병해충 연구, 제초제를 이용한 사과원의 점박이용애, 잡초 동시방제기술개발 연구 또한 수행되고있으며 과수 바이러스 무독묘 생산에 관한 연구는 국가기관을 중심으로 꾸준히 연구되고 있다. 최근에는 개별 병해충 예찰 연구를 토대로 과종별로 종합적인 예찰기술을 이용한 병해충 종합관리 기술을 개발하고자하는 연구가 수행되고 있다.

라. 토양 관리 분야

국내 과수원 토양관리에 관한 연구동향은 크게 나누어 표토관리, 물리관리, 시비관리, 토양개량으로 구분되나 물관리에 대한 기준 설정은 완성단계에 있으며 시비관리는 시비기준과 엽중 양분함량 기준에 의한 각종 생리장해 진단 및 과중, 착색, 당도 등을 향상시키는 연구와 친환경 농업으로 에너지 저투입형 시비관리가 연구되고 있다. 표토관리는 초생재배법으로 목초, 화분과작물, 자연초종에 대한 득과 실에 대한 연구가 주종을 이루고 있으나 토양 물리성 개량과 함께 연구되고 있는 실정임. 토양개량은 물리성 개량으로 심층파쇄+전층시비를 연구되고 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술) 수준 비교(격차)

가. 과수 육종 분야

우리 나라의 교배 육종, 돌연변이육종 등 정통 육종 기술 수준은 외국에 비해 뒤늦게 시작했음에도 불구하고 선진국에 비해 뒤지지 않는다. 그러나 유전자원 수집, 평가 분야는 선진국에 비해 많이 낙후되어 있는 실정이다. 또한, 생명공학이용 분야에서는 조직배양, 재분화 기술, RAPD 등 기초 기술이 매우 늦게 확립되었고 유전자 전환을 이용한 분자 육종에 인력 투여가 극히 미흡한 실정이다. 우리나라 과수육종 기술 수준을 보면 교배육종은 그동안 순조롭게 진행되어, 체계화가 어느 정도되었으나 교배집단의 관리, 조기선발 이론, 유전자원 및 육종정보의 수집 등 육종에 대한 전반적인 체계가 아직도 미흡하고

돌연변이 육종으로 자연적으로 발생한 변이지를 전국에서 성공적으로 수집하였으나 고정방법, 고정의 원리 등에 대한 후속 연구가 미흡한 실정이다. 유전, 육종에 관한 기초 연구가 어려운 실정이고 이미 연구된 결과를 실제 육종에 실용화 연계시키는 것이 미흡하다.

세부 육종방법에서 교배육종은 변이확대를 위해 목적형질을 보유한 유전 자원을 광범위하게 탐색하고 이를 신속하게 활용해야 하며, 복숭아, 포도에서는 교배실생의 획득을 향상에 더욱더 노력하여야 할 것이다. 선발 단계에서는 소비자 수준에서 어느 정도 수락될 수 있는 정도의 품질을 가진 계통중에서 내병충성이 강한 것을 골라내는 일이 최우선적으로 실시되어야 할 것이다. 선발단계에서 광범위한 전체 교배 집단을 대상으로 불필요한 데이터를 일괄 수집함은 지양되어야 하고, 또한 과도한 세대진전도 억제되어야 하며, 조사 항목의 선정 및 조사 방법의 실용성을 높이고, 환경조건에 따른 특성의 발현을 충분히 검토하여야 한다. 각종 재배 기술을 동원한 조기결실 처리에 의한 육종 년한 단축이 중요하며 특히 현재 각도 농업기술원이 수행하고 있는 지역적응 시험의 내실화가 매우 중요하다.

나. 과수 재배 분야

과수분야에서의 국외 선진국의 기술수준과 국내의 기술 수준을 단적으로 비교하기는 어렵다. 이는 각국의 경제적, 문화적 차이, 재배환경 조건 및 소비자의 기호도에 따라 다르기 때문이다. 기술의 차이란 동일한 재배환경조건에서의 생산량과 품질을 비교하여 단편적으로 나타낼 수 있으나, 이는 거의 불가능하다. 또한 현재의 재배관리가 생산량과 품질만을 요구하는 재배관리가 아닌 환경과의 상호관계를 고려하는 종합적 관리 체계를 추구하는 추세이기 때문에 다양한 조건을 고려해야 한다. 현재 국내 뿐 만 아니라 세계적인 관심으로 대두하고 있는 IFP의 개념이 바로 이와 같다고 할 수 있다.

과수분야에 응용할 수 있는 기초적인 연구 분야는 국내의 연구 수준이 선진국 수준보다는 미흡하다 할 수 있다. 그러나 국내에서 연구된 개별적인 재배 관리 기술은 선진국의 수준에 접근했다고 할 수 있으나, 이러한 기술을 하나의 종합적인 재배관리 기술로 적용하지 못하는 단편적인 기술 수준에 머무르고 있다고도 할 수 있다.

우리 나라에서 가장 중요한 사과외의 경우 가장 넓은 재배면적과 많은 연구가 이루어져 왔고, 기술 수준도 급속한 발전을 했다고 말할 수 있다. 그러나 국외 주요 생산국과의 경쟁력을 비교해 보면 1농가당 경영규모는 미국이 20ha인데 반해 우리나라는 0.7ha로서 상당히 적은 면적에서 이루어지고 있으며, 10a당 수량은 이탈리아의 4톤에 비해 2.4톤에 불과한 실정이다<표 5-7>. 또한 kg당 생산비는 일본의 1,483원에 비해 773원으로 낮지만, 이탈리아 미국에 비해서는 높은 수준을 유지하고 있다. 특히 10a당 소요 시간은 258시간으로 미국과 이탈리아의 60여시간에 비해 월등히 많은 노동력을 투입하는 것으로 나타났다.

<표 5-7> 주요 나라별 사과외의 경쟁력 비교('98)

구 분	한 국	일 본	미국(워싱턴주)	이태리(남티롤)
경영규모(ha/호)	0.7	1.0	20.0	2.1
수 량 (kg/10a)	2,391	2,719	1,991(3,600)	4,000
생 산 비(원/kg)	773	1,483	(263)	240
소요노력(hr/10a)	258	271	(62)	60

단위 면적당 수량이 높은 나라의 재배방식은 주로 밀식재배의 방법을 적용하고 있고, 이보다 낮은 수량의 경우는 반밀식재배나 소식재배를 하는 경우가 많다. 밀식재배를 도입할 경우는 수세확장 정도가 적은 품종이나 왜성대목을 이용해야 하며, 개개의 수체를 관리하는 방법보다는 전체 과수원을 대상으로 관리하는 종합적인 관리 방법이 필요하다. 따라서 국내의 경우 소식이나 반밀식재배 방법이 주로 이용되어 왔기 때문에 개별적인 관리 기술은 높으나 종합적인 재배관리기술의 적용은 미흡하다 할 수 있으며, 또한 현재 단위 수량을 높이기 위해 실시하는 밀식재배를 성공적으로 수행하기 위해서는 이와 관련한 연구가 필요하다. 또한 품질 향상에 관한 연구도 매우 중요한 부분으로, 외관상 품질 등급을 결정하는 중요 요인인 착색은 품종적 특성, 재배조건, 재배 기술등에 의해 결정되어지나 전반적인 국내 사과의 착색 정도는 외국의 사과보다 떨어지는 상태이며, 또한 생육기 상태에 따라 나타나는 생리장해 및 저장 중 생리장해 등의 원인 구명 및 방지 대책에 관한 연구가 아직 미흡하고 이에

대한 연구가 시급히 실시되어야 한다. 현재 국내 사과뿐만 아니라 대부분 과종의 과수원 관리는 IOM의 체계를 목표로 하여 이루어진다고 볼 수 있으나, 점차적으로 환경보존과 소비자의 건강 보호에 관한 인식이 높아지므로 이에 관련하여 외국에서 많이 연구되고 있는 IFP 연구가 앞으로 목표가 될 것으로 보이므로, 국내 역시 이에 대한 연구가 매우 시급한 실정이다.

배의 경우는 우리나라 주력 품종인 동양배 재배는 우리나라와 일본에서 주로 연구되어 있고, 국내 품종도 매우 다양하게 개발되고 있다. 또한 Y자 수형을 이용한 재배 시스템 개발 등 국내 조건에 맞는 재배법 개발도 이루어 있어 국외에 비해 손색이 없다고 말할 수 있다. 그러나 배 역시 종합적인 재배 관리 체계는 아직 정립되어 있지 못하다고 할 수 있고, 국내에서 육성한 품종의 정확한 재배기술의 개발 및 품질향상 등의 기술 개발은 계속 연구되어야 한다.

포도와 복숭아의 경우 사과와 배에 비해 연구가 미약한 과종으로 포도의 경우 급속한 재배면적이 증가되었음에도 불구하고, 아직 과거의 재배방법이 주류를 이루고 있다. 외국의 경우 많은 면적이 가공용으로 사용되기 때문에 재배방법이 크게 다르며, 가공용인 경우 조방적으로 기계화를 위주로 재배되고 있기 때문에 직접적인 비교는 어렵다. 수량의 경우는 집약적인 관리 작업이 이루어지는 국내의 생식용 포도가 가공용 포도에 비해 월등히 많다. 그러나 현재 포도는 정확한 재식 밀도 설정이 되지 않아 대부분 작업이 기계화보다는 손 작업으로 이루어져 노동력이 차지하는 부분이 상당하다. 따라서 앞으로는 품질, 수량, 노동력 투입 감소 등의 생산성을 높이기 위한 국내 재배환경 조건에 적합한 재배관리 기준설정이 필요하다. 복숭아는 10a당 노동력 투하시간이 277시간으로 지나치게 높고, 생산량은 1,821 kg/10a으로 낮아 외국에 비해 기술 수준은 비교적 낮다고 할 수 있다. 복숭아 재배는 조기 다수확, 생력화, 품질향상 효과를 높이기 위해 저수고 밀식재배가 시도되고 있고, 이에 적합한 수형 및 재식거리에 관한 연구가 국외에서는 다양하게 연구되고 있으나, 국내에서는 초보 단계를 벗어 나지 못한 실정이다.

다. 과수 보호 분야

선진국의 병해충 연구분야는 천적에 독성이 낮은 약제 선발, 페로몬 이용 해충방제 기술연구, 예찰에 의한 병해충 방제적기 등의 각 분야에서 큰 차이는

없으나 예찰의 전산화, 생물적 병해충 방제기술연구 등에서는 차이가 있고, 선진국에서는 포도, 복숭아 등의 노균병과 흰가루병의 생물적 방제를 위한 길항미생물, 중복지생균의 이용에 관한 연구가 상당히 진행되고 있으나 국내에서는 과수병의 생물적 방제에 관한 연구가 미흡하다. 선진국에서는 병해충 자체의 생리, 생태에 대한 기초연구가 진행되고 있으나 국내에서의 과수 병해충 연구는 방제위주의 연구가 주종을 이루고 있다.

라. 과수 토양 관리 분야

선진국과 비교해서 물 관리 연구는 부분적으로 근접해 있으나 종합적으로는 아직 초보단계이다. 특히 관수자재에 대한 국산 품질의 향상이 절대적으로 필요한 실정이다 시비관리는 관비재배가 유럽 및 이스라엘에서는 완성단계이나 우리나라는 초보 단계의 연구가 진행되고 있다. 과수원 표토관리는 우리 나라의 기후와 토양에 적합한 기술이 필요하며 외국과 비교하면 미흡한 점이 많다.

II. 과수분야의 연구성과 및 파급효과

1. 분야별 성과 분석

가. 과수 육종 분야

과수분야는 농림기술개발사업에 의해 많은 양은 아니지만 국내 주요 과수재배분야에서는 시급히 해결해야 할 문제를 고루 다루고 있다. 그러나 과수 육종 분야에서는 참다래 육성 기술 개발 1 건뿐으로 매우 투자가 제한되었는데 이는 과수 육종의 직접 주체가 국가기관일 수 밖에 없는 작목의 특성에 기인한다고 볼 수 있다. 그러나 앞으로는 생명공학 이용 과수육종 기술 개발(유전자 전환체, 분자생물학적 조기선발 기술 등), 과수 유전자원의 효율적인 특성 검정 방법 개발 등 육종관련 기반연구에 대폭 투자가 되어야 할 것이다. “참다래 조생종 신품종 육성 기술“은 비교적 소면적에 재배되고 있는 참다래를 대상으로 하여 유전자원 및 육종조직이 취약한 국내 현실에서 단기간에 유망 계통

성대1, 2호를 선발하고 실증시험 형식으로 농가 보급까지 하였으므로 우리나라 참다래 산업에 큰 기여를 한 것으로 평가된다.

나. 과수 재배 분야

과수재배분야에서는 우리나라 주요 품종인 배 신고품종을 이용한 “고품질 배 생산을 위한 배나무의 형태적 표준모델 작성에 관한 연구” 과제의 연구 결과 수체 생장, 엽색, 맛 및 토양 무기영양 등은 11~13년생을 기준으로 3년 평균 수량이 모델로 제시된 우량주(5305Kg/ 10a)보다 월등히 많은 수량을 보인 특성주 B(6239.4kg/10a)와 맛(향기, 당, 산, 육질, 즙액 및 과육색)에서 우량주보다 높은 품질을 보이고 수량도 높은 특성주 A(5622.2Kg/10a)가 선발과정에서 발견되어 고품질 과실의 생산과 수량증대가 가능하며, 또한 시기별 수체 생장 정도와 과실품질 평가요소 및 수량을 기초로 상호관계를 비교하여 형태적인 모델을 제시함으로써 합리적인 재배관리가 가능한 것으로 보인다. 따라서 우수한 품질과 높은 수확량이 생산되는 모델나무를 선정하여 제시함으로써 농민을 지도함에 있어 모델나무의 생육형태(수형 및 잎의 색깔 등)를 보고 손쉽게 적용될 것으로 보이므로, 고품질 배 생산을 위한 배나무 선정, 생육형태 판정 등을 기준으로 과수원의 합리적 경영에 기여할 것으로 생각된다.

최근 기상 이상에 의해 많은 피해를 보고 있는 배를 대상으로 ‘배 재해방지 및 생력재배 기술개발에 대한 연구’과제는 고품질 안정 생산 측면에서 시기 적절하다 할 수 있다. 연구 결과를 보면 방충망 설치시 태풍에 의한 낙과 방지 효과가 1998년에는 42.4%→7.3%, 1999년에는 29.4%→2.4%로 낙과 방지 효과가 높았으며, 조류 피해 방지는 무 피복 상태의 15.4%에 비해 전혀 비해가 없는 것으로 나타났으며, 또한 조류 피해를 방지할 수 있으므로 1ha당 30명 정도의 노동력의 감소 효과도 또한 있어 다목적으로 사용될 수 있는 방법으로 사료된다. 단지 방충망에 의한 투광율이 감소되어 신초 엽수와 정상 화아율이 다소 적어지는 단점을 보이고 있으나, 방충망의 구멍 크기를 4mm 정도로 유지하면 피해를 줄일 수 있는 것으로 보이므로 안정 생산과 더불어 과실의 품질 유지도 가능한 것으로 보인다. 방충망 이용은 수익성 자체가 무피복에 비해 월등히 증가하므로 방충망 설치비를 2년안에 회수가 가능한 것으로 분석하고 있으므로 경제성이 높은 것으로 사료된다. 따라서 배 방충망을 비용과 노력

을 적게 투자하면서 태풍이 불어도 파손되지 않는 배 방충망 시설 표준화를 제작하여 기술을 보급하면 농가가 안정적으로 배 과원의 경영 효율을 높일 수 있을 것이다.

‘포도 품질향상을 위한 비가림 재배 시설 표준화 연구’는 포도 품질향상 및 농약 살포 횟수 절감과 친환경 재배를 동시에 실시할 수 있는 재배 방법이다. 포도 재배에서 많은 재배면적에 사용하는 방법인 비가림 재배는 현재 불합리한 형태와 견고성 미흡으로 비가림 효과가 떨어지거나 부작용이 많이 발생하는 것으로 알려져 효율성이 저하되어 있다. 이와 같은 비효율적 구조 및 형태를 개선함으로써 비가림 효과를 극대화하는 연구는 필요하다. 비가림재배에 있어서 가장 문제가 되는 고온장해 및 엽소 피해 등을 방지할 수 있는 형태적 기준의 설정과 비가림 하의 미세 환경변화의 기초 자료는 타 과수의 비가림 재배시 이용 가능하다. 또한 품종별에 맞는 비가림 재배 유형별 표준화는 각 포도 재배지역에서 이용되는 수형 형태에 맞추어 가장 효율적으로 적용할 수 있을 것으로 보인다. 포도 비가림 재배에 의한 품질향상, 농약살포 회수 절감 등은 저농약 포도 생산 및 노력 절감 효과 등 과원 관리의 효율성 극대화를 통해 보다 많은 포도 재배 농가에서 사용 가능하리라 생각되며, 또한 이를 통한 저농약 친환경 재배가 가능하다. 고품질 과실생산과 더불어 생산비 절감 방안은 국내시장의 어려운 여건하에서 경쟁력 우위를 지킬 수 있는 가장 적당한 방법으로 분석되고 있다. 이러한 문제 해결 방안의 하나로 비가림 재배 방법은 품질향상 및 노력 절감이 가능하므로 국내 포도시장의 경쟁력 우위 확보와 농가 소득에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 비가림 재배의 상용화를 위해 품종특성을 고려하고, 수형에 관계없이 사용할 수 있는 단일화된 시설을 설정하여 간편하게 설치할 수 있도록 4개 형태의 포도 비가림 재배 시설 표준화 모델은 일반 농민이 쉽게 이용 가능하리라 본다.

우리 나라의 주요 과수와는 생리 및 결과습성이 다른 단감의 최적 정지·전정방법과 결과습성을 구명하고 품질을 향상시키고자 저수고, 장주지 및 다주지를 기본으로 밑변이 긴 삼각형 모형의 수형을 개발하기 위한 ‘단감의 생리생태 및 정지전정에 관한 연구’를 통해 장주지 저수고 전정법을 개발하여 수량과 품질 향상을 가능하게 할 것리며, 부유 단감의 착과 촉진을 위한 도장지 이용 방법, 성목과 유목의 도장지 유인각도 등을 통한 단감의 수세 안정화 및 착과

촉진 방법을 구명하므로써 효율적 재배관리 방법의 기초자료를 제시할 뿐 아니라 수량 및 품질의 향상에도 효과가 클 것으로 사료된다. 또한 단감의 종묘 생산기술 개발을 위해 NAA의 침지 및 근부 환경 개선에 의한 초기생육을 촉진 대목 선발과 이식시 발근 촉진과 식상을 최소화 할 수 있는 방법을 개발하였고, NAA용액의 침지법을 이용하여 새근발생과 성장촉진효과를 구명하여 단감의 종묘 확보 기술을 확립하였다. 그 외에도 품종별 잎형태 및 양분 흡수 특성을 조사하여 기초자료 제공은 단감나무의 생리·생태적 특성에 관한 연구의 기초자료를 삼을 만하다. 또한 감의 낙과 방지 및 적정 수분수 선발 연구와 부유 단감의 일소 피해 방지를 위한 수세 기준 구명 연구는 바로 농민이 바로 이용 가능할 만한 연구로 사료된다. 따라서 이와 같은 연구 결과를 통해 수량을 약 1.5-3배 증가하는 효과를 볼 수 있으며, 당도, 색도, 및 과실 크기 증대 등의 품질향상 효과를 얻을 수 있다. 또한 노동력 감소 및 작업효율 제고(기존의 약 80%)로 과수원 관리의 효율화 및 생력화로 생산성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

다. 과수 보호 분야

과수원 병해충 관리에서 위 연구성고가 농업에 미친 파급효과로는 참다래 궤양병의 조기진단으로 궤양병에 의한 피해를 상당부분 줄일 수 있을 것으로 판단되며 무인방제기를 이용한 방제체계확립으로 안정적인 참다래 생산에 큰 효과를 기대할 수 있으며 응애와 잡초의 동시방제, 효과적인 응애 방제약제 개발과 길항미생물 및 영양제를 개발하여 보다 친환경적이고 생력적인 과실생산에 효과가 클 것으로 사료된다. 또한 과수원 병해충의 조기진단, 방제의 생력화 기술 개발로 고품질과수의 안정적 생산과 친환경 농업을 구현할 수 있는 기틀을 마련하여 국민건강에 기여할 것이다.

라. 과수 토양 관리 분야

과수원 물관리에서 자동관수 모델을 적용하여 물과 인력을 절감할 수 있고 품질을 향상 시킬 수 있음 표토관리에 대한 방법은 많은 곳에서 연구가 이루어지고 있지만 판넬을 이용한 방법도 하나의 모델이 될 수 있다. 물관리의 자

동 관수 모델은 수자원의 효과적인 이용과 절감으로 타 산업분야에도 기여할 수 있으며 적기 적량의 관수로 환경오염을 최소화할 것으로 기대된다. 판별을 이용한 피복 관리방법도 폐자원의 활용이 가능하여 다른 산업과 연계가 가능할 것으로 판단된다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

대부분의 과제는 농가에 직접 적용하여 이용할 수 있는 기술이다. 고품질 배 생산을 위한 배나무의 선정, 생육형태 조사, 과수원 합리적 경영 및 적정 영양 상태 유지 조절방법, 단감의 생리생태 및 재배방식에 대한 농민교육 및 지도 등 단감 재배농가를 대상으로 교육 실시, 포도비가림 재배의 고온장해 등 생리장해 문제 해결과 포도 품질향상을 위한 비가림 표준화 모델 개발기술 설명 및 교육 실시 그리고 배 방충망 시설 표준설계서 등을 지도사업에 반영하여 실용화 및 배 과원의 경영에 대한 지도 교육을 농촌 기술센터 지도직 공무원, 원예농협 조합원 및 농민을 대상으로 교육을 실시함으로써 기술을 제공하여 조기 실용화를 가능케 한 것으로 보인다.

또한 이러한 기술을 개발하기 위해 적용된 기초 기술은 타 작목의 연구에도 이용될 만한 기초 자료들을 도출했다고 볼 수 있다. 배 고품질과 높은 수확량이 생산할 수 있는 배 모델나무의 생육형태(수형 및 잎의 색채등)를 선정하여 생육형태 판정 등을 기준을 삼는 기술은 타 과종에서도 이러한 기법을 도입·응용하여 적용할 수 있을 것이다. 배 재해방지를 위한 방충망 이용 기술은 현재 생태적 환경 변화로 인한 조류 피해가 급격히 높아지고 있어 이에 대한 적용기술로 타 과종에 직접 활용이 가능할 것으로 보인다. 포도 비가림재배 기술에서 도출된 비닐높이 및 비닐길이에 따른 미세환경 변화 자료는 품질을 향상하기 위해 타 과종에서 비가림 재배를 이용할 경우 기초자료로 활용이 가능할 것이다. 단감의 품종별 잎 형태 및 양분 흡수 특성 등 생리·생태적 특성에 관한 연구는 단감에 대한 연구가 그리 활발하지 못한 국내 단감 연구의 기초자료로 삼을 만하다.

3. 연구성과의 국가 경쟁력 파급효과 분석

국외 과실 수입에 대한 압력이 날로 가중되는 현실에서 우리나라가 경쟁력을 높일 수 있는 방안으로는 고품질 과실 생산 및 생력화를 통한 생산성 향상에 있으며, 소비자의 구매력을 충족시킬 수 있는 안전한 과실생산도 중요하다. 고품질 배나무 형태적 표준모델 연구는 국내 주 과종인 배의 수량과 품질의 향상을 통한 경영의 합리화로 생산성을 높여 주었으며, 배 재해방지 및 생력재배 기술 연구는 배 과실의 안전한 과실생산으로 수습의 안정성을 확보하고, 작업 노동력을 절감시킴으로서 생산성을 높이는 등 이러한 기술들이 파급되므로서 배의 경쟁력을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 보인다. 포도의 비가림재배 표준화 연구는 고품질 안전생산 뿐만 아니라 친환경적 재배 기술로서 농약 살포 회수 절감으로 생력화가 가능하며, 농약에 대한 안전한 과실 생산이 가능하여 소비자에 대한 구매력을 향상시킬 수 있으므로 포도의 수급안정에 상당한 도움이 될 것으로 보이며, 국내 포도 내수 시장에서의 경쟁력 우위를 점할 수 있을 것이다. 단감의 생리생태 및 정지전정에 관한 연구에서 종묘 확보 기술 확립을 통하여 유전자 보전 및 유지한다는 측면에서 높은 성과를 보였다 할 수 있고, 수량 증대 및 과실 크기 증대 등의 품질향상과 노동력 감소 및 작업 효율 제고 등 과수원 관리 효율화를 가능케 함으로서 단감재배의 생산성 증대로 단감산업에 대한 경쟁력 증진에 기여할 수 있을 것이다. .

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 과수의 기술 개발 방향

과수재배는 사회여건과 더불어 재배양식의 변화와 이에 따른 새로운 기술의 요구도가 증가되고, 경쟁력 제고를 위해 고 수량 및 고품질의 생산성이 높은 재배체제가 요구되고 있다.

과수 분야의 연구는 변화하는 세계속에서 국내외적으로 경쟁력을 갖기 위해서

는 생산량 증가, 품질향상, 생력화 등에 적용되는 모든 재배관리 기술이 효율적으로 이루어져야 하나, 생산성 향상과 품질향상의 이원적 기술 연구로는 종합적 과원관리 체계 전환이 어렵다. 개별적인 연구는 그 자체로 의미 있고 독립적인 재배 기술로는 아주 뛰어 날수 있으나, 보다 종합적인 관리체계 기술로 적용이 어려울 수 있으므로, 전체적인 생산성 향상에 기여하기 곤란할 수 있다. 따라서 종합적인 과원관리 및 생산 체계(IOM이나 IFP)에 적용될 수 있는 기술을 개발하여 전체적인 생산성을 증가시킬 수 있도록 품종, 재배, 병충해 관리, 저장 그리고 유통기술 까지 서로 유기적 관계를 가지고 연구될 필요가 있다. 또한 각 분야의 연구도 많은 작은 연구로 이루어져 있기 때문에 소단위의 연구 역시 이러한 개념하에서 수행되는 것이 보다 효율적이라고 할 수 있다.

국내 과수분야에서 생산성 향상에 중요한 생력화 기술은 품종, 생육 및 화아분화 특성, 수형 구성의 적정성, 재식 밀도, 기계화 이용 여부 등 연구가 필요하고, 또한 생력화 과원 자체도 과원을 유지할 수 있는 전제 조건이 수량 및 품질이므로 또한 이와의 상호 관계 역시 고려해야할 대상이다. 이에 대한 모든 연구 결과가 생력화 과원을 효율적으로 유지하기 위해서는 적절히 조화되어야 하며, 이외에도 병해충 발생 원인 및 방제 방법 등도 이와 같은 목표를 두고 연구가 이루어져야 한다. 한 분야의 최적 결과는 한쪽 측면에서는 우수한 결과로 나타날 수 있으나, 다른 측면에 부정적인 영향을 미칠 경우 전체적인 생력화 과원 유지 기술로 적용하기에는 부합하지 못하는 경우가 발생할 수 있으므로 전체적인 재배관리 시스템에 맞는 연구 기술개발이 필요하다.

현재 과수 재배양식 및 관리기술의 급변함에 따라 사과 M.9 대목 이용 저수고 밀식 재배, 배, 복숭아 Y자 수형을 이용한 밀식재배, 포도의 비가림 재배 등의 재배 방식이 이용되고 있으나, 적정 대목의 선발이 아직 미약하여 재식 시스템의 다양화 및 생력화 추진이 곤란하고, 우리나라 환경 및 여건에 부합한 품종 및 대목 특성 구멍이 개발 중이거나 아직 이루어지지 않은 단계이다.

사과는 국내외 경쟁력을 높이기 위한 새로운 품종 및 재배양식이 도입되고 이에 대한 연구가 활발하므로 지역적 적응 검토가 필요하고, 각 지역에 맞는 품종 선택 및 재배 기술의 개발이 시급하다. 또한 생산성을 높이기 위한 기존의 수형과 재배관리는 노동력 투입이 너무 많아 생산 단가의 상승요인이 되므로 생산성 향상을 기하기 위한 생력화 연구가 이루어져야 한다. 배는 신품종

및 Y자 수형이 많이 보급되고 있고, 재배관리 기술도 많이 개발된 상태로 볼 수 있으나, 좀더 효율적인 관리를 위한 종합적 재배관리 개념하에서의 기술 적용이 필요할 것으로 생각되며, 복숭아 역시 기존의 재배 방법에서의 관리기술 개발도 중요하나 Y자 수형과 같은 밀식재배 및 생력화가 가능한 재배 양식의 개발 및 신품종 육성이 추진되어야 한다. 포도는 품종의 지역적 구분이 적합치 못한 과종으로 볼 수 있어 적지적작의 개념을 통한 신품종 개발, 지역적 안배 연구로 생력화 및 품질향상을 도모해야 하며, 또한 생력화 및 품질향상을 위한 적정 재식밀도 및 재식거리의 구명연구를 해야 한다.

한국형 과수 종합관리 기술체계 확립을 위해서는 품종 육성, 진정법, 적정 재식거리 설정, 노동력 절감 등의 연구와 각각의 재식 시스템에 맞는 토양 관리 및 시비관리 등을 위한 시비체계 및 영양진단 기준 설정 연구도 필요하다. 또한 친환경 재배를 고려한 저투입 시비 관리기술 개발을 위한 과종별 수량, 생육단계에 따른 양분요구도(상한선 및 하한선) 확립이 요구됨에 따라 우리나라 재배조건(기상환경, 토양, 재배기술 등)하의 수량별 양분요구도, 생육단계별 수체영양, 생육특성 등, 영양진단 기준으로 한 합리적 시비기술을 개발해야 한다. 배, 포도 등 재배면적의 급격한 증가에 따른 답전환 과원 등 과수 재배의 기반인 토양 물리성이 불량한 지역의 토양 개량 방법과 신품종 품종의 보급 확대 등으로 생리장해 발생에 의해 상품성 저하의 원인이 되고 있어 이에 대한 연구 또한 이루어져야 한다. 이러한 불균형한 조건은 과수 생산성 및 품질 저하의 원인인 생리장해가 발생하게 된다. 생리장해는 무기영양원소의 불균형, 토양수분, 기상환경 등이 복합적으로 작용하고, 품종 및 환경변화에 따라 생리장해 발생에 편차가 심하며 완전 방제가 어렵다. 또한 최근 국내육성 신품종의 보급이 증가되면서 일부 품종에서는 생리장해 발생으로 문제가 되고 있고, 고품질 과실생산을 위한 생리장해 진단 및 예측기술 연구가 요구되고 있으므로, 생리장해 종합 방지기술을 확립을 위한 기초기술 연구가 필요하다.

기상 조건에 대한 수체 반응의 연구와 이상기상에 의한 태풍, 우박, 서리 등의 피해가 자주 발생함에 따라 외국에서도 기상 피해 방지 대책에 대한 연구가 활발하다. 국내 역시 이상 기상으로 인한 피해가 매년 발생되어 수량과 품질에 상당한 영향을 주고 있으나 이에 대한 연구는 아주 미약하므로 이에 대한 연구가 필요하다.

과수원 병해충 방제는 이제까지의 관행적인 주기적 약제살포에서 탈피하여 병해충의 정기적 발생예찰과 천적에 저독성인 약제사용으로 친환경 농법과 IPM, IFP의 개념을 도입한 연구가 수행되어야 한다. 따라서 개별 병해충에 대한 충분한 기초연구가 뒷받침이 되어 발생 생태에 기초한 종합적인 병해충 관리에 중점을 두고 연구를 수행하여야 할 것이다. 또한 재배적인 병해충 방제법에 관한 연구도 수행되어 병해충 관리와 과실생산을 위한 재배 시스템이 유리되지 않고 일치하는 점에서의 효과적인 방제수단을 강구하는 연구로 집중지원이 이루어져야 한다. 과수원 토양관리는 토양화학성과 물리성을 종합적으로 개선될 수 있는 방법으로 자원을 절약할 수 있는 에너지(자원) 저투입형 연구, 환경친화적인 자재나 관리방법이 투입될 수 있는 토양관리방법 연구, 생산량은 현 상태를 유지하며 지속 가능한 산업으로 과수농업을 평가받을 수 있는 관리방법의 연구가 앞으로 기술 개발방향이라고 생각된다, 토양의 물리성 개선에 관한 연구는 우리나라의 특수한 조건으로 자원을 최소로 투입하기 위해서는 앞으로 더욱 강조되어야 할 분야로 본다.

2. 향후 연구 개발 과제

가. 과수 유전자원 특성 검정 및 기능성 자원 연구

- 내병충성 조기 검정 기술 개발
- 과즙이 극히 풍부하여 레저, 스포츠 산업 연계 가능 고기능성 품종
- 기능성 신식품 소재 개발(혈압강하, 항암성, 향기, 식이 섬유, 비타민 등)
- 식미, 가공적성, 영양성분, 기능성분 함유 유전자원, 품종 계통 육성
- 유용 유전자원 및 유전자 수집, 조기 간이 검정법과 장기 보존 기술 개발
- 유용 유전자원 수집 및 평가 자료 데이터베이스화

나. 과수 육종 기술 개발

- 교배육종의 효율 증진 및 육종연한 단축 기술 개발
- 유전 양식 구명 및 세대 단축 육묘 관리 시스템 확립
- 과수 초생력 재배 적응형 왜성 대목, 초밀식적응형 품종 개발

- 고착색성, 무대재배 적응 품종, 성장조절제 처리가 불필요한 고품질 무핵 품종
- (인공) 수분 등이 불필요한 단위결과성 및 일시 수확형 과수 품종육성
- 영속적, 안정적 고도 복합 내병충성 품종 육성 기술 개발
- 불량환경적응성(내건, 내습, 내열과 등) 품종, 대목 육성 기술 개발
- 시설재배 적응 및 저휴면성 핵과류, 포도 품종 육성 기술 개발

다. 생명공학 이용 과수 육종 기초 기반 연구

- 과수 형질전환체 육성
- 배주배양, 세포융합 등 기내 육종 체계 확립
- 조기 선발을 위한 분자생물학적, 형태적 지표 인자의 실용화 촉진 연구
- 고 광합성 능력 및 질소고정능 자원 개발 및 특수인자 조합 육종
- 과수 생장, 발육, 물질대사 기구, 생체 방어기구 등 생리, 생화학적 특성기구 구명
- 환경적응성, 스트레스 내성 등 생태적 특성 기구 구명
- DNA 염기 배열 해석 및 유전자 지도 작성 등 유전 정보 발현 조절 기구 구명

라. 한국형 과수 종합 과원 관리 체계 확립

- 밀식재배의 다양한 육구에 부응한 재식 시스템의 표준화 모델 연구
- 생산성 극대화 시스템(IFP) 도입을 위한 전국 단일망 과원 관리 시스템 체계 확립
- 농약 소량 일시 살포 기술, 무인 SS 방제기 등 생력 방제 기술
- 초생력 재배 적응 및 경사지 적용 작업 기계 및 재배양식 개발
- 고품질 과실 생산 기술 체계(멀칭, 근권 제한 재배 기술) 및 생산기반 정비 기술 개발
- 성장조절물질의 성장조절기구 구명 및 이의 실용적 이용 연구
- 과수 바이러스 기초 연구 및 무병 종묘 생산 연구
- Image 분석을 이용한 수채 관리 자동화 기법 개발과
- 국내외 소비자 기호에 부응한 고품질 과실 안정생산 구축
- 왜성대목 이용 저수고 밀식재배 가능성 검토 및 수채 관리기술 개발

마. 재배양식에 의한 시비 종합 관리기술 개발

- 새로운 과원관리체계 개념 도입(IFP System) 및 사과 M.9 대목 이용 밀식재배, 청경재배에서 초생재배로의 전환 등 재배양식과 관리기술의 급변에 따른 시비체계 및 영양진단기준 확립 필요.
- 투입지속농법(LISA) 확산 추세 및 작물 양분 종합 관리(Integrated Nutrient Management) 개념확산(국내 유기농법, 자연농법 확산 추세)으로 환경을 고려한 저투입 시비 관리기술 개발을 위한 과종별 수령, 생육단계에 따른 양분요구도(상한선 및 하한선) 확립 필요
- 수체 영양생리 및 시비기술 확립을 위한 토양, 엽, 생육단계별 수체 생장특성 등 영양진단 기법 확립 및 기준설정 및 수체 양분 종합관리 기술개발을 위한 생육단계별, 수령별 양분요구도 등 기초 기술 개발연구

바. 고품질 과실 안정 생산 연구

- 소비자의 구미에 맞는 고품질 과실 생산 기술 연구
- 수출용 과실 규격화 및 품질 향상을 위한 착색증진 기술 개발

사. 이상기상 속출에 따른 과수재해 대책

- 지구 온난화에 따른 우리나라의 기후도 홍수와 가뭄의 양극화 현상이 심화되고 있으며 온도와 일장반응에 따른 각종 생리장해 증상 출현 및 재배적지가 이동되고 있는 추세이나 이에 대한 기초적인 연구
- 주요 과수의 재배 호적 기상과 한계 기상의 기초적 연구와 기후자원의 분석을 통한 재배적지를 구분하는 연구
- 과수 주요품종의 호적기상과 한계기상을 지표화 및 적지 재배에 필요한 기초 연구
- 연간 예측 기상을 토대로 조기 또는 만기 출하 가능 지역 구분

아. 환경친화적 종합 병충해 방제 기술 개발

- 과수 병해충의 생물적 방제에 관한 연구
- 과종별 병해충 종합방제에 관한 연구

- 과수 병해충의 유전자적 해석연구
- 병충해 발생 예찰 정밀화에 의한 농약 사용 절감 기술
- 새로운 잡초 제어 기술 및 과수원 초종 관리 기술
- 토양진단에 기초한 최적 시비 기술 등 비효 효율 향상 연구
- 작물별, 토성별 유기물 자재 시용 방법 및 퇴비의 과학화 연구
- 비료 저투입을 위한 micorriza 균근의 과수 이용 기술과 묘목에의 접종 방법

자. 과수 토양 관리 분야

- 기존의 기술들을 종합적으로 검토하여 package화하여 제품으로 또는 시스템으로 활용 할 수 있는 연구 용역이 필요함
- 토양관리는 기자재가 투입됨으로 이런 기자재의 개발을 할 수 있도록 업체와 연구자가 공동으로 할 수 있는 과제 선정이 필요

차. 통일 대비 북한 과수 농업 연구

- 북한 지역 적응 과수 고품질 내한성 품종 육성
- 북한 지역 보급 우량 종묘의 원활한 공급을 위한 연구
- 북한 지역 기상, 토양진단에 의한 과수 적지 선정
- 북한 지역 과수 유전자원 수집, 보존, 평가

제 3 절 채 소

I. 채소분야의 국내외 연구동향

1. 최신 선진국의 연구동향

가. 유럽의 연구동향

채소를 섭취하는 목적은 비타민이나 무기염류의 급원으로써 중요성 뿐만아니라 각종 조섬유 그리고 기타 건강에 유익한 성분을 채소를 통해서 얻어지기 때문이다. 따라서 인간의 욕구는 사계절 맛있고 영양가 높은 채소를 요구하기에 이르렀다.

1970년대 초부터 유럽 선진 개발국에서 나타나기 시작한 환경오염은 보건적 측면에서 무공해 채소의 요구도를 증대시켰다. 그래서 그때까지 문제가 되지 않았던 채소류의 질산염 연구가 기승을 부렸다.

<표 5-8> 유럽채소 연구의 방향

1. 환경 친화적 재배법 개발	순환식 양액재배법 개발, 생물적 방제법 실용화 연구 및 적용 토양분석을 통한 관비 농법 개발, 관수된 물이 지하수로 내려가지 않고 식물이 100% 흡수하는 농법 개발, 태양열이나 기타 축열을 이용한 보조 난방법개발.
2. 인간공학적 재배법 개발	식물 공장에 의한 생력적 농법 개발, 수확단순화를 위해 송이 토마토 같은 1회 수확용 품종 개발 보급, 파종·정식·수확의 기계화를 모든 채소류에 적용 연구.
3. 경제성있는 재배법 개발	난방을 통해 중부 유럽에서 경쟁력이 없는 채소류는 남부 유럽에서 생산하도록 함, 모든 재배법이나 작부 체계를 수익성에 맞춰서 개발, 새로운 아시아 채소 재배를 통한 수익성 증대, 인건비 상승으로 규모 적정화를 통한 가족 운영으로 경제성 증대.

80년대 접어들어서는 채소의 수경재배가 고품질을 요구하는 유럽소비자로 인해 급속한 증가를 가져왔다. 수경재배는 과거의 농법과 달리 완전 근권제어를 통해서 안전한 식품으로써 생산을 가능케 했다.

그러나 90년대 들어서 유럽의 각국의 의회에서 녹색당(환경론자)의 영향이 보다 강화되면서 수경재배에서 사용되는 배지와 잉여 양액이 문제가 되어 채소재배에서도 환경친화적 새로운 농법의 연구가 타의에 의해 진행되었다. 특히, 유럽은 태의 국경선을 없애는 단일화폐인 EURO화를 쓰기 시작한 1999년 초부터 농산물의 국경선을 넘는데 전혀 문제가 없게 되어 겨울이 온화한 스페인 남부와 이태리 등지가 새로운 채소재배단지화가 되게 되었다. 그 결과 15,000ha에 이르던 네덜란드의 채소산업은 타격을 받게 되었다. 이는 겨울에 난방비를 거의 들지 않더라도 토마토, 오이를 생산할 수 있는 생산지역이 유럽의 남부에 형성되어 경제성이 없는 농사는 고려할 필요가 없게 되었다. 또한 80년대 후반 구소련이 무너지면서 많은 인구의 변동이 나타나 자국민들마저 일자리를 잃게 되는 상황이 나타나 외부 인력을 사용하는 것을 제한함에 따라 보다 생력화된 농법과 수확을 간편화시키는 1회 수확용 송이 토마토 등이 급속하게 개발 보급되었다.

이와 같은 추세에 따라 유럽의 채소 연구의 방향을 크게 다음 세 가지 측면에서 초점을 맞추고 90년대 후반에 집중적으로 연구가 진행되었다. 즉, 유럽채소의 연구방향을 환경친화적 재배법 개발, 인간공학적 재배법 개발, 그리고 경제성 있는 재배법 개발로 초점을 맞추고 연구가 진행되고 있다. 그러나 3가지 중 앞으로 2000년 상반기는 환경친화적 농법이 채소생산에 가장 중요한 연구 개발 목표가 되리라 확신한다.

나. 미국의 채소 연구동향

미국의 채소 연구 동향은 그들 대륙이 넓고 재배 방법이나 채소의 종류가 다양해서 전체를 파악해서 언급한다는 것은 다소 어렵다. 따라서 1997-1999년까지 미국 원예학회지와 HortScience에 나타난 문헌을 중심으로 미국 채소 재배 연구 동향을 분석하여 보기로 한다.

<표 5-9> 미국 원예학회지와 HortScience 에 나타난 채소 연구 내용

주요 항목	연도			
	1997	1998	1999	3년 평균(순위)
채소 품종, 육종, 생명공학	38.6%	34.5%	38.0%	37.0 (1)
채소 생리, 생태	13.0	9.2	15.2	12.5 (3)
접목, 번식, 조직배양	3.0	5.6	5.4	4.7 (6)
재배, 시설, 작형	14.1	20.5	17.4	17.3 (2)
토양, 근권, 영양	15.7	7.0	12.0	11.6 (5)
생장 조절제 이용	1.4	1.4	2.2	1.7 (8)
병해충 연구	0	6.3	3.3	3.2 (7)
기계, 저장, 기타	14.1	15.5	6.5	12.0 (4)
논문수 (%)	70(100%)	142(100%)	92(100%)	

주 : 필자조사

<표 5-9>에서 나타난 바에 의하면 3년 동안 30% 이상의 중요성을 나타낸 연구는 품종, 육종, 생명공학 분야이고 두 번째가 재배, 시설, 작형 등이며, 세 번째가 생리, 생태 연구 그리고 네 번째가 기계, 저장 등의 연구이다. 다섯 번째가 토양, 근권, 영양연구를 들 수 있다. 그러나 2, 3, 4번째로 중요한 연구들을 합한 것과 채소육종 분야가 같다는 것은 최근 미국의 연구 방향이 품종 육성이나 육종에 중점을 두면서 보다 좋은 품종 육성을 위해 생명공학 기법을 적용하고 있음을 의미한다. 이와 같이 육성된 품종을 재배에 적용해야 하기 때문에 관련된 재배법의 개발 그리고 문기계제시되는 생리 생태 연구를 보완한다는 점에서 기타 연구 개발의 맥락이 이어진다고 할 수 있다. 수확이나 저장이 4번째로 중요한 것은 미국은 거대한 대륙이므로 채소주산단지인 캘리포니아에서 동부지역으로의 수송원예가 발달하고 생력적 농법 개발을 위한 기계수확등의 관심이 커서 이 분야의 연구가 활발히 이루어 졌기 때문으로 본다.

다. 일본의 채소 연구 동향

일본 원예학회에서는 전년도까지 국내의 모든 연구소나 학회에 발표된 원예 관련 논문 목록을 제시하고 있다. 그 자료를 바탕으로 항목별 숫자를 산출하여

만든 것이 <표 5-10>이다.

현재 일본에서 가장 많은 연구되는 것은 병해충 방제연구이다. 이는 제한된 지역에서 채소류를 연중 집약 재배를 함에 따른 여러 가지 문제점 중에 병충해가 가장 시급히 연구하여 대처해야할 필요가 있기 때문이라 생각된다.

두 번째로 재배나 시설원에 연구가 중요하고, 세번째로 접목, 번식 등의 연구가 많이 이루어진다. 이는 병해충과 관련되어 대목의 연구나 접목 연구가 많이 이루어지기 때문으로 볼 수 있다. 역시 네번째 품종의 연구는 내병성에 초점을 맞추고 이루어지고 있다. 그 외 영양이나 생리, 생태 연구가 다음으로 이루어지고 있다.

<표 5-10> 일본의 채소연구 논문의 항목별 분류.

연도 주요항목	1996	1997	1998	3년 평균(순위)
품종, 육종	15.0%	11.1	17.0	14.4 (4)
형태, 생리, 생태	12.4	9.4	8.0	10.0 (6)
접목, 번식, 조직배양	13.7	17.8	17.8	16.4 (3)
재배, 시설, 작형	18.5	13.0	19.9	17.1 (2)
토양, 근권, 영양	13.3	13.0	10.9	12.4 (5)
생장조절제이용	2.1	2.0	1.4	1.8 (8)
병해충연구	16.7	21.7	18.8	19.1 (1)
기계, 저장, 기타	8.2	11.9	6.2	8.8 (7)
논문수	233(100%)	253(100%)	276(100%)	

주 : 필자조사

2. 국내의 채소 분야 연구 동향

가. 국내 학회 및 연구소의 연구 동향

국내 학회 가운데 원예분야는 한국원예학회가 가장 활발하게 연구하고 있기 때문에 최근 3년간 채소 분야 게재 논문을 내용별로 분류 한 것은 <표 5-11>와 같다.

가장 많은 연구 내용이 재배, 시설, 작형 등 재배 관련 연구였으며 두 번째가 품종, 육종 그리고 세 번째가 학회지 답게 생리, 생태 연구 분야였다. 그리고 최근에 급속하게 연구가 증가하는 기계, 저장 분야가 4번째였다.

<표 5-11> 한국원예학회지에 최근 3년간 게재된 채소분야 논문 내용별 분류

주요항목 \ 연도	연도			3년 평균 % (순위)
	1997	1998	1999	
품종, 육종, 생명공학	27.9%	14.0%	13.8%	18.6 (2)
형태, 생리, 생태	20.8	15.7	13.8	16.7 (3)
접목, 번식, 조직배양	19.1	15.7	10.3	15.0 (5)
재배, 시설, 작형	19.1	27.5	31.0	25.9 (1)
토양, 근권, 영양	1.5	1.9	3.4	2.3 (8)
생장조절제이용	2.9	3.8	.34	3.4 (6)
병해충연구	4.4	1.9	1.7	2.7 (7)
기계, 저장, 기타	4.4	19.6	22.6	15.5 (4)
논문수(%)	68(100%)	51(100%)	58(100%)	100%

주 : 필자정리

우리 나라 원예산업 연구의 중추적인 역할을 하는 원예 연구소의 최근 3년간의 연구를 보면 다음 <표 5-12>와 같다.

원예연구소의 최근 3년간 채소 분야 연구의 중점 순위는 중요한 것에서는 큰 변동이 없었다. 3년 평균해서 가장 중요한 분야가 재배, 시설, 작형 분야로 거의 50%를 차지해서 원예연구소는 농민들에게 필요한 실용적인 연구를 하는 특성을 뚜렷하게 나타냈다. 다음이 품종, 육종으로 28%를 차지했다. 또한 세 번째는 9.8%로 병해충 연구가 주를 이뤄 결국 재배상에 문제가 되는 병해충 방제 연구에 힘쓰고 있음을 알 수 있다.

앞서 한국원예학회는 생리, 생태연구가 세번째였는데 원예연구소는 병충해가 세번째 인 것은 농가를 위한 연구기관으로서의 역할을 잘하고 있음을 뜻한다. 네 번째는 원예학회와 같이 기계, 저장 분야였다.

이상 두 연구 기관의 결과로 미루어 국내의 연구는 재배, 시설, 작형 같은

재배적 측면의 연구가 많고 그 다음이 품종, 육종 그리고 채소류의 생리, 생태 또는 병해충 연구가 중요하게 연구되고 있음을 알 수 있다. 눈에 띄는 연구 활동은 한국원예학회나 원예연구소 공히 기계, 저장, 기타 분야의 연구가 최근에 증대되고 있음을 알 수 있다.

여기서 일본의 연구와 다른 것은 일본에서 가장 많은 연구는 병해충에 관한 연구라는 점이다. 그리고 두번째가 재배, 시설, 작형인 것이 크게 차이가 나고 있다. 물론 국내에서는 병해충을 농과원에서 연구하지만 한국원예연구소에서마저 연구의 중요도가 떨어지는 점은 주목할 만한 점이라 할 수 있다.

<표 5-12> 한국원예연구소 최근 3년간 채소분야 연구 내용별 분류.

연도 주요항목	1997 (%)	1998 (%)	1999 (%)	3년 평균% (순위)
품종, 육종, 생명공학	28.8	28.6	26.7	28.0 (2)
형태, 생리, 생태	0	1.4	2.3	1.2 (7)
접목, 번식, 조직배양	6.1	4.3	2.3	4.2 (5)
재배, 시설, 작형	50.0	51.4	45.3	48.9 (1)
토양, 근권, 영양	3.0	1.4	1.2	1.9 (6)
생장조절제이용	0	0	0	0
병해충연구	9.1	7.1	11.6	9.3 (3)
기계, 저장, 기타	3.0	5.7	10.5	6.4 (4)
총항목(%)	66(100%)	70(100%)	86(100%)	100%

주 : 필자정리

3. 선진국대비 국내 연구(기술)수준 비교

지금까지 국내의 채소분야를 조사 분석한 항목을 기준으로 연구 논문이나 연구결과적인 면에서 필자의 주관이 다소 가미되었지만 선진국에 비해 다음과 같은 격차가 있음을 알 수 있다.

선진국에 비해 연구나 기술수준의 격차가 심한 부분은 생리, 생태 연구, 병해충 연구(특히 생물학적 방제), 그리고 기계화 및 저장 연구라고 생각한다. 어

는 정도 선진국수준을 따라가는 분야는 접목, 번식과 생장제 이용 분야라고 생각된다. 그리고 중간 단계는 품종, 육종, 생물공학분야, 재배, 시설, 작형 분야 그리고 토양 근권, 영양분야라고 생각된다. 최근에 급속히 증가된 시설원에 면적에 대비해서 농가들의 의식체계 전환이 다소 미흡하여 시설내의 병충해 방제를 소홀히해 양액재배 베드에서 마저 시들음병, 역병 등이 발생하고 있는점은 한국적 특징이라 볼 수 있다. 따라서 병충해 방제 연구에 대한 보다 체계적 시도가 일본처럼 이루어져야 한다고 본다. 아울러 품종, 육종, 생물공학 방향도 외국과 기술격차 감소를 위해 집중 연구해야할 방향으로 생각된다.

<표 5-13> 선진국 대비 한국 채소 연구 기술 비교

국가비교 항목	선진국(미·일)	한국
품종, 육종, 생물공학	100%	80%
형태, 생리, 생태	100	70
접목, 번식, 조직배양	100	90
재배, 시설, 작형	100	80
토양, 근권, 영양	100	80
생장조절제 이용	100	90
병충해 연구	100	70
기계, 저장, 기타	100	70

주) 선진국 수준을 100으로 볼 때의 한국 수준을 SCI 급 논문 수준에서 비교 한 것으로 필자의 주관적 판단임.

II. 채소원예분야의 연구성과 및 파급효과

1. 채소원예분야의 성과 분석

수년간 일본원예학회에서 분석하는 분석표에 의거해서 채소연구의 각 분야별 연구 분류를 지금까지 최종보고서를 제출한 35과제를 대상으로 분류하면 <표 5-14>과 같다.

<표 5-14> 농림기술개발사업에 의한 채소분야 연구의 분야별 분포표

분야별 분류	연구건수	%
품종, 육종	3	8.5(4)
형태, 생리, 생태	0	0
접목, 번식, 조직배양	8	22.9(2)
재배, 시설, 작형	18	48.6(1)
토양, 근권, 영양	0	0
생장조절제	0	0
병해충	5	14.3(3)
기계, 저장, 기타	2	5.7(5)
합계	5	100%

주 : 센터 연구결과 평가를 기준으로 최우수, 우수, 보통을 각각 5, 4, 3점으로 배점하여 이들 과제의 점수를 합산하여 평균을 낸 것임

채소 분야의 연구개발은 48.6 %가 재배, 시설, 작형 연구이고 두 번째로 그리고, 접목, 번식, 조직배양이 22.9%병해충 14.3% 품종, 육종이 8.5% 순서였다.

이는 한국원예학회 연구 방향과 다소 순서는 다르지만 4항목이 일본의 연구 중요도와 일치하고 있는 점이 상당히 중요하다. 유럽과 미국 보다는 우리와 비슷한 기후와 작물 재배를 하는 일본의 핵심적인 연구와 농림기술개발사업의 채소 연구가 같은 방향으로 나가고 있다는 것은 연구사업의 채소 분야 과제 선정 방향이 비교적 잘되고 있다는 것을 의미한다. 다만 일본의 경우 이들 선두 세분야의 연구 점유율이 20%를 넘지 않으나 우리 사업의 경우 재배, 시설, 작형 쪽에 전체연구의 절반 정도인 점은 앞으로 개선의 필요가 있다고 생각된다.

즉, 연구 과제의 선정에 관련된 총론적 부분은 방향 설정이 잘되어 좋은 성과를 보이거나 각론적 측면에서는 다소 개선의 필요성이 있다고 본다.

센터에서 제시한 기술 분류별 연구 성과를 센터 자체의 평가표와 필자의 주관적 평가를 가미시켜 제시한 결과를 <표 5-15>에 제시하였다. 표에서 나타난 바와 같이 종자 품질 향상, 조직 배양 산업화, 연구개발 건수는 많지 않으나 시설 환경 개선은 우수하고 그 외는 보통 수준으로 사료 된다. 물론 보통 수준에도 우수 과제가 많이 있지만 평균적으로 괄목 할 만한 성적이 없다고 생각

되어 평가를 하였다.

<표 5-15> 채소 분야 기술 분류별 연구 성과 분석

세분류	수행 과제수	연구 성과 분석 및 평가
1. 품종육성	2	보통수준, 단기간 연구는 좋은 품종을 육성 불가
2. 종자 품질 향상	3	우수함, 종자가공처리등 연구는 잘됨
3. 유전자원 개발 및 관리	1	보통수준, 외국에 비해 체계적 접근 부족
4. 무병주 대량생산 기술	2	보통수준, 대량생산 후 변이 방제기술 부족
5. 식물 조직 배양 산업화	1	우수함 조직배양기술을 세계적 수준임
6. 공정 육묘	0	
7. 재배, 수확 생력화	10	보통수준, 몇몇 과제는 우수하나 항목수가 많은 만큼 성과가 다소 낮음
8. 환경 친화적 재배	0	
9. 생산 관리 (병해충 포함)	4	보통수준,
10. 재배기술 개선	7	우수함, 첨단 온실내 재배기술 개선은 잘 되고 있음
11. 환경 개선 및 제어	1	보통수준, 환경제어는 팔목할만큼 진전됨
12. 시설 원예용 신소재 이용	1	보통수준임, 보다 적극적 신상품 개발 필요
13. 시설내 병충해 방제	1	보통수준, 생물학적 방제 연구 부족
14. 가공 및 기타	2	보통수준, 가공은 분류되어 있어 항목수는 작지만 지속적 연구가 필요함
	35	

주 : 센터의 평가 결과를 평균화시킨 결과와 필자의 평가를 정리한 것임

결론적으로 지금까지 채소 분야는 보통 이상의 결과를 나타냈으나 앞으로
보다 착실한 연구가 필요하다고 본다.

지금까지 연구 결과에서 보통 수준의 평가가 나온 것들은 주로 기술보급소나, 채소 전공이 아닌 연구진들이 아이디어만 가지고 연속성이 아닌 단발적 연구를 한 것이 많음으로 차후 연구 성과 관리 측면에서 이런 점을 선정 평가시에 고려할 필요가 있다고 사료된다.

2. 연구성과가 농업 분야에 끼친 파급효과 분석

가. 연구 환경적 측면

연구 환경적 측면에서 가장 중요한 것은 충분한 연구비의 제공과 그에 따른 연구기풍의 진작인데, 항목에 따라 연구비 분배가 다소 불균형 했지만 대체로 이점은 잘 되었다고 본다. 그러나 초기에 연구비 집행후 감사 과정에서 과도한 비용통성은 연구책임자와 세부연구자들의 연구 의욕을 상당히 저해시킨 점은 옥의 티였다고 사료된다.

그래도 99년도부터 연구비 정산에 대한 다소의 융통성이 연구 책임자의 숨통을 틔게 한 점은 연구 환경 개선이 다소 좋아 졌다고 생각된다. 그러나 타부처의 연구비에 비해 연구환경적 측면에서는 보통 수준으로 연구책임자의 연구비 관리에 보다 융통성을 부여 해야하고, 결과 보고 등에 대한 사후 평가 등에 대하여 개선의 여지가 많다고 본다.

나. 학문적 측면

대부분의 연구 과제가 결과를 학회에 발표하고 우수한 내용은 특허를 신청하고 있어 학문적 측면에서는 국내 어느 연구비 보다 학문적으로 효과를 나타냈다고 본다. 특히 채소 분야에서는 농특세 연구비에 따라 엄청난 연구 발표가 이루어졌다는 점에서 큰 효과가 있었다.

<표 5-16>에서는 98년까지 보고된 논문발표 및 교육결과가 보고된 22개의 연구의 결과를 분석한 것인데 연구 한건당 평균 논문 발표 건수는 4.18개이다. 아울러 젊은 농학도들이 과제를 수행하면서 참여하여 석·박사 학위를 많이 받은 것은 논문보다 더 값진 결과라 사료된다. 학문적 측면에서 국내 어떤 연구비 보다 큰 효과를 나타냈다고 본다.

<표 5-16> 채소 분야별 연구 실적 (98년까지 평균)

항 목	실적/1개 연구
논문 발표	4.18 건
농민 교육 참여	201 명

다. 연구 인력 양성적 측면

연구를 수행하는 동안에 <표 5-17>에서와 같이 총 454명이 33과제를 수행하면서 참여하여 연구 인력 동원 측면에서도 큰 효과를 나타내었다. 그 기간 동안에 외부 인원(대학의 석·박사)도 총 211명이나 동원되어 과제당 평균 6명의 젊은 학생들이 참여하였다는 것은 앞으로 채소원에 분야의 연구 인력을 길렀다는 측면에서 매우 의의가 있다. 따라서 연구 인력 양성 측면에서는 아주 큰 효과가 있었다.

<표 5-17> 채소 분야 완료 과제 동원 연구 인력

완료 과제수	35과제 (과제당 인원수)
연구총인원	454 (13)
내부 인원	243 (7)
외부 인원	211 (6)

라. 농민 및 시민 지도적 측면

개발된 기술을 현장에서 직접 농민에게 교육한 것은 다른 지도기관보다 큰 효과를 나타냈다고 사료된다. 연구 결과 보고에 나타난 채소 농가 교육건수는 대단한 효과가 있다고 생각된다. 특히 교육 참가자의 숫자를 고려한다면 본 채소 과제는 센터 수행과제 또는 타부처 과제 보다 농민 지도적 측면에서 효과가 매우 큰 결과를 나타냈다.

<표 5-16>에서와 같이 연구 한건당 약 201명의 현장 교육이 이루어 졌다. 이는 현장 애로 사항을 해결한 연구 결과를 농민들에게 직접 교육할 수 있는 것이 다른 부처 연구에서 볼 수 없는 장점이다. 기타, 새로운 서양 채소나 허브 종류 같은 것을 시민들에게 TV 방송이나 기타 홍보, 교육한 점도 농특세를 내는 시민들에게 좋은 효과를 가져 왔다고 생각된다.

마. 기타

그 외 벤처 창업, 새로운 품종 육성 등에 의한 채소 산업 전반과 농업 분야에 끼친 효과는 크다고 본다.

3. 연구 성과의 국가 경제적 파급효과 분석

채소 분야의 국가 경쟁력 파급 효과를 계량하는 것은 쉽지 않으나 분야별로 다음 몇 개 중에서 커다란 파급 효과가 인정된다.

가. 종자의 수입 대체 효과

새로운 신품종이 선발 육성되어 종자 수입 대체 효과가 매우 크다. 예를 들어 부추는 연간 약 200억원의 수입대체 효과가 나타났다.

나. 농약 절감 효과

각종 새로운 병해충 방제 방법이 개발되어 오이재배의 경우 시설내 농약 사용량을 15% 정도 감소시켜서 생태적 농법 실현의 가능성을 제시했다.

다. 농가 소득 증대 효과

수박, 반디 나물등에서 약 20-30% 증수를 가져 왔으며 기타 작물에도 농가 소득 증대 효과가 매우 컸다.

라. 시설내 각종 시설, 양액 비용 절감 효과

시설 자재나 양액등의 비용 절감효과는 대체로 30% 정도 나타나서 다른 연구에서 볼 수 없는 확실한 가시적 절감을 통해 경제적 농법의 기본을 제시 했다.

마. 각종 채소류의 재배기술 및 품질 증진에 따른 수출 증대 효과

많은 연구 인력의 확보는 차세대 채소 산업 발전의 기틀이 됐고 대학 등에 관련 연구기자재 확충과 농민 교육 효과를 가져 왔다.

바. 채소 분야 연구 인력 증진 및 교육 효과

고품질, 다수확 농법 개발 연구가 주가 되어 소비자의 소비 의욕 촉진에 의한 간접적 농가소득 증대와 소비자는 영양가 있는 채소의 섭취를 보건적 효과 증대를 가져왔다.

IV. 향후 연구방향 및 과제

1. 채소 분야 기술 개발 방향

채소 분야의 기술 개발의 기본 방향은 21세기 초 국내외 소비자의 요구 조건을 감안해서 다음 몇가지로 함축시켜야 한다고 본다.

가. 생태학적 채소 농업 확립

21세기에는 한국의 환경 단체의 활동이 보다 극대화 되리라고 생각되어 노지 채소와 시설채소 모두 생산에 필요한 지재나 농약등이 채소 재배 전후 나타날 수 있는 환경 오염을 극소화시킬수 있는 방법의 강구가 시급하다. 따라서 최적시비량사용, 생물적 농업 증대, 환경 오염을 증대시키지 않는 농자재 사용 등이 필요하다. 또한 내병, 내충성 품종의 육성이 필요하다.

나. 수지맞는 채소 농법 개발

국내 채소 생산은 조금만 많이 생산해도 과잉생산이 된다. 따라서 경제성있는 농법의 확립을 통한 농가 소득 증대가 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 고품질화 연구를 통한 국내소비 촉진 그리고 일본 시장의 공략을 위한 수출채소 연구등이 중점적으로 수행되어야 한다. 그러기 위해서는 지역 특성에 맞는 채소 생산 체계 연구가 필요하다.

다. 인간 공학적 편리한 농법 개발

앞으로 쾌적한 환경하에서 채소 생산을 할 수 있는 식물공장 같은 기술개발

로 고정화된 농촌 인력이 보다 쉽게 채소 농사를 지을 수 있는 기계, 자재, 시스템 개발이 필요하다. 예를 들어 딸기 재배를 토양재배보다 다단재배를 통한 생산체계 확립이 무엇보다 요구된다. 그렇게 함으로써 허리를 굽히고 딸기를 생산하지 않는 농법으로 전환이 가능하게 되기 때문이다. 따라서 모든 채소 생산 기술은 사람에게 고생스러움을 제공하는 것이 아니라 편리함이 가미된 농법 개발의 방향으로 나가야 한다.

라. 지역 특성에 맞는 채소 농법 개발

앞으로 국제 유가는 보다 상승하리라 생각된다. 따라서 지역 특성에 맞는 시설농업육성을 위한 기술개발을 하지 않으면 경제성 있는 채소 생산이 불가능하다. 따라서 채소 시설 연구의 기본 방향을 지역 특성에 맞는 재배나 적물 선정 등의 연구를 개발해서 안배해야 한다.

마. 내환경성 신품종 육성 및 신소득 작물 개발

내병, 내충성 신품종 의 지속적인 육성이 요구된다. 특히 일본이나 미국 등 지에서는 이 방향의 연구가 많으나 센터 연구는 연구년의 제한으로 이 분야의 연구가 작는데 반드시 충분한 연구기간과 연구비를 지급해 실제적으로 품종 육성이 가능한 연구가 필요하다. 그리고 쌈채소나 허브 같은 신소득 작물의 선발 및 재배 기술체계 확립 연구가 필요하다.

2. 향후 연구 개발 과제

위에서 열거한 채소분야 기술개발 기본 방향에 의거해서 다음과 같은 연구 개발 과제를 발굴할 필요가 있다고 본다.

가. 시설내 생물적 방제 체계 확립

소비자의 건강을 증진하고 수출 농업을 위해서는 병해충 방제를 생물적으로 할 수 있는 모든 방법을 강구해야 한다.

나. 미생물을 이용한 채소 연작장해 회피

새로운 근권 미생물을 이용한 연작장해 회피와 토양비료 이용 증대 그리고 식물의 생육 증대 등에 대한 개발 과제가 필요하다.

다. 생물적 농약의 개발 및 이용 연구

고가의 생물적 농약보다 식물등에서 추출한 천연농약등의 개발 연구가 필요하다.

라. 내병 내충성이 있는 고품질 채소 품종 선발법 육성

우리나라의 연구개발의 연구 중에 취약점이 품종육성에서 내병, 내충성 품종의 육성에 대한 투자의 부족이다. 고품질이면서 내병성, 내충성 품종의 육성을 안전 식품의 생산 뿐만 아니라 농가의 농약 살포에 필요한 인건비 절약등에 큰 효과가 있다.

마. 환경 오염이 적은 배지 개발

암면, 펄라이트등은 폐기처분에 있어 문제가 됐으므로 자연상태로 환원시킬 수 있는 환경 오염 극소화 배지 개발과 폐배지의 재이용 연구가 필요하다.

바. 고품질 고기능성 채소 생산 기술 개발

소비자의 욕구는 고기능성 항암채소 같은 특수 채소 연구에 많은 관심이 있다. 따라서 이에 관련된 재배적 연구와 상품화 연구 개발 등이 요구된다.

사. 지역별 특화된 채소 작물 개발 및 재배 기술 확립

무분별한 전국적인 동일 농법은 난방비 증대, 수송비 증대 등의 문제가 있으므로 농가 스스로가 채택할 수 있는 정도의 지역별 적용 작물 연구가 필요하다.

아. 수출 농업을 위한 작목 선발, 유통 및 저장 기술 확립

앞으로 한국 채소 수출 농업은 고품질 채소의 대일 수출에 방향을 맞추어 연구되어야 한다. 우리보다 20년 앞서 고령화 문제가 대두되는 일본에 대한 수

출 농업의 육성을 위한 작목 선발, 유통 기술 증대, 포장 및 저장 기술 확립 연구가 필요하다.

자. 생력적 기계화 파종, 이식, 정식, 수확, 분류관련 연구의 대폭적 확대
21세기 편리한 농업이 개발 보급되어야 하는데 그 가운데 가장 많은 노력이
필요한 채소 원예 산업의 기계화 연구는 우선적으로 채택 연구되어야 한다.
이는 노지 채소뿐만 아니라 시설 채소에서 시급히 연구되어야 한다.

차. 근교, 수송 채소 원예의 경영 분석을 통한 신작물 보급 기술 개발
근교 원예 지역과 수송원예지역이 적용할 수 있는 신작물에 대한 경영 분석
을 연구 제시해서 농가가 작목 선택에 참고가 될 수 있게 한다.

카. 새로운 채소 작물의 재배, 고품질 생산 기술의 개발
소비자는 새로운 채소의 요구도가 높다. 그러므로 전세계적으로 재배되는 새
로운 먹거리 채소를 수집, 재배하는 방법을 연구해서 생산자 및 소비자의 새로
운 욕구에 충족시킬 신작물 보급 연구가 선행되어야 한다.

타. 모든 채소 연구 개발 결과의 CD화 및 제공
농가나 일반인이 쉽게 개발된 기술을 열람할 수 있도록 체계적 분류를 통한
CD화 및 보급이 필요하며, 신기술이 개발되면 해당항목에 첨가하여 정보의 집
대성이 필요하다.

제 4 절 화 화

I. 화훼분야의 국내외 연구동향

1. 최근 선진국의 연구동향

화훼생산에 대한 구체적이고 정확한 통계는 집계되고 있지 않지만 94년 International Floriculture에 의하면 상위 11개국에서 315억\$을 생산한 것으로 집계되고 있다. 가장 생산액이 많은 나라는 네덜란드로 72억\$(95)이 생산되었고 다음이 일본(62\$, '95) 이태리(52\$, 94)이고 한국은 약5억\$(95)이 생산되고 있다. 미국은 39억\$(94)이 생산되고 있지만 세계최대의 소비국으로 (125억 \$/95) 많은 량을 콜롬비아등 주변국에서 수입하여 쓰이고 있다.

이상의 간략한 통계에서 보는 바와 같이 주 생산지역은 화란, 일본 미국 등의 경제적으로 부국인 선진국으로 공업과 과학기술이 많이 발달된 나라들이다. 최근에는 화훼선진국에서 콜롬비아, 이스라엘, 케냐 등의 기후와 토질이 알맞은 곳에서 선진기술과 적지적작을 접목시키고 있다. 화훼기술의 최대선진국인 화란은 세계화훼기술을 선도해나가고 있다. 화란을 중심으로한 국외의 연구동향에 대하여 검토 하면 다음과 같다.

첫째 신품종의 육성이다. <표 5-18>에서 보는 바와 같이 수요가 많은 상위 5종류의 화훼 신품종을 품종등록하기 위하여 일본에 출원된 것을 보면 화란이 가장 많아 5작물에서 카네이션의 745품종등 2907품종이 등록되었다.

다음은 미국으로 1360품종이 등록되어 선진국에서 신품종육성이 크게 발전되고 있음을 볼수 있다. 각작물마다 육종목표는 다르지만 큰 비중을 두고 있는 것이 화형과 화색이고 다음이 내환경성(예, 장마, 음지)과 방향성등 다양하다.

<표 5-18> 일본에서 중요등록된 5종류의 화훼(94, 12월)

(단위:출원수 및 등록수)

작물	출원수	등록수	해외에서 출원한것								계
			화관	미국	독일	불란서	이태리	이스라엘	영국	기타	
카네이션	745	372	178	28	28	88	105	41	-	-	468
장미	739	388	78	74	105	100	20	-	2	53	432
국화	603	243	67	32	-	-	-	-	31	-	430
심비디움	541	230	-	-	-	-	-	-	1	-	1
백합	279	127	106	2	-	-	-	-	-	1	109
계	2907	1360	429	136	133	188	125	41	33	54	1140

이들 나라의 공통적인 특징은 육종하려는 식물과 가까운 근연종들을 전세계에서 많이 수집하여 gene pool을 조성하고 모으는 일에 노력하고 있다. 예컨대 나리류 육종에는 한국자생나리를 포함한 전세계의 나리류를 수집하여 육종모본으로 사용하고 있다. 따라서 각국은 자국에 자생하는 식물을 연구하여 new crops의 개발에 역점을 두고 있다. 특히 중요시하고 있는 것 중에는 교배 불임성인 경우 불화합을 타파하여 임성을 높여 신품종을 만드는 것이다. 특히 종속간 교배에서 원년간 교배율을 향상시키는 연구가 큰 성과를 얻고 있다. 예컨대 나팔나리와 아시안틱나리의 중간 잡종인 LAtype 이나 나팔나리와 오리엔탈나리와의 속간 교배종인 LOtype은 대표적인 예라 할 수 있다.

화색육종은 화훼육종의 최대 관심사로서 장미의 청색, 금잔화 백색등 발현에 심혈을 기울이고 있다. 이러한 시도는 국내에서도 하고 있다. 세계적으로 화훼육종은 민간부문 종묘회사에서 주로 연구되고 있고 화단용 초화류나 실생에 의한 절화품종은 일대 잡종 품종들이다. 따라서 내혼계(imbred line)의 유지를 위한 약배양의 연구나 교배조합의 구명연구가 수행되고 있다. 괄목할만한 발전은 생물공학기술의 육종 이용으로 약배양과 화분배양은 60년대 중반 독말풀 등에서 반수체식물을 유지시킨 이래 많은 화훼류에서 단기간에 신품종을 육성할 수 있는 수단으로 중요한 위치를 차지하게 되었다. 원년간 교배에 의한 배의 퇴화를 막기 위하여 배배양 연구, 배주 및 지방연구, 세포융합기술 연구가 연구되고 있다. 최근에는 유전자 교환에 의한 화색조절, 화기구조전환, 꽃의 수

명연장에 관한 연구가 급진전되고 있으나 큰 성과는 얻지 못하고 있다.

둘째로는 화훼생산 쪽에서의 재배법 개선 연구가 괄목할만하다. 화란을 중심으로한 시설원예의 발달은 재래식 다노력형 생산에서 첨단자동 생력형 화훼생산으로 집약될 수 있다. 따라서 시설내 환경조절의 발전은 공학분야의 기술발전에 힘입어 큰발전을 하였다. 특히, 각종센서의 개발로 인하여 정확한 자료가 확보되고 여기에 컴퓨터의 활용으로 자동화 생력화가 여러 분야에서 실용화가 되고 있다. 그러한 분야는 냉·난방, 환기, 양액의 PH 및 EC의 조절, 수분센서에 의한 자동관수, 탄산가스시비, 보광 등에서 큰 성과를 얻고 있다. 그 동안 공정육묘 기술은 플러그판과 같은 많은 용기가 개발되고 자동파종기와 배지가 개발되면서 농업의 기계화가 가능하여 졌다. 한편 종자의 발아율을 획기적으로 높이는 정선방법과 플라임인처리등은 공정육묘 기술을 크게 높이고 있고, 절화와 분화의 수확후생리기술, 각종화훼류의 무병종묘생산과 대량급속증식을 위한 조직배양기술, 주년생산을 위한 개화생리연구, 화훼이용에 관한 연구가 큰 발전을 보이고 있다.

2. 국내학계의 화훼분야 연구동향

국내학계의 연구는 크게 두분야로 나눌 수 있다. 첫째는 학술적인 기초연구와 둘째는 농업 및 농가에 소득향상을 위한 실용적인 연구이다. 국내화훼연구의 주축을 이루는 한국원예학회지에 발표된 논문을 중심으로 보면 지금으로부터 5년전인 1995년부터 갑자기 증가된 것을 볼 수 있다. 한국원예학회에서는 매년 춘계와 추계 2회에 걸쳐 학술발표가 이루어지고 있다. 93년 춘계발표회 때 35편이 발표되었고 추계 때는 21편이 발표되어 총 56편이 발표된 데에 비해 농림기술개발연구비가 각대학에 지원되기 시작하는 94년에는 93년의 1.7배나 증가 되었다. 95년에는 춘계 66편 추계 84편으로 합계 150(2.7배)편을 발표하였다. 이러한 현상은 꾸준히 계속되어 97년부터는 4배 가량의 증가를 보이고 있다. 가장 최근인 2000년 5월에 서울시립대에서 개최한 한국원예학회 학술 발표 논문수는 춘계 한번의 발표회에서 예년의 춘계, 추계 발표한 건수와 같은 량의 논문을 발표할 정도로 왕성한 연구활동을 보이고 있다. 이러한 현상은 농림부에서 농림기술관리센터에서 연구비를 지원하기 시작하는 1994년부터 증가한

것에 대해서는 국내 모든 대학교와 연구기관에서 크게 공감하고 있다.

<표 5-19> 한국원예학회 93년부터 2000년총계 학술발표 까지 발표논문수

년도	93	94	95	96	97	98	99	2000	계
총 계	35	47	66	79	110	119	94	210	760
추 계	21	49	84	101	96	130	147	2000년10월 개최예정	(99년까지) 628
계	56	96	150	180	206	249	241	210+()	1338
%	100	171	268	321	368	445	430	-	-

따라서 94년부터 대학의 연구실이 크게 활성화되고 농과 대학계의 연구기능이 크게 향상된 것을 볼 수 있다. 93년부터 2000년 봄까지 1338건의 학술논문이 발표되었지만 이 논문의 대부분은 농림부의 농특세 재원에 의한 연구로서 연구비 액수가 과학재단이나 학술진흥재단 및 대학 교내 연구비 보다도 연구기간과 다소 많은 연구비 때문으로 생각하고 있다.

국내 최근의 화훼연구동향은 다음과 같다.

가. 국내 야생화 개발 연구가 크게 증가한 것을 볼 수 있다. 원광대를 중심으로 한 상사화 개발 연구는 유럽의 화란에서도 큰 관심을 보였으며 강원도 농업기술원을 중심으로한 자생화훼 상품화 기술개발 연구가 강원도에서 집중적인 연구 수행을 하여 왔다. 국내 많은 대학에서 자생식물에 대한 직간접 연구가 많았는데 큰 관심을 보인 작물은 난류, 나리류, 화단용 초화류, 지피식물, 철쭉류등의 화목류에 집중되고 있다. 또한 지피식물류의 carpet 생산기술등 산업화이용을 위한 구체적인 기술에 관한 연구가 수행되고 있다.

나. 조직배양연구에 국내 많은 대학에서 참여하여 큰 관심을 보이고 있다. 경상대에서는 거베라등을 원예작물의 조직배양묘의 급속대량증식 및 순화체계에 관한 연구나 건국대에서는 호접란 공정생산에 관한 연구가 수행되고 있다. 특히 동양란의 virus 무병주의 대량생산 연구에 집중되어있다. 각 작물별 알맞

은 배지조성 성분구명과 생장호르몬 및 각종 유기물의 첨가 효과에 대한 연구가 이루어 지고 있다.

다. 공정육묘에 관한 연구 및 배지 원료와 배합비율에 관한 연구가 많아지고 있다. 이에 관한 연구로는 피트모스등의 배지원료의 개발과 배합비율, DIF, 생장조절제, 관수방법과 횡수, 육묘환경, 프라임처리를 포함한 발아 환경조사등의 연구가 수행되고 있다.

라. 구근 생산 자급화 및 축성재배에 관한 연구가 있다. 본 연구는 국가 주요사업으로 화훼수입의 대부분을 점유하고 있는 구근류를 자급화 하기 위하여 연구 되었다. 우선은 구근생산 적지선정을 위한 국내 적지로 예상되는 여러 곳에 나리류를 포함한 구근류를 재식시켜 구근 증식률을 비교 평가하였다. 한편 절화용 아이리스 구근생산기술 연구가 완도군농업기술센터에서 수행하여 난지구근류인 구근 아이리스 생산기술을 연구하여 큰 성과를 얻고 있다.

마. 기타연구 : 화훼분야에서 최근 크게 관심을 갖고 있는 분야가 수확후 생리분야 이다. 절화의 생산액이 화훼생산의 큰 부분을 차지하면서 절화수명연장을 위한 전처리제와 후 처리제의 개발과 저장방법과 수송방법에 관한 연구가 많이 수행되고 있다. 또한 내 공해성 자생식물연구도 수행되고 있으면 분화류를 포함한 화훼류 양액재배 연구가 늘어나고 있다. 양액재배연구는 장미나 국화 등의 절화와 벤자민 고무나무, 칼란코에, 아잘레아등의 분화 생산에 양분 흡수율을 고려한 적농도 구명연구에 집중되고 있다. 기타 원예치료연구, 압화, 건조화등의 화훼이용에 관한 연구가 수행되고 있다.

3. 기술수준의 선진국접근도

가. 화훼 육종 분야의 선진국 접근도

국내 화훼육종은 아직 국가 연구기관에서 주로 수행되고 있다. 그러나 선진국은 국가기관에서는 민간육종이 안되는 부분만 하고 있고 대부분이 민간 육

종 회사 또는 농가 및 취미가 들에 의한 육종이 주류를 이루고 있다. 이러한 현상은 금후 신품종을 육성하는데 드는 비용보다 수익이 높을 때는 국내 민간육종도 성행할 것을 예측할수 있다고 본다. 그동안 화훼류는 농작물중에서 가장 먼저 수입 자유화가 이루어졌고(74. 1월부터 단계적 수입 자율화 조치)지금처럼 UPOV(국제 식물 신품종 보호동맹)에서 로알티 지불을 의무화하지 않아 외국의 신품종을 무단 복제(번식)하여 값싸게 생산할 수 있었기 때문이었다. 그러나 지금은 장미를 포함한 많은 품종이 로알티 지불을 의무화하고 있어 품종 육성이 국내 화훼산업의 중요 과제가 되었다.

<표 5-20> 화훼류 육종목표 및 기술의 선진국(일본, 화란)과의 비교(접근도)

구 분	한 국	일 본	화 란
숙근류	-화색, 화형, 흰녹병 저항성, 무촉지성 -내병성, 내서성 육종 초기단계	-신화색(녹색), 화형(델피움), 무촉지성 -내병성 육종 연구 활발 -내서성 연구 초기	-화색위주, 절화수명 -내충성(총채벌레) -줄기경도 강화
구근류	-배수성, 내병성 육종 시작단계 -화색, 화형, 향기 변이 확대를 위한 중간교잡 장벽 극복 연구	-배수체 육종 일부활용(튤립, 프리지아) -나리 중간 잡종 육성 기술체계확립	-배수체육종, 구근부패병 저항성 육종, 중간잡종 육성기술 체계확립
화목류	-도입 및 교잡 육종 -화색, 화형, 향기 -내선충성 대목선발 -유전자원 수집 및 특성검정	-원연교잡 배수성 및 돌연변이 육종 -화색, 화형, 초형, 향기 -내병, 내충성 육종 -유전자원 분류 체계화	-원연교잡 배수성 및 돌연변이 육종 -화색, 화형, 초형, 향기 -내병, 내충성 육종 -유전자원 분류 체계화
선인장	-원연교잡육종(비모란속, 산취) -기내발아 대량생산 -유전자원 수집 : 25종	-도입 및 계통선발 이용	-도입의존(화란) -원연교잡(중남미)·관상, 약용, 식용 등 3,000종
난 류	-교잡육종, 미숙배 배양 -화색, 화형, 초형, 개화기 등 개량형질 -조직배양 대량증식 -유전자원 수집 특성검정	-심비디움 유전자원 전산화, 영상화 -원연간 교배육종, 배수성 -조직세포배양 대량증식	-팔레놉시스 유전자원 전산화, 영상화(대만) -돌연변이 -형질전환 배수성 -화경배양 대량번식 체계 확립
유전공학 기내대량생산 형질전환 유전자클로닝	산업화 시작단계 시작단계	산업화 개발중 개발중	산업화 개발중 개발중

국내에서 90년 이전에 원예연구소 화훼과에서 육성된 품종수는 국화 등 4작물에서 32품종을 육성하였으나 90년이후 1999년에는 튼나리등 11품종에서 98품종을 육성하였고 2000년에는 국내에서 최초로 장미 5품종, 페튜니아 4품종이 육성되었고 글라디올러스, 국화, 야생화 등이 계속 나오고 있다. 그러나 선진국에서는 민간 육종이 기본을 이루고 있고 다양한 사람과 회사에서 다양한 신품종이 매년 쏟아져 나오고 있다.

따라서 <표 5-21>에서 보는 바와 같이 많은 부분에서 선진국에 접근하여 있고 몇 년 안에 각 분야별 전문 민간 육종가들이 크게 늘 것으로 본다. 한편 유전공학분야는 기내대량생산은 선진국수준이나 형질전환과 유전자 클로닝은 시작단계에 있다.

나. 화훼 생산을 위한 재배법 개선 연구

<표 5-21> 화훼생산을 위한 재배기술의 선진국(일본, 화란)과의 접근도

구 분	한 국	일 본	화 란
숙근 초화류	-자가육묘, 적심재배, 연 2~3기작 -토경위주, 품종 및 작기 한정	-자가육묘, 적심재배, 연 2~3기작, 고품질 위주 -관비재배 정착, 양액재 배 초기단계, 품종과 작 기 다양	-전업육묘, 무적심 재배, 35~4기작,자동화공정 생산 -양액 및 관비재배 정착, 묘종생산기술 확립
구근류	-절화 양적생산 위주 (품질향상 시급) -종구의 국산화 추진 · 규모확대 : (0.4ha→1ha) · 정부지원 확대	-절화 품질 우선 -종구도입 의존 전환 · 우량구근도입 · 농가주체 도입	-절화품질+경영우선 -종구 수출확대 추진 · 기계화, 분업화 · 품질우선 생산 · 농가단위 생산기반 구축
화목류	-토양 및 양액재배 -접목묘, 접삽묘 이용 -배지선발연구 -동계휴면, 하계 전정법 -양분흡수 특성연구 -적지, 적작 작형개발	-토양 및 양액재배 -접삽묘 실용화 -양액개발 순화식 재배 -하계 절곡 전정법 -영양진단기술실용화	-토양, 양액, 격리상 재배 -삽목묘, 접삽묘 실용화 -양액개발, 순환식 재배 -아칭 등 수형개발 -영양진단기술 실용화 -주년생산 체계화
관엽류	-규모영세, 다품목 소 면적 재배	-소형분 고품질 생산	-소형분 자동화 생산정착

자료 : '99 농촌진흥청

이 분야에서 가장 발달된 화란은 주년 생산을 위한 시설원예에서 시설내 환경관리(냉, 난방, 환기, 광, 습도, CO₂)와 재배관리(관수, 시비, 양액관리, 병충해 방제, 제초, 일장조절)와 작업관리(적심, 유인, 운반 등)에서 첨단 공학기술을 이용하여 자동화, 생력화가 실용화 되고 있다. 화란만 하더라도 전부가 유리온실로서 자동화, 생력화가 용이한 기본 시설을 가지고 있으나 한국은 대부분이 비닐 온실로서 생력화 장치 도입이 어렵게 되어 있다. 각 작물별 선진국인 일본과 화란과의 비교해보면 많은 부분이 선진국에 근접하여 있는 것을 볼 수 있다.

II. 화훼분야의 연구성과 및 파급효과

1. 화훼분야별 성과분석

화훼분야는 농림 기술개발 사업에 의해 5년간 주요 10과제가 수행완료 되었다. 과제별 성과를 분석하여 보면 그 동안의 국가연구(과학재단, 학술진흥재단, 농촌진흥청등)의 어느 과제보다도 괄목할 만하다. 종합적으로 화훼육종 및 재배기술향상으로 농업 및 농가소득증대에 크게 기여하였다. 부수적으로 농학계 대학 화훼 분야 연구실의 활성화와 학문 발전에 기여하여 각종 학술지 논문 발표가 크게 증가되었다. 또한 연구실에 소속하여 있는 석박사 과정의 대학원생들의 연구능력과 학업성취도도 큰 보탬이 되었다.

각 분야별 구체적인 성과를 보면 다음과 같다.

가. 야생구근 상사화(*Lycoris*)개발연구

본 연구는 원광대 박운점 교수에 의하여 3개년(94~97)간 수행된 과제로서 한국 자생 상사화류를 세계의 구근으로 발전시켜 수출구근으로 까지 발전하게 되는 계기가 되었다. 주요 연구결과는 전세계에 자생하는 국내산 상사화류와의 근연계통을 수집하여 육종소재로의 이용성과 gene pool을 조성하기 위하여 한국산 10종, 일본산 11종, 중국산 9종, 대만산 1종, 화란과 미국재배종 8종을 수

집하여 각종 식물의 형태 및 유전학적 분석을 하여 금후 신품종 육성의 토대를 마련하였다.

또한 *Lycoris*류의 세계시장을 분석하고 재배현황 및 국가별 기호성을 조사하여 수출할 수 있는 길을 터놓았다. 우선 대량 번식을 위하여 인공번식법으로 twin-scaling 번식법으로 1구당 42개 정도의 많은 자구를 번식하는 기술을 개발하였고 번식의 생력화를 위한 인공번식기계가 개발되어 영운 엔지니어링에 기술이전 시켰다. 구근 대량 생산을 위한 구근 생산방법이 연구되어 정식시기, 재식거리와 깊이, 시비, 관수 등에 대한 거의 완벽한 연구가 수행되었다. 또한 구근 생산 기술도 지리산 자생화 영농조합에 기술 이전시켜 17만 여구를 생산 보급하였다. 그밖에 종자번식 체계를 수립하였고 제초 및 병충해 방제를 위한 적제초제가 구명되었다. CMV virus가 동정되었고 각종 발생하는 병충해의 종류가 동정되어 병충해 방제의 기초를 마련하였다.

나. 동양란의 수입 대체를 위한 생산 기반 및 품질 향상 기술개발

본 연구는 94~97년까지 3개년간 충북대 백기엽 교수가 연구 수행한 연구이다. 국내 화훼 생산액중 분화는 난류가 가장 크며 이중에서도 동양란은 국내 생산액이 모자라 많은 양을 수입하여 쓰고 있다. 그 천체 규모는 99년 현재 1170만불(132억원:농림부)이나 수입되었다. 가장 큰 문제는 virus이고 기타 생산기반을 위한 각종 재배기술들이 미 확립된 상태에서 재배되어 왔다. 본 연구는 그 동안 궁급해하던 각종 궁급증을 거의 해소될 정도로 여러 분야에서 해결하였다. virus는 자생란이나 착생란에 관계없이 감염된 종류가 *Cymbidium mosaic virus*(CMV)보다는 *Odontoglossum ring spot virus*(ORSV) 피해가 더 심하다는 결과는 그 동안 어느 종류의 virus가 감염되는지 그 피해는 어느 정도인지 모르고 있었는데 재배자와 이용자에게 새로운 정보를 제공하여 주었다. 여러 종류의 동양란에 대한 피해 증상과 피해정도가 규명되었는데 관음소심란이 가장 약하였고 건란이 가장 강하였음을 밝혔다. 한편 여러 종류의 난류(양란 포함)의 피해정도를 비교 검토하여 재배에 활용하도록 그 기반을 마련하였고 바이러스 불활성화에 효과가 큰 Vidarabine 은 기내배양시 virus 불활성화에 유효한 농도가 100mg 이상임을 밝혔고 각 virus 종류별 불활성화에 유효한 농도를 구명하여 virus 무병묘 생산의 기틀을 마련하였다. 한편 공생균이 분리

동정되어 이들이 자생란의 성장과 공생균과의 관계를 명확하게 하였다. 또한 국내 자생란의 자생지 토양(공생균이 있는)의 효과와 알맞은 시비 및 식재용토가 구명되어 생산기반 및 품질 향상을 마련하였다. 그리하여 이결과는 재배농가 및 재배자들에게 virus에 대한 경각심을 주고 항 virus제이용은 조직배양 업체에 기술 이전 시켰고 기타 기술은 신문과 방송에 보도하였다.

다. 화훼류 여름시설재배 온도 하강방법 구명연구

본 연구는 서울시립대 이정식 교수가 94~97(3년)년간 연구한 과제이다.

국내 시설재배농가에서 여름철 꽃을 생산하는 일은 고온피해로 인하여 거의 불가능한 실정이고 그 피해 현황이 커져서 국내 화훼생산에서 해결되어야 할 제일 큰 문제로 대두되었다. 본 연구를 통하여 국내에서 할 수 있는 실용화 기술이 해결되었고 일부기술은 산업체에 기술 이전시켜 국내 여름철 화훼 생산의 기틀을 마련하였다. 하계 화훼시설내의 온도는 보통 35~40℃까지 상승하여 대부분이 저온성인 화훼류들의 성장과 개화에 악영향을 끼치고 있다. 따라서 시설내 온도 하강을 시키기 위하여 여러 가지 한국적인 방법이 구명되었다. 온도 하강방법에 구명된 기술로서는 다음과 같은 기술을 작물에 따라 알맞는 복합처리 방법을 선택하는 것을 제시 하였다. 즉 강제 환기, 차광재료별 차광방법, 기화열 냉방(fog, pad냉방)과 보조냉방(지붕유수, 지붕스프링 쿨링, 지하수 유수)을 단독 또는 복합처리 하였을 때 온도하강 효과와 함께 여러 작물(장미, 오리엔탈나리, 시클라멘, 양란 심비디움, 벤자민 고무나무, 관음죽, 군자란)의 성장과 개화에 대한 반응을 조사하여 이들 작물의 여름철 시설재배 안정생산의 기틀을 마련하였다. 온도하강의 핵심은 현대 공업 과학에서 개발된 온도센서를 이용하여 컨트롤 박스에도 온도에 따라 on-off작동을 시켜 줌으로서 단계적 온도하강 효율을 늘려 목표온도 이하로 내려가게 하는 것이다. 본 연구에서는 5가지 방법을 제시하였는데 시설내 온도가 28℃가 넘으면 강제 환기가 작동되어 시간당 45회 환기 횟수가 되게끔 작동되며 그런데도 30℃로 온도가 올라가면 수시차광(온도가 너무오를때만 차광)을 하여 온도가 낮을때는 높은 광도에 의한 광합성을 충분히 하고 고온시에는 외부 차광을 시켜서 온도 하강을 시켰다. 본 연구에서 여러차광 재료중 알루미늄 차광망이 가장 온도 하강 효과가 높음을 구명 하였다. 따라서 이 결과는 (주)이노테크에 기술이전 되어

국산화가 이루어져서 전량 수입에 의존하던 외부 차광재료(내부차광재료는 국산화가)가 제조되기에 이르렀다. 환기와 차광을 시켰는데도 온도가 상승하여 32°C 이상이 되면 물을 이용한 기화 냉방(fog와 pan, pad와 fan, 지붕유수, 지붕스프링쿨링, 지하수유수)이 이루어져 32°C가 넘지 않게 하는 방법이다. 이러한 온도 하강 방법 효과는 작물에 따라 차가 있음이 보고되었다. 본 연구를 위하여 5동의 시설과 냉방장치가 설치되어 각종자료와 결과들이 얻어져서 신문, 방송, 잡지에 홍보되었고 또한 원예학회지등 학술지에 발표되었으며 일부 기술은 특허를 받았다.

라. 구근류 축성재배 작부체계 확립

본 연구는 경북대 최상태 교수가 3년간 (94~97)연구된 결과로서 절화재배 비중이 큰 주요 구근류인 나리류등 6작물을 공시하여 축성재배시 저온처리기간과 식재 깊이와의 관계를 구명하여 절화재배 기술을 확립하는 연구였다. 그동안 식재 깊이에 대한 명확한 연구가 없었는데 본 결과로 구근 생산재배에 큰 지표가 되었다. 나리속 식물 중에는 Asiatic 나리, 나팔나리게, 오리엔탈나리를 대상으로 연구하였는데 저온 온도별 저온처리기간과 식재 깊이에 따른 맹아, 생장 및 개화에 끼치는 영향을 조사하여 축성재배의 기틀을 마련하였다. 튜올립은 16개 품종이 공시되어 저온처리기간과 식재깊이, 그리고 구근 박피유무, 암처리에 따른 생장 및 개화에 명확한 자료를 제시하였다. 한편 프리지아, 리아트리스, 글라디올러스, 수선에 대한 구근의 저온처리기간, 식재깊이와 박피유무에 대한 생장과 개화 반응을 구명하여 이 결과는 농민지도자료에 활용하였다.

마. 원예작물의 조직배양묘의 급속대량 증식 및 순화체계 개발과 실용화 시험

본 연구는 3년간 (94~97) 경상대 정병룡 교수가 거베라 등 6 작물의 조직배양에 의한 급속증식과 순화체계를 구명한 연구로서 자가영양배양 최적 환경설정과 제어장치를 개발한 연구이다. 우선 자가 영양배양의 특성과 최적 환경조건 및 환경 조절제어 기준을 마련하였다. 자가영양 배양실 개발을 위하여 환경 조절장치 및 컴퓨터 제어 시스템이 개발되어 산업체에 기술이전 시켰고 광공

급 장치가 개발되었으며 농가보급형 조직배양 표준 시설이 설계하여 배양실 50평, 순화실 300평 규모가 정하여 졌다. 본 연구 결과는 농림부에 조직배양실 표준시설로 활용토록 건의하였고 산업체 기술이전, 교육 및 특허 출원을 하였다.

바. 하계 고온기 심비디움 고랭지 이동재배 대체 개발연구

대구 효성카톨릭대 김홍열 교수가 3년간 (95~98)연구한 내용이다. 국내 화훼 산업 비중이 큰 심비디움 개화율을 향상시키고 조기개화 시키기 위하여 번거로운 고랭지 이동재배 대체기술로 기화열 냉방과 왜화제인 uniconazole의 효과를 구명 실증한 연구로서 심비디움 생산농가의 소득향상에 크게 기여하였다. 기화열 냉방 방법에 따라 온도하강 효과와 식물 생육과의 관계를 밝혔고 여러 품종에 대한 반응이 밝혀져 하계 고온기 온도 하강과 왜화를 이용하여 여름 고온 기에 생기는 blind 와 blasting을 방지하여 개화율을 크게 향상시켜 국내 양란 생산농가의 소득향상과 기술발전에 큰 성과를 이루었다.

사. 절화용 아이리스 우량종구 생산기술개발

완도군 농업 기술센터 김종필 지도관이 2년간(96~98)의 연구결과이다. 지리적으로 따뜻한 완도에서 내한성이 약한 구근 아이리스를 대량 생산하여 수입에만 의존하던 것을 국산화의 길을 열어 놓았다. 이 지역에서 구근 생산에 필요한 적정 정식시기가 구명되고 구근생산에 적정 멀칭 피복재료로서 흑색 PE 피복효과가 가장 좋음이 밝혀졌다. 한편 국내산과 수입산과의 절화 품질 비교한 결과 국산종구가 더 품질이 좋았음이 밝혀져 우량종구의 국산화 필요성을 알게 되었다. 본 연구결과는 이와 비슷한 기타 난지 구근류의 생산길도 열어 놓은 결과를 낳았다.

아. 자생화훼 상품화 기술 개발연구

강원도 농업기술원 홍정기 국장이 3년간(96~99) 연구로서 강원도 자생화훼류의 상품화시키기 위한 연구이다. 이 연구로서 화훼작물로 전망이 높은 동자꽃의 신품종 5개가 육성되었다. 한편 야생화를 이용한 분화생산에 필요한 각종

기술(배지, 왜화제, 개화기조절)이 개발되었다. 한편 내음성, 내공해성 조경용 지피식물을 개발하기 위하여 차광정도에 따른 생장반응과 대기공해 내성이 구명되었다. 한편 대량 번식 육묘법이 구명되어 국내 자생 화훼 상품화에 큰 업적을 남겼다.

자. 주요 초화 및 잔디류의 carpet생산기술 개발

건국대 한인송 교수가 3년간(96~99) 수행한 연구로서 초화류와 잔디의 carpet생산 기술을 개발하였다. 본 연구로서 잔디와 초화류 carpet생산의 배양토 및 초종이 개발되었다. 배양토로는 부숙마크와 토탄이 가장 우수하였고 배지원료별 배합 비율이 구명되었다. 한편 일년초와 숙근초carpet생산기술도 개발되어 구체적인 생산기술(파종시기, 파종량, 배지원료별 비율)이 구명되었고 참여 기업인 엘그린과의 협동으로 기계화 자동화 기술이 개발되어 carpet생산 기술을 확립하였다.

이러한 carpet생산기술은 국내 조경산업에서 화훼류의 이용성을 크게 향상할 수 있었다.

차. 팔레놉시스의 공정 생산 기술개발

건국대 김두한 교수가 3년간(96~99) 연구한 결과이다. 팔레놉시스는 고소득 화훼작물로서 수요가 크게 급증하고 있으나 우리 나라에서 육성된 묘가 없어 95%이상을 대만, 일본, 네덜란드 등에서 수입해오는 실정이었다. 또한 국내에서는 12-3월 집중출하되어 가격하락의 원인이 되었다. 본 과제에서는 억제재배(4-6월)와 축성재배(10-11월)를 통해 호접란의 주년생산체제를 확립하였으며 효율적인 냉·난방 시설, 개화유도 조건 등으로 주년생산 체계를 확립하게 되어 농가에 기술이전 시킴으로 농가의 안정적 소득을 꾀할 수 있었다. 국내수요와 수출이 증가함에 따라 많은 묘를 수출 경쟁국인 대만에서 수입하여 쓰고 있다. 그러나 묘품질이 낮아 수출시 가격 경쟁에서 하위를 차지하고 있었다. 이러한 문제점은 우리나라자체에서 육성된 고품질 신품종이 없는 것이 가장 큰 문제로 지적되었다. 이에 본 과제에서는 많은 우수 계통 및 품종을 일본, 대만, 미국, 네덜란드 등에서 도입·선발하여 고품질 신품종 육성을 통한 실생묘를 공급하고자 연구를 수행하였으며 또한 우수 모주를 선발하여 조직배양묘

(클론묘)를 대량생산하기 위하여 일본, 하와이 대학과의 연구협력을 통해 대량 생산기술을 확립하였다. 확립된 기술은 일부 조직배양농가 및 연구소에 기술이 전 시킴으로 각 농가에서도 대량번식기술에 진보를 가져 왔으며 이러한 기술 이전으로 현재 벤처회사 설립을 추진하고 있다.

이러한 연구수행은 호접란의 육종기술, 조직배양에 의한 대량생산기술을 발전시켰으며 이로 인해 앞으로 수입묘에 대한 수입대체 뿐 아니라 호접란의 수출을 가능케 하였다. 또한 호접란 육종연구회를 결성하여 지금까지 각각 해왔던 호접란 연구를 산학연간이 협력하므로써 더욱 활발히 진행하게 하였다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급 효과 분석

가. 연구환경적 측면

농림기술개발사업이 수행되면서 각 대학의 연구실 연구환경이 급격히 향상되었다. 화훼분야의 세미나나 심포지움에서 농림기술개발사업 관련 주제가 주로 이루어졌고 대농민 강좌도 크게 증가되었다. 또한 심포지움을 주관하는 주관자나 주제 발표자는 대부분이 농림기술개발사업 총괄책임자들이 수행되고 있는 연구결과 발표되었다. 한편 각 대학의 연구실은 대학원생과 교수 연구실의 연구활동으로 밤늦게까지 불이 켜져 있고 분석기기의 활용이 크게 향상되고 있었다. 이러한 결과는 대학 교수들의 연구 주무대인 한국 원예학회, 미국 원예학회, 국제 원예학회의 발표 논문수가 뚜렷이 증가되고 있음을 볼 수 있다. 특히 한국원예학회에서는 농림기술개발사업이 수행되기 전에 비해 발표 논문수가 4배 이상 늘어나고 있었다.

나. 학문적 측면

농림기술개발사업이 확대되면서 연구환경적 측면이 크게 향상되었고 그 결과 많은 논문편수가 향상되었다. 따라서 각 분야별 화훼 육종 및 생산 기술이 거의 선진국 수준으로 향상됨을 볼 수 있었다. 국내 화훼 생산분야에서는 학문적으로도 선진국 수준에 근접해왔다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

가. 수출 및 수입 대체 촉진

국내 자생 구근종 수출작물로 유망한 상사화(*Lycoris*)류는 수출구근으로 필요한 모든 연구가 완료되었다. 국내 수출업자(대양화훼종묘)와 화란 수입업자(화란 구근센터)의 상담 등 자생 구근류 중에는 수출전망이 좋은 구근으로 금후 상당한 수출물량이 예상된다. 한편 동양란은 99년 한해에 1170만\$(133억원)이 수입되었다. 농림기술개발과제를 수행함으로써 해서 동양란 자급을 위한 생산기반이 크게 향상되었다. 동양란에서 크게 문제가 되는 virus방제를 위한 기초가 마련되었고 배지와 비료 등 재배기술이 향상되어 금후 수입대체효과가 클 것으로 본다. 또한 조직 배양묘의 급속 증식 및 순환체계 방법 구명에 의한 우량종묘의 자급화가 이루어져 고품질 화훼류 생산의 길이 열렸으며 외국에서 수입되던 무병종묘의 수입대체 기술이 개발되었다. 한편 구근 아이리스는 대부분 수입에 의존하여 왔는데 우량 종구 생산 기술 연구로 완도와 같은 난지에서 국내 생산으로 자급의 길을 열어 놓았다.

나. 수입 생산자재의 국산화

여름철 온도 하강을 위해서는 알미늄 차광망의 효율이 좋기 때문에 대부분을 수입에 의존하고 있었는데 내부 차광망은 국산화가 이루어져서 상당량이 국산 제품으로 대체되었다. 이번의 농림기술개발과제의 연구결과에 의하여 외부 알미늄 차광망의 차광 효과가 온도하강에 매우 효과적임이 판명되어 (주)이노테크에 본 연구결과를 기술 이전시켰다. 이는 수입대체 50만\$, 기술 및 제품 수출 10만\$의 경제적 효과 외에 여름철 화훼류 품질향상으로 인한 소득 증대 등의 경제적 이득을 얻게 되었다. 한편 조직 배양묘의 대량 증식 및 순화 연구의 경제적 이득은, 저자의 추정에 의하면 연간 3백만\$ 수입대체 효과가 있고 우량 무병종묘의 국산화율을 100%까지 높일 수 있다고 하였다. 구근 아이리스는 전술한 수입대체 효과 외에 우량종구를 이용한 생산성 증대효과가 130%로 농가 소득도 크게 향상됨을 알 수 있다.

화훼 농림기술개발사업의 성과로 얻어진 기술이 산업체에 이전된 것은 4과

제로서 상사화류 구근 대량번식을 위한 구근절단기를 영운엔지니어링에 이전시켰고 조직배양묘 급속증식을 위한 광동립영양배양체 기술, 외부차광용 알미늄차광망제조기술, 잔디 carpet생산을 위한 배양토, 초종, 생산기술의 자동화 기술이 산업체에 기술이전 또는 예정중에 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 기술개발 방향

가. 화훼류 양질 다수 신품종 육성

그 동안 화훼류의 품종들은 외국 품종들을 아무런 제재없이 사용하여 왔지만 금후에는 로얄티 지불이 의무화됨에 따라 국내에서 많은 신품종이 육성되어야 한다. 우선 국내 수요가 많은 절화류(장미, 국화, 카네이션, 나리류, 거베라, 글라디올러스 등)가 주대상이 되어야 한다.

한편 분화류는 난류, 선인장류, 철쭉, 초화류, 안스리움 등의 신품종 육성이 시급하고 화단용 초화류(페튜니아, 팬지, 살비아, 매리골드, 맨드라미)와 야생화를 이용한 화단 및 지피식물로서의 신품종 육성이 시급하다. 이들의 육종목표는 양질 다수 내환경성 및 내병충성 신품종 육성에 두어야 한다.

한편 이러한 화훼류 신품종 육성을 위하여서는 전략적으로 국가에서 연구비 지원이 필요하다. 효과적인 지원을 위해서는 국내 육성 화훼를 전문화시켜 이들에게 집중 지원하여 단시간에 세계 선진국 수준으로 올려야 한다.

나. 화훼류 재배법 개선

우선 주년 안정 생산을 위한 시설내에서 첨단 자동생력 재배기술이 국내 실정에 맞는 기술이 구명 되어야겠다. 중요한 기술로는 주요작물 생산에서 시설환경중 온도환경(기온, 지온, 양액온도), 광환경, CO₂ 및 공해환경의 구명과 양액 재배를 위한 양분흡수율, 토양환경(배지종류, 이화학적 특성)이 구명되어야겠다.

한편 우량 무병종묘의 생산과 병충해 방제 기술이 구명되어야 한다. 실생 및 영양번식 등 많은 구근류가 화란에서 수입되고 있고 동양란은 대만을 중심으로, 종자류는 일본, 화란, 미국에서 많은 량이 수입되고 있는데 이들은 많은 외화를 쓰게 되어 화훼류 무역 역조의 큰 원인이 되고 있다. 이들을 자급화하고 절화나 야생화 등 수출 화훼를 개발 육성하여 화훼를 고부가가치 첨단 수출 산업으로 육성되어야 한다. 야생화는 국내에서 개발한 가치가 높은 분야로서 나리류, 난류, 각종 분화류, 화단용 초화류, 지피식물로서의 개발이 요구된다. 특히 불량 및 특수 환경지(예 : 쓰레기매립지, 음지, 벽면, 법면, 습지, 연못 등)의 환경조성에 많은 활용이 기대된다. 또한 상품화 기술이 개발되기 위한 개화생리, 번식, 토양, 재배법 등에서 구체적인 기술이 요망된다.

화훼류 주년안정생산을 위한 개화생리, 영양생리 연구는 절화, 분화 및 화단용 묘에서 구명되어야 한다. 한편 화훼의 이용에 관한 연구가 촉진되어 내수의 증대를 도모하고 화훼 산업을 발전시키는데 필요한 연구가 수행되어야 한다. 절화나 분화의 수확후 생리 연구는 산업화가 이루어진 작물에서 필요하다. 한편 유통, 수송을 위한 유통구조개선과 저온유통 그리고 압화, 건조화, 향료추출, 원예치료등의 원예이용 연구가 필요하다.

2. 향후 연구개발 과제

향후 농림기술개발 연구과제는 재원인 농특세가 2004년까지 한시적으로 운영되어 끝나는 것으로 되어 있지만 향후 국내 화훼산업 발전과 21세기 세계 선진국 수준으로 만들기 위해서는 다음의 중분류 과제들소에 각종 세부과제가 중단없이 예산이 확보되어 지원 되어야 한다.

가. 화훼류 우량 신품종 육성 연구(전문가를 분담시켜 거점육성)

- 절화류, ○ 분화류, ○ 화목류, ○ 화단용, ○ 지피류

나. 화훼류 재배법 개선 연구

- 시설 안정생산을 위한 첨단 자동 생력 재배 기술연구(시설환경, 양

액 및 토경재배, 관수, 시비, 기타 재배기술)

- 우량 무병 종묘 생산 연구 : virus를 포함한 무병 건전묘의 생산연구
(플러그묘, 조직배양묘 생산, 무병종구 생산 기술)
- 야생화 상품화 기술개발 연구 (신품종육성, 번식, 재배, 이용 등 상품화 기술)
- 연중 안정 생산을 위한 연구 (개화생리, 작부체계연구)
- 수확 후 생리에 관한 연구 (절화수명연장, 수송, 유통, 포장기술)
- 화훼류 이용 연구 (향료, 압화, 건조화, 원예치료 등)

제 6 장 유 통

제1절 시 장

김동환(안양대학교)

제2절 저 장

김철진(한국식품개발연구원)

제3절 포 장

하영선(대구대학교)

여 백

제 1 절 시 장

I. 농산물 유통의 문제점과 연구과제

1. 농산물 유통의 문제점

유통분야 연구사업의 기본적인 목표는 전근대적인 농수산물 유통구조 개선에 대한 방향과 방안을 제시하여 생산자와 소비자 모두에게 이익을 주는 것이다. 우리 나라의 농수산물 유통구조는 선진외국에 비해 유통 단계가 많고 복잡하여 유통마진이 높은 것이 가장 심각한 문제점으로 지적되고 있다. 소비자는 높은 가격 지불하는데 반해 생산자의 수취가격은 지나치게 낮아 생산자와 소비자의 원활한 연결이라는 유통 본래의 기능이 제대로 수행되지 못하고 있다. 농산물의 유통마진은 '98년의 경우 평균적으로 52.2%로 공산품보다 월등히 높게 나타났다(농수산물유통공사, 1998). 특히 배추, 무 등 엽채류의 유통마진이 높은 편이다.

우리 나라 농수산물 유통의 문제점을 보다 구체적으로 살펴보면, 먼저 유통경로상 도매시장의 비중이 크지만 도매시장의 운영이 효율적이지 못한 점을 지적할 수 있다. 최근 공영도매시장이 확충되면서 도매시장 내 거래의 투명성이 높아지고 있으나, 기록상장제 등 불합리한 제도적 관행이 아직도 계속되고 있으며, 도매시장 운영제도가 품목별 시장 여건에 맞추어 효율적이고 유연하게 대응하지 못하고 있다. 도매시장 내에서는 여러 유통단계를 거침으로써 과도한 물류비용 및 마진이 발생하고 있으며, 아직도 상당한 물량이 유사 도매시장에서 거래되고 있다. 유사 도매시장에서는 위탁상 위주의 거래로 시장의 투명성이 낮고 상인에 의한 불공정행위가 상존 하는 문제점을 보이고 있다.

유사도매시장은 물론 공영도매시장에서 주도적인 세력은 상인들이나, 우리 나라의 중간상인들은 규모가 영세하고 전근대적인 상행위를 하고 있다. 이들은 운영 효율화 등을 통해 적정마진을 취하려하기 보다는 재선별, 속박이, 매점매석,

원산지 및 근량 속임수와 같은 불공정행위를 통해 이윤을 확보하고 있다. 이 때문에 유사도매시장은 물론 공영도매시장에서도 상인들의 불법행위와 불공정행위가 만연되어 있는 실정이다.

생산자 입장에서는 도매시장 위주의 유통체계 때문에 다원화된 유통경로가 부족한 문제점을 보이고 있다. 도매시장을 보완해주는 유통경로가 부족하여 생산자들의 출하처 선택 폭이 좁은 실정이다. 최근 물류센터에 대한 출하량과 소비지 대형 유통업체와의 직거래가 증가하고 있으나 아직 전체 유통물량으로 볼 때 미미한 실정이고, 생산자와 소비자간의 직거래도 크게 활성화되고 있지 못하다. 따라서 생산자와 소비자 입장에서는 도매시장에 대한 의존도가 높을 수밖에 없으며, 도매시장에 문제가 발생해도 대응 방안이 전무한 실정이다.

상품의 특성상 농수산물은 표준화, 규격화가 미비 되어 거래의 효율성이 높지 않고 물류비용이 과다한 문제점을 보이고 있다. 그 동안 정부의 포장자재에 대한 지원 등으로 포장품 위주로 규격 출하가 확대되고 있으나 품질규격화는 아직 미비된 상태이다. 품질규격화가 미진하기 때문에 농수산물의 통명거래가 가능하지 않으며 경매과정을 통하여 상품을 확인한 후 거래하는 관행이 뿌리 깊게 자리잡게 되었다. 선진국에서는 규격화의 수준이 높고 품질 관리를 철저히 하기 때문에 건본품만 가지고 거래가 이루어지며, 많은 경우에 일반 공산품처럼 경매과정을 통하지 않고 거래 당사자간 주문, 배달을 통해 거래되고 있다.

물류측면에서도 산지에서 소비지까지 파레트에 의한 일관수송체계(ULS, Unit Load System)가 구축되지 않고 규격포장화가 미비되는 등 물류시스템이 낙후되어 물류효율이 저하되고 물류비가 과다하게 소요되고 있다. 현재 농산물 물류비는 총 6조 2천억원으로 전체 GDP 대비 16.4%이고 농업GDP 대비 30%로 매우 높은 실정이다. 특히 비포장 상태로 상차, 운송됨에 따라 운송효율이 떨어지고 도매시장내 쓰레기 처리문제가 심각하게 대두되고 있으며, 도매시장 내에서 재선별 포장이 근절되지 않고 있어 유통비용이 추가로 발생되고 불공정거래의 원인이 되고 있다.

아울러 선별, 예냉, 저온수송 등 산지유통시설 및 장비에 대한 투자가 미흡하며 수확후 관리기술의 활용이 초보단계인 문제점도 지적할 수 있다. 특히 예냉과 저온수송에 의한 콜드체인시스템이 발전하지 못하여 유통과정 중 품질이 저하되고 있으며, 특히 도매 시장에서 농수산물이 장기간 체류함으로써 신선도가

저하되는 문제점을 보이고 있다.

생산자 측면에서는 공동출하보다 개별출하가 일반화되어 있으며, 생산자의 품목별 조직화가 미진하여 산지 유통기능과 시장교섭력이 취약한 문제점이 있다. 생산자 조직에 의한 공동출하의 비율은 10~20% 정도에 불과하며, 대부분의 물량이 산지 수집상을 통해 유통되고 있다.

마지막으로 유통시스템의 성과는 유통비용 뿐 아니라 가격의 안정성에 의해서도 좌우되는데, 우리 나라 농산물 유통은 풍흉에 의한 가격변동이 커 생산자의 안정성을 해치고 있어 심각한 문제로 지적되고 있다. 산지에 계획적이고 조직적인 생산·출하시스템이 구축되어 있지 않아 수급조정에 애로가 있다. 예를 들어 배추 같은 품목은 불과 2개월 사이에 가격이 10배 이상 폭등하는 등 가격등락이 매우 크다. 아울러 농업관측 및 유통예고 등 정보 부족으로 생산자들이 시장 상황에 즉각적으로 대응하지 못하고 있으며, 생산자단체의 자율적인 생산 조절 및 출하조절 능력 미약하다.

결국 우리 나라의 농산물유통은 선진 외국에 비해 효율성 및 안정성이 크게 떨어지고 있으며, 이러한 구조에서 발생된 고비용 및 위험이 생산자와 소비자에게 전가되고 있는 실정이다. 농수산물 유통개선은 농림수산업 발전 및 국민 복지 향상을 위해서 시급히 추진되어야 하는 시대적 과제이며, 유통관련 연구도 농산물유통개선 정책을 뒷받침하는 방향에서 다수 추진되어야 할 것이다.

2. 유통(시장)분야 연구과제

정부는 농산물 유통을 개선하기 위해 제도적 개혁과 함께 다양한 유통시설을 건설하고 있으나 이들 시책들이 사전적인 연구, 검토가 심도있게 되지 않은 상태에서 성급하게 추진되는 측면이 있다. 정부의 유통개혁이 성공을 거두기 위해서는 농산물 유통의 근본적인 문제점에 대한 깊이 있는 성찰이 필요하고, 그러한 토대 위에서 구체적인 개선 방안을 모색해야 할 것이다. 이러한 시각에서 유통개선과 관련하여 요구되는 연구과제를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 유통개선의 가장 기초적인 분야로서 농산물의 규격화, 표준화 제고 방안에 대한 연구가 필요하다. 유통단계를 줄이고 효율적인 거래방식이 도입되기

위해서는 상품을 보지 않고도 거래할 수 있을 정도로 농산물이 표준화, 규격화 되어야 하며, 이를 위한 연구가 시급하다. 청과물의 경우 우리도 표준출하규격과 등급이 설정되어 있으나 이들이 시장의 유통관행과 괴리감이 있으며, 객관적인 등급판정 시스템이 미비되어 있어 규격화 수준이 매우 낮은 실정이다. 농산물에 있어서 표준, 규격화의 수준을 높이는 것은 농산물 유통개선에 있어서 가장 시급한 과제로 이에 대한 학술적 연구뿐 아니라 현장애로를 해결할 연구가 필요하다.

둘째, 정부가 유통개선을 위해 천문학적 금액을 투자하여 산지 및 소비지 유통시설을 확충하고 있는 바, 이들 시설물의 효율적 운영방안에 대한 연구가 필요하다. 소비지에는 공영도매시장과 물류센터, 직거래장터 등이 건설되고 있으며, 산지에는 농산물산지유통센터, 축산물종합처리장, 간이집하장, 가공공장, 공판장 등이 건설되고 있다. 이들 시설물중 상당수는 이미 가동 중에 있으나 기능미비, 시설중복, 과도한 투자 등의 요인으로 운영이 활성화되어 있지 못한 실정이다. 이러한 상황에서 이들 시설물의 활용도를 높여 투자효율을 높이고 유통개선을 도모하기 위해서는 유통시설에 대한 명확한 진단과 그에 기초한 활용도 제고방안 등이 모색되고 새로운 유통주체로서 이들 시설물의 구체적인 발전방안이 연구되어야 할 것이다.

셋째, WTO 체제이후 수입개방과 농어촌구조개선사업의 실시 결과 상당수의 농산물이 과잉기초에 들어가고 있는 현실에서 수급안정방안에 대한 연구가 시급히 요구되고 있다. 최근 들어서는 그 동안 만성적인 수급 불안정상태를 보여왔던 채소류 뿐 아니라 과일류에 있어서도 과잉구조가 정착되는 것으로 보인다. 농산물의 수급안정을 위해 생산조정은 물론 소비확대 방안, 유통물량조절방안 등에 대한 연구도 필요하다.

넷째, 산지 및 소비지에서 공정하고 투명한 거래질서 확립을 위해 산지유통인(수집상), 유사도매인, 중도매인, 소매상 등에 대한 실태 파악이 필요하며, 시장 참여자들간의 공정거래를 담보하고 효율성을 높일 수 있는 거래제도에 대한 연구검토가 필요하다.

다섯째, 앞으로 유통의 핵심적인 주체가 상인에서 생산자조직으로 바뀌어 가는 상황에서 생산조직의 유통기능 확대와 조직 활성화 방안에 대한 연구가 필요하다. 현재 작목반, 회원농협, 영농조합법인 등이 유통기능을 담당하고 있으나

이들 조직의 유통기능이 취약한 실정이다. 앞으로 이들 조직들이 능동적이고 주도적인 입장에서 마케팅 활동을 수행해야 한다는 측면에서 볼 때 유통기능 확대 방안에 대한 연구가 시급한 실정이다.

마지막으로, 정보화시대를 맞이하여 유통정보화에 대한 연구가 필요하다. 가격 및 출하물량과 같은 기초적인 정보는 물론 관측정보, 물류정보 등을 종합적으로 전파하여 생산자의 유통에 있어서 의사결정을 돕는 시스템에 대한 연구가 필요하며, 농산물의 전자상거래 기반 구축 방안에 대한 연구도 필요하다.

II. 유통(시장) 분야의 연구성과 및 파급효과

1. 유통(시장)분야의 연구 성과

'94-'99년간 유통(시장)분야의 연구 과제수는 총 11개 과제였으며, 분야별로는 소비 1, 규격화 3, 가공산업 3, 유통시설운영 1, 유통정보화 1 과제 등이다 <표 6-1>. 그러나 유통(시장)분야 연구에는 경제·경영적 연구와 기술적 연구가 혼재되어 있어 순수한 시장측면에서의 연구 비중이 작은 편이다. 총 11개 과제중 경제·경영적 연구는 6과제에 불과하다. 농림기술개발사업이 주로 기술적인 연구를 지원하고 있으나 현재 유통개선에 대한 국민적 관심이 높고 막대한 정부투자가 이루어지고 있는 현실을 볼 때 유통분야에 있어서도 기술적인 연구와 더불어 경제·경영적인 연구가 강화될 필요성이 크다. 이러한 시각에서 볼 때 농림기술개발사업에서 추진한 과제들이 지나치게 기술적인 측면을 강조하여 물류관리, 유통기능 등 경제·경영적 연구가 부족하다고 평가할 수 있다.

세부 분야별로 보면, 표준화·규격화 분야가 세 과제로 비교적 높은 비중을 보이고 있으며, 실제로 규격화촉진을 위한 선별기 개발, 산지의 규격화실태 조사연구 등을 통해 규격화 수준을 높이는데 일조를 한 것으로 보인다. 그러나 유통개선에 있어서 표준·규격화의 중요성을 볼 때 과제의 절대수가 부족한 편이고 앞으로 표준·규격화에 대한 연구가 보다 강화되어야 할 것으로 보인다.

가공산업에 관한 연구도 세 과제였으며, 두 과제는 ISO인증관련과 위생에

관한 연구로 가공산업의 실제 애로사항 해결에 기여한 것으로 평가된다. 나머지 한 과제는 마케팅 측면에서 가공제품의 내수판매 및 수출촉진 전략 수립에 관한 연구였다. 그러나 가공산업분야에서도 정부지원에 의한 산지가공공장이 상당수 부실화되어 있는 것과 관련하여 판매활성화 및 운영개선에 대한 연구가 부족한 실정이다.

유통시설 운영과 유통정보화 관련 연구가 각각 한 과제로 이들 과제는 유통시설 운영 효율화와 유통정보화에 기여한 것으로 평가된다. 그러나 정부지원 유통시설이 도매시장, 집하장, 공판장, 직거래시설, 산지유통센터 등으로 다양한데 비해 수행된 과제수가 절대적으로 부족하며, 유통정보에 대한 연구도 마찬가지로 부족한 실정이다. 특히 유통정보 분야는 앞으로 유통이 디지털화되어 가는 측면에서 볼 때 분야별 정보시스템 개발 및 정보인프라 측면에서의 연구개발이 확대되어야 할 것이다.

마지막으로 특정품목에 대한 연구가 2과제 수행되었으며, 이들 연구는 특정품목의 유통전략을 연구하였다는 점에서 의의가 있다. 유통문제가 품목별로 상이하고 해결방식도 다르기 때문에 기능적인 측면에서의 연구도 중요하지만 품목별 연구의 중요성도 큰 편이다. 따라서 품목별 유통개선에 대한 연구가 앞으로 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

<표 6-1> 세부 분야별 과제 현황

세부분야	과제수	과 제 명
소비	1	○ 식품유통 및 소비통계조사의 체계구축과 데이터베이스화('95~'97)
규격화	3	○ 과채류 산지유통 및 규격화 실태조사 연구('95) ○ 컴퓨터의 화상처리를 이용한 오이의 자동선별, 등급판정 및 포장 시스템 개발('94~'96) ○ 시설원예생산자재 단체표준 기준 설정사업('95~'96)
가공산업	3	○ 국제품질보증규격 인증기술개발에 관한 연구('94~'96) ○ 식육처리장과 유통과정에서의 축산식품에 대한 위생적 안전성 관리대책 수립을 위한 종합적 조사 연구('94~'97) ○ 농수산물 산지가공산업의 내수판매 및 수출촉진 전략('97~'98)
유통시설 운영	1	○ 농산물 물류센터의 통합적 운영, 관리시스템 개발('97~'99)
유통 정보화	1	○ 농산물 도매시장의 효율적 경매를 위한 화상시스템이 도입된 전자식 경매장치의 개발('95~'98)
기타	2	○ 영동포도주산단지 경쟁력제고를 위한 기술개발('97~'98) ○ 유기농산물 생산, 소비, 유통 제도개선에 관한 연구('97~'99)

2. 과제별 연구성과

가. 소비분야

식품유통 및 소비통계조사의 체계 구축과 데이터베이스화('95~'97)

상기 연구는 식품소비 및 유통환경 변화에 따라 요구되는 정보체계를 구축하기 위하여 식품유통마진 및 소비통계 조사를 설계하고 시험을 실시하여 조사체계 구축방안과 정보의 데이터베이스화 방안을 제시하고 있다. 연구결과로는 요구되는 통계의 내용, 조사방법, 조사기관, 조사소요 예산 등 구체적인 방안을 제시하고 있다. 식품소비 및 유통마진에 대한 통계가 부족하고 신뢰성이 부족한 형편에서 이 연구는 이들 통계에 대한 구체적인 수집방법을 제시한다는 점에서 그 의의가 크다고 평가된다. 따라서 본 연구결과가 정책적으로 수용될 수 있도록 후속작업이 신속히 이루어져야 할 것이다.

나. 규격화 분야

과채류 산지유통 및 규격화 실태조사 연구('95)

상기 연구는 농산물의 규격화 실태를 조사하여 개선방안을 제시한다는 측면에서 의의를 가지고 있다. 우리 나라 농산물 유통에 있어서 가장 근본적인 문제점은 상품의 규격화, 표준화가 되고 있지 않은 점이다. 이러한 점에서 볼 때 규격화 촉진방안은 무엇보다도 필요한 과제인 것이다. 이 연구는 표준규격화 및 등급화현황, 외국의 표준규격화 현황, 산지유통 및 표준규격화 개선대책 등을 제시하고 있어 표준규격화에 대한 정책방향을 제시하고 있다고 평가된다. 그러나 연구내용이 거래단위 표준화, 포장표준화와 같은 외형적인 규격화에 초점이 맞추어져 실제 유통현장에 심각한 문제로 제기되고 있는 품질 등급화에 대한 심층적인 분석이 결여되어 있는 한계가 있다.

컴퓨터의 화상처리를 이용한 오이의 자동선별, 등급판정 및 포장시스템 개발('94~'96)

이 연구에서는 오이의 선별과 포장 기계화 기술을 개발하였으며, 농산물 유통에 있어서 가장 심각한 문제의 하나인 표준규격품 생산 기반 기술을 개발하

였다는 점에서 농산물의 표준규격화 수준을 높이는데 기여하고 있다. 새로이 개발된 시스템에서는 오이의 등급설정과 포장작업 및 분리장치를 동시에 수행할 수 있어 노동비 절감에 도움이 될 것으로 보인다. 아울러 상기 연구는 관련 기술에 대해 2개의 특허를 출원하고 시제품을 생산하는 등 현장에의 적용성도 높은 편이다.

그러나 개발된 시스템의 경제성 분석이 되어 있지 않아 유통현장에 얼마만큼 보급이 될 수 있을지 의문이다. 또한 우리의 유통구조로 볼 때 오이와 같은 품목은 포장센터와 같은 유통시설물을 경유하지 않고 작목반의 소규모 작업장이나 농가에서 선별되는 상황을 고려할 때 이와 같은 고가의 대형장비는 보급에 한계가 있을 것으로 보인다. 따라서 본 연구결과가 실효성이 높아지기 위해서는 현재의 유통구조에 적합하도록 시스템이 보완되어야 할 것이다. 우리의 여건에서는 대형선별기보다는 소규모 조직에 적합한 소형시스템이 필요하다.

□ 시설원에 생산자재 단체표준 기준 설정사업('95~'96)

상기 과제는 시설원예에 이용되는 생산자재를 표준화하고 단체규격을 설정하여 현재 생산, 유통되고 있는 각종 자재의 치수, 성능에 관한 중요한 기준을 제시하고 있다. 농자재에 대한 단체표준이 설정됨으로써 시설원예에 쓰이는 불량자재의 유통을 근절시키게 되며, 부품의 교환이나 수리시 제품간 호환성을 증진시키게 된다. 아울러 농자재의 성능, 품질 및 제품보증의 기초자료로 활용되며, 농업용 자재에 대한 품질인증에 필요한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

다. 가공산업 분야

□ 국제품질보증규격(ISO 9000시리즈) 인증기술개발에 관한 연구('94~'96)

상기 연구는 한국식품개발연구원이 품질경영촉진법에 적격한 식품산업분야의 품질보증체제 인증기관으로 등록할 수 있도록 필요한 체제구축과 인력양성을 하고 인증기술의 개발 및 보급을 하는 목적을 가지고 있다. 이 연구를 통해 한국식품개발연구원이 전문인력을 양성하고 품질문서를 개발하는 등 국제품질보증규격 인증기관 등록 요건을 확립하게 되었으며, 몇 개의 식품업체에 대한 품질보증체제 구축방안을 지도하였다. 이 연구과제는 직접적인 기술개발을 통해 식품산업의 경쟁력을 높인 것은 아니지만 국제품질보증규격 인증기술개발을 통해 식품업체의

품질경쟁력 제고와 수출애로 해소에 기여한 것으로 평가된다.

□ 식육처리장과 유통과정에서의 축산식품에 대한 위생적 안전성 관리대책 수립을 위한 종합적 조사연구('94~'97)

식품의 안전성에 대한 관심이 증대되고 있는 가운데, 각종 세균에 감염되기 쉬운 축산물의 위생관리에 대한 연구는 그 중요성이 매우 크다고 하겠다. 특히 이 연구에서는 축산물의 유해물질 잔류분석을 실시하여 그 위해 정도를 파악하고 이들 물질이 축산물에 잔류하는 것을 예방할 수 있는 신속, 간편한 잔류 예측기법을 개발하여 축산물 안전관리 체계 구축에 기여하였다. 또한 제도적 분석의 결과는 앞으로 축산물가공처리법 개정에 반영될 수 있으며, 검사방법은 현장 검사원들의 검사지침과 교재로 활용될 것이다. 이미 상기 연구에서 제시한 도축검사 매뉴얼, 축산물작업장 위생관리요령, 시료채취방법 등은 육류중 미생물 검사요령 작성시 기초자료로 반영되는 등 현장에서의 활용도가 높은 과제중 하나이다.

□ 농수산물 산지가공산업 제품의 내수판매 및 수출촉진 전략('97~'98)

농어촌구조개선 사업에 의해 건설된 산지의 가공공장들은 부적절한 마케팅 전략 및 판매전략 미숙으로 상당수가 부실화되어 있으며, 산지가공공장의 활성화방안이 매우 필요한 실정이다. 이러한 상황에서 상기 연구는 농수산물 산지가공산업의 경영측면, 내수판매, 수출 측면에서 각 분야의 실태를 문제점을 파악하고 육성방안을 도출하여 산지가공산업 발전방향을 제시하고 있다. 이 연구에서는 내수 판매확대 방안으로서 공동 물류 및 판매전담회사 설립의 필요성과 수출을 위한 외국 소비자 선호의 파악 체계 구축을 제시하고 있다. 그러나 연구결과가 지금까지 논의된 수준을 벗어나지 못하고 심층적인 대안 제시가 미흡하여 실제 정책에의 반영도가 높지 않은 한계를 가지고 있다.

라. 유통시설 운영

□ 농산물 물류센터의 통합적 운영, 관리시스템 개발('97~'99)

농산물 물류센터는 유통경로의 다원화를 촉진하고 유통개선을 도모한다는 측면에서 중요한 기여를 하고 있으나 아직 운영시스템이 미숙하고 도매물류사

업이 부진한 문제점을 가지고 있다. 이러한 상황에서 상기 연구는 물류센터의 운영관리 개선방향과 통합적 물류정보시스템 구축방안을 제시한다는 점에서 의의가 있다고 평가된다. 특히 물류센터의 성과분석을 통하여 물류센터 운영의 문제점을 지적하고 있어 물류센터가 올바른 사업방향을 수립하도록 하는데 기여하고 있다. 그러나 제안 사항이 개괄적이고 초보적인 수준에 그쳐 보다 심도 있는 분석과 대안제시가 미흡한 면을 문제점으로 지적할 수 있다.

마. 유통정보화

□ 농산물 도매시장의 효율적 경매를 위한 화상시스템이 도입된 전자식 경매장치 개발('95~'98)

농산물 도매시장에서 기존의 수지식 경매는 경매사에 의한 특정 중도매인의 좌우기, 중도매인간의 담합과 같은 문제점이 있어 왔다. 이에 정부는 전자식 경매를 강력히 추진하고 있으나, 현재 추진되고 있는 전자경매는 응찰을 전자식으로 받고 낙찰자를 자동으로 결정하는 것으로 다양한 부가기능 수행에 제약이 있다. 상기 연구는 이러한 전자경매시스템을 보다 업그레이드하여 효율성을 증진시키는 효과가 기대 된다.

응찰의 전자화와 경매결과의 전산화에서 한 발 더 나아가 화상시스템을 이용하여 경매 진행상황을 파악할 수 있고, 단말기에 다양한 정보를 나타내는 기술을 개발하여 전자경매를 효율성을 높일 수 있게 되었다. 이 시스템은 청과물, 화훼, 수산물, 축산물 등 모든 부류 도매시장에 적용가능하며, 도매시장 내에 경매할 장소를 지정해 두고 TV수상기와 단말기, 노트북을 연결할 수 있는 단자를 설치하면 중매인은 이동식 경매장치로 이 시스템을 이용할 수 있다.

그러나 연구가 너무 기술적인 측면에 치우쳐 있어 실제 도매시장 참여자들이 이러한 시스템을 도입할 수 있게 될지는 미지수이다. 도매시장 참여자들은 여전히 관행적인 방법을 선호하고 있어 이러한 신기술을 수용하는데 저항감을 가지고 있는 것이 일반적이다. 이러한 측면에서 볼 때 신기술 도입의 현실적 제약요인에 대한 보다 깊은 연구가 수행되어 새로운 시스템이 효율적으로 도입될 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다.

바. 기타

□ 영동포도주산단지 경쟁력제고를 위한 기술개발('97~'98)

이 과제는 현장애로기술개발사업으로서 영동이라는 포도주산단지를 대상으로 한 미시적이고 현장중심적인 연구이다. 영동포도 주산단지의 생산, 경영, 유통, 생산자 조직, 이용가공실태 등을 조사, 분석함으로써 생산성 확대 방안, 상품성 제고를 위한 유통개선 및 출하조직 활성화 방안 등을 제시하고 있다. 이 연구는 통해 특정 품목의 주산단지를 중심으로 한 발전전략을 상세하고 구체적으로 제시하였다는 점에서 의의를 가지고 있으며, 다른 품목의 주산지를 중심으로 한 발전전략 수립에도 기여한 것으로 평가된다. 또한 지역에 있어서는 상기 연구결과가 관내 주력품목의 발전시책 수립에도 기여하고 있다.

□ 유기농산물 생산, 소비, 유통 제도 개선에 관한 연구('97~'99)

상기 연구과제는 유기농산물의 생산, 소비, 유통에 대한 종합적인 연구로서 유기농산물 관련 정책의 기초자료로서 의의를 가지고 있다. 생산측면에서는 생산의 제약요인과 문제점을 조사 분석하여 생산확대 방안을 제시하고 있으며, 소비측면에서는 유기농산물에 대한 소비행태와 지불의사를 품목별로 조사하여 수요 예측과 소비 확대 가능성을 분석하고 있다. 마지막으로 유통측면에서는 유기농산물의 유통활성화를 위한 시장 분석을 시도하고 판매전략, 품질인증제도의 발전방향 등을 분석하고 있다. 따라서 이 연구는 유기농업관련 산업의 기초자료로서 유기농업의 발전방향은 물론 관련 정책 및 제반법규 제정 및 개정 방향을 제시하는데 기여를 하고 있다. 특히 유기농산물과 관련된 통일된 개념 및 품질규격, 인증방법에 대한 명확한 기준을 제시하고 일반농산물과 차별화된 유통전략을 제시하고 있어 실제 유기농산물을 재배하는 농업인에게도 좋은 지침서로서의 역할이 기대된다. 그러나 연구가 생산, 소비, 유통이라는 광범위한 주제를 다루고 있어 깊이가 부족하며, 실효성 있는 대안 제시가 미흡한 편이다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 유통(시장)분야 연구개발 방향

앞으로 유통분야 농림기술개발 사업이 보다 효과적으로 진행되기 위해서는 기술적인 측면과 경제·경영적인 측면이 종합적으로 다루어져야 하며, 이를 위해서는 연구과제가 학제간 협동연구로 추진되어야 할 것이다. 현재 유통개선을 위한 다양한 기술들이 개발되고 있으나 사회경제적 측면의 낙후성 때문에 신기술이 실제 현장에 접목되지 못하고 있는 문제점이 심각하게 지적되고 있다. 규격화 측면에서도 등급설정을 위한 기술적 연구성과들이 축적되고 있으나 그것이 실제 출하자, 상인, 소비자들의 요구를 반영하지 않고 정책 및 제도적인 측면이 간과됨으로써 실제 적용의 한계성을 보이는 경우가 많다. 예냉, 저장기술, 포장기술 등도 마찬가지로 문제점을 보이고 있다. 반면에 경제·경영 분야 연구들은 기술적인 동향을 무시하고 있어 제안되는 개선방안의 현실성이 떨어지는 경우가 많다. 따라서 앞으로 유통분야의 연구들은 저장, 포장, 작물생리, 기계설비 등의 전문가들과 경제·경영 전문가들이 공동으로 참여하는 학제간 연구로 추진되어야 할 것이다.

2. 향후 연구개발 과제

우리 나라 농산물 유통 현실에서 필요한 연구과제와 지금까지 농림기술개발 사업을 통해 수행된 연구과제를 종합적으로 검토해 볼 때, 앞으로 추진되어야 할 과제는 <표 6-2>와 같다. 먼저 농산물유통 개선에 있어 가장 근본적이고 시급한 과제가 표준, 규격화 수준 향상이므로 유통분야 연구사업에 있어 가장 중요한 우선 순위를 두어야 할 것이다. 표준·규격화 수준을 높이기 위해 품질 등급과 크기 규격의 설정과 판정시스템 개발에 대한 학제간 협동연구가 필요하다. 이 연구과제에는 유통전문가는 물론 품목별 작물생리 전문가, 수확후관리기술 전문가들의 참여가 필요하며, 다년도 과제로 하여 주요 품목을 중심으로 연차적으로 추진되어야 할 것이다<표 6-2>.

둘째, 정부투자에 의해 건립되고 있는 유통시설물의 운영효율향상 방안

한 연구가 필요하다. 현재 정부는 농산물 유통개혁의 일환으로 산지는 물론 소비지에 다양한 유통시설물을 건립해오고 있으나 상당수의 시설물이 운영효율이 낮은 문제점을 보이고 있어 이들 시설물의 운영활성화 전략이 필요하다. 유통시설의 운영효율을 높이기 위해서는 그것들의 기능과 역할이 분명히 수립되어야 하고 운영주체의 효율성제고 방안도 심도있게 연구되어야 할 것이다.

셋째, 실제 유통기능을 수행하고 있는 유통기관들의 효율성 제고방안도 시급히 추진되어야 할 연구과제이다. 유통시스템이 효율화되기 위해서는 무엇보다도 유통행위를 하는 참여자들이 효율적으로 그 기능을 수행해야 할 것이다. 이러한 시각에서 볼 때 유통기능을 확대하고 있는 생산자조직의 마케팅기능확대와 운영효율화방안이 모색되어야 하며, 특히 회원농협의 유통사업을 촉진하는 방향에서 협동조합 사업방식과 조직구조의 개선방안이 연구되어 효율적인 운영모델이 개발되어야 할 것이다.

마지막으로 마케팅 전략의 관점에서 각 지역별 특산물의 명품화전략에 대한 연구가 필요하고, 선진적인 물류기법의 하나인 공급사슬망관리(Supply Chain Management) 시각에서의 농산물유통·물류체계 구축방안에 대한 연구도 증장기적 관점에서 농산물 유통의 효율화를 위해 필요한 과제이다.

<표 6-2> 향후 연구개발 과제

분야	과제의 내용
표준·규격화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 청과물 품질등급과 크기 규격의 설정과 판정시스템 개발 - 품목별로 연차적으로 추진하며, 학제간 협동연구로 추진
유통조직 및 유통기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 회원조합(지역농협, 전문농협)의 유통사업촉진을 위한 사업방식 및 조직구조 개편방안 ○ 산지수집상 및 중도매인의 규모화 및 운영효율화 방안
유통시설 운영	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공공장, 집하장, 공판장, 산지유통센터 등의 운영활성화 방안 ○ 축산물 종합처리장의 운영활성화 방안 ○ 종합유통센터(물류센터)의 운영성과 평가 및 문제점 개선 방안 ○ 신설 도매시장의 운영성과 평가 및 문제점 개선 방안
기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역특산품의 명품화 전략 ○ 농산물의 공급사슬망관리(Supply Chain Management) 체계 구축 방안

제 2 절 저 장

I. 저장분야의 국내외 연구동향

1. 저장 분야의 연구동향

국내보다 기술 및 시장의 여건이 성숙된 선진국에서 수행중인 연구의 내용을 분야별로 대별하여 열거하여보면 새로운 기술의 개발과 기존 개발기술의 실용화시 발생하는 문제 및 효율성제고를 위한 연구가 주로 진행되고 있다.

우선 농산물의 유통을 위한 처리 전단계에서 수행되는 선별 및 품질평가 분야의 연구로 물리 계측법을 이용한 품질평가법 개량 및 개발연구가 수행되고 있는데 세부내용으로는 근적외선을 이용한 청과물 내부 성분 비파괴 평가법 및 신속평가 기술개선연구가 수행되고 있으며 품질평가의 통계적 처리기술개발, 과실 및 채소류의 시장성을 고려한 관능평가, 쌀의 미량, 신속품질평가 및 표준화기술등이 있으며, 물성 측정을 위한 새로운 분석방법개발을 위하여 기존의 품질인자 이외 미량의 성분과 품질과의 상관성 및 물성과의 상관성 규명에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존 개발된 광학 선별장치들의 효율성 제고를 위한 각종 과실의 품질평가 기준탐색 및 신속평가가 진행되며, 쌀의 저장성 및 유통중 품질평가를 위한 쌀밥의 관능검사 및 식미 총합연구와 품종계통 선별기술연구와 꽃의 품질평가방법으로 색, 향 및 신선도 평가 기준 및 평가방법 개발이 수행되고 있다.

저장유통시설에 관한 연구는 쌀의 새로운 저장·조질기술, 쌀의 고품위 유지 및 안정적 장기 저장을 위한 저온 저장기술, 불활성가스의 처리기술이 활발히 진행되고 있으며 기존의 과실 및 채소류의 선도유지를 위해 개발 활용하고 있는 CA저장시설의 이용도제고를 위한 다목적 CA저장기술과 CA저장자동화 기술등이 있다. 생산자의 고령화 및 농업 종사자의 감소, 협동조합의 합병에 따른 비용절감, 집화 및 분화, 출하정보의 신속화에 대한 대응, 집하 판매 사무의 전산화 및 집·출하 정보 시스템연동의 필요성, 확실한 선도 유지 및 품질

보증을 위한 산지평가향상의 필요성 등으로 인하여 청과물 집·출하장의 자동화기술개발이 활발히 진행되고 있다. 이와 같은 기술은 소비지 도매시장에서도 동시에 필요로 되며 예냉품의 처리 물량이 증가함에 따라 선도를 보다 연장시키기 위한 보냉등 효과적인 수송기술에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

유통식품의 안전성 및 품질관리를 위한 기술개발로 식품의 선도연장을 위하여 방사선 처리된 농산물의 검출기술개발로 방사선 조사식품의 물리적 특성연구 및 농산물의 생체막특성에 관한 연구등이 수행되고 있으며 유전자 변형농산물의 검정을 위한 기술개발이 진행중에 있다. 소비자의 농산물 품질인자에 대한 인식분석과 고품질 농산물의 구입을 위한 구매 지침서 개발등의 사업도 수행하고 있다.

농산물의 생산조건과 저장성과 및 유통중 품질 변화와의 상관성 규명과 이를 이용한 선도 유지기술개발에 관한 기초 및 응용부문의 연구가 진행중에 있다. 그 대표적인 예로서 고품질 과일의 유통을 위하여 과일의 수상 및 수확 후 성숙 및 노화 조절기구해명, 과실의 추숙관련 형질 발현기구 해명, 과실의 생리기능발현기구 해명 및 응용기술로 과실생장 및 노화과정중 식물 호르몬의 동태해석과 과실 함유 산화 환원성분 미량 신속 측정법 확립이 활발히 진행되고 있으며, 기존 개발기술의 실용화를 보다 효율적으로 수행키 위해 품종별 저장성, 시비조건에 따른 저장성, 과실의 성숙, 예냉 및 예조에 따른 저장특성 및 품질저하 제어기술, 노화에 따른 과육 연화조절기구 해명과 화체의 유통이용기술개발을 위하여로 꽃의 저장환경과 노화의 상관성, 유통중 꽃의 선도연장을 위한 신소재 개발 등 보다 기초적이고 심도 있는 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 또한 저장, 유통중 발생하는 변질을 최소화하기 위해 농산물의 장해 발생기구의 해석 및 제어기술 확립 연구로 저장환경이 사과와 대사변동에 미치는 영향, 야채의 저 산소 감수성 연구, 청견의 과피 장해 발생방지기술등에 관한 연구가 수행중이다.

한편 자국내 생산기반의 한계와 수출입의 자유화에 부응하여 농산물의 주요 수입 및 수출 대상국의 농산물 유통 기술 조사 및 평가사업이 활발히 진행되고 있으며 더 나아가 현지에서의 농산물 유통을 위한 기술개발도 이루어지고 있다. 이러한 연구의 주된 내용을 보면 해외 유통관련 농업시험장의 운영, 주재국농산물의 유통현황 및 기술 조사, 청과물등 농산물의 유통기술체계적 평

가, 지역농산물의 품질 변동요인 분석 유통적성 진단기술개발, 지역농산물의 품질평가 및 관리기술개발, 생산자원의 생리생태의 해명 및 이용기술등이 있다.

2. 국내의 기술수준의 비교

농산물의 품질 및 유통에 있어 선별 및 규격화가 필수적인 요소인데 이를 위하여 현실성이 있는 농산물의 품질 및 포장의 규격화가 진행되고 이를 뒷받침할 각종 선별기가 개발되고 있다. 선별기의 종류로는 대상품목의 중량 및 형태학적 특성을 이용한 선별장치, 표면색을 이용한 선별장치, 내부의 물리적 특성을 이용한 선별장치, 특수성분의 함량을 이용한 선별장치등 다양하며 이 장치들의 이부는 실용화 되어 있으며 나머지 대부분은 개발 기술의실용화연구를 추진 중에 있다. 국내에서도 이에 대한 기술 및 장치개발이 최근 활발히 진행되어 중량선별장치는 일반화 되어 있으며 그외 색채 선별기, 특수성분의 특성을 이용한 근적외선 선별장치등도 실제 현장에 시험적으로 적용되고 있다.

과채류의 선도를 유지하기 위해 필요로 되는 단위기술별로 기술의 수준을 단계별로 비교하여 보면 예냉기술의 경우 강제통풍식, 차압예냉식, 진공예냉식 냉수통풍냉각식등이 있는 데 선진국의 경우 이들 모두 실용화되어 있는 상태인데 국내의 경우 차압예냉방식은 실용화를 진행중이며 나머지 방식은 실용화 전 단계에 있다. 그러나 실용화를 추진 중인 차압예냉의 경우에도 그 효과를 개선키 위해서는 품목의 특성을 고려한 최적처리방법에 대한 기술 개발은 더욱 필요로 되고 있다.

선도를 유지하기 위해서는 수송중 온도유지를 유지한 보냉기술이 필요로 되는데 이를 위한 수단으로는 보냉차, 보냉용기, 보냉시트, 축냉제등 있다. 이러한 기술의 수준은 선진국의 경우 신선농산물의 유통을 위하여 현장에서 적용되고 있으나 국내의 경우 아직은 개발단계에 머물러 있으며 일부는 시험적으로 현장에 적용되고 있다. 특히 국내 신선농산물 수송은 대부분 일반 무개 화물차로 이루어지고 있는데 수송중 선도 유지를 위해서는 수송차량에 대한 고려 및 화물의 축재 방법등에 대한 개선이 절실한 실정이다.

저온 저장기술의 경우 일반적인 저온저장시설의 건축자재 및 냉동기를 제외한 일반설비는 거의 선진국 수준이나 이를 이용한 저장고의 축조기술은 효율성 및 내구성면에서 아직 미흡한 단계이며 신선농산물의 저장 및 수송 등 선도유지를 위한 고습도 저온저장고의 설비기술은 매우 낙후되어 있다. 한편 저온 저장고 내에 산물의 저장시 이들로 부터 발생하는 에틸렌 가스에 의한 품질 손상을 막기 위한 저온 저장고 내 에틸렌 제거설비 기술 역시 선진국에서는 실용화되고 있으나 국내에서는 이에 대한 효과등에 관한 연구가 이제 시작 단계에 있으며 이를 위한 시설에 관한 연구 역시 초기단계에 있다.

폐광 등 자연의 조건을 이용한 에너지 절약형 저장시설에 관한 기술은 선진국에서와 유사한 수준으로 소규모의 저장에 적용되고 있으나 지하터널을 이용한 대규모의 저장시설에 관한 기술은 국내에서도 일부 시도되고 있으나 실용성 및 경제성을 제고키 위한 관련기술의 개발 및 적용에 관한 연구가 필요로 되고 있다.

습도제어기술 및 천연 외기의 특성을 이용한 건조 저장기술은 벼의 수확후 관리에 매우 효과적인 기술로서 국내의기술 수준은 선진국의 수준과 거의 유사하며 특히 습도제어 및 중온처리기술은 고수분 벼의 저장 및 건조에 효과가 매우 우수한 기술로서 개발 기술의 보급단계에 있다.

신선농산물의 선도를 저온저장에 비해 효과적으로 연장시킬수 있는 CA 저장기술 및 감압저장기술등은 선진국의 경우 실용화 되고 있으나 국내의 경우가 기술의 실용화를 위한 연구가 진행되고 있으며 CA저장기술의 경우 선진국에서는 이미 일반화되어 잇는 기술임에도 불구하고 국내에서는 아직까지 실용화를 위한 기술기반 구축에 관한 연구수준에 머물러 있다.

기타 기술분야로 에틸렌가스 제거제, 가스흡착 및 발생제, 조습제, 항균 및 정균제, 소생제, 유통중선도를 식별할 수 있는 선도표시제(TTT표)등에 관한 연구는 농산물의 유통중 신선도를 연장할 수 있는 기술로서 선진국의 경우 일부 실용화 되어있으며 국내에서도 최근 이에 관한 기술개발이 진행 중에 있다.

II. 저장분야의 연구성과 및 파급효과

그 동안 수행하였던 대표적인 연구결과를 기술의 분류 및 품목별로 구분하여 살펴보면 농수산물의 경제적이며 고품질화를 위한 저장 유통기술개발 연구로 지하암반 저장기술 개발 연구, 중저온 건조 저장기법을 활용한 고품위 쌀 생산기술 개발을 수행하였고, 위생적이며 안전한 신선 농산물 유통을 위하여 청과물의 표면 살균 처리 기술 개발, 저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도 유지 기술개발 과제가 수행되었다. 또한 식품의 선도 연장을 위한 또 다른 시도로 방사선 및 저준위 전자선 처리기술개발 연구를 시도하였다. 한편 소비자의 구매력 향상에 따라 농산물의 품질에 관한 관심이 높아져감에 따라 농산물의 품질 평가에 관한 연구도 진행되었다. 한편 품목별로 수행된 연구중 대표적인 연구로는 과일의 선도 및 유통기간 연장을 위하여 사과를 비롯한 딸기, 밤, 감에 관한 연구와 버섯류중 송이와 느타리버섯에 관한 연구, 양념채소류 중 중요한 양파에 관한 연구가 있다. 또한 축산물 중 우유 및 돈육과 수산물중 오징어의 품질 및 선도연장을 위한 연구가 있는데 이 연구결과를 살펴보면 다음과 같다.

1. 기술분야별 성과

가. 농산물 저장시설

농산물의 지하암반 저장기술 개발연구는 농수산물 유통에서 중요한 것 중의 하나는 생산과 출하를 조정하는 저장능력이며 특히 계절간 가격의 등락이 심한 과일류, 채소류에 대해서 대규모의 저온저장이 필요하다. 이 연구에서는 재래적인 농산물의 생체물 저장방식을 개선하고 지형에 따른 지하저장방식을 개발함으로써 지역 경제의 활성화, 지역 특산물의 특성화, 농산물의 유통체계화, 가격의 안정화, 적기 출하에 따른 농민소득 증대 및 국민보건 향상에 이바지함을 연구목적으로 지하암반 특성 및 지리적 여건에 따른 부지의 선정 및 건설에 관련된 기술, 저장 대상 농산물의 특성에 따른 저장조건의 확립, 지하저장고내의 최적의 냉방공조시스템 구축에 관한 기술 개발연구가 수행되었다. 지하

저장시설의 타당성분석 결과 토지매입가를 제외한 순수 건설비의 경우 지하건설은 지상건설의 약 94%이며, 토지매입가를 포함할 경우는 68%로서 지하건설이 월등히 경제적인 것으로 나타났으며, 지하 6m에서 연중 지온 변화량은 약 6℃로 관측되어 온도 측면에서 볼 때 지하공동의 깊이를 연주기에 대한 표층 깊이 이하인 지표하 약 5m 깊이에만 건설하여도 충분히 효과가 있음을 입증하였다.

이 연구를 통하여 얻은 지하저장시설의 타당성 분석 결과는 농수산물 유통 관련 각 기관에 송부하여 각종 물류센터의 저장시설을 지하화하도록 건의하였고, 지하암반의 열유동 분석결과 얇은 야산의 경우에도 충분히 효과가 있으므로 개착식으로 소규모 지하저장시설을 소단위별로 건설하여 이용도를 높이도록 홍보하였다. 또한 부지 선정기준, 부지 비파괴 조사기술, 지하저장시설 설계요소, 지하저장고 사후모니터링 체계를 지하저장고 건설 및 운영에 적극 반영하도록 권장하며, 지하저장고 내의 냉방공조시설에 관한 연구결과를 지하저장 및 지상냉동저장시설의 설계에 반영하도록 홍보할 계획이다.

국제 경쟁력이 제고된 고품위 쌀을 공급할 수 있는 체계를 구축함을 목적으로 원료 벼의 수분 및 온도별 중저온 건조, 저장에 관련된 제반특성을 확립하고, 시뮬레이션 프로그램 및 시스템의 개발을 통하여 국내 기후 및 수확 후 관리체계에 적합한 중저온 건조저장 시스템의 산업화를 위한 연구로 국내외 중저온 건조저장 기술조사 및 분석, 원료 벼의 물성 측정 및 중저온 건조시스템 개발, 냉각장치에 대한 세부기술 조사, 저장조건에 따른 쌀의 품질특성 및 저장곡물의 곡온, 함수율 변화 특성조사, 건조저장 시스템 설계를 위한 프로그램 개발, 시스템의 기본설계, 제작 및 성능평가, 운영실험을 통한 설계 및 장치보완, 중저온 건조저장 시스템의 운영프로그램 개발을 수행하였다. 연구개발 결과 곡물 냉각기를 이용한 중저온 저장은 건조능력 향상, 건조비용 절감, 식미 및 도정수율 향상, 저장 중 호흡에 의한 중량손실 최소화, 내부 결로 방지, 저장기간 연장, 미생물 및, 해충발생 억제효과가 있는 것으로 조사되었고, 국내의 기후 및 수확후 관리체계에 적합한 1일 최대 200톤을 냉각할 수 있는 곡물냉각기와, 냉각공기의 온도 및 상대습도의 제어를 위하여 원칩 마이크로프로세서에 의한 컨트롤러를 개발하였다. 개발기술의 현장 적용을 위해 미곡종합처리장에서 벼 1,500톤을 대상으로 비용분석을 실시한 결과 중저온 저장에 의해 연간

추가부담 비용은 7백50만원 정도인데 비해 5천9백50만원 가량의 이윤이 추가로 발생하여 증저온 저장시 연간 5천2백만원 가량의 이윤이 발생할 것으로 예측되었다.

개발기술은 ‘곡물저장용 공기냉각장치 및 곡물냉각저장방법(1998-33157)’ 특허를 출원하였고 한성공업(주)와 기술실시계약을 체결하여 울산농소농협 및 남원북부영농법인 미곡종합처리에 설치 활용 중에 있으며 정책사업으로 보급확대를 추진 중에 있다.

나. 농산물의 고품질 유통기술

청과물의 전처리 공정에 활용할 수 있는 표면 오염원 제거(살균처리)기술의 개발을 목표로농업 및 식품 관련 분야에 있어서 오존의 이용 현황 조사, 국내산 청과물의 오염 실태 조사, 오존에 의한 살균 효과 및 적정 살균 조건 정립, 오존을 이용한 표면 살균 처리 기술 개발, 세정공정을 활용한 오염원 제거 기술의 개발, hydrocooling, 세정 및 표면살균의 동시 처리가 신선도에 미치는 효과, 전처리 공정에서 표면 오염원 제거 기술의 활용 방안 정립, 표면 오염원 제거 기술의 비용 분석 및 산업화 방안 정립에 관하여 연구하였다. 국내에 유통중인 상추, 딸기 등 8품목의 오염실태를 조사하였던 바 초기 총균수는 103~109cfu/g, 효모 및 곰팡이는 103~107cfu/g 범위였으며, 유통과정중 101~103cfu/g 정도 증가하였는데, 오존가스 처리(30~40ppm, 2~4시간)에 의하여 미생물 오염원을 90~99.9% 제거시킬 수 있었다. 느타리버섯과 딸기를 오존가스처리 후 저장하였을 때 40% 정도 shelf-life 가 연장되었다. 청과물의 세정, 냉각 및 살균처리를 동시에 행할 수 있는 다기능시스템의 설계 및 제작결과 Hydrocooling, 세정 및 표면 살균의 동시 처리에 의하여 표면 미생물의 90~99%가 제거되었으며 저장기간중 대조구에 비하여 90% 정도 적은 미생물 오염정도를 나타내었다. 전처리 공정에 표면오염원 제거기술을 도입하고자 차압예냉시스템에 오존가스처리기술을 도입하여 딸기의 급속냉각 및 표면살균처리시험을 행한 결과 대조구에 비하여 신선도가 30% 연장되었으며 저장기간중 미생물은 101cfu/g 정도 낮게 나타났다.

개발 시스템은 팩킹하우스와 산지청과물종합처리장에 연계하여 설치, 운영하는 것이 주변 시설(다듬기, 선별, 포장, 저장 등)을 효율적으로 활용할 수 있도록 추진 중이다.

과채류의 유통, 저장시의 위해 미생물 오염 방지 및 초기미생물 감소에 의한 안정성 및 저장성 향상을 통하여 과채류 생산단지 및 가공 유통업체 등에 보급함으로써 국내산 과채류의 품질고급화로 국제 경제력 제고 및 생산농가의 소득증대에 기여하고자 저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도 유지 기술개발을 수행하였다.

이 연구에서는 전해산화수의 물리적 특성 조사, 전해산화수의 미생물학적 세정효과 조사, 세척방식에 따른 표면 살균력 효과 비교 시험, 계면활성제의 첨가에 의한 세정, 냉각겸용 살균처리 기술개발, 상업용 세척/냉각 겸용시스템의 효율성 검토를 수행하였다.

연구결과 기능수의 하나인 전해산화수의 식품가공 분야의 가능성을 검토로 전해산화수의 보관조건에 따른 특성 및 미생물에 대한 실험적 살균 효과와, 상추, 쪽가 및, 케일, 아가리쿠스 버섯을 대상으로 표면 살균 효과를 확인하였고, 이를 토대로 제균 매체로서의 적용 가능성과 돈육, 유계의 표면 미생물 살균을 통한 저장성 연장 등 실용적인 산업화 응용 가능성 도모하였다.

연구개발성과로 저장성 증대와 폐기율 감소 효과, 미생물학적 위해 요소 감소에 따른 소비자 보호로 고품질의 부가가치 증대에 따른 생산자 단체의 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 판단되며, 과채류 산지 집하장 및 전처리 시설, 농산물 유통센터, 세척 및 냉수처리 시스템 제작 및 설계업체, Minimal Processing을 이용한 의식산업 분야 등에 활용이 가능한 것으로 평가되었다.

다. 방사선 및 저준위 전자선 처리기술

식품의 선도 연장을 위한 또 다른 시도로 방사선 및 저준위 전자선 처리기술개발 연구를 시도하였다. 방사선을 이용한 식품 살균, 살충 및 장기 안전저장기술 개발 연구는 농수축산물의 살균/살충 및 장기안전저장 기술개발을 목표로 방사선조사 농수축산물의 이화학적 품질평가 및 방사선조사 농수축산물의 안전성을 분석하였다.

농수축산물의 살균/살충 및 장기안전저장 기술개발연구결과 감마선을 여러 선량(57만 Ci, Co-60)으로 조사하여 농수축산물에 대한 최적 방사선 조사선량을 설정하였고, 일반세균과 대장균의 사멸을 위해서는 3kGy의 조사선량이 요구되었으며, 7kGy이상의조사로 대부분의 오염 미생물을 완전히 사멸시킬 수

있어 농수축산물의 장기저장이 가능하였다. 방사선 조사 축산물의 이화학적 품질평가결과 저장초기의 방사선 조사식품은 이화학적 및 영양학적 특성시험에서 비조사군과 큰 차이가 없으나 저장기간이 경과함에 따라 방사선 조사식품의 이화학적 특성이 더 우수한 것으로 나타났다. 방사선 조사축산물의 안전성 평가로 *Salmonella typhimurium*(TA98, TA100, TA1535, TA1537)을 이용한 복귀돌연변이 시험에서 감마선 조사식품은 0.1~8.3mg/plate 농도 범위에서 돌연변이 유발성이 없는 것으로 나타났으며, 설치류를 이용한 소핵 시험에서 감마선 조사 식품은 소핵 형성이 유발되지 않아 유전독성학적 측면에서의 안전성이 검증되었다.

이 연구를 통하여 방사선을 이용한 농수축산물의 최적 살균/살충 기술을 확립하여 보다 안전하고 장기적으로 저장할 수 있는 방법을 제시하였고, 방사선 조사 축산물의 안전성 연구로 소비자 수용성 확보 및 국제식량 교역시 방사선 조사 기술지침 및 표준화 확립에 활용할 계획이다. 또한 기술을 산업체에 이전하여 품목의 다양화와 상업적 규모의 방사선 조사 체계 확립에 활용할 계획이다.

저수준 전자선 살균을 이용한 농축산물의 위생적 품질개선 기술 개발연구는 신선육류의 위생적 품질향상으로 소비자 보호 및 수입냉장육류와의 경쟁력 강화를 목적으로 감마선조사와 전자선조사의 살균효과와 품질비교를 통한 고효율살균방법 확립에 관한 연구를 수행하였다. 연구결과 신선돈육, 우육, 계육에 0.5kGy, 1kGy, 2kGy 전자선 처리시 저장기간동안 처리하지 않은 식육보다 총균수, 내냉성균, 젖산균수가 현저히 낮았으며 VBN value도 낮았고, 육색의 경우 조사수준에 따라서 적색도는 보다 높은 수준으로 나타나 더 붉은 색을 띠었다. 반면 TBA value의 경우 다소 처리하지 않은 시료보다 높은 수준을 나타냈고, 방사선 조사취가 조사수준에 따라 신선육 상태에서 발생하는 것을 고려하여 저수준 즉 1kGy 이하로 전자선 조사시 전자선과 방사선에 대한 소비자들의 인식을 새롭게 한다면 위생적이고 저장기간이 더 긴 신선육의 생산이 가능할 것으로 평가되었다. 또한 감마선 조사 처리가 쇠고기 숙성에 미치는 효과에 대한 연구에서는 쇠고기 반건양근(*Semitendinosus*)을 공시하여 감마선 조사처리와 고온숙성의 효과를 조사한 결과 감마선 조사와 숙성온도에 따른 pH의 변화는 유의차가 없었고, 모든 처리구에서 감소추세를 보이다가 저장 4

일경부터 서서히 증가하였다.

한편 실험에 사용된 7종(인삼 분말류, 향신료, 장류 분말류)의 농산 가공품에는 총세균(10^5 - 10^6 CFU/g), 대장균군($<10^2$ - 10^3 CFU/g), 효모/곰팡이 등이 오염되어 있어서 살균처리가 요구되었고, 5-7.5 kGy의 전자선 조사로써 대장균군은 음성, 총세균 등을 10^4 CFU/g 이하의 수준으로 감소되어 내수용 및 수출용 상품의 미생물학적 품질관리가 가능하였으며, 이상의 선량 범위에서 살균 처리된 식품의 이화학적, 관능적 품질은 안정하며 전반적으로 감마선 조사의 효과와 유사하였다.

연구결과는 방사선 조사 식품에 대한 기준·규격이 기재되어 있는 식품공전 공통기준·규격의 개정을 위한 과학적인 근거로 활용하고, 국내 농축산물 생산 업계에 적용함으로써 농축산물의 위생수준을 향상시키고, 향상된 위생처리를 통해 부패에 의한 식량손실을 최소화, 또한 위생적으로 문제가 많은 도살장에서부터 생산된 쇠고기를 감마선이나 전자선과 같은 방사선 조사 처리 후 유통하면 위생적으로 저장기간을 연장할 수 있어 경제적인 이익을 가져올 수 있을 것으로 평가되었다.

라. 품질 평가기술

소비자의 구매력 향상에 따라 농산물의 품질에 관한 관심이 높아져감에 따라 농산물의 품질 평가에 관한 연구도 진행되었으며 이 중 쌀 및 과실류에 대한 대표적인 연구결과를 살펴보면 다음과 같다.

WTO협정에 의한 쌀 시장의 점진적인 개방에 따라 수입되는 값싼 수입쌀과의 품질경쟁에 대비하여 고품질 미의 생산 및 유통을 유도하기 위해 쌀의 품질등급화기준을 설정하고, 신속 정확하게 비 파괴적으로 품질을 측정할 수 있는 장치를 개발하고자 쌀의 품질 등급화를 위한 지표 설정 및 비 파괴적 품질 측정기 개발 연구를 수행하였다. 이를 위하여 품질 평가지표의 설정 및 국내의 쌀 품질평가를 수행하였으며, 비 파괴 분석법에 의한 쌀의 품종측정 및 백미의 유통 중 품질지표 변화를 조사하였고, 이 결과를 토대로 비 파괴적 품질측정기를 개발하였다.

쌀의 품질평가 기술 현황조사 결과 쌀 수출국의 쌀 규격은 국내 쌀 규격에

비해 좀 더 세분화되고 엄격하였으며, 국내 유통백미의 등급 저하요인은 주로 쉐미의 함량과 북백립으로 나타났다. 백미의 등급판별 요인으로 완전립, 대쇄립, 북백립의 판별을 화상분석장비와 artificial neural network 에 의해 시도하였을 때 각각 97%, 94.3%, 96.2%의 판별율을 보여 현재 세계 모든 나라에서 인간의 수작업에 의해 수행되는 쌀의 등급판별을 화상분석 장비에 의해 간편하게 수행할 수 있었고, 비파괴적인 정백수율 측정하는 방법으로는 근적외 분광의 반사스펙트럼을 이용한 다중 회귀모델이 가장 적합하였다. 내면적인 쌀의 품질인자인 수분, 단백질 아밀로오스, 지방산도 측정을 위한 함수를 근적외 분광 분석 방법에 의해 확립하였을 때에 단립 현미 수분 및 단백질의 경우 1100~1500nm영역, 아밀로오스의 경우 1100~2290nm의 2차 미분 스펙트럼, 그리고 지방산도 1500~2300nm영역의 2차 미분 스펙트럼을 이용한 PLS모델이 가장 적합하였다. 쌀의 대표적인 내면적 품질인자의 수분과 단백질 함량을 측정할 수 있는 단립 품질측정 시스템의 구성은 측정부, 구동부, 제어부로 이루어져 있으며 측정오차는 각각 0.264%, 0.457% 이내를 유지하여 우수한 성능을 보였다. 한편 현재 비파괴적인 방법으로 쌀의 단립을 이용한 수분과 단백질 정량은 전 세계적으로 아직 전무한 상태이므로 이에 대한 시도는 커다란 의의있는 것으로 평가 되었다. 화상분석을 이용한 등급판별의 결과는 국산 등급 판별기 개발을 위한 기초자료로서 사용될 것이며, 내면적 품질인자인 수분, 단백질 함량을 현장에서 비파괴적으로 측정할 수 있는 단립 품질측정시스템 개발에 관한 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

사과를 용도별로 유통시킴으로 사과산업의 국제경쟁력 제고와 사과 생산자 단체의 수익 증대시킬 수 있는 고부가가치화 기술 개발로 비파괴 측정법에 의한 사과의 품질평가 및 용도 판정 자동화기술 개발을 시도하였다. 이를 위한 주된 연구내용으로 생사과를 파쇄하지 않은 상태에서 당도, 산도, 경도, 수분함량, 색깔, watercore등 내·외부 품질인자를 동시에 신속하게 측정할 수 있는 기술개발하고, 정확한 사과의 용도를 가공용, 저장용, 생과용 등으로 자동분류할 수 있는 소프트웨어 개발을 수행하였다. 사과의 단맛 및 신맛을 비파괴방법으로 측정하는 것이 가능하였고, 경도는 texture analyzer를 사용하여 파괴가 있는 채로 측정하여 그 평균값을 경도 데이터로 사용할 경우 가장 높은 비파괴 측정 정확도를 나타냈었으며 수분함량은 동결건조법을 사용하여 높은 정확

도로비과과 측정을 할 수 있었다. 수확된 사과를 품질에 따라 용도별로 자동 분류할 수 있는 소프트웨어의 개발을 검토하였고 수상사과의 품질측정 및 성분변화 모니터링이 가능하여 품질성분에 근거한 수확적기 예측이 가능할 것으로 판단되었다. 연구결과는 사과 자동화 일관처리 품질 판정 기술 개발연구인 on-line 품질 자동 선별기 개발을 위한 연구에 기초자료로 활용되고 있다.

청과물의 저온저장 및 추속제어를 위하여 Fuzzy이론을 도입하여 색인식 자동선별 및 추속제어 system의 개발을 시도하였다. 이 연구를 위하여 색인식 선별 system용 program 및 systdm의 개발, 색인식 선별용 청과물(단감)의 성분 분석, 속도별 Color Chart의 제작, 저온저장 및 추속제어 system용 program 및 system의 개발, 저온저장 및 추속제어 실험 및 분석, 추속제어기준 schedule의 작성(키위)을 수행하였다. 이 연구결과 청과물 색의 평가를 위한 simulation program을 개발 및 RGB signal processing program을 내장하고, sensor부, sensor 구동 및 신호처리부, computer interface 및 A/D변화회로로 구성되는 색인식선별 system을 개발하였다. 이 시스템은 RGB sensor로부터 signal processing system에 의하여 RGB값이 PC monitor상에 출력되고 선별 program에 의하여 색인식선별이 가능한 system이다. 청과물의 표면색 측정과 동시에 조성성분의 분석을 행하여 표면색과 조성성분과의 상관관계를 수치화 함으로써 속도판정의 기준이 되는 Color Chart를 제작하였다. 추속제어 system용 program으로 Fuzzy이론에 의한 기본 program, 탄산가스 농도의 측정과 누적탄산가스 방출량의 산출 program, 온도의 측정 및 설정 program, 수위 및 환기제어를 위한 program을 개발하였고, 습도제어system, 가스분석 및 환기system으로 구성되는 추속제어system을 설계, 제작하였다 또한 실제 추속에 이용 가능한 추속온도를 설정하고, 추속에 다른 탄산가스 방출량과 추속경과시간과의 관계를 수치화하였으며, 저장기간에 따른 조성성분의 변화도 측정되었다. 키위의 누적탄산가스 방출량과 당도 증가량과의 관계를 수치화하여 구한 회귀선을 이용함으로써 추속Schedule을 제작하였다. 본 과제를 통하여 청과물의 선별 및 저온저장, 추속제어가 연속적으로 이루어질 수 있는 색인식 선별 및 추속제어system이 개발됨에 따라 향후 현장에서 활용가능 하도록 unit화 시켜 현장검증을 통하여 보급, 활용을 추진할 계획이다.

미국 FDA에서는 94. 8. 8.부터 자국 내에서 유통되는 모든 식품에 대하여

소비자가 인식할 수 있도록 1회 식품을 섭취하였을 때 영양성분의 섭취량과 일일섭취 권장량에 대한 섭취비율을 % 단위로 표기하도록 의무화하였다. 이 제도는 점차 전세계적으로 확산되어 앞으로는 수출되는 모든 식품에 영양표시가 의무화 될 전망이다. 따라서 미국, 캐나다 및 멕시코 등 북미경제블럭 (NAFTA)에 수출되는 우리 나라의 모든 식품에 대한 1회 섭취량의 산출로 FDA영양표시에 대한 Serving Size를 제공하여 수출을 지원하며 장기적으로는 세계각국에 수출되는 우리 나라의 모든 전통식품에 대한 1회 섭취량의 산출로 수출을 지원하며 아울러 우리 나라의 모든 식품까지 확대하여 수출시 이용할 수 있을 뿐만 아니라 기초영양조사 및 식량수급정책 등에도 인용할 수 있는 정책 기초자료를 제공할 목적으로 .수출진흥을 위한 우리 나라 식품의 serving size 산정 연구를 수행하였다.

이 연구의 목표도달을 위하여 수출식품의 1회 섭취량 조사, 수출식품의 1회 급식량 조사, 수출식품의 FDA 영양표시성분 분석, 수출식품의 FDA 규격에 의한 Label 작성, FDA의 serving size 제도 조사, 우리 나라 전통식품의 영양 성분 및 1회 급식량의 DA구축, 수출식품 영양표시 및 응용 program 개발을 시도하였다.

이 연구를 통하여 수출식품 및 수출이 유망한 400품목을 우리 나라에서 수출되는 식품중 농어민단체인 농협에서 미국으로 수출되는 품목중에서 전통식품을 위주로 선정하였고 수출식품400품목에 대한 FDA 영양표시성분인 열량, 지방에 의한 열량, 총지질, 포화지질, 콜레스테롤, 나트륨, 총탄수화물, 식이섬유, 당류, 단백질, 비타민 A, 비타민 C, 칼슘, 철 등 14항목을 분석하였다. 수출식품 400품목의 serving size(1인 1회 분량)를 전래음식에 대한 고조리서 및 각종 문헌으로부터 자료를 수집하고 요식업소 및 단체급식소로부터 조리대상 식품 및 음식의 1인 1회 분량을 계측한 후 실험조리와 관능검사를 거쳐 수정·보완한 후 최종적으로 1인 1회 분량(serving size)을 확정하였다.

한편 FDA규격에 의한 수출식품 400품목의 영양성분표시 Label 작성을 위하여 선정품목의 1회 급식량 및 영양성분분석이 완료된 품목에 대하여 미국 FDA의 표시기준에 의한 Label을 제작하였으며, 1일 권장량에 대한 %는 미국 FDA에서 제정한 1일 섭취권장량에 대하여 환산하였다. Label제작에 요구되는 글자의 크기, 종류, 선의 굵기 등은 FDA의 표시기준에 의거 제작하였다.

수출식품 영양표시 및 응용 program 개발내용중, 프로그램 운영을 위한 등록내용은 1,426개 재료별 영양성분 함량, 식품종류, 음식종류, 식품 및 음식종류별 소요재료, 식품별 serving size 및 serving 단위가 포함되었으며, 출력 및 활용내용에는, 식품별 영양성분 조회, 식품별 FDA 영양성분표시 Label 인쇄, 식품별 재료관리, 음식 및 식단 관리가 포함되었다. 식품의 영양표시는 이제 전세계로 확산될 예정이며 우리 나라에서 수출되는 식품은 주로 농어민이나 농어민단체에서 생산되는 전통고유식품이 대부분이므로 전통식품에 대한 1회 급식량을 종합적으로 산정하여 수출에 대비해야 된다. 본 연구결과는 IMF체제 하에서 가뜩이나 무한경쟁을 식품수출에 어려움을 느끼고 있는 전통식품 가공업체, 전통식품을 수출하는 농어민이나 농어민단체 등에게 아주 유익한 자료로 활용 될 것이다. 뿐만 아니라 본 연구의 결과는 식량수급정책, 영양정책 등에도 응용할 수 있는 기본적인 자료로 평가된다. 실제로 현재 본 연구의 수행으로 파급된 효과는 매우 커 95년도 217개 품목, 96년도 166개 품목, 97년도에 170개 수출품목의 serving size 결정에 적용하여 수출하였고 98년도에도 200개 이상의 품목에 대한 영양표시지원을 계획하고 있어 해마다 수 백가지 수출식품의 영양표시에 본 연구결과가 이용되고 있어 우리 나라 식품의 수출 진흥에 크게 기여하고 있다.

2. 품목별 성과

한편 기 수행되었던 기술 개발을 품목 별로 분류하여 그 중 대표적인 연구 결과를 위주로 기술하여 보면 다음과 같다.

가. 과일

최근 수년동안 후지사과의 CA저장에서 과육갈변장해가 발생하는 사례가 빈번하고 저온저장에서도 과육갈변장해가 간혹 발생되고 있어 CA저장의 실용화가 이루어지지 못하고 있는 실정임에 따라 후지사과의 재배요인이 저장중 과육갈변장해 발생에 미치는 영향은 연구하였다. 연구결과 질소시비량, 수확시기, 과실크기 및 염화석회 살포가 저온저장 및 CA저장 기간중에 과실의 가용성고형물과 유기산 함량의 변화에는 큰 영향을 미치지 않았으며, 질소 시비량, 과

실크기 및 염화석회 살포는 저장중의 경도변화에 영향을 미치지 않았었다. 과육갈변장해는 저장기간의 장단과는 관계가 없는 것으로 보였음. 96년도 결과로 볼 때 질소시비량이 과다하고 수확시기가 지나치게 늦어질 경우에는 과실의 크기가 큰 과실에서(300g이상) CA저장중에 과육갈변장해가 발생할 수 있었다. 우리 나라 사과원 중에는 질소과다 시비원과 대과 생산을 선호하는 재배농가가 많고 또 11월 이후까지 수확이 늦어지는 경우가 많으므로 CA저장용 사과 생산을 위해서는 이상과 같은 재배요인을 특히 유의하여야 할 것으로 판단되었다. 연구성과는 사과재배자와 저장업자에게 출하시기에 따른 저장방법의 선택과 안정적인 장기저장을 가능토록 기술을 보급할 계획이다.

딸기의 국내유통 및 수출을 위한 실용적인 기술을 개발하고자 딸기의 수확 및 유통기술 연계시스템 개발을 시도하였다. 딸기의 신선도 증진을 위한 수확 전 처리를 비교한 결과, 키토산과 바이오세라믹 처리는 엽면살포 및 토양관주에서 부패감소 및 경도 증진측면에서 모두 효과적이었으나, 농가실증을 위한 토양 관주시 1회 관주 직후보다 4일 경과 후 처리한 약제가 식물로 이행되어 그 효과가 나타났다. 국내 시판용 소포장 출하시 PVC랩을 이용할 경우 다른 자재보다 신선도 유지에 유리하여 소포장 방법의 개선이 있어야 할 것으로 판단되었으며 특히 PVE 랩을 이용할 경우 피복재에 결로가 발생하지 않았다. 일부 냉장차량을 이용한 저온수송은 관행의 수확 및 수확 후 처리에서는 큰 효과를 보지 못하여 수확, 선별 및 포장의 단순화와 수확한 과실의 조기 예냉이 신선딸기 유통력 증진에 시급한 사안으로 대두되었다. 예냉방법중 이산화탄소와 예냉은 과실의 신선도 유지에 효과적이었는데 이산화탄소 처리는 20% 농도로 계속 처리하는 것이 가장 바람직하였으나 농가의 실정을 고려할 때, 처리를 이산화탄소 60%의 경우 2~3시간, 100%의 경우 처리로 단순 저온 예냉처리보다 신선도(과색, 경도, 부패) 유지 측면에서 우수하였다. 수확 후 처리를 단순화시키기 위하여 100% 이산화탄소를 1~2시간 처리할 경우 농가에서 고가의 장비를 추가로 구입하지 않고 보유중인 예냉육묘시설 등을 이용하여 처리가 가능하므로 농가 보급에 적합한 기술로 판단되었다. 종합적으로 고려할 때 딸기의 수확후 신선도 유지는 수확과 선별, 포장단계에서부터 개선되어야 하며, 최근 소포장 출하가 늘고 있는 점을 고려할 때 본 연구에서 확인된 예냉, 이산화탄소 처리 등을 병행하여 수확후 처리방안으로 도입할 경우 국제출

하용은 물론 일본 수출력을 증대시키는데 기여할 것으로 평가되었다.

삼시와 밤과실의 부가가치 증진을 위한 수확 후 처리 및 장기저장기술 개발 연구를 통하여 짧은 감의 감압밀봉포장 처리를 통하여 저장기간을 3배 증진시킬 수 있었으며, 품종간에는 반시류에서 감압밀봉 적응성이 높았으며 수확적기 처리가 바람직하였는데 필름은 저밀도 폴리에틸렌이 우수하였고 두께는 50~60 μ m가 가장 효과적이었다. 에틸렌제거와 MA 조성에 따른 탈삼 및 연화지연을 통한 중단기 저장기술 개발결과 감압밀봉 처리의 불편함을 해소하기 위하여 폴리에틸렌 필름에 담아 탈산소제 및 에틸렌제거제 처리로 저장기간을 2~3개월 증진시킬 수 있었고, 감압밀봉처리보다는 저장기간이 짧았으나 중단기저장에 적합하였다.

연시의 저장 및 유통중 증대방안으로 수축필름 포장은 냉동저장중 과색의 변화를 방지하는 효과가 탁월하였으며 유통시 해동되어 과즙이 흐르는 등의 불편함을 해소시킬 수 있었는데 적정 냉동온도인 -15°C 이하에서 수축필름 포장시 저장기간이 1년이상 되었다. 밤과실의 수확 후 대사생리 구멍을 통한 저장기술 개선 연구결과 초기전분의 가수분해를 통한 당화현상이 심하게 발생하였으며 호흡률은 비교적 낮았고 저장 후 과피면에 곰팡이 서식이 저장 2개월부터 증가하기 시작하였으며 심한 경우 과육까지 부패되었다. 외관품질 증진방안으로 키토산 분자량 1,000,000이상 처리시 저장한 밤의 외관품질을 증진시키는데 효과적이었고, 왁스는 광택유지에 유리하였으나 유통조건에서 곰팡이 증식이 심하여 불리하였음. 박피율(간밤)의 유통기간 확대를 위하여 간밤의 오존수세척은 밤의 갈변을 방지하고 또한 부패미생물을 감소시킬 수 있었다. 밤의 CA저장시 이산화탄소를 6%로 고정시키고 산소농도를 2%, 4%에 처리하였을 때 전반적인 품질은 4%에서 유리하였다. 따라서 밤은 6%의 이산화탄소에 적응성이 있으나 산소농도가 상대적으로 낮을 경우 품질이 저하되는 것으로 판단되었다.

나. 머섯

갓 채취한 송이를 신선한 상태로 기존 방법보다 더 보관이 가능하도록 수확 후의 전처리 및 저장유통기술을 종합적으로 개발하여 수출에 기여하고자 수출용 송이의 선도유지 기술개발을 수행하였다. 수출용 송이의 선도는 산지에서

채취 후 수출상사에 도착시까지의 산지 유통 중에 집중적으로 저하된다.(감모율 기준 : 6.5%에서 13.98%) 따라서 산지 유통 중 품질손실을 최소화하기 위하여 산악지역에서도 간단하게 사용할 수 있도록 개발한 용기에 송이를 넣고 채취단계에서부터 일반 유통시와 동일 조건에서 실험한 결과 감모율을 0.98% 이하로 억제할 수 있었으며, 선택(Lightness)또한 관행 유통보다 우수하게 유지할 수 있었다.산지에서 채취한 송이를 현장에서 차압 예냉, 진공 예냉을 실시한 후 무처리구와 함께 3℃의 저장실에 42일 동안 저장한 결과, 저장 14일 후 품질열화가 뚜렷이 나타나기 시작하였고, 저장 35일 경에는 예냉 처리구에서 모두 곰팡이가 발생하기 시작하였으나 예냉처리는 무처리구에 비하여 7일 정도 저장성을 연장시킬 수 있었다. 특히 저장 중 선택, Hardness, 향기성분 등의 품질적인 측면에서는 진공예냉이 가장 효과적으로 나타났다. 또한 송이의 벌크 저장시 중·부 층에 적재된 송이에서 발산되는 호흡열 및 수분 등으로 인한 조직의 짓무름 현상도 저장 중 중량가스올 외에 심각한 현상으로 대두되어 보습시트로개체 포장하여 저온 저장하여 본 결과 저장 42일 동안 중량감소율을 24.4%로 억제하였으며 1개월 동안 수확당시의 형태를 유지하고 있다. 보습제를 활용한 개체포장 및 벌크 포장 실험구를 대조구와 비교하여 적정 저장방법을 결정한 결과 대조구에서는 과도한 결로 현상발생과 갈변으로 저장 28일만에 감모율이 32.5%로서 상품성이 소실한 반면에 보습제를 활용한 벌크 포장 시에는 결로 현상을 상당량 억제할 수 있었으나 송이 개체간 접촉에 의한 짓무름, 갈변 등으로 감모율(27.7%)이 상당량 발생하였으며, 보습제를 활용한 개체 포장 시에는 결로현상이나 선택, 조직감, 관능적 향기 등이 잘 보전되어 저장 28일 동안 우수하였다. 따라서 농가에서 쉽게 구입할 수 있는 LDPE 필름을 이용하여 송이를 보습제와 개체 포장하여 0.02mm~0.10mm까지의 필름두께별로 42일 동안 저장실험을 수행한 바 0.06mm 필름에서 가장 우수한 결과를 보였고 관능적 품질 또한 저장 30일까지 거의 차이가 없었다. 빙결저장은 송이버섯을 LDPE 필름으로 개체포장한 후 송이버섯의 빙결점 부근온도 저장구에서는 완전 동결되는 현상이 나타났으며, -2℃ 저장구에서는 동결 및 해동과정이 반복되어 갈변, 위조 등 품질저하가 두드러졌음. 그러나 -1℃ 저장구에서는 일부 동결되는 현상을 제외하고는 결점강해제를 적정 농도로 조절한 용액에 송이버섯을 일정시간 침지한 다음, -1℃온도에서 저장한 결과 저장 42일 동안

동결되지 않고 선택, 향기, 조직 등 모든 면에서 성공적으로 저장할 수 있었다. 송이버섯의 수출용기로서는 이중양면골판지에 단열성 필름을 라미네이팅한 후 이들 내 외면에 알루미늄 호일을 증착시켜 빈 상자 수송 및 보관시 일반 골판지 박스와 같이 자유자재로 접을 수 있을 뿐만 아니라 포장규격에 따른 적용성을 제공할 수 있도록 수출용기를 제조는데 실제 송이버섯의 실증실험에서 포장 후 24시간까지는 중량감소율이 0.3%로 기존 스티로폴 상자보다 1.6% 더 억제하는 효과를 나타냈다. 한편 연구성과는 현재 산림청 유통정책과의 협조 하에 임협이나 생산자 단체 및 유통업자에게 기술 이전을 추진 중에 있다.

길항 제제를 이용하여 항생제를 사용하지 않고 갈반병의 유발을 방지키 위해 생물공학 기술에 의한 느타리버섯 생산성 향상 및 저장, 유통기술 개발로 길항 세균의 분리 및 동정에 관한 연구, 길항 세균의 대량생산 및 현장 적용에 관한 연구, 버섯의 저장 기술을 연구하였다. 길항성의 임상실험 결과는 갈반병균 대 길항균이 3 : 1의 농도로도 길항성이 양호하며, 길항균의 느타리버섯 균사의 생장에 미치는 영향에 관한 시험에서도 A-11이 가장 우수한 길항성을 보였다. 길항균의 특성은 고온에서 A-11을 제외한 a-20, a-29는 생육이 저지되었으며, 저온에서는 길항균인 A-20, A-29는 생육이 갈반병균보다 양호하였으며, A-11은 생육이 좋지 않았다. 2.0L fermentor에서 희석 속도를 0.15 h^{-1} 에 고정하고, pH 6.5에 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 carbon, nitrogen, phosphorus, iron, oxygen을 제한 상태로 연속 배양을 하면서 실시한 physiological change test에서 lipolytic activity를 상실했을 경우 biosurfactant의 생성 능력을 약 80% 상실하였다. 최종 길항균으로 선발된 A-11의 희석에 따른 길항성은 희석하지 않은 경우는 거의 갈반병이 예방되었으나, 5배로 희석했을 때 80% 정도로 길항력이 떨어지고, 15배로 희석했을 때는 30%의 길항성 효과밖에 없어 최소한 5배 이상은 희석하지 않는 것이 좋았다. 배양 조건으로써 온도는 A-11은 35°C 가 좋았으며, A-20과 A-29의 최적 배양온도는 25°C 가 좋았으며, pH는 Specific growth rate(u)와 Productivities(g/L/h)에서 A-11, A-20, A-29의 3개 균주가 모두 pH 6에서 생육이 가장 좋았으며, A-f는 pH 7에서 더 우수하였다.

연구성과는 길항 세균을 대량 생산하여 버섯농가에 보급을 추진 중에 있다.

다. 양파

양파의 연작피해 방지와 고품질 보관을 위한 재배 및 저장기술 개발로 연작피해 방지를 위한 재배기술 확립, 큐어링 및 상온저장 기술 개발, 저장병 방지를 위한 살균제의 선발, 양파의 생리활성 검증, 기술체계도 구축 및 기술보급을 위한 정보시스템 제안을 연구하였다.

연구결과 고품질 상온 보관을 위한 재배관행 개선으로 연작피해 방지를 위한 시비관행개선안, 농약 시용 및 관수 관행 개선안, 운작을 통한 토양개선 효과 가능성 제안하였다.

수확 후 고품질 유지 관리 및 효율적인 작업체계 구축을 위하여 적정 수확시기 구명 및 수확방법 개선, 저장병의 방제를 위한 조치, 적정 적재방법 구명, 효율적인 수확 후 역업체계 확립하였다.

연구성과로 큐어링 및 상온저장시스템에 관한 운영기술과 시공기술을 현장에서 실직적으로 접목할 수 있도록 매뉴얼화 하여 양파재배 농민이나 단위농협 저장고 관리실무자들에게 교육을 실시함으로써 운영 노하우전수를 추진중이며, 개발된 기술을 (주)세운에 지속적으로 기술이전지도를 함으로써 시스템의 전국적 보급에 노력중이다.

라. 축산물

국내산 농수축산물을 냉동냉장 함으로써 인해 초래되는 조직파괴, 중량손실 및 영양 손실 등의 품질저하 방지를 통한 고품질의 신선한 농수축산물을 지속적으로 공급할 수 있는 저장기술인 미동결 및 균온처리 냉동기법에 의한 식품의 초기 품질유지를 위하여 미동결 및 균온처리 냉동기법에 의한 식품의 품질유지 기술개발을 수행하였다. 이 연구를 통하여 동결에 필요한 기본 자료로, 동결조건 및 방법에 따른 우육 및 돈육의 단순하며 간편한 동결시간을 예측할 수 있는 모델 개발하였고 균온처리 및 다양한 동결방법에 따른 동결식육의 조직과 냉동냉장 중의 품질변화를 비교 검토한 결과, 특정 동결시간(tc)에 따른 빙결정의 평균직경(D)는 $D(\mu m) = 4.089 \ 2688 \ \log tc$ ($r^2 = 0.913$)의 상관관계를 나타내었다. 동결방법에 따른 드립 손실율은 우육의 경우 정지 공기식으로 처리한 시료는 타 처리구에 비해 계속 높게 나타났으며, 저장 200일 동안에 있어 평균 드립손실율도 침지식 동결시료 및 균온처리 동결시료에서 각각 6.54%

및 7.63%으로 정지공기식 동결시료의 9.61%에 비해 적게 나타났다. 한편 빙점 강하제 처리에 의한 절단야채의 저장 중 품질변화를 살펴보기 위해 수분함량, pH, 산도, 색택, 경도 및 관능검사를 실시한 결과 저장기간에 따른 상처와 치커리의 수분함량 변화와 색택의 변화는 저장 11일째까지 거의 차이를 보이지 않았으나 관능검사 결과, 저장초기에는 처리구간의 차이를 볼 수 없었으나 저장 5일째부터는 당류에 에탄올을 첨가한 처리구가 타 처리구에 비하여 상당히 좋은 것으로 나타났으며 딸기등의 연구를 통하여 빙점강하에 따른 소요에너지의 절약효과는 빙점이 내려갈수록 소요에너지 절약효과는 커진다는 것을 알 수 있었다.

아가리쿠스 버섯의 중량감소율은 무처리 저장 초기부터 급격한 감소를 보인 반면에 fructose, sorbitol 및 에탄올을 혼합한 15w/w% 용액에 처리한 시료는 저장 7일째 0.15% 수준으로 약 2~3배 이상의 중량감소 억제 효과가 나타났음. 연구성과는 농민 및 생산자단체를 대상으로 농수축산물 장기저장 기술지도 및 공장운영시에 적극 활용토록 하며, 냉동방법의 최적조건 설정으로 인해 국내 냉동냉장업계의 에너지 절감을 위한 방안으로 활용이 가능하다.

한편 고급 한우육의 도살 및 신선육 처리과정중 연도개선 및 품질 보존과 유통단계별 신선육의 위생상태 현황과 위생적인 유통을 위하여 쇠고기 유통과정에서의 고급 한우육의 품질 보존방안에 관한 연구를 수행하였다. 한우육의 연도개선방안 구명, 한우육의 지방산화 억제 방안, 지연냉각에 따른 육의 이화학적 특성 구명, 한우육의 위생실태와 오염현황 파악, 위생적 처리방안 검토, 한우육의 저장중 변색 및 지방산화에 미치는 요인 검토하였다. 도체의 효과적인 전기자극에 따른 육의 연도와 이화학적 특성 구명, 도체 오염미생물 및 유통단계에서 각종 도구의 위생상태 개선방안 검토, 신선육의 저장성 증진을 위한 전처리방법 검토, 지방산화 억제를 위한 신선육 전처리방안 구명하였다. 또한 도체에 대한 전기자극 및 지연냉각이 한우육의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한우육의 위생적 유통방안 확립을 위한 작업대 표면의 위생처리 방안, 한우육의 지방산화 억제기법 구명, 전기자극처리와 천연항산화제의 육표면 처리가 한우육의 저장성에 미치는 효과를 분석하였다. 연구결과 거세와 숙성이 한우육의 연도요소에 어떠한 영향조사로 24개월령 거세 및 비거세한우를 도축, 냉각하여 시료를 채취하여 4℃에 저장하면서 경시적으로 경도, 액틴마이오신

해리도, 근원섬유소 편화도, 콜라겐함량과 콜라겐의 가열용해도 및 염용해도를 측정된 결과 한우육의 actomyosin 연도요소는 거세와 숙성에 의해 크게 영향을 받으며, background 연도요소는 부분적으로 영향을 받아서 그 정도에 따라서 연도개선에 기여한다고 판단되었다.

한우육의 위생적인 유통방안을 모색코자 부분육 처리장의 위생실태와 도체 및 신선육의 유기산 처리 효과를 검토한 결과 부분육 처리과정에서 작업대의 경우 골발작업전 표면 미생물수는 총균수 $10^4 \sim 10^5/cm^2$, 대장균수 $<10 \sim 10^2/cm^2$ 그리고 Yeast & Mold 수 $10^3 \sim 10^4/cm^2$ 로 비교적 많은 수의 미생물이 검출되었으며 골발작업 중의 작업대 표면 미생물 수는 증가하였다. 포장방법에 따른 고급육 품질유지 방안에 관한 연구에서는 일반 PVC포장보다는 진공포장이 우수하였다.

신선육의 지방산화에 관련되는 요인 검토에서 지방산화에 미치는 ascorbate의 영향은 ascorbate를 첨가하지 않은 Fe^{2+} 이온(1.21 MDA ppm)과 Fe^{3+} 이온(1.02 MDA ppm) 모두가 높은 TBARS값을 나타내었지만 Hb는 0.54 MDA ppm으로 매우 낮은 TBARS값을 나타내었다. 신선육의 유통과정 중 지방산화방지를 위한 천연항산화제를 탐색으로 솔잎추출물이 가장 Fe^{2+} ion binding 효과가 우수하였고, 대나무 추출물, 고추잎 추출물, 감잎 추출물의 순으로 나타났다. 한우도체를 전기자극처리(550V, 90초)하여 등심근육을 채취하고, 저온저장하면서 이화학적 성질, 연도 및 형태학적 특성의 변화를 관찰한 결과 도살직후의 소도체에 전기자극처리하는 것은 연도개선의 효과가 우수하였다.

연구결과의 실용화를 위하여 국내 축산업협동조합 육가공공장 현장위생 개선을 위한 현장 방문지도를 실시중이다.

마. 수산물

수산건제품의 수출증대를 위한 품질개선, 포장 및 유통기술 개발에 관한 연구로 수산건제품의 품질개선과 적정저장 및 포장방법확립에 주안점을 두고 이를 위해 품질안정화를 위한 적정 건조조건의 확립, 갈변억제처리에 의한 품질안정화연구, 천연보존제 처리에 의한 품질향상실험을 하였고, 적정 저장조건설정 및 실증실험과 효율적인 포장유통기술개발을 위해 공정확대 시험(마른 오징어, 조미 오징어), 저장 및 유통조건 확립(진공포장, 유색포장, 불활성 gas

치환포장)을 하였다.

이 연구는 기존 수산건제품의 내수 및 수출촉진을 위한 가공공정개선에 따른 품질향상과 저장유통중 급격한 품질저하를 방지하기 위한 천연 첨가제의 처리, 그리고 포장조건의 개발로 인한 품질수명 연장효과에 역점을 두고 실험을 실시하였다. 또한 천연첨가제 등의 처리에 의한 효과상승은 가능한 기존의 가공공정을 이용하는 방법으로 이루어졌으며 천연첨가제의 첨가수준도 생산가격에 크게 영향을 주지 않는 범위 내에서의 실험을 유도 하였다. 이 개발기술은 내수촉진 및 수출향상을 도모하기 어민단체나 단위수협 등에 최대한 저렴한 수준으로 기술이전이 될 수 있도록 전수중에 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

21세기 수확후 관리기술 및 식품 유통기술분야의 변화중 특징으로는 20세기 말 첨단과학기술의 급속한 발전과 개발기술이 실용화됨에 따라 예외없이 이 부문에서도 첨단기술의 혁명이 일어나게 될 것이며 특히, 생명공학과 전자공학 그리고 새로운 물류기술과 접목되어 실용화가 진전됨에 따라 농업생산 뿐만아니 농산물의 수확후 관리기술 및 유통분야에서 많은 변화가 예상된다.

따라서 앞으로 전개될 농산물유통 방향을 미리살피 봄으로서 이에 필요로 되는 기술의 개발이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

산지 중심의 농산물 수확후 유통기술을 보면 농축수산물의 수확 후 관리기술의 근간을 이루는 수집, 선별, 세척, 가공, 포장, 수송, 하역, 저장등 기존의 처리흐름 차체에 있어서는 획기적인 변화가 기대되지 않으나 처리단계나 단계별 처리기술등에 있어서는 농업의 주변기술의 급진적 발전에 힘입어 이 분야에 있어서도 첨단 기계화, 자동화, 시설화가 이루어져야 할 것이다.

선별분야에 있어서는 농수축산물의 형상, 색상, 맛, 향, 조직감등 소비자의 기호특성과 산지, 생산량, 품종등이 복합된 품질규격이 개발되어 현장에서 적용되어야 것이며, 내외적 품질 판정에 있어 신속하면서도 정밀도가 높으며 처리속도가 빠른 연속식 비파괴적 평가방법등에 의한 복합적인 평가방법의 실용화 연구가 수행되어야 한다.

세척기술에 있어서는 아직까지 대부분의 농산물이 수확직후 그대로의 상태로 출하 또는 저장됨에 따라 수확전 재배지에서 오염된 미생물, 토양 및 해충 등에 의해 수확후 질적 양적 손실이 크게 발생하고 있지만 이러한 오염제거를 통한 품질보존을 위해 세척기술이 농산물 특히, 신선 농산물의 현장적용 연구가 필요로 된다. 이와 같은 처리는 건식 및 습식방법을 적용할 수 있으나 대부분이 습식에 의한 처리기술이 적용될 것으로 예측되며 효과적인 처리를 위해 세척 방법과 세척후 표면에 부착되어 있는 수분의 효과적인 처리기술, 처리후 폐수의 재활용기술등이 아울러 개발될 것이다. 또한 수확된 농산물중 세척처리 등이 곤란한 경우 표면 등에 부착되어 있는 해충 및 미생물 등으로 인한 저장 및 유통중 품질 변화를 극소화하기 위해 훈증 등의 처리방법이 적용되고 있는데 기존의 훈증처리시 잔류물질에 의해 문제가 되고 있는 안전성 등을 고려하여 인체에 무해하며 잔류되지 않는 효과적인 처리기술도 아울러 개발되어야 할 것으로 판단된다.

한편 수확후 선도유지를 위해서 초기 품온관리가 중요함에 따라 차압, 감압, 냉수냉각 등 각종 예냉기술의 적용이 일반화 될 것이며, 양파 및 마늘등은 수확초기 큐어링 및 예건을 신속히 처리하기 위하여 강제풍식 예건방법이 도입됨으로 인하여 수확기계절적 특성등으로 인하여 적절한 전처리를 하지 못함에 따라 발생하는 이들 품목의 질적 양적 손실을 크게 줄이는데 기여할 것으로 판단된다. 이와같은 처리기술은 산지포장센터 및 산지 종합가공처리시설 등의 형식으로 각 품목별 적합한 처리공정이 체계적인 일관화, 자동화 및 무인화 연구가 현장을 중심으로 이루어져야 한다. 농산물의 선도 및 품질을 최대한 유지키 위해서는 1차적으로 균일한 적정온도 및 습도관리가 매우 중요한데 제어기술의 발전과 더불어 온습도의 조절가능한 편차 범위가 좁아짐에 따라 빙결점부근에서 고습을 유지할 수 있는 저장기술과, 저장고내에 부유하는 부패미생물을 제거하여 주는 clean room technology의 현장적용이 실현될 것이다. 또한 과실 채소등 농산물의 선도연장에 필수적인 저온유지를 위해 필요로 되는 에너지의 절감을 위한 지하암반저장, 빙축열냉각 등의 기술이 실용화 될 것이며 이와 더불어 방사선 조사식품의 안전성, 안정성의 평가기술이 확립되며 소비자 의 조사식품에 대한 인식이 긍정적으로 변화됨에 따라 일부 농산물의 발아억제와 부패 및 충해방지를 위한 방사선 조사기술 실용화 연구도 필요하다.

한편 수급조절을 위한 저장시 선도연장을 위해 에틸렌제거 및 항균성을 갖는 기능성 포장재를 이용한 MA저장기술과 포장내 MA환경을 조속히 평형에 도달할 수 있도록 하는 active packaging기술이 보편화되고, 환경오염 등을 고려하여 MA저장시 기존의 합성 고분자 포장재에서 환경친화적인 포장소재로의 대체를 위한 연구가 절실하다. 비축을 위한 저장시 저장고 내의 환경가스조성을 조절하여 줌으로서 선도를 유지할 수 있는 CA저장기술의 적용이 일반화되며 적용 품목도 대량생산되는 사과, 배 등은 물론 다른 품목에까지 확대될 것이다. 현재 농수축산물의 수확후 관리에 필요로 되는 hard ware의 대부분은 국산화되어 있지만 CA저장시설 및 비파괴 품질 평가장치등 일부 수입에 의존하고 있는 장치, 설비 및 기계류도 수요가 증가함에 따라 이에 대한 개발이 가속화되어 완전 국산화가 이루어져야 한다.

한편 농산물의 저장중 발생하는 생리장애에 의한 저장중 양적, 질적 손실이 크게 발생하고 있는데 이에 대한 발생원인이 규명이 필요한데, 특히 사과의 주품종인 후지의 경우 밀병 현상으로, 배의 경우 내부갈변현상으로, 마늘의 경우 녹변현상등으로 인한 저장 중 품질 저하로 생산농가 및 저장업체의 경제적 손실이 크게 발생하고 있는데 발생원인의 규명으로 생리장애 발생이 예상되는 농산물을 건전한 농산물과 선별 분리하여 저장중 손실을 줄일 수 있는 기술의 개발되어야 한다. 또한 안전성 등을 고려한 선도 유지기술로 물리적 처리방법 등을 위주로 한 hurdle technology의 현장 실용화가 예상된다. 이와 더불어 수확후 과도한 증산작용으로 인해 시들어진 과일 및 채소의 신선도를 부여할 수 있는 소생기술이 개발 적용될 것이다.

유통측면에서 보면 앞으로 생활수준의 향상 및 생활방식의 다양화 등으로 인하여 식품의 유통방식에 있어서도 일대 혁신이 일어날 것으로 예측된다. 특히 식품 소비형태의 변화에 따라 식생활 형태가 고품질화, 편의화, 외식화, 안전화, 건강식품화로 변화되어가고 식품의 소재도 주곡인 쌀, 보리의 소비가 계속 줄어들며 신선채소 및 과일 소비가 급증하고 고단백질원으로서 육류, 계란, 우유등 축산물과 수산물의 소비가 증가할 것이다.

이에 따라 품목별 관련 유통구조 및 시스템의 재조정될 것인데 유통구조자체에 있어서는 기존의 고비용, 저효율 구조에서 저비용, 고효율 구조로 변화될 것이며 이를 위해서 물류의 기계화, 자동화, 대형화, 전산화등이 가속될 것이

며 이를 통하여 유통비용이 절감 될 뿐만 아니라 수확 및 생산후 소비자에게 전달되는 시간이 단축되므로서 선도가 우수한 제품의 공급은 물론 장시간 복합한 경로를 통하여 유통시 발생하는 변질 및 품질저하로 인한 폐기물 발생을 줄일 수 있어 환경오염 등의 예방에도 크게 기여할 것이다.

농산물의 경우 수확이후 부터 소비자에게 전달되는 전 과정에 걸쳐 고품질을 유지함을 최종 목표하였던 종래의 개념이 보다 확대되어 안전성, 생리적 기능성의 확보 등이 더욱 중요한 비중을 차지하는 단계에 이르게 될 것이다. 특히, 생명공학분야의 기술발전으로 소비자의 선호에 부합되며 수확후 품질 변화가 억제되는 각종 농수축산물이 생산될 것이며 이러한 생산물의 섭취시 인체에 대한 안전성 검정 및 확보기술의 개발이 활발하게 진행되어야 할 것이다. 특히 환경오염으로 인한 농산물의 안전성 확보를 위한 수확후 처리, 평가 및 관리기술분야의 기술개발의 중요성이 더욱 크게 부각되어야 한다. 이와 더불어 농수축산물의 국제교역이 활발하여짐에 따라 수입 및 수출 농수축산물과 가공식품에 대한 안전성 확보 및 환경오염을 방지하기 위한 국제간의 정보수집, 가공 및 전파시스템 강화는 물론 이들 위해요소를 신속히 평가하고 효율적으로 관리할 수 있는 시스템이 구축이 필요하다.

한편 농수축산물 특히, 과실채소의 경우 유통중 품질저하로 인한 소비지에서의 폐기물 발생으로 인한 환경오염과 식생활의 간편화, 편의화를 추구하는 소비자의 욕구에 충족키 위해 생산지 또는 소비지근교의 특정장소에서 신선도는 생 과실 및 채소의 상태를 유지하며 사용이 편리하도록 박피, 절단, 포장 등을 처리하여 ready to cook 또는 ready to eat 형태로 가공 유통시키는 신선농수축산물의 minimal processing technology의 현장 실용화 기술 개발이 더욱 필요로 될 것이다.

가공식품의 경우도 신선농산물의 경우와 같이 선도, 안전성, 기능성에 대한 소비자의 욕구가 증가함에 따라 이를 충족시키기 위한 기술개발이 이루어져야 할 것이다. 기존 식품가공에 있어서는 가공 처리후 유통기간을 연장하기 위해 살균적정조건보다 과도한 열처리를 행하였고 이와 더불어 보존제를 처리하였지만 이러한 처리를 통하여 영양성분의 소실은 물론 첨가물 등에 의한 안전성에 대한 소비자의 우려로 인하여 유통기간은 비록 단축되더라도 소비자가 안심할 수 있는 제품을 유통시키기 위하여 제품별 특성을 고려한 전 처리, 제균,

포장, 수송등 일관된 minimal processing technology가 개발되어야 하고 이러한 제품의 유통을 위한 품목차별화 및 저온유통체계가 구축되어야 할 것이다.

아울러 가공식품의 유통중 품질 유지와 식품자체의 기능성 확보를 위해 식품의 품질상태를 소비자가 인식할 수 있도록 하는 각종 품질인식표지가 실용화되고, 불량식품으로 인한 위해 재발생을 방지키 위해 생산이후 소비단계까지의 물류의 이동추적 및 보관상태의 확인이 가능한 lot관리 시스템의 구축이 필요하다.

또한 농수축산물 및 가공식품의 유통을 위해서 필요로 되는 포장재 및 포장기술에 있어서도 큰 변화가 예상된다. 특히 포장재에 의한 환경오염과 관련하여 환경친화적인 포장재의 실용화가 이루어질 것이며 포장방법에 있어서도 포장재의 적정사용을 위한 방안 등에 대한 기술개발이 이루어질 것이다. 또한 식품의 안전성 측면에서 식품자체이외에 포장재에 의해 발생할 수 있는 위해성에 대한 연구가 활발히 진행되어 이에 대한 방안이 수립되어야 할 것이다.

이와 더불어 생산직후 부터 유통중 농수축산물 및 식품의 품질, 안전성, 기능성 등에 대한 각종 정보는 전자공학분야와 정보시스템기술분야의 발전에 의하여 소비자에게 전달되는 시스템이 새롭게 구축되어야 할 것으로 판단된다.

이와 더불어 유통시장에서도 각종 농수축산물 및 가공식품의 상품의 표준규격화가 이루어지고 각종 정보가 초고속 종합정보통신망에 의해 산지 및 공장에 신속 정확하게 전달되어 생산, 출하, 재고관리 및 가격조절은 물론 물류의 효율성 등이 고려된 전자상거래가 생활화될 것이다. 따라서 이와 같은 변화는 종래의 생산자 위주에서 생산 및 수확후 관리기술자체도 소비자 중심으로 완전히 탈바꿈됨을 의미한다.

신선 농수축산물의 경우 유통구조가 기존의 유통구조에서 벗어나 산지와 소비자의 유통단계가 단축되므로써 물류비용의 절감, 고품위 유지, 생산자 및 소비자의 경제적 부담 경감이 이루어질 것이다. 이를 위하여 생산단계에서는 정확한 수요 시장예측을 통하여 적정생산량을 유지키 위한 예측기술의 정비가 절실하다. 출하방식에 있어서도 기존의 다양한 방식이 정비되어 대부분의 농산물이 생산자조합을 통해 출하될 것이며 이에 따라 품질 및 포장이 규격화된 농산물의 유통기술의 정착화가 절실하다. 또한 출하 방식에 있어서도 도매시장 등 소비지로의 유입물량을 출하를 관장하고 있는 조합등에서 전산망과 관련조

합 상호간의 정보교환을 통하여 물류의 흐름을 정확히 판단하여 출하량 및 시기를 조절할 수 있는 시스템의 구축이 필요하다. 이와 같은 시스템 구축으로 생산지 부근에서 산지 포장 및 가공처리시설의 활성화가 이루어지고 소비지근 교에는 대형 물류센터 및 종합물류단지가 건설될 것인데 각각의 제품은 입고 및 출고, 배송에 이르기까지 자동제어 시스템에 의해 전 품목이 관리될 수 있는 기술이 뒷받침되어야 할 것이다. 또한 소비자의 수요를 창출할 수 있도록 산지에서 단순가공, 소포장하여 직영점, 가맹점 등에 물건을 직접 배송하는 직송 택배시스템의 강화를 위한 기술개발과 농수축산물의 선도 유지를 위해 각 품목별 수확후 소비자단계까지 저온으로 유통되는 콜드체인시스템이 정착시킬 수 있는 현장접목기술 개발이 절실하다.

제 3 절 포 장

I. 포장분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 연구동향

21C의 농업은 친환경적인 농업기술이 요망되고 있으며 포장기술도 기능적인 면은 물론이고 안전성과 환경적인 측면이 매우 중요시되고 있다. 포장분야의 기술개발은 재질, 강도, 경제성, 기능성, 안전성 및 환경친화성 등이 충분히 고려된 포장재의 개발이 우선적으로 이루어져야 하며 수송, 보관, 하역 등의 물적유통(물류 : Physical Distribution)을 위하여 수확후 예냉처리, 저온유통체계(Cold Chain System) 및 일관유통체계(ULS : Unit Load System)의 적용에 적합한 포장규격과 형태 및 치수가 개발되어야 한다. 또한 각종 농산물 품종에 따라 적합한 포장기법이 개발되어야 하며 유통기한 연장을 위해 적당한 투과성을 지닌 플라스틱 필름을 이용하는 MA 포장(Modified Atmosphere Packaging)에 대한 연구도 매우 중요하다.

미국을 비롯한 선진국에서는 1930년대에 이미 플라스틱 필름의 개발에 성공하여 현대적인 Super Market 형태의 유통방식이 정착되었으며 지속적이고 활발한 기초 연구, 실제 적용 연구, 실용화 연구, 상품화 과정을 거쳐 전반적인 포장기술 분야의 기술 수준이 괄목할만한 발전을 거듭하여 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있는 신선한 농산물을 제공해 주고 있다.

또한 환경친화성에 대한 소비자의 욕구를 충족시키기 위하여 1970년경부터 가식성 필름, 분해성 플라스틱 등의 개발을 위한 활발한 연구가 진행되었으며 1990년에는 이미 IoPP(미국 포장전문가 협회 : The Institute of Packaging Professionals)에서 포장의 감량화를 위한 포장설계기준을 제시하였다.

한편 수확 농산물의 예냉처리, 가공, 선별, 등급화, 포장, 저장, 수송, 보관, 판매 등 수확농산물의 유통관리에 있어서 농산물 품목별 수확후 유통관리기술 manual이 농산물 유통 및 포장에 종사하는 모든 사람들에게 Handbook으로

활용되어 신선한 농산물을 소비자에게 제공하고 있다.

2. 국내 연구동향

국내 농산물 포장의 수준은 가공식품의 경우에 비해 크게 뒤떨어져 있으며 특히 농산물의 경우 포장은 선진국에 비해 수십년 이상 기술개발 수준이 뒤떨어져 있었으나 최근에 국가적으로 수입농산물에 대한 국가 경쟁력 제고 차원에서 각종 지원사업을 펼치고 있으며 농산물 표준출하규격을 제정하여 규격출하를 적극적으로 권장하는 한편 1994년부터 농림기술개발연구사업을 활발하게 추진하여 그 성과에 힘입어 괄목할만한 발전을 거듭하고 있으나 아직도 선진국에 비해 매우 미흡한 점이 많은 실정이어서 더욱더 적극적이고 지속적인 연구개발사업이 요망된다.

농산물포장에 있어서 표준출하규격이 제정되어 수정·보완을 거듭하고 있으나 근본적으로 ULS의 적용을 위한 육로 운송체계를 비롯하여 해운 및 항공 운송체계가 제대로 정립되어 있지 않아 그 적용에 어려운 점이 많다. 또한 저온유통체계의 경우도 가공식품의 경우에는 비교적 선진국의 수준에 도달되어 있는데 비하여 농산물의 경우에는 수확, 예냉, 가공, 선별, 등급화, 포장, 저장, 수송, 보관, 판매 등에 대한 물적유통의 개념 정립마저 부족한 실정이어서 그 적용에 어려운 점이 많다.

선진국과의 기술격차를 좁히기 위해서는 지속적이고 과감한 연구개발비의 투자가 이루어져야할 뿐만 아니라 포장재의 개발, 포장재의 이용에 있어서 기초연구, 실제적용연구, 실용화연구, 상업화연구 등이 상호 유기적인 역할 속에 체계적으로 진행되어야 하며, 선진국의 연구성과를 국내 농산물에 적용시키기 위해서도 품종, 기후, 농업기반환경 등이 판이하게 다르기 때문에 그대로 적용시킬 수 없고 충분한 연구과정을 거쳐야 하는데도 불구하고 성급한 성과를 기대할 뿐만 아니라 단기간에 적은 예산으로 큰 성과를 기대하는 경향으로 인하여 많은 시행착오를 나타내고 있는 실정이다.

3. 선진국 대비 국내 기술 수준 격차

가. 포장재 재질 및 강도

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
<p><u>농산물 포장용 골판지상자</u> 표준출하규격이 제정되어 있으나 물류체계가 제대로 정립되어있지 않아 국내 농산물의 유통 및 포장에 있어서 적합성이 미흡하여 표준화사업이 제대로 수행되지 못하고 있는 실정이다.</p> <p><u>기능성 필름 및 분해성 플라스틱</u> 출하규격 자체가 없는 실정이며 농산물 유통 및 포장에의 적용을 위한 기초적 연구 단계에 있다.</p>	<p><u>농산물 포장용 골판지상자</u> 수확후 예냉처리와 저온유통체계 및 ULS의 적용에 적합하도록 적정 재질 및 강도에 관한 기준이 수십년전부터 정립되어 있다.</p> <p><u>기능성 필름 및 분해성 플라스틱</u> 각종 기능을 지닌 기능성 포장재 및 분해성 플라스틱에 관한 연구가 활발히 진행되어 수확후 농산물의 유통 및 포장에 적용되고 있다.</p> <p><u>완충포장재</u> 농산물 유통 및 포장에 적절하게 활용되고 있다.</p>	<p>기술수준 격차 : 20~30년정도</p> <p>국내에서는 재질과 강도에 대한 기준조차 제대로 정립되어 있지 않은 실정이다.</p>

나. 포장규격

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
<p>농산물 포장에 대한 인식이 매우 부족하여 1980년대에 한국디자인포장센터가 중심이 되어 농산물 유통 및 포장 실태를 파악하는 연구가 수행하였으며, 1990년대에 비로소 과일류 포장용 골판지상자를 중심으로 비교적 활발한 연구가 진행되고 있으나 기술수준은 선진국에 비해 아직 상당히 미흡한 실정이다.</p>	<p>사회간접자본의 투자가 잘되어 있을 뿐만 아니라 1930년대에 이미 플라스틱 필름의 제조에 성공하여 현대적인 Super market 형태의 유통방식이 정착되었으며 농산물의 수확후 유통관리에 있어서 ULS 및 저온유통체계가 매우 잘 적용되어 있다. 이와 같은 현대적인 물류체계를 바탕으로 포장규격의 표준화가 매우 높은 기술수준에서 정립되어 있으며, 농산물 품목별 수확후 유통관리기술 manual이 농산물 유통 및 포장에 종사하는 모든 사람들에게 Handbook으로 보편적으로 활용되고 있다.</p>	<p>기술수준격차 : 30년 정도</p>

다. 포장재의 환경친화성

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
<p><u>분해성 플라스틱</u></p> <p>분해성 플라스틱 개발을 위한 기초연구가 비교적 활발하게 진행되어 일부 분야에서는 상당한 성과를 나타내고 있으나 전반적으로 아직까지 매우 미흡한 실정이다.</p> <p><u>부산물 이용 포장재 개발</u></p> <p>최근에 이 분야에도 상당한 관심을 나타내어 기초적 연구가 진행되고있는 실정이다.</p>	<p><u>분해성 플라스틱</u></p> <p>각종 분해성 기능을 지닌 포장재를 개발하여 농산물의 유통 및 포장에 적용시험을 거쳐 실용화 및 상업화 단계에 있다.</p> <p><u>부산물 이용 포장재 개발</u></p> <p>각종 농업부산물을 이용하여 일반 포장재 및 완충재를 개발하여 농산물의 유통 및 포장에 활용함으로써 소비자들의 친환경 지향적인 경향에 부응하고 있다.</p>	<p>기술수준격차 :</p> <p><u>10~20년</u></p>

라. 기능성 포장재 개발

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
<p>1990년 경부터 세라믹, 제올라이트, 키토산 및 각종 천연항균성 소재를 활용한 포장재질에 관한 기초적 연구 및 실제적용 연구가 진행되고 있으며, 복합다당류 및 단백질을 이용하여 가식성필름의 제조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.</p>	<p><u>항균성</u></p> <p>각종 유·무기계 항균소재가 개발되어 일부 품목에 적용되고 있다.</p> <p><u>가식성</u></p> <p>1970년 경부터 복합다당류 및 단백질을 이용한 가식성필름을 개발하였으며 시험생산, 물리적 특성 측정, 적용방법 검토에 관한 연구가 활발히 진행되어 일부 품목에 적용되고 있다.</p> <p><u>선도보존성</u></p> <p>세라믹, 제올라이트, 키토산 및 각종 천연항균성 소재를 이용한 포장재가 농산물 유통 및 포장에 직접 적용되고 있다.</p>	<p>기술수준격차 : 20~30년 정도</p> <p>기능성소재에 대한 기초연구와 실제적용연구, 실용화연구, 상업화연구 등이 상호 유기적인 역할 속에 차근차근 진행되어야 한다.</p>

마. 포장기법

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
1980년대부터 CA 포장(기체 조절포장) 및 MA 포장(기체 조절포장)에 대한 활발한 연구가 진행되고 있으나 아직 기초단계의 연구에 머물러 있다.	1960년경부터 각종 기체(O ₂ , CO ₂ , N ₂ , ethylene gas, 혼연가스, 암모니아가스)의 투과성과 선택투과성에 관한 기초연구가 활발히 진행되어 CA 포장과 MA 포장용 농산물 유통 및 포장에 적용함으로써 농산물 특히 과실류 및 채소류의 선도를 효과적으로 유지시켜 신선한 농산물을 소비자에게 제공하고 있다.	기술수준격차 : 20~30년

바. 포장재의 안전성

국내 기술수준	선진국 기술수준	기술수준 격차
1990년경부터 포장재 유해물질의 식품에로의 이행(migration)에 관한 연구를 비롯하여 포장재의 안전성에 관한 연구를 활발히 진행하고 있으나 아직까지 매우 미흡한 상태이다.	1980년 경부터 포장재 유해물질의 식품에로의 이행(migration)에 관한 연구를 비롯하여 포장재의 안전성 확보를 위한 활발한 연구가 지속적으로 진행되어 소비자를 유해물질로부터 보호할 수 있는 모든 제도적인 장치를 마련하였다.	기술수준격차 : 10~20년

II. 포장분야의 연구성과 및 파급효과

1. 포장의 분야별 성과 분석

가. 볏짚을 이용한 농가형 분해성 포장용기 제조시스템 개발

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1994~1996(2년간)
과제명	볍짚을 이용한 농가형 분해성 포장용기 제조시스템 개발
주관연구기관 및 연구책임자	한국식품개발연구원(박노현)
주요활용방향	산업체이전활용
활용성과 및 기대효과	<p><산업체이전> 볏짚을 이용한 분해성 포장재, 펄프물드제품 및 관련기계장치 제조 기술을 실시할 산업체 모색중 Microwave이용 가열장치를 산업용 연속식 건조장치 개발에 활용하는 기술을 농가단위의 볏짚펄프 제조플랜트로 설치, 운영 추진</p> <p><기대효과> 국산화 100%, 환경친화성 포장재인 볏짚펄프의 소비잠재력은 매우 클 것으로 예상됨, 수출 및 수입대체 가능, 생산비 50% 절감, 생산성 30% 증가 기대</p>
산업재산권	<ol style="list-style-type: none"> 1. 폐섬유자원을 이용한 신규한 포장재의 제조방법(발명특허 제 94-2350, 1994. 2. 8 출원중) 2. 볏짚과 왕겨를 이용한 신규한 포장재의 제조방법(발명특허 제 94-29096, 1994. 11. 7 출원중)
학술논문	<ol style="list-style-type: none"> 1. 흡습억제기능을 보유한 왁스처리 볏짚 트레이 개발, 한국포장학회지 1(1), 1995 2. 혼합비율에 따른 왕겨-볍짚 성형포장재의 특성변화, 대한펄프종이학회지 27(2), 1995

나. 원예산물의 선도유지를 위한 포장방법 개발

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1995~1997(2년간)
과제명	원예산물의 선도유지를 위한 포장방법 개발
주관연구기관 및 연구책임자	서울대학교(이성구)
주요활용방향	산업체이전활용
활용성과 및 기대효과	<p><산업체이전></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 부패과를 줄이는 딸기의 dry ice처리, 포도유통상의 에틸렌 축적 및 부패과를 줄이는 Sodium bisulfite, 에틸렌흡착pack, 아황산가스훈증 pack이용기술을 실시할 산업체 모색중 2. Chitosan film의 포장재 제조 및 활용 추진 <p><기대효과></p> <p>부패과를 줄임으로써 딸기의 생산성 및 유통효율 향상, 포장재의 실용화 및 상품화 기대</p>
타연구에의 활용	이승구, "채소류 수출시 발생하는 3장해현상에 관한 연구" 1996. 8 - 1998. 4, 농촌진흥청 특정과제
학술논문 발표	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유소영 "Effect of various films on shelf life of sliced strawberry fruit" 7thInternational Symposium on Vegetable Quality, Proceedings of the 7th International Symposium on Vegetable, 1997. 8, 서울 2. MA포장내에서 에틸렌 제거와 아황산가스 처리법, 한국원예학회지, 37(2) 345-348, 1996 3. 포도의 MA저장중 에틸렌 제거와 아황산가스의 처리효과, 한국원예학회지, 37(5) 696-699, 1997 4. 최소가공 상추와 당근의 film포장재가 품질유지에 미치는 효과, 한국원예학회지, 14(2) 66-67 5. MA저장시 나타나는 양송이의 생리현상 연구, 한국원예학회지, 15(1) 197-198, 1997 6. Chitosan coating이 절단딸기의 유통기한에 미치는 영향, 한국원예학회지, 15(2) 212-213

다. 시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의 개발에 관한 연구

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1996~1999(3년간)
과제명	시설채소산물의 선도유지를 위한 저장소재의 개발에 관한 연구
주관연구기관 및 연구책임자	경상대학교(조성환)
주요활용방향	산업체기술이전
산업체기술 이전	<산업체기술이전> ○ 시설채소산물의 선도유지 기능성을 지닌 항균소재를 발굴하여 시설채소산물의 전처리 제재 및 포장소재로 응용하는 기술을 실시할 산업체 물색중

라. 볏짚을 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술개발

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1995~1998(3년간)
과제명	볏짚을 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술 개발
주관연구기관 및 연구책임자	전북대학교(강진하)
주요활용방향	산업체이전활용
활용성과 및 기대효과	<산업체이전> 볏짚을 이용한 펄프제조 및 표백기술 개발, 볏짚 펄프를 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술을 실시할 산업체 물색중 <교육 및 지도> “볏짚의 현황 및 활용” 볏짚의 산출 및 활용 현황, 볏짚으로 제조한 리파이너펄프의 특성 등 교육, 1999. 2. 11 한솔포럼 익산공장, 한솔포럼직원 및 한솔기술원 연구원 11명 참석 <기대효과> 펄프를 이용하는 각종 산업에 볏짚펄프가 활용되므로써 제조 원가를 절감할 수 있음
학술논문 발표	1. 오승원, 강진하 “볏짚펄프를 이용한 성형포장재의 물성에 관한 연구(제1보)-천연첨가제의 첨가-” 1998추계 학술발표대회, 발표논문집, 1998. 10, 전남대 2. 오승원, 강진하 “볏짚펄프를 이용한 성형포장재의 물성에 관한 연구(제2보)-합성첨가제의 첨가-” 1998추계 학술발표대회, 발표논문집, 1998. 10, 전남대 3. 강진하, 박성철, 박성중 “볏짚을 이용한 소다-안트라퀴논 펄프 및 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 제조, 펄프.종이 기술, 29(3), 1997. 9, 한국펄프.종이공학회

마. 농산물 포장규격 표준화 관련 연구

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1995~1999(4년간)
과제명	농산물 포장규격 표준화 관련 연구
주관연구기관 및 연구책임자	한국식품개발연구원(김병삼)
주요활용방향	정책자료활용
정책자료활용	<정책자료활용 1> 농림부, 농협중앙회, 주요 농산물 15종에 대한 정부 공식 파레트인 T-11형 팔레트에 적합하도록 포장표준화를 확립하였으며, 농협중앙회의 저온유통 팔레트 출하시범사업에 반영하여 활용(1999. 8 - 12) <정책자료활용 2> 유통개혁추진본부에 대해 건의 : 불류표준화 및 저온유통사업에 반영

바. 농산물의 신선도 유지용 신기능성 MA 포장기법 개발

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1995~1998(3년간)
과제명	농산물의 신선도 유지용 신기능성 MA 포장기법 개발
주관연구기관 및 연구책임자	한국식품개발연구원(김동만)
주요활용방향	산업체이전활용
활용성과 및 기대효과	<산업체이전> 농산물 단기출하 및 장기저장시 신선도 유지를 위한 기능성 MA포장재 생산기술을 실시할 산업체 물색중 <교육 및 지도활용> 농민지도자 교육실시 농산물의 상품성제고를 위한 포장기술 중요성 및 개발기술의효과 인식 기대, 총 680명 참석, 총 7회 실시 <기대효과> 사과,배,감귤,복숭아,참외 등 과일의 선도유지기간 연장
학술논문 발표	<학술논문 발표 1> 김동만 등 4인 "복숭아의 상온유통 중 신선도 연장을 위한 포장" 한국식품과학회 30주년 기념 학술발표회, 창립 30주년 학술발표논문초록집, 1998. 11. 6, 이화여대 <학술논문 발표 2> 김동만 등 4인 "상온유통 참외의 신선도 연장을 위한 포장" 한국식품과학회 30주년 기념 학술발표회, 창립 30주년 학술발표논문초록집, 1998. 11. 6, 이화여대 <학술논문 발표 3> 박형우 "농산물 포장과 신기술 동향" 한국식품영양학회, 추계학술발표회, 한국식품영양학회 추계학술발표회 초록집, 1998. 9. 26, 한국식품개발연구원

구 분	내용 및 성과 분석
신문잡지 및 방송보도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농민신문 "감귤 신선도 연장 포장 기술 개발", 1999. 2. 1 ○ 식품음료신문 "제주산 감귤 신선도 획기적 연장, 새 MA포장 기술 개발", 1999. 2. 1 ○ 한국농어민신문 "감귤선도 유지 포장필름" 1999. 2. 1 ○ 매일경제 "감귤저장기술개발-한국식품개발연구원", 1999. 2. 2 ○ 원예산업신문 "신선도 유지용 MA포장 기법개발", 1999. 2. 3 ○ 농산원예신문 "감귤 신선도 유지 저장 기술 개발", 1999. 2. 3 ○ 농수축산신문 "감귤 신선도 연장 신포장기술개발", 1999. 2. 4 ○ 국민일보 "농산물 신선도 유지 신기능성 포장기술" 1999. 2. 5 ○ 농민신문 "감귤 신선도 포장 가을부터 농가보급", 1999. 2. 8 ○ 축산경제신문 "감귤포장저장기술 식품개발연구원 개발" 1999. 2. 8 KBS TV "감귤저장 방법 효율개선, 특수 포장 필름 개발" 개발 필름을 이용한 감귤 제주도 현지 실증실험 결과, 1999. 2. 2 MBC TV "감귤 신선도 연장 신포장기술 개발" 개발 필름을 이용한 감귤 제주도 현지 실증실험결과, 1999. 1. 30

사. 식품산업 부산물을 이용한 가식성 필름의 제조기술개발 및 산업화에 대한 연구

구 분	내용 및 성과 분석
사업기간	1996~1998(2년간)
과제명	식품산업 부산물을 이용한 가식성 필름의 제조기술개발 및 산업화에 대한 연구
주관연구기관 및 연구책임자	고려대학교(이철)
주요활용방향	산업체이전활용
활용성과 및 기대효과	<p><산업체이전> 대두박, 두부비지, 주박 및 유청분말 등의 부산물을 이용하여 필름형 성용 유용 고분자인 단백질을 추출하고 이를 통해 가식성 필름을 제조하는 기술을 실시할 산업체 물색중</p> <p><기대효과> 식품산업부산물을 이용하여 가식성 필름을 제조하고 이를 산업화할 경우 식품산업폐기물의 감소, 물리적 방법을 이용한 식품저장기술 증대, 환경친화적 식품포장 증대, 인스턴트 식품의 간편성 증대, 기술선점으로 인한 로열티 수입 등이 예상됨</p>
산업재산권	<p><특허출원> 두부비지 또는 유청을 이용한 가식분해성 필름 및 이의 제조방법(발명특허 한국 99-11540, 1999. 4. 2 출원중, 출원자 : 이철, 박장우, 조승용(출원중))</p>

구 분	내용 및 성과 분석
학술논문 발표	<p><학술논문 발표></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 조승용,박장우,이철 "유청분말을 이용한 가식성 필름의 제조" 한국식품과학회, 식품과학과 산업, 30(4), 1997. 10, 서울 2. 장호식,조승용,이철 "주박 단백질 필름의 물성에 미치는 필름형성 용액의 pH 및 가교제의 영향" 한국식품과학회, 식품과학과 산업, 30(4), 1997. 10, 서울 3. 조선행,박현진 "두부비지와 유청 분리단백질의 산소투과도 측정" 한국식품과학회, 식품과학과 산업, 30(4), 1997. 10, 서울 4. 조승용,이철 "대두단백질 필름의 제조 및 수분의 영향" 한국식품과학회, 식품과학과 산업31(2), 1998. 5, 부산 5. 장호식,이철 "소수성 물질의 첨가가 유청분말 단백질 필름에 미치는 영향" 한국식품과학회, 식품과학과 산업 31(2), 1998. 5, 부산 6. 이석원, 이철 "분리대두단백질 필름의 물성에 미치는 가교제 및 염첨가의 영향" 한국식품과학회, 식품과학과 산업 31(2), 1998. 5, 부산 7. 조승용,박장우,이철 "주박 단백질 농축물로부터 가식성 필름의 제조" 한국식품과학회지, 30(5), 1998. 10, 8. 조승용,박장우,이철 "유청분말을 이용한 생고분자 필름의 제조" 한국식품과학회지, 30(6), 1998. 12

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

가. 연구환경적 측면

농림기술개발사업에 의해 수행된 포장분야의 과제에 대한 성과를 파악하기 위하여 현재까지 개발이 완료된 7개 과제(벼짚을 이용한 농가형 분해성 포장용기 제조시스템 개발, 원예산물의 선도유지를 위한 포장방법 개발, 벼짚을 이용한 성형포장재 및 한지제조기술 개발, 농산물의 신선도 유지용 신기능성 MA 포장기법 개발, 농산물 포장규격 표준화 관련 연구, 식품산업 부산물을 이용한 가식성 필름의 제조기술 개발 및 산업화에 대한 연구, 시설채소산물의 선도유지를 위한 저장 소재의 개발에 관한 연구)의 연구성과가 포장분야의 연구 환경에 미친 파급효과를 분석하여 보면 신문잡지보도, 방송보도 및 생산농가 교육을 통하여 생산농가와 일반 국민들의 포장의 중요성에 대한 인식제고에 크나큰 영향을 미쳤다.

또한 농림기술개발사업의 성과로 얻어진 기술특허권을 산업체에 이전하여

활용하고 나아가서 정책 건의를 통해 농림부를 비롯한 정부 정책의 활용자료로서 기여한 바 매우 크다고 볼 수 있다.

앞으로 보다 더 적극적이고 지속적인 농림기술개발사업을 계속하여 펼쳐나간다면 농업기반조성과 농업기술발전을 통한 농산물의 국제적인 국가경쟁력 향상에 크게 기여할 것으로 생각된다.

최근에 들어와서 농림기술개발사업의 파급효과로 인하여 농산물의 저장, 포장, 유통분야에 대한 국가적인 관심과 중요성에 대한 인식이 크게 제고되었으며 농산물의 선도유지 및 고부가가치화를 창출하기 위한 연구분위기 정착에 지대한 영향을 미쳤다.

또한 농림 부산물을 이용한 각종 환경친화적인 제품의 생산 및 포장재의 개발로 인하여 농산물 포장에 있어서 환경에 대한 국민적 인식제고에 기여한바 크다고 할 수 있다.

농산물포장 표준화작업, 선도유지를 위한 소재개발 및 기술의 개발 등을 통하여 WTO체제하에서의 농업 경쟁력 향상과 21C 환경농업경영을 이룩할 수 있는 기반이 미약하나마 조성되고 있어서 매우 고무적인 일로 볼 수 있으며 앞으로 보다 더 적극적이고 지속적인 농림기술개발사업의 수행을 위한 국가적 지원이 요망된다.

나. 학문적 측면

선진국에서는 기능성 포장재의 개발과 이용을 통하여 농산물의 부가가치를 높이고 WTO체제하에서 학문적 연구결과를 토대로 하여 실제 적용연구, 실용화연구, 상품화 과정을 거쳐 전반적인 농산물 포장기술 분야의 학문적인 수준과 기술적인 수준의 향상에 크게 이바지하고 있다.

선진국에서는 1930년대에 이미 플라스틱 필름의 제조에 성공하여 현대적인 Super market 형태의 유통방식이 정착되었으며 농산물의 수확후 유통관리에 있어서 ULS 및 저온유통체계가 매우 잘 적용되어 있다. 이와 같은 현대적인 물류체계를 바탕으로 포장규격의 표준화가 매우 높은 기술수준에서 정립되어 있으며, 농산물 품목별 수확후 유통관리기술 manual이 농산물 유통 및 포장에 종사하는 모든 사람들에게 Handbook으로서 보편적으로 활용되고 있는 실정이다.

국내의 경우에는 유통 및 포장분야의 대부분의 기술이 20~30년 정도 선진국에 비하여 낙후되어 있었으나 농림기술개발사업을 수행함으로써 각 대학과 연구기관에서 유통 및 포장에 대한 활발한 연구가 진행될 수 있도록 연구분위기 활성화에 크게 기여하였으며 선진국의 연구동향 파악과 국내 농산물의 저장, 포장, 유통에 관련된 학술활동이 한국식품유통학회, 한국농산물저장유통학회, 한국포장학회를 중심으로 활발하게 조성되는데 크게 기여하였다고 평가할 수 있다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

농림기술개발사업이 포장분야에 있어서 국가 경제적으로 미치는 파급효과를 분석하여 보면 다음과 같다.

- 가. 유통관리기술의 정립에 따른 농산물 손모율 감소로 인한 농가소득증대
- 나. 포장표준화를 통한 농산물 물류비용의 절감으로 인한 농가소득증대
- 다. WTO체제하의 농산물 국가 경쟁력 강화
- 라. 농산물 수확 후 유통관리기술의 축적

Ⅲ. 향후 연구 방향 및 과제

선진국의 경우에는 이미 수십년전에 과일류, 채소류, 버섯류 등의 신선 농산물을 비롯한 각종 수확 농산물의 예냉처리, 가공, 선별, 등급화, 포장, 저장, 수송, 판매 등 유통 및 포장에 관련된 기술을 체계적이고 합리적으로 정립하였다.

저온유통 및 ULS의 일괄적인 적용을 위한 농산물 품목별 수확후 유통관리 기술 manual이 농산물 유통 및 포장 분야의 모든 종사자에게 Handbook으로서 보편적으로 활용되어 신선한 농산물을 소비자에게 제공하고 있는 실정이다.

국내에서는 수확 농산물의 유통 및 포장에 많은 문제점을 지니고 있어 앞으로 선진국과의 기술 수준격차를 좁히기 위해서는 지속적이고 과감한 연구개발

비의 투자가 있어야 할 것이며 각 분야별로 다음과 같은 연구방향과 과제수행이 요망된다.

가. 포장재질 및 강도 분야

- 각 품목별 농산물 포장용 골판지상자의 재질 및 강도에 대한 기준 정립
- 수출용 농산물 포장용 골판지상자의 재질 및 강도에 대한 기준 정립
- 완충 포장재의 개발 및 적용
- 발수 코팅제의 개발 및 적용
- 내수제의 개발 및 적용

나. 포장규격

- 농산물 운송체계와 농산물 포장상자의 정합성
- 농산물 저온유통체계와 농산물 포장상자의 정합성
- 농산물 일관유통체계와 농산물 포장상자의 정합성
- 저온유통체계 및 ULS의 적용에 적합한 농산물 표준출하규격 정립
- 농산물 품목별 수확후 유통관리기술 manual 개발 및 보급

다. 포장재의 환경친화성

- 환경친화적인 분해성 플라스틱의 개발 및 적용
- 농업 부산물 이용 포장재 및 완충재의 개발 및 적용
- 기타 환경친화성 포장재의 개발 및 적용

라. 기능성 포장재 개발

- 각종 유·무기계 천연항균소재 개발 및 적용
- 항균성 포장재의 개발 및 적용
- 가식성 필름을 비롯한 각종 포장재의 개발 및 적용
- 선도보존용 포장재의 개발 및 적용
- 기타 기능성 포장재의 개발

마. 포장기법

- 농산물 품목별 CA 포장기법의 개발 및 적용
- 농산물 품목별 MA 포장기법의 개발 및 적용
- 기타 포장기법의 개발 및 적용

바. 포장재의 안전성

- 농산물 포장재의 안전성 검증
- 포장재 유해물질의 식품 이행(migration) 메카니즘
- 기타 포장재의 안전성에 관한 연구

여 백

제 7 장 임 업

제1절 생산임업

변우혁(고려대학교)

제2절 임산가공

이화영(충남대학교)

제3절 임산활용 · 생태

김지홍(강원대학교)

여 백

제 1 절 생산임업

생산임업분야의 연구대상은 생산의 기초가 되는 임지와 지상부의 임목과 산림을 구성하는 요소들에 대한 연구, 이들로부터 생산성을 높여 소득에 기여하는 여러 활동 및 총체적인 산림의 효용가치를 높일 수 있는 연구 등 매우 다양하다. 농림기술관리센터의 생산임업의 세분류에는 육종·양묘와 산림자원조성, 관리 및 임업기계화, 임산자원의 소재개발 및 기타의 5가지로 나뉘어 있으며, 수행된 연구과제의 상당부분이 종합적 내용을 가지고 있어 세분류가 용이치 않으나 앞의 분류에 따르기로 한다. 기타 분야는 앞의 카테고리에 포함되지 않는 밤, 대추 등의 임산물 가공과 산촌개발과 같은 내용이 포함된다.

최근의 연구경향은 미이용 임산자원의 활용을 통하여 새로운 생산분야를 개척하거나 신물질을 개발하여 고부가가치를 창출하고, 인력과 경비를 절감시키는 기계화 분야를 대상으로 많은 연구가 이루어지고 있다.

생산임업의 연구개발 목표는 상당수의 연구가 기초에서 응용분야에 이르기까지 몇 단계에 걸친 경우가 있고 개발 목표가 몇 가지 중복되는 경우가 많아서 상당히 복잡하지만 대체로 다음의 네 카테고리로 구분될 수 있다. 첫째, 토지 생산을 높이는 것으로서 단위면적당 생산성 향상을 위한 수종 선택이나 작목개발, 시업방법 및 경영기법을 도입하는 것이며, 둘째, 인력과 경비를 절감하여 경영효율성을 높이고 산지인력난에도 기여하는 기계화 연구 분야, 셋째, 아직까지 산업화되지 않은 미이용 임산자원을 활용하여 새로운 생산분야를 개척하거나 신소재를 개발하여 부가가치를 높이는 연구, 넷째, 산림자원의 활용도를 물적인 측면뿐 아니라 휴양·환경 등의 공익기능을 제고하고 산림노무자 및 산촌문제의 해결 등 산림의 총체적 기능을 제고하는 목적이다.

I. 생산임업분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 생산임업에 관한 연구 동향

임업선진국인 독일이나 오스트리아, 스웨덴에서는 이미 200여년 전에 산림조

성을 시작하여 임업기반을 오래전에 완수하여 산업으로서의 임업이 모든 분야에서 이루어지고 있다. 이에 반하여 우리나라에서는 지난 30여년 전부터 황폐지를 조림을 하기 시작하여 육림을 하는 단계에 있어 산림자원의 조성과 기반시설이 구비되지 않고 임업이 산업으로 정착되지 않은 실정이다. 구미 임업선진국의 연구동향은 이미 이룩해 놓은 기반시설과 생산 기술의 바탕위에서 능률과 정밀도를 높이는 방향으로 진행되고 있어 산업화 초기 단계인 국내 임업과는 비교가 마땅치 않으므로 여기서는 주로 우리나라와 임업여건, 임산물의 종류 및 문화가 유사한 일본을 중심으로 일본산림총합연구소의 연구개발 동향을 살펴보고자 한다.

가. 육종·양묘분야

임목과 버섯의 생물기능 해명에 의한 신이용기술개발 및 산림유전자원의 보전과 이용의 고도화를 위해 기초적이고 선도적인 연구를 행하고 있다. 임목개체 및 집단의 유전적 관계를 해명하고 산림을 유전적으로 관리하는 기술을 개발하기 위한 기초적 연구와 임목고유의 생리기능과 관련유전자의 발현기구, 세포의 조직배양과 증식, 형질전환체의 창출 등의 연구와 기술개발을 추진하고 있다.

나. 산림자원조성과 관리

산림의 다양한 생산목표에 부합되도록 복층림, 활엽수림 등 다양한 산림육성을 위한 기술과 조림으로부터 수확까지의 각종의 산림작업을 효율적으로 실시하기 위한 연구 및 각종의 공익기능을 유지하면서 보다 생산성이 높은 산림을 저비용으로 육성하기 위한 육림기술에 관한 연구를 진행하고 있다. 산림의 생태학적 성과를 기초로 하여 갱신과 보육에 관한 개별 기술 이론의 향상과 함께 산림의 생태적 구조와 조화하는 육림기술 체계의 정립을 목표로 하고 있다.

다. 임업기계화

생산기반의 정비와 작업의 안전, 저비용과 관련된 시스템계획에 관한 연구, 노동과학 연구, 임도 연구를 진행하고 있다. 주로 목재 생산의 생산성 향상을 목표로 하여 주어진 작업조건하에서 최적의 벌출 작업시스템 만들기에 중점을

두고 있다. 기계분야 연구로는 조립기계, 별출기계, 자동 제어 등으로 나누어서 연구가 추진되고 있으며, 전국각지에 보급되어 있는 각종 임업기계, 기구류의 개량과 장래가 기대되는 고성능 기계의 개발에 관한 연구를 하고 있다.

라. 임산자원 소재개발

재생가능한 자원인 목재의 우수한 기능을 화학적 방법으로 활용하여 유용한 성분을 이용하는 연구와 미생물과 효소를 활용하는 바이오 테크놀로지에 관한 연구 및 목재, 잎, 수피 등에 포함되어 있는 추출 성분의 화학구조와 생리 활성의 인과관계를 해명하여 이용·개발하는 연구 등이 있다. 화학적, 생화학적 수법에 의한 수목과 목재 부후균의 생물기능을 이용한 기술 및 세계적으로 분류, 생리, 생태에 관한 미해명의 버섯에 대한 생태, 육종 등을 통하여 생산기술을 개발하고 있다.

2. 국내의 연구동향

가. 육종 및 양묘 기술개발

침엽수류의 무성증식 기술을 통하여 최첨단 기술인 복제기술을 개발하고 있다. 즉, 체세포배를 이용하여 인공종자를 만들어 대량 복제하는 것으로서 이 기술이 완성되면 솔잎혹파리 내충성소나무와 같은 묘목을 대량 생산할 수 있을 것이다. 유실수류에 대한 신품종 육성과 그 외 산림에서 얻을 수 있는 목재 이외의 소득원을 개발하여 농산촌 주민의 단기소득에 기여하는 연구들을 수행하고 있다.

양묘사업의 표준화와 생력화를 위하여 종자 품질 조사와 시업기준 및 제초매트를 이용한 제초작업의 생력화에 대한 연구가 진행되고 있다. 양묘관련 연구는 조림수종이 과거 21대 수종에서 78개 수종으로 확대됨에 따라서 양묘사업 기준과 이에 따른 묘목 규격의 제정이 필요하여 황병나무, 층층나무 등 여러 수종에 걸쳐서 연구가 진행되고 있다.

나. 산림조성과 관리

갱신사업에 있어서 개별후 인공조림에 의한 수종갱신보다는 천연갱신 또는 소면적 조림이나 복층림 및 혼효림 조성 등에 관한 연구를 수행하고 있다. 소나무와 자작나무의 천연갱신연구과 전나무의 천연 치수발생 및 성장조건을 규명하고 성장 및 입지환경 변화를 모니터링하고 있다. 혼효림 조성은 혼효식재와 혼효 임분의 사례조사를 실시하고 적정조합수종, 조합비, 임목성장 및 임지 개선효과 등을 규명하고 있다. 육림에 관한 연구로는 참나무류의 맹아 갱신체계와 맹아림의 유형에 따른 시업체계를 정립하고 간벌사업에 있어서는 주요 조림 수종에 대한 적정간벌 방법 및 간벌량, 간벌시기, 횃수 등에 대한 연구와 효과를 검정하고 있다.

산림자원 관리에 관한 연구는 임업의 산업화에 초점을 맞춰 임업경제 구조 및 제도 개선 산림자원의 체계적 관리, 임업경영의 합리화, 해외 임업협력 등의 연구가 수행되고 있다. 국산재의 수익성 제고와 경쟁력을 강화하고자 국산재 생산실태를 파악하고 생산비용절감 방안 및 제도적 개선연구가 행해지고 있다. 산림재해 발생에 따른 손실 보상을 위해서 주요 수종의 표준 금액표 작성체계의 정립과 산림보험요율을 적정선을 검토하고 있다. 폐목재의 발생실태 및 재활용 촉진 방안 연구는 폐목재의 재활용에 대한 제도 확립과 경제적 인센티브를 제시하여 폐목재의 산업적 활용도를 증가시키고자 하고 있다. 산림자원 조사를 효과적으로 수행하기 위하여 원격 탐사용용기법 개발과 항공사진 판독의 기준이 되는 항공 사진 입체표본을 제작하고 있다. 지속가능한 산림경영전략의 수립을 위하여 지속가능한 산림경영, 현지 이행 방안, 산림경영 증명제 이용동향 분석과 함께 지속가능한 산림경영의 현지 적용모델 개발을 연구하고 있다. 산촌에 관한 연구로는 산촌 유형구분과 유형별 특성을 분석하고 있으며, 산림휴양에 관한 연구로는 자연환경교육시범지구 조성모델 및 적정수용력 추정모델을 개발하고 있다.

다. 임업기계화

임업기계화 연구분야는 개발에 막대한 자금이 소요되어 농림기술개발사업의 연구비 지원 이외에는 연구가 거의 전무한 상태로서 연구활동이 매우 저조하다. 농림기술개발사업에서 지원한 한국형 임업기계 장비 개발을 통하여 우리

지형에 적합한 4륜 구동트럭에 탑재된 타워야드 및 농용운반차의 탈부착이 가능한 소형리모콘 윈치를 개발하였다. 다목적 집재차용 타워야드는 임도변 상하향 200m까지 집재가 가능하며 작업능률을 향상시킬 것으로 예상된다. 밤 수집기 기계화 개발을 통하여 밤수집에 소요되는 인력의 70%를 절감시키는 결과를 가져왔다.

라. 임산자원 소재개발

산림자원으로부터 건강기능성 물질과 약성물질의 탐색과 이용기술을 개발하거나 미이용 자원을 상업적으로 이용하는 연구분야로서 최근 연구가 활성화되고 있는 분야이다.

목재를 액화하여 새로운 기능을 부여하는 액화목재의 기능소재 개발 연구와 목질계 기름흡착제 제조 기술 및 목재칩을 이용한 유기폐기물 기술처리 등이 연구되고 있으며 임산자원으로부터 항균성 물질을 분석하여 식품보존제로의 개발, 수목의 지역으로부터 삼림육 방향성분인 정유를 채취하여 생물의학적 효능을 검정하고 목초액의 생산과 제조기술을 수행하여 정제법과 품질기준을 정립하는 연구 등이 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구수준 비교

가. 기술 및 연구수준 비교를 위한 기준

선진국 대비 국내 연구 수준을 비교하기 위해서는 1차적으로 현재 현장에서 활용되고 있는 각종기술 수준이 검토되어야 한다. 연구수준을 비교하기 위한 객관적인 기준을 정하기 어렵기 때문에 기술개발 단계를 다음과 같이 정의하고자 한다.

- 1) 단순 기술 단계 : 외국기술의 모방 또는 국산화 추진단계.
- 2) 시스템 자동화 단계 : 모방단계를 지나 개발을 위한 기초자료와 기술이 확보되고 시스템 자동화 기술이 접목된 단계.
- 3) 선진국 수준 기술개발 단계 : 이론을 바탕으로 한 개발기술이 확립되고, 능률이나 정밀도 측면에서 선진 기술과 대등한 수준에 도달한 단계.

연구수준은 연구내용의 학술적인 측면과 실용화 기술개발을 위한 기여도 측면에서 평가되어야 할 것으로 생각되므로 양자를 고려하여 다음과 같이 평가 기준을 정하고자 한다,

- 4) 단순모방연구 : 외국에서 개발된 제품이나 방법을 국산화하기 위한 수준의 연구
- 5) 원리응용연구 : 외국에서 개발된 방법을 응용하여 우리나라 실정에 알맞은 생산체계를 수립하기 위한 기초연구를 포함하는 수준의 연구
- 6) 선진국 수준연구 : 이론을 바탕으로 한 독창적인 아이디어가 가미되고, 학술적으로나 실용적인 측면에서 값어치가 인정되는 수준의 연구

생산임업과 관련된 산업기술 및 연구수준은 앞서 지적한 바와 같이 우리나라의 임업역사가 일천하여 기반조성 단계에 있기 때문에 거의 모든 분야의 기술 수준과 연구수준이 외국기술을 모방하거나 국산화를 위한 추진단계에 머물고 있다. 특히 양묘나 산림자원조성과 같은 필드에서 작업이 이루어지는 1차산업 분야는 단순 기술 형태를 보이고 있으며, 공장이나 실험실과 같이 비교적 집약적인 시설과 공정이 요구되는 공산업 형태를 가진 임산가공이나 신물질 개발과 같은 분야는 시스템자동화 단계에 도달한 분야도 있다.

<표 7-1>은 생산임업 분야의 산업기술과 연구수준을 나타낸 것으로서 ○표시가 중복으로 기록된 것은 같은 분야내에서도 기술 수준의 차이가 있음을 보이는 것이다. 연구수준은 대부분의 영역에서 이론적인 수준은 원리응용 단계에 도달한 것으로 생각되지만 지금까지의 연구결과가 현장에 직접 활용된 사례가 너무나 빈약하기 때문에 2차산업 분야에 해당되는 곳에만 원리응용 연구 수준으로 평가하였다.

<표 7-1> 생산임업관련 산업기술 및 연구수준

대상분야 및 기술		산업기술수준			연구수준		
		단순기술단계	시스템자동화단계	선진국수준	단순모방연구	원리응용연구	선진국수준연구
육종·양묘	육종	○	○		○	○	
	양묘	○			○		
산림자원 조성·관리	산림자원조성	○			○		
	산림자원관리	○			○		
기계화		○			○		
임산자원 소재개발		○	○		○	○	

II. 생산임업의 연구성과 및 파급효과

1. 생산임업의 분야별 성과분석

농림기술관리센터에서 분류한 생산임업 연구분야는 육종 및 양묘사업시설, 산림자원조성 및 관리, 임업기계화기술, 임산자원소재개발 및 기타의 5가지로 구분되어 있다. 이들 분야를 근거로 그 동안 수행된 연구과제를 세부 분야별로 구분하여 분석하였다.

가. 생산임업분야 연구비 투자개황

1994년부터 1999년까지 5년 동안 수행된 총 연구건수는 17건이며 총 연구투자 금액은 2,643백만원이다. 이는 총 연구수행건수(1,604건)의 1.0%이며, 총 연구투자 금액(1,967억원)의 1.3% 정도이다. 중분류내의 34개 연구분야를 고려할 때 연구수행건수 및 연구투자비가 상대적으로 미약함을 알 수 있다. 연구수행에 참여한 총 인원은 268명, 총 연구년수는 6년으로 연구참여인원 1인당 연간 176만원 정도가 연구비로 투자된 셈이다. 이는 일반회사에서 연구원 1인당

연간 투자하는 비용(평균 3,000만원)에 비하면 약 5%에 불과하다. 연구투자대상 임산물은 두릅, 은행나무, 인삼, 야생차, 야생화, 폐목재, 밤, 칩, 도토리, 대추, 등으로 산림의 주생산물인 목재자원이 아니고 부산물 성격이 강한 임산물이 거의 대부분을 차지하고 있다. 이것은 우리나라의 임업이 아직 목재생산을 통한 수익을 볼 수 있는 단계가 아님을 반영한 것이며, 부산물이나 단기 임산물에서 소득을 올리고 미이용자원을 활용하여 수익을 보려는 시도로 파악된다.

<표 7-2> 생산임업분야 연구 투자 개황(1999년 12월 30일 현재)

연구분야	연구건수	연구비(천원)	연구참여인원	총연구기간	대상 임산물
양묘, 육종	2	351,500	35	6년	두릅, 은행나무
산림자원 조성, 관리	3	338,000	33	9년	인삼, 야생차
임업 기계	4	641,612	82	9년	밤, 칩, sawrip
임산자원 소재개발	4	611,543	50	11년	폐목재, 야생화, 목탄, 목초액
기타 (가공 등)	4	700,000	68	11년	도토리, 밤, 대추
계	17	2,642,655	268	56년	

나. 육종·양묘 분야 연구성과

육종·양묘 분야에는 두릅순과 은행나무의 2과제가 수행되었다. 두릅순 우량 유전자원의 육종과 생산기술개발연구에서는 두릅순 건국1호를 육종하였고, 근삼시기와 두릅순의 저장과 해동에 관하여 실용적이고 효율적인 방법을 개발하여 농업기술센터와 임업연구원 육종부, 재배농가에 보급하였다.

은행나무자원의 효율적 생산과 이용연구에서는 개체별 추출물 함량 변이폭이 어린나무의 경우 2-3배 이상 높음을 발견하였고, 녹지삼목법이 대량 증식을 위한 효율적인 방법이며 은행나무 목재의 다양한 용도를 제안하였다.

다. 산림자원조성 및 관리분야의 연구성과

인삼임간 청정재배 경영모델 개발연구는 산림에서 훼손이나 나무자람에 지장을 주지 않으면서 임내의 공지를 이용한 인삼재배법을 개발하는 것으로서 인삼재배는 통기성과 배수성이 좋은 사양토 또는 양토로서 활엽수 또는 혼효

림이 재배적지로 판단되었으며 파종시기는 춘파를 하면 발아율이 현저하게 낮아지고 묘삽의 체형도 불량해 지므로 추파(10월 중순에서 11월 중순)가 좋다. 이식시기는 봄(3월 하순 4월 상순), 가을(10월 중순에서 11월 중순) 두 차례 가능하고 식재본수는 평방m 당 6행 × 10열인 60본이 가장 적당하다. 산지인삼의 적정판매 예상연도는 10-15년이며 적정판매가격 추정식은 $Y=3.2792X-21.863$ ($R^2=0.9026$)으로 추정된다. 본 연구 성과를 오지국유림에 집단 재배지를 조성하면 규모의 경제가 실현될 것이라고 전망했다.

환경생태적 기준에 근거한 다목적 국유산림자원 관리체계의 개발에 관한 연구에서는 생태적·공학적 산림관리 지침을 제시하여 국유림 관리 및 도시유역 산림관리에 응용될 수 있도록 하였으며, 선형계획모델은 방대한 산림자원조사 결과를 토대로 산림의 입지적 특성 및 생산성을 고려하여 산림의 환경적 기능과 사회적 기능에 대한 평가를 수행할 수 있으므로 지속가능한 산림관리 계획 수립에 활용될 수 있는 모델이다.

야생차 임간 재배법개발 연구는 녹차의 소비 증가 추세에 수반하여 임간자생지를 확대·조성하는 연구로서 직파에 의한 새로운 임간조성기술을 개발하였다. 종자의 발아율과 파종적기, 묘간거리를 규명하였다. 야생차를 임간에 신규조성하는 방법으로는 상층목 50%를 제거하여 상층밀도를 조절하는 경우가 가장 양호한 것으로 나타났다.

라. 임업 기계화 분야의 연구성과

한국형 임업기계·장비개발 연구에서는 차량형 집재장비와 리모콘 소형 원치를 국산화하였다. 4륜구동 다목적 집재작업차에는 3드럼식 타워야드와 도져블레이드 및 크레인을 장착하였고, 소형 리모콘 원치개발에는 썰매형 2드럼원치와 농용운반차 탑재형 2드럼원치 및 휴대형 소형원치를 국산화함으로써 집·운재 장비의 전체개발 기술력을 확보하여 산림작업시스템의 전환으로 생산성을 향상시킬 수 있도록 하였다.

밤수집기 개발 연구에서는 연간 1억2천만 달러의 외화를 획득하고 있는 중요 임산물인 밤의 수집을 차량에 탑재할 수 있는 흡입구가 1개(1호기) 또는 흡입구 2개(2호기)가 달린 밤 수집기를 개발하여 인력작업에 비하여 3배 정도의 작업능률을 올릴 수 있도록 하여 인력작업(312원/Kg)에 비해서 219원/Kg으로

서 약 70%의 수집비용을 절감할 수 있었다.

사유림 간벌재 생산기계화 기술개발에 관한 연구의 성과로는, 기계화 간벌사업을 위해서는 작업팀이 6인 이하가 적절하고 작업팀별로 확보할 장비를 제시하였으며, 기계화 작업단의 육성을 위한 정보로서는 연간 지속적으로 간벌사업에 투입할 물량이 일일 500m³이상의 물량이 확보되어야 한다.

최고살제 약제제형개량 및 처리기구 개발에 관한 연구는 최제거의 인력과 경비를 절감하고 고살효과를 증진시키며 다른 식물에 약해를 최소화 목적으로 수행되었으며 개발된 9605-12, 9605-13의 두 가지 제형을 보급·사용하고자 하며, 처리기구는 개발된 약제 주입기와 약제 도포기를 최의 크기와 처리시기, 처리약제에 따라서 선택사용함으로써 고살효과 및 작업효과를 높이고 약해를 최소화하며 인력과 경비를 절감시키는 효과를 나타냈다.

마. 임산자원소재 개발분야의 연구성과

폐목재의 발생실태 및 재활용 촉진방안에 관한 연구에서는 우리나라 폐목재의 총 발생량을 약 1천1백만m³, 재활용율은 43%로 추정하였다. 폐목재 발생량 추정 통계장비로 국가 목재수급 계획과 목재산업의 원자재 시장정보를 제공하여 재활용 촉진 관련 법규 정비 및 제도 개선방안을 제시하였으며 폐목재 재생공사 설립의 타당성을 검토하였다.

소경목, 불량목 등 목질계 폐자원을 이용하여 가공된 목탄, 목초액의 농수축 산업에서의 실용화 및 산업화 연구에서는 목탄, 목초액의 유용성을 확인하였고, 실용화 연구를 통하여 토양개량, 성장촉진, 수확량 등에 효과가 있음을 검정하였다. 목탄, 목초액의 산업화를 위하여 공장의 생산설비와 운영에 대한 타당성을 공장의 규모별로 구분하여 제시함으로써 실제로 공장을 설립해서 운영하려는 사람들에게 가이드 라인을 제시하였다.

산지불용 임목의 조경수 이용기술 개발연구에서는 타용도로 전용되고 있는 산림에서 수목을 굴취, 이식하는 기술을 개발하였다. 수종별 분뜨기 방법으로는 천근성은 접시형, 중근성은 보통분, 심근성은 팽이형이 적합하고, 대목이식 시험에서는 이식시기별로 활착율을 조사하였으며, 참나무류의 뿌리분을 뜨지 않고 이식한 결과 70%의 활착율을 나타내었다. 연구성과의 활용으로서는 대경목(근원경 35-60cm)의 표준품셈 작성에 따라 이들 결과를 현지에서 활용할 수

있도록 관계업체와 협의를 하였으며, 폐기수목 조경수 활용은 연간 3,000여억 원의 농가소득을 보는 것으로 추정된다.

야생화 캔재배에 의한 상품화 기술개발 연구는 캔 재배용 야생화를 선발하여 대량생산과 상품성을 실용화하여 생산농가의 소득원으로 활용할 목적으로 수행되었다. 캔용 최적 야생화는 월개미취, 털떡위, 기린초, 술패랭이, 한라구절초, 은방울꽃, 매발톱꽃 등이며, 캔 개발에 최적 크기의 포트는 직경 7.3cm, 높이가 8.3cm 크기이며 플라스틱 재질이 가장 우수하였음을 제시하였다. 또한, 캔용 인공토양과 캔용기 재배법을 개발하였고 캔상품에 대한 유럽지역의 선호도를 조사하였다. 본 연구는 현재 우리나라의 획일화된 조경소재를 다양화하여 신수요를 증대시킬 수 있으며 야생화를 캔상품으로 대량생산시 농업기계화 및 기업화가 유망하다고 판단된다.

바. 기타 분야의 연구성과

도토리 가공식품 개발연구에서는 도토리가 농가의 새로운 경제작물로서 부상할 수 있는 가능성과 조건을 규명하는 데 목적이 있었으며, 연구결과로는 도토리의 박피효과가 80℃, 10% 이하 농도의 가성소다를 이용하는 것이 가장 양호함을 밝혔으며 도토리의 가공식품개발로서는 기존의 묵 이외에도 카스테라, 국수, 드링크, 제과제빵 등의 수요창출 가능성이 매우 높음을 규명하였다. 본 연구결과로 4편의 논문을 발표하였다.

대추가공공장의 가동정상화를 위한 기술지원 연구에서는 생대추의 호흡특성 규명과 생대추의 저장조건확인 및 생대추용 포장재의 특성연구를 수행하였다. 또한, 생대추 페이스트(paste) 조건을 규명하여 1998년 가을경부터 생대추 음료제품의 생산을 계획중에 있다. 건대추로 부터의 추출조건의 결정에 관한 연구는 현지 공장에서 대추 음료를 가공하는데 이용중에 있다.

밤 및 밤 가공품의 수출 확대방안 연구에서는 Benexoic acid 와 ice coating 전처리를 병용한 밤의 CA 저장기술 개발하였고 새로운 밤 가공제품의 개발 연구에서는 마이크로파를 이용한 당침 밤의 자숙 및 박피 방법을 개발하였다. 밤의 장기 안전 저장기술에 대해서는 특허 출원 예정이며 수출용 가공제품의 품질 특성분석에 대해서는 밤 가공업체에 기술지도를 행하였다.

한계농지를 이용한 고소득 임산작목개발과 농산촌 주민의 소득증진 방안 연

구에서는 표고 자목용 단벌기, 참나무류 식재 및 무육시업방법에 관한 연구와 조직 배양을 이용한 희귀산채류 증식시험 및 한계농지의 이용실태분석과 한계 임지 영농의 투자 분석 모델을 제시하였다. 속성수이고 단벌기 수종인 참나무류의 식재 및 무육체계를 확립하여 표고 생산시 큰 문제인 자목의 확보문제를 해결할 수 있는 가능성을 제시하였다.

2. 연구성과가 농업에 미친 파급효과 분석

가. 연구환경적 측면

지난 5년간 생산임업분야에 투자된 연구비는 총 2,642,655천원으로 연간 약 528,531천원에 달한다. 일반적으로 연구비중에서 20-30%정도가 연구기자재 구입에 사용됨을 감안할 때 5년동안 총 5-6억원에 해당하는 연구기자재가 대학 또는 연구소에 확보되었음을 의미한다. 또한, 생산임업분야의 연구에 참여한 총 연구인원은 268명이며 이들 중에는 대학원생 등 연구조원으로 인건비를 지급 받은 외부 연구원은 총 146명이다. 결과적으로 생산임업분야의 열악한 연구환경개선은 물론 인력양성 및 대학원생의 연구활성화에 기여한바 큰 것으로 평가된다. 연구종료후에는 지속적으로 연구가 수행되도록 하기 위해 연구비중에서 연구기자재의 구입비중을 더욱 확대하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. 학술적 측면

농림기술관리센터에서 지원한 총 17과제의 연구결과를 바탕으로 총 21편의 논문이 국내 19편 및 국제 2편이 게재되었으며 국내·외 학회에 13편이 발표되었다. 이는 연구 수행과제당 1편 이상의 논문이 게재된 꼴이며 본 연구를 통하여 석사 2명이 배출되어 연구인력 양성과 학문 발전과 기술발전에 상당히 기여한 것으로 판단된다.

<표 7-3> 생산임업분야 연구결과 활용(학술논문발표 등, 1999년 12월 30일 현재)

연구분야	논문개재		학회발표		언론보도		전시	기타활동 (인재양성)
	국내	국제	국내	국제	신문·잡지	방송		
양묘, 육종	·	·	·	·	4	·	·	·
산림자원 조성, 관리	1	2	·	·	2	·	·	석사 2명 배출
임업 기계	2	·	2	·	14	·	9	·
임산자원 소재개발	1	·	·	1	24	2	3	·
기타 (가공 등)	15	·	9	1	6	·	·	·
계	19	2	11	2	50	2	12	

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과

가. 생산임업 분야의 기술발전

생산임업분야는 원래 1차 산업에 속하는 저수익성 사업으로서 영세한 산주에 의해 경영되고 기업형의 산업이 발달하지 못하여 연구기관이 공공기관을 제외하고는 전무한 상태이다. 본 연구사업을 통해서 기술 실시가 4건 계약되었고 교육지도가 49건에 달했으며, 산업재산권이 3건 출원되었고 1건이 등록된 것은 생산임업의 현실 여건에서 볼 때 매우 비약적인 것이며, 임업이 단순 1차 산업의 경지에서 2차산업으로 발전할 수 있는 계기가 되었다고 생각된다. 이것은 생산임업이 산학 교류의 활성화를 통하여 중·소 기업의 연구수준을 향상시켜서 연구결과를 임업 현장에 직접 활용할 수 있게 된 것이며 이를 활성화하기 위해서는 기업참여율을 높일 수 있는 인센티브제를 활용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

<표 7-4> 생산임업분야 연구결과 활용(산업재산권 등, 1999년 12월 30일 현재)

연구분야	기술실시		교육지도	정책활용	타 연구 활용	산업재산권	
	계약	추진중				출원	등록
양묘, 육종	·	·	7	·	1	·	·
산림자원 조성, 관리	·	·	8	1	1	·	·
임업 기계	3	·	21	4	·	1	·
임산자원 소재개발	·	·	10	7	1	1	·
기타 (가공 등)	1	·	3	2	·	1	1
계	4		49	14	3	3	1

나. 생산임업 분야의 수입대체 및 임산물 수출 향상을 위한 기술개발

우리나라의 임산물 총 수출실적은 년도별로 매우 큰 차이를 보이지만 대체로 지난 20여년 전부터 매년 감소하는 추세에 있으며 1998년도의 경우에는 288,420천\$에 불과하다. 그중 합판과 목제품이 약 40%를 차지하고 나머지 60%는 종실이나 버섯류가 대부분을 구성하고 있다. 밤은 목재류를 제외하고는 가장 수출량이 많은 품목인데 본 연구에서 밤 수집기를 개발하여 생산비의 70%를 줄일 수 있는 것은 일본으로 수출하는 밤가격을 낮춰 중국밤에 대한 경쟁력을 높일 수 있는 성과를 나타냈다. 밤 가공품의 수출확대방안 연구에서는 밤의 저장기술과 가공제품을 다양화하여 수출확대에 기여하고 있다.

우리나라의 임산물 수입액은 매년 증가하여 97년에는 25억\$에 달하고 있다. 가장 수입비중이 높은 것은 목재류이며 원목(38.0%), 기타 목제품(22.7%), 제재목(17.5%), 합판(17.4%) 및 기타 순서로 구성된다. 목재의 수입은 우리나라의 산림에서 목재가 생산될 때까지 앞으로도 상당기간 지속되면서 수입량도 경제 성장과 거의 비례적으로 증가할 것으로 예측되고 있어 목재자원을 절약하거나 대체할 수 있는 제품개발 및 토지 생산성의 향상은 매우 중요한 연구과제라 하겠다. 폐목재의 발생실태 및 재활용방안은 목재자원의 수입대체효과를 가져올 수 있는 중요한 연구이며, 임업기계화에 관한 연구 등은 토지 생산성을 높여서 임지생산을 활성화함으로써 수입대체에 직접적 효과를 거둘 수 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 생산임업의 기술개발방향

생산 임업분야의 연구목표는 생명공학기법 등 첨단기술을 응용하여 임업의 산업화 기반을 조성하고, 임업의 생산성과 경쟁력을 강화하기 위한 실용적인 기술개발을 촉진하고, 산림자원의 이용현황과 장기전망에 대한 종합연구체제를 구축하는 것이다.

가. 육종·양묘

WTO, OECD 규범에 상응하는 종묘생산, 저장, 수급체계를 구축하는데 요구되는 기술 수준의 확보연구와 신품종육성과 수종개량연구를 지속적으로 추진한다. 주요 조림 권장수가 확대됨에 따라 고급용재, 유실수 및 특용수종의 선발에 연구의 중점을 둔다. 특히, 우량활엽수종의 선발과 보급은 현재 우리나라 임업에서 가장 우선적으로 해결되어야 할 과제로 생각된다.

지금까지의 포지양묘생산 체계로는 산업사회의 고비용, 산촌노동인력의 부족으로 임업을 유지시키기 어렵다. 따라서 노동생산성을 높이고 활착률의 향상, 하해작업의 생력에 유리한 포트양묘체제로 전환해야하고 이를 위한 양묘기술의 정립과 산림조성기술을 확립해야 한다.

나. 산림자원조성과 관리

현재의 생산임업연구는 부산물 생산연구가 대부분을 차지하고 있으나 앞으로는 주산물 생산 중심으로 변화하게 된다. 선진외국의 주산물 생산과 부산물 생산비가 7:3 정도임을 감안하면 우리나라도 20-30년 이내에 이러한 단계에 이를 것으로 판단된다. 지난 30여년 동안 조성해온 산림에 적용할 육림기술을 체계화하기 위해서 장기적인 연구계획을 수립하여 지속적인 연구를 통해서 한국식의 임업기술을 정착화할 필요가 있다. 간벌 방법과 효과, 천연림무육 및 수확방법연구 등은 단기적인 단위과제로는 신뢰성있고 실용적인 결과를 내기 어려우므로 임업연구원에 연구센터를 두고 10-20년 간의 장기 프로젝트를 기획해야 한다. 이와 관련된 연계 연구과제들은 대학의 연구자들이 수행하여 보충함으로써 임업생산기술을 확립하여야 한다.

다. 임업의 기계화

임업의 기계화는 임업생산비의 30-70%에 달하는 수확비를 감안할 때 산업적 임업에서 필수적인 발전단계이지만 아직 우리나라의 현장에서는 기계톱이나 약간의 가설집재를 제외하고는 기계화 사용이 극히 미약한 실정이다. 앞으로 20년 내에 닥쳐올 목재수확기에 대비하여 벌채, 집재, 운반의 기계화는 절대적으로 필요하며 수라·가설집재에 대한 보충 연구가 있어야 하고 기계화 작업과 관련된 산림수확과 조림작업 시스템 개발이 요구된다. 또한 저목장 조

성의 타당성 검토와 운영프로그램의 개발이 필요하고, 현재 운영중인 임산물 유통 센터의 확대·발전에 관한 연구가 수행되어야 하며 제재 및 임산물 가공 분야의 기계개발이 요구된다.

라. 임산자원 소재개발

미이용자원의 활용분야는 경제발전과 더불어 임산자원에 대한 새로운 가치 인식이 생기면서 급속히 신장하는 산업분야이며 단기소득화 할 수 있는 영역 이어서 투자효과가 높다. 산림에서 생산되는 모든 목본·초본·야생동물 및 무기·유기 자원에서 산업화가 가능한 아이템을 개발하는 것이다. 신물질 개발분야는 유전공학기법이나 목재공학적인 기법을 활용하여 새로운 물질을 추출하거나 합성하여 고부가가치 상품을 개발한다. 이 분야에는 약성물질의 탐색과 미래 환경대체에너지 개발, 폐재의 재활용 및 가공생산 등이 있다.

2. 향후연구과제

- 산림종묘 국가관리체계구축
- 종자산업법에 따른 신품종 심사기준 설정
- 포트양묘 기술체계의 확립과 보급
- 생물공학을 이용한 내병충성 품종 선발
- 내공해·환경수 선발
- 특용수종 개발
- 산림에 자생하는 식·약용 자원량 총조사 실시
- 수출가능성이 높은 신상품 개발
- 고소득화 전략품목의 재배기술개발
- 자생식물자원의 상품화 촉진
- 자연경관 및 동식물상의 관리와 보존체계
- 활엽수림 조성·관리기법의 개발
- 수확기술의 체계화
- 산림종합관리시스템 개발

- 산지의 이용과 계획분야
- 협업·대리·복합경영 활성화
- 단기소득원 개발
- 도시휴양·환경림 관리체계연구
- 생태적 자원조성모델
- 야생조수 인공증식·복원·방사연구
- 산불피해지의 생태적 복구 기술
- 산림병해충 방제 기법
- 한국형 임업기계장비 및 작업 시스템 관리
- 사방·산사태 방제 기법 연구
- 수원함양 등의 공익기능 제고를 위한 산림사업연구
- 무공해·저독성 생물농약 개발
- 수목 증류액 등 고부가가치 신수요 개발
- 목질·무기질 보드·목질 플라스틱 복합소재 개발
- 집성구조물 축조기술연구개발
- 목재전문백화점 조성과 운영프로그램 개발
- 산림자원의 식품가공생산기술 개발 : 밤, 버섯, 수액, 산채, 야생화
- 산림자원으로부터 건강기능성, 약성물질의 탐색, 이용기술 개발
- 소경재, 임내폐잔재의 재활용 및 고부가가치 실현을 위한 응용연구
- 목재를 이용한 2차 산물 탐색
- 미래 환경대체 에너지 자원개발

제 2 절 임산가공

I. 임산가공분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 임산가공분야의 연구동향

새로운 밀레니움의 세기(2100년)에는 인구가 105억이 예상된다. 현재 지구가 안고 있는 인구폭발과 유지할 수 없는 자원과소비의 양대 과제를 해결하기 위해서는 긴 안목으로 보면 숲과 나무에 의존할 수 밖에 없다는 논문이 발표되었다. 아마도 새로운 밀레니움의 시대에는 우리가 밀이나 옥수수, 벼를 재배하는 것과 같이 crop으로서 목재를 길러야만 우리의 문명을 살려나갈 수 있을 것이다. 우리가 현재 사용되는 화석연료는 에너지와 화학약품으로서 사용되고 있으나 이제 그 자원은 새로운 밀레니움 안에 끝장이 난다. 금속이나 콘크리트보다 10-20배 보다 에너지 효율이 높은 목재는 가장 값 싸고 편리하며 자원지속적이고 보속재생산 할 수 있고 무한하게 사용할 수 있는 재료이다. 이제 목재를 이용한 리그노케미칼공업에 의한 화학약품의 시대가 준비될 것이다.

미국의 개인주택은 거의 모두 목조이다. 삼림자원이 아주 풍부한데도 불구하고 목재보존에 관한 연구는 거의 빼놓지 않고 등장한다. 지난60-70년간의 현장적용 결과가 계속 보고되어 있으며 환경에 대한 대안이 강구되고 있다. 일본도 CCA에 대한 환경 강화로 비소가 배출수에0.3ppm에서 0.1ppm으로 낮추면서 규제와 벌금을 강화시켰다. 현재 CCA와 Creosote가 위주인 우리나라와 달리 일본은 ACQ와 CuAz가 목질재료 보존처리에 각각 60%,40% 정도 사용되고 있으며 10년 보증제도가 주택건설시 실시되고 있다. 현재 일본에서는 건축시 10% 정도가 목재값인데 기초부터 1m까지 방부목을 사용하도록 하고 있으며 이에 따라 목질재료의 기능성 제품(방부합판, 방부집성재, 방부LVL 등)이 개발되어 사용되고 있다.

목질재료의 개발은 80년대 중반까지 자원과 에너지가 주요제약조건이었으나 80년대 후반부터 환경보전이 주가 되었다. 면상재료는 표면평활성이 우수한

MDF와 구조용2축배향형인 WB와 OSB의 두방향으로 이들의 각종 성능을 향상시키기 위한 Advanced OSB와 Oriented MDF의 발전으로 발전이 기대된다. 축재료로서는 소재,집성재로부터 OSL로 바뀌고 있고 재료강도의 신뢰성과 엘리먼트크기의 관계가 장래 골조재료의 개발에 있어 가장 중요하다. 목질섬유에 다른 천연섬유, 합성섬유, 또는 무기섬유 등 이중섬유와의 혼초기술이 개발되었고 목재자원의 지속적이용을 위한 리사이클자원 이용기술이나 속성수 또는 조생수이용기술이 연구되고 비목재리그노셀룰로스섬유 즉 대나무,바가스, 오일 팜, 벚짚, 케나프, 초본류등을 이용한 다기능 고성능 복합패널의 연구가 진행되었다. 새로운 기능을 부여하기 위하여 목재와 기타재료의 복합체 개발은 GFRP와 집성재라미나나 LVL 단판간의 접층복합화, 시멘트PB 및 목질시멘트 제품의 다양하고 신속한 성형기술의 개발, 유럽 쪽에서 개발된 석고PB/FB의 기술 및 이중확산법에 의한 인산바리움-목재복합재료와 탄소재료와 PB의 적층복합재료, 목재의 액화 /프라스틱화 및 목재화학가공과 목질계다공질탄소재료로서의 우드세라믹스에 관련된 많은 연구개발이 이루어졌다. 일본다이켄공업이 포르말린 흡착내장하지재 에코보드를 개발 시판에 들어갔고 특이한 것은 일본섬유관공업회가 건설리사이클법을 배경으로 건축물의 해체 등에 의하여 발생하는 폐기물의 리사이클 및 감량화를 촉진시키기 위하여 특정건설자재의 분리 및 재자원화를 의무화하고 이들 자재를 일정 규격 이상 사용하면 고규격 환경배려형 주택할증제도를 실시하여 수요증가로 결부시킬 계획을 잡고 있다는 점이다.

기계장치의 개발에 따른 생산성의 향상과 제품 개발이 이루어졌는데 예를 들면 Laute사의 Spindless lathe와 스트랜드의 길이가 300mm에 달하는 Wafer Lather를 들 수가 있다. 열압공정도 연속식으로 마이크로파나 고주파를 이용한 연속식과 증기분사프레스로 열압시간을 단축하고 있다. 미국U사의 원목도어제작기250MC는 원목을 사용한 싱크대, 북박이장 도어, 방문도어등을 제작할 수 있는데 소형도어를 기준으로 8시간에 800개를 커팅할 수 있다.

접착제의 발달은 현저하다. 미국, 유럽은 모두 목질재료의 포름알데히드 방산량을 1 ppm이하로 규제를 강화하였으며 일본도 JIS 규격을 강화하였다. 일본농림규격(JAS)도 JIS에 맞추어 품목에 따라 2000년 7월과 8월에 각각 시행된다. 즉 보통합판과 특수합판 및 구조용 합판, 단판적층재, 구조용 단판적층

재, flooring의 포름알데히드 방산량을 Fco는 평균치 0.5mg/L(최대치 0.7mg/L), Fc1은 평균치 1.5mg/L(최대치 2.1mg/L), Fc2는 평균치 5.0mg/L(최대치 7.0mg/L)로 낮추어 시행된다. 집성재 및 구조용 집성재에 관하여는 Fco는 0.5mg/L, Fc1은 1.5mg/L, Fc2-s는 3.0mg/L로 다른 품목보다 엄격한 기준치가 설정되었다. 집성재 제조시 전통적인 상온경화형인 페놀리조시놀접착제에 이어 수성고분자이소시아네이트수지가 사용되고 도포방식도 스프레다에서 선상도포방식으로 전환되고 있다.

펄프제지분야는 1993년이래 북미와 구주권에서 109개 업체가 통폐합되어 41개 업체로 새출발을 하였으며 가까운 일본은 27업체가 13개 업체로 되어 힘을 집중화시키고 세계시장확보를 겨냥하여 수익성을 극대화시키고자 하고 있다. 값싼 신문용지보다는 산업용지와 코팅지 쪽의 연구가 폭 넓게 진행되고 있으며 전략적으로는 무역관세 장벽제거는 끝이 났고 환경-무역연계문제를 대두시키고 있다.

2. 국내의 임산가공분야의 연구동향

연구의 전체 방향은 미국과 일본의 영향을 많이 받고 있으며 원천적이고 창의적인 연구방향은 10%를 넘지 않는다고 추정된다. 지난 95년부터 99년까지 5년간 발표된 논문은 총 469편으로 목재기초 분야(목재의 물리기계적 성질, 해부적 성질, 화학적 성질)에 대한 연구가 27%, 절삭, 건조분야가 8%, 접착 도장 개질분야가 7%, 목질재료분야가 10%, 목조건축 분야가 1%, 목재가구 분야가 5%, 펄프제지분야가 35%, 목재보존분야가 4%, 특수임산분야가 2%로서 전분야에 걸쳐 고른 연구가 진행되었다.

3. 선진국 대비 국내 연구 기술 수준 격차

목재산업에 관련되어 발표된 논문수의 양적 비교를 보면 최근 들어 많이 증가하여 미국과 일본의 1/4 수준으로 발표되고 있으며 질적으로 보면 선진국 수준의 약 60%정도로 추정된다.

II. 임산가공분야의 연구성과 및 파급효과

1. 성과분석

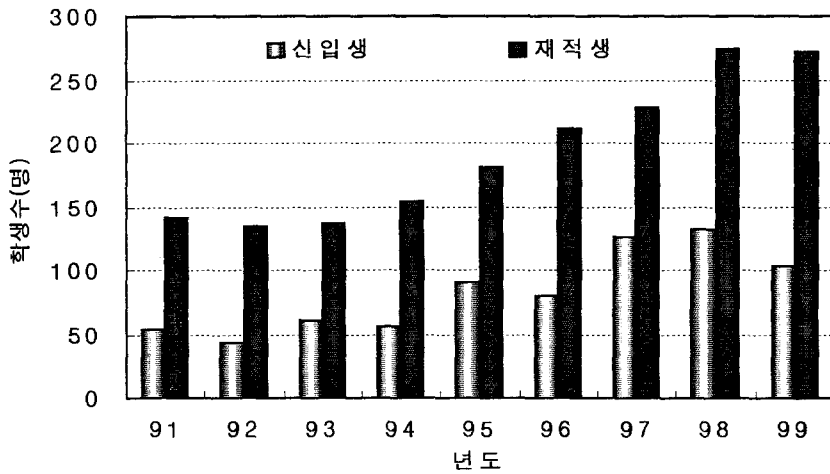
가. 연구 및 기술 성과

5년간 국내 연구자에 의하여 임산관련 우수 전문학회지에 발표된 총 논문수는 469편인데 이중 농림기술개발사업으로부터 약 31억의 연구비를 지원받아 수행된 연구과제는 16과제로서 논문발표는 총 20 건이다. 모두 응용부문의 기술개발 연구로서 국내 수준으로 평가하면 전체적으로 상급에 해당되나 원천기술이나 창의성이 있는 과제는 10%대이고 산업체이전활용은 8개로 보고되어 있으나 2개 정도가 실용화되면서 기술을 보급하고 원가절감과 기술보급에 기여하고 있는 것으로 판단된다. 6개 과제는 현재 산업체이전 중이거나 자체 생산 계획 중이다. 나머지 과제도 특허출원 14건, 교육 및 지도활용 12건, 논문발표 20건, 정책건의 11건 등으로 앞으로 시간이 경과함에 따라 기술이전이나 기타 활용의 정도가 더 높아 질 것으로 본다. GDP 순서에 따른 분야의 중요도 면에서 보면 지엽적인 면에 치우쳐 있다고 볼 수 있으므로 다음 과제 선정 시에는 GDP 우선도를 고려하는 것이 바람직하다고 생각된다.

나. 연구인력

또한 농림기술개발사업은 그 연구사업을 효과적으로 수행하기 위하여 대학에 지원된 경우, 연구를 보조하기 위한 대학원생의 교육 여건을 향상시켜 대학원 활성화에 크게 기여하고 있다. C대학의 경우는 91년부터 94년까지 농과대학 소속 대학원 평균 신입생 학생수가 53.8 명인데 95년부터 99년까지 평균 107명으로 두 배 증가하였다. C대학의 경우는 지방국립대학으로 농림관리센타로부터의 연구비 수혜가 중상급으로 볼 수 있으며 대학원생을 연구보조원으로 활용하면서 연구보조원비의 지급은 위와 같은 대학원생의 대폭적인 증가로 유도되어 대학원의 교육과 활성화에 크게 기여하였다고 추정된다.(〈그림 7-1〉 및 〈표 7-5〉 참조) 시간이 좀 더 주어졌다면 각 대학교의 총대학원수의 추이와

또 연구사업의 결과로 석박사 학위논문을 쓴 경우 그 논문수를 조사하면 경제적 도움 뿐만 아니라 지적인 연구결과도 보다 확실하게 얻을 수 있을 것이다.



<그림 7-1> C대학 대학원생의 연도별 추이

<표 7-5> C대학 농과대학 대학원생의 연도별 추이

학과		농학	원예	임학	산림 자원	농생물	축산	낙농	농공	농업 기계	임산공	식품공	농화학	농업 경제	계
91'신 입생	석사	4	6			3	2	3	1	2	2	4	6		54
	박사	2	2	2		4	2	3				2	4		
91'재 적생	석사	6	8	7		8	6	8	2	4	2	11	15	3	141
	박사	8	5	6		8	2	6	5	3		8	10		
92'신 입생	석사	1	2	1		5	3	1		1	2	2	4	4	44
	박사	2	1	2		5	1					2	4	1	
92'재 적생	석사	7	8	5		11	6	7	1	3	4	5	11	5	135
	박사	8	5	5		12	3	5	4	2		8	9	1	
93'신 입생	석사	1	4	4		9	2	4			1	7	4	4	61
	박사	3	5			2	2	3		1		3	1	1	
93'재 적생	석사	3	6	7		17	6	7		1	4	10	8	8	137
	박사	7	9	4		11	5	6		1		7	8	2	
94'신 입생	석사	4	5	1		6	2	5	3	3	2	4		2	56
	박사	4	1	1		4			1			2	6		
94'재 적생	석사	6	9	6		17	6	10	3	4	6	11	7	6	154
	박사	9	9	3		11	3	5	1	1		7	12	2	
95'신 입생	석사	10	7		3	10	4	3	4	2	7	9	7	4	91
	박사	2	2		1	4	2	2		1		5	2		
95'재 적생	석사	15	12	3	3	16	8	8	7	5	12	15	9	4	182
	박사	9	8	1	1	12	4	5	1	2		10	11	1	
96'신 입생	석사	5	8		2	4	2	3	3	3	4	10	8	1	81
	박사	3	4		2	4	2	2	1	1	2	3	4		
96'재 적생	석사	15	15	1	5	16	7	7	7	5	13	21	17	5	211
	박사	10	8	1	3	13	6	5	2	2	2	12	13		
97'신 입생	석사	4	12		3	13	4	8	8	3	6	14	15	3	127
	박사	2	5		2	5	2	1	3	2	4	3	3	2	
97'재 적생	석사	11	20	1	6	18	6	11	11	7	10	21	24	6	229
	박사	9	10		5	11	5	5	4	4	6	10	8		
98'신 입생	석사	7	5		8	16	6	4	9	5	5	12	8	7	132
	박사	4	3		1	6	6	2	2	2	1	4	7	2	
98'재 적생	석사	12	17		13	26	9	11	16	8	13	26	18	11	275
	박사	8	11		5	12	9	6	6	5	7	11	11	4	
99'신 입생	석사	5	6		3	9	2	5	7	9	6	12	16	4	104
	박사	2	2		1	2	1	1	3	2	2	2	1	1	
99'재 적생	석사	12	11		11	25	8	10	16	15	14	26	25	13	272
	박사	8	9		5	11	9	4	8	6	8	9	10	5	

2. 임산업 및 목재산업에 미친 파급효과

국내 목재수요의 95%를 해외시장에 의존하는 목재산업의 발전은 원자재의 해외수입을 크게 유발하여 석유제품(0.564) 다음으로 높은 수입유발계수(0.368)를 보여 해외의존형 산업이다. 그러나 자체생산 뿐만 아니라 타목재산업의 원료 또는 중간재로 투입되어 각 산업에 상당한 산업연관 효과를 일으킨다. 목재가구산업은 67.8%, 나무제품 산업은 64.8%, 펄프는 64.5%, 종이는 71.7% 수준의 부가가치를 유발한다. 이러한 목재산업의 발전을 위하여 기술개발 사업에 투입된 16과제 중 4과제가 특수임산의 표고버섯에 관련된 과제이다. 과제명을 들면 품종개발, 성형종구 제조기, 톱밥재배 및 원목재배 기계화 및 시스템개발이다. 지금까지 신품종재배의욕을 일본도입품종에 의존해 60%이상이 밀도입 품종이 재배되고 있었는데 새로운 품종을 등록하고 공급계획을 세웠으며 성형종구는 실용화에 성공하여 50%대의 가격에 공급할 수 있도록 하였으며 톱밥재배 및 원목재배 기계화도 원가절감에 기여하였다. 목질재료분야는 4과제로 국산재 신수요개발, 칼라무늬목 생산기술 개발, 임지폐잔재와 폐타이어 복합체 개발, 집성재를 위한 국산재 개발이 연구되었으나 현재 산업화를 검토하는 단계이며 아직 실질적인 산업화의 구체적 결과는 없다. 공예분야로서는 3과제를 지원하였는데 담양지역 죽세공예 생산성 향상과 소득증대 연구와 지리산지역 목공예제조의 특성화 기술개발, 농산촌 특산 목공예품개발이었다. 이중에 목제육조 제조기술을 개발한 것이 현재 창업회사인 우드텍(주)에 이전 산업화되고 있고 용재건조기술은 동남엔지니어링과 3개회사에 기술실시계약을 체결하였다. 기타 과제는 아직 산업화로 성공은 안되어 있으나 기술이전 추진 중이거나 정책자료와 기술정보로 활용되고 있다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과

1998년에 발표한 한국은행 산업연관표(1995년도 기준)에 의하면 우리나라 목재산업의 총산출액은 16조8479억이다. 임업산출액(2조 3012억)의 7.32배로서 전산업총산출액(814조 5,186억원)의 2.07%, 제조업 산출액(400조 8731억원)의

4.2%에 해당된다. 가장 많은 시장을 갖고 있는 펄프 제지분야(약8조억원)는 1과제만이 지원되었고 보드산업을 포함한 문 및 문틀재, 마루판 등의 목질재료 분야(약5조) 쪽에서도 시급히 해결해야 할 목질관상제품의 현안사항(포르알데히드 방산문제)에 대해서는 지원과제가 없었으며 버섯(약1400억규모, 1998)중에서도 표고(1998, 1008억 생산)에 관련된 지원이 4과제가 되어 이 분야는 성과도 좋았고 표고버섯 분야는 많은 도움을 받게 되었다. 외국종균의 불법난립을 막고 우수종균을 개발하여 수출경쟁력을 확보하게 되었으며 국산재 활용을 통한 수입원목 대체효과, 표고재배농가의 생산비 절감 등에 기여하고 개발기자재는 50%정도로 염가에 공급가능하며 수입대체 효과는 120억 정도이다. 가구와 공예 시장은 약 3조5천억 규모인데 목제욕조와 용재건조기술은 산업화되어 수입대체가 약1000억 정도의 효과를 보고 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 임산공학분야의 기술개발 방향

가. 펄프제지분야

16과제중 1과제만 지원된 펄프제지 분야는 목재산업에서 가장 큰 시장을 갖고 있으며 GDP는 약7조로서 1997년도 지류생산량은 8,364천톤이고 1999년도 지류생산량은 약900만톤이다. 저가의 신문용지보다 산업용지와 코팅지의 기술개발이 요구된다. 산업용지 중에서도 특별히 농업부문에 기여할 수 있는 제지분야는 다양하다고 판단된다. 특별히 종이는 환경친화적 물질이며 폐기시 자연분해는 물론 회수시 유용한 자원이 된다. 물론 플라스틱이나 스티로폼도 기술적으로 재생가능하다고 하지만 기술적인 이야기일 뿐 산업화와는 거리가 멀다. 우리나라의 제지산업은 그 원료의 약 70%를 폐지로 사용할 만큼 산업적으로 부가가치가 보장된 산업니 폐지재생산업인 것이다. 농업분야에서는 이러한 환경친화적 자원의 이용이 매우 절실한 형편이지만 현실은 그렇게 활발히 연구되고 사용되지 못하고 있지 못하다. 그 이유는 연구개발의 부족이다.

농업분야의 이용은 가장 쉽게 사과, 배, 복숭아, 포도 등의 과수봉지를 들 수 있다. 이러한 봉지들은 다양한 전문가들이 모여서 충분한 연구가 필요한 분야이다. 현실은 1회적으로 단기간 큰 이름으로 과제를 걸고 수행하여 이 분야의 연구가 마치 끝난 것처럼 처리하거나 판단하면 안 된다는 것이다. 이제까지 연구된 결과는 외국의 과수봉지들을 흉내를 낸 것 뿐 아직 제대로의 성능을 발휘하는 제품이 아닌 것이다. 실제로 국내 과수봉지는 그 성능에서 많은 문제점을 제기하고 있으며 더 많은 연구를 필요로 하고 있다. 따라서 연구과제의 명칭을 정할 때도 큰 이름으로 정하여 다시 다른 사람이 연구할 수 없도록 하는 것보다 정확한 명칭으로 가능한 구체적으로 정하여 초점을 맞춘 분야는 확실히 성공시켜야 할 것이다. 요약하면 과수봉지 연구자체도 일회적으로 끝날 분야가 아니라 장기간 다수의 연구가 집중될 필요가 있는 분야라는 것이다.

멀칭지도 중요한 분야이다. 단순히 비닐을 대체하는 정도를 넘어서 씨앗을 종이에 붙이고, 비료와 각종 기능이 첨가된 종이를 개발하여 농업인력을 줄이고 생산성을 높이는 문제도 중요하다. 멀칭지도 일회적 연구로 끝날 분야가 아니다. 멀칭지도 대상작물에 따라 깊게 연구될 필요가 있으며 앞으로 농업방식을 바꾸게 만들 수도 있는 중요한 부분으로 인식이 되어야겠다. 농업의 기계화를 촉진시키며 씨앗의 파종부터 최종포장까지 단순작업으로 고품질의 상품을 생산하고 환경적으로 이로운 농업생산체제를 만드는데 종이의 역할이 앞으로 점점 더 중요시 될 것이다.

종이는 모든 포장재의 45-50%를 차지하는 물질이다. 스티로폼의 환경적 해악은 익히 알려져 있으며 이들을 대체할 농업포장의 개발이 절실하다. 물론 골판지가 다양하게 쓰이고 있지만 골판지 자체에 대한 연구는 매우 부족하다. 국산 골판지의 강도가 매우 떨어져서 국산품을 수출할 때에는 외국골판지를 사용해야하는 불편이 있다. 또한 골판지의 강도가 매우 떨어지므로 국내상자는 두겹게 제조하여 사용할 수밖에 없다. 중량으로 농업생산품을 거래할 때 이러한 중량문제는 중요한 유통문제가 될 수 있다. 각종 기능성 포장상자에 대한 지원도 문제가 될 수 있다. 이러한 분야는 주로 식품을 전공한 사람들이 주도하는 경향을 볼 수 있는데 이들의 전문지식이 필수적이지만 오히려 분야이기주의를 촉진시키는 경향도 있을 수 있다. 식품전공자들의 수요는 제지전문가보다 수십 배 많다. 종이는 제지 전문가의 역할이 필수적인 것이다. 이외에도 다

양한 농업분야에 제지의 역할이 기대된다. 비닐을 대체하며 각종 기능성을 갖춘 종이를 개발하는데도 집중적인 투자가 필요하다.

나. 목질재료

합판, PB, MDF등 목질판상제품이 주류를 이루는 목질재료는 GDP가 1조3천억이다. 국내에서는 기본적으로 어떤 한 종류의 목질판상제품이라도 충분히 자급으로 공급할 수 있는 체재를 갖추어야 하며 신제품개발이나 기능성 제품도 계속 해결해야 할 문제이나 현안 문제중 가장 시급히 해결하여야 할 큰 문제는 국내가구업계와 일본 수입선에서 요구하는 E0 및 E1 타입의 포르마린 방산의 문제가 없는 제품을 가능한 싼 가격으로 제조하는 것이다. 이 문제는 현재 보드공장 2개 사에서는 외국으로부터 비싼 로열티를 주고 기술을 적립한 것으로 알고 있으나 국내에서는 기준이 엄격하지 않고 또 제조원가가 비싸므로 적용하고 있지 않고 있으나 당장 내년부터는 최소한 E1 급 이하로 제조하지 않으면 안 되는 실정에 놓여 있다. 실험실적 방법으로는 요소와 포르말린의 비를 1:1로 어렵지 않게 제조하여 좋은 제품을 만들 수 있으나 현장 적용에 있어 어려운 점을 몇 가지 접근 방법을 통하여 구명하여 현장애로과제로서 시급히 해결하는 것이 무엇보다 급선무이다.

다. 목재가공

문 및 문틀재와 마루판의 시장은 적어도 약 3조 5천억 이상이다. 건축내부의 창문틀이나 문틀의 MDF의 활용에 관한 성능개선 연구와 온돌마루판의 치수안정과 성능개선에 관한 연구가 무엇보다 필요하다.

라. 목재보존

현재 일본에서는 주택건설에 10년보증제도를 실시하면서 기초부터 1m까지 방부목을 사용하도록 하고 천정부분도 방부목을 사용하도록 하여 합판과 집성재, LVL등이 모두 방부처리된 제품을 사용하고 있다. 현재 목재 및 목질재료를 매년 95%를 수입하면서도 꼭 사용되어야 하는 곳 예를 들면 토유판이나 야외조경 시설물이나 야외공원 시설물 등에 사용되는 목재는 보존처리를 하여야 하는데도 불구하고 현재 10% 밖에 처리하지 않는 실정이다. 보존 처리비는

원목가의 10-30% 밖에 안 들지만 보존처리된 목재는 수명이 3-5 배 증가된다. 따라서 목재가 부족한 우리나라는 보존처리방법을 국가적으로 장려하고 꼭 처리되어야 할 부분을 반드시 명시하고 목재보존 약제 개발과 처리에 대한 연구가 지원되어야 할 것이다. 우리나라에서 주로 사용되는 보존약제는 CCA와 Creosote인데 가까운 일본의 경우는 주로 ACQ와 CuAz가 6:4 정도로 사용되고 있으며 CCA는 공장에서의 배출수를 0.3에서 0.1ppm으로 엄격히 규제하고 있어 환경에 대한 관심을 높이고 있다.

마. 목조건축

국내 목조건축의 경우도 매년 건축수가 현재 증가일로에 있으나 미국식 경량골조 목조건축이 주도하고 있다. 그러나 일본처럼 일본식의 자기양식을 갖는 것처럼 한국식을 개발하여 한국식 경량골조 목조건축 양식을 가져야 된다는 것이다.

바. 악기분야

우리나라 악기산업은 세계 우수 악기 수출국가로서 가구산업과 함께 고부가가치 목재산업의 하나이다. 95년 악기 제품출하액은 약 6000억으로 이중 수출액은 364백만\$이다. 악기 향판재의 개질에 관한 연구가 독보적으로 성공하면 세계를 기술로 잡을 수 있는 분야라 생각된다.

2. 향후 연구개발과제

앞에서 지적하였듯이 시장이 크고 시급히 해결하여야 할 현안문제를 해결하여 주는 것이 무엇보다 필요하다. 임산가공분야도 세부분야에 따라서는 집중적이고 많은 연구가 이루어져야 할 필요가 있으므로 과제의 명칭은 포괄적이며 대형과제명으로 연구비를 취득하고 내용이 없는 결과를 내놓을 경우 후에 다른 연구자가 연구할 수도 없이 되므로 좀더 구체적이고 확실한 과제명으로 결과도 확실히 보일 수 있도록 하였으면 좋을 것이다. 임산과 특수임산에 관련된 과제는 어느 정도 지급되었으므로 우선 시급히 앞으로 연구되어야 할 과제를 대략적으로 들어보면 다음과 같다.

가. 펄프제지분야

- 과수봉지 성능개선에 관련된 연구
- 멸칭지 성능개선에 관련된 연구
- 포장골판지 성능 개선에 관련된 연구

나. 목질재료분야

- 아미노수지를 이용한 Eo, EI 타잎 제조 기술개발
- 구조용 목질보드 개발
- 연속 집성기술개발
- 난연연질보드 개발
- 특수목질재료 개발

다. 개질 및 목재가공분야

- 각종 문틀재를 위한 목질재료 성능개선에 관한 연구
- 온돌용 목질마루판의 치수안정화 및 고품질화
- 집성재용 접착제의 국산 제조

라. 목조건축

- 한국형 목조주택 모델 개발
- 한국형 목조주택 구조설계 기법 개발
- 폐자원 재활용을 통한 난연건축재료 개발

마. 목조보존 분야

- 새로운 무비소계 목재보존제 개발
- 기능성 목질재료에 관련된 새로운 제조방법

바. 약기분야

- 향판재의 개질에 관련된 연구
- 목재 약기의 새로운 도료 개발에 관한 연구

제 3 절 임산활용 · 생태

I. 임산활용 · 생태분야의 국내외 연구동향

숲을 조성하고 가꾸어서 목재를 생산하는 전통적인 임업이 아직 우리나라에서는 실현되지 않는 실정이다. 그 이유는 여러 가지가 있겠지만, 산림의 지리적 광범위성과 지형적 복잡성 및 임목 성장기간이 수 십 년 단위로 길어서 투입된 자본에 대하여 회수할 수 있는 시간이 너무 오래 걸리기 때문에, 그에 따른 제반 생태·조림학적 및 사회·경제적으로 임업을 활성화할 수 있는 여건을 조성하기가 여의치 않다. 20세기 중반부터 국토 녹화 사업을 통하여 산림자원 조성을 위하여 부단히 노력하고 있으나, 임업을 국가 경제에 일익을 담당하는 산업으로 정착시키기에는 자원화가 아직 미흡한 실정이라고 판단된다.

그러나 산림은 목재 생산 이외에 특용 수목, 임산 부산물, 산림 식물의 기능성 물질, 야생동물, 조경 재료 등의 경제적 자원을 무한정으로 제공하는 귀중한 자연자원이다. 대학의 임학 관련 학과와 산림청 임업연구원을 중심으로 단기 임산 소득원을 창출하기 위한 유망 자원을 발굴하여 임산 식·약용 자원 개발, 야생화 자원 개발, 임산 버섯 자원 개발, 임산 유지 및 철 자원 개발, 수액 천연음료 상품화 개발, 야생 껌 증식 방법 등에 관하여 연구해 왔다.

활용의 대상이 되는 임산물이란 넓은 의미로는 산림에서 생산되는 생산물 중에서 주산물인 목재를 제외한 모든 부산물을 일컫는다. 즉, 대, 죽순, 연료, 농용자재, 나무열매(밤, 호도, 대추, 잣, 도토리, 은행, 유동, 비자, 산딸기, 솔씨, 산수유 등), 버섯(송이, 목이, 느타리, 잣버섯 등), 섬유 연료(닥, 갈저, 싸리나무 껍질 등), 수지(생송지, 옷), 약초, 수피(황벽나무껍질, 굴참나무껍질, 음나무껍질 등), 산나물, 수액(고로쇠나무수액, 거제수나무수액 등), 나뭇잎(솔잎, 떡갈나무잎), 야생동물(꿩, 오소리, 다람쥐, 멧돼지) 등을 들 수 있다. 이렇듯 수많은 임산자원을 활용하는 기술 개발 연구의 대상물과 대상 용역은 실제로 엄청나게 많다.

특용 임산물과 그것을 생산하는 수목의 분류, 생리, 생태, 재배, 증식, 이용

기술 개발에 관한 연구는 그 역사가 70-80년 가량 되며 오랫동안 꾸준히 산발적으로 대학과 임업연구원을 중심으로 수행되어 왔다. 특용 수목에 대한 연구는 곡과수종, 공예수종, 수액이용수종, 도료수종인 밤나무류, 호도나무류, 오동나무, 유동나무, 옷나무, 황벽나무 등에 대한 우량 개체 선발과 증식 조립 시험 연구가 주로 산림청 임업연구원을 중심으로 수행되었다.

1980년대 후반부터 수목에 들어 있는 추출물 성분 이용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 잎의 정유 성분을 이용하기 위해 국내산 침엽수 엽정유함량을 측정 한 결과, 편백이 겨울철 및 여름철에 따른 잎 100g 당 약 5.2ml 및 5.5ml로 가장 많은 것으로 나타났다. 겨울철에 따른 잎 100g 당 2ml 이상 함유하는 수종은 편백 이외에 눈측백, 분비나무, 구상나무, 삼나무, 주목, 화백, 잣나무, 눈향나무, 서양측백 등 10수종이었고, 여름철에는 편백 이외에 구상나무, 눈측백, 삼나무, 분비나무, 화백, 잣나무, 서양측백, 눈향나무, 잣나무 등 10수종으로서 계절별로 정유함량의 변화가 심한 주목을 제외하고는 함량 변화가 적은 것으로 보고되었다.

면적이 넓고 지형이 복잡한 산림에서는 병해충이 발생하면 쉽게 구제하기가 어렵고, 흔히 사용하는 화학적 방제는 환경에 미치는 악영향을 고려할 때, 산림에 방대하게 적용하기가 어렵다. 따라서 산림 병해충 방제는 조기에 발견하여 예방하도록 하는 예찰 조사에 관한 연구가 큰 몫을 차지한다. 주요 산림해충의 예찰법은 발생량 및 발생 시기 예찰, 표본 조사법 개발에 관한 시험을 주로 연구하였다. 솔잎혹파리 밀도 변동 요인을 구명하고 단위 면적당 성충 우화량으로 충영 형성율을 산출할 수 있는 발생량 예찰식이 고안되었다. 미국흰불나방 월동용에서 성충이 우화될 때까지 유효적산 일도는 274일이며 적산 온도로서 50% 우화일을 추정하였다. 오리나무잎벌레의 알 덩어리의 수간 분포 양식을 바탕으로 간편하게 사용할 수 있는 측차표본조사법을 만들었다. 1980년대 이후에는 전국적으로 확산되어 있는 솔잎혹파리 방제책을 수립하기 위한 연구가 중점적으로 수행되었으며, 전남지방에 새로이 발생하여 곰솔림에 큰 피해를 주고 있는 솔껍질각지벌레의 생태와 방제에 관한 연구가 추진 중에 있다. 산림해충에 대한 천적 이용은 솔잎혹파리 방제를 위하여 솔잎혹파리먹줄벌레 등의 기생벌을 이식하는 연구를 수행하였고, 최근에는 곤충의 병원미생물 이용에 대한 연구가 시작되었다. 주요 산림해충인 솔잎혹파리, 솔나방, 미국흰불나

방, 오리나무잎벌레, 잣나무넓적잎벌 등의 해충에서 *Beauveria bassiana* 이외의 36종의미생물을 분리 수집, 병원성을 검정하였다.

임산활용·생태 분야에 대한 북미, 일본, 유럽 등지의 연구 역사는 우리나라보다 수십 년 먼저 시작해 왔고, 축적된 정보와 기술 또한 우리의 것과는 비교가 안될 정도로 많고 그 수준도 상당히 앞서 있는 것으로 알고 있다. 그러나, 임산활용·생태 분야에서 중요하게 취급되어야 할 사항은 우리나라의 실정에 맞는 기술을 개발하여야 한다는 것이다. 물론 진보된 선진국의 방법론을 배우고 습득하고 수정 보완하여 우리의 기술로 정제시킨 후, 우리나라 고유의 생물종 혹은 입지 조건에 적용될 때, 진정한 기술로 정착될 것임에 틀림없다.

II. 임산활용·생태의 연구성과 및 파급효과

1. 임산활용·생태 분야의 연구 성과 및 기술 개발 내용

농특세 재원을 기반으로 농산촌 주민의 장기적인 복리 증진을 위한 취지 아래, 1994년부터 수행된 농림기술개발사업의 임산활용·생태 분야 연구는 모두 25과제 (현장애로기술 19과제, 첨단기술 6과제)가 완료되어(표 7-6참조), 산림 정책 자료, 산업체 이전, 교육·지도 등에 활용되었거나 혹은 추진 중에 있다. 임산활용·생태 분야는 연구 과제 수와 규모에 비해서 범위가 너무나 광범위하고 이질적인 분야들을 한 틀 속에 모았다고 판단되기 때문에 필자 나름대로 6가지 소분야로 나누어서 <표 7-7>에 요약하였다. 1994년부터 1999년까지 소분야별로 수행된 과제는 수목재배·증식·이용 부분에서 4과제, 임산부산물 이용 부분에서 5과제, 산림식물 기능성 추출물 연구는 2과제, 병·해충방제분야에서 5과제, 야생동물·수렵 부분에서 4과제, 조경재료개발분야에서 5과제로 집계되었다.

<표 7-6> 임산활용·생태 분야 수행 연구 과제 (1994~1999)

소분야	연구 과제	연구 기관	연구 책임자	연구 기간	연구 원수
수목 재배 증식 이용	○ 옷나무 자원화를 위한 옷칠의 종합적 이용 개발에 관한 연구	서울대	현정오	3	18
	○ 제주 특산 흑오미자 재배법 및 대량 증식 기술과 특수 성분 및 천연 음료 개발	임업연	이갑연	3	22
	○ 아까시나무 개화기 예측 및 장화기 다밀성 우량 개체 선발과 증식	서울대	이경준	3	39
	○ 생물 공학 기술을 이용한 환경오염 정화용 포플라의 선발 및 육종	서울대	현정오	3	13
임산 부산물 이용	○ 송이 발생 예측에 의한 환경 관리 기술 개발	임업연	김현중	3	14
	○ 정제 옷칠의 생산 기술 개발	건국대	송홍근	3	14
	○ 밤 가공공장 밤껍질에서 밤전분의 생산에 관한 연구	동신대	전병관	3	43
	○ 온돌을 이용한 목초 제조 장치와 간이 솥가마 개발	상주대	권오규	2	11
	○ 소나무속 화분 이용 기술 개발	전북대	김계환	3	27
산림 식물 기능성 추출물	○ 산림자원의 약리 성분 탐색에 의한 신 임산 소득 작목 개발	임업연	오중환	3	19
	○ 한국산 수목으로부터 생리 활성 물질 개발과 생리 활성 검색 자료 전산화	국민대	김영균	3	20
병 해충 방제	○ 밤나무 해충 항공 방제 효과 제고 기술 개발	임업연	송유한	1	12
	○ 솔잎혹파리 방제용 자동수간조사기 개발	임업연	이범영	1	7
	○ 천적 사육용 솔잎혹파리 유충 채집 기술 개발	상지대	정상배	1	6
	○ 밤바구니 유인제 개발	임업연	신상철	3	12
	○ 산림자원으로부터 무공해 생물 농약의 탐색 및 개발	임업연	박지두	4	15
야생 동물 수렵	○ 야생조류 집단 서식지 삼림군락 파괴에 따른 산림생태계 복원에 관한 연구	공주대	조삼래	3	15
	○ 식약용 오소리 대량 인공 증식 기술 개발	임업연	배운익	2	11
	○ 집토끼의 수렵자원화 기술 개발	임업연	유병호	2	12
	○ 농림업 수렵의 정립을 위한 야생조수 자원화 연구	고려대	변우혁	4	17
조경 재료 개발	○ 한국 자생조경수의 신품종 육성 및 대량 증식법 개발	임업연	노의래	3	14
	○ 분재 속성 재배 기술 개발	임업연	박남창	3	11
	○ 야생화 규격묘 생산 기술 개발	임업연	이원열	3	33
	○ 조경 수목의 컨테이너 생산 기술 개발	한경대	김태진	3	9
	○ 분재 소재 양성 기구 개발에 의한 고급 분재 대량 생산 및 조기 수확에 관한 연구	강원대	이기의	3	6

임산활용·생태 소분야 별로 연구 성과를 표 7-2에 집계하였다. 교육 지도(평균 2.1건), 언론 보도(평균 1.7건), 산업재산권 출원(평균 0.9건)은 비교적 많은 편이나, 정책에 직접 활용하는 부분(평균 0.7건)과 타연구에의 활용(평균 0.3건), 논문 게재(평균 1.0건), 학회 발표(평균 0.4건) 등은 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 여기서 집계된 연구 성과는 최종보고서 제출 당시의 결과로써, 기술 이전, 정책 활용, 논문 및 학회 발표, 산업재산권 출원 등은 비록 연구 과제들은 종료되었지만, 앞으로 실제 연구 성과 건수는 점차 증가할 것으로 기대된다.

<표 7-7> 임산활용·생태 소분야 별 연구 성과 (1994~1999)

소분야	교육 지도	정책 활용	타연구 활용	논문 게재	학회 발표	언론 보도	산업 재산권	전 시
수목재배·증식·이용	3	1	1			1		
임산 부산물 이용	22	3	2	9	6	11	6	
산림식물 기능성 추출물				4	1	8	4	
병·해충 방제	10	7		3	2	9	4	1
야생동물·수렵	11	5	3	6		12		1
조경재료 개발	6	1	2	2		1	9	1
계	52	17	8	24	9	42	23	3
과제당 평균	2.1	0.7	0.3	1.0	0.4	1.7	0.9	0.1

각 소분야별로 연구 기술 개발 내용을 요약하면 다음과 같다.

가. 수목재배·증식·이용

옻나무 재배 적지 선정과 식재 간격과 비료 살포량 등의 연구를 통하여 옻나무 영속 안정 재배 및 보속적 칠액 생산을 위한 무육 기술을 개발하고, LPG 식 이동형 화철 기계를 제작하여 채칠법의 개량 및 기계화의 가능성을 타진하였다. 옻나무 우량 품종 육성 및 유전자 보존을 위한 기초 연구와 옻칠액 장기 보존을 위한 용기 재질 및 형태등의 공업용 도료 개발에 관한 연구를 수행하였다.

제주도 특산 흑오미자의 자생지 식물 군집 구조 분석, 우량 개체 선발 및 대

립 다결실 품종 육성 기술, 형태·생리학적 특성 및 유전 변이, RAPDdp 의한 품종 탐색 등을 조사함으로써, 흑오미자의 대량 증식 기술과 재배 기술을 개발하여 현재 시험 재배 중에 있다. 또한 흑오미자의 특수 성분을 구명하고 각종 첨가물과의 조화를 바탕으로 천연음료로서의 개발 가능성을 연구하였다.

아까시나무의 밀원 식물로서의 가치를 제고시키기 위하여 꽃이 많이 달리는 다화수 개체 선발, 꽃이 오래 달리는 장화기 개체 선발, 꿀 생산량이 많은 다밀성 개체 선발을 바탕으로, 조직배양법을 이용하여 이러한 개체들의 대량 증식 기술을 개발하고, 아까시나무의 개화기를 예측할 수 있는 모델을 개발하는 연구를 수행하였다.

환경 정화 균근균의 접종 수목의 생장 및 중금속 흡수 능력 향상 및 토양의 정화와 오염지 식생 복원에 균근 접종묘의 이용가능성을 확인하였다. 유전공학 기법으로 외래 유전자 도입을 통한 중금속 흡수 포플라 및 대기오염 정화 포플러를 개발하였다. 개발된 포플러는 중금속 및 대기오염에 대한 내성이 증가하였고 중금속 흡수 능력 및 대기 오염 정화 효율이 향상된 것으로 나타났다.

나. 임산 부산물 이용

송이 생산 산지별 발생 패턴 분석을 통하여 생산 제한 인자를 파악하였고 극복 방안을 제시하고 송이 생산 감소의 구체적인 판단 기준을 제시하여 발생예찰을 효율적으로 할 수 있는 연구를 수행하였고, 임분 구조를 분석하여 송이 생산 임분 관리 기법을 개발하고 기본적 배양 특성을 파악하고 송이 균 판별 기법을 개발하였다. 이를 바탕으로 송이 인공 재배를 위한 접종묘 생산 기법과 검증 기법을 제시하여 활용할 수 있게 하였다.

규격화된 옷질의 양산 체계를 개발하기 위하여, 생산지별, 생산시기별 생질의 특성을 파악하였고, 정제 기술을 확립하고, 교반, 온도 조절, 종료 시점 등을 자동으로 조절할 수 있는 자동화 정제기를 제작하며, 점도가 높은 옷질을 효과적으로 여과할 수 있는 여과기를 개발하는 연구를 수행하였다.

밤 가공 공장의 밤 껍질 속에 들어 있는 밤 살을 회수하여 식품이나 기호식품으로 활용하고자 밤 껍질 속 밤 분말을 생산하는 공정을 위한 여러 가지 장치를 설계하고 제작하며 시운전을 통하여 기계와 장치를 보완하였고, 밤 분말의 용도를 개발하였다..

온돌과 농촌의 폐자원을 이용하여 다양하게 활용 가능한 목초 제조 장치와 간이 솟가마를 개발하여, 일반 농가에서도 농가 폐목 등의 부존 자원을 재활용하여 환경 농업을 실현할 수 있도록 하였다.

소나무속 화분의 일반 성분, 아미노산, 비타민을 분석하였고, 화분 파쇄 속도와 파쇄 시간에 따른 파세율 및 LM과 SEM에 의한 형태적 특성을 조사하였음. 화분 채취를 위한 휴대용 화분채취기를 개발하여 현장 적응성을 높이는 연구를 하였다.

다. 산림식물 기능성 추출물

주용 수종의 기능성 성분 탐색 및 이용 기술을 확립하고자 연구하였다. *In vitro* test에 의한 고혈압 치료 효능 수종의 선발, 굴피나무 수피의 고혈압 쥐에 대한 혈압 저하 효능을 실험, 향암 효능 수종의 선발, 오배자 향암 활성 물질 분리, 황련 향암 활성 물질 분리, 분리 향암 물질의 혼합에 의한 향암 효능 제고, 장내 유해 세균에 대한 선택적 생육 저해 물질 분리, 당뇨병성 합병증 예방 및 치료 효능 수종 선발, 붓순나무 수피로부터 당뇨병성 합병증 예방 및 치료 효능 물질 분리 등의 연구를 수행하였다.

국내에서 생육하는 수목 181종을 채집하여 건조시켜 잘게 부순 후, MeOH로 추출하여 농축한 후, 이들 각 수목의 조추출물을 대상으로 항혈액응고 효과, 항암효과 및 항바이러스효과를 검정하고, 이 중 활성을 나타내는 수목의 경우 대량으로 추출하여 이들로부터 생리 활성 유효 성분을 분리하고 정제하는 연구를 수행하였다.

라. 병·해충 방제

밤나무 항공 방제의 주 대상 해충인 복숭아명나방의 우화 시기를 지역별로 조사하여 항공 방제 적기를 구명하고, 경제적이고 효율적인 항공 방제 성력화를 위하여 항공 살포 노즐의 개선과 생태계의 부작용을 최소화 하고자 복숭아명나방 방제용 저독성 약제를 선별하기 위한 연구를 수행하였다.

자연생태계와 환경에 영향이 없는 밤바구미 예찰 및 방제용 유인 물질을 개발하기 위하여 밤바구미의 Voltannism 조사, 성충발생 최성기, 발생 빈도 및

피해율, 교미 행동, 인공 사료 개발, 축각 구조 등의 기초 생리생태를 조사하였고, 유인 물질을 개발하기 위한 냄새 물질을 탐색하고 확인하는 연구를 하였다.

주요 산림 해충인 솔잎혹파리 및 솔껍질깍지벌레 방제 작업 현장의 애로 사항을 해결하기 위한 기술 개발을 목적으로, 자동 수간주사기의 동력전달기관의 탐색, 개발 제품의 설계 및 제작, 산지 적용 시험, 실연 방제 효과 분석, 개발 제품의 경제성 분석 등의 연구를 통하여, 한사람이 천공과 약제 주입을 동시에 실행할 수 있는 자동 수간주사기를 개발하였다.

솔잎혹파리 피해임지내의 수관 부위에 분수 장치를 설치하고 강수량별 및 강수시기별로 인공 강수를 살포하여, 인공 강수가 솔잎혹파리 유충 낙하에 미치는 영향, 채집 유충의 낙하 시기별 천적 기생율 변동, 유충 채집에 유용한 채집기 개발, 유충 채집 적지에 대한 피해 임분의 회복도, 현행 유충 채집 방법과의 경제성 구명 등의 연구를 통하여 천적사육용 솔잎혹파리 유충 채집 기술을 개발함.

살충 활성 물질 및 섭식 저해 활성 물질을 분리하고 동정하였고, 산림 해충에 대한 야외 적용 전략을 세웠다. 미생물 분리 체계와 대량 배양 체계를 구축하여 천적 미생물을 탐색하였다. 살충성 B.t 선발 및 병원성 검정과 대량 배양 체계를 구축하여 시제품을 제작하였다. 한국산 천적 선충 자원 분리 체계를 구축하고 곤충 병원성 선충의 병원성과 생태 특성을 파악하여 천적 선충의 대량 배양 체계를 구축하는 연구를 수행하였다.

마. 야생동물·수렵

야생 조류 집단 번식지 내의 산림 군락 실태와 집단 번식 조류의 분포를 파악하여 삼림 군락 파괴에 따른 산림생태계 복원에 관한 연구를 수행하였다. 조류 배설물에 강한 수증 선정과 현지 적용 후의 생장 조건을 파악하였고, 전국에 서식하는 백로 및 왜가리류의 집단 서식 실태를 조사하여 각 번식지별로 번식 가능한 환경 수용력을 추정하였다. 고사한 영소목 대신에 인공 소대 설치에 따른 효율성을 조사하였다.

오소리 사육 실태, 적정 사육 시설 개발, 인공 증식, 인공 번식 기술 개발, 경제성 및 수익성 분석 등을 바탕으로, 식약용 오소리 사육 적정 시설의 규명

과 오소리 인공 증식 기술을 농산촌에 보급하여 소득 자원으로 활용할 수 있게 하고, 자연에 서식하는 야생동물 보존에 기여하는 연구를 수행하였다.

가축화된 집토끼를 수렵자원으로 활용하기 위하여 야생화 가능 우량 개체 선발, 서식 환경의 조성 기법 확립, 대량 인공 증식 기술 및 체계적인 관리 기술을 개발하고자 집토끼를 대상으로 유전자 분석 및 생존율을 조사하여 야생 적응 우량 품종을 선발하고, 자연 방사 개체를 대상으로 Radio-telemetry를 이용하여 생존율, 번식률, 은신처 및 번식처 등을 조사함으로써 대량 증식 기술을 개발하고 야외 실연 시험 및 경제성 분석을 통하여 수렵용 집토끼 사육 기술을 개발하는 연구를 수행하였다.

육용 및 방조용 꿩 종자 선발 보급, 사육 기법 개발, 생산 기법 및 방사 기법, 꿩 생산 농가의 계약 사육을 위한 제반 조건 확립, 경영 분석을 통한 꿩 산업 분야의 발전에 기여하는 연구를 수행하였다.

바. 조경 재료 개발

우리나라 자생 수목(콩배나무, 팔배나무, 누리장나무, 생강나무, 비목나무, 박쥐나무, 다릅나무, 산사나무)의 조경수로서의 가치가 높고 도시 환경에 대한 내성이 강한 수종의 신품종을 육성하여 보급하고 번식 방법을 규명하였다. 조직배양 방법을 도입하여 유전적으로 동일한 무병주 개체를 단시간에 대량으로 보급시킬 수 있는 기술을 개발하는 연구를 수행하였다.

유소목의 분재 소재를 팔방근 유도 및 조기 근장 형성, 근상 처리 및 합식에 의한 분재 수형의 조기 형성과 품격 향상, 공중 취목으로 근원부의 비대 성장 촉진과 단기간에 분재미를 좋게할 수 있는 기술을 개발하였고, 삼목이 잘 안되는 고품질 소재 수종에 대한 삼목 방법을 개선하였으며, 분재수의 우수 품종 육성을 위하여 관상 가치가 높거나 희귀성이 있는 우수 개체 선발 등에 관한 연구를 하였다.

관상용으로 가치가 있는 순수 우리나라 자생 야생화를 선발하고 대량으로 증식하여 국내외 유통이 가능하도록 규격화하고 재배시 기계화에 적합한 유묘 생산 기술에 관한 연구를 하였다.

조경 수목의 생산비 시공비를 절감하고, 이식시 활착율을 높일 수 있는 컨테이너 재배 기술을 개발하여 농산촌의 조경수 생산의 기반을 마련하며, 경제성 있

는 컨테이너 생산 기술을 개발하여 농가 소득의 향상을 도모하는 연구를 수행하였다.

분재 소재 양성기구(줄기유인기구, 가지유인기구, 뿌리유인기구 등)를 개발하고 생산 기술을 구명하여 신규성과 실용적이며 경제성 있는 분재를 생산하는 연구를 하였다.

2. 임산활용·생태 분야 연구 성과의 파급 효과

가. 연구 환경적 측면

농림기술개발사업의 지원을 받아서 수행된 임산활용·생태 분야의 연구 환경적 측면에서 가장 괄목할 만한 것은 1995년 이전에는 상대적으로 소외되었던 임학 분야에 충분한 연구비가 지원되어 연구 분위기 진작에 상당한 효과를 거두었다는 점이다. 특히, 각종 국·공·사립 연구지원 단체로부터 산발적이며 비교적 소액의 연구비를 지원 받았던 대학의 임학 관련 연구진에 연구비를 대폭 지원함에 따라서 임업 기술 개발과 인력 양성에 기여한 바가 크다고 판단된다. 과제에 따라서 연구비 분배가 다소 불합리한 면이 없지는 않았으나, 지금은 많이 개선되고 있다고 사료된다. 농림기술개발사업의 성격 상, 개발된 임산활용·생태 분야 기술을 즉시 임업 현장에 활용되어 그 효과를 발휘하게 되기를 요구하지만, 어떤 과제는 실용성을 위한 기초 자료로 이용되기도 하고 또는 효과를 발휘하는 데 장시간이 소요된다는 점에 이해가 있어야 하겠다.

<표 7-6>에서 제시한 바와 같이 임산활용·생태 분야 25과제에는 합계 420명의 연구원이 참여하여 과제당 평균 연구원 수는 17명에 이른다. 더욱이 대학 연구 과제(13 과제)에 참여한 많은 수의 연구원들이 석·박사 과정에 있는 대학원생들임을 감안할 때, 인력 양성에 미친 영향은 지대하리라 사료되며, 연구 기관에서의 연구 기자재 확충과 연구 시설 설치에도 많은 도움이 되었으리라 추정된다.

나. 학문적 측면

임산활용·생태 분야 종료 과제 25건에서 발표된 논문은 모두 24건(과제당

평균 1.0건)이며, 학회 발표는 9건(과제당 평균 0.4건), 그리고 타연구 활용은 8건(과제당 평균 0.3건)으로 집계되었다. 이것은 다른 농업 분야의 학문적 성과에 비해서 대체적으로 뒤지는 결과이다. 한편의 논문과 학회 발표가 이루어지지 않은 과제가 있는 것은 다소 의아하지만, “송이 발생 예찰에 의한 환경 관리 기술 개발”과 같은 과제는 무려 7편의 논문과 6회의 학회 발표가 있었고 12차례의 교육 지도를 수행하는 등 활발한 연구 성과를 나타내었다. 비록 연구 과제들은 종료되었지만, 농림기술개발사업으로 지원 받은 연구 과제의 결과를 바탕으로 앞으로 많은 논문 게재와 학회 발표 그리고 석·박사 학위 논문과 연관된 연구 인력 양성 건수는 점차 증가할 것으로 기대된다.

다. 교육 지도적 측면

연구 과제를 수행하여 개발된 기술을 실제 현장에서 직접 교육 지도하는 일은 대단히 중요한 사항이다. 종료된 25개의 과제들이 모두 52건의 교육 지도를 이룩하여 과제당 평균 2.1건으로 상당히 활발하였다. “송이 발생 예찰에 의한 환경 관리 기술 개발”, “은들을 이용한 목초 제조 장치와 간이 숯가마 개발” 등과 같은 연구 과제는 10건 이상의 교육 지도 성과를 나타내어 괄목할 만하다.

라. 국가 경제·정책적 측면

연구가 종료된 후 시간이 오래지 않아서 국가 경제에 미치는 효과를 추정하는 것과 정책에 반영되는 것을 평가하는 것은 쉽지 않으나, 보고된 자료에 의하면, 17건(평균 0.7건)의 정책 활용과 23건(평균 0.9건)의 산업재산권이 출원되었다. 정책 활용은 병·해충 방제 및 야생동물·수렵 소분야에서 산림청과 지방자치단체에 건의하는 방법으로 비교적 활발히 이루어졌고, 산업재산권 출원 건수는 임산 부산물 이용 및 조경재료 개발 소분야에서 많았다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

산림청에서 제정한 제4차 산림기본계획(1998-2007)에는 임산활용 부분에 대한 구체적인 임정 방향을 산림소득 전략 품목의 중점 육성으로 세워 놓음에 따라서, 이 임정 방향에 걸맞는 기술 개발 연구가 필요한 시점이다. 고소득화 전략 품목의 경쟁력 강화와 새로운 산림 소득원 개발 보급으로 농산촌 소득 증대를 이룩하겠다는 취지이다. 그에 따라서 산림 소득 전략 품목에 대한 재배 기술을 개발하여 보급하는 연구가 뒷받침되어야 할 것이다. 기존의 연구가 진행되고 있는 곡과수종, 공예수종, 수액이용수종, 도료수종 이외에 새로운 특용수종과 동·식물 종 및 임산활용 품목을 발굴하는 연구가 필요하다. 주산지별 생물종 및 품목별 생산 과정 연구를 바탕으로 다수확, 수출 유망 신품종이 개발되는 연구가 뒤따라 주어야 할 것이다.

활용 대상 임산물에 대한 기술 개발에서 가장 취약하다고 생각되는 부분은 자원과 그 산물이 갖는 가치 및 수요에 대한 지식과 정보가 부족하다는 점이다. 대상이 되는 생물종 혹은 사물에 대한 완전한 생활 과정과 생산 과정을 알고 있을 때, 합리적인 기술 개발 적용이 가능하다. 또한 현재와 미래의 생산성 및 수요를 예측하는데 요구되는 필수적인 정보를 얻기가 어려운 실정이다. 그러므로 특용 수목 및 산림 식물, 임산 부산물, 산림 식물 기능성 물질, 야생 동물자원, 혹은 조경재료 등의 대상 생물종과 사물에 대한 보다 근본적인 연구(양, 분포, 변이, 생태, 번식, 재배, 이용에 관한 전통적 및 새로운 방법, 수용 및 시장 가치 등)에 보다 많은 노력이 기울여져야 할 것이다. 이러한 연구 대상물들의 성질, 용도, 중요성 등은 그 지역의 생태적, 경제적, 사회문화적 조건과 밀접한 관계가 있기 때문에 대부분의 연구는 특정 지역에 한정적인 면이 있다.

앞으로의 임산활용 분야 연구는 근래 들어서 급속도로 발전하고 있는 생물공학, 전자공학, 신소재, 신물질 등의 첨단 과학 기술을 도입하여 전통적인 임업연구에 접목하는 고도의 임산활용 기술 개발 연구와 생태학, 미생물학, 정밀화학 등의 창의적 목적의 이론 연구를 바탕으로 산림 현장에 적용할 수 있는 실천적인 기술 개발 연구를 병행하여야 할 것이다. 임산활용 분야 연구에서도

생물공학 기술에 의한 신제품개발이나 형질의 부여, 산림식물 및 미생물의 생물 기능 이용 기술의 개발, 목질계 Biomass의 효율적인 전환 및 기능성 목질 신소재 기술의 개발, 원격탐사 기술과 지리정보시스템(GIS) 기술의 응용 등이 이루어질 수 있는 연구가 필요한 때이다.

산림은 목재 생산 이외에 특용 수목, 임산 부산물, 산림 식물의 기능성 물질, 야생동물, 조경 재료 등의 경제적 자원을 무한정으로 제공하는 귀중한 자연자원이다. 단기 임산 소득원을 창출하기 위한 유망 자원을 발굴하여 임산 식·약용 자원 개발, 야생화 자원 개발, 임산 버섯 자원 개발, 임산 유지 및 철 자원 개발, 수액 천연염료 상품화 개발, 야생 펄 증식 방법 등에 관하여 보다 광범위하고 실용적인 연구가 필요하다.

활용의 대상이 되는 임산물이란 넓은 의미로는 산림에서 생산되는 생산물 중에서 주산물인 목재를 제외한 모든 부산물을 일컫는다. 즉, 대, 죽순, 연료, 농용자재, 나무열매(밤, 호도, 대추, 잣, 도토리, 은행, 유동, 비자, 산딸기, 솔씨, 산수유 등), 버섯(송이, 목이, 느타리, 잣버섯 등), 섬유 연료(닥, 갈저, 싸리나무 껍질 등), 수지(생송지, 옻), 약초, 수피(황벽나무껍질, 굴참나무껍질, 음나무껍질 등), 산나물, 수액(고로쇠나무수액, 거제수나무수액 등), 나뭇잎(솔잎, 떡갈나무잎), 야생동물(꿩, 오소리, 다람쥐, 멧돼지) 등을 들 수 있다. 이렇듯 수많은 임산자원을 활용하는 기술 개발 연구의 대상물과 대상 용역은 실제로 엄청나게 많다. 이들에 대한 이용 기술 개발 연구의 가능성과 잠재력은 무궁무진하다. 특용 임산물을 발굴하고 그것을 생산하는 수목과 산림 동·식물의 분류, 생리, 생태, 재배, 증식, 이용 기술 개발에 관한 연구 과제들이 제안될 수 있다.

우리나라 산림은 외국에서 들어온 병해충인 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 소나무재선충과 우리나라 토착 병해충인 잣나무털녹병, 잣나무넙적잎벌, 밤나무종실해충 등이 아직 완전히 근절되지 않고 있는 실정으로서, 이러한 병해충은 임업 생산을 저하시킬 뿐만 아니라 국토경관 및 생활 환경을 해치고 있다. 산림과 수목에 피해를 주고 있는 각종 산림 병해충의 방제 기술은 과거의 약제 살포 방제 일변도에서 벗어나 산림내의 다양한 유전자원을 보존하여야 하는 필요성을 충족시키고 임업적 생산력을 증진시키는 기술의 개발로 전환되고 있다. 아직 우리나라에서 문제화되고 있는 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 소나무재선충 등의 병해충과 야생동물의 밀도 증가에 따라 예상되는 제반 피해를 방제하

기 위하여 산림 생물의 분류, 생리, 생태 연구 결과에 바탕을 두고 병해충 발생 체계의 구명, 피해 허용 수준의 설정, 저항성 기구의 구명, 개체군 밀도를 제어하는 각종 요인을 조사하여 개체군 동태에 관여하는 제반 요인을 토대로, 천적과 저항성미생물 및 생리활성 물질을 탐색하고 그 이용법 개발과 선택성 약제에 의한 직접적인 방제법을 개선시켜 나가는 방향으로 연구가 추진되어야 할 것이다.

여 백

제 8 장 자 원

제1절 농지자원

박승우(서울대학교)

제2절 수자원

이남호(한경대학교)

여 백

제 1 절 농지자원

I. 농지자원분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 농지자원분야의 연구 동향

가. 일본

일본의 농지자원 연구분야는 '90년대 중반부터 신농업·농촌정책으로 관개배수사업, 포장정비사업, 토지개량사업, 용·배수대책과 포장정비 등 농지개량사업으로부터, 농업생산기반과 농촌의 종합적 개발을 목표로 대구획정비사업과 농촌도로, 취락단위의 배수시설, 농촌환경시설의 정비를 종합적으로 시행하고, 중산간지역의 활성화를 도모하기 위한 사업 등이 활성화되고 있다. 특히, 일본의 농지자원분야의 연구에서는 지역적 특수성을 감안한 농지개량사업의 추진과 농촌의 전통문화를 보전하고, 국토의 균형적 발전을 도모하며, 주민의 삶의 질을 향상과 친환경적 개발 등의 방향으로 발전되고 있다. 또한, 최근에는 지역 정보화기술의 발전을 꾀하고, 농지개량기술과의 접목이 시도되고 있으며, 그밖에도 재활용기술 개발 등이 활발히 이루어지고 있다.

일본의 농지자원분야 연구동향을 농지개량기술분야, 농촌환경정비기술분야, 환경조화형 농업자재개발과 농지개량사업 시공기술 및 정보화분야로 구분하여 최근 연구동향을 정리하면 다음과 같다.

1) 농지개량기술분야

일본의 농지개량기술분야는 구획정리의 계획지원시스템기술과 지리정보체계의 응용분야 등과 같은 정보화 기술분야, 지역의 수질환경을 고려한 물관리기술분야, 21세기를 지향하는 농업하부구조개선을 위한 농지정비기술분야와 경지의 대구획화에 따른 포장용배수시설의 신기술분야, 친환경적 개발을 위한 생태계를 배려한 정비사업분야 등에서 상당한 수준의 기술이 축적되고, 실용화 단계에 있다. 그밖에도 휴경 미이용지의 환경보전 목적으로 활용방안 등이 연구

되고 있다.

2) 농촌환경정비기술분야

주민참가형 농촌정비, 농촌의 경관분야, 농촌계획에서 3차원 모의모델의 응용, 중산간지역의 농촌진흥분야, 농촌과 도시의 교류분야, 농업농촌정비 분야의 새로운 이념의 정비와 경관 디자인 개념을 도입한 아름다운 국토의 형성을 위한 측면, 녹지보전, 그리고 생물상 보전과 지역환경계획과 정비 분야에서 새로운 기술 등을 개발 하고 있다.

3) 환경조화형 자재 및 시공, 정보화 기술분야

일본의 농지자원연구분야 중 농업자재개발기술분야에서는 건설부산물의 재이용, 콘크리트 폐기물의 재이용 등과 같은 재활용기술분야, 그리고 지진재해와 관련한 성토구조물에 대한 대책 분야, 축제기초의 연약지반처리 등 시공분야, 용수로의 동상대책공법, 석다발지대에서의 석력파쇄공법, 불직포를 이용한 토양법면의 침식방지공법 등 시공관리분야, 그리고 농도의 건설과 관련하여 환경정비, 편의시설, 자전거 차로의 색채와 경관 등을 연구하고 있다. 또한, 재구획정리사업의 공법의 개발과 노동환경을 고려한 포장형태에 관한 연구사례, 농작업의 안전성을 고려하는 기술 등 신기술의 개발이 이루어 졌다. 한편, 농지자원분야에의 정보화 기술의 응용으로 지리정보체계 등의 연구와 지역 정보화에 관한 연구도 활발하다.

나. 미국

미국의 농업의 특징은 대규모의 토지자원을 이용한 조방농업과 목야지를 이용한 축산농업, 그리고 이와 연관된 분야라고 할 수 있다. 따라서, 농지자원의 연구는 과도한 토양유실과 농업화학물질, 축산으로 인한 농업비점오염으로 인한 수질환경오염을 줄이는 소위 농지보전적 측면의 연구와 서부지역의 관개농지의 물관리기술, 중부지역의 농지배수와 지하수관리분야 등의 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 또한, 종래의 농지보전분야는 자연자원보전으로 발전되고, 농업생태계의 보전을 위한 연구가 진행되고 있다.

1) 농업비점오염관리기술분야

농업비점오염의 저감방안으로 정중방법의 개선과 보전경운법, 초생수로설치 등 최적관리기법의 연구와 비점오염의 관리를 위한 모니터링, 모델링 기술, 지리정보체계와 정보시스템기술의 활용 분야에서 활발한 기술개발이 이루어지고 있다. 최근에는 오염총량관리제도의 적용을 위한 대책으로 농업비점오염관리를 위한 기술개발과 교육적, 제도적 관리기술이 실용화되고 있다.

2) 자연자원보전 기술분야

종래의 농지보전분야는 자연자원보전으로 확대되어, 한계농지의 활용, 습지보전, 초지와 황야지 관리기술, 농업생태계 보전 등의 분야에서 활발한 연구개발이 이루어지고 있다. 지하수의 관리기술개발와 지하수 수질오염 예측기술의 개발 등의 연구와 서부지방의 관개조직의 시스템공학적 접근을 통한 수자원관리를 위한 연구도 추진되고 있다.

3) 건설자재 보강기술분야

미국에서의 건설자재, 시공기술분야는 농지자원분야의 연구과제로서 다루어지지 않고 있다. 토목기술분야에서 세계적인 기술수준을 갖고 있으므로, 관련된 기술은 주로 토목공학분야의 연구과제이다. 그런데, 우리 나라의 농지자원분야에서 응용되는 기술과 관련하여 흙의 보강기술분야로는 보강토 옹벽에 관한 연구가 있었고, 연약지반처리와 관련하여, 토목섬유활용기술이 발전되었으며, 그 보강효과를 계량화하기 위한 모델링 연구 등이 있다. 기타 시공기술분야는 관련된 공법 등을 특허로 등록하고, 기술 이전을 하고 있다.

다. 유럽

유럽에서의 농지개량분야의 연구는 미국 등지에서와 같이 농업비점오염관리와 지하수 수질관리 등의 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있으며, 독일 등지에서는 농촌의 정비와 재경지정비, 농도의 설치 등이 이루어지고 있으며, 농촌환경분야와 농촌계획에 대한 연구가 활발하다.

2. 국내의 농지자원에 관한 연구 동향

가. 농지개량과 농지조성 분야

국내의 농지개량분야의 연구는 경지정리사업, 대구획경지정리사업, 원예주산 단지개발, 밭기반정비사업, 간척 사업 등이 추진되면서, 계획, 설계, 시공 등의 분야에서 현장기술중심의 발전이 이루어져왔다. 농지개량과 농지정비관련사업의 계획설계기준이 마련되고, 필지 규모에 따른 농기계작업효율과 관련한 연구, 경지정리의 사후평가와 효과분석, 한국의 자연조건에 맞는 범용농경지 조성 등에 관한 연구 등이 실시되었다. 한편, 간척개발과 관련하여 끝막이 공사와 관련한 기술개발, 간척지의 환경친화적 개발 기술에 관한 연구 등이 활발히 이루어지고 있으며, 그리고 농경지의 수문, 수질모니터링과 수질 모델링 연구 등의 분야도 괄목할 만한 진전이 있었다. 그리고, 최근에는 농업기반조성사업과 농촌개발을 동시에 실시함으로써 지역개발적 균형발전에 관한 연구도 시도되고 있다.

나. 농지개량 건설시공분야

국내의 토목시공기술은 1980년부터 중동지역을 비롯하여 동남아 각국의 건설시장에 참여함으로써 국제적인 수준에 근접해 있는 것으로 알려지고 있다. 농지개량 시공분야에서도 용배수로, 농도 등 주요 토목공사의 품질개선이 이루어지고, 기계화 시공과 콘크리트 수로의 제품화, 현장 타설 기술의 발전이 이루어졌다. 또한, 농업기반조성사업의 각종 수리구조물의 표준화, 호형화 기술이 정착되고, 컴퓨터를 이용한 설계체계로서 CAD의 적용 등이 실용화되고 있다. 그밖에 농도의 건설을 위한 저비용 설계 및 시공 기술개발 등의 연구가 실시되었다.

한편, 간척농지개발에 따라 방조제의 축조공법으로 매트리스 공법, 돌망태 공법, 복합형 사석공법, 사석·해사 성토공법 등의 신기술이 개발되어 현재는 세계적 수준의 간척기술을 선도하고 있다. 그밖에도 여러 가지 연약지반 처리 기술에 관한 연구가 실시되었다.

다. 농촌생활환경정비분야

농촌생활환경정비분야는 낙후된 농촌의 생활환경을 정비하여 살기좋은 농촌을 건설하기 위한 농촌계획, 정주생활권개발, 문화마을조성 등과 농업의 소득원개발을 위한 지역산업개발 등을 포함한다. 이 분야의 연구는 GIS를 이용한 중심마을의 선정 기법에 대한 연구, 중심마을의 공간계획모델 등이 개발되었다. 또한, 지역시설의 입지선정과 토지이용계획 기법 등의 연구가 시도되었다.

라. 정보관리시스템 분야

농지개량사업의 계획이나 관리분야에서 정보기술의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 농촌용수이용합리화 계획 데이터베이스와 농촌지리정보시스템의 구축되어 농지자원과 농업기반조성사업과 관련한 기초 자료가 정보화되고, 각종 구조물설계의 표준화, 공사관리의 전산화가 실용화되고 있다. 최근에는 가뭄정보관리체계나 집중물관리시스템 등과 같이 의사결정지원시스템 기술의 응용분야의 실용화가 이루어지고, 저수지관리에서 인공지능의 활용 등의 연구도 시도되고 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술) 수준 비교 (격차)

최근 국내의 농지개량분야의 기술 수준은 건설재료 및 시공기술분야에서는 선진국에 비하여 결코 뒤떨어지지 않는 것으로 알려지고 있다. 특히, 1980년대 이래의 국제 건설시장에 적극적으로 참여하여 쌓은 시공기술은 이미 세계적으로 잘 알려진 사실이며, 그 동안 대단위농업개발사업과 경지정리사업 등 농지개량과 정비분야의 성공적인 시공 경험의 축적으로 괄목할 만한 성장을 해온 것이 사실이다.

그러나, 농지자원분야의 조사, 계획 및 설계분야에서는 계획설계기준 등 대부분의 조사설계와 관련된 자료가 일본의 기준들을 그대로 도입하여 사용하였은 까닭에 독자적이고 우리 실정에 맞는 기초적 자료가 미비한 것이 사실이다.

일본과 국내의 농지개량 시공기술의 여건에서도 상당한 차이가 있는 데, 그

것은 정해진 설계기준과 공종별 사업비가 전국적으로 지켜져야 하는 관행의 한계 때문에 신기술의 개발이 이루어질 경우라도 이를 체계적으로 보급 발전시킬 수 있는 여건이 성숙되지 않았기 때문이다. 그밖에도, 선진국에서 개발된 기술을 우리 실정에 맞도록 현장 적용성이 평가가 이루어져야 하나, 이와 관련된 분야의 연구가 시행되지 못한 어려움이 있다.

한편, 농지개량 및 정비기술은 지역적 특성에 맞는 발전을 도모해야 하는 데도 불구하고, 계획설계기준의 단일화로 인하여 일정한 기준에 따라 적용되기 때문에 빚어지는 문제도 있다. 일본의 경우는 중산간지 농지개발에 있어서도 현지 조건에 맞도록 적용하여 해당 지역의 기술로 발전시키는 사례가 많으나, 우리 나라에서는 일관된 조사설계방법의 적용으로 현지 조건에 적합치 않아 발생하는 문제도 있다.

농지자원의 효율을 극대화하기 위해서는 단순히 토지생산성의 향상에 머물지 않고 노동생산성을 높이기 위한 기술이 개발되어야 한다. 일본의 경우, 대구획화에 따른 포장배수개선 기술, 농기계의 농도회전 기술, 직파재배에 따른 농지자원의 활용 기술 등을 실용화하고 있으며, 중산간지에서 휴반 경사면에서의 작업 위험도를 낮출 수 있는 방안을 마련하는 등, 관련 부분의 개선을 도모하고 있다. 그러나, 우리의 경우는 아직 구획의 크기에 따른 작업효율을 고려하는 수준의 연구에 머물고 있다. 결국, 사람 중심의 기술개발에는 크게 못 미치는 수준으로 평가된다.

한편, 네델란드에서는 간척자원의 환경친화적 개발과 이용을 위하여 장기간에 걸친 생태학적 측면의 연구가 이루어졌으나, 우리의 경우 이 분야는 이제 초보적인 연구가 시도되는 수준에 머물고 있는 것이 현실이다. 지금도 간척개발과 관련하여 환경보전적 측면의 다양한 요구가 제기되고 있는 현실에 비추어 이 분야의 기술 수준의 낙후는 시급히 극복되어야 할 과제로 남아있다.

농지자원분야의 정보관리시스템 활용은 관련자료의 데이터베이스의 구축과 지리정보시스템의 기반구축 등에서 선진국 수준의 기술을 보유하고 있다. 그러나, 정보기술의 활용에서는 아직 실용화 단계에 이르지 못하고 있으며, 인터넷 기술의 활용도 실용화 단계에 미치지 못한 것이 현실이다.

이상에서와 같이, 농지자원분야의 국내의 기술은 계획설계의 전산화와 구조물 설계의 표준화 등 실용화 기술과 시공기술 등에서는 선진국 수준에 있다고

할 수 있으나, 이에 필요한 기초적 자료가 부족하고, 환경친화적 개발기술은 초보적 단계 수준에 머물고 있으며, 농지자원의 노동생산성의 향상과 영농활동의 안전성과 관련된 기술은 크게 못 미치고, 농업기반조성사업과 농촌개발을 연계하는 지역종합개발기술은 이제 초보적인 단계에 있다고 평가할 수 있을 것이다. 또한, 폐기물의 재활용부분이나, 기존의 농지보전 구조물 등의 유지관리와 관련한 기술도 앞으로 발전해야할 과제로 남아 있는 것이 현실이다.

II. 농지자원분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농지자원분야의 수행 연구 과제

농지자원분야는 농림기술개발사업에 의해 <표 8-1>에서와 같이 총 7개 과제가 수행되었다.

수행연구과제를 세부분야로 구분하면 건설재료분야 6개와 시공기술분야 1개 과제로 구분할 수 있다. 건설재료분야는 농업기반조성사업과 농촌개발 관련사업에서 적용되는 흙 재료나 콘크리트 재료와 관련된 분야를 말하며, 시공기술분야는 이와 같은 사업의 시공과정에서 적용이 가능한 기술을 뜻한다. 그러나, 농지자원분야는 건설재료, 시공기술이외에도 농지개발과 정비와 관련한 여러 분야가 있는 데, 이 중 일부는 수자원분야로 구분될 수 있을 것이나, 경지정리, 발기반정비, 간척개발 등 현재 막대한 재정투융자가 이루어지고 있는 농업기반정비사업과 관련한 연구과제는 수행되지 않은 것으로 나타났다.

수행연구과제의 주관연구기관은 대학이 4개 과제, 정부투자기관 2개 과제, 그리고 산업체 1개 과제로 대학이 57%로서 가장 높은 구성비를 보였다.

연구과제의 참여인원은 총73인으로 나타났으며, 연구기간을 감안한 총 참여인원은 191인으로 관련분야의 전문인력의 향상에도 기여한 것으로 나타났다.

<표 8-1> 1994년~1999년(5개년)의 농지자원분야 연구과제

분야	연구 과제 명	연구 기간	주관연구기관 연구책임자	인원
건설재료	파이프 하우스용 PC 경질판 개발사업	'94.12~'96.12(2년)	일신화학공업(주) 박광익	5
건설재료	폐콘크리트 및 아스팔트를 재활용한 농어촌도로포장공법개발	'94.12~'96.11(2년)	강원대 김광우	11
시공기술	기계화 경작로 확포장 시공을 위한 롤러 다짐 콘크리트 포장 공법의 개발연구	'95.11~'97.11 (2년)	서울대 오병환	12
건설재료	농업기반시설용 전자재 개발	'95.12~'99.12(4년)	강원대 유능환	13
건설재료	간척지 연약지반토 성토재료 활용방안연구	'96.10~'99.10(3년)	농업기반공사 김현태	7
건설재료	농업구조물에의 이용을 위한 보강 흙벽 및 공법개발	'97.10~'99.10(2년)	서울대 장병욱	13
건설재료	콘크리트용 혼화재료로서 왕겨 활용에 관한 연구	'94.12~'97.12(3년)	농업기반공사 윤상대	12
계	7 과제			73

한편, 수행된 연구과제의 주제별로 분류하면, 건설시공재료 중 폐기물 자원화와 콘크리트재료 등과 관련한 연구과제 2개, 파이프하우스와 같은 경골 구조물재료 1개, 흙 재료와 관련된 과제 2개, 기타 1개 과제가 시행되었다.

2. 농림기술개발사업의 시행전후 연구환경 변화

농지자원분야의 연구환경 변화로는 무엇보다도 참여연구인원의 확대에 인하여 양적으로 농업기반조성분야의 기술인력의 양적확대는 물론이고 연구과제수행으로 기술력의 향상에 큰 기여를 한 것으로 나타났다. 연인원 191인의 연구참여자를 연구기간으로 나누면 연평균 38.2인의 기술인력이 관련 분야의 연구에 참여하게 되었다는 것은 이 분야의 연구 인력의 양성에 공헌을 한 것이 확실하다. 특히, 연구주관기관이 대학 연구실 중심으로 한정되지 않고, 정부투자

기관과 산업체의 참여가 있었고, 그밖의 협동연구기관으로 직·간접적으로 종사할 수 있는 기회를 갖게 된 것은 기술개발자체의 효과뿐만 아니라, 관련분야의 실무 기술인력의 양성에 기여하였고, 또한, 관련분야의 연구종사자가 현장 기술의 보급에 기여하였음을 감안할 때, 이 분야의 발전에 직접적인 기여로 평가된다.

한편, 농림기술개발사업이 시행되기 이전에도 건설재료분야에 대한 연구는 학계나 산업계의 관심이 큰 분야중의 하나이다. 그것은 연구의 성과가 건설 현장에 직접, 간접적으로 활용되는 성격이 크므로, 관련분야의 현장 기술발전에 직접적인 영향을 미치는 것이기 때문이다. 그러나, 농림기술개발연구와 같이 현장 기술에 직접 적용할 수 있는 형태의 체계적인 연구는 시행되지 못하고, 따라서 단순히 조사나 시험 등에 국한되는 폐단이 있었던 것이 사실이다.

그밖에도 종래의 연구가 연구비의 제약으로 인하여 농업기반조성사업과 관련한 건설재료분야의 연구는 흙이나 콘크리트 시료중심의 실험실내에서 이루어진 규모의 한계를 가지고 있었으나, 다년간의 연구비의 지원에 힘입어 현장 타설시험 등 시험의 방법에서도 큰 발전을 이룬 것으로 평가되며, 현장에서 발생하는 건설재료와 시공상의 문제를 해결하는 방향으로 발전된 것은 큰 성과가 아닐 수 없다.

3. 개발된 주요 기술

가. 플라스틱 하우스용 경질판 개발 (일신화학공업(주) 박광억)

기존 철골온실에만 설치가능한 폴리카보네이트 (polycarbonate) 경질판을 일반보급형 비닐하우스 (파이프하우스)에 설치 가능하도록 하여 한번 피복으로 4년 이상 이용할 수 있는 장기성 온실 피복재를 개발하여 실용화하였다. 현재 시판중인 경질판은 물방울 맺힘으로 비닐하우스내 작업조건과 재배 작물의 생육에 악영향을 미치는 문제가 있는 데, 본 연구에서는 물방울 맺힘을 해결할 수 있는 처리기술을 개발함으로써, 장기성 피복소재에서도 방지처리가 가능하도록 하였다.

나. 폐건설자재의 활용연구 (강원대학교 김광우)

건설폐기물인 폐 콘크리트나 아스팔트 등을 농촌도로 포장에 적용하여 콘크리트 포장의 경우 굵은 골재의 50%를 재생 골재로 아스팔트 기층용으로 40%까지 활용 가능성을 확인하고, 현장 시공에 적용하고, 그 성과를 확인하여 농촌도로포장에서 폐건설자재의 재활용이 가능하도록 함으로서 자원절약과 환경오염방지에 기여하였다.

다. 석재-폴리머 콘크리트 재료개발 (강원대학교 유능환)

석재-폴리머 복합소재를 사용하는 고강도 폴리머 콘크리트를 개발하고, 농촌경관시설용 시제품을 개발하여 현장 설치하였으며, 기존의 콘크리트 제품에 비하여 운반과 시공이 간편하고 내구성과 방수성이 높은 것을 확인하였다.

라. 롤러다짐 콘크리트 포장공법개발 (서울대학교 오병환)

농로의 포장시공에 로올러 다짐 콘크리트 포장공법 (RCCP)의 적용이 가능하도록 연구개발하고, 현장시험시공을 실시함. 또한, 보조기층으로 soil-cement 혼합재료를 실험하고 현장시공에 적용하였으며, 400m 구간에 시험 시공후 현장조사를 실시한 결과, 실용화 가능한 수준이었음. 본 연구의 결과로 농촌도로 포장 등에서 RCCP의 활용범위의 확대 등 시공기술확립에 기여할 것으로 예상된다.

마. 연약지반 보강성토기술개발 (농업기반공사 김현태)

연약지반의 보강성토기술과 시멘트 혼합처리 고결성토공법을 현장 성토에 적용하여 실용화하고, 농업기반조성사업의 연약지반 처리공법으로 설계에 반영하였다. 또한, 고탍수비 흙시멘트 혼합기를 고안 제작하여 특허출원 중이다.

바. 보강 흙벽공법 개발 (서울대학교 장병욱)

흙과 보강재의 물성과 강도특성을 분석하고 보강흙벽 제작 및 양생, 진조기술을 개발하였으며, 시작품의 단열효과, 경제성 분석을 실시하였다. 본 연구의 결과로서 제작된 섬유인발시험기는 흙 보강관련 연구에 기여할 것이며 특허출

원 중이다.

사. 왕겨재 콘크리트 혼화재 활용기술개발 (농업기반공사 윤상대)

왕겨재를 분쇄하여 콘크리트 혼화재료로 적용하고, 콘크리트 강도시험결과를 통해 최적 혼입율을 설정하였다. 개발된 왕겨재 혼화재는 기존의 상업용 혼화재보다 우수한 성능을 나타냈으며, 결과 제품의 색깔이 검어 태양복사열 흡수에 유리하므로 농어촌 도로포장재료로 유리할 것으로 예상되었다. 왕겨재를 콘크리트 혼화재로 실용화할 경우, 미곡종합처리장 등에서 왕겨 부산물의 판매로 높은 수익을 보장할 수 있을 것임. 연구결과로서 왕겨재가 혼입된 콘크리트 및 그에 사용되는 왕겨연소시스템 특허 출원 중이다.

이상에서와 같이, 농지자원분야의 연구결과는 관련 분야의 기술향상에 직접, 간접적으로 크게 기여하였을 뿐만 아니라, 현장적용과 시설물의 설치 등을 통하여 해당지역의 주민으로부터 높은 호응을 얻을 수 있었다. 연구결과로부터, 특허출원 3건이외에도 많은 수의 학술논문을 게재하고, 학술발표를 실시하는 등의 성과가 있었다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

농지자원분야는 농업기반조성사업 중 간척사업 등과 같은 농지조성기술과 경지정리와 발기반정비사업을 포함하는 농지개량기술분야, 농촌생활환경의 정비, 문화마을사업등과 관련한 농촌생활환경기술분야, 그리고 농업기반조성사업과 관련된 건설재료 및 시공기술분야, 정보관리기술의 이용분야 등으로 세분할 수 있다.

앞서 고찰한 농지자원분야의 지난 5년 동안의 연구수행과제는 건설재료 및 시공기술분야로 국한하고, 여타의 분야에서는 수행과제가 없었다. 물론, 농지개량기술분야와 관련하여 농업용수의 개발과 이용 등은 수자원분야의 연구수행과제에서 수행된 것이 사실이나, 그밖의 농지자원분야의 측면에서 농지의 조성

과 정비에 필요한 신기술에 대한 연구가 전무하였다는 것은 매우 놀랄만한 일이 아닐 수 없다.

또한, 농촌생활환경기술분야나 농지개량기술분야 등이 망라되어 종합적인 농촌개발과 관련한 기술분야의 연구가 중요하나 이에 대한 연구가 수행되지 않았다.

여기서는 농지개량기술분야, 농촌생활환경기술분야, 건설재료 및 시공기술분야, 그리고 컴퓨터 이용 등을 통한 이상의 분야를 통합한 농지자원의 컴퓨터 이용기술분야로 대별하여 향후 연구 방향을 정리하도록 한다.

가. 농지개량기술분야

□ 농업기반조성사업의 조사, 설계자료의 집대성과 공사 사례 조사연구

지금까지의 농지개량기술분야의 발전은 간척사업, 경지정리사업, 밭기반정비사업 등 농업기반조성사업의 조사, 설계 및 시공과 관련한 현장 중심의 기술 위주로 이루어졌다. 그러나, 앞에서 지적한 바와 같이 계획설계와 관련한 우리나라의 특수성을 감안한 체계적인 조사연구가 미진하며, 대부분 외국의 사례나 연구결과를 그대로 적용하는 수준에 있는 것이 사실이다. 따라서, 그간의 조사설계 및 시공사례를 중심으로 그 성과와 문제점을 진단하고, 기초적인 자료를 집대성하여 장래의 계획설계에 활용할 수 있는 연구가 필요하다. 또한, 그동안의 농업기반정비사업의 공사와 관련하여 실수요자인 농민의 평가를 실시하여 그 결과를 분석하는 일과 공사의 실패나 성공 사례를 중심으로 그 원인을 분석하고, 대책을 마련하는 등의 조사 연구도 중요하다.

□ 영농의 안전성과 작업효율의 극대화를 위한 연구

경지정리사업은 궁극적으로 영농작업의 효율을 개선하기 위한 것이다. 따라서, 농작업의 안전성과 효율성을 극대화할 수 있는 방안이 마련되어야 하며, 경사도나 굴곡의 정도 등 지역의 특성에 맞는 농지정비가 이루어져야 한다. 땅고르기에서 경지의 균평도는 어떤 기준으로 하는가에 따라 공사비와 경운작업에 소요되는 노력 등이 좌우되므로 이와 같은 기준도 마련되어야 할 것이다. 이와 같이 농지개량기술분야에서는 영농과 관련한 각종 기초자료를 조사분석

하고, 이를 바탕으로 영농의 안전성과 편의성을 극대화할 수 있는 방향으로 전개될 수 있도록 하는 연구가 필요하다.

□ 환경친화적 농지개발 및 개량기술 연구

농지개량기술은 토양과 수분보전에 기여함으로써 농경지로부터 토양유실, 영양물질손실을 줄이는 역할을 한다. 이와 같은 환경보전측면에서 농지개발과 농지개량사업이 중요한 반면, 간척농지개발 등은 갯벌의 생태환경을 파괴한다는 시각도 있으며, 일정 규모이상의 농지개발과 개량사업에서도 이로 인한 환경영향평가를 실시하여야 하는 등 환경과의 관계를 조정해야하는 시점에 있다. 농경지에서의 유해성 기체의 발생량이 관심의 대상이 되고 있으며, 수계별 오염총량제의 실시에 따라 농경지로부터 농업비점오염물질의 관리가 주요 과제가 되고 있다. 또한, 농촌의 경관과 생태보전차원에서 환경친화적 농지개발과 농지개량 기술의 필요성이 높다. 따라서, 농업비점오염관리기술과 환경친화적 농지개량기술의 연구가 필요하다.

나. 농촌생활환경기술분야

농촌의 생활환경은 도시에 비하여 상대적으로 열악한 것이 현실이며, 이를 극복하기 위하여 농촌계획, 정주권개발사업, 문화마을사업, 농기계화 도로(농도)사업 등 다양한 농촌생활환경정비와 관련한 사업이 시행되고 있다. 농촌생활환경정비는 단순히 주거환경만을 도시수준으로 바꾸는 일이 되어서는 안되며, 농촌이 갖는 순기능을 극대화시킬 수 있도록 전통문화의 계승, 아름다운 전원과 경관을 유지하는 동시에 주민들의 소득에 기여하는 취약단위로서의 기능을 보전할 수 있도록 학제간의 종합적이고 체계적인 발전을 꾀할 수 있도록 하는 기술의 개발이 요청된다. 특히, 여러 가지의 농지개발과 정비사업을 농촌생활환경정비와 연계할 수 있도록 하는 종합적 개발과 관련한 방향성을 제시할 수 있는 연구도 필요하다.

다. 농업기반조성사업 건설재료 및 시공기술 분야

앞서 고찰한 바와 같이 지금까지의 수행된 농지자원분야의 연구과제는 주로

건설재료 및 시공기술분야에 관련된 과제들이었다. 수행된 과제들은 주로 저비용 또는 전통적인 건설재료나 시공기술의 개발을 목표로 하고 있다. 그러나, 국가경제의 발전을 감안할 때, 10년, 20년 후를 생각해본다면 저비용 위주의 건설재료 개발을 위한 연구보다는 문화적 전통의 계승이나 품질의 향상과 안전성의 확보 등을 목표로하는 연구과제가 필요하다고 생각된다. 또한, 농업기반조성사업과 관련된 건설재료, 시공기술이어야 하므로 단순히 건설공사 그 자체만을 위주로 하는 시각보다는 농지의 생산성이나 가치를 높일 수 있는 방향으로 대전환이 이루어질 필요가 있다. 예를 들어, 간척농지 토양의 물성을 개량하는 데 필요한 방안은 어떤 것이 있는가? 혹은 농지의 복원을 위하여 필요로 하는 기술은 어떤 것이 있는가 등의 문제로 시각의 전환이 요청된다.

라. 정보시스템의 응용기술분야

근래에는 지리정보시스템 (GIS)을 이용한 농지자원의 이용, 농촌계획 등의 응용분야가 비약적인 발전을 하고 있다. 국가적으로도 국가지리정보체계 (NGIS)의 구축을 위한 노력이 이루어지고 있고, 일부 농업기반조성사업에서도 농촌지리정보체계 (RGIS) 등이 개발되어 실용화되고 있다. 또한, CAD시스템의 응용이나 internet을 이용한 농지자원과 관련한 정보처리기술도 실용화되고 있다. 농업기반조성사업 등 농지자원분야는 여타의 분야보다 방대한 지리정보 자료가 요청되고, 이를 체계적이고 종합적으로 활용할 수 있는 기술의 개발은 무한한 잠재성이 있다고 할 수 있다. 또한, 농업기반조성사업의 계획, 설계 등에 GIS와 의사결정지원시스템, 인공지능기술 등을 종합적으로 활용함으로써 보다 합리적이고, 체계적인 개발을 꾀할 수 있을 것이다.

제 2 절 수자원

I. 수자원분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 수자원에 관한 연구동향

수자원은 농업생산을 위한 필수적인 자원이다. 과거에는 수자원의 양적인 관리가 주요 관심 대상이었으나, 최근 들어서는 생활하수, 산업폐수 및 축산폐수 등에 의한 하천수질오염의 증가로 가용 수자원이 감소되어 수자원의 질적인 관리가 중요하게 되었다. 가용 수자원의 감소는 물부족 문제를 야기하게 되고 이는 기존 수자원의 효율적 이용의 중요성을 높이는 계기가 되었다.

1970년대 후반기부터 일어나기 시작한 수리시설의 보강과 현대화사업에 대한 물결은 초기에는 주로 수로라이닝, 수문, 제어장치, 수량측정, 및 용수공급 시설 유지관리를 위하여 필요한 예산확보 등이 주요 과제로 판단되었다. 그러나 초기단계의 이러한 과제는 급속히 그 내용이 변화하여 수리시설의 문제점 개선문제와 관련된 Hardware적인 시설보강 문제는 30~40%에 불과하고 나머지 60~70%에 해당하는 문제는 주로 조직 및 기구와 정책방향의 개혁, 능력배양, 교육 훈련, 정보시스템개발, 사기진작 등 Software적인 문제가 주된 해결 과제로 등장하였다.

1992년 리오데자네이로에서 개최된 세계환경정상회의에서 채택된 『의제 21』은 지속가능한 수자원개발에 관한 주요 지침을 제공하였다. 이 지침에서는 신선한 물의 공급과 수질보전에 관하여 수자원 관리문제를 총체적으로 다루고 있다. 여기서는 제시된 주요 원칙은 첫째, 신선하고 맑은 물은 유한하고 상하기 쉬운 자원이며, 생명체를 보전하고 개발과 환경을 유지하는 필수적 요소이고, 둘째, 물은 경쟁적 수요자들에게 경제적 가치를 가지며 경제적 상품으로서 인정되어야 한다는 것이다.

많은 국가들이 자체적으로나, ICID, 다른 민간기구, 세계은행, 아시아개발은행 등을 통하여 농업용 수자원 공급여건에 대한 연구와 검토를 해오고 있다.

이와 관련하여 수자원분야에 대한 이들의 연구내용 중 문제점으로 지적된 사항은 다음과 같다.

- 1) 극도로 저조한 물사용효율
- 2) 효율적인 수자원 보전 계획을 수행하려는 결정의 미비
- 3) 용수공급의 부적절, 불균형 및 적기공급의 불량
- 4) 지역에 따라 과도한 용수공급으로 인한 배수불량
- 5) 공공기관의 낮은 수준의 대 고객 서비스
- 6) 물을 경제적 상품으로 받아들이지 않거나 실질적 인식 부족
- 7) 광역체제의 종합적 수자원관리 전략이나 정책의 결핍
- 8) 농업용수 공급관리에 대한 정기적인 평가 결여

가. 농업용수개발 및 물관리분야

농업용수부족 문제를 해결하기 위한 수자원의 외연적 확대는 막대한 자금의 투입과 많은 개발기간을 요구하는 관계로 한계에 도달되어 있어 신규 수자원의 개발을 위한 기술 개발은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 최근 들어 수자원 부족의 해결의 물사용효율의 증대를 통한 수자원의 내연적 확대에 초점이 집중되고 있다.

컴퓨터와 통신시스템의 급속한 발달로 인해 이들을 활용한 많은 기술들이 개발이 되고 있다. 물관리의 일차적인 성패는 얼마나 정확하고 많은 정보를 소유하고 있는가에 달려있다는 판단아래 물관리를 위한 관리정보시스템(MIS, Management Information Systems), 결정지원시스템(DSS, Decision Support Systems)등이 개발되어 활용되고 있다. 이들을 위한 기초적인 도구로는 수문 모형, 관개모형, 데이터베이스, 지리정보시스템(GIS, Geographic Information Systems), 원격탐사(Remote Sensing)등이 활용되고 있는 실정이다.

수문모형이나 관개모형은 그 동안은 수학적 모의모형이나 확률 개념을 도입한 추계학적 모형이 주를 이루고 있었으나, 최근에 들어서는 퍼지이론(Fuzzy Theory), 신경망(Neural Network), 유전자알고리즘(Genetic Algorithm), 혼돈이론(Chaos Theory)등의 활용이 시도되고 있다.

수리·수문학적 이론의 개발과 증발산량 자료수집 등과 같은 기초연구는 수

십년간 시행되었지만 아직도 계속되고 있다. 그리고 유역 및 포장에서의 모니터링이 이루어지고 있으며, 관개사업이나 물관리시스템의 경제성 등을 평가하는 연구들이 증가하고 있는 실정이다.

토양수분모형을 이용한 관개계획은 실측에 의하지 않고 관개계획을 수립할 수 있는 이점을 주며, 많은 모의 조작을 통하여 무계측지역이나 관개계획을 수립하려는 지역에 대하여 적절한 관개계획을 제시해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 수자원의 효율적 이용과 적절한 분배를 가능하게 한다. 계획에 의한 관개의 시행은 관개용수의 적용효율의 제고 및 수자원의 효율적 사용, 작물의 생산성 향상을 위해 필수적인 것이며, 관개계획은 관개시기와 관개량을 예측하는 의사결정과정으로서 이를 결정하는 기준이 필요하기 때문에 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

나. 수질관리분야

농업유역은 생활하수, 축산폐수, 비료 및 농약에 의해 점차적으로 오염되고 있어 유역관리를 통한 비점오염 저감책이 요구되고 있다. 유역의 오염부하량의 특성과 그 양을 파악하기 위해 유역을 대상으로 유역조사와 수문, 수질 모니터링이 실시되고 있다. 수문·수질 자료를 분석 한 결과에 의하면 가장 주요한 오염원은 축산분뇨였으며, 전반적인 축산관리의 소홀이 문제인 것으로 판명되었다. 분뇨처리시설이 미비한 농가에서 농경지에 살포하는 분뇨가 오염부하량의 주원인이었다. 또한 가축들의 하천에 방뇨가 수질악화에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 가축분뇨수의 수질오염대책의 가장 경제적인 처리시스템은 토양환원이지만, 전처리조건 및 환원농지의 용도에 따른 시용량 차별화등에 관한 연구가 진행되고 있다.

최근 들어 유역의 수질관리를 위한 BMP의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되어 오고 있는데, 이를 위한 수질모형들이 개발되고 활용되고 있다. 비점원 오염에 대한 수질 모의발생을 위해 널리 사용되고 있는 모형에는 CREAMS, ANSWERS, EPIC, SWRRB, GLEAMS, AGNPS, SWAT 등이 있는데, 이 중 농촌유역에서 장기간 동안의 비점오염물질에 대한 공간적인 농도변화를 예측하기 위한 모형으로는 SWRRB, SWAT 모형이 있다. SWRRB 모형은 미 농무성과 텍사스 대학에서 최적관리기법 평가도구로서 개발한 모형으로서 장기

간에 걸쳐 유출, 유사에 대한 모의가 가능하다. 또한 분포형 모형으로서 결과치에 대한 공간적인 분석이 가능하다. 그러나 모의할 수 있는 소유역의 개수가 10개로 한정되어 있고 하천에서의 영양물질에 대한 모의발생 및 추적기능이 없다. 이러한 단점을 보완한 모형이 SWAT 모형이다. SWAT 모형을 적용하기 위해서는 국내 적용사례가 없기 때문에 모형에 대한 적절한 평가가 요구된다.

이러한 분포형 모형의 적용상 문제점의 하나는 입력자료가 방대하여 이를 구성하는데 많은 시간과 비용을 필요로 한다는 것이다. 이러한 단점을 해결하고 공간적 특성에 따른 자료의 효율적 수집, 관리, 분석 등을 뒷받침하기 위해 GIS가 많이 사용되고 있다. GIS 소프트웨어 중 GRASS는 미 공병단에서 개발된 것으로서, 여러 종류의 수학적 모형들과 연계가 이루어져 있다. GRASS를 연계시켜 적용된 비점원오염 모형으로는 ANSWERS, AGNPS, SWRRB, SWAT 등이 있다.

2. 국내의 수자원에 관한 연구동향

가. 농업용수개발 및 물관리분야

저수지 관리를 위해 개발된 모형들은 ROS, DIROM, DAWAST등이 있는데, 저수지 규모결정에는 ROS와 DIROM이 활용되고 있고 DAWAST는 저수지의 한해대책 수립을 위해 활용되고 있다. 관개조직의 모의조작을 통해 관개방법 및 관개효율 등을 계산할 수 있는 NETWOR모형도 개발되었다.

특히 국내에서는 10여 년 전부터 집중물관리시스템에 대한 관심이 집중되기 시작하여 1980년대 말에 안축지구에 시범사업이 시작된 이래 충주지구, 상주지구, 성주지구에서 시범사업이 계속되고 있어 앞으로 그 결과에 따라 확대 보급될 예정이다.

관리정보시스템과 결정지원시스템의 개발도 활발히 이루어지고 있어 Web을 활용한 수리시설물관리시스템, 재해방지 관리시스템등이 활용되고 있다.

우리나라에서는 관개계획수립에 필수적인 발관개 용수량 산정 및 전작물의 소비수량 산정에 대해 꾸준한 연구가 이루어 졌으며 Jensen-Haise 방법에 의한 증발산량 계산과 토양수분 감수곡선법에 의해 토양수분을 예측하고 계획관

개를 위한 모형을 개발되었으나, 근군역의 토양수분단명을 제시하지 못 하였다. 기상자료를 이용하여 토양수분을 계산하고 증발산량을 계산, 생산량을 추정하는 모형을 제시 관개계획의 가능성도 제시하였으며, 토양수분수지의 분석 및 생산량 함수를 유도하여 생육단계별 최적관개수준을 제시하여 관개계획의 전환점을 마련하였다. 이미 적용성이 입증된 토양수분 이동모형 SWATRER를 이용한 관개계획모형(IRIS)이 개발되어 토양수분 유지수준별 관개량, 관개회수 및 관개간단일수 등이 비교 분석되었다.

수자원관리를 위한 모형이나 시스템을 개발하는데 퍼지이론(Fuzzy Theory), 신경망(Neural Network), 유전자알고리즘(Genetic Algorithm), 혼돈이론(Chaos Theory)등을 시험적으로 적용되고 있다. 인공지능을 이용한 전문가시스템의 개발도 시도되었다.

나. 수질관리분야

국내에서는 유역의 수질관리를 위하여 점원만을 대상으로 수질예측모형에 의사결정지원 시스템의 결합을 시도하였고, 유역에서의 종합적인 수질관리를 위하여 의사결정지원기법(DSS)을 이용한 수질관리 모형과 농업유역에서의 비점원오염 부하량을 효과적으로 해석하기 위하여 지리정보시스템(GRASS)과 농업 비점원 오염모형(AGNPS)을 결합한 지리정보시스템기반의 농업 비점원 오염추정모형 GIS-AGNPS를 개발하여 활용하고 있다.

우리나라 농촌지역에서의 가축분뇨수의 수질환경에 대한 영향과 기작에 관한 체계적인 연구는 문제의 심각성에도 불구하고 그리 흔치않다. 먼저 가축분뇨의 원단위결정, 오염실태 조사 등 관련연구가 실시되었고, 경기도 양주군에서 가축분뇨수가 수질오염에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 가축분뇨수의 부숙과정중 미생물상의 변화와 이의 토양환원 때 부숙정도와 시용량에 따른 지표수 및 토양내 세균의 오염정도를 규명하고자 하였으나 처리방법, 시용량, 토양수분에 대한 유의성을 관찰하지 못하였다. 경기도 북하천의 상류유역을 시험유역으로 선정 오염원 및 하천수질, 유달을 등을 조사한바 있는데, 하천수질 오염부하는 가축분뇨수의 기여가 가장 큰 것으로 나타났다. 가축분뇨수의 무단방류가 셋강오염에 미치는 영향을 분석하기 위해 경기도 이천군 대죽리의 셋강오염지도를 작성한바 있다. 농업유역의 토지이용에 따른 오염 부

하량을 조사 분석한 결과 축산 폐수보다는 생활오수의 영향을 받는다고 보고하였다.

3. 선진국 대비 국내 연구수준 비교

수문모형, 관개모형, 수질모형들의 개발은 선진국과 비교할 때 저조하지만, 선진국에서 개발된 모형들의 이용은 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이들의 활용을 위해서는 우리나라 실정에 맞게 보정이 되어야 하는데, 이를 위해서는 수문·수질자료의 수집을 위한 모니터링이 필수적이다. 현재 외국에 비해서는 각종 자료 수집을 위한 모니터링이 활발하지 못해 이에 대한 대책이 요망된다.

수자원관리나 유역의 수질관리를 위한 통합관리시스템의 개발도 시도되고 있으나 아직 초보단계에 머무르고 있고, 농업용 수자원 공급관리에 대한 정기적인 평가가 부족하고 관리시스템 도입에 따른 경제성 평가도 거의 이루어지고 있지 못하다.

선진국에서는 축산분뇨를 자신들의 농지로 환원시키는 경작시스템을 이용하고 있지만, 우리나라에서는 급속한 경제성장과 사육두수 당 경지면적이 적어서 이러한 순환시스템이 깨졌고, 더욱이 우리나라의 축산폐수는 하천까지의 도달거리가 짧아 이에 대한 연구와 전반적인 대책이 시급함. 우리나라의 축산폐수는 지금까지 대부분 인위적인 정화처리시스템의 개발을 위주로 연구되어 왔으나, 이에 대한 현실적인 한계를 받아들이는 한편 생태계순환을 고려하는 자연정화기법에 대한 행정 및 기술적인 연구가 필요한 실정이다.

II. 수자원분야의 연구성과 및 파급효과

1. 수자원의 분야별 성과 분석

농림기술개발사업의 수자원분야는 총 19과제가 완료되었는데 모두 현장애로 기술개발 사업으로 수행되었다. 분야별로 수행된 과제는 물관리기술분야에 4과

제 수리시설관리기술분야에 5과제, 수질관리기술분야에 1과제, 배수개선 및 재해관리기술분야에 3과제, 지하수기술분야에 4과제, 친환경개발기술분야 2과제로서 그 내용은 아래와 같다. 수자원분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 19개 과제에서 총 국내 30편, 국외 10편의 논문이 발표되었다.

<표 8-2> 분야별 기술개발 현황

분 야	과 제 명	주관연구기관	책임자	완료
물관리	농업용수의 관수로 시스템 계획과 물의 이용 및 관리에 관한 연구	서울대학교	박승우	1997
	집중 물관리 시스템 실용화 연구	농어촌진흥공사	정병호	1997
	관개저수지의 한발 및 홍수 예측기법과 관리 지침 개발	충남대학교	김태철	1999
	시설영농을 위한 용수 및 농지의 효율적 이용관리기술 개발	환경대학교	이남호	1999
수리시설 관리	농업수리 시설물 관리를 위한 정보시스템 개발	전북대학교	고홍석	1998
	항구적 한해대책과 농업용수확보를 위한 저수지 유지관리 활용방안 연구	경북대학교	서승덕	1996
	농업용 수리구조물의 보수보강 신기술 개발	강원대학교	최예환	1996
	저수지 준설토의 효율적 활용방안 연구	전북대학교	손재권	1996
	농업용 저수지의 안전관리와 노후화에 따른 재개발 대책	서울대학교	장병욱	1996
수질관리	농어촌 상수보존 및 하폐수 처리에 관한 연구	농어촌진흥공사	이광식	1997
배수개선/ 재해관리	플라스틱 드레인(PD)재를 이용한 저습답의 배수 개선에 관한 연구	농어촌진흥공사	김석열	1997
	배수개선 홍수분석 시스템 개발	농어촌진흥공사	김현영	1997
	농림수산 재해업무 지원시스템 개발	한국농림수산정보센터	신승균	1997
지하수	제주지역 지하수 인공함양에 관한 연구	농어촌진흥공사	이종선	1996
	소유역 지하댐 개발에 관한 기술개발	농어촌진흥공사	최병수	1996
	수평착정공법을 이용한 무동력 지하수 활용기술	농어촌진흥공사	김문하	1996
	지하수 관정의 적정관리를 위한 사후관리 방안에 관한 연구	농어촌진흥공사	정형재	1997
친환경개발	농어촌지역 소하천의 환경정비기법 개발	농어촌진흥공사	윤경섭	1998
	간척지개발과 연안의 친수환경조성 연구	농어촌진흥공사	박상현	1999

가. 물관리기술분야

농업의 생산성 제고 및 경쟁력 제고를 목적으로 농업용 수자원시스템인 저수지의 효율적인 운영을 위한 기술들이 개발되었다. 인력 절감과 용수절약을 위한 집중물관리 시스템의 실용화연구에서는 집중물관리 시스템의 설계 및 운영 기술이 개발되었다. 관개저수지의 한발 및 홍수 예측기법과 관리 지침 개발 연구에서는 가뭄을 평가·예측하여 이를 극복할 수 있는 방안을 제시하였고, 홍수시에는 피해를 최소화 할 수 있는 관리지침을 제시하였다. 농업용수로의 관수로시스템 계획과 물의 이용 및 관리에 관한 연구에서는 현재 시범사업이 진행 중인 용수로의 관수로화에 대비하여 관로망의 계획, 설계, 시공 및 유지관리를 위한 수리계산 및 최적계획기술을 개발하였다. 시설영농을 위한 용수 및 농지의 효율적 이용관리기술 개발 연구에서는 시설영농을 위한 용수의 이용관리 기술이 개발되고 시설농업의 적지분석 기술이 개발되어 농지의 효율적 이용이 가능토록 하였다.

물관리분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 국내 17편, 국외 5편의 논문이 발표되었다.

나. 수리시설관리기술분야

저수지를 포함한 농업수리시설물의 관리를 위하여 정보시스템, 저수지의 유지관리, 준설토처리, 안전관리등에 관한 방안이 제시되었고 수리시설물의 보수보강 기술이 개발되었다. 농업수리 시설물 관리를 위한 정보시스템 개발 연구에서는 농업수리물을 포함하여 수자원관리, 환경관리, 방재관리를 위한 데이터베이스구축 기술을 개발하고 이를 Web을 이용하여 수요자들이 손쉽게 활용할 수 있는 기술들이 개발되었다. 항구적 한해대책과 농업용수확보를 위한 저수지 유지관리 활용방안 연구에서는 농업용 저수지의 퇴사량을 예측하는 기술을 개발하여 저수지의 저류능력을 유지할 수 있는 방법이 제시되었다. 농업용 수리구조물의 보수보강 신기술 개발 연구에서는 내구성 등의 역학적 특성이 뛰어난 수리구조물의 보수보강을 위한 신공법을 개발하여 공사비 절감, 수입대체효과 등의 효과가 있을 것으로 기대된다. 저수지 준설토의 효율적 활용방안 연구에서는 저수지의 저류능력을 저하시키는 퇴적현상의 해결방안으로 실시되고 있는 준설로 발생하는 준설토의 활용기술을 개발하였는데 농지기반정비사업

및 작물재배에 활용할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 농업용 저수지의 안전관리와 노후화에 따른 재개발 대책 연구에서는 저수지의 기능회복을 위한 공법과 폐저수지의 처리공법이 개발되었다.

수리시설관리분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 국내 6편, 국외 4편의 논문이 발표되었다.

다. 수질관리기술분야

농어촌 상수보존 및 하폐수 처리에 관한 연구에서는 농어촌 상수의 안전한 공급을 목적으로 한 전문가시스템이 개발되었고, 효율적인 마을 오폐수 처리시설의 정비방안이 제시되어 농촌의 생활환경 개선과 수질오염 방지를 위한 정책수립과 사업추진에 기여하고 있다.

라. 배수개선 및 재해관리기술분야

플라스틱 드레인(PD)재를 이용한 저습답의 배수개선에 관한 연구는 배수불량인 논외의 개선을 위해서 적정 플라스틱드레인재를 선정하고 이를 매설할 수 있는 드레인 타설장비를 개발하여 저습답을 전답윤환이 가능한 논으로 전환시켜 농지이용효율을 증진시키고 농업의 대외적인 경쟁력 증진에 기여하였다. 배수개선 홍수분석 시스템 개발 연구는 배수개선 홍수분석 시스템을 개발하여 배수개선 사업을 위한 홍수량 분석의 합리적 수행을 통한 배수시설물의 최적 규모 결정에 기여하게 되었다. 농림수산 재해업무 지원시스템 개발 연구에서는 재해발생 현황과 대책수립 및 지원현황의 일관된 보고체계와 상황분석을 위한 정보시스템이 개발되어 지역적인 재해 특성을 규명하고 합리적인 대책수립이 가능토록 하였다.

배수개선 및 재해관리분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 국내 2편, 국외 1편의 논문이 발표되었다.

마. 지하수기술 분야

제주지역 지하수 인공함양에 관한 연구에서는 제주지역의 지하수 자원의 확보 및 지하수 염분농도의 감소를 목적으로 하천에 유입공을 설치하여 강우시

일시에 유출되는 강우를 지하에 함양시킬수 있는 공법을 개발하여 물부족 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 소유역 지하댐 개발에 관한 기술개발 연구에서는 가뭄을 방지하기 위한 지하댐 개발사업의 확대 시행에 대비하여 농촌 소유역의 지하수 저류량을 극대화할 수 있는 방안과 그 이용을 극대화할 수 있는 방안이 제시되었다. 수평착정공법을 이용한 무동력 지하수 활용기술 연구에서는 수평착정공법 기술을 발전시켜 위치에너지를 이용한 무동력 지하수 개발이 가능하여 지하수 시설의 유지관리 비용 및 에너지 절감이 기대된다. 지하수 관정의 적정관리를 위한 사후관리 방안에 관한 연구에서는 관정의 효율저하 원인을 규명하고 효율의 회복을 위한 기계적·화학적 방법을 제시하였고, 관정자료의 데이터베이스를 구축할 수 있는 모델을 개발하여 체계적인 관정관리가 가능하도록 하였다.

지하수분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 국내 1편의 논문이 발표되었다.

바. 친환경개발기술 분야

농어촌지역 소하천의 환경정비기법 개발 연구에서는 소하천의 생태계 및 수생 환경보전과 친수환경 정비 기법을 개발하고 소하천 환경정비계획설계지침을 제시하여 현장 조건에 부합한 소하천 환경정비가 가능하도록 하였다. 간척지개발과 연안의 친수환경조성 연구는 현재 논란이 되고 있는 간척사업에서 환경 피해를 최소화할 수 있는 완경사 방조제, 긴팔형 수제공 등을 개발하여 세굴억제와 새로운 갯벌 조성에 기여할 것으로 기대된다.

치난경개발분야에서는 그간의 연구결과를 이용하여 국내 2편의 논문이 발표되었다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과

농림기술개발사업으로 수행된 수자원 관련 연구 과제는 분야의 특성상 영농 현장에서 직접적으로 필요한 현장에로기술이 아니라 대부분이 정부의 정책결정을 지원하거나 농업용수개발 사업의 시행을 위한 계획 및 설계에 활용될 수 있는 기술, 개발된 수자원시스템의 효율적인 유지 및 관리를 위한 기술, 수질

환경 개선을 위한 기술들의 개발을 목적으로 하고 있다.

수자원분야의 연구 결과가 농업에 미친 파급 효과를 보다 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

가. 농업 및 농촌 수자원의 내연적 확대

연구과제를 통하여 개발된 효율적인 물관리 기술들과 지하수 함양 증대 기술들은 신규 수자원 개발에 따른 경제적·시간적 손실을 방지할 뿐만 아니라 수자원 이용효율을 제고함으로써 농업 및 농촌에 필요한 농업용수, 생활용수, 축산용수, 산업용수, 환경용수 등의 확보가 가능하게 될 것이다.

나. 농지의 내연적 확대

효율적인 물관리는 작물의 생육에 필요한 양의 물을 필요한 시기에 필요한 곳에 공급하여 작물의 수확량을 최대화하는데 그 목적이 있다. 연구를 통해 개발된 물관리 기술과 수리시설 관리기술은 수리시설의 최적 기능의 유지와 관리자동화를 통해 용수 및 인력을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 생산량을 극대화할 수 있다.

배수개선 및 홍수예방을 통하여 작물의 피해를 최소화하고, 농기계의 투입이 가능한 농지 조건을 조성하고, 농지의 범용화를 위한 기반을 구축하여 농지 이용을 극대화할 수 있다. 시설농업을 위한 농공학적 기반 구축으로 시설 내에서의 물관리 및 적지선정을 통한 농지의 효율적 이용도 기대된다.

농지의 생산성 확대에 따른 농민들의 소득 증대는 농업의 경쟁력을 제고시킬 뿐만 아니라 떠나는 농촌이 아니라 돌아오는 농촌이 될 수 있는 기반 구축이 가능할 것이다.

다. 환경 보전의 효과

농촌 마을의 소규모 하수처리 기술을 통해 농촌 주민의 생활환경을 개선하고 하천의 오염을 방지할 것으로 기대된다.

시설재배 작물 및 밭작물에 비료를 물과 동시에 공급하는 경우에 부적절한 물관리는 물과 비료의 과다·과소 사용에 따른 경제적·환경적 문제를 야기 할

수 있다. 따라서 적절한 물관리가 이루어지면 농지의 오염 방지 및 하천의 수질보전에 효과가 있다.

라. 기술개발 촉진과 인력 양성의 효과

미래 농업발전의 성패는 필요한 기술의 개발과 기술개발인력의 양성에 달려 있다고 할 수 있는데 이 두 가지 모두 기술개발에 대한 투자 없이는 실현 불가능하게 된다. 대학 및 연구기관으로의 연구예산지원은 필요한 기술의 연구개발을 가능하게 하고 우수한 연구인력 배출의 토양을 제공하게 된다. 농림기술 개발사업 시작 이후에 많은 연구개발인력을 필요로 하게 되어 젊은 연구자들이 증가하고 있다. 특히 농과대학의 대학원들이 우수학생의 유치와 훈련을 가능하게 하는 기반을 구축하고 있는 중이다.

3. 연구 성과의 국가 경제적 파급 효과 분석

효율적 물관리, 물관리 자동화 및 농지 이용의 극대화는 신규 수자원과 농지의 개발에 따른 비용 부담을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 농지의 생산성 제고와 인건비 절감을 통해서 국제 경쟁력을 강화할 수 있는 효과가 있다.

농업의 소득 증대와 농촌 삶의 질의 개선은 도시로 떠난 농촌인구를 농촌으로 되 돌릴 수 있는 기반을 구축하여 도시 인구 집중에 따른 문제를 해결하고 국토의 효율적이고 균형적인 활용에 기여하게 될 것이다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 수자원의 기술 개발 방향

지난 20~30년 동안 농업용 수자원분야는 눈부신 기술발전을 이루었고 급속한 변화를 계속하고 있다. 농업수리시설의 양적 확대, 농업용수의 공급에서 농촌용수의 공급으로의 변화, 신규 수리시설의 개발보다는 이의 효율적 이용의 필요에 따른 집중 용수관리의 도입, 발기반 정비사업의 착수, 시설농업의 확대

보급에 따른 온실관개의 중요성 증가, 농업용수 수질의 급속한 악화, 벼 직파 재배의 도입, 경지의 대구획화 등으로 특징지을 수 있다.

다가오는 21세기 초에는 시장개방에 따른 외국 기술과의 경쟁, 농업용수 수질 악화의 지속, 지속적 농업의 필요성 강조, 경지의 대구획화를 위한 경지정리의 활성화, 자동화 기술 발달의 가속화, 농업용수와 기타 용수간의 경쟁 심화, 각 단체별 수리권 분쟁의 가시화, 정보화의 급속한 확산 등이 예상된다.

농업용수 공급을 통한 농업생산증대가 그간 국가 경제발전에 많은 기여를 해온 것은 박수를 받아 마땅하지만 또한 향후 20년 동안 지속적으로 증가될 식량수요 증가에 부응할 수 있도록 앞으로 세심한 준비를 갖추어 나가야 할 것이다. 이를 위한 구체적인 기술개발 방향은 다음과 같다.

- 1) 종합적인 수자원 개발과 관리
- 2) 수자원의 평가
- 3) 수자원, 수질, 수중생태계의 보호
- 4) 음용수의 공급과 위생
- 5) 물과 지속가능한 농촌개발
- 6) 수자원에 대한 기후변화의 영향
- 7) 수리권의 확보

2. 향후 연구개발과제

위에서 언급한 기술 개발의 방향에 맞추어 수자원분야에서 수행되어야 할 연구과제를 제시하면 다음과 같다.

가. 농업용수개발 및 물관리분야

- 지속적이고 환경친화적인 수자원 개발 방법의 개발
- 지속적이고 환경친화적인 수자원 관리 방법의 개발
- 경제적이고 안정적인 관개자동화시설의 개발
- 수요자 중심의 물관리 체계 구축
- 발관개 및 온실관개를 위한 기초적 연구

- 농업용수의 수리권 확보를 위한 정량적인 방법과 법적인 대책
- 농업용 수자원시스템 유지관리의 평가
- 물관리시스템 도입에 따른 용수절약의 정량화 및 경제성 평가
- 기후가 수자원 운용에 미치는 영향 평가
- 정보관리시스템의 개발
- 수자원시스템의 운용을 위한 계측장치의 개발

나. 수질관리분야

- 간척지 담수호의 수질관리 방안
- 축산폐수처리를 위한 유역관리 기법
- 생태계순환을 고려하는 자연정화 기법
- 축분의 농지환원 방안
- 축분의 에너지화 방안
- 정보관리시스템의 개발

제 9 장 축 산

제1절 사료영양

백인기(중앙대학교)

제2절 가축질병위생

김봉환(경북대학교)

제3절 가축유전육종

정일정(축산기술연구소)

제4절 가축번식

이훈택(건국대학교)

제5절 축산물가공

김현욱(서울대학교)

여 백

제 1 절 사료영양

I. 사료영양분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 사료영양에 관한 연구동향

21세기에 접어 들면서 축산분야는 가축의 생산성, 축산식품의 안전성 및 기능성, 환경친화성, 가축복지향상이란 네가지 분야를 모두 만족시켜야 지속적인 성장이 가능하다는 것을 공감하게 되었다. 따라서 사료영양분야의 연구도 국가의 발전도에 따라 위의 네가지 분야중에서 중점을 두는 정도에 큰 차이가 있다. 아직 개발도상단계에 있는 국가들은 가축의 생산성에 모든 연구의 초점이 맞추어져 있는 반면 선진국에서는 가축의 생산성 뿐 만 아니라 위에서 열거한 축산식품의 안전성 및 기능성, 환경친화성 및 가축의 복지를 동시에 고려하는 축산을 위한 사료영양연구에 매진하고 있는 것이다.

가. Energy

가축사료영양에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 것이 energy이기 때문에 이에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 가금에서는 특히 체중조절과 관련하여 육용종계에서, 그리고 육계에서는 도체품질과 관련하여 지속적인 연구가 수행되고 있다. 돼지에게 있어서는 조기이유시기가 계속 단축됨에 따라 조기이유자돈의 energy공급원과 수준에 많은 관심을 보이고 있으며 비육돈에 있어서 품종과 성별에 따라 energy가 도체품질과 증체량에 미치는 영향에 관한 연구와 모돈의 번식능력에 미치는 영양에 관하여 지속적인 연구가 수행되고 있다. 반추동물에 있어서는 반추위내 미생물의 energy대사조절에 관한 연구와 비육우에서 도체품질 향상을 위한 energy대사조절에 지속적인 연구가 수행되고 있다.

나. 단백질

단백질은 많이 공급하는 것보다 이용율이 높고 아미노산 균형이 맞는 단백질을 적정량 공급하는 것이 중요하다. 따라서 ideal protein에 대한 연구가 가금 및 양돈영양사료에서 계속 관심을 보이고 있으며 특히 환경과 관련하여 질소의 배설량을 줄이기 위해 제3, 제4, 제5 제한 아미노산을 이용한 低단백질사료의 이용과 phase feeding개념의 실용화에 관한 연구가 계속되고 있다. 반추가축에 있어서는 by-pass 아미노산 및 protein에 관한 연구가 계속되고 있다.

다. 지방

지방은 고열량 공급원으로 사용되어 왔으며 필수지방산의 공급원으로도 중요성이 강조되어 왔다. 포화지방산 과다섭취에 따른 혈중 cholesterol 상승이 인체의 관상동맥질환과 관련이 있다는 발표이후 불포화지방산 특히 ω -3계열 지방산에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으며 최근에는 항암작용이 있다는 CLA에 대한 관심도 높다. 앞으로 축산식품의 안전성과 기능성에 대한 시장의 요구가 증대될 것이므로 지방의 chain length, 불포화도, cis-trans isomers, 이중결합의 위치에 따른 생리활성효과에 관심이 계속될 것이다. 계란, 우유, 고기 내 지방산은 다른 영양성분에 비해 조절이 용이하여 여러 가지 designer food의 개발이 활발히 진행되고 있다.

라. 섬유소

섬유소는 반추동물에서 중요하므로 섬유소공급원에 관한 연구가 지속되어 왔으며 특히 반추위내에서 일어나는 fiber degradation kinetics에 관한 연구가 활발하다. 섬유소의 중요성은 비반추 초식동물과 단위동물의 건강과 관련하여서도 강조되고 있으며 특히 돼지와 애완건의 腸內건강과 분변에 미치는 영향에 관심을 보이고 있다.

마. 비타민

지용성 비타민중 항산화제 역할을 하는 carotenoids, 비타민 E, 비타민 C의 항산화제적 기능과 가축의 건강과 면역기능증진에 미치는 영향에 대한 연구가

활발하게 이루어져 왔다. 비타민 E의 경우는 육색의 유지와 관련한 연구가 활발하였고, 비타민 D의 경우는 여러 가지 metabolites의 기능에 관한 연구가 지속되었다. 조효소적 기능을 가진 비타민 B군의 경우 단위동물에서는 비타민 B₁₂, biotin의 필수성과 기능성에 대한 연구를 마지막으로 큰 진전이 없었으나 반추동물의 경우에는 특히 비타민 B₁과 B₂의 첨가효과에 대한 연구가 이루어져 왔다.

바. 광물질

일곱가지의 대량광물질(Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S)와 여덟개의 미량광물질(Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Se, Zn)의 필수성에 대해서는 이미 오랫동안 연구되어 왔다. 근래에 인슐린의 활성화와 관련하여 Cr의 사료첨가에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있으며, Ni, Bo, Va, As, Si, Li, Pb에 대해서는 작용기작과 필수성에 관하여 논란이 있으며 더 많은 연구가 필요하다.

환경문제와 관련하여 P의 사용량과 배설량을 감소시키는 문제가 활발히 연구되고 있으며 특히 phytase를 사용하여 P의 사용수준을 낮추는 것이 가장 확실한 방법으로 알려졌다.

Super nutritional level 또는 pharmacological level의 Cu와 Zn의 이용이 오랫동안 애용되어 왔으나 근래에 환경에 미치는 영향 때문에 사용량에 규제가 따르고 있기 때문에 대안으로 chelated mineral의 개발과 응용이 활발히 이루어지고 있다.

사. 첨가제

지난 반세기동안 가장 활발한 연구가 이루어진 분야이며 금세기에도 가장 많은 연구가 이루어질 분야이기도 하다. 첨가제는 사료의 품질을 향상시키거나 보존하는 첨가제들과 가축의 생산성을 향상시키는 제제들로 대별할 수 있는데 후자에는 항생제, 항균제, 호르몬제 등이 포함되어 있어 축산식품의 안전성과 관련하여 많은 관심이 집중되어 왔다. 이에 관한 입장은 미국을 중심으로 한 미주지역과 EU가 달리하고 있어 많은 논란을 불러 일으키고 있다. 항생제를 대체할 수 있는 제제로써 생균제(Probiotics)에 관한 많은 연구가 진행되어 왔으며 근래에 와서는 생약제제(Herb and plant extracts)에 대해서도 관심을 모

오고 있다. 항생제, 항균제, 호르몬제 등의 성장촉진제(growth promotants)가 소비자들로부터 거부감을 유발시키므로 growth promotant 대신 nutricosmetics란 신용어가 등장하였으며 여기에는 유기산제, prebiotics(올리고당), 효소제, 향미제, 착색제, 항산화제 등이 속한다. 근래에 와서 betain, carnitine, lysophospholipid 등의 nutricosmetics lactoferrin, IgY, cytokines와 같은 면역증강물질의 응용이 관심을 보이고 있다.

아. 영양소 요구량과 사양표준

영양소요구량에 관한 연구는 가축의 품종이 개량되고 소비자가 원하는 경제형질이 변화하는데 따라 지속적으로 연구되어왔고 앞으로도 계속되어야 할 분야이다. 미국의 NRC는 축종별 영양소요구량을 약 10년에 한 번씩 개정하고 있다. 최근의 개정판에는 modeling기법을 도입하여 유전적 성장잠재력을 알면 그에 맞는 영양소요구량을 산출할 수 있도록 하여 각 농장의 특성에 맞고 보다 정확한 사양표준의 제정이 가능하게 되었다.

자. 사료원료 및 사료제조

전통적인 사료원료들은 효용성을 높이기 위해 low-glucosinolate채종(canola), low-gossypol면실박, low-tannin sorghum, low-alkaloid lupin 등을 개발하여 이용하는 연구를 해 왔으며 근래에는 high-oil corn과 같은 GMO제품을 개발하여 이용하고 있다. 개발도상국에서는 비전통(non-conventional) 사료원료들을 개발하여 국지적으로 생산되는 부존자원들을 최대한으로 이용하려는 노력이 활발히 전개되고 있다. 사료의 가공기술은 mash, pelleting, crumbling, flaking, extrusion, expanding, microencapsulation 등의 기술이 개발되어 응용되고 있으며 사료제조공정상의 품질관리기법으로 CGMP, HACCP, Total quality control 등을 도입하여 사료의 안전성을 강조하고 있다.

차. 사양기법

각 축종에 적합한 새로운 사양기법이 개발되고 있는데 특히 주목할 만한 것은 저공해사양시스템의 개발 및 유기(organic) 축산물생산시스템의 도입이다. 또한 각종 기능성 성분을 강화한 주문형(designer) 축산물 생산을 위한 사

료영양적 기법이 개발되고 있다.

2. 국내의 사료영양에 관한 연구동향

사료영양학은 기초학문과 응용학문을 포괄하는 광범위한 종합학문 분야이다. 특히 축산은 특성상 생산비의 60%이상이 영양소공급비용 즉 사료비로 지출되기 때문에 학문의 비중이 응용분야에 치우치기 쉽다. 우리나라 학계의 사료영양연구도 장기적으로 많은 비용과 노력이 필요한 기초영역보다는 응용영역에 더 많은 연구가 이루어져 왔다. 따라서 에너지, 아미노산, 비타민, 무기물의 영양화학 및 대사에 대한 연구보다는 이들의 이용율이나 첨가수준 및 효과에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 각종 첨가제의 개발에는 막대한 자금과 기술이 필요하므로 대부분 도입품을 국내에 적용하는 연구시험이 위주였으나 일부 동물약품업체나 단미사료업체에서 산학연 협력에 의해 생균제, 효소제, lactoferrin, 광물질제제 등을 개발하여 생산하고 있어 이들 보조사료의 국산화 비율이 높아지면서 연구개발도 활기를 띠 것으로 전망된다. 사료자원의 90%이상을 수입에 의존하고 있는 한국의 현실에서 부존자원을 최대한 개발하여 응용하려는 노력은 당연하며 볏짚의 이용율증진, 국내외 부존사료자원개발에 관한 연구도 계속되어 왔다. 사료산업이 고도성장기를 지나 성숙산업에 이르면서 업계간 경쟁이 치열해 짐에 따라 선진국수준 또는 그 이상의 가공기술을 도입하여 부가가치가 높은 가공사료를 경쟁적으로 생산하고 있으나 가공기계의 생산은 간단한 dry extruder를 제작하는 수준에 머물고 있다.

사양표준제정을 위한 영양소요구량에 관한 연구는 초보단계에 머물고 있다. 근래에 와서 급변하는 국내외적 상황에 적응하기 위해 환경친화적, 위생적 그리고 유기적(organic) 축산을 위한 기술개발과 제도적 장치마련에 많은 연구와 노력을 경주하고 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술)수준의 비교(격차)

앞에서도 언급한 바와 같이 사료영양분야는 기초분야와 응용분야를 포함한

광범위한 분야로써 현재 한국의 학계 및 연구기관의 인력으로는 쏠분야를 깊이 있게 다룬다는 것은 불가능하다. 따라서 기초분야와 보조사료개발분야는 선진국에 비하여 매우 취약하며 그 격차가 매우 크다. 이는 연구인력이나 기업의 자본금의 한계 때문이다. IMF위기때 세계적 수준의 국내 lysine제조업체가 외국기업에게 팔린 것은 뼈아픈 경험이다. 현재 국내에서 영양사료분야에서 활동하고 있는 연구인력들의 연구수준은 응용분야에 관한한은 선진국 수준이며 이는 근래에 개최된 세계축산학회(1998, 서울), 아세아태평양 축산학회(2000, 호주 시드니) 등에서 국제적으로 인정을 받고 있는 바이다.

II. 사료영양분야의 연구성과 및 파급효과

1. 사료영양의 분야별 성과분석

현재까지 완료된 사료영양분야의 연구과제는 총 39과제로 이중 현장애로과제가 31과제 그리고 첨단과제가 8과제였다. 이를 세부분야별 과제수를 보면 다음과 같다.

가금영양 및 사양시스템	3,
양돈영양 및 사양시스템	3,
반추영양 및 사양시스템	10,
특수동물영양 및 사양시스템	3,
사료가공기술 및 사료가치평가	9,
사료첨가제의 개발	6,
기타	5

축종별로는 반추가축에 대한 과제가 10과제로 가장 많고 가금, 양돈, 특수동물분야가 각각 3과제씩이었다. 사료분야는 사료가공기술 및 사료가치평가가 9과제로 가장 많았고 다음으로 사료첨가제개발이 6과제였다. 기타과제로는 시설 및 기계분야 등이 5과제였다.

가. 가금영양 및 사양시스템

가금분야 연구완료과제는 세 개이다.

“육계 생산성 향상을 위한 제한급이 프로그램(충남대학교, 이봉덕)”에서는 육계의 암수분리사육을 통해 계육상품의 다양화와 계육의 대일 수출 가능성을 연구검토 하였다.

“잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 사양기술개발(건국대학교, 이상락)”에서는 잔반과 유기성 폐자원을 이용하여 오리를 사육할 때 예상되는 안전성 문제와 사료비 절감 및 환경부담감소효과에 대하여 연구하였다.

“고품질 양계산물 생산기술효과(축협사료축산연구소, 양두진)”에서는 홍삼란, 오메가지방산강화계육, 토종청정란, 자연유정란의 생산에 관한 연구를 실시하였다.

나. 양돈영양 및 사양시스템

양돈분야 연구완료과제는 3개이다.

“모든의 비유량증가 및 재귀발정 촉진을 위한 특수사료개발(한국양돈연구회, 최진호)”에서는 모든용 사료를 extruding한 후 press공법을 이용하여 block사료를 만들어 급여했을 때 예상되는 효과와 block사료의 활용방법에 대하여 연구하였다.

“최신 양돈기술 영상프로그램 개발(축산기술연구소, 정일병)”에서는 양돈사양기술을 양돈농가 교육용으로 편집하여 영상프로그램(video)으로 제작하였다.

“가변 원형사 및 실험사를 이용한 환경 검증형 돈사의 설계표준화(서울대학교, 최홍림)”에서는 환경을 고려한 돈사의 표준환기시스템을 개발하였다.

다. 반추영양 및 사양시스템

반추가축분야 연구완료과제는 열개로서 축종별 과제수로는 가장 많았다. 이중 비육기술개발에 관한 것이 6개, 낙농관련과제가 3개, 염소과제가 1개였다. 비육기술중 한우고급육 생산기술개발에 관한 것이 3개로 가장 많았다. 과제별로 살펴보면 다음과 같다.

“한우의 고급육 생산기술개발에 관한 연구(경상대학교, 고영두)”에서는 한우 거세우와 비거세우에서 비타민A의 첨가수준이 육질에 미치는 영향을 조사하

였다.

“한우육의 품질고급화를 위한 특수사양기술개발(강원대학교, 홍병주)”에서는 발효사료(옥수수, 저질조사료), TMR 급여 및 성장호르몬 처리가 한우의 육생산에 미치는 영향을 연구하였다.

“한우 체내지방 생합성 조절기술개발(축산기술연구소, 이상철)”에서는 면역학적 기법을 통해 한우의 근내지방도는 증진시키고 불가식 부위 지방억제를 위한 제제를 제조하는 기술을 개발하였다. “1위 내용액 이식에 의한 비육우의 농후사료 적응법(경북대학교, 이현범)”에서는 1위 내용액 이식을 통하여 농후사료에 의한 단기비육시 발생하는 소화장애를 극복하는 방법을 제시하였다.

“농가 보급형 송아지고기 생산모델 개발 및 육질특성조사(제일사료연구소, 김덕영)”에서는 젓소송아지를 체중 300kg까지 비육하여 veal을 생산하는 방법을 연구하였다.

“젓소수소의 장기육성 비육기술개선 연구(전남대학교, 김영주)”에서는 젓소수소 비육시 거세에 의한 육질개선효과와 육량개선에 관한 연구를 실시하였다. “젓소용 TMR사료개발 및 적정 이용방법 설정에 관한 연구(서울대학교, 하종규)”에서는 TMR제조공정과 원료에 대한 평가를 실시하였다.

“젓소의 사양관리를 위한 자동화 및 전산화 시스템개발(전북대학교, 한병성)”에서는 전자신분인식장치를 중심으로 하여 각종계측기 및 자동화기기를 PC와 연결하여 사양관리 시스템의 자동화와 통제가 가능하도록 하였다.

“중소규모 낙농목장의 재건 Model 개발(건국대학교, 정태영)”에서는 중소규모 낙농가의 우사모델 및 규모별, 유형별 표준축산 설계도를 작성하였다.

“염소 사육농가의 소득향상방안에 관한 연구(대구대학교, 송해범)”에서는 염소의 번식 및 산육능력개량, 보조사료의 개발 및 기생충감염실태조사 및 치료방법에 대하여 연구하였다.

라. 특수동물영양 및 사양시스템

특수동물에 관한 연구과제는 세계로 이중 꿀벌에 관한 것이 두개이고 사슴에 관한 것이 한개이다.

“꿀벌의 활용과 고품질 양봉산물의 생산기술개발(서울대학교, 우건석)”에서는 양봉산물(벌꿀, 로얄젤리, 화분, propolis)의 품질기준과 생산모델을 개발, 제시

하고 인도네시아산 신 도입품종에 대한 능력검정을 실시하였다.

“봉군 월동 기술확립에 관한 연구(경북대학교, 최광수)”에서는 환경조절형 저온양봉사를 개발하여 봉군의 실내월동기술을 확립하였다.

“한국사슴의 표준사양체계 확립 및 사슴전용 완전사료개발에 관한 연구(건국대학교, 건병태)”에서는 사슴의 성별, 연령별, 생리시기별 영양소요구량 및 사양표준을 제정하고 사료에 대한 성분표 및 표준배합표를 제시하였다.

마. 사료가공기술 및 사료가치평가

사료가공기술 및 사료가치평가분야의 연구과제는 9개인데 도축혈액의 가공 활용에 관한 과제가 2개, 볏짚가공이용에 관한 과제가 3개이었고, 해외부존 사료자원개발, 목초 및 사료작물 품종선발 및 생산력 검정, 돈분폐기물을 이용한 조류단백질 생산가공기술개발, 엽밥의 사료가치평가가 각각 한 과제씩이었다.

“축산가공 폐자원인 가축 및 가금 혈액의 재활용(사료원료)을 위한 가축 및 가금 혈장과 혈분의 Lysine증가와 품질향상(서울산업대학교, 이영현)”에서는 육계와 돼지의 혈장분중 가용라이신(available lysine)의 함량을 증가시키기 위해 glucose oxidase나 효모를 첨가하여 혈장의 포도당을 제거하므로써 Maillard 반응을 억제하는데 관한 연구를 하였다.

“도축부산물로 생산되는 돼지혈액을 사료로서 재활용하는 방안(전북대학교, 박강희)”에서는 돼지혈액의 저장방법 및 건조방법에 대한 연구를 하고 육계와 돼지에서의 사양시험을 실시하였고, 혈액의 진공건조 기구를 제작하였다.

“볏짚위주의 농산부산물을 이용한 축우형 완전배합 발효사료의 개발보급에 관한 연구(서울대학교, 최윤재)”에서는 볏짚을 위주로 TMR사료를 제조하기 위해 농산부산물을 발효이용하는 연구를 하였다.

“볏짚의 결속방법별 암모니아처리 방법 및 사일리지 첨가물이 볏짚의 사료가치증진에 미치는 영향(성균관대학교, 신형태)”에서는 볏짚의 암모니아처리를 수준 및 처리기간, 사일리지용 볏짚의 형태, 사일리지 제조시 당밀첨가효과 및 사일리지 밀봉방법에 대한 연구를 하였다.

“볏짚과 야초의 조사료화 증진을 위한 곤포사일리지의 제조방법 연구(고려대학교, 손용석)”에서 벼수확 직후 생볏짚을 원형곤포기로 말아 랩포장을 하여 발효사료를 만드는 방법을 개발하였고, 볏짚발효에 적합한 각종 첨가가물의 효

과를 구명하였고, 갈대류의 야초를 발효사료를 제조하는 방법을 제시하였다.

“해외부존 사료자원 개발연구(서울대학교, 하종규)”에서는 동남아시아 및 중국에서 100종의 부존사료자원을 수집하여, 일반성분, 광물질, 아미노산함량 및 항영양인자들을 분석하여 이들 국가로부터의 원료도입이용에 대한 기초자료를 제공하였다.

“다수성 목초 및 조숙성 사료작물 품종선발을 위한 생산능력 검정(서울대학교, 김동암)”에서는 오처드그라스, 이탈리아라이그라스, 호밀 및 연맥을 기준으로 하여 도입된 33품종의 생산능력을 검정하였다.

“미세조류를 이용한 돈분폐기물의 처리 및 고단백 Biomass 생산 및 가공기술 개발(강원대학교, 이원용)”에서는 미세조류를 이용한 돈분 및 폐수처리 시스템을 개발하였는데 돈분에 미세조류를 배양시켜 extrusion공법에 의해 이를 pelleting하여 사료화하는 연구를 하였다.

“옛밥의 첨가제로서 기능과 사료가치 및 착유우 생산성에 미치는 영향에 관한 연구(건국대학교, 강창원)”에서는 옛밥의 효모배양원료로서의 기능성 검토 및 착육우에서의 옛밥첨가효과를 측정하였다.

바. 사료첨가제의 개발

사료첨가제의 개발에 관한 연구과제는 6개인데 난각강화에 관한 과제가 1개, 점토광물의 사료화에 관한 과제가 1개, 생균제에 관한 과제가 2개, C DFA (Conjugated dienoic fatty acids) 생산 및 활용에 관한 과제가 1개, 천연항생물질과 식물성 steroid제제의 개발에 관한 과제가 1개이었다.

“계란의 난각두께 강화기술 개발(한국식품개발연구원, 윤칠석)”에서는 난각을 강화시키기 위해 석회석의 encapsulation, lactose의 이용 및 Zn와 histidine의 첨가에 의해 난각강화를 연구하였다. “국내산 점토광물의 사료화 및 환경친화 효과에 관한 연구(고려대학교, 손용석)”에서는 국내산 점토광물 90종의 분석 및 동물(젓소, 육우, 돼지)시험을 통해 Bentonite, Zeolite 및 Porphyry가 가장 이용하기에 유망한 광물종인 것으로 나타났다.

“가금 및 양돈용 Multi-probiotics 개발(전북대학교, 박홍석)”에서는 가축의腸으로부터 균주를 분리하여 위산 및 담즙산에 잘 견디며, E. coli와 Salmonella의 생육 억제능력이 높은 균들을 선별하여 동정한 결과 *Lactobacillus salivarius*

인 것으로 나타났다.

“가축의 사료효율증진 및 대사장애 예방을 위한 Direct Fed Microbial(DFM) 개발에 관한 연구(성균관대학교, 신형태)”에서는 lactic acid dehydrogenase 생성 미생물의 확보, 배양조건규명 및 도축 반추위액을 이용한 효모와 곰팡이 배양물을 개발하였다.

“항암성 식품 소재원으로 CDFA (Conjugated dienoic fatty acids) 생산 및 활용기술개발(한국식품개발연구원, 윤칠석)”에서는 CLA(conjugated linoleic acid)의 효율적 생산기술을 개발하였으며 CLA함유량이 높은 축산물의 생산방법을 정립하였다.

“가축의 환경친화형 사료개발과 무공해 축산물 생산을 위한 천연항생물질의 개발(강원대학교, 권명상)”에서는 천연항생물질인 propolis의 사료첨가제로서의 효과와 식물성 steroid인 sarsaponin의 효과를 규명하여 약취제어제, 천연항균제, 복합항균제 등의 상품을 개발하였다.

사. 기타

기타 분야의 과제는 5개로서 돼지 정육량 측정기에 관한 과제가 1개, 환기제어분야 과제가 2과제, 젖소사료 배합기에 관한 과제가 1개, 가축분뇨 처리 부자재에 관한 과제가 1과제였다.

“양돈장에서의 간이 휴대용 돼지 정육량 측정기 개발(한국양돈연구회, 정영철)”에서는 휴대용 B-모드 초음파 정육을 측정기를 개발하였다.

“차세대 계사용 환기제어 시스템 개발(군산대학교, 권오신)”에서는 계사의 환기제어용 인버터 시스템으로 에너지 절감 및 계사의 최적 환경유지를 위한 통합센서시스템을 개발하였다.

“폐열 회수장치를 갖춘 축사용 입배기 환풍기에 관한 연구(건국대학교, 유제창)”에서는 축사내 환기를 위해 유입되는 차가운 공기가 가축에 미치는 stress를 줄이기 위해 열교환기를 갖춘 입배기 환풍기를 개발하였다.

“트랙터 견인용 젖소사료 배합기의 개발(경북대학교, 박경규)”에서는 젖소용 완전사료 배합을 위한 TMR배합기를 포함 부대기구 등 6가지 제품을 개발하였다.

“석탄회의 가축분뇨 처리 부자재 대체 이용에 관한 연구(경상대학교, 고영

두)”에서는 가축분뇨의 재활용 및 효율적 처리를 위해 톱밥, 왕겨의 대체용으로 석탄회의 이용 가능성을 조사하였다.

2. 연구성과가 농업(축산영양사료분야)에 끼친 파급효과

가. 연구환경적 측면

근래에 와서 축산업은 노동집약적 산업에서 자본 및 기술집약적 산업으로 전환되고 있으며 부업농 및 가족농으로부터 전업농 및 기업농으로 바뀌었다. 이와 맞물려 WTO체제의 본격가동으로 인하여 모든 축산물의 수출입자유화로 국제경쟁력의 배양 없이는 축산업도 존속할 수 없다는 공감대가 형성되고 있다. 아울러 한국과 같이 가축사육밀도가 높은 국가에서는 환경친화적이어야 하며 국민의 문화수준이 높아질 수록 동물애호적이어야 축산업의 지속적인 발전이 가능하다. 이러한 시대적 환경적 변화에 적절히 대응하기 위한 영양사료분야의 연구는 농림기술개발사업이 시행되기 이전에는 미미한 수준으로 농림부의 축산기술연구소의 경상연구사업과 대학이 과학재단, 학술진흥재단으로부터 지원받는 소규모의 연구비 그리고 산업체에서 위탁받는 위탁연구비에 의해 지역적으로 수행되었다. 1994년부터 실시한 농림기술개발사업이 본격화되고 개발과제들이 완료되어 그 결과들이 속속 발표됨에 따라 이 분야의 연구에 종사하는 연구자들에게는 엄청난 연구환경의 변화를 초래하였다. 즉, 이전까지는 WTO체제하에서 축산업은 희망이 없다는 비관론이 확산되었으나 농림기술개발사업의 정착과 더불어 연구분위기가 쇄신되어 궁극적으로 바뀌고 있다는 것은 매우 중요한 변화라고 생각된다. 즉 WTO체제 극복을 위해 필요한 기술개발을 위해 합리적인 연구계획서를 제출하면 지속적인 연구비지원을 받을 가능성이 높다는 분위기가 조성되고 있다는 사실이 가장 중요한 연구환경적 측면에서의 변화라고 사료된다.

나. 학문적 측면

영양사료분야 연구완료 39과제중 31과제가 현장애로과제였고 8과제가 첨단과제였다. 이는 영양사료분야의 연구는 응용학문의 성격이 강하기 때문에 현장에 관련된 연구가 많았음을 시사한다. 이중 가축의 영양과 사양시스템에 관한

과제가 19과제였고 사료관련과제 15과제 그리고 시설,기계장비분야 및 기타가 5과제였다. 농림기술개발사업이 본격화되기 이전에는 기초연구성격이 강한 가축영양과 사양시스템에 관한 연구는 연구비지원을 받기가 어려워 연구의 양이나 질적인 면에서 미미한 수준에 머물렀으나 농림기술개발사업이 본격화되면서 연구과제의 절반이 이 분야에서 수행되고 있어 장기적으로 바람직하다고 사료된다. 사료관련연구도 과거에는 산업체로부터 위탁받는 첨가제의 효능검정연구가 대부분을 차지하였으나 농림기술개발사업이 본격화되면서 부존사료자원의 개발, 사료첨가제의 개발 등 사료자원개발에 필요한 본질적인 연구를 실시할 수 있게되어 매우 고무적이다. 연구활동이 활성화됨에 따라 연구인력의 양성, 연구논문의 양적 및 질적 향상이 이루어져 장기적으로 이 분야의 학문적 및 산업적 발전에 지대한 영향을 미치게 될 것이다.

다. 연구성과의 계량적 파급효과

연구자들의 39개 연구결과의 활용내용을 보면 다음과 같다.

- 1) 교육지도: 98회
- 2) 정책활용: 13건
- 3) 타연구에 활용: 15건
- 4) 산업재산권출원: 14건
- 5) 기술실시계약: 8건
- 6) 논문게재: 46편
- 7) 학회발표: 53회 (국내: 37회, 국제: 16회)
- 8) 언론보도: 38회 (신문 34회, 방송: 4회)

3. 연구성과의 국가경제적 파급효과분석

영양사료분야 연구성과의 국가경제적 파급효과를 분석하는데는 여러가지 접근방법이 있을 수 있다. 가축의 영양과 사양시스템에 있어서는 생산성향상지수와 부가가치향상지수 등을 분석해야하고 사료자원 및 첨가제 등의 개발은 수입대체효과와 생산비절감효과 등이 고려되어야 한다. 장기적으로는 교육인력의 양성, 연구기반의 확충 등의 효과도 계량적으로 평가할 수 있어야 할 것이다.

연구보고서에서 경제적과급효과를 계량적으로 기술한 내용을 보면 다음과 같다.

“젓소수소의 장기육성비육기술 개선연구(전남대학교, 김영주)”에서 혈분수입 대체 100%, 생산비 80%절감. “벼짚의 결속방법별 암모니아처리방법 및 사일래지 첨가물의 벼짚의 사료가치 증진에 미치는 영향(성균관대학교, 신형태)”에서는 3-5% 생산성향상.

“한국사슴의 표준사양체계확립과 사료전용 완전사료개발에 관한 연구(건국대학교, 전병태)”에서는 생산성 20%향상.

“한우육의 품질고급화를 위한 특수사양기술개발(강원대학교, 홍병주)”에서는 사료효율 10%향상, A등급출현율 20%향상.

“폐열회수장치를 갖춘 축사용 입매기 환풍기에 관한 연구(건국대학교, 류제창)”에서 생산비 10%절감.

“양돈장에서의 간이 휴대용 돼지생체 정육량측정기 개발에 관한 연구(한국양돈연구회, 정영철)”에서는 150억원의 수입대체효과와 500만불의 수출가능.

“다수성 목초 및 조숙성 사료작물 품종선발을 위한 생산능력검정(서울대학교, 김동암)”에서는 평균 34% 조사료증산.

“중소규모 낙농목장의 재건 Model 개발(건국대학교, 정태영)”에서는 노동시간 60% 절감, 축사 증개축시 시설비 50% 절감.

이상이 연구자들이 스스로 평가한 계량적인 효과이다. 따라서 이러한 효과들을 한가지의 평가기준으로 일률적으로 평가한다는 것은 불가능한 일이다. 영양사료분야에 있어서 연구성과를 경제적 측면에서 평가하는데 가장 효과적인 방법은 생산성향상평가이며 생산성평가방법중 대표적인 것이 사료효율이다. 보고내용에서 보면 생산성 또는 사료효율향상효과가 적게는 3-5%에서 많게는 20%까지 예상하고 있다. 만약 연구결과로 인하여 영양사료 전분야에서 5%의 사료효율개선효과가 나타날 것으로 가정한다면 다음과 같이 연간 2,750억원의 국가경제적 이익이 발생한다.

가. 한국의 연간 사료생산량 : 배합사료 1,500만톤 (300,000원/톤)

조사료 500만톤 (200,000원/톤)

나. 축산분야의 연간 총사료비용 : 5조 5천억원

다. 5% 사료효율개선시 경제적이익 : 2,750억원 (5조5천억×0.05)

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 영양사료분야의 기술개발 방향

UR에 의해 탄생한 WTO, New Round로 한국의 축산도 더 이상 세계의 무역시장으로부터 보호받을 수도 없고 고립되지도 않으며 동등한 rule of game에 의해 스스로의 운명을 개척해 나가야 한다. 아울러 Green Round, NGO의 GMO사용에 대한 거부 등 역동하는 세계적 변화에 적절히 대응하기 위해서는 영양사료분야의 연구도 현장적용성이 높고 미래지향적인 연구가 다음과 같은 분야에서 적극적으로 이루어져야 한다.

가. 국제경쟁력향상

- 효율적인 가축사양기술
- 고부가가치 축산물생산
- 부존사료자원의 개발
- 신소재 사료자원의 개발
- 축산물안전성을 높이기 위한 사료안전성확립
- 영양사료 연구기법

나. 환경친화적 축산

- 환경친화적 사양기법

다. 동물애호적 축산

- 가축복지형 사양시스템

2. 향후 연구개발과제

국제경쟁력, 환경친화, 동물애호를 우선적으로 고려한다는 전제하에서 연구개발계획이 수립되어야한다.

가. 가축사양기술

- 특수동물을 포함한 축종별 영양소요구량제정 및 개정
- Modelling; 영양소요구량결정, 생산성극대화
- 생산성 향상을 위한 Feeding Program (Phase Feeding포함) 개발
- 사양관리시스템의 자동화를 위한 software개발

나. 고부가가치 축산물생산

- 고급육생산을 위한 영양사료적 연구
- 기능성 성분을 함유한 designer 돈육, 계육, 계란생산을 위한 영양사료적 연구
- 신선도유지 및 위생적 축산식품생산을 위한 영양사료적 연구

다. 부존사료자원의 개발

- 전통적 사료자원의 이용성 증대
- 비전통적 사료자원의 개발 및 이용
- 해외부존자원의 개발 및 이용

라. 신소재 사료자원의 개발

- 항생제대체 생산성향상제
- 생약제제 등을 이용한 면역증강제
- 기능성 신소재
- 생물공학을 이용한 새로운 첨가제

마. 축산물 안전성을 높이기 위한 사료안전성 확보

- 사료품질검사기법
- GMP, HACCP, Total Quality Control 기법

바. 영양사료 연구기법

- 영양소대사
- 사료가치 평가기법
- GMO 사료의 안전성 평가기법

사. 환경친화적 사양기법

- 배설량(DM, P, N, 광물질)감소를 위한 영양사료적 조절
- 암모니아가스등 악취발생감소를 위한 영양사료적 조절
- 환경친화형 사료 및 첨가제 개발
- 환경친화적 사양프로그램

아. 가축복지형 사양시스템

- 가축복지형 사료개발
- 유기질(organic) 사료개발
- 가축복지형 사양관리 시스템

제 2 절 가축질병위생

I. 가축질병위생분야의 국내외 연구동향

수의과학기술은 동물의 생명보전에 관한 제반 기술로서 국가 경제적 측면에서 거시적으로 접근하면 축산업의 생산성 향상과 국민보건의 증진을 확보하기 위한 기반 기술이라고 할 수 있다. 이런 맥락에서 추구하는 가축질병위생분야의 기술개발연구는 축산업 생산성 향상의 근간이 되는 가축질병의 방제는 물론 해외 악성가축전염병의 유입방지, 국내 유통축산물 및 축산가공품의 안전성 확보를 위한 실행기술의 개발을 중요시하고 있다. 과거에는 가축의 생산성에 큰 영향을 끼치는 가축 전염병의 진단, 예방 및 치료 등 각종 방역활동을 통하여 가축의 건강증진과 생산성 향상에 주력하여 생산자보호 또는 축산업의 안정적 발전에 무게를 두었다. 그러나 최근에는 소비자가 원하는 안전성이 확보된 질적으로 우수한 축산물의 생산이 축산업의 최우선 과제라고 할 수 있다. 따라서 생산성 향상과 안전성이 확보된 축산물의 생산을 위한 기술의 개발이 중요시되고 있다.

우리 인간의 생명을 위협하는 각종 질병이 끊임없이 새로 생겨나듯이 동물의 생명을 위협하는 새로운 질병도 계속하여 나타나고 있다. 질병과의 전쟁이 끝이 없는 한 이를 퇴치하기 위한 우리 인간의 노력도 계속되어야 하기에 질병을 조기에 진단하고 예방하고 치료하는 방법의 개발은 더욱 가속화하리라고 본다. 질병의 발생은 숙주와 병인체 그리고 전파경로 즉 환경과의 관련성 등 3가지 역학적 요인에 의한 것이므로 모든 질병퇴치 연구는 이와 연관하여 그 실마리를 찾아야 하며 그런 방향으로 진행되고 있다.

가축의 질병으로 사람에게 감염될 수 있는 질병 곧 인수공통전염병은 가축의 건강 이전에 공중보건상 중요시되므로 이에 대한 방제 연구는 가축이 사육되는 한 계속하여 연구의 대상이 될 것이며 이에 대한 연구는 위생적으로 안전한 축산물의 공급을 위해 필요불가결한 과제이다. 새로운 질병(Newly Emerging Disease)이 끊임없이 나타나고 있으며 특히 새로 생겨나는 인수공

통전염병 예컨대 Hendravirus와 Nipahvirus infection 같은 질병은 국경을 초월하여 방제하여야할 질병들이다.

WTO체제에서는 국제간의 교역이 확대되며 biosecurity에 대한 문제가 심각하게 대두되게 되어 있어 질병의 전파가 크게 우려되고 있는 실정이다. 금년에 구제역이 66년만에 우리 나라에 발생한 것도 구제역 발생국가와의 인적 물적 교류가 크게 증가한 것이 가장 큰 요인의 하나라고 할 수 있다. 이렇게 변화하고 있는 국제환경에 적응하기 위한 가축질병방역에 관련된 연구는 국가적 최우선 과제라고 할 수 있다. 여기서는 이러한 차원에서 가축질병위생분야의 연구방향을 살펴보고자 한다.

1. 선진국의 가축 질병위생 분야의 연구방향

가. 가축 질병 진단기술

가축 질병을 보다 효과적으로 방역하기 위해서는 위생적인 환경 및 사양관리의 개선과 동시에 신속 정확한 진단기술을 토대로 한 적절한 예방과 치료대책이 종합적으로 이루어져야 한다. 가축 전염병의 신속 정확한 진단기술은 이병의 치료 및 예방을 위한 기본이므로 이에 대한 연구가 최근에 와서 급진전하고 있다. 현재 활용되고 있는 진단 기술은 취약한 부분이 있으므로 첨단 생명공학기술을 활용하여 이러한 문제점을 해결하려는 연구가 세계 각국에서 활발히 수행되고 있다. 주요 가축 전염병 병인체에 대한 미생물학적 및 분자생물학적 특성과 숙주동물의 면역반응 등에 대한 연구가 종합적으로 이루어지고 있으므로 기존 진단법의 정확도와 간편성을 크게 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 세포융합기술을 이용하여 각종 병원체에 대한 단클론항체(monoclonal antibody)를 생산하고 특성을 조사하여 특히 진단항체를 선별하는 연구도 지속적으로 이어지고 있다.

기존 항체검사법에 활용한 항원은 주로 정제된 병원체나 병원체의 일부를 분획·정제한 항원을 사용하였다. 이러한 결과 동일 종 또는 속에 속하는 병원체에 존재하는 공통항원에 의하여 뜻하지 않는 교차반응이 발생하므로 정확한 결과를 판단하기 곤란하였다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 최근 생물공학기법으로 특정 유전자를 발현한 재조합단백질을 생산하고 이를 항원으로 사용

하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 재조합단백질을 항원으로 사용하여 개발한 각종 효소 면역법(ELISA)과 기타 혈청검사법은 정확성, 민감성 및 재현성이 우수하여 각종 가축 전염병을 쉽게 검사할 수 있게 되었다. 특정 유전자를 찾아내는 탐색자(probe)를 이용한 유전자 탐색 또는 분석기법이 가축 질병의 신속 정확한 진단법으로 개발되어 널리 활용되고 있을 뿐만 아니라 유전자중합효소를 이용한 PCR(polymerase chain reaction) 기법들이 개발되어 병원체의 검색, 질병진단 및 각종 유전공학분야 연구에 활발히 응용되고 있다. 보다 정밀한 진단을 위하여 각종 유전자 진단법을 도입하기 시작하였으며, 현재 각종 전염병 특히 바이러스성 질병 진단에 유용하게 활용되고 있다. 앞으로 이 분야 연구는 보다 활성화하여 신속 정확한 간이진단키트 개발이 속속 이루어질 것으로 기대된다.

나. 가축질병 예방백신 개발 연구

최근 미생물학, 생화학, 분자생물학 및 면역학 등의 종합적인 이론과 기술을 바탕으로 보다 안전하고 효과가 우수한 새로운 백신의 개발에 초점이 집중되고 있으며 가까운 장래에 이러한 차세대 백신이 기존 백신의 일부 또는 대부분을 대체할 수 있을 것으로 예측된다. 병원체의 특정 유전자를 조작 또는 삭제시켜 순화된 maker 백신을 개발하기 위한 연구가 계속되고 있으며 오제스키 바이러스의 TK, gX 및 gE 유전자를 제거한 재조합바이러스를 백신으로 활용되고 있을 뿐만 아니라 구제역 백신 등 중요 가축 전염병에 대한 백신 개발에 역점이 주어지고 있다. 병원성이 현저히 낮거나 없는 비병원성 미생물을 선발하여 특정 유전자 위치에 유용한 외부 유전자를 도입 발현시킨 유전자재조합바이러스는 두가지 이상의 질병을 동시에 예방할 수 있는 vector 백신으로 사용될 수 있으므로 이에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 유전자재조합 단백질을 면역보강제(adjuvant) 또는 면역활성물질(cytokine)과 혼합하여 안전성과 필요한 면역반응을 유도할 수 있는 subunit vaccine 개발연구도 크게 진전을 보고 있어 이러한 백신을 사용하면 감염동물과 백신접종동물을 구별할 수 있어 특정 질병을 박멸하고자 할 때 매우 유용한 방역수단이 될 수 있다. 특정 방어항원 단백질을 암호하는 유전자에 RSV 또는 CMV 유래의 promoter를 연결한 plasmid DNA를 동물에 접종한 바 상당한 면역반응

을 유도할 수 있게 되었다. 이러한 DNA 백신은 모체이행항체에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 면역보강제 없이도 세포 및 체액면역을 동시에 유도할 수 있으므로 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 방어항원 단백질을 암호하는 유전자를 식물에서 발현하여 이를 사료로 이용하는 edible vaccine(먹는 예방약) 개발을 위한 연구도 진행되고 있다. 앞으로 이러한 신 개념의 백신연구가 크게 확대될 것으로 전망된다.

지금까지 수의학분야에서 생명공학기술을 이용하여 개발한 첨단 백신은 오제스키 백신, 돼지와 개의 파보바이러스 백신, 돼지콜레라 백신 등이 있으며 이외 여러 가지 유전자재조합 백신에 대한 연구가 진행되고 있다.

다. 축산물의 안전성 확보

최근의 축산업은 축 종 전문화는 물론 밀집사육의 형태 및 단지화, 더 나아가서는 사육단계별 대량사육의 경향을 띄고 있기 때문에 이에 따른 문제점 해결을 위한 연구가 많이 수행되고 있는 것도 선진국형의 가축질병 연구의 한 장이라고 할 수 있다. 한 지역이나 집단가축군의 질병양상을 미리 감시하여 예방하는 연구들이 질병 모니터링이라는 형태로 실제적으로 생산현장에 접목되고 있다. 농장 사육 동물을 대상으로하는 seromonitoring과 도축되는 가축을 대상으로 하는 lesion monitoring에 대한 연구와 이의 현장접목이 축산현장의 생산성 향상은 물론 축산물의 안전성 확보의 한 방편으로 활용되고 있다.

지난날의 가축위생분야의 영역은 주로 가축질병의 진단, 예방 및 치료 등 방역활동을 통하여 생산성 향상에 주력함으로써 생산자보호 측면에서 기여하였다. 그러나 최근 사회적 및 문화적 환경변화에 따라 축산업의 최우선 과제는 소비자가 원하는 안전하며 위생적이고 또한 질적으로 우수한 축산식품을 생산·제공하는데 있다. 이러한 시대적 요구에 부응하기 위한 HACCP(Hazard Analysis & Critical Control Point) 관련 실용연구가 심도 깊게 진행되고 있다. 예를 들면 미국 양돈산업의 안정적 발전을 위하여 1989년부터 돈육품질인증 프로그램(Pork Quality Assurance: PQA)을 실시하고 있으며 이 결과 생산성 향상, 경영합리화, 약제잔류문제 해결, 생산비 절감을 이룩할 수 있었으며, 또한 생산, 가공 및 유통에 관련된 종사자들에게 식품의 안전성에 대한 중요성을 인식시켜 줄 수 있었음을 높이 평가하고 있다.

축산식품의 위해성은 크게 미생물(독소) 오염과, 치료약제 또는 유해 중금속 등의 잔류문제로 구분할 수 있다. 이중 미생물 오염과 관련된 문제점은 식중독과 인수공통 전염병과 직접 연계되므로 이러한 미생물의 오염은 생산단계의 동물에서부터 가공 및 유통단계까지 전 과정에서 모두 원인을 제공할 수 있는 것이다. 이와 관련된 실례로 광우병 사건 그리고 계란내 살모넬라 오염사건과 최근의 대장균 O157 식중독관련 사건, 소시지의 리스테리아균 오염사건 등은 축산식품의 안전성 확보가 얼마나 중요하며 사회적 파급효과가 어떠한지를 잘 보여준 사건이라 할 수 있다.

1993년 GATT/UR 협상이 타결되고 1995년 WTO 체제의 출범이후 세계각국은 개방화에 대비하기 위하여 꾸준히 노력하고 있다. 수의·축산분야에서도 동·식물 위생과 검역에 관한 협정(Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary : SPS) 및 무역상 기술장벽철폐 협정(Agreement on Technical Barriers to Trade : TBT)이 UR 합의문에 포함·조인되고 1995년부터 발효됨에 따라 축산 선진국들은 자국 축산업이 무한경쟁시대에 적응하기 위한 관련 정책연구가 이루어지고 있다. OIE list A 질병이 없어야함은 기본이고 O157:H7 대장균, 살모넬라균 등 식중독균으로부터 안전한 축산기반을 다지기 위한 관련 연구가 활발히 전개되고 있다. 덴마크에서 범국가적으로 수행하고 있는 National Salmonella Control Project는 좋은 본보기라고 할 수 있다.

2. 국내의 가축 질병위생분야의 연구동향

가. 질병진단기술에 관한 연구

가축질병 진단법의 연구 역사를 살펴보면 각종 전염병의 발생증가에 따라 진단법의 종류와 기법이 다양하게 개발·보급되었다. 1960년대까지는 우결핵, 추백리, 부루셀라진단액 등의 진단시약이 국내에서 사용되어 왔으며 1970년대부터는 각종 새로운 진단기법이 도입되어 활용되었다. 1970년대 초반에 형광항체법의 정착은 괄목할만한 성과라 할 수 있으며 돼지콜레라, 일본뇌염, 광견병, 특소플라즈마병 등의 진단효율을 크게 향상시킬 수 있게 되었다. 1980년대에는 부르셀라 MRT 진단액, 요닌진단액, 백혈병진단액 등의 활용으로 검색 인력과

예산의 절감에 기여하였다. 이후 단클론 항체 생산기법이 정착되면서 진단분야에 정확성, 민감성 및 간편성 등이 대폭 개선되었으며 새로운 효소면역진단기법을 도입 또는 개발하는 기틀을 마련하였다. 1990년 이후 이러한 특이항체 작성연구는 각 병원체마다 꾸준히 진행되어 활용의 폭을 넓혀가고 있다. 이중 오제스키병에 대한 특이 단클론항체는 이 병을 국내기술로 검색하고 근절대책을 수행할 수 있는 기틀을 제공하게 되었으며 또한 돼지콜레라, 광견병, 돼지전염성위장염, 유행성설사, 로타바이러스 등의 형광항체진단액도 보급하여 널리 활용하고 있다. 선별된 특이항체들은 여러 가지 개량된 효소면역진단법을 개발하는 연구에 이용되고 있으며 돼지콜레라, 오제스키병, 전염성위장염, 소 전염성비기관염, 소바이러스설사 등의 항체검사에 유용하게 사용되고 있다.

특히 1990년대에는 유전자 전기영동분석법(electropherotyping), 제한효소를 이용한 유전자분절분석법(restriction fragment length polymorphism : RFLP), 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction : PCR), 유전자교잡법(DNA hybridization) 등 최신 유전자 분석진단법들이 광범위하게 개발되어 각종 세균성, 바이러스성, 및 기생충성 질병 진단과 연구에 광범위하게 활용되고 있으며 또한 전염병의 유래와 전파 경로를 추적·분석하는데 유전자분석기법을 동원함으로써 새로운 분자역학(molecular epidemiology)의 위력을 실감할 수 있게 되었다. 예를 들면 국내에서 유행하고 있는 소 전염성비기관염 바이러스는 미국의 콜로라도주에서 유행한 IBR virus와 유사하며, 오제스키병 바이러스는 대만주와 거의 동일하여 이들 전염병의 유래를 추적할 수 있게 되었다. 돼지콜레라 바이러스 국내 분리주는 미국과 유럽에서 분리된 ALD, Alfort와 Brescia주와 유사하나 독특한 유전적 변이가 관찰되므로 국내에 도입 후 오랫동안 숙주동물에게 대 되면서 유전형질이 변화된 것으로 생각된다.

현재 국내에서 발생되고 있는 가축질병의 진단을 위하여 각종 혈청검사법, 형광항체법 효소면역검사법(ELISA), 단클론항체이용 진단법, 유전자분석 진단법 등의 가축질병 진단법이 개량 또는 개발되어 병성감정과 연구에 활용되고 있다. 그러나 현재 사용하고 있는 대부분의 진단법은 진단에 소요 되는 시간이 길고 또한 전문 실험실과 훈련된 인력이 필요한 실정이다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 최근 면역학 및 각종 재료공학기법을 활용하여 간이진단 키트 개발연구가 활발히 수행되고 있으며 이중 일부는 실용화 단계에 있어 수

년 내에는 야외 현장에서 누구나 간편하게 질병을 진단하거나 검색할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 가축질병 예방백신 개발연구

국내에서 연구 개발한 백신의 발전단계를 보면 1950년 대까지는 감염장기를 불활화한 백신을 사용하였으나 만족할만한 효과를 기대할 수 없었다. 이후 1960년대에는 실험동물과 부화란 등에 연속 계대한 가토화계태아 우역 백신, 가토화 돼지콜레라 백신, 계태아 광견병 백신 및 뉴캐슬 B1 백신 그리고 합성 배지에서 연속 계대한 돼지단독 생균백신, 탄저와 기증저 혼합생균백신 등이 개발되어 예방효과를 크게 향상시킬 수 있었다. 1970년대 이후에는 조직배양기술을 이용한 각종 사독 및 생독백신을 개발하여 치료가 불가능한 바이러스성 질병을 예방 할 수 있는 획기적인 성과를 거두었다. 1980년대에는 여러 질병을 동시에 예방할 수 있는 혼합 또는 복합백신(호흡기 및 소화기 질병 백신)이 개발되어 좋은 예방효과와 양축농가의 일손을 줄일 수 있게 되었다.

1990년대에는 분자생물학과 면역학의 이론을 도입하여 유용유전자를 분석하고 재조합기술을 동원하여 유전자재조합 단백질을 시험관내에서 대량 생산함으로써 정제된 단백질(subunit)백신을 개발하는데 성공하였다. 현재 이러한 유전자 조작기술로 개발한 돼지콜레라, 오제스키병, 돼지 및 개의 파보바이러스 감염증 그리고 닭 전염성기관지염 등에 대한 각종 유전자재조합백신이 산업화 과정에 있으며 일부는 야외에서 활용되고 있다. 최근까지 각종 가축전염병의 예방을 위하여 수 십종의 백신이 개발되었으며 현재 많은 제품들이 야외에서 사용되어 질병에 의한 피해를 최소화 함으로써 국내 축산업의 발전에 크게 공헌하고 있다. 최근에는 보다 진보된 유전공학 기술을 동원하여 병원성 유전자를 제거하거나 유용 유전자로 치환하는 gene deleted vaccine과 vector vaccine은 물론 DNA 자체를 백신으로 개발하려는 연구가 국내에서도 시도되고 있다. 이외에도 백신의 면역 효과를 향상하기 위하여 면역보강물질 및 조절제에 관한 연구도 폭 넓게 수행되고 있다. 이러한 차세대 백신이 실용화되면 백신의 안전성을 크게 향상할 수 있을 것이며 또한 백신을 접종한 개체와 야외에서 감염된 개체를 구별할 수 있으므로 기존 백신의 문제점을 해결할 수 있어 질병방역에 새로운 장이 열릴 것으로 기대된다.

다. 해외 악성전염병 방제

우리 나라 가축 방역사를 보면 우역은 시베리아와 몽고지방을 경유하여 침입된 것으로 지적되고 있으며 1870년경에 처음 발생하였음을 추측할 수 있다. 그 당시 우역은 3-4년 주기로 유행이 반복되었으며 1892-1895년 그리고 1902-1908년에는 주로 변방지역인 함경도에 대유행하였다. 이후 이 병은 이북 전역과 강원도 및 영남지방으로 전파되어 극심한 피해를 초래하였다. 우폐역은 1922년 말에 만주로부터 침입되었다고 기록되어 있으며 평안북도 희천군에서 처음으로 14두가 발생되었으며 이후 2년간 평안남북도에서 발생되어 피해가 막심하였으나 다행히도 1951년 이후에는 발생되지 않고 있다. 구제역도 1934년에 함경도 지방에 발생한 기록이 있으며 그 이후로는 발생이 없었으나 2000년 3월에 구제역의 유입이 확인되어 큰 홍역을 치루고 있다. 탄저, 기종저, 구제역, 돼지콜레라 등도 이북지방에서 발생이 시작되었거나 많이 발생한 것으로 보아 이들 전염병이 만주나 연해주 지역으로부터 유입된 것으로 추정할 수 있다. 추백리는 1924-1925년에 일본으로부터 도입한 병아리예를 통하여 국내에 유입된 것으로 추정되고 있다. 뉴켓슬병은 1927년에 우리 나라에서 발생이 확인된 질병으로 기록에 의하면 영국의 뉴켓슬 지방과 인도네시아의 자바섬 그리고 우리 나라가 최초 발생지로 알려지고 있어 오래 전부터 우리 나라에서 발생하고 있었을 것으로 추정된다.

비교적 근대에 들어 미국과 캐나다에서 젖소를 수입하면서부터 소 전염성비기관염, 소 백혈병 등이 유입되었으며, 미국, 대만 및 유럽 양돈선진국으로부터 종돈을 무질서하게 도입하는 과정에서 돼지 전염성위장염, 오제스키병, 생식기 호흡기증후군, 유행성설사 등 여러 가지 질병이 유입되어 현재까지 국내 양돈 산업에 큰 골칫거리로 남아 있다. 닭 질병 중 백혈병, 마력병, 전염성후두기관염, 감보로병, 산란저하증, 전염성기관지염 등도 외국으로부터 종계 또는 병아리를 수입하는 과정에서 유입되었음이 밝혀졌다. 최근 영국의 광우병, 대만의 구제역, 네델란드 등 유럽 수 개국에서 돼지콜레라 발생과 이에 따른 피해를 보면 이들 악성 전염병의 발생이 관련 축산업에 미치는 영향을 쉽게 알 수 있다.

국내에서 발생하고 있거나 또는 확인된 가축전염병은 약 150여종이나 된다. 이중 OIE List A 질병에 속하는 질병은 돼지콜레라와 뉴켓슬병, 구제역이다. List B에 속하는 질병은 무려 44종이나 된다. 이러한 질병들은 대부분이 외국

으로부터 유입되었다고 볼 수 있으며 이는 외국으로부터 도입된 종축과 같이 유입된 것으로 확인되고 있다. 수입검역과정에서 이들 질병을 완벽하게 차단할 수 없었던 과거 검역기술상의 한계점도 간과할 수 없다. 최근에 각종 가축 및 축산물의 수입이 자유화됨에 따라 해외악성전염병의 유입 위험성이 한층 더 우려되고 있으므로 수입검역기술의 선진화 및 정밀화와 더불어 검역기반을 더욱 공고히 하여 구제역과 같은 악성전염병이 유입되지 않도록 철저히 대비하여야 하겠다.

3. 선진국 대비 국내 연구 기술수준

국내 가축 질병위생분야의 연구 수준은 최근 수년간에 괄목할만한 향상이 있었으며 앞으로는 더 활발히 연구가 진척되어 문제되는 가축 질병의 방제에 널리 활용될 것으로 전망된다. 최근에 발생이 확인된 구제역의 분자생물학적 확인과정에서 나타난 우리 방역진의 진단기술 수준은 아세아에서는 최 상위권이며 International Reference Laboratory의 진단기술 수준에 육박하는 것이었다고 볼 수 있다. 이와 같이 축산 선진국의 연구 수준에 육박할 수 있는 분야도 속속 나타날 것으로 예측된다. 이러한 가축전염병의 진단기술의 진보는 최근 10년 이내에 이루어진 실용연구의 결과라고 볼 수 있으며 해외악성 가축 전염병의 유입을 대비하여 중점 투자한 열매라고 할 수 있다. 하지만 가축질병의 예방백신 개발연구 등은 아직 선진국 수준에 미흡하다고 판단되므로 이 분야의 연구개발에 더 많은 투자가 있어야 할 것으로 판단된다. 국내 가축 예방약 제조회사가 영세하여 기술투자를 할 여건이 되지 않는 것이 가장 큰 걸림돌이지만 이 부분의 과감한 투자가 이루어진다면 신약 1호가 탄생하였던 것처럼 첨단기술을 이용한 첨단백신의 개발도 가능하다고 사료된다. 이를 뒷받침할 기초연구가 활발히 진행되어 계속 증가추세에 있는 수입동물용 백신을 대체할 면역원성이 뛰어난 국산백신의 개발이 아쉽다. 백신항체와 감염항체의 구별이 가능한 백신의 개발 및 이를 입증할 수 있는 방법의 개발에 대한 연구도 박차를 가해야 할 분야이다. 소 부루셀라백신 사건 등은 아직도 기본에 충실하지 못한 우리의 처지를 극명하게 나타낸 헤프닝임을 부인 할 수 없다.

축산물의 안전성 확보를 위한 관련 연구는 아직 미진한 상태라고 할 수 있

으며 이에 대한 연구가 활발히 전개되어야 할 것으로 사료된다. 대장균 O157 : H7, Listeria 균, 살모넬라균 등의 확인방법에 대한 연구에는 상당한 진전이 있으나 감염원과 감염경로에 대한 연구 등은 아직 초보단계에 있어 이 균들에 의한 식육오염 방지 등의 근본적 퇴치가 어려운 실정이다. 동물의 복지 및 환경문제 해결을 위한 관련 연구는 선진국의 수준에 못 미치고 있는 실정이라고 할 수 있다.

II. 가축질병위생분야의 연구성과 및 파급효과

가축 질병위생은 농림기술관리센터의 축산분야의 5가지 중분류 즉 번식, 육종, 질병위생, 사료영양, 축산물 가공 중 하나로 분류되어 있다. 지난 5년간 (1994년 11월부터 1999년 10월) 가축 질병위생분야에서 연구과제로 채택되어 연구결과가 보고된 과제는 총 24과제이며 과제명은 다음에 열거한 바와 같다. 축종 별로 과제를 분류하여 보면 소 질병위생 관련 과제가 13과제로서 가장 많으며 돼지에 관련된 과제는 8과제이고 닭 관련과제가 1과제로서 소 관련과제에 비하면 월등히 적었다. 우리 나라 축산업에서 가금산업이 차지하는 비율에 비하면 가금질병위생 관련분야의 연구과제가 적게 채택된 것에 대한 검토가 필요하다고 생각된다.

소 질병위생관련 13과제를 세분하여보면 원인조사 또는 진단기법의 확립과 관련된 과제는 요네병의 진단기법확립을 위시하여 5과제이며 브루셀라병의 백신개발 과제, 건강관리 프로그램 개발 등과 관련된 과제가 2과제, 번식장애에 관한 2과제, 우유 생산기술 관련 2과제등이었다. 원인 불명의 비육우 급사병에 대한 원인조사 결과 가장 문제가 되는 원인으로 *Clostridium perfringens* type A에 의한 장독혈증으로 밝혀졌으며 비육우 사육과정에서 농후사료의 과급, 열악한 축사 환경위생, 장거리 수송 등의 스트레스, 음용수의 과다한 Calcium, Magnesium ion 함량 등이 이 병의 발생과 관련이 있는 것으로 간주되었다. 이 연구의 결과로 우리 나라의 소에 장독혈증이 발생함이 입증되었으며, 원인 불명의 가축 급사병에 대한 조사연구는 시간을 다투는 사안이므로 지속적인 관심이 모아져야 할 것으로 사료된다. 젓소 요네병을 신속 정확

하게 진단하기 위한 PCR기법과 ELISA기법이 확립하여 요넨 피내반응법의 단점을 크게 보완하게 되었다. 요네병의 유우목장별 ELISA 및 immunoblotting 양성율이 각각 67.3%와 24.7%나 되어 만성소모성 질병인 요네병이 우리나라에서 크게 만연하고 있음이 확인되므로 이에 대한 방역조치가 시급한 것으로 인정되었다. 우결핵의 실험실내 면역진단법을 개발하기 위하여 수행한 우결핵병의 면역진단 및 우형결핵균 추적기술 개발 연구에서는 ELISA 진단키트를 개발하였을 뿐만 아니라 우결핵 진단을 위한 피내반응검사는 생체에서 세포매개면역반응을 측정하는 것으로 이 방법이 현재 널리 사용되고 있으나 실험실내에서 림프구증식반응검사와 IFN- γ 검사로서 우결핵병 진단이 가능함을 밝혔다. 또한 PCR기법으로 우형결핵균을 감별하기 위하여 VNTR(variable number tandem repeat) typing과 outward PCR typing을 확립하여 우형 결핵균의 감별을 간편하게 하는 성과를 거두었다. Test and Slaughter 정책으로 우결핵 방역을 수십년간 수행해오고 있으나 우결핵의 검진율이 증가하는 추세임을 감안할 때 우리의 특수상황에 따른 역학적인 연구가 심도 있게 이루어져 이 병의 발생율을 위험수준이하로 감소시키는 계기가 마련되어야 할 것으로 사료되었다.

소의 브루셀라병에 의한 양축농가의 경제적 손실의 최소화를 위한 대책 연구에서는 *Brucella abortus* RB 51균주를 이용한 생균백신의 면역효과가 우수하다고 인정되어 야외 적용을 서둘렀으나 불의의 사고가 발생하여 생균백신의 안전성에 대한 문제점이 크게 부각된 바 있다. 생물학적 제제 특히 live vaccine의 안전성에 대하여서는 앞으로 더 많은 야외 적용시험이 필요함을 인식하게 하는 계기가 되었다고 본다. 고품질 우유 생산기술과 젖소 유방염 관리 프로그램의 개발 연구 등은 낙농업계의 현안 문제를 해결하기 위한 연구과제로서 시의 적절하였다고 사료되며, 연구 결과도 현장에 쉽게 적용이 가능하다고 사료되었다. progesterone의 농도를 ELISA로 간편하게 측정함으로써 소의 수태율 및 생산성 향상 기반 구축 확립이 가능한지는 더 깊은 연구가 필요하다고 생각되며, 젖소 건강 monitoring system 개발이라든지 과행증의 관리 대책에 대한 연구는 젖소의 생산성 향상을 위해 필요한 연구 과제이나 현장활용을 위한 실용 프로그램의 표준화가 이루어져야 성과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

벗짚위주의 농산부산물을 이용한 축우용 완전 배합발효사료의 개발과 보급에 관한 연구에서는 재배용 사료작물을 이용한 TMF 사료의 제조공정 확립 및 사료적 가치 규명과 고수분 농산가공 부산물의 축우용 TMF사료화 연구를 수행하여 좋은 결과를 얻어 사료자원이 부족한 우리 현실에서 낙농 및 한우 농가의 생산성 향상에 크게 기여 할 것으로 기대된다.

양돈 관련 8개 연구과제 중 돼지 조기 이유 및 성장단계별 격리사육을 통한 양돈장 청정화에 관한 연구와 PigMon Slaughter Check 기법을 이용한 양돈장 위생관리에 관한 연구 등은 신기술 신양돈기법으로 양돈장의 위생관리를 체계적으로 유도함으로써 생산성을 향상을 도모하고 안전돈육생산의 기반을 다지기 위한 연구로서 전업 또는 기업 양돈으로 발전하는 우리 양돈의 지향할 바를 제시하였다고 사료된다. 이러한 신기술이 양돈현장에 조속히 접목되어 질 것으로 기대된다. 한국형 유전자 재조합 백신 및 치료제 개발 연구의 결과 Herpesvirus vector vaccine 제조 기술을 이용한 recombinant Aujeszky's disease virus vaccine 제조 기술이 우리 연구진에 의하여 확립되었으며 Tk 유전자 및 기타 insertion site를 이용한 recombinant swine pox vaccine 제조 기술이 확립되는 성과를 올려 가축질병 백신의 유전자 재조합백신 시대가 곧 올 것을 기대하게 되었다. 면역증강제로서 고분자화 리포솜의 합성방법이 개발되어 백신의 보강제로서 활용이 가능하게 되었다. 앞으로 이와 같은 첨단기술을 이용한 가축질병 예방에 대한 연구가 활기를 더할 것으로 기대된다. Dip-Stick immunochromatography techniques를 이용한 TGEV, PEDV, porcine rotovirus의 진단키트 개발은 감별진단이 요구되는 돼지의 설사병 진단을 위해 한 차원 높은 진단기법이 실용화되기에 이르렀으며, 현재 우리나라에서 만연하고 있는 PRRS의 신속 정확한 혈청학적 진단 및 감염돈군에 대한 피해감소 방안 등이 시급히 요구되고 있는 실정임을 감안 할 때 이에 대한 연구가 시급하다고 사료된다. PRRS와 porcine coronavirus 감염증, 돼지 내외부 기생충 방제 프로그램 등이 성안되어 질병의 monitoring 및 방제를 위해 많은 활용이 있을 것으로 기대된다. 동물 숙주내 생체방어기전의 분석이 첨단기술의 개발로 가능해 짐으로서 비특이 면역증강제를 활용하여 돼지의 생산성을 향상 시키려는 연구가 수행되었으며, 비특이 면역증강제는 T림프구의 활성화를 유도시킬수 있음이 확인되어 백신접종에 의한 면역효과의 증대는 물론 세포성

면역이 항진되어 질병발생 감소효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

뉴캐슬병과 전염성 기관지염 등 닭 호흡기 질병은 양계산업에서 공적 1호라고 할 만큼 경제적으로 중요시되는 질병이다. 이 질병에 대한 백신이 개발되어 있으나 닭이라는 개체의 특성상 개개 백신을 하기가 사실상 어려운 점이 많아 mass vaccination에 많은 관심이 있고 이에 대한 연구가 활발하다. 이러한 백신을 효과적으로 하기 위한 분무기의 개발연구가 수행되어 상당한 효과를 거두었다는 것은 고무적인 일이다. 앞으로는 양계산업분야에서 크게 문제되고 있는 질병의 신속 정확한 진단법의 개발연구는 물론 면역학적 방제와 성역적 위생관리에 대한 연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

꿀벌 응애류 및 질병 방제기법에 대한 연구 등은 우리 나라 양봉산업의 발전을 위해 필요한 연구과제이었다고 생각되며 좋은 연구 결과가 현장에 많이 활용될 것으로 기대된다. 단클론항체를 이용한 *Vibrio vulnificus*의 정성 및 정량 분석법이 개발되어 해산물의 오염도 측정을 용이하게 하였다.

1. 가축질병위생분야 연구과제 목록(1994~1999)

가. 소 질병위생 관련 과제(13과제)

- 농가사육 비육우의 집단폐사 원인조사와 그 대책
- 요네병의 진단기법 확립
- UR에 대비한 유우, 한우의 수태율 및 생산성 향상 기반구축확립에 관한 연구
- 우결핵병의 면역진단 및 우형결핵균 추적기술 개발
- 젖소의 브루셀라병에 의한 양축농가의 경제적 손실의 최소화를 위한 대책 연구
- 초음파 검사에 의한 소의 번식장애 감별진단 및 치료법 개발
- 동물(젖소)건강 monitoring system 모델개발
- 고품질 우유의 생산기술 개발
- 고품질 우유 생산을 위한 젖소 유방염 관리 프로그램 개발
- 우유 항균물질 검사 Biosystem 개발 연구
- 젖소의 생산성 향상을 위한 파행증의 관리대책

- 항병력이 높은 송아지 육성을 위한 질병역학 조사와 오츠흘수수준 야외진단법 및 면역요법제 개발
- 벧짚위주의 농산부산물을 이용한 축우용 완전배합발효사료의 개발과 보급에 관한연구

나. 돼지 질병위생 관련 과제(8 과제)

- 한국형 유전자 재조합 백신 및 치료제 개발
- 돼지 조기이유 및 성장단계별 격리사육을 통한 양돈장 청정화에 관한 연구
- PigMon Slaughter Check 기법을 이용한 양돈장 위생관리에 관한 연구
- 돈유종의 체세포 분석과 면역증강유도를 통한 돼지 생산성 향상에 관한 연구
- Dip-Stick 면역크로마토그래피기술방법에 의한 바이러스질병 진단키트 개발
- 돼지의 생산성 향상을 위한 돼지 세균성 질병의 방역대책
- 돼지의 PRRS에 의한 양돈가의 경제적 손실의 최소화를 위한 대책 연구
- 돼지의 생산성 향상을 위한 바이러스 및 기생충성 질병 방역 대책

다. 닭 질병위생 관련과제(1 과제)

- 닭의 바이러스성 호흡기전염병 집단 방역을 위한 장비개발

라. 기타 질병위생 관련 과제(2과제)

- 꿀벌응애류 및 질병의 방제기법에 대한 연구
- 단클론항체를 이용한 비브리오균의 진단법 개발

Ⅲ. 향후 연구과제 및 방향

1. 가축질병 진단 및 방역관리

가축질병을 보다 효과적으로 방역하기 위해서는 위생적인 환경 및 사양관리

의 개선과 동시에 신속 정확한 진단기술을 토대로 한 적절한 예방과 치료대책이 종합적으로 이루어져야 한다. 첨단 생명공학기술을 활용하여 이러한 문제점을 해결하려는 연구가 세계 각국에서 활발히 수행되고 있다. 최근 국내에서도 주요 가축 전염병에 대한 미생물학적 및 분자생물학적 특성과 숙주 동물의 면역반응 등에 대한 연구가 부분적으로 이루어지고 있으므로 각 분야의 폭넓은 첨단지식을 접목한다면 기존 진단법의 정확도와 간편성을 크게 개선할 수 있을 뿐만 아니라 예방효과가 미흡한 각종 질병의 피해를 최소화 할 수 있는 새로운 개념의 백신을 개발할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 질병치료와 축산물 안전성 확보를 위한 항미생물질과 생리활성물질 개발 등 다양한 연구가 수행되어야 할 것이다. 가축의 건강과 복지를 위한 기초적인 연구가 이루어져야 한 차원 높은 축산업의 발전을 기약할 수 있으므로 가축을 숙주동물로 이용하는 미생물의 근본적인 분자생물학 및 생리학적 특성조사, 숙주에 대한 미생물의 분자 생물학 및 집단 역학적 조사, 정상세균총과 병원성 세균간의 상호작용에 관한 연구는 물론 가축의 질병발생과 감염면역의 기전, 동물의 면역학적 능력에 영향을 주는 요소에 대한 연구, 효과적이고 실용적인 백신개발 및 이를 평가할 수 있는 기초연구 등이 심도 있게 추구되어야 할 과제라고 할 수 있다.

국내 수의학분야에서도 세포융합기술을 도입한 이래 여러 병원체에 대한 단클론항체(monoclonal antibody)를 생산하고 특성을 조사하여 특히 진단항체를 지속적으로 선별하고 있다. 최근까지 개발된 각종 단클론항체는 병원체의 분자생물학적 연구에 유용하게 이용되었을 뿐만 아니라 진단 특이성이 우수하여 각종 가축 가금 전염병의 진단에 활용되고 있으며 점차 기존 polyclonal 진단항체를 대체하고 있는 실정이다. 최근 생물공학기법으로 특정 유전자를 발현한 재조합단백질을 생산하고 이를 항원으로 사용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내에서도 이러한 연구의 결과가 기존의 혈청진단법을 개선할 수 있음을 보여주고 있다. 최근 재조합단백질을 항원으로 사용하여 개발한 각종 효소면역법(ELISA)과 기타 혈청검사법은 정확성, 민감성 및 재현성이 우수하여 널리 보급되고 있으며 앞으로는 더욱 보편화되리라 예측된다.

각종 효소나 형광물질을 사용하여 안전성과 민감도가 우수한 특정 유전자 탐색자(probe)를 작성하는 기술의 개발이 이루어져 가축질병의 진단효율이 크

게 향상되리라 기대된다. 아울러 유전자중합효소를 이용한 PCR(polymerase chain reaction) 기법들이 개발되어 병원체의 검색, 질병진단 및 각종 유전공학 분야 연구에 활발히 응용되고 있음에 비추어 지난 수년간 국내 수의학분야에서도 이러한 연구가 부단히 진행되고 있었으며 앞으로도 이에 대한 연구와 활용이 크게 확대될 것으로 기대된다. 앞으로는 더욱 간편하고 용이하면서도 정확한 진단이 가능한 현장진단기법에 대한 실용연구가 많이 이루어질 것으로 기대된다.

최근 미생물학, 생화학, 분자생물학 및 면역학 등의 종합적인 이론과 기술을 바탕으로 보다 안전하고 효과가 우수한 새로운 백신개발의 연구에 초점이 집중되고 있으며 현재 국내에서 다음과 같은 몇 가지의 접근방법이 활발히 연구되고 있다. 병원체의 특정 유전자를 결손 또는 조작하여 순화된 maker 백신을 개발하기 위한 연구가 허피스바이러스 모델로 연구되고 있으며, 이중 국내 분리 오제스키 바이러스의 TK, gX 및 gE 유전자를 제거한 재조합바이러스 백신 개발 연구가 수행되고 있다. 병원성이 현저히 낮거나 없는 비병원성 미생물을 선발하여 특정 유전자 위치에 유용한 외부 유전자를 도입 발현시킬 수 있으며, 이러한 유전자재조합바이러스는 두가지 이상의 질병을 동시에 예방할 수 있는 vector 백신으로 사용될 수 있다. 최근 국내에서도 herpesvirus, poxvirus 및 adenovirus 등을 모델로 외부 유전자를 삽입·발현하려는 연구가 꾸준히 수행되고 있다. 이 바이러스들은 유전자의 크기가 vaccinia virus보다 상당히 적기 때문에 여러가지 외부 유전자를 도입하기 어려우나 vaccinia virus를 vector 백신으로 사용하기를 꺼리는 사회적인 문제점을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 구강 또는 비강으로 접종할 수 있는 장점을 가지고 있으므로 국내에 발생되고 있는 각종 동물의 설사병 및 호흡기 질병을 보다 효과적으로 예방할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 유전자재조합 단백질을 면역보강제(adjuvant) 또는 면역활성물질(cytokine)과 혼합하여 안전성과 필요한 면역반응을 유도할 수 있는 subunit vaccine 개발연구가 수행되고 있다. 이러한 백신을 사용하면 감염동물과 백신접종동물을 구별할 수 있어 특정 질병을 박멸하고자 할 때 매우 유용한 감염개체 확인수단이 될 수 있을 것이다. 현재 국내에서 돼지콜레라, 오제스키병, 돼지와 개의 파보바이러스감염증에 대한 subunit vaccine이 개발되었으며 일부는 산업화되어 야외에서 상

당한 성과를 거두고 있다. DNA 백신은 모체이행항체에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 면역보강제 없이도 세포 및 체액면역을 동시에 유도할 수 있으므로 앞으로 이에 대한 연구에 많은 관심이 모아질 것으로 예측된다. 특정 방어항원 단백질을 암호하는 유전자를 식물에서 발현하여 이것을 edible vaccine 으로 개발하고자 하는 연구도 활성화되리라고 믿는다.

구미제국을 중심으로 동물복지에 대한 관심이 고조되고 있을 뿐만 아니라 앞으로 축산은 동물복지를 외면할 수 없게끔 사회적 문화적 압박이 국내외적으로 가중되고 있다. 가축의 사육시스템 및 관리와 관련된 생리적, 신경내분비학적 및 동물품성학적 문제라든지 가축의 생산과 번식능력 향상에 따른 건강과 복지의 관련성을 규명하기 위한 역학적 연구, 이와 연관된 집단건강관리 방법의 개발 연구 등이 절실히 요구될 것으로 전망된다.

2. 축산물 안전성 확보

사회적 및 문화적 환경변화에 따라 축산업의 최우선 과제는 소비자가 원하는 안전하며 위생적이고 또한 질적으로 우수한 축산식품을 생산·제공하는데 있다. 축산물의 안전성 확보를 위해서는 생산, 가공, 유통 및 소비 단계별로 위해요인을 분석하고 이에 대하여 세부적인 대응방안을 수립·실시하여야 한다. 이러한 일련의 조치를 위해요소 중점관리(Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP)이라고 널리 알려져 있으며 이의 중요성도 인식되고 있다. HACCP제도가 농장에서 식탁에 이르는 전과정에서 합리적으로 적용되어 축산식품이 안전하게 생산·가공·유통·소비가 이루어지도록 하는 실용연구가 강화되어야 할 것으로 전망된다.

축산식품의 위해성은 크게 미생물(독소) 오염과, 치료약제 또는 유해 중금속 등의 잔류문제로 구분할 수 있다. 유해 미생물의 식육오염은 생산단계의 동물에서부터 가공 및 유통단계까지 전 과정에서 일어날 수 있다. 이와 관련된 사례로 국내에서는 개 부루셀라 사건, 고름우유 사건, 경주와 창녕에서 발생한 탄저 사건, 국외적으로는 광우병 사건 그리고 계란내 살모넬라 오염사건과 최근의 대장균 O157 식중독관련 사건, 소시지의 리스테리아 오염사건, 말레이시아의 Nipahvirus 감염증 등은 축산식품의 안전성 확보가 얼마나 중요하며 사

회적 파급효과가 얼마나 심대한지를 극명하게 보여주고 있다 하겠다. 병원미생물 및 유해미생물과 이들에 의한 식육 및 가공품의 오염원 및 전염경로에 대한 연구는 우리 사회의 특수성을 고려한 방향으로 전개되어야 할 것이다. 우리나라에서 인수공통전염병으로서 동물에 발생건수가 증가하고 있는 소 결핵병, 부루셀라병, 광견병 등은 국가적 차원에서 강도 높은 방역이 이루어져야 하며 이를 위한 기초 및 응용연구가 조속히 이루어져 이를 뒷받침해야 한다. 아울러 공중보건과 직접적인 영향이 있는 가축과 가금의 살모넬라 감염증 특히 가금 티프스와 최근에 와서 문제시 되기 시작한 조류 인플루엔자(avian influenza)의 방역을 위한 기초 및 실용연구가 이루어져서 이러한 질병의 궁극적 근절이 가능하도록 뒷받침하여야 할 것으로 본다.

대부분의 항생물질과 합성 항균제는 적절히 사용되지 않을 경우 그 잔류독성으로 인하여 사람의 건강에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 이러한 약제들이 특정 질병의 치료를 위하여 수의사의 진단에 따라 처방되는 경우에는 적절한 조치가 취해질 수 있으나 이들 중에 사료 첨가제의 형태로 질병예방, 성장촉진 및 사료효율향상 등을 목적으로 비교적 장기간 투약되고 있는 것이 문제이다. 약의 유효성분, 주 효능, 대상가축, 사용량, 사용방법, 사용금지(휴약)기간 등에 대한 기초 및 적용연구가 이루어져 오 남용을 방지할 수 있도록 하여야 한다. EU제국 등 선진 축산국에서는 항균물질의 사료첨가제 사용규제가 강화되고 있어 항균물질에 의존하는 가축의 사양기술에 큰 변화가 일어나고 있음으로 이에 대비한 연구도 시급하다고 할 수 있다.

3. 해외 악성전염병 방제

최근 영국의 광우병, 대만의 구제역, 네델란드 등 유럽 수개국에서 돼지콜레라 발생과 이에 따른 피해를 보면 이들 악성 전염병의 발생이 관련 축산업을 파멸로 몰고 갈 수 있음을 직시해야 하겠다. 국내에서 발생하고 있거나 또는 확인된 가축전염병 중 OIE List A 질병에 속하는 질병은 돼지콜레라와 뉴캐슬병이며 최근에 구제역의 유입이 확인되어 우리 축산계에 태풍의 핵으로 등장하였다. 이와 같이 해외악성 가축전염병의 유입을 막기 위한 국가방역 조치 때문에 동물과 그 산물의 비발생국가로의 이동이 전면 금지되는 국제관례에

예외가 없어 이에 대한 대비가 무엇보다도 중요하게 되었다. 우리 나라의 축산업은 외국에서 수입한 종축과 같이 들어온 질병과의 전쟁을 하고 있다고 해도 과언이 아니며 앞으로 이런 추세에서 큰 변화가 없을 것으로 예측되므로 유입이 예상되는 해외 가축전염병에 대한 신속 정확한 진단법에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다. 최근 들어 각종 가축 및 축산물의 수입이 자유화됨에 따라 해외악성전염병의 유입 위험성이 한층 더 우려되고 있으므로 수입검역기술의 선진화 및 정밀화와 더불어 검역기반을 더욱 공고히 하여 구제역과 같은 악성전염병이 재 유입되지 않도록 철저히 대비하여야 하겠다. Swine vesicular disease(SVD), African swine fever(ASF), bovine spongiform encephalitis(BSE), Nipahvirus infection 등에 대한 진단기술의 확립은 물론 구제역과 돼지콜레라의 근절을 위한 관련 연구의 첨단화 및 인적 자원 확보에 획기적인 지원이 있어야 할 것으로 본다.

제 3 절 가축유전육종

I. 가축유전육종분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 가축유전육종에 관한 연구동향

가. 가축 유용유전자 개발

베일에 가려 있던 질병과 노화의 수수께끼를 담고 있는 인간의 유전자지도가 미국, 영국, 프랑스, 일본, 중국 등 5개국 컨소시엄인 인간게놈프로젝트(HGP)와 민간업체 셀레라제노믹스에 의해 2000년 6월 26일에 드디어 그 모습을 드러냈다. 지난 1953년 Waston과 Crick이 생명현상을 담고 있는 DNA의 구조를 밝혀낸 지 반세기도 채 지나지 않아 인간은 신이 만든 '생명의 설계도'를 손에 넣은 것이다.

이러한 유전자를 밝혀내기 위한 게놈프로젝트는 1909년 DNA의 화학적 구성을 구명하고, 유전자라는 용어를 처음 사용하였으며, 1953년 DNA의 2중 나선 구조를 해독하였고, 1969년에 처음으로 유전자의 분리에 성공하여, 1970년에 최초로 인공유전자를 완성시켰다. 이어서 1978년에 인슐린 생산에 박테리아를 이용하였으며, 1984년도에는 유전자지문 감식제를 도입하였고, 1990년에 미국 주도로 인간게놈프로젝트를 시작하였으며, 1996년에는 양조용 효모유전자지도를 해독한 바 있고, 1997년도에는 영국 로슬린 연구소에서 복제양 돌리를 생산한 이후 2000년 3월에 빌 클린턴 미국 대통령과 토니 블레어 영국 총리가 인간 유전자 정보를 공개하기로 합의한 이후 3개월만에 인간 유전자 연구결과 의 초안을 발표하게 되었다.

한편 국민경제 수준의 향상으로 종래의 곡물 중심 식생활 형태가 축산물 중심으로 급속히 변화하여 동물성 식품에 대한 수요가 증가하면서 축산부문의 유전공학기술 도입이 활발해지고 있다.

기존의 가축개량 방법은 반복적인 교배와 선발 작업을 통해 유용한 형질을

가진 개체를 찾아내고 원하지 않는 형질을 가진 개체는 도태시키는 방법이었다. 이러한 방법으로 유용한 형질을 찾아내는데는 많은 비용과 시간이 소요되었다.

유전공학의 발전은 기존 가축개량 방법의 단점을 크게 개선하였다. 체외수정, 수정란의 동결보존과 이식, 가축 성의 인위적 조절 및 복제동물 생산 등이 가능해졌고, 시간과 비용도 크게 줄어 들었다.

가축의 게놈해석도 시간, 노력 그리고 비용이 많이 들기 때문에 가능한 한 해석의 중복을 피하면서 효율적으로 진행시킬 필요가 있다. 또 해석의 성과는 인류 공동의 자산이라는 인식으로 국제적인 공동연구가 진행되고 있다. 유럽에서는 유럽연합이 조직한 PigMaP 계획, 미국에서도 농무성이 중심이 되어 해석을 진행하고 있으며, 오스트레일리아는 대학 및 CSIRO가, 또 중국과 일본에서도 돼지의 게놈해석을 먼저 진행한 후 소에서도 게놈해석을 진행하여, 현재 소나 돼지에서 기능이 밝혀진 유전자와 표지인자는 각각 2,000여개 이상이며 그 숫자는 급속히 늘어날 전망이다.

이러한 선진 각국의 생물산업 육성동향을 보면 현재 미국, 유럽, 일본이 세계 생물산업시장을 주도하고 있으며 성장성은 거의 무한대일 것으로 전망하고, '90년대 중반부터 생물산업을 21세기 국가전략산업으로 선정하여 집중 지원하고 있다. 즉 미국의 경우 최선두국가 유지를 위한 개발기술의 산업화를 가속화하기 위하여 정부 주도로 생명공학센터 설립, 생물산업단지조성, 연구개발자금 지원 등 다양한 지원을 하고 있다. EU는 유럽연합중심의 공동개발과 국가별 산업화 연계를 강화하기 위하여 EUREKA(유럽공동기술개발기구), EFB(유럽 생물공학연맹) 등을 중심으로 공동기술개발 프로그램을 추진하고 있으며, 일본도 정부 주도로 생물산업의 선두국가 위상을 확보하기 위해 범정부적으로 개발기술의 산업화 촉진을 위해 '99년7월 생물산업창조를 위한 기본전략을 공동 채택하고 밀레니엄 프로젝트를 전략적으로 추진하고 있다.

나. 가축개량 연구

가축 개량을 위해서는 세계적으로 자국의 독특한 개량체계와 목표를 설정하고 국가기관, 민간개량기관, 생산자단체 및 단위농가간의 유기적인 연계체계를 통하여 개량성과를 극대화시키고 자금 투입을 최대한 효율화 시키고 있다.

육우의 경우 미국에서는 육우 품종(Angus, Brahman, Hereford, Charolais 등) 별로 협회를 창설하여 각각의 품종들의 특성에 맞는 유전적 개량을 실시하고 있는데 가축육종은 크게 두 가지의 목표로 접근한다. 경제개념에 입각하여 작은 투자로 높은 가치를 창출하는 수익성과 소비자의 식생활 형태에 따른 다양성(고급육, 저지방육)이다. 그러나 근본적으로 육우의 육종을 위하여 적합한 생식 체중, 순산, 포유 능력, 증체 효율, 도체의 가치 등을 반드시 고려하고 있다. 국가 육종기관은 기본적 성장 및 번식형질에 대한 기본적 guide line만을 제시하고 각각의 육우 품종 협회에서 개량의 목표에 따라 육종을 실시하고 있다.

Hereford association: 도체형질(muscling과 marbling)과 순산

Limousin association: 지육과 적육생산, 높은 정육율

젖소의 개량을 위하여는 차세대 집단을 위한 고능력우의 선발을 중요시하여 번식 능력, 낮은 송아지 폐사율, 집단의 양호한 건강 등을 고려하고 있다. 따라서 유전능력평가를 통한 우수한 숫소를 선발하여 집중적인 인공수정을 통하여 고유량생산을 위한 개량의 효과를 높이고 있다.

돼지는 미국의 4대 주 품종으로 거대한 database를 가진 Yorkshire, Duroc, Hampshire, Landrace를 들 수 있다. 개량시 주요 고려 사항들은 등지방 두께, 250 pounds 도달일령, 185 pounds 도체의 지육량, 21일령 새끼의 체중과 생존 마리수이다. 막대한 data bank의 자료를 이용하여 terminal sire line sow line 을 확립해 나가고 있다.

염소의 개량은 경제성을 고려한 표준화를 위하여 산육형과 유용형으로 크게 분리하여 개량을 실시하고 있으며 육종시 고려사항으로 육질, 체형, 외모, 형태로 보고 있다. 산육형을 위하여 큰 체격, 높은 도체량과 통일된 외모를 고려한 선발이 실시되고 있다.

2. 국내의 가축유전육종에 관한 연구동향

가. 가축의 유용유전자 개발

국내 대학, 국가 및 민간 연구소에서 수행되고 있는 유용유전자 발굴연구에 관한 연구 동향은 인체에 유용한 의료단백질 생산을 위해 필요한 유용 유전자

의 발굴과 주로 가축에서 이루어지고 있는 형질과 연관된 유전자 또는 표지인자의 발굴로 나눌 수 있다.

인체에 유용한 의료용 단백질을 동물의 혈액, 오줌, 계란 등을 통하여 대량 생산할 수 있는 체계 구축을 위한 형질전환 가축의 생산연구가 수행되고 있는데, 축산기술연구소에서 개발한 EPO 재조합 단백질 생산이 가능한 형질전환 돼지 새끼나 생명공학연구소에서 개발한 메디 등의 형질전환 가축의 생산에 관한 보고가 있고 그 외에도 대학이나 연구소에서 많은 투자가 이루어지고 있으나 아직까지는 산업화에는 성공한 바가 없는 실정이다.

가축의 능력을 효율적으로 개량하기 위하여 가축의 형질을 조절하는 유전자 또는 형질과 연관된 표지인자를 개발하기 위한 연구가 대학 및 연구소에서 추진되고 있으나 주로 후보유전자의 다형성 검정과 형질과의 연관성 분석이 주종을 이루고 있으며, 대부분이 외국에서 보고한 연구결과를 토대로 수행되고 있는 실정이다. 그 일부 결과들은 한우에서 경제형질과 연관성을 보고한 경우도 있으나 산업현장에 활용할 수 있는 것은 아직 없다. 그리고 정책의 부족으로 유전자를 활용하기 위한 연구분야에의 투자가 적어 결과를 얻기 위해서는 상당한 시일이 소요될 것으로 보여지며, '98년부터 축산기술연구소 주관으로 돼지의 연관 유전자지도 작성을 위한 과제가 추진되고 있고 일부대학에서 유사한 연구가 추진되고 있으나 한우와 닭에 대한 연구도 강화해 나가야 할 것이다.

한편 국내에서 특이적으로 수행되고 있는 연구분야중의 하나가 쇠고기 부정유통과 관련하여 한우의 차별화를 위한 한우 특이 마커의 발굴에 관한 연구이다. 한우고기와 젓소고기와의 유전자 감식법에 대한 전국적인 실시를 위한 준비가 농림부 주관으로 추진되고 있으나 수입쇠고기 전반에 대해 현장에 적용하기 위해서는 더 많은 투자와 더 깊은 연구가 있어야 할 것으로 보인다.

이상에서 본 것처럼 이 분야의 국내 연구동향은 외국과 비교해볼 때 독자적으로 수행되기보다는 외국에서 수행되었던 과제를 근거로 수행되는 경우가 많다. 앞으로 인간 유전체 연구에 대한 결과가 발표되면서 보다 급속한 연구가 이루어질 것으로 보인다.

나. 가축 개량 연구

저비용 고효율의 축산물 생산을 위해 가장 중요한 과제로 가축의 유전적 소질을 향상시키는 것이 긴급하다는 것이 주지의 사실이다. 더욱이 금융위기시대를 지나면서 사료자원을 포함한 해외의존도가 높은 원자재의 가격폭등과 축산물의 전면 수입개방에 따른 국내 축산업의 위기까지 몰린 현시점에서 가축의 개량은 더욱 더 시급히 지속적으로 추진되어야 할 과제임에 틀림없다.

우리 나라 가축개량을 위한 국가차원 및 관련 부분의 사업 추진방향을 살펴보면 1970년대 후반까지 국가차원에서 외국의 우수종자를 도입하고 이를 바탕으로 증식·개량해 왔었다. 이후 1980년대에 들어서는 종계부문에 있어서는 민간종계장 및 육종회사가 육종사업을 주도하게 되었으며 종돈, 젖소 및 돼지정액 수입이 자유로워지고 민간부문의 종축 수요가 급증하게 됨에 따라 경쟁적으로 종축 및 관련 유전자원이 도입되기 시작하면서 중소가축개량 및 젖소의 일부 개량사업에 있어서 국가 기여 부분이 급격히 감소되어 현재는 한우 종자개량을 제외하고 젖소, 돼지, 닭의 경우 종자개량을 위한 국가적 기여 부분이 거의 미미한 상황에 놓이게 되었다.

그러나 민간부분에서의 개량성과를 보면 국가적 차원의 효율적 개량 측면의 긍정적 효과보다는 오히려 외국으로부터 들여 온 종자를 단순히 증식시키는데 불과한 상황이 전개됨에 따라 국내 종자시장은 외국의 종자개량 성과를 무기력하게 수용하고 있는 암담한 상황에 몰리고 있는 실정이다. 이렇게 된 데에는 가축개량에 대한 양축 농가의 이해부족, 개량관련기관들간의 유기적인 협조 미흡 등 다양한 원인들이 복합적으로 작용하였기 때문이다. 그러나 가축개량의 국가 주도성을 감안할 때 정부의 관심도 저조로 사업이 다양하게 개발·추진되지 못하고 정책 우선 순위에 밀려 자금 투입이 저조하였던 것이 가장 큰 원인으로 생각된다. 외국의 축산물에 대응하는 차별화된 품질을 창출하고 국내 소비자의 요구에 부응하는 축산물 생산을 위해 가축개량분야는 수 세대에 걸쳐 많은 재원과 시간이 소요되기 때문에 단위농가나 민간부분에서의 수행은 한계가 있다. 따라서 가축 개량을 위해서는 국가적 차원에서 새로운 모델을 정립시켜야 할 시점에서 있는 것이다.

3. 선진국 대비 국내기술 수준 비교

가. 가축 유용유전자 개발

분 야 별	국 내	국 외
○ 유전자원보존 및 활용	- 재래가축 일반특성조사수행 - 생체·생식세포 및 체세포의 보존	- 재래종 및 야생종보존세계전략 구축(FAO) - 가축유전자원 D/B 구축
○ 친자감별기술 개발	- 혈액형 분석용 표준항혈청 생산(40종) - 혈액단백질 8좌위 검색	- 표준항혈청생산(50종이상) - 친자감별 위한 DNA표지인자 개발 산업화
○ 가축 genome project	- 돼지 유전자지도작성연구추진 중(1998~)	- 가축유전자지도작성연구('90년 이후) : 표지인자 소 2,000여개, 돼지 1,800여개 확보
○ 경제형질관련 DNA 표지인자발굴연구	- 근내지방 및 등심지방함량 관련 DNA 표지인자 발굴	- DNA 표지인자 발굴 산업화 : PSS, ESR, BLAD, DUMPS

나. 가축 개량 연구

구 분	국 내	국 외
▶ 육종 ○ 가축유전능력 평가 ○ 가축개량 D/B 구축	- 개체모형을 적용한 유전능력 평가 실시 - 가축유전능력분석시스템 개발 시작 - 가축개량전산망 구축	- 국제종모우평가(MACE)도입(미, 캐 등) - 다형질 개체모형 적용 - 미국 : DHIA, 네델란드 : CR Delta, 캐나다 : CDN, 이스라엘 : ICBA
<한우> ○ 한우능력 개량	- 우수 유전자 핵군조성 중 - 한우 1등급발현비율 : 20%	- 가축개량에 MAS이용연구(미국) - 일본화우 1등급발현비율 : 60%
○ 한우 평가 시스템 개발	- 초음파 이용 육질 판별 연구 - 단형질 가축 개체모형에 의한 종축 선발	- 초음파자료 활용 종우 선발(미국) - AI reml에 의한 선발(미국)

구 분	국 내	국 외
<젖소> ○젖소능력개량	○경제형질 위주 선발 ○MOET을 이용한 축군 조성	○젖소 유전자원의 차별화(캐나다) ○MOET을 이용한 축군 활용(유럽)
○젖소 평가 시스템 개발	○새로운 보정계수 개발	○새로운 분석 모형 제시(미국) ○reference herd 구축(미국)
<돼지> ○돼지능력개량	○국가단위 돼지개량체계 전환 시도 ○ 국내적용 선발지수 개발	○품종내 근교계통조성GGP체계정립및활용 ○생체초음파육질측정기개발활용(미국, 일본)
○돼지 평가시스템 개발	○다형질 개체모형에 의한 종축 선발	○BLUP이용 평가체계구축 ○다품종 개체 모형 개발(미국)
<닭> ○가금유전자원	○한국재래닭 유전특성 연구 분석 ○한국재래닭의 고품질육용화 연구 ○국내 유전자원을 이용한 국산종계개발	○재래지방계 개량(일본, 대만, 프랑스 등) ○선발집단 및 Random 집단 병행 유지로 능력개량도 추정

II. 가축유전육종분야의 연구성과 및 파급효과

1. 가축유전육종의 분야별 성과분석

농림기술개발사업을 1994년부터 시작하여 1999년까지 5년간 1,604과제를 선발하여 579과제가 완료되었으나, 가축육종분야는 8과제인 1.4%만을 수행하였다. 이와 같은 결과는 연구동향에서 검토한 바와 같이 가축육종 분야의 연구결과를 얻기 위해서는 많은 시간과 예산 그리고 인력을 필요로 하고 있음을 단적으로 보여주고 있는 것이다. 더군다나 가축개량과 유용유전자 개발을 위한 첨단 기술인력의 부족이 정부의 정책 부재 및 재정적 지원 불충분과 함께 우

수한 소질을 지닌 유전자원의 개발 속도를 더디게 하고 있는 원인이라고 볼 수 있겠다.

가. 연구수행 총괄표

분야별	연구과제명	주 관 연구기관	연 구 책임자	총연구기간	연 구 개발비 (천원)
유용유전자 개발	1. 한우의 조기선발 및 친자확인을 위한 분자유전학적기법의 응용에 관한 연구	충남대학교	한성욱	'94.12~'96.11 (2년)	86,900
	2. 돼지의 품종식별 및 경제형질 연관 유전자 표식인자 규명을 위한 기술 개발	진주산업대학교	김철욱	'94.12~'97.11 (3년)	198,331
	3. DNA 표지인자에 의한 스트레스 감수성(PSS) 돼지 검색 기술 개발	서울대학교	박영일	,95.1~97.11 (3년)	129,997
	4. 분자 세포유전학적기법을 이용한 닭의 유용유전자 개발	진주산업대학교	손시환	'95.12~'98.12 (3년)	200,000
가축개량 연구	5. 진돗개의 염색체 및 DNA 지문법에 관한 연구	전남대학교	정기철	95.12~'98.12 (3년)	90,073
	6. 고능력 젓소의 핵집단 조성 및 보증종모우 선발 기술개발	축산기술연구소	김준식	95.12~'99.12 (4년)	369,000
	7. 고품질 돈육 생산을 위한 돼지의 우수 계통 선발	축산기술연구소	박무균	95.12~'98.12 (3년)	286,000
	8. 재래돼지의 유전자원 보존 및 농가소득원 개발에 관한 연구	건국대학교	한상기	94.12~'97.12 (3년)	166,875

나. 연구개발 목표 및 내용

연구과제명	연구개발 목표 및 내용
1. 한우의 조기선발 및 친자확인을 위한 분자유전학적 기법의 응용에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한우의 조기선발 보조수단의 개발을 위해 한우 혈액단백질의 유전자형과 산육형질간, 혈액형과 산육형질간 및 κ-CN 및 β-LG 유전자형과 산육형질간의 연관성 구명, ○ 한우의 친자감별을 위한 적혈구 항원 혈액형과 BoLA-DRB33 유전자 감식법에 의한 친자감별법과 한우와 한우 교잡종 판별을 위한 유전자감식법의 개발
2. 돼지의 품종식별 및 경제형질 연관 유전자 표식인자 규명을 위한 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ Genome의 DNA polymorphism 검출에 단순하고 신속한 polymerase chain reaction 방법으로 임의의 서열을 갖는 primer를 이용하여 Duroc, Landrace, Yorkshire의 DNA를 분석하여 품종식별용 RAPD marker의 개발 ○ 품종별 특이 marker와 경제형질 연관성을 분석하여 경제형질 연관 marker 및 도체등급 A급 출현율이 높은 돼지 식별용 RAPD markers를 개발하여 우수한 종돈을 선발할 기술개발로 국내 양돈산업의 경쟁력 강화
3. DNA 표지인자에 의한 스트레스감수성(PSS) 돼지 검색 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ PSS 유전자형을 신속하고 정확하게 검색하는 기법을 개발하고 이를 통해 국내 돈군의 PSS 유전자 존재 및 분포양상을 파악하여 불량유전자의 효율적 제거 및 능력향상 기술개발을 위해, ○ PCR-RFLP에 의해 유전자형이 판별된 자돈의 능력검정, 종돈 및 비육돈의 스트레스감수성 유전자형 판별과 PSS인자를 활용한 육종프로그램 활용체계 확립
4. 분자 세포유전학적 기법을 이용한 닭의 유용 유전자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 염색체분석에 의한 닭의 유전물질 탐색을 위해 닭 염색체분리 및 분염분석법의 개발, 염색체변이와 경제형질간 연관성 구명 및 유전자의 물리적 지도 작성 ○ 닭의 유전자지도 작성을 위해 계군의 유전자구조 파악을 위한 실용기술의 개발과 함께 DNA 다형 표지인자 개발방법의 확립, 연관지도 작성을 위한 퇴교배 기초집단 조성 그리고 개발된 유용 유전자의 유전자형 분석과 유전자지도 작성
5. 진돗개의 염색체 및 DNA 지문법에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진돗개 염색체의 유전적 특성을 확립하기 위하여 핵형분석과 각종 염색기법의 도입을 통한 염색체의 비교, ○ 염색체 DNA의 RAPD 분석, 염기서열 분석 및 유전자 수준의 핵산연구를 통한 유전적 변이를 추정하여 진돗개 유전자의 표준형 확립과 다른 품종과의 유전적 관계 구명

연구과제명	연구개발 목표 및 내용
6. 고능력 젖소의 핵집단 조성 및 보증종모우 선발 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국적인 젖소 육종기술체계의 한 방법으로 생물공학기법을 응용한 소규모 고능력 핵군조성과 ○ 조성된 핵군이 국가 젖소 개량체계로 활용이 가능한 통계육종학적 선발방법 및 분자유전학의 응용으로 다양한 경쟁력의 조기탐색 기술 방법의 제시
7. 고품질 돈육 생산을 위한 돼지의 우수 계통 선발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 돼지의 모계통으로 이용되는 Large Yorkshire에 대하여 폐쇄군 육종방법으로 2개의 근교계통을 조성하여 최신의 통계기법을 이용한 돼지의 육종가 추정방법과 선발 모형을 개발하고, ○ 유전자분석기법을 이용한 계통돈의 스트레스증후군(PSS)을 검색하고 육질관련 microsatellite marker를 구명하여 산육형질과의 연관성을 분석 활용
8. 재래돼지의 유전자원 보존 및 농가소득원 개발에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자전쟁에 대비한 유전자원의 확보 및 그 활용방안을 모색하기 위하여 국민의 기호에 맞는 재래돼지의 사양관리기술 체계확립 및 질병에 강한 재래돼지를 개발하여 산업화함으로써 새로운 농가소득작목으로 활용하기 위하여, ○ 재래돼지의 선발 및 능력검정을 위한 사육현황 및 외모형태적 특징 구명, 우량 계통 선발을 위한 재래돼지의 혈구단백질, 혈청단백질과 효소의 유전적 다형성을 분석하고, 단백질과 DNA분석에 의한 재래돼지의 유전적 특징 구명과 아울러 재래돼지의 사료급여체계 설정 및 방역관리 프로그램 조사

다. 연구결과

연구과제명	주요 연구결과
<p>1. 한우의 조기 선발 및 친자 확인을 위한 분자유전학적 기법의 응용에 관한 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한우의 조기선발 보조수단의 개발 : 한우의 혈액단백질인 transferrin (Tf)의 Tf D1D2, D2D2 및 D2E 유전자형과 6개월령 체중 및 일당 증체량과 유의적인 연관성이 있는 것으로 판명되어 한우 선발시 이들 유전형을 선발보조지표로 이용시 선발효율 증대 가능 ○ 한우의 친자감별법 개발 : 한우의 A, B, C 및 S 혈액형계의 혈액형에 의한 친자감별 확인율은 92.7%로 나타났으며, 부 및 모와 자손에 대한 BoLA-DRB3 exon2 유전자분석에 의해 친자감별이 가능 ○ 한우와 한우교잡종 판별에 primer OPA-17이용 유전자감식율: 82.0%
<p>2. 돼지의 품종 식별 및 경제형질 연관 유전자 표식인자 규명을 위한 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종별 DNA marker 개발 : 19개의 10 base random primer에서 25개, 38개의 primer pairs에서 67개의 품종별 특이 polymorphic band 확보하여 30개를 sequencing하여 SCAR PCR 수행하였으며, 도체등급 A급에 특이한 10개 polymorphic band를 sequencing함. ○ PSS 유전자 식별기술개발 : 기존의 single tube allele specific-PCR 방법을 변형하여 더욱 정확하게 PSS유전자를 식별할 DTAS(double tube allele specific-PCR) 방법개발 특히 신청
<p>3. DNA 표지인에 의한 스트레스감수성(PSS) 돼지 검색 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전자형 판별 방법 효율성 제고 : 유전자형 특이 증폭방법 (allele specific PCR), 혈액직접증폭법(blood direct PCR)의 확립 및 모근 이용 유전자형 판별로 시료채취 간편화 시도 ○ 총1,463천두의 유전자형 빈도 분석 결과 정상개체(N/N) 80.9%, 잠재성(N/n) 17.4% 및 PSS 개체 1.2%로 나타났으며, 품종별로는 Duroc (hetero 3.0%, PSS 0%), Large Yorkshire(hetero 16.8%, PSS 1.3%), Landrace(외국 : hetero 27.3%, PSS 1.9%, 결과 hetero34.9%, PSS 4.9%)로 렌드레이스의 경우만 외국에 비해 약산 높게 나타났으나 일부 종돈장의 경우 도입 종돈에 대한 PSS 유전자검색 없이 도입하여 불량유전자의 확산을 초래하므로 PSS 유전자 제거 육종프로그램 도입 시급 ○ PSS 유전자를 homo상태로 가지고 있는 PSS개체는 일당증체량과 90kg 도달일령이 현저히 늦으므로 효과적인 육종프로그램 도입으로 PSS 유전자 제거 필요
<p>4. 분자 세포유전학적기법을 이용한 닭의 유용 유전자 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 닭 염색체 분염 분석 기술개발과 banding 양상을 구명하고, 새로운 DNA 다형 관찰 방법과 닭에 있어 FISH 기법 및 AP-PCR 및 microsatellite typing기법에 의한 재래닭의 표지인자를 개발 ○ 재래닭 특이유전자의 연관지도 작성과 연관지도상의 대표적 표지인자의 mapping

연구과제명	주요 연구결과
5. 진돗개의 염색체 및 DNA 지문법에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진돗개특이표지인자의 크기는 1.2kb로 나타나 이를 'J'로 명명하였으며, 이 중 수렵견이 33%를 차지해 이들 표지인자와 수렵견과의 연관성 구명 ○ J의 염기서열 중 ORF를 발견할 수 없었고 J의 염기서열은 intron 등을 포함한 어떤 유전자의 부분서열인 것으로 추정
6. 고능력 젖소의 핵집단 조성 및 보증종모우 선발 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상 젖소 집단의 구조분석 및 개량 전략 수립을 위하여 Donor 선정에 위한 Elite cow 유전능력 평가, MOET의 교배계획에 따른 근친계수와 선발반응의 추정 및 폐쇄 핵 젖소집단에서 IVEP수준과 육종 계획에 의한 선발반응의 근친계수 추정 ○ 고능력 우군의 수정란 생산 및 이식, 핵집단 조성 연구 ○ 고능력우의 적정사양 프로그램 설정 : 단백질과 에너지 관계 및 단백질 분해율에 의한 산유능력, BUN 및 MUN에 미치는 영향 구명
7. 고품질 돈육 생산을 위한 돼지의 우수 계통 선발	<ul style="list-style-type: none"> ○ BLUP animal model을 이용한 육종가 추정과 선발모형개발 연구결과 단형질과 다형질 혼합모형에 의한 육종가나 대부분의 형질과 높은 상관관계를 구명 ○ 돼지의 계통조성기간 단축을 위한 모의실험에서 한 돈군내의 종모돈과 종빈돈 두수를 각각 6두와 30두로 하였을 때 5세대의 평균 혈연계수가 22%가 되므로 계통조성기간을 7년에서 5년으로 단축 가능 ○ Microsatellite 3영역(S0102, SW175, S0064)와 연관성 분석결과 일당 증체량은 S0102-BC 및 S0064-AA, BB에서, 등지방 두께는 S0064-AC에서, 90kg도달일령은 S0064-AA, BB에서 유의적으로 우수
8. 재래돼지의 유전자원 보존 및 농가소득원 개발에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전적구성을 파악하기 위하여 혈액형단백질 분석 결과 Tf, Pi, PGD, PGM, GPI 및 Es-D좌위에서 유전자의 변이가 검출되었으며, EsB 유전자의 빈도는 0.016, PiA는 0.550, PiB는 0.450으로 검출되어 개량종에 가까운 유전자 구성을 확인하였으나, 혈청단백질좌위인 Tf와 Pi좌위는 유전자기 다양하여 재래돼지의 개체식별에 이용 가능성 확인 ○ RAPD분석에 이용된 primer 중 OP-03, 12, 16, 17, 06에서는 품종식별에 잠재적인 DNA marker로 활용가능하고, 또한 OP-01, 03, 04 primer에 의해 발견된 RAPD marker를 이용하면 친자감별이용 가능 ○ 재래돼지와 Hampshire와의 유전적거리는 0.67, Landrace와는 0.92로 나타나 Landrace와 Duroc 보다는 Hampshire 및 Yorkshire와 유전적 근연관계가 더 밀접한 것으로 구명 ○ 능력검정 결과 질병저항성이 높고 열악한 환경조건에도 견디는 특성을 보이며, 양질의 육질을 나타내어 생산성에서 상당한 부가가치창출가능

라. 연구성과 활용계획

연구과제명	주요 연구성과 활용실적 및 계획
1. 한우의 조기 선발 및 친자 확인을 위한 분자유전학적 기법의 응용에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한우조기선발을 위해 혈통, 생시와 6개월령체중 및 외모에 혈액 단백질인 Tf유전자형 추가 선발에 활용하도록 농협가축개량사업본부와 협의중 ○ 한우의 정확한 유전능력평가를 위한 혈액형에 의한 친자감별은 농협 한우개량부에서 기술이전 활용 중('96:2,029두, '97:1,779, '98:263)이고, BoLA-Dr33 exon2 유전자 감식에 의한 친자감별은 후대검정에 활용 중('99.3, 한우개량부와 실시계약 체결)
2. 돼지의 품종 식별 및 경제형질 연관 유전자 표식인자 규명을 위한 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 돼지 품종식별 및 경제형질 연관 DNA 식별인자의 활용을 통한 우수 자돈 선발기술과 PSS 진단기술이전 교육 실시('97.12. 대한양돈협회 제2능력검정소연구원, 농촌지도사, 양돈인) 이후 '98년 776두 진단 ○ 유전자식별에 의한 돼지 스트레스병 진단방법 개발 특허출원 추진 및 확보된 도체등급 A급 특이marker로서 도체등급판정을 위한 자료로 활용
3. DNA표지인자에 의한 스트레스 감수성(PSS) 돼지 검색 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ PSS 유전자형 돼지의 신속 정확한 검색기법 이전으로 1~2세대만에 불량유전자의 효율적 제거와 능력향상 기술개발 ○ PSS인자를 열성호모상태로 가진 돼지의 농가 보급경로 차단 및 PSS 보유 종돈을 검색 육종프로그램에 이용하여 보급 방지 체계화 필요
4. 분자 세포유전학적 기법을 이용한 닭의 유용 유전자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 닭의 유전적 특성 구명 기술확립으로 유전학적 개량의 기술 기초자료로 제공하고 재래닭 특이표지인자의 발굴로 확인된 유전인자의 신뢰성을 평가하여 지적소유권 출원 예정 ○ 닭에 있어 연관 유전자지도 및 물리적지도 작성을 위한 제반 기술 확립과 특정유전자의 지도 작성으로 유용유전자 개발의 기반 기술확보
5. 진돗개의 염색체 및 DNA 지문법에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진돗개의 혈통보존 및 합리적 육종방향 확립 ○ 전남도 및 진도군에 진돗개 염색체 및 DNA 지문법을 활용한 DNA marker 개발로 진돗개 품종을 식별하는 기술을 진돗개연구소에 기술이전 추진
6. 고능력 젖소의 핵집단 조성 및 보증종모우 선발 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공란우 및 종모우의 유전적 정보관리 지침서 제정에 활용 ○ 고능력우 축군 및 도입 유전자에서 유전성 질환 불량 유전자 검색 체계구축에 활용 ○ 유전능력을 최대한 발휘할 수 있는 고능력우의 유전적 표지인자 발굴 및 선발 이용 및 수정란 이식기술 전수

연구과제명	주요 연구성과 활용계획
7. 고품질 돈육 생산을 위한 돼지의 우수 계통 선발	<ul style="list-style-type: none"> ○ BLUP animal model을 이용한 선발모형을 부계와 모계의 선발 지수로 활용 시책건의('98.12. 농림부 축산국) ○ 돼지 2품종에 대한 우수근교계통 조성으로 7세대까지 PSS free 계통으로 완료 후 보급 추진
8. 재래 돼지의 유전자원 보존 및 농가 소득원 개발에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우량 계통의 대량생산체계 확립으로 혈통등록 및 체계적 보존 대책을 수립하여 농가 소득원으로서의 재래돼지 사육 권장 ○ 재래돼지의 보존과 활용을 위한 개체식별 및 친자판정기술, 경제적인 사양관리체계 교육('97.12. 강원도청)

2. 연구성과가 축산업에 끼친 파급효과 분석

가. 가축 유용유전자 개발

가축의 유용유전자를 활용하기 위한 연구는 5년간 5편의 연구결과가 제시되었는데 그 중 한우는 조기 선발과 친자 확인, 돼지는 DNA를 이용한 품종식별과 스트레스감수성 돼지 검색기술의 개발, 닭에 대한 연구는 새로운 분자세포 유전학적 기술의 도입 가능성을 제시하였으며, 우리 나라 천연기념물인 진돗개의 품종식별에 관한 연구보고 등이었다.

지금까지의 연구결과로는 한우와 돼지 및 진돗개의 친자확인에 대한 연구가 주종을 이루어 DNA를 이용한 유용유전자에 관한 연구가 초보단계임을 나타내고 있다. 그렇지만 유전자를 활용하는 연구가 이제 축산에 접목할 수 있는 계기가 되어 그 이후 가축의 genome project 등 첨단기술을 이용한 생명공학 연구의 활발한 진전이 있게 한 것은 주지의 사실이다.

한우에 있어서는 한우의 보증종모우 생산을 위한 후대검정사업에 친자감별 기술을 도입하여 한우 개량 사업에 이바지하여 오고 있다. 돼지에서도 물뱃지 발생을 유전적으로 제거할 수 있는 PSS 돼지 검색 기술을 도입하여 돈콜레라 예방을 위한 범국가적인 사업과 같이 스트레스감수성 돼지를 유전적으로 검색하는 기술을 도입하게 되어 축산농가 소득 향상에 크게 이바지하고 있다. 마찬가지로

가지로 한우, 젓소, 돼지 및 닭이라는 4대 축종에서 범위를 넓혀 특수가축에 속하는 진돗개의 친자를 외모와 혈통에서 DNA를 활용하여 확인할 수 있도록 한 변화 또한 우리 나라 천연기념물인 진돗개 유전자원의 보호 및 보존차원에서 개가를 이룬 것이라고 볼 수 있다.

나. 가축 개량연구

가축의 개량 속도를 배가시키기 위한 연구는 5년간 3편의 연구결과가 제시되었지만 젓소와 돼지에 대한 연구만 이루어지고 우리 나라 대표 축종인 한우가 제외되어 있다. 이것은 물론 한우의 개량을 위한 통계학적인 연구에 대한 막대한 시간과 경비 등 여러 가지 시험 수행을 위한 측면에서 어려움은 있었겠지만 결국은 한우 개량에 대한 과제의 발굴 및 정책의 배려가 부족했던 것이 아닌가 싶다.

지금까지의 연구결과는 BLUP animal model을 이용한 육종가 추정과 선발 모형개발을 위해 단형질과 다형질의 혼합모형을 이용하여 가축개량 방법을 진일보 시켜왔다. 가축 개량에 각종 환경적 요인과 유전적 요인을 동시에 적용하여 가축 개량 속도를 배가시키고 있는데 돼지의 계통조성기간을 7년에서 5년으로 2년씩이나 단축시킬 수 있는 것이 그 좋은 예라 할 수 있겠다. 또한 재래 돼지의 유전자원을 보존하기 위한 연구결과 질병저항성이 높고 열악한 환경조건에도 견디면서도 우수한 육질을 생산하게 하여 양축 농가의 부가가치 창출 가능성도 보이고 있다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

가축 육종 기술을 이용한 연구성과로 국가 경제적 파급효과를 나타내기는 사양관리기술의 연구성과와는 다르게 매우 어렵다. 다만 지금까지의 연구결과로 검토해보면 국가에서 추진하고 있는 한우 후대검정사업이 연간 15억원의 연구비와 인적, 물적 투자를 고려할 때 사업의 초기에 한우의 친자확인을 통해서 92.7%의 만족도를 제시하고 있어 우수한우 보존 및 개량의 효과를 높이고 있다.

돼지의 경우 스트레스감수성 돼지가 연평균 30%정도 나타나던 것이 연평균 20%정도로 저하된 원인도 스트레스감수성 유전자형 돼지를 종돈장에서부터 원천적으로 신속 정확한 검색기법의 이전으로 불량유전자의 효율적 제거와 능력 향상기술을 개발 실용화시켜 온 것으로 사료되어 돼지 수출국으로서의 이미지 제고에도 많은 효과를 볼 수 있을 것이다.

또한 첨단 생명공학 기술의 축산에 대한 접목이 아주 빠르게 진행되고 있어서 선진국에서 개발된 기술을 이용 또는 답습하는 형태에서 이제는 국제공동연구도 동시에 참여 추진할 수 있는 기술의 축적이 농림기술개발사업의 지원에 힘입어 어느 정도는 달성된 효과를 보이고 있는 것으로 판단된다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 가축유전육종의 기술 개발 방향

가. 가축 유용유전자 개발

인체 유전자 지도 작성연구의 1차 목표가 2000년 6월 달성되어 인체 유전체(genome)에 대한 정보를 확보하게 되었다. 향후 인체에 대한 분자생물학적인 연구과제는 “post-genome project”라 일컬어지는 각 유전자의 기능이나 유전자 이상 등을 밝히고자 하는 연구가 이루어질 것이다. 따라서 이제까지의 인체의 유전체에 관한 이 분야의 연구는 상호보완적인 관계에 있는 “genomics”에서 “proteomics”로 전환되어지지 않을까 판단되어진다.

가축분야에서 현재 세계적으로 이루어지고 있는 연관 유전자 지도 작성을 통한 유용유전자 또는 표지인자의 발굴이나 형질과 관련된 후보유전자를 선정하여 변이 등 다형성을 발굴하여 그 형질과의 연관성을 비교 분석함으로써 표지인자를 찾아 가축의 유전능력 개량에 활용하고자하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 따라서 인체 유전체에 대한 정보를 확보함으로써 이를 근거로 한 비교유전자 지도 작성을 통하거나 또는 생물학적 기능을 바탕으로 한 후보유전자 선정 등이 보다 광범위한 분야에서 이루어질 수 있어 가축분야에서도 급

속한 발전이 예상된다.

따라서 우리 나라도 보다 적극적이고 독창적인 연구계획을 수립하여 세계와 어깨를 나란히 할 수 있도록 해야 할 것이다. 동시에 생물산업의 육성을 위하여 유전체 구조연구에서 기능연구로 이행할 수 있는 연구기반의 구축과 국내 부존 생물표본의 수집·관리, 멸종위기의 생물자원의 보존 등 가축의 유용 유전자 개발에 대한 앞으로의 연구도 생물다양성 협약에 대비한 재래가축 유전자의 지적재산권 확보 차원에서 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 중복적, 단편적 또는 외국의 연구를 review하는 연구는 이제 지양하고 분자유전 분야에 연구를 수행하고 있는 대학 및 연구소 관계자들이 협의회 등을 결성하여 보다 충분한 정보의 수집 및 검토를 통한 한국형 과제를 선정하여 연구 역량의 집중화를 이루어 향후 우리 기술이 세계적인 수준으로 도약할 수 있는 계기를 조성해야 할 것이다.

나. 가축 개량연구

현재 우리 나라 가축의 육종 방향은 산육능력을 고려한 증체량이나 사료요구율의 개선도 중요하지만 고급육 생산을 위한 개량을 목표로 추진되고 있다. 또한 축산물 수입개방에 대비한 육류의 차별화 방안으로 개량의 목표가 세워졌다. 그러나 가축의 개량을 위하여 육종의 다양성이 반드시 고려되어야 하는데 고급육 생산을 위해서는 육종과 lean meat 생산을 위한 육종이 동시에 이루어져야 한다.

개량의 효과를 극대화하기 위하여서는 정확성을 지닌 국가차원의 거대한 database의 구축이다. 결국은 국가단위 검정체계의 확립으로 검정방법의 잦은 변경에 따른 자료의 일관성과 정확도를 높이고, 개량 기관간 ID 공유체계를 확립하여 자료의 이용성을 제고할 필요가 있다. 또한 검정소의 검정체계만으로는 개량량의 제한, 근친도의 상승 및 우수 유전자원의 공유가 제한되고 있으므로 농가검정과 함께 개량 관련 자료의 D/B화를 피하여 개량 기관간에 상호 자료를 공유함으로써 개량의 효과를 극대화해야 할 필요가 있다.

또한 다양한 유전자원의 확보와 활용을 위하여 재래가축의 산업화 및 유전자원의 활용 방안을 정립함과 동시에 유전자원 보존 대책을 강구해야 할 것이다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 가축의 유용유전자 개발 및 유전자 구조 분석

21세기 생명공학 시대의 벽두에서 발표된 인체의 비밀을 밝힐 수 있는 초석이 되는 유전체에 대한 정보가 밝혀지게 되어 우리 축산분야에도 커다란 변화의 바람이 올 것으로 판단된다. 인체에 대한 생명공학분야의 향후 연구과제는 인체의 1차적 DNA의 정보를 밝히게 되어 이제부터는 "Post-Genome"이라는 시대를 맞이하게 될 것이고 이는 각 유전자의 기능과 변이 그리고 각 유전자들의 발현양상을 밝히게되는 "functional genomics", "proeomics" 등의 연구가 주로 이루어질 것으로 판단된다. 또한 복잡한 유전체의 분석을 보다 쉽고 간편화를 위해 시도하고 있는 분야로 새롭게 부상하고 있는 bioinformatics라는 생물공학과 컴퓨터공학의 융합을 들 수 있다. 한편 보다 최근에 개발된 DNA chip이나 Megabase sequencer 등을 활용한 연구도 활발히 이루어질것으로 판단된다.

우리나라도 접근방법의 설정이나 기술적인 수준은 외국과 큰 차이가 없다고 판단된다. 그러나 연구인력의 부재, 시험을 수행할 재료 즉, 정확한 기록을 가진 공시재료의 부족이 무엇보다 실험을 수행하는데 가장 큰 걸림돌이라고 판단된다. 따라서 연구인력의 확보나 공동연구 추진, 정확한 기록을 가진 reference family 등의 구축이 조기에 이루어져야 될 것이다.

우리 나라도 선진 외국의 굴레에서 벗어나 보다 독창적이고 참신한 연구 수행으로 유전자 전쟁의 시대를 대비해야 할 것이다. 따라서 우리나라 고유의 유전자원에 대한 분자유전학적 특성 구명 등을 통한 유용 유전자의 발굴, 보존대책 및 활용방안 등에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 이를 위해서는 두가지 접근 방법으로 추진되어야 한다. 그 첫째는 양적형질 연관 유전자 지도 작성을 통해서 육질, 성장, 질병저항성 등 경제형질이 위치하고 있는 좌위를 밝히고 더 나아가 positional cloning을 통한 그 형질을 조절하는 유전자를 클로닝하여 구조와 기능을 보다 상세히 밝히므로써 유용한 유전자를 개발할 수 있을 것이다. 다른 한편으로는 인체, 생쥐 등 이미 유전체의 정보가 밝혀진 것을 근거로 우리가 원하는 형질과 생리적 또는 생물학적으로 연관 가능한 유전자

를 후보유전자로 선정하여 소나 돼지 등의 가축에서 그 유전자를 클로닝하고 구조와 기능을 밝혀가는 방법을 들 수 있을 것이다. 2 가지 방법이외에도 DNA chip의 이용 등 다양한 방법으로 접근할 수 있을 것이다. 여기에서 연구를 수행하는데 있어 무엇보다 중요한 것은 뚜렷하고 명확한 목표, 달성 가능한 목표, 연구 또는 실용성 등의 가치가 있는 목표를 설정하고 독창적이고 창의적인 과제를 계획하고 계획된 과제를 수행하는데 있어 보다 전문인력이 함께 할 수 있는 연구기관간의 유기적인 협조관계 유지도 또한 중요할 것이다.

나. 가축 개량연구

효율적인 가축개량을 위하여 21세기에는 개량방향의 수립은 국가가 주도하되 이의 실행은 농가에서 추진할 수 있도록 하는 기술 개발이 뒷받침되어야 할 것이다. 또한 농가에서 실행한 기록을 활용하여 능력을 향상시킬 수 있는 기술의 개발을 위하여 초음파 또는 영상측정장치를 개발한다거나 개량목표의 수립에 그치지 않고 개량성과를 측정할 수 있는 기법의 개발 등 적극적이고 능동적인 축종별 유전능력 평가와 활용체계를 개발해야 할 것이다.

따라서 초음파를 활용한 가축 개량 기술의 개발, 가축 개량 통계분석 시스템 개발, 저비용 고효율 검정기법 및 체계 개발, 축종별 검정 데이터에 대한 한국형 보정계수 개발, 축종별 개량성과 측정기법 개발, Animal model을 이용한 최적의 다형질 분석 모델 개발 및 축종별 국가단위 유전능력 평가와 활용 체계 등에 관한 연구가 추진되어야 할 것이다.

제 4 절 가축번식

I. 가축번식분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 가축번식에 관한 연구동향

가. 내분비분야

선진국에서는 가축의 번식효율을 높이기 위하여 번식호르몬의 분비조절 기전을 이해하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 성선자극호르몬의 분비를 조절하는 성선자극호르몬 방출호르몬(GnRH)의 작용 및 분비생리에 관한 연구가 중점적으로 이루어지고 있는 실정이다. 또한 이러한 GnRH나 progesterone, 재조합 호르몬 등을 인위적으로 투여하여 발정을 유도하거나 임신율을 제고시키려는 연구도 진행되고 있다.

나. 인공수정

전세계적으로 제일 많이 사용하는 가축번식기술이지만 아직도 이 기술의 효율성을 높이기 위하여 정액을 생산하는 개체간의 차이를 규명하려는 연구와 정액보존의 문제점 및 개선책에 대해 면밀한 검토를 위한 연구가 실시되고 있다. 또한 간편하고 손쉽게 발정을 확인하기 위한 새로운 첨단기기의 개발과 수태율을 높일 수 있는 새로운 주입시기의 설정과 주입방법의 개선, 그리고 수정 후 단시일내에 임신을 진단하려는 연구들이 추진되고 있다.

다. 수정란이식 및 동결보존

선진국에서는 우수한 수정란을 다량으로 생산하려는 연구에 심혈을 기울이고 있는데, 주로 도축된 가축의 난소에서 채취한 미성숙 난자를 이용하여 체외의 배양체계에서 생산하거나, 성선자극호르몬을 처리하여 다배란이 유도된 개체로부터 다수의 난자나 수정란을 비외과적으로 회수하는 기술의 개발과 그

효율성의 증진에 역점을 두고 연구를 수행하고 있다. 최근 초음파 유도에 의한 미성숙 난자의 흡인기술을 이용하여 우수한 공란우로부터 다수의 난자를 반복적으로 채취 가능한 기술이 확립되었다. 또한 가축의 난소에 무수히 존재하는 제2차난포들을 채취하여 최적의 체외배양 시스템에서 성장 및 성숙을 유도하여 다량의 난자들을 생산하려는 연구가 최근에 활발히 진행되고 있다.

소에 있어서 수정란의 이식기술 성공률을 높이기 위하여 공란우와 수란우의 선발조건, 최적의 이식시기와 이식부위 및 수정란의 이식기구 등이 재검토되고 있다. 그리고 돼지의 수정란 이식은 주로 외과적인 수술방법을 아직까지 널리 활용하고 있지만, 최근 유럽에서 비외과적인 수정란의 이식 방법이 개발되어 이 기술을 보다 간편하고 효율적인 방법으로 돼지번식에 활용하기 위한 실용화 연구가 활발히 진행되고 있다.

가축수정란의 초저온 동결보존 기술은 이미 국내외에서 개발되어 광범위하게 활용되고 있다. 따라서 최근 연구는 동결보존 후 수정란의 생존율을 높이려는 데에 집중되고 있다. 주요한 연구내용은 항동해제의 개발, 새로운 동결 및 해동방법의 개발, 항산화제나 성장인자 등의 첨가, 그리고 새로운 동결용기의 사용 등으로 이에 관한 많은 연구결과가 발표되고 있다.

라. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

1980년대 이후 선진국에서 우수한 유전자를 발굴하여 이를 가축생산에 활용하려는 연구는 타 연구분야보다 활발히 추진되어 오고 있다. 특히 복제양의 생산이래 복제동물생산기술을 활용하여 형질전환 가축을 생산하려는 시도가 집중적으로 이루어지면서 형질전환복제 소와 돼지가 개발되었으며, 다양한 우수한 유전자가 도입된 가축이 개발 중에 있다.

복제가축 생산에서 제일 중요한 과정의 하나인 공여핵의 확보에서 각종 체세포를 계대배양하여 이용하고 있으며, 체세포 종류와 각 체세포 주기별로 복제 수정란 생산의 효율성 비교가 검토되고 있다. 특히 이러한 계대배양된 체세포에 외래유전자를 도입하거나, 기존유전자를 파괴시킬 수 있는 기술의 개발은 물론, 핵이식 전단계에서 유전자의 조작 여부를 선별할 수 있는 기술의 개발에 관한 연구에 많은 노력을 기울이고 있다.

전반적으로 복제동물의 생산효율이 저조하여 이를 극복하려는 연구도 활발

히 진행되고 있는데, 특히 복제수정란의 이식한 후 임신율과 분만율이 아주 저조하므로 임신율을 높이고 유산과 사산율을 낮추려는 연구와 분만시 태아의 과성장에 의한 난산을 방지할 수 있는 방법을 모색하는 연구가 추진되고 있다. 그밖에 복제된 수정란을 이용한 재복제 수정란 생산, 복제가축의 미토콘드리아 근원 추적 및 생리기능 이해, 복제수정란 생산과정에서의 핵의 변화 및 세포질 구성 등에 관한 연구도 실시되고 있다.

마. 성 판별

레이저와 컴퓨터가 내장된 고가의 첨단기기, 유식세포분석기를 활용하여 사출된 가축의 정액을 Y-정자와 X-정자로 분리하여 원하는 성의 산자를 생산할 수 있는 기술은 이미 실험실차원에서 개발되었다. 그러나 이러한 기술을 가축 생산현장에서 직접 활용하기에는 분리된 정자의 수가 적을 뿐만 아니라 정자의 활력이 매우 낮아서 일반적인 인공수정 방법으로는 수태가 불가능하다는 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하여 본 기술을 산업적으로 이용하기 위한 실용화 연구가 진행되고 있다.

수정란의 성판별 역시 수정란의 분할구를 이용하여 Y-성염색체의 유무를 중합효소연속반응 방법으로 확인하여 성을 판별하는 기술은 이미 실험실차원에서는 상당히 오래 전에 개발되었으나, 산업현장에서 응용하는데는 고가의 장비와 고도의 기술이 필요하다는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 정부차원의 지원으로 연구소나 생명공학회사 등에서 성 판별을 실시하여 성이 확인된 수정란을 동결하여 농가에 보급하는 체계를 확립하고 있다. 특히 효율적인 분할구의 분리, 중합효소연속반응 방법의 간편화, 성이 판별된 수정란의 생존율 향상 등에 관한 연구가 진행되고 있는 실정이다.

바. 기타

가축 번식현상의 장애를 일으키는 질병을 예방하고 치료할 수 있는 기술을 개발하려는 연구와 번식장애의 환경적, 유전적인 요인들을 분석하고 이를 활용하려는 연구가 진행되고 있다. 또한 가축의 번식관리를 효율적으로 하기 위한 컴퓨터 프로그램들의 개발과 인터넷을 통한 번식관리의 원격조정을 위한 기술들을 개발하고 있는 실정이다.

2. 국내의 가축번식에 관한 연구동향

가. 내분비분야

국내에서도 가축의 번식효율을 높이기 위하여 번식호르몬의 분비조절 기전을 이해하고 인위적인 번식조절을 위해 활용하려는 연구가 진행되고 있다. 그러나 GnRH를 인위적으로 투여하여 발정을 유도하거나 다배란을 유도하기 위한 호르몬의 효율적인 처리방법 개발, 그리고 임신율을 제고시키려는 연구와, 그밖에 생리적 변화와 사양조건에 따른 번식호르몬의 변화 등에 관한 연구에 국한해서 연구가 진행되고 있다.

나. 인공수정

정액보존의 문제점 및 개선책에 대한 연구와 간편하고 손쉽게 발정을 확인하기 위한 새로운 기술개발과 수정 후 단시일내에 임신을 진단하려는 연구들이 추진되고 있다. 또한 사출 정액, 액상정액 및 동결정액의 정자들의 운동성과 수정능력을 다각적으로 비교 검토하고 수정율을 제고시키려는 연구가 진행되고 있다.

다. 수정란이식 및 동결보존

국내에서도 수정란을 다량으로 생산하기 위해 도축된 가축의 난소에서 채취한 미성숙 난자를 이용하여 체외의 배양체계에서 생산하거나 초음파유도에 의한 미성숙난자의 흡인기술에 관한 연구가 진행되고 있다. 또한 소에 있어서 수정란의 이식 성공률을 높이기 위하여 공란우와 수란우의 선발조건, 최적의 이식시기와 이식부위 등을 확립하였다. 돼지의 수정란 이식은 주로 외과적인 수술방법을 아직까지 활용하고 있다. 그리고 수정란의 초저온 동결보존 기술의 효율성을 높이기 위해서 새로운 동결 및 융해방법의 개발, 항산화제나 성장인자 등의 첨가, 그리고 새로운 동결용기의 사용 등에 관한 연구가 추진되고 있다.

라. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

국내에서도 복제송아지와 형질전환 송아지, 돼지 및 산양이 생산되었으나, 아직 복제기술을 활용하여 형질전환 가축을 생산한 보고는 전무한 실정이다. 그러나 공여핵의 확보에서 각종 체세포를 계대배양하여 이용하고 있으며, 이러한 계대배양된 체세포에 외래유전자를 도입하여 복제형질전환 수정란을 소와 돼지에서 생산한 최근 보고가 있다. 또한 복제된 수정란을 이용한 재복제 수정란 생산, 복제가축의 미토콘드리아 근원 추적, 복제과정에서의 핵의 변화 및 세포질 구성 등에 관한 연구도 국내에서 실시되고 있다.

마. 성 판별

유식세포분석기를 활용하여 돼지의 사출정액에서 Y-정자와 X-정자로 분리하는 기술은 국내에서도 시도되고 있으나, 아직 산자의 생산에 관한 보고는 없다. 그러나 중합효소연속반응(PCR) 방법으로 성을 판별하는 기술은 이미 실험동물과 가축에서 개발되었으며, 이러한 방법으로 성이 판별된 수정란을 이식하여 송아지를 생산하려는 연구도 상당히 진척되었다. 더욱이 최근 성이 판별된 수정란을 동결보존하여 농가에 보급하는 실용화 연구가 진행되고 있는 실정이다.

바. 기타

가축의 번식장애를 일으키는 질병예방과 치료에 관한 연구는 지속적으로 추진되어 왔으나, 번식장애의 환경적, 유전적인 요인의 분석에 관한 연구는 아직 미진한 실정이다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술)수준 비교(격차)

가. 내분비분야

국내에서 가축의 번식에 직접 관여하는 번식호르몬의 분비조절 기전을 이해하려는 기초연구가 미진하고, 가축에서 호르몬의 신호전달체계나 성장인자의 역할 및 그 응용 등에 관해서도 연구가 거의 전무하다. 또한 신경내분비의 작용 및 호르몬 분비조절에 관한 연구도 시도되지 않고 있는 실정으로 선진국에

비해 연구수준이 매우 낮다고 본다.

나. 인공수정

국내에서도 선진국과 유사한 수준의 연구, 즉 정액보존의 문제점 및 개선책에 대한 연구와 발정을 확인하기 위한 새로운 기술개발과 수정 후 단시일내에 임신을 진단하려는 연구들이 추진되고 있다. 또한 사출 정액, 액상정액 및 동결정액의 정자들의 수정능력을 제고시키려는 연구가 진행되고 있다. 그러나 발정을 정확하고 손쉽게 관찰하기 위한 첨단기기의 개발 등은 아직 시도되지 않고 있다.

다. 수정란이식 및 동결보존

초음파 유도 난자 흡입기술, 미성숙난자의 체외배양 기술 등, 수정란을 다량으로 생산하려는 다양한 시도들은 선진국과 비슷한 연구수준이지만, 체외배양 체계에서 제2차난포들을 이용하여 다수의 난자를 생산하려는 연구와 돼지에 있어서 비외과적 수정란 이식에 관한 연구의 추진이 미진한 실정이다.

라. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

복제동물이나 형질전환동물의 생산에 필요한 제반기술의 개발에 관한 연구의 수준은 선진국과 대등하며, 몇몇 기술은 오히려 앞서고 있다. 그러나 이러한 첨단기술을 활용한 가축생산은 현재 여러 가지 열악한 연구환경으로 효율적인 연구추진이나 연구결과의 도출 면에 있어서는 선진국보다 뒤떨어진 실정이다. 특히 형질전환 복제동물의 생산에 필요한 기초기술의 개발에 관한 연구가 몇몇 연구자들에 의해서 시도되고 있으나, 아직 성공한 보고가 없다. 또한 형질전환에 사용할 우수한 유전자와 이들 유전자의 발현을 유도할 promoter의 수가 극히 제한되어 있어 연구추진이 미진한 실정이다.

마. 성 판별

정자의 성 분리기술이나 수정란의 성 판별기술에 관한 연구에 대해 선진국에서는 실용화 수준의 연구에 중점을 두고 있는 반면 국내에서는 기술의 개발

수준에서 연구가 진행되고 있다. 특히 유식세포분석기를 활용한 Y-정자와 X-정자의 분리에 대한 연구가 연구실 차원에서 시도되고 있는 실정이다.

바. 기타

가축 번식현상의 장애를 일으키는 질병의 진단, 예방 및 치료기술에 관한 연구수준은 선진국과 유사하지만, 환경적·유전적인 번식장애 요인의 분석 등에 관한 연구수준은 매우 낮다고 본다. 특히 가축의 번식관리를 효율적으로 하기 위한 컴퓨터 프로그램들의 개발과 인터넷을 통한 번식관리의 원격조정을 위한 기술들의 개발에 관한 국내연구는 전무하다고 본다.

II. 가축번식분야의 연구성과 및 파급효과

1. 가축번식의 분야별 성과 분석

가. 내분비 분야

돼지의 분만시각을 인위적으로 조절하기 위해 분만유도 호르몬들을 투여하여 그 효과를 검토한 연구과제에서 호르몬의 투여군에서 임신기간과 분만소요시간이 대조구보다 단축되었으며, 주간 분만율이 66%로 야간 분만율 34%보다 유의하게 높은 것을 확인하였다. 따라서 이러한 연구결과는 야간분만의 관리소홀에 의한 자돈 폐사율을 줄이고 인건비를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 임신돈과 자돈의 효율적인 관리를 가능하게 할 수 있어 양돈농가의 경영합리화에 크게 도움이 될 것으로 본다.

젖소에서 분만후 난소의 기능회복 정도를 progesterone의 분석으로 확인할 수 있는 연구결과는 앞으로 분만 후 초기발정을 정확히 관찰할 수 있고 또한 번식기능 이상의 조기발견이 가능하여 분만간격의 단축은 물론 번식관리의 효율을 극대화할 것이다. 또한 분만 후 초기의 혈장성분 변화를 조사한 연구에서는 혈장내 selenium의 수준이 50 ng/ml 이상인 경우에는 첫 수정일과 후산 배

출시간이 훨씬 앞당겨졌으며, 요소태질소 수준이 16 mg/ml 이상인 경우에 첫 수정일이 늦어진다는 결과 등을 도출하였다. 이러한 결과는 혈장내 selenium과 요소태질소 수준을 조사하므로써 영양불균형에 의한 번식성적의 저하를 미연에 방지가 가능하고, 분만 후 공태기를 최소화시킬 수 있을 것으로 본다

나. 수정란이식

호르몬을 처리하여 다배란이 유도된 개체로부터 초음파 유도에 의한 미성숙 난자의 흡인기술을 활용하여 우수한 공란우로부터 다수의 난자를 반복적으로 채취 가능한 기술을 개발하기 위한 연구에서 호르몬 처리방법, 흡입압력, 난포의 크기 및 회수난자의 등급 설정 등 최적의 조건은 물론 공란우의 선발조건을 확립하였다. 또한 이러한 방법으로 채취된 난포난을 체외성숙, 수정 및 배발달을 시키기 위한 최적의 배양조건 조건과 이들 수정란을 이식하여 산자를 생산할 수 있는 기술을 개발하였다. 따라서 이러한 결과들은 우수한 공란우의 우수한 유전형질을 지닌 다량의 수정란을 생산하는데 크게 기여할 것으로 본다.

다. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

형질전환 동물의 생산을 위한 기초기술을 개발하기 위한 연구에서 한우 수정란에 미세주입한 외래유전자를 PCR로 분석한 결과, 75% 이상의 수정란에서 외래유전자의 삽입이 확인되었으며 GFP 유전자의 경우는 88% 이상의 수정란에서 발현된 것을 확인하였다. 한우와 토끼의 복제 수정란 생산에 관한 연구에서 수핵난자의 탈핵 방법을 개발하였으며, 수핵난의 활성화 방법도 개선하였다. 그리고 외래유전자가 도입된 수정란을 복제한 다음, 복제수정란에서 PCR과 GFP 분석방법으로 외래유전자의 삽입 및 발현을 확인하였다. 따라서 이러한 연구결과들은 수정란단계에서 형질전환의 여부 판정과 복제수정란의 외래유전자 삽입 및 발현확인은 형질전환 복제가축의 생산기간을 획기적으로 단축시킬 수 있으므로, 금후 첨단적인 가축번식의 기술개발 분야의 연구에서 중요한 기초자료로 활용될 것이다.

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

가. 연구환경적 측면

가축번식에 관한 최근 연구는 주로 첨단기술을 개발하여 가축생산현장에서 활용하려는 것이 전세계적인 추세이다. 지금까지 도출된 연구성과들은 이와 같은 추세에 맞게 실시되었으며 상당한 수준의 연구결과들로 국내의 연구수준을 향상시켰다고 본다. 특히 대부분의 연구들이 방만하고 매우 복잡다단한 과정으로 연구수행에서 매우 정교하고 치밀한 연구계획이 요구됨에도 불구하고 성공적으로 추진되었다고 본다. 이러한 연구과제의 성공적인 추진은 그간 단편적인 연구과제 위주의 농업분야 연구에서 선진국에서와 같이 복합적이고 체계적인 연구의 수행이 국내에서도 가능하다는 것을 입증하였다. 또한 타 연구자들에게도 첨단기술의 개발이나 가축의 번식능력을 제고시킬 수 있는 연구계획과 추진에 기폭제로 작용하였다고 본다.

따라서 가축번식에 관한 연구의 추진에 요구되는 시설, 인력 및 기술이 국내에 확보되어 있을 뿐만 아니라 연구의 수준도 향상되어 선진국과도 경쟁이 가능한 정도로 연구환경이 농림기술개발사업 연구추진을 통하여 개선되었다고 본다. 더욱이 가축생산의 현장 종사자들도 도출된 연구결과에 신뢰를 갖고 이를 가축번식에 응용하여 번식가축의 효율적인 관리와 번식성적을 제고시키려는 시도가 많아졌다고 본다.

나. 학문적 측면

본 연구과제들이 수행되어 도출된 결과들의 학문적인 성과는 주로 국내학술지에 많이 발표되었으므로 아직 선진국의 학문적인 수준에 미치지 못한다고 본다. 그러나 시도된 과제들이 대부분 초보단계의 연구로 연구환경의 조성과 기초기술의 축적에 역점을 두고 수행되었다는 점을 고려하면 앞으로 이러한 연구에서 얻어질 학문적인 업적은 지대할 것으로 본다. 특히 선진국에서도 가축번식분야의 연구들이 대부분 첨단기술의 개발 및 활용으로 현재 개발단계의 연구들이 주축을 이루고 있으므로 국내에서도 독창적인 아이디어로 꾸준히 연구가 추진된다면, 첨단기술개발과 함께 가축번식학 발전에 기여할 학문적인 성과가 크게 기대된다.

다. 산업기술적인 측면

가축의 번식효율을 높이기 위한 연구에서 개발되어진 기술, 예를 들면 성선 자극호르몬 등의 처리에 의한 돼지의 분만시간 조절기술과 분만한 젖소의 혈액내 요소태질소와 progesterone의 분석에 의한 분만기간 단축 및 난소이상 조기진단 기술은 가축의 생산현장에서 직접 활용이 가능하다. 따라서 이러한 기술을 가축의 번식관리, 특히 임신가축의 분만 전후에 활용한다면 번식능력의 향상과 함께 환경오염 방지 및 사료비 절감 효과도 있으므로 그 만큼 가축의 생산성을 극대화시킬 수 있다고 본다.

우수한 수정란의 대량생산 기술은 우수한 종빈우의 유전적 형질을 물려받은 다수의 산자들을 단기간내에 생산하게 할 수 있어 국내 가축의 개량기간을 획기적으로 단축시킬 수 있다. 그리고 복제동물과 형질전환동물의 생산기술은 비록 초보단계로 개선되어야 할 부분이 많지만, 앞으로 본 기술의 개발 및 산업화 연구에 기초기술로 폭넓게 활용되리라고 본다. 따라서 이러한 첨단기술은 가축생산에서 그 응용성과 경제성이 지대하므로 더욱 집중적인 연구가 시급히 추진되어 산업화되어야 한다고 본다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

가. 가축번식 기술의 향상측면

분만유도 호르몬들을 투여하여 돼지의 분만시각을 인위적으로 조절한 연구에서 개발된 기술은 분만소요시간을 단축시키고 주간 분만을 제고시킬 수 있는 기술이다. 따라서 이러한 기술을 돼지 분만시 활용한다면 난산의 예방은 물론 야간분만의 관리 소홀에 의한 자돈 폐사율을 줄이고 야간근무에 따른 노동력이 절약되므로 돼지의 생산원가를 절감에 의한 돈육의 국가 경쟁력이 제고될 것으로 본다.

젖소에서 분만 후 초기발정의 정확한 관찰과 번식기능 이상의 조기발견을 위해 개발된 분만 후 젖소의 혈액이나 우유내의 progesterone의 분석기술은 분만 후 난소의 기능회복 정도를 정확히 추적하여 발정관찰을 보다 정확하게 할 수 있다. 가축생산 현장에서 이러한 기술의 활용은 분만간격을 단축시켜 공

태기의 기간을 최소화할 수 있고, 난소의 이상 유무를 조기에 발견하여 치료 또는 도태를 조기에 결정할 수 있으므로 경제적인 손실을 줄일 수 있다. 또한 분만 후 초기의 혈장성분인 selenium과 요소태질소의 분석기술을 소의 번식관리에서 활용하면 첫 수정일과 후산 배출시간을 앞당길 수 있고, 아울러 영양불균형에 의한 번식성적의 저하를 미연에 방지할 수 있다. 따라서 개발된 기술이나 연구결과를 가축생산에 활용하면 가축의 분만관리가 효율적으로 이루어져 분만 전후의 관리소홀에 의한 유산, 사산, 난산, 공태기 연장, 난소 이상 등에서 오는 경제적인 손실을 상당부분 방지할 수 있을 것으로 본다.

우량한 한우의 난자를 초음파 유도 흡입기술로 채취하여 체외에서 수정시키고 최적의 배양체계에서 배반포까지 발달시킨 다음, 수정란 이식기술을 이용하여 젖소의 자궁에 이식하여 한우송아지를 생산한 품종간 수정란의 이식기술은 앞으로 가축의 번식관리에서 다방면으로 활용될 것이다. 특히 축산물의 수요에 따라 타 품종의 산자 생산을 농가가 원하는 경우에 본 기술이 이용될 것이다. 즉, 저능력 젖소에서 우량한 한우 송아지를 생산하게 하여 낙농가의 소득을 증진시킬 수 있고, 반대로 저등급 육질의 한우에서 고능력의 젖소 송아지를 생산하게 하여 한우사육농가의 경제적인 이익을 도모할 수 있다.

나. 첨단기술의 개발 측면

농림기술개발사업의 수행에서 개발된 초음파를 이용한 난자 흡입기술은 최고 우량한 종빈우로부터 다수의 난자를 반복적으로 채취하고 이들을 체외배양체계에서 우수한 수정란을 단기간에 대량생산이 가능하여 우수한 유전능력의 후대를 많이 생산할 수 있다. 이러한 기술을 활용하면 우수한 한 마리의 종빈우가 일생동안 생산하는 10-20마리의 송아지보다 수천 배가 많은 수의 다음세대를 생산할 수 있다. 따라서 본 기술은 국내 가축의 개량기간을 획기적으로 단축시키고 이로 인한 가축 단위당 생산원가를 크게 절감시킬 것이다.

복제동물과 형질전환동물의 생산을 위한 첨단기술을 개발한 연구에서 시도된 외래유전자의 미세주입에 의한 형질전환 수정란의 생산기술과 주입 외래유전자의 발현 검색기술은 수정란을 이식한 후 생산된 산자에서 형질전환 여부를 검색하는 기술에 비해 여러가지면 유리하다. 특히 체외배양중인 수정란 단계에서 외래유전자의 삽입이나 발현여부의 검색은 수란우의 수를 80%이상 줄

일 수 있으며, 또한 형질전환 가축의 생산 효율도 수십 배까지 높일 수 있다. 그리고 형질전환된 것으로 검색된 수정란만을 선별하여 복제수정란을 생산하면 형질전환 복제가축을 기존의 10% 비용으로 단기간에 생산할 수가 있으므로 이러한 첨단기술을 이용하여 고능력 가축을 계속적으로 복제하면 가축 유전능력이 극대화될 것이다. 따라서 복제동물과 형질전환동물의 생산을 위한 첨단기술의 개발 및 산업적인 활용은 우리나라 축산업의 국가경쟁력은 물론 일반농가의 엄청난 경제적인 이익을 보장해 줄 것으로 예상하고 있는 가운데 이러한 첨단기술의 기반을 구축한 연구성과는 괄목할 만하다고 본다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 가축번식의 기술 개발 방향

가. 내분비분야

가축의 번식현상을 결정적으로 조절하는 주요 번식호르몬의 생리적인 작용에 관한 이해와 함께 가축번식을 인위적으로 조절할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 특히 가축번식의 수정전후와 분만전후에 관여하는 호르몬들의 변화를 활용하여 수정의 여부와 분만 후 난소의 회복 여부를 조기에 정확히 판정할 수 있는 기술의 개발이 시급히 필요하다. 또한 최근에 시도되고 있는 효과적인 다배란 처리는 물론 수정란의 체외생산 체계에서 요구되는 호르몬 첨가 및 가축의 번식효율을 높이기 위한 각종 호르몬과 성장인자들의 복합적인 처리기술들이 개선되어야만 한다고 본다. 그밖에 호르몬의 대량생산 기술, 호르몬 유사물질과 호르몬 억제제의 개발 및 가축의 번식능력과 관련된 표지유전자(주로 호르몬 수용체 유전자)의 개발 및 활용에 관한 연구가 앞으로 중점적으로 추진될 것으로 예상된다.

나. 인공수정

가축번식분야에서 제일 핵심적인 기술로 많이 사용하는 번식기술이지만, 아직도 국내에서 이 기술의 효율성은 선진국에 못 미치고 있는 실정이다. 따라서 가축의 번식효율을 높이기 위해서 정액을 생산하는 개체간의 차이를 규명하는 연구와 정액보존의 문제점 및 개선책에 대해 면밀한 검토를 위한 연구가 실시되어야 한다. 특히 현재 국내의 인공수정 실태를 정확히 조사하는 것은 물론 정액채취를 위한 종모우의 선발에서부터 동결정액의 제조 전과정과 유통과정 및 정액주입 과정까지 총망라한 대대적인 검토가 국가적인 차원에서 실시되어야 한다고 본다. 또한 간편하고 손쉽게 발정을 확인하기 위한 새로운 첨단기기의 개발과 수태율을 높일 수 있는 새로운 주입시기의 설정과 주입방법의 개선, 그리고 수정 후 단시일내에 임신을 진단할 수 있는 기술의 개발에 관한 연구들이 추진될 것이다.

다. 수정란이식 및 동결보존

우수한 유전형질을 지닌 소와 돼지로부터 우수한 수정란을 다량으로 생산하려는 연구는 지속되어야 하며, 아울러 도축된 가축의 난소에서 채취한 미성숙 난자나 초음파 유도에 의한 미성숙난자의 흡인기술로 채취한 미성숙 난자들을 이용한 체외의 수정란 생산체계 효율성을 제고시키기 위한 기존기술의 개선과 새로운 방법의 모색이 필요하다. 또한 가축의 난소에 무수히 존재하는 제2차난포들을 체외배양 시스템에서 성장 및 성숙을 유도하여 다량의 난자들을 생산하려는 연구도 추진되어야 한다고 본다.

소에 있어서 수정란의 이식 성공률을 높이기 위한 연구도 꾸준히 계속하여 인공수정의 성공을 정도는 되어야 가축생산 현장에서 폭넓게 활용될 것이다. 특히 수정란 이식기술의 산업화에 최대 문제점으로 지적되고 있는 분만시 난산, 즉 체외생산 수정란이나 조작된 수정란을 이식한 수란우에서 분만시 빈번히 나타나는 태아의 과성장으로 인한 난산을 방지할 수 있는 기술의 개발이 절실히 필요하다. 그리고 돼지의 비외과적인 수정란 이식 기술을 개발하고 보다 간편하고 효율적으로 수정란을 채란할 수 있는 새로운 기술의 개발에 관한 연구도 필요하다.

수정란의 초저온 동결보존 기술을 산업적으로 폭넓게 활용하기 위한 연구가

앞으로도 계속되리라고 본다. 특히 돼지의 수정란의 동결보존기술이 아직도 그 효율성이 낮으므로 이를 높이기 위한 집중적인 연구가 필요할 것이다. 또한 신속한 새로운 동결 및 융해방법의 개발은 물론 새로운 항동해제의 개발, 항산화제나 성장인자 등의 첨가, 그리고 새로운 동결용기와 동결보존용기의 개발 등과 같은 동결보존 후 수정란의 생존율을 높이려는 데에 연구가 집중될 것으로 본다. 그밖에 난자나 난포의 동결보존 기술도 개발될 것으로 예상되며, 동해의 원인을 규명하고 이를 극복할 수 있는 기술개발과 동결후 수정란의 생사를 쉽게 판정할 수 있는 기술개발에 관한 연구가 추진되리라고 본다.

라. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

본 분야는 타 연구분야보다도 축산업 전반의 국가경쟁력을 좌우할 정도의 파급효과가 지대하므로 새로운 기술개발에 각국마다 총력을 다해 추진될 것이다. 이미 복제양의 생산이래 복제동물생산기술을 활용하여 형질전환 가축을 생산하려는 연구가 선진국들에서 추진되면서 형질전환복제 소와 면양이 개발되었으며, 국제학술회의에서도 이 분야의 기술개발에 관한 연구보고가 가장 많으며 항상 초미의 관심을 끌고 있는 실정으로 미루어 보아, 세계적으로 다양한 우수한 유전자가 도입된 가축과 복제가축의 생산기술이 개발 중에 있다고 본다. 특히 공여핵으로 이용하기 위해 계대배양된 체세포에 외래유전자를 도입하거나, 기존유전자를 파괴시킬 수 있는 기술의 개발은 물론 핵이식 전단계에서 유전자의 조작 유무를 선별할 수 있는 기술의 개발에 관한 연구에 많은 노력을 기울이고 있으며 앞으로도 상당기간 계속되리라고 본다.

선진국의 연구동향에서도 언급한대로 복제동물의 생산효율이 전반적으로 저조하여 이를 극복하려는 연구도 활발히 진행될 것이다. 물론 복제동물이나 형질전환동물의 생산을 위한 새로운 기술을 개발하는 연구가 주축을 이룰 것으로 예상되는데, 특히 수정란의 미세조작 기술의 개선과 복제수정란을 이식한 후에 임신율을 높이고 유산과 사산율을 낮추려는 연구와 분만시 태아의 과성장예 의한 난산을 방지할 수 있는 기술을 모색하는 연구가 추진될 것이다. 그밖에 복제된 수정란을 이용한 재복제 수정란 생산, 복제가축의 미토콘드리아 근원 추적 및 생리기능 이해, 복제과정에서의 핵의 변화 및 세포질 구성, 복제수정란의 장기보존, 복제가축의 생리적인 이상유무 확인 등에 관한 연구도 계

속적으로 실시될 것으로 본다.

마. 성 판별

유식세포분석기로 분리된 Y-정자와 X-정자들을 동결하여 일반적인 인공수정 기술로 원하는 성의 산자를 생산할 수 있는 기술의 개발에 역점을 두고 연구가 추진 될 것으로 예상된다. 이를 위해서 분리된 정자의 수를 늘리고 정자의 활력이 높이는 기술과 보다 효율적인 정액동결기술의 개발이 필요하다고 보며, 또한 소수의 정자들로도 수정이 가능한 새로운 정액주입 기술의 개발도 요구된다고 본다.

수정란의 성 판별 기술에서는 보다 간편하게 가축생산현장에서도 쉽게 활용 가능한 기술로 개선하려는 연구가 지속될 것으로 본다. 특히 일반적으로 널리 활용되고 있는 질병진단 키트와 같이 수정란의 성별에 따라 색깔이 달라지거나 명암의 차이가 생기게 하여 비전문가도 쉽게 성을 판별 할 수 있는 기술이 개발될 것으로 예상된다. 또한 연구소나 생명공학회사 등에서 성 판별을 실시하여 성이 확인된 수정란을 동결하여 농가에 보급하는 체계가 확립될 것으로 예상되므로 이에 따른 제반기술, 즉 효율적인 분할구의 분리, 중합효소연속반응 방법의 간편화, 성이 판별된 수정란의 동결 보존 및 생존율 향상, 임신율 제고 등에 관한 연구가 진행될 것으로 본다.

바. 기타

가축 번식현상의 장애를 일으키는 질병이나 환경적, 유전적인 요인의 분석 및 극복을 위한 기술이 개발될 것이다. 또한 가축의 번식관리를 효율적으로 하기 위한 컴퓨터 프로그램들의 개발과 인터넷을 통한 번식관리의 원격조정을 위한 기술들이 개발될 것으로 예상된다.

2. 향후 연구개발 과제

가축의 종류와 품종이 다양하고 번식현상의 복잡성과 신속한 지식의 신진대사를 감안하면 가축번식분야의 향후 연구개발해야 할 당면한 연구과제는 엄청

나게 많다고 사료된다. 그러나 제한된 지면과 부족한 학문배경 관계로 상술한 내용들을 근간으로 향후의 연구개발과제를 열거하면 다음과 같다.

가. 내분비분야

- 주요 번식호르몬의 인위적 조절에 의한 가축의 번식능력 제고 기술의 개발
- 수정전후와 분만전후 호르몬의 변화를 활용한 수정의 여부와 분만 후 난소회복 여부의 조기 판정 기술의 개발
- 재조합 호르몬의 대량생산 기술 개발
- 기타: 호르몬 유사물질과 호르몬 억제제의 개발 및 가축의 번식능력 과 관련된 표지유전자(주로 호르몬 수용체 유전자)의 개발 및 활용

나. 인공수정

- 국내의 인공수정 실태 조사 연구 (종모우의 선발부터 산자의 능력검정까지)
- 간편한 발정확인 첨단기기의 개발
- 조기 임신진단 기술의 개발

다. 수정란이식 및 동결보존

- 미성숙 난자를 이용한 수정란의 체외생산체계의 효율성 제고를 위한 기술의 개발
- 제2차난포의 체외성장 및 성숙을 통한 난자의 대량생산기술 개발
- 체외생산 수정란이나 조작된 수정란시 태아의 과성장으로 인한 난산의 방지기술 개발
- 돼지의 비외과적인 수정란 이식 기술의 개발
- 수정란의 간편하고 신속한 새로운 동결 및 해동방법의 개발

라. 복제동물 및 형질전환동물의 생산

- 형질전환 복제가축의 효율적인 생산기술 개발
- 계대배양된 체세포에 기존유전자 작용의 완전 또는 부분 억제 기술의 개발

- 복제수정란을 이용한 재복제 수정란 생산 및 산자생산
- 복제가축의 미토콘드리아 근원 추적과 생리기능 이해 및 산업적 활용기술 개발
- 기타: 복제 수정란 생산과정중 핵의 변화 및 세포질 구성 검사, 복제 수정란의 장기보존, 복제가축의 생리적인 이상유무 검사

마. 성 판별

- 유식세포분석기를 이용한 Y-정자와 X-정자의 분리 및 산자생산 기술 개발
- 수정란의 성 판별을 위한 키트의 개발
- 성이 판별된 수정란의 초저온 동경보존 및 산자생산

바. 기타

- 번식장애를 일으키는 질병의 진단, 예방 및 치료기술 개발
- 환경적 스트레스 요인에 따른 가축의 번식 문제점 파악 및 개선방안 모색
- 가축의 번식능력과 관련된 유전적인 요인의 분석 및 활용 기술 개발
- 가축의 효율적인 번식관리를 위한 컴퓨터 프로그램의 개발

제 5 절 축산물가공

I. 축산물가공분야의 국내외 연구동향

현대인은 적절한 식품 섭취를 통해 건강이 증진되기를 원하고 있다. 건강이 증진되지 않는다면 최소한 건강이 유지 되기를 기대하고 있다. 따라서 사람들은 가공식품을 피하고 가능한 한 자연식품 및 신선식품을 선호하는 경향이며, 식품과 관련하여 해결할 수 있다고 생각하는 성인병은 심장병을 포함한 순환기질병, 당뇨병, 비만, 충치, 골다공증, 암 등이다. 이에 따라 건강문제를 예방할 수 있다고 인정되는 식품 또는 그러한 기능이 있다고 판단되는 성분을 함유하는 식품이 우리의 식단을 채워가고 있다. 건강증진효과와 관련하여 위에 말한 건강문제 외에도 특히 노인의 건강증진 및 유지와 관련해서 칼슘과 골다공증, 비타민 A의 항암효과, 젖산균의 항암효과를 포함한 건강증진 효과, 마그네슘과 아연의 영양과 기능이 강조되는 경향이다. 오늘날 건강증진 문제가 식품의 중요한 과제이지만 건강증진효과나 영양가치만이 식품의 판매를 좌우하는 것은 아니다. 오히려 맛, 가격, 편리성, 안전도, 신선도 등이 국제화되고 있는 한국의 식품시장에서 축산식품의 판매를 좌우하고 있다. 이러한 상황에서 소비자에게 축산식품의 영양가치와 건강증진효과가 좀더 과학적으로 교육되고 전달된다면 국민의 건강과 영양 증진에 큰 도움이 될 것이다. 식품회사들은 자기들의 제품만을 판매하기 위한 선전노력을 승화시켜 소비자의 올바른 영양교육과 영양 및 건강연구의 지원에 더 많은 노력을 하므로써 장기적인 축산식품의 발전기반을 구축할 수 있을 것으로 믿어진다.

한국 국민의 축산식품 안전성에 대한 인식이 상당히 빠른 속도로 높아지고 있다. 국민은 가공식품에 유해물질의 존재를 거부하고 있다. 더욱이 식품색소, 식품보존제, 향산화제등의 허용된 식품첨가제가 첨가 가공된 축산식품의 구매도 피하려는 경향을 보이고 있다. 최근에 카페인, 설탕, 소금의 함량에 관심이 고조되면서 한국의 축산물가공식품은 시장에서 어려움을 겪고 있다. 건강문제와 관련하여 소금, 설탕, cholesterol, 포화지방산, 카페인 등의 함량을 감소시켜

야 하며 보존제, 인공향료, 인공색소 등과 같은 기피성분의 사용도 억제해야 한다. 시장의 모든 축산식품은 유해 미생물과 그들이 생산한 독소의 존재를 허용하고 있지 않다. 특히 병원성의 *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 및 그 독소, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio* spp.(생선류), 중성 통조림식품의 *Clostridium botulinum* 및 그 독소, 곰팡이 독소, 바이러스 등은 특히 열악한 유통체제를 가지고 있는 우리 가공식품시장에 경종을 주고 있다. 한국에서 생산되는 축산물에 대한 과학적 지식을 확충하고 한국적 축산가공식품을 개발하여야 하며, 한국 축산업의 환경위생을 개선하고 축산물의 안전성과 품질향상을 위해 연구하고, 첨단 동물유전공학기술 연구를 통하여 축산물의 건강과 영양 향상 기능에 대한 연구와 국민 교육도 지속되어야 한다.

1. 선진국의 축산물가공에 관한 연구동향

가. 축산물의 성분조정

순환계 성인병과 관련하여 동물성 지방과 cholesterol의 섭취를 피하려는 의식이 확산되면서 축산식품의 성분을 조정하여 동물성지방의 섭취를 줄이려는 연구가 많이 진행되고 있다. 따라서 전통적으로 지방을 중요시하던 축산식품업계도 동물성단백질을 더 중요시하는 경향으로 변화되고 있으며 지방함량이 낮은 축산물의 생산이 관심을 뒀고 있다. 축산물의 성분을 조정하는 방법을 위해 연구되거나 이용되는 방법에는 세 가지가 있다. 즉 유전인자조작을 이용하는 유전공학적 방법과 영양공급을 조정하여 축산물 생산하는 단계에서 성분의 조정을 시도하는 영양학적이고 생물학적인 방법이다. 다른 방법은 가공단계에서 성분을 조정하는 방법으로서 축산물의 원래 성분을 분리해 내거나, 다른 원료를 첨가하므로써 축산물의 성분을 조정하는 방법이다.

우유성분의 유전공학적 조정방법은 우유성분의 합성단계에서의 조정을 시도하는 방법으로서 가장 근본적인 방법이긴 하지만 많은 연구가 필요하고 유전적 변형식품의 안전성을 증명해야 되는 쉽지않은 방법이라고 할 수 있다. 우유안에 있는 6개의 주요 단백질(α_{s1} -casein, α_{s2} -casein, β -casein, κ -casein, β -lactoglobulin, α -lactalbumin)의 유전인자가 확인됐고 표현 기작도 상당히 알려지고 있다. 각 유단백질의 성질개선과 우유내의 단백질함량을 유전공학적

으로 증가시킬 수 있는 가능성이 연구되고 있으며, 우유의 알러지 유발성을 없애기 위해 β -lactoglobulin을 우유에서 제거하고, 우유의 열 안전성을 증가시키기 위해 κ -casein의 함량을 증가시키는 과제도 연구되고 있다. 이러한 과제의 연구를 위해 돌연변이의 유도나 유단백질의 유전적 연구가 계속되고 있다.

젖소의 영양공급방법을 변화시켜서 우유의 영양소 함량을 변경시킬 수 있다는 사실은 오래 전부터 보고되고 있다. 유단백질합성에 사용되는 아미노산은 12지장에 도달한 분해되지 않은 단백질이 이용되며 12지장에서의 아미노산공급 또는 조성을 변경하므로써 우유의 단백질함량을 증가시킬 수 있다. 다만 영양공급에 의한 우유성분의 변화는 단백질함량만을 증가시키고 단백질의 성질을 변화시키지 못하지만 유전공학적인 방법보다는 훨씬 쉬운 장점이 있다. 우유지방의 지방산은 약 4%만이 다가 불포화지방산이지만 사료에 불포화지방산이 많은 보호유지(protected lipid)를 급여하므로써 linoleic acid(18:2)를 총지방산의 30-35%까지 향상시킬 수 있었다고 하며 우유의 불포화지방산 함량을 증가시키는 데에 많이 사용되고 있다. 한편 축산물에 CLA의 함량을 증가시키려는 연구도 다방면으로 진행되고 있다.

가공방법에 의해 축산물의 성분을 조정하는 경우에는 대부분이 각종 유청제품 또는 다른 원료(콩단백질 제품등)를 첨가하여 성분을 조정하거나 성분의 일부를 여러 가지 공정을 사용하여 제거하는 방법이 주로 사용되고 있다. 이미 널리 사용되는 바와 같이 우유의 지방함량의 감소 및 조정에는 유지방 분리기(centrifugal cream separator)가 사용되고 있으며 다른 유성분조정을 위해 첨가되는 각종 유제품으로서는 초여과농축유(UF milk retentate), 초여과배출유(UF milk permeate), 유당, 건조 또는 액상 유청제품들이 이용되고 있다. 지방을 대체할 수 있는 성분에 대한 연구와 저지방 아이스크림, 저지방 치즈에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 초임계유체추출법을 이용하여 cholesterol 또는 지방함량이 낮은 육제품, 난제품등을 위한 연구가 많이 보고되고 있다.

성분이 조정된 축산물은 영양성분의 함량이 법적 규정에 적합해야 하고 영양적으로 문제가 없고 안전성이 확보되어야 된다. 유성분을 상향 조정하는 제품에 첨가되는 단백질은 주로 유청단백질이므로 단백질의 영양적인 문제는 없지만 칼슘함량과 기타 필수 무기물 및 비타민의 함량에 많은 관심을 기울여야 된다. 아울러 성분이 조정된 축산물은 원래의 조직 특성과 맛 및 품질에서 소

비자를 만족 시킬수 있어야 되며 성분조정과 관련된 품질에 관한 연구도 많이 보고되고 있다.

나. 내냉성 미생물(psychrotrophs)과 축산물 품질

내냉성 미생물의 최적 생장온도는 30°C 근처이지만 일반적인 우유와 고기의 냉장온도(1-7°C)에서 성장하는 미생물들을 말하며 *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*, *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Microbacterium* 등의 bacteria가 대부분이지만 이외에도 여러 속(genus)의 Gram음성 및 양성 박테리아가 내냉성 미생물로 알려져 있다. 우유는 착유 직후부터 가공되기 전까지, 또 가공 포장된 후에도 소비될 때까지 냉장되어 유통되고, 신선육류는 생산된 후 소비시 까지 냉장 유통되는 경우가 대부분이므로 이들 내냉성 미생물들이 냉장 신선 축산물에서 선택적으로 성장하게 된다. 축산물에 이들 내냉성 미생물의 오염을 최소화하기 위해 HACCP 체제연구가 많이 이루어지고 있으며, 내냉성 미생물의 오염과 생장을 차단하기 위해 무균포장방법을 포함한 각종의 처리법이 연구되고 있다. 특히 포자를 형성하는 *Bacillus*, *Clostridium*속 박테리아의 포자들은 살균처리에 의해 파괴되지 않고 살아 남아 있어서 발아되어 성장할 수 있으며 10°C 근처에서 저장된 축산물을 부패시키는 중요한 박테리아이며 특히 이들의 식중독 유발 가능성에 많은 관심과 연구가 집중되고 있다. 이들 내냉성 미생물의 제거 및 사멸에 각종의 열처리, 산처리등을 포함한 각종 살균법이 연구되고 있으며 bacteriocin의 이용, 탄산가스처리, 효소 억제제등의 사용도 연구되고 있다.

다. 새로운 살균기술

우유의 살균에는 전통적으로 열 처리법이 이용되어 왔으며 보편적으로 널리 시행되는 처리공정이다. 그러나 우유의 열처리는 불가피하게 우유안의 일부 영양소를 파괴하고 우유의 성질을 변화시키며 우유의 맛과 색을 변화시키게 된다. 따라서 전문가들은 우유의 살균목적을 달성하면서 우유 본래의 영양소와 성질을 변화시키지 않는 새로운 우유의 살균법을 지속적으로 추구해 오고 있다. 자외선 및 방사선을 이용한 축산식품의 살균과 전자기파 (ohmic, radio

frequency, microwave (dielectric) heating)를 조사하여 식품을 가열 살균하는 방법은 널리 알려진 기술이며, 최근에 진동자기장처리와 초고압처리(4000-8000 bar)등에 의한 축산식품의 살균과 초음파처리, 고전압펄스전기장처리등을 식품 살균에 이용하기 위한 연구가 진행되고 있으며 microfiltration에 의해 우유에 오염된 미생물만을 제거할 수 있는 방법들도 연구되고 있다. 진동자기장처리에 의한 살균은 이미 포장된 축산제품을 큰 열 발생없이 살균할 수 있는 장점이 있다(자장강도 5-50 T, 진동시간 25 microsec -10 millisc, 주파수 5-500 kHz). 다만 고압처리나 microfiltration 등은 그 처리비용이 아직 상당히 높은 것이 어려운 점이다. 마이크로파가열법은 냉동된 고기나 버터를 녹이는 데에 많이 사용되고 있으나 최근에 마이크로파에너지를 우유나 다른 축산식품의 살균에 활용할 수 있는 가능성이 적극적으로 연구되고 있다. 마이크로파처리는 축산식품을 직접적으로 또 신속하게 가열할 수 있으며 더욱이 균일하게 가열시킬 수 있고 열교환면이 없으므로 부분적인 과열현상이나 열교환면에 우유가 눌러 붙는 현상을 예방할 수 있는 장점이 있다. Villamiel 등(1996)은 연속식 microwave처리기에서 우유를 80.1°C에서 15초간 처리하고 4.5°C에서 10일간 저장하면서 시유의 품질을 조사한 결과 열교환판 살균기로 살균한 우유보다 저장성도 더 좋고 풍미도 더 좋았으며 단백질의 열 손상도 적었다고 하였다.

라. 새로운 축산제품의 개발 연구

대부분의 기존 축산물가공품은 서양에서 발달된 제품들이다. 물론 시유, 요구르트, 아이스크림, 햄, 소세지 등은 직접 소비되는 축산제품으로서 한국인의 입맛에 잘 적응되고 있으나, 매우 중요한 발효 유제품인 치즈류등을 포함한 많은 축산제품은 아직 한국인의 입맛과 식탁에 적응하지 못하고 있는 실정이다. 우유소비 효과가 가장 큰 치즈제품중에 피자치즈 등은 최근에 이태리식품인 피자의 소비증가로 상당량 소비되고 있지만 한국에 정착된 치즈라고 하기 어려우며 소비되는 상당량이 수입에 의존하고 있다. 육제품중에 소시지나 런천미트등은 상당히 보편화된 육제품이지만 한국적 육제품은 시장에서 발견되고 있지 않는 상황이다. 따라서 축산물가공품의 한국적 소비형태에 관한 연구와 한국적 축산제품의 개발연구가 다른 가공식품보다 더 많이 요구되고 있다.

신선육의 지방함량 감소 내지는 살코기 함량 증가 방법에 대한 연구가 활발

하다. 아울러 신선육의 유통중 진열시간의 연장 방법에 대한 연구가 관심을 모으고 있다. 유통중의 육색 안정과 미생물적 안정성을 위한 저장기간 연장등이 중요한 연구관심 사항이다. 포장 방법의 개선과 생축에 비타민 E급여에 의한 육색의 안정 방법 개발 등이 연구의 주된 대상 분야가 되고 있다. 따라서 근육의 생리적 변화에 대한 연구를 통하여 식육의 진열 특성을 규명하는 연구가 필요한 것으로 지적되었다. 신선육 품질과 관련하여 PSE와 DFD육에 대한 연구는 끊임없이 지속되어 왔다. 신선육의 미생물적 품질과 관련하여 지육의 세척 방법이 도매 절단육의 포장 유통시의 미생물 환경 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 보고되고 있다. 도축과 신선육 가공과정의 자동화는 생산비 절감, 품질 개선, 그리고 작업자의 안전에 관한 연구가 많이 보고되고 있다.

육제품 관련 연구는 소비자들의 건강에 대한 관심을 반영하는 저지방 내지는 무지방 제품 제조를 위한 가공기술, 타 가공재료 등에 관한 연구들이 진행되고 있고 저장중 지방산화 방지를 위한 기초연구들이 수행되어 왔다. 최근의 BSE나 *E. coli* O157:H7 문제로 안전성에 대한 소비자의 관심을 반영하는 식육과 육제품에서의 병원성 세균 감소방법 및 포장방법에 대한 연구 그리고 지속적으로 문제가 되는 고기의 연도에 대한 다양한 연구들이 도살 전 후의 여러 요인들과 관련하여 이루어져 오고 있다. 소비자들의 식육품질에 대한 요구가 증대되고 있다. 현장에서 비파괴적으로 직접 품질을 측정할 수 있는 기술의 필요성이 증대되고 있어서 이분양의 연구가 많이 진행되고 있으며, 인건비 상승과 식육생산에 협오작업 부분이 많으므로 공정별 자동화연구가 활발히 진행되고 있다.

계란은 가장 값싼 종합영양 식품이다. 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 콜레스테롤 함량이 높은 것으로 인식되는 계란의 소비는 특별한 용도를 개발하기 전에는 정채 내지는 감소될 것으로 예상되고 있다. 따라서 생리활성 물질이나 건강에 유익한 물질을 함유하고 있는 계란을 생산하거나 콜레스테롤의 함량이 낮은 계란을 공급하거나 하여 부가가치를 높인 제품의 연구가 많으며 계란을 이용하는 요리법과 건강증진 기능이 강조된 난제품, 기능성이 강화된 난 가공품등의 개발연구가 많이 진행되고 있다.

2. 국내의 축산물가공 에 관한 연구동향

국내에서 보고되는 농업분야 연구의 최고 데이터베이스인 서울대학교 농생대의 농생명과학연구정보센터의 ALRIS Database를 탐색한 결과 유제품분야에 324건, 육제품분야에 42건, 난제품분야에 14건의 연구보고가 탐색되었으며 이러한 결과는 직접적으로 축산물에 대한 학계와 산업계의 기술 관심도를 반영하고 있다고 할 수 있다. 유제품 분야의 연구 주제를 보면 유제품의 품질에 관한 연구가 30건, 유산균에 관한 연구가 25건으로서 높은 관심을 보이고 있으며, 원유에 대한 연구가 30건, 시유에 관한 연구가 34건, 발효유에 관한 연구가 39건으로서 연구의 관심이 집중되고 있는 부분을 쉽게 파악할 수 있다. 육가공 연구와 난가공연구에서는 품질, 유화육제품, 안전성, 기능성 성분등 다양한 주제에 대하여 관심을 보이고 있다. 특히 한우육의 판정을 위한 판정 및 분석기술에 관한 관심이 상당히 존재하고 있음은 이해되는 연구관심 사항으로 생각된다.

젖산균의 건강증진 효과가 널리 알려 지고 또 젖산균 제품이 많이 생산되면서 젖산균의 기능성에 관한 연구 및 젖산균을 이용한 제품개발 연구가 많이 보고 되었고 계속 많이 연구되고 있다. 기능성이 높은 젖산균의 분리, 개발도 활발히 진행되고 있으며, 젖산균의 기능성 검증시험도 많이 보고 되고 있고, 젖산균을 이용한 제품의 개발, 젖산균의 생리, 검사 및 동정, 유전학 연구도 증가하고 있는 경향이다.

국내에서의 축산물가공 분야 연구는 세계적인 연구동향과 동조화하는 경향이 있으며, 세계적 관심 주제가 한국에서도 많이 연구되는 경향이다. 축산물내에 기능성 성분을 증가시키기 위한 영양적 및 가공적인 연구, 기능성 성분을 생산하기 위해 축산물, 육생산 부산물, 및 미생물을 이용한 연구들이 상당히 많이 진행되었다. 국내에서 그동안 소홀히 해오던 안전성확보를 위한 식중독 미생물과 HACCP에 관한 연구가 증가하고 있는 경향이다. 한국의 전통적인 축산물 가공품과 신선 축산물의 품질에 대한 연구와 농촌형 소규모 가공장에 적합한 각종 제품의 개발연구에 관한 관심도도 꾸준히 유지되고 있는 편이다.

3. 선진국 대비 국내 연구(기술) 수준

농업기술개발사업이 한시적인 목적사업으로서 국내의 기술연구수준을 완전히 대표하기는 어려운 점이 인정되고 있으나 전반적으로 국제 기술연구수준에 근접해 있음을 확인 할 수 있다. 특히 대학에서 이루어진 기술 연구는 대부분 연구에 사용한 방법이나 목적 추구를 위한 접근방법이 국제 수준에 이르고 있다. 제품개발 지향적인 연구에서 시장성이 다소 소홀히된 연구들이 있지만 1회에 성공하는 연구는 거의 없다는 사실을 인정해야 할 것이다. 다만 몇 개의 축산관련단체의 연구는 여러면에서 연구라고 하기 어려운 면이 노출되고 있다. 이러한 단체가 제안하는 연구는 대학의 연구고문의 지도하에 진행되도록 체제를 구비해야 될 것이다.

II. 축산물가공분야의 연구성과 및 파급효과

1. 축산물가공 연구의 분야별 성과 분석

돼지고기가 축적형 중금속 중독증을 감소시킨다는 연구결과는 돼지고기의 소비 홍보에도 좋은 연구결과이지만 학문적으로도 그 근본 기작을 더 추구할 필요성이 있다고 생각된다. DNA분석기법을 이용한 한우육의 판별연구는 95%의 확률로 한우육을 판별할 수 있음을 보여준 동시에 한우의 표지유전자에 대한 연구로 소의 DNA분석 판별기술은 물론 소의 유전자 연구에 기여한 것으로 인정된다. 수돼지고기의 옹취 판별기술 연구에서는 화학적인 방법으로 skatole함량, steroid물질 함량, 지방산 조성등을 연구하고 옹취와 연관성을 추구하고 옹취의 주원인 물질을 규정하고 이를 여러 가지 분석기기를 사용하여 경제적이고 정확하며 신속한 판별방법을 연구하여 돈육의 품질판별기술 발전에 기여하였다.

육닭 및 육오리 식품연구에서는 육성분과 육닭과 육오리의 지상산조성, 간암세포와 대장암세포의 성장억제 효과등을 보여 주므로써 육닭, 육오리식품의 건

강 증진 효과를 제시하고 레토트웃닭, 웃오리의 제조공정을 연구하여 전통 축산식품의 산업화에 기여하였다. 백세미삼계에 관한 연구에서 도계적기와 도체를, 냉장조건, 포장방법과 적정사육규모등이 연구되었다.

즉석제조육제품에 관한 연구에서 국내의 즉석육제품 실태가 처음으로 조사 연구되어 개선책이 제시되었으며 저염제품, 기능성 첨가물을 이용한 재구성제품등이 개발되었으며. 비선택호부분의 고기를 사용하여 제조원가를 저렴하게 하였고 천연항균물질을 사용하여 아질산염의 사용을 저하시킨 것은 육가공기술의 발전에 기여한 결과라고 판단된다. 우리나라에 아직 보급되지 않은 발효육제품 제조기술 연구에서 원료육과 첨가제의 최적 조건이 연구되어 국산 돈육의 가공특성이 연구되었고 젓산균의 이용조건, 발효조건등 발효소세지 제조에 필요한 일체의 기술이 연구되었으며 특히 발효소세지는 한국의 농촌형 소규모 공장에서 제조하기 쉽고, 독창적이고 전통적이 제품을 만들기 쉬우므로 적극 권장되어야 할 농촌형 축산가공품이라고 할 수 있다.

한우포장육에 대한 연구에서 한우 도체의 오염을 줄일 수 있는 방법이 연구되었으며, 포장방법의 개선과, 냉장육의 적정 숙성방법등이 연구되어 한우육의 품질 및 유통개선에 기여하였다.

수출용 돈육의 맛에 관한 연구에서 연구자는 캐나다 및 일본에서 생산된 돼지고기의 포화지방산, 다가불포화지방산, 지방산의 산화, 맛, 포장법등을 연구하여 수출용 돼지고기는 8%의 지방을 가지고 최적의 다가불포화지방산의 비율을 제시하였다.

도축부산물을 이용한 전통 육가공품의 제조연구에서 연구자는 돼지 머리고기의 냄새를 제거하는 생약양념을 개발하였고, 편육을 제조하여 영양가를 연구하고, 자몽씨 추출물을 이용한 저장법도 연구하여 전통육제품의 상품화에 기여하였다. 한편 제조된 우모분에서 케라틴을 분리 제도하고 아미노산 조성도 연구되었으며, 우모의 분해 미생물도 연구되어 우모의 고부가가치 제품 개발에 기여하였다. 한편 도축시 생산되는 혈액을 이용하여 유산균배양을 위한 배지를 개발하였고 동시에 기능성 단백질과 펩타이드가 개발되어 도축부산물로부터 고부가가치 제품의 개발 생산에 크게 기여하였다. 양봉산업에서 생산되는 밀납에 관한 연구에서 밀납의 성분이 연구되었고, 생산·수집 방안, 정제, 탈취기술들이 연구되어 별로 쓸모 없던 고급 밀납의 생산기술이 확보되어 산업화에 기

여할 것으로 기대되고 있다.

우유단백질을 분해하여 생리활성이 있는 펩타이드의 분리 및 정제기술이 연구되어 이들 제품의 상품화가 기대되고 있으며, 돼지 혈액에서 분리된 transferrin을 유제품에서 부족한 철분의 강화에 이용하는 기술이 연구되어 고가 유제품 개발에 기여하였으며 우유지방에서 베타싸이크로텍스트린을 이용하여 콜레스테롤을 추출제거하는 연구가 시행되어 모든 사람들이 꺼리는 콜레스테롤의 제거기술의 실용화에 기여하여 아이스크림, 버터, 크림과 같은 고지방 유제품의 콜레스테롤이 낮은 고급 유제품 개발을 촉진할 것으로 기대된다. 농촌형 발효유 제조를 위한 고기능성 젖산균의 개발연구에서 연구자는 내산성, 내담즙산성, 콜레스테롤저하 효과가 큰 *Lactobacillus acidophilus*를 개발하여 국내에서 소비가 계속 증가되는 발효유의 농촌형 가공의 기초를 제공하였고 항균성이 높은 bacteriocin을 생산하는 *Pediococcus acidilactici*를 개발하므로서 이들을 이용하는 많은 발효유제품, 발효육제품 개발에 기초과학 및 기초소재 확보에 기여하였다. 초미세구 Bifidobacteria를 함유한 유제품 연구에서는 몇가지 상업용 Bifidobacteria의 배지와 생존율을 연구하고 alginate를 이용하여 미세구를 만들어 장내미생물에 미치는 영향을 연구하여 효과를 얻었으며 Bifidobacteria가 IgA생산을 향진시키는 사실을 확인하였으며 이는 TGF- β 1의 합성이 유도된 결과로 해석하여 이분야 학문발전에도 기여 하였다. 야생균주인 *B. bifidum* K-7로 제조한 발효유를 투여한 결과 분변의 Bifidobacteria수가 증가하였고 Clostridia수가 감소하는 효과를 얻었다.

인삼첨가 발효유제품 연구에서 인삼을 첨가한 액상발효유, 호상발효유, 치즈등을 개발하여 상품성을 높였으며, 한약재를 첨가한 유제품 연구에서 맥문동, 원육등 한약제의 첨가조건을 최적화하므로서 새로운 유제품 제조의 길을 열었으며, 발효유에는 방풍등 3종의 한약재가 적합하다고 하였고, 한약재를 첨가한 치즈도 개발하여 상품화 가능성을 제시하였다.

특수란의 성분표시기준에 관한 연구에서 특수란의 종류별 유통, 판매실태를 조사연구하여 성분표시기준 설정을 위한 기초자료를 확보하였으며, DHA함량, 비타민 함량, 옥소등의 성분함량을 계절별로 조사하여 성분표시기준을 위한 자료를 확보하는 성과를 얻었다. 한편 계란 노른자에 많이 함유되어 있는 cholesterol를 β -cyclodextrin을 이용하여 제거하는 기술을 개발하므로서 콜레

스테롤 함량이 낮은 건강 계란제품의 제조기술을 확보하여 산업화에 기대가 된다.

가. 육가공(12개 과제)

- 육류단백질 및 지방섭취가 카드뮴 및 납중독 해독에 미치는 영향
- DNA분석기법을 이용한 한우육 판별의 실용화
- 돈육 수출증대를 위한 수태지고기의 응취신속판별기술 개발
- 옷닭 및 옷오리의 편이식품 개발
- 백세미삼계탕 가공산업발전과 수출증대를 위한 기술애로 타개
- 즉석제조 육제품 개발
- 상온 유통 가능한 발효육제품의 농가형 제조기술 개발
- 수입냉장육에 대응하기 위한 한우포장육의 고품질화 가공기술 및 유통시스템 구축
- 수출 전략형 돼지고기의 맛 최적화
- 도축 부산물을 이용한 전통식 육가공품 제조
- 수출형 고품질 우모분 제조 및 케라틴 단백질 개발
- 도축 폐기물인 가축혈액을 이용한 유용물질 생산

나. 유가공(7개 과제)

- 우유로부터 생리활성물질의 분리 및 정제
- 도축혈액의 transferrin을 이용한 철분강화 유제품 개발
- 우유 및 유제품의 콜레스테롤 제거 개발
- 농촌형 발효유 제조를 위한 고기능 유산균주의 개발
- 초미세구 Bifidobacteria를 함유한 유제품의 개발
- 인삼첨가 발효유제품의 개발
- 한약재를 첨가한 농가형 유제품 개발

다. 난가공 및 기타(3개 과제):

- 특수란의 성분표기기준

- 저콜레스테롤 계란제품의 생산기술 개발
- 밀납의 제법과 활용

2. 축산물가공분야의 연구성과가 농업에 끼친 효과

한국의 축산업은 축산물에 대해 어느 정도 소홀히 하면서 물량위주의 축산업을 계속해 왔다. 이제는 축산물의 수급이나 물량위주의 축산은 국제화된 한국의 축산물시장에서 불가능하게 될 것이다. 더욱이 한국의 축산물가공산업들은 외국의 제품을 모방한 제품 또는 외국회사의 제조기술을 도입하여 축산물가공제품을 생산해 오고 있다. 그러나 이제 이러한 가공산업도 생존의 기로에 서게 된 것이다. 한국의 치즈산업이 가격 또는 품질면에서나, 제품의 다양성에서 외국의 제품과 경쟁은 거의 불가능하기 때문이다. 한국의 발효육제품산업은 거의 존재하고 있지도 않다. 이 농림기술개발사업에 의해 연구된 축산물가공연구의 성과가 한국의 축산업과 축산물가공산업이 나아갈 길을 제시하고 있다고 생각된다. 물량위주의 축산물생산에서 탈피하여 소비자 중심의 축산물 생산에 노력해야 되며 부가가치를 높이는 축산물가공산업이 필수적임을 제시하고 있다. 그리고 한국적인 축산물가공품의 발전이 한국의 축산업과 축산물가공산업의 중요한 과제임을 제시하고 있다. 한국인이 선택하는 축산물과 축산물가공품을 만들지 못할 때에 한국의 축산업 및 축산물가공산업이 살 수 있는 길은 있을 수 없을 것이다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 축산물가공기술의 개발 방향

축산업의 주요 산물인 우유, 고기, 계란 및 이들 가공제품은 지금보다 더 중요한 한국인의 고급식품으로 소비가 확대될 것으로 예상되며 축산물가공제품

에 대한 국민의 요구사항(품질, 안전성, 다양성)도 증대될 것으로 예상된다. 축산물의 품질과 안전성을 향상시키고 부가가치를 증진시키는 방향으로 연구개발이 집중되어야 할 것으로 생각된다. 또 축산식품은 다른 가공식품의 원료로 이용되어 더욱 큰 식품·영양적인 기여를 하는 식품으로 소비가 확대될 것이며 한국적 축산가공품의 소비 및 이용형태가 개발 연구될 것으로 기대되고 있다. 국내 축산물 생산여건은 가격의 국제 경쟁력을 어렵게 하고 있지만 국민의 신선축산물 선호경향이 이러한 취약점을 다소 보완하게 될 것이며 따라서 신선축산제품의 개발과 연구를 확장해야 될 것으로 생각된다.

농림기술개발사업에 의한 축산물가공 연구는 축산물가공을 통한 한국축산업의 발전과 국민영양 발전에 기여할 수 있는 가능성을 보여 주었다. 이러한 기술개발사업이 지속되어야 하며 특히 소비자 중심적인 축산물가공연구의 성격을 고려한다면 축산물 가공연구의 비중이 확대되어야 하며, 축산물가공 연구가 산업에 가장 신속하게 발전적 영향을 줄 수 있음을 간과해서는 안될 것이다. 기술개발연구는 능력있는 연구자의 정확한 선정이 제일 핵심적 과제이다. 연구자 또는 연구과제 선정에서 연구자의 능력과 업적이 과제선정의 핵심기준이 될 수 있는 체제와 여건조성이 이 사업의 성공확율을 결정하게 될 것이다.

2. 향후 연구개발 과제

한국 축산물의 국제 가격경쟁력은 매우 낮으며 품질 또한 높다고 할 수 없다. 다행히도 한국에서 소비되는 상당 부분의 축산물이 신선 축산물이라는 사실이 다소의 가능성을 보여주고 있다. 육류는 냉동상태에서 장기간 저장 수송이 쉬우므로 외국의 축산물과 더욱 심한 경쟁을 해야될 입장이지만, 계란과 우유는 국내 산업의 지속적 생존 또는 어느 정도의 발전을 기대할 수 있는 가능성이 있다고 할 수 있다. 따라서 신선축산물의 가능성이 있는 부분에서는 신선축산물의 품질향상이 한국 축산물 산업의 생사를 결정할 것으로 생각된다. 따라서 연구는 소비자 중심의 축산물 품질연구에 중심을 두어야 하며, 기술중심의 품질향상, 안전성 증진 및 새로운 공정 및 제품개발연구가 더욱 강조되고 있다. 이러한 생산효율 향상과 축산물의 품질향상을 위한 연구는 유전공학적으로, 영양학적으로, 육종학적으로, 번식생리학적으로 추구되어야 하며, 한국 축

산물의 기본 가치에 대한 기초연구가 확대되어야 할 것이다. 축산물과 축산가공연구가 확대되어서 축산물의 부가가치의 향상기술과 품질관리기술의 향상 및 안전성 확보를 위한 기술이 한국 축산물을 보호하고 나아가서 한국의 축산이 생존할 수 있는 길을 열어줄 것이다. 한편 한국 축산업과 축산과학의 정보화가 한국의 축산물가공기술의 경쟁력 확보에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 축산과학의 연구와 발전을 위한 정보화와 이를 위한 연구가 한국의 축산물의 경쟁력을 증진시키고 결국은 한국축산의 생존력에 기여할 것으로 인정된다.

가. 고기·고기제품분야:

- 전통 육류요리의 상품화 연구.
- 한우육의 차별적 특성에 관한 연구.
- 국산 생육의 미생물학적 품질 및 안전성 향상 연구.
- 독창적이고 한국적인 발효육제품의 개발 연구.
- 독창적이고 한국적인 건조육제품의 개발 연구.
- 국산 신선육을 이용한 한국적 즉석 육제품의 다양화 연구.
- 신선육 및 육제품의 영양학 및 건강증진 효과에 관한 연구.
- 도축 부산물 또는 육류를 이용한 고부가가치의 기능성 제품 개발 연구.
- 신선육의 신선도 판정을 위한 비파괴적 판정기술에 관한 연구.

나. 우유·유제품분야 연구과제

- 에너지 절약형 살균 및 가공방법에 관한 연구.
- 신선유의 신선도 변화를 민감하게 판정할 수 있는 비파괴적 판정방법에 관한 연구.
- 우유로부터 각종 기능성 성분의 개발 연구
- 유지방을 이용한 새로운 제품의 개발 연구
- 젖산균, 비피더스균등 유용 낙농미생의 유전자 연구.
- 유제품의 미생물학적 안전성 향상을 위한 연구.
- 유성분의 조정을 위한 영양학적, 생리적, 가공적, 미생물학적 방법에 관한 연구.

- 유제품 제조에 이용되는 효소에 관한 연구.
- 한국적 유제품의 개발 연구.

다. 계란과 난제품 분야

- 생리활성물질을 함유하는 계란의 생산 연구
- 저 콜레스테롤 함유의 신선란 생산 연구
- 계란을 이용한 각종 면역항체의 생산 연구
- 한국적 계란 음료의 개발연구
- 전통적 계란 요리의 발굴. 상품화 연구
- 계란 성분의 효율적인 분리 제조방법
- 난제품의 미생물관리를 위한 HACCP모델 개발

여 백

제 10 장 환 경

제1절 농촌환경관리

이신호(충북대학교)

제2절 환경농업기술

정영상(강원대학교)

제3절 폐기물자원화

최홍림(서울대학교)

여 백

제 1 절 농촌환경관리

I. 농촌환경관리분야의 국내외 연구동향

1. 외국의 농촌환경관리에 관한 연구동향

1970년대부터 독일, 미국, 프랑스, 오스트리아, 일본 등에서 천연자연자원과 소모적인 관광에서 생태관광과 한계상황에 이른 농업환경을 탈피하는 자생관광 농업을 위하여 농촌 생활환경을 관리(농촌정비)하는 연구를 다각도로 시작하였다. 이 연구를 바탕으로 하여 농촌마을을 실제 정비하여 마을 주민의 생활편의를 도모하고, 관광자원으로 활용하고 있다. 이들 국가의 연구는 대상 마을 별로 독특한 면이 많기 때문에 사례연구가 주로 이루어져 실행에 옮겨지고 있다. 적용 대상지구에 필요한 기술은 그때그때 연구 개발하여 적용하였다.

독일의 경우, 주거환경개선, 도로의 확포장 등 물리적 현대화에 치중한 기존 마을 정비에 대한 반성과 농촌의 소득기반 활성화에 대한 문제제기가 바탕이 되어 마을주민이 자율적으로 물리적, 생태적 환경의 마을 재정비와 경제적 측면의 사업을 계획하고 실행하였다. 주민이 자율적으로 마을 계획을 수립하고, 구체적 사업내용을 결정하고, 사업에 필요한 노동력과 비용을 부담하는 방식을 취하였고, 정부는 기본적 지침을 제시하고 약간의 재정적인 지원을 하였으며 전문가를 통한 기술적 지원만을 제공하였다.

미국의 경우, 경제적 기반강화, 환경 친화적 생활환경 정비, 생태환경의 유지 및 개선 등으로 지속 가능한 정주환경 조성을 목표로 하였다. 주민이 자율적으로 마을 총회, 토지 위원회 등의 마을 조직을 통해 환경 친화적 마을을 계획하고 조성하는 데, 주체는 주민이고 정부는 국민들의 계획 내용을 바탕으로 지원 대상지역을 선정하고, 기술적, 재정적 지원을 한다.

프랑스의 경우, 환경 측면에서 토양비옥도 향상, 주택 및 농업용 건물과 수로, 자연올타리, 경관 등과 같은 자연자산의 정비, 경제적 측면에서 재배경종 작물과 사육동물의 품종선택, 경작 및 사육관행, 새로운 농업생산, 농업경영구

조와 상업화 등, 서비스 측면에서 공간과 자연자산 및 문화자산 보전, 농촌관광, 서비스 활동, 임대를 위한 건물개축 등이 계획 내용이었다. 전국수준의 선도위원회가 계획의 큰 틀과 방향을 설정하고 지역수준의 선도위원회가 정책 당사자들을 규합하고 작업방향을 유도하며, 기술위원회는 기술적 방법을 명시해 준다.

오스트리아에서는 한계상황에 이른 농업환경을 탈퇴하고자 자생적인 관광농업이 등장하였으며, 현재는 전국적 규모로 확대되었는데, 국가의 역할은 지원보다는 제한적 성격이 강한 순수한 민간 차원에서 이루어진다.

일본의 경우는 인구가 계속 줄어들고, 경제적 산업기반이 미약한 중산간형 농촌마을에서 마을의 생활환경과 자연환경 보전을 위해 환경보전 기술을 모아 장기적 마을 계획을 수립한 후 유형, 무형 문화를 연계하여 관광 상품화하여 장기간 사업을 추진하는 것이 특징이다. 지속 가능한 발전을 목표로 한 마을계획의 내용은 생활기반 정비, 자연환경 정비, 농촌과 도시교류 등 세 가지 측면이다.

2. 국내의 농촌환경관리에 관한 연구동향

우리나라에서는 1990년대 들어 농촌 생활환경에 대한 이론적인 연구가 진행되어 오다가 1994년경부터 농림부에서 연구비 지원으로 관광 농촌마을 조성, 농촌마을 공동쉼터, 농촌마을 생태 관광지 조성, 농산촌 주변공간의 관광자원 개발에 대한 이론적 배경 등에 대한 연구를 하면서 대상지역에 적용방향 등을 제시하였고, 전통과 환경을 보전하는 농촌주택과 왕겨를 이용한 목질 신소재 개발 연구를 하였다.

농촌 생활환경 개선을 위한 사업은 농촌복지의 차원에서 접근하기 시작하였는데 기존의 건물이나 마을 전체를 재개발하는 단순정비 사업으로부터 농민 건강 관리실 설치, 마을공동쉼터 등 주민의 보건 위생이나 복지 증진을 포함한 종합적인 사업으로 진행되었고, 새로운 마을을 조성하는 농촌 문화마을 조성 사업까지 진행되었다. 우리 농촌 실정에 맞는 기술 개발을 통한 대상 지구별 종합적 사업으로 진행되기보다는 전국을 대상으로 하여 특정사안별로 적용한 경우가 대부분이다.

3. 외국 대비 국내 연구수준 비교

외국에서의 연구는 농촌을 환경 친화적이고 자연상태를 그대로(전통적) 유지 또는 복원하는 것에 바탕을 두고 소득증대와 농촌 활성화를 위한 실질적인 방법을 개발하여, 농촌 주민 주도로 추진하도록 지원하는 방법으로 추진해 오고 있다. 그리고 특정지역을 종합적으로 분석하고 계획하여 실행하는 방안을 제시한다. 농촌 환경관리에 필요한 세부적인 연구는 대부분 이루어져 있고 특수한 사항을 해당지구에게 맞게 개발해 나가는 방식을 취한다.

우리나라의 연구는 외국에서 연구 시행해 온 내용을 부분적 바탕으로 하여 농촌 생활 환경의 개발에만 중점을 두고 결과를 도출한 관계로 전통 유지와 자연 생태 보전에 기여하기도 힘들고 개발비용이 많이 소요되므로 정부 주도형 사업이 될 수밖에 없도록 진행되고 있다. 연구 개발 단계에서도 전국적인 표준모형 제시에 치중한 관계로 백화점식 나열에 그친 면이 있다. 연구바탕도 우리의 전통에 대한 고찰은 없고 외국 사례 위주로 하여 연구과제별로 기준으로 삼은 나라와 유사한 결과를 도출하였다. 즉 경관 중심의 서양지리관으로 보았지, 사람 중심의 전통지리관(풍수)으로 바라본 연구는 전혀 없는 실정으로, 국내의 연구는 자생적 연구 기반에 의한 기술 개발보다는 외국의 기술을 적용하는 것에 치중해 왔고, 인식이 잘 되지 않아 기술개발 성과의 실제 적용 또한 아주 미흡한 실정이다.

외국의 연구는 그 나라의 독특한(전통적) 농촌의 실정을 기반으로 하고 있으나, 우리나라의 연구는 전통적인 기반이 없이 이미 전통에 대한 인식이 없어진 농촌 조사에 의존하면서 외국 사례의 적용에 급급한 면이 많다.

II. 농촌환경관리분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농촌환경관리의 분야별 성과 분석

가. 관광 농촌 마을 조성에 관한 연구

농림부의 농어촌관광휴양자원 개발사업의 관광 농촌 마을 조성 모델 개발

자료로 활용되었고, 의정부시 주말 농장 운영(1999년 1월), 파주시 건강 휴양 마을 조성(1999년), 태백시 고원관광 휴양도시 개발사업(1996년 12월), 인천 국제공항 주변 농업 발전 방안(1999년 3월) 등의 관광개발을 위한 공무원 교육자료 및 교재 발간, 한국관광공사의 관광개발 설명회 발표 및 교재 발간(1996년 10월), 전국농업기술자협회 1998년 여름대학 강의 및 교재 발간, 제2회 관광농업개발국제토론회(1995년 7월) 발표자료 등으로 활용되었다.

농림부의 문화마을 사업에 개발 기법 응용을 건의하였고, 관광 농촌 마을 조성 모델 개발을 행정자치부에 건의하여 추진을 협의하였다. 관광 농업 상품 개발과 고객 유치에 위한 다양한 프로그램을 개발하여 농촌지역 발전에 기여하였고, 학술 발표 4회의 학문적 성과를 내었다.

나. 농촌 마을 공동 쉼터 표준설계 및 지침서 개발에 관한 연구

경기도 농업 기술원에 농촌 마을 환경개선사업으로 공동쉼터 설계기준 및 시설기준을 제시하였고 10개 쉼터 모형을 제시하여 경기도 용인시 3개 마을에 채택, 반영되었다 (1996년 12월). 각도의 생활지도사를 대상으로 마을 쉼터의 조경 설계 교육을 실시하였고(1996년 11월, 1997년 10월), 서울대학교 최고농업경영자 과정생을 대상으로 교육 홍보하였다 (1994년 5월). 농촌 마을의 생활환경 개선에 부분적으로 기여하고 있고, 학술논문 2편, 학술발표 1회 등의 학문적 성과를 내었다.

다. 농촌마을 생태 관광지 조성 기본 계획

영동군, 완도군, 창녕군, 울릉군, 원주시 등 생태 관광지 잠재력이 높은 지역의 지방자치 단체에 대해 생태 관광지 조성 기본 계획 수립과 자연 및 인문환경 분석, 개발 잠재력 분석, 이용객 및 국민의식 조사 등에 활용하도록 제시하였다 (1997년). 자연자원의 최대한 활용을 통해 환경보전과 지역경제 활성화에 기여하고 있으며, 학술논문 7편, 학술발표 1회 등의 학문적 성과를 내었다.

라. 농산촌 주변 공간의 관광자원 개발 모형 정립에 관한 연구

강원도 정성군 아우라지 지구에 계절별, 연령별, 단체별 관광활동이 가능한

상품개발, 학생 봉사 활동 제도활용 등의 방안으로 농가주택 개량사업, 농촌별장, 관광활동 상품 구성에 활용 중에 있고(1999년 1단계 사업 진행 중), 행정자치부의 농가 별장 사업 설명회(1998년 9월)에서 농가 별장 사업의 법적 근거 및 전국체인망 구축에 활용토록 건의하였다. 한국농어민신문 주최 심포지엄(21C 관광농업의 전망과 발전방향)에 발표하였고, 남녀 중학생 정선 농촌문화 체험 안내자 연수를 2차례 실시하였다(1999년).

학술논문 3편, 일반논문 2편, 학술발표 1회 등의 학문적 성과와 신문보도 2차례, 방송보도 2차례 등의 홍보성과가 있다.

마. 농어촌 생활 환경 정비구역 설정기법 및 재정비 계획 기술개발 연구
농촌 생활환경 정비구역 설정 및 특성도출, 생활환경 재정비계획 지원을 위한 전산화 모형을 농어촌정비법 및 농촌계획법 등 관련 법률을 만들 때 쓰일 수 있도록 자료를 제시하였다. 학술논문 7편, 학술발표 4회 등의 학문적 성과와 정책토론 2회의 성과가 있다.

바. 전통 환경 보존형 농촌주택 모형개발

진흙집 짓기, 농가 고쳐 살기 등 귀농희망자와 일반 농민을 대상으로 교육을 13차례 하였고, 개발 제시된 모형을 기준으로 농촌주택 11채를 짓도록 기술자문하였고, 농가 2채를 고치는데 기술 자문하였다. (사)한국민족예술인총연합, (사)전국귀농운동본부, 구들학회 등이 주최한 세미나, 심포지움 등에서 연구결과를 바탕으로 특강 및 주제 발표를 5차례 하였다. 참여기업에 기술을 이전하였고, 농림부에 농촌 주거환경개선사업의 자료로 제시하여 농촌주택으로 채택하도록 건의하였다. 학술논문 3편, 학술강좌 1편 학술발표 9회 등의 학문적 성과와 신문잡지 보도 10회, 방송보도 7회 등의 홍보성과가 있었고, 환경 친화형 농촌주택 짓기에 기여하였다.

사. 왕겨를 이용한 환경 친화형 목질 신소재 개발

왕겨 목질 보드에 대한 특허를 획득하여 기술을 이전 받을 산업체를 모색하는 등 실용화 단계에 있고, 학술논문 4편의 발표 실적이 있다.

2. 연구성과가 농촌에 끼친 파급효과 분석

가. 연구 환경적 측면

농촌환경관리에 대한 연구가 이론적 접근에 지나지 않았으나 실제적 적용 연구가 이루어짐으로써 농촌에 직접 적용하고 활용할 수 있는 환경이 조성되었다. 농촌마을에 보편적으로 적용할 수 있는 표준모형을 도출하기는 어려우므로 실제 대상마을을 선정하여 연구결과를 적용하는 것은 좋은 방법이다.

나. 학문적 측면

농촌환경관리, 농촌계획 등은 학문적 기반이 제대로 되어 있지 않았으나 연구가 활성화됨으로써 학문적 기반이 확고해졌고, 이 기술이 농촌현장에 직접 적용할 수 있는 기회가 제공되었고 학술적 논문이 많이 나옴으로써 적용사례 연구가 학문적으로 인정받는 계기가 되었다.

다. 적용적 측면

이론적 접근 연구는 조사가 주로 이루어져서 농촌지역에서는 조사만 했지 성과는 없다는 인식을 하고 있었는데, 실제 적용이 되는 연구결과를 제시함으로써 주민의 의식을 바꾸게 되었다. 무엇인가 실체를 남길 수 있는 연구를 하고 적용이 가능하고 실제 이루어짐으로써 농업생활기반조성에 끼친 영향이 크다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과와 분석

농촌마을계획 정비에 대한 여러 연구는 외국의 사례를 참고하여 우리나라에 실제 적용하고 평가하는 방법으로 진행되었는데, 이것을 적용하면 농촌마을이 도시보다 훌륭한 생활 환경이 조성될 것이 기대되므로 소비관광 위주에서 생활생산관광으로 진행할 수 있는 기반을 조성하게 되었고, 국토의 효율적 보전 관리에도 기여하게 되었다.

전통과 환경을 보전하는 농촌주택 연구는 전통한옥이 흙집으로서 생태 환경 건축의 원조임을 확인하게 되었을 뿐만 아니라 방송보도에 많이 나감으로써

전국에 흙집, 황토집, 생태건축 등으로 표현되는 주택 문화의 흐름을 조성하게 되었다.

왕겨 이용 목질 신소재 개발은 논농사에서 많이 나오는 왕겨를 이용함으로써 농업부산물의 활용효과를 높이는 역할을 하게 되었을 뿐만 아니라 수입에 의존하는 목재를 상당부분 대체하는 효과를 발휘할 수 있을 것으로 기대된다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 농촌환경관리의 기술 개발 방향

인구가 지속적으로 감소하고 있고 도시지역에 비해 생활 환경 수준이나 경제적 소득 수준이 높지 않은 농촌에 그 동안 정부가 해 왔던 물리적 환경정비는 농촌 본래의 모습도 잃어버리고 생태 환경도 악화되는 결과를 초래하였다. 기술 개발 방향은 생활 환경의 기반인 주택과 도로, 상수도, 하수도 등의 마을 하부구조의 환경 친화적 재정비와 생태환경과 자연경관의 건전한 복원과 보전에 목표를 두고 경제적 측면의 소득이 보장되도록 추진해야 한다.

그리고 지금까지 해 온 연구는 외국의 사례를 적용하는 것에 그쳤으므로, 전통적인 사례나 문헌을 충분히 고찰한 후 전통지리관을 적용하여 전통성이 있고 자연에 어울리는 농촌마을이 이루어지도록 하는 연구가 바람직하다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 물리적 정비 측면

획일적으로 추진한 아스팔트 또는 콘크리트 포장을 대체하는 친환경적 포장 방법, 필요 없이 폭이 넓고 차량통행이 거의 없는 농어촌 도로의 개선 방안(인도설치와 차량 교행 구간 설정 등), 자연재료를 쓰고 전통성이 있는 농촌주택의 표준화 및 규격화 방안, 심야 전기를 이용한 에너지이용 합리화 대책, 자연정화형 하수처리 방법과 환경 뒷간 개발, 쓰레기, 짚, 풀, 분뇨 등을 이용한

퇴비화 시설 등에 대한 기술 개발이 절실하다.

나. 사회, 경제적 측면

마을 주민이 스스로 참여하여 마을 계획을 수립하고 비용과 노동력을 일정 부분 제공하면서 실행 과정에도 참여하는 것이 필요하다. 그러나 지금의 농촌 주민은 고령화되어 있고, 정부의 일방적인 지원사업에만 익숙해져 있어 참여하고자 하는 마음이 없으므로 전국 또는 지방자치단체 별로 획일화되고 부실화된 개발이 이루어지고 있다. 따라서, 마을 주민의 자발적인 참여를 유도할 수 있는 기술개발과 참여 방안에 대한 연구가 이루어져야 한다.

다. 생태적 측면

콘크리트 옹벽 설치에 의존해온 농촌 하천의 자연 상태로의 복원 방법, 연못이나 습지의 보전과 활용방안, 마을별 식수원 설비와 보호대책, 녹지대의 보전과 형성방안, 환경적 발 기반정비 방안 등의 기술개발을 통해 농촌에 어울리는 경관을 창출하고 생물 서식 공간의 합리적인 조성 방안을 연구하는 것이 필요하다. 이를 통해 환경농업을 할 수 있는 기반을 조성한다.

위에서 언급한 이 모든 내용들이 세부적으로 나누어져 있지만, 앞으로 기술 개발은 대상지구별로 종합적인 검토 연구가 필요하다. 이를 위해서는 연구진이 사례 연구지역을 선정하여 실질적으로 주민이 참여하고 해당 자치단체의 지원을 받아서 실행에 옮길 가능성이 있는 과제를 선정하여 종합적인 결과가 도출될 수 있도록 하여야 한다. 다른 지역은 이를 참고로 지역의 특성을 살려 실행할 수 있을 것이다. 이 경우 지역만 다르고 유사한 사례 연구가 이루어지는 것을 철저히 방지하도록 해야 한다.

그리고 전통지리관에 바탕을 두고서 연구한 농촌생활환경 정비, 관광자원 개발 계획 등을 포함한 종합농촌마을계획과 외국의 사례 연구를 적용한 계획의 차이점이 어떠한지 비교 검토해 보는 연구도 바람직하다.

제 2 절 환경농업기술

I. 환경농업기술분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 환경농업기술에 관한 연구동향

친환경농업은 『환경』과 『농업』의 조화를 통하여, 농업의 생산성과 생산된 농산물의 안전성을 확보하면서, 경제성을 유지하고, 농업 생산 활동이 우리 생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위한 종합 농업 기술 체계이다. 선진국에서는 일찍이 환경 보전을 위한 지속 개발(Environmentally Sound Sustainable Development; ESSD)의 개념하에서의 농업 기술 체계로 접근하고 있다. 친환경 농업의 구성 요소는 작부 체계를 중심으로 농업 생산의 다면적 기능을 평가하여 작부 체계에 따른 환경 영향 지표를 수립하고, 이에 따른 지역 특이 최적 관리 기술(site specific BMP: Best Management Practice) 체계를 적용하며, 합리적인 토양 관리체계와 병해충 방제 체계를 통하여 환경에의 영향을 최소화하면서 농촌 경제를 활성화할 수 있고, 농업 생산성을 유지하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위한 선진국의 환경농업 기술의 분야를 구분하여 보면 9개 분야로 나눌 수 있다.

- 가) 지속적 생산 농업을 위한 환경 농업 작부 체계
- 나) 지역 특이 최적 토양 관리와 환경 영향 감축을 위한 시비 관리
- 다) 생태계를 최대한으로 환경 친화형 병·해충 방제 기술
- 라) 농업 오염 감시 및 관리
- 마) 폐수 처리 및 관개
- 사) 농업 및 산업 폐기물의 재활용 기술
- 아) 중금속 오염 대책 기술
- 자) 생물적 복원 기술
- 차) 수경 기술과 환경 관리
- 카) 자연 자원의 경제적 환경경제적 이용

2. 국내의 환경농업기술에 관한 연구동향

우리 나라의 환경 농업 기술 연구는 농업 정책의 측면에서 토지와 수 자원의 합리적 관리를 통한 친환경 농업 수행을 위한 종합 양분 관리(INM)와 병해충 종합 방제(IPM)를 중심으로 이와 관련된 핵심 및 주변 기술의 개발을 중심으로 이루어지고 있다. 이를 위한 핵심 기술 연구를 살펴보면 첫째 농업 환경 자원의 유지 보전을 위한 농토 배양 기술, 둘째 농업의 환경 저해 요인 최소화를 위한 농약 및 화학비료 사용 절감 기술 개발, 셋째 가축 분뇨 등 유기성 폐기물의 자원화 기술, 넷째 토양 및 수질 보전 및 다섯째 온실 가스 방출 저감 기술 개발 및 여섯째 그밖의 중금속 오염 대책 등을 포함한 기타 농업 환경 복원 기술 등으로 압축할 수 있다.

가. 농업 환경 자원의 유지 보전을 위한 농토 배양 기술

토양 환경 자원의 관리에 활용할 수 있도록 세부 정밀토양도를 기초로한 GIS 토양환경정보시스템이 농촌진흥청 농업과학기술원에서 구축되고 있다. 이 시스템에 의하면, 우리 나라 전 농토의 필지별 토양 특성을 알아 내어 농토 배양, 적지 적작물 선정 등 농업 활동에 활용할 수 있다. 올바른 장소(right place)에 올바른 시기(right time)에 올바른 방법(right way)을 투입하는 정밀 농업(precision farming)의 기초자료로 활용될 수 있다. 정밀토양조사와 토양 검정의 결과를 활용하여 pH교정, 객토, 배수개선 등의 농토 배양에 활용할 수 있도록 하고 있다. 농토 배양을 위한 세부 기술의 개발은 농촌진흥청을 중심으로 한 국가 연구기관과 농학계 대학에서 이루어지고 있다.

나. 농업의 환경 저해 요인 최소화를 위한 화학비료 및 농약 사용 절감 기술

양분종합관리(INM)와 병해충 종합방제(IPM)은 농업 활동 중에서 환경에 가장 민감한 부분인 화학 비료와 농약의 사용을 절감하기 위한 환경 농업의 핵심 기술이다.

양분종합관리기술은 정확한 토양검정을 통하여 알맞는 양의 비료를 알맞는

시기에 투입하여 비료의 효율을 증진함과 동시에 환경에 유입하는 과잉 성분을 줄임으로써 환경 영향을 최소화하는 것이 기본 목적이다. 병해충 종합방제 기술은 정밀한 병해충 발생을 예찰하여 환경을 배려한 화학 농약의 투입, 천적 등을 이용한 생물적 방제, 작부체계와 생태계의 조절능력과 경종 방법 등을 적절히 이용한 방제 체계를 구축함으로써 투입되는 농약을 최소로 줄이고 생태 환경을 건전하게 유지시켜나가는 것이 목적이다. 우리 나라에서 주작물인 벼에 대한 양분종합관리와 병해충방제기술을 투입하는 환경농업 기술은 이제까지 개발된 요소 기술을 투입하여 시범 사업 규모로 추진되고 있고, 시범사업의 결과를 보완하여 점차 확대 공급하는 단계에 있다. 밭 작물에 대한 요소 기술은 작목의 다양성과 환경에의 영향의 복잡성에 의해 그 개발이 아직 미흡한 수준이며, 연구 개발 단계에 있다.

다. 가축 분뇨 및 유기성 산업 폐기물의 자원화 기술

상업용 퇴비의 생산은 자원 환경 산업으로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 우리 나라의 축산업에서 배출되는 각종 가축의 분뇨의 양은 연간 35백만 톤에 이른다. 우리 나라의 농경지 면적이 대략 193만ha이므로 1 ha 당 부하량이 18톤인 셈이다. 이들을 적절히 이용한다면 화학비료를 감축하고 환경 오염도 줄일 수 있다.

가축 분뇨 처리 퇴비는 아직까지 주로 원예용으로 사용되는 현실이다. 우리 나라의 과수와 시설 채소의 면적이 390천 ha이다. 1 ha에 15톤의 유기질 퇴비의 사용이 권장되고 있으므로 과수와 시설 채소에서만 연간 585만톤이 요구된다. 자가 생산을 감안하더라도 아직 퇴비의 생산 능력이 더 확충되어야 한다. 농림부의 금년도 여름철 퇴비생산 목표는 1,300만톤이다. 퇴비화에 대한 민간 차원의 벤처 기업 연구와 투자가 많이 이루어지고 있다. 예를 들어 흙살림연구소와 같은 경우는 자체 개발한 토착미생물제제를 생산 판매하고 있으며, 유기농교육도 확충하고 있다. 가축 분뇨를 이용한 퇴비 생산에 있어서 가장 큰 문제는 폐수 처리와 악취의 제거이다. 이 분야의 연구에 대한 자세한 내용은 폐기물 자원화 분야에서 상세하게 취급될 것이므로 여기서는 생략하기로 한다.

라. 토양 및 수질 보전 기술 개발

토양과 수질의 보전은 농업 자원 환경의 질을 유지 보전한다는 측면에서 매우 중요하다. 농업 분야에서 토양과 수질 악화의 요인으로 들수 있는 원인은 농업 내적 원인으로 비료와 농약 등 농업 자재의 부적절한 사용, 부적절한 작부 체계와 토양 관리에 따른 토양 유실 등과 염류화 등을 들수 있으며, 농업 외적 요인으로 산성 폐수와 중금속 등을 들 수 있다. 이러한 요인은 농업 생산성을 떨어뜨릴 뿐 아니라 농업 생산물의 안전성을 크게 훼손한다. 토양과 수질을 보전하기 위한 기술의 개발은 농촌진흥청 등 국가 연구 기관인 농촌진흥청 농업과학기술원과 농어촌기반공사 농어촌연구원 등에서 대형 프로젝트 형식으로 진행되어 오고 있다. 일부 대학 연구에서 부분적으로 이루어지고 있으나, 그 규모는 매우 작으며, 연속적인 연구가 이루어지지 못하고 있는 현실이다. 이와 관련된 농촌 환경 관리 부분은 별도로 취급되므로 여기서는 생략한다.

마. 대기 오염 및 온실 가스 방출 저감 기술

대기 오염 및 온실가스 방출 저감 기술은 공업 산업 분야에서 심각하게 다루어지고 있으나, 농업 분야에서의 중요성은 아직 적은 부분이다. 지구 온난화의 원인이 화석 연료의 지산천 사용에 의한 대기 중 이산화 탄소와 메탄 등 인간 활동에 의한 온실 가스의 지나친 방출 때문이다. 이 중 메탄은 아시아 지역에서의 논농사와 가축의 방사에 의해서도 다량 배출되는 것으로 알려져 있다. 우리 나라가 OECD 회원국으로 가입하게 됨에 따라 환경 보전을 위한 국가 기준을 설정하고, 이를 지켜나가야 할 의무가 있다. 농촌진흥청 농업과학원을 중심으로 논에서의 메탄가스 발생 원단위 산출이 이루어지고 있으며, 유기물 시용과 관리의 차이가 어떠한 영향을 주는 지 등의 평가가 이루어지고 있으나, 저감 기술에 대한 연구 등은 초기단계이다.

바. 농업 환경 복원 기술

오염된 농업 환경의 복원 기술은 최근에 부각되고 있는 기술이다. 산업 폐기물 매립지 또는 폐수의 유입지 등 그리고 폐광 지역의 오염된 농지를 중심으로 그 복원 기술이 연구 개발되고 있다. 중금속 오염 토양의 생물영향 평가와 피해 대책에 관한 연구가 진행되고 있다. 생물적 복원기술(Bio-remediation)

기술은 환경 생태를 최대한으로 이용한다는 점에서 연구 개발할 가치가 큰 부분이나, 아직 우리 나라 농업 분야에서는 초기 단계이다.

3. 선진국 대비 국내 연구 수준 비교

선진국의 환경 농업 기술의 분야를 9개 분야로 나누어 우리 나라에서의 환경 농업 기술 수준을 비교해 보고자 한다.

가. 지속적 생산 농업을 위한 환경 농업 작부 체계

환경 농업 작부 체계는 저투입 지속 농업을 지향하고 있다. 식량 수출국인 미국, 캐나다, 오스트레일리아 등에서는 윤작과 휴경 체계를 이용한 효율적 토양 환경 관리를 하고 있다. 토지 자원이 부족한 선진국에서는 환경 영향을 감축하고 연작에 의한 피해를 줄이기 위한 윤작 작부 체계가 선택되고 있다. 지속적 생산 농업을 위한 환경 농업 작부 체계에 따라서 환경 영향 지표 수립하고, 지역 특이성이 맞추어 생산 주작물(Main crop), 피복 작물(Cover crop), 오염제거 작물(Cleaning crop) 의 작부 체계를 설정하여 작부 체계를 수립한다.

우리 나라에서는 환경 관리를 위한 작부 체계는 개념 도입 단계이며, 일부 환경 농업 농가에서 시행하고 있으나, 환경 영향에 대한 정확한 평가가 이루어지지 못하고 있다. 저투입 지속 농업 작부 체계가 농가단위에서 정착되기 위해서는 생산성, 환경 적응성, 사회적 수용성, 시행성 등이 평가되어야 한다. 환경 농업 기술의 환경영향 평가 기법 개발이 이루어지지 못하여 정확한 평가가 현 재로선 어렵다.

나. 지역 특이 최적 토양 관리와 환경 영향 감축을 위한 시비 관리

토양과 환경을 배려한 시비 기술은 양분종합관리(INM) 체계로 집약 된다. 우리 나라에서 INM은 최근 들어 토양 검정에 의한 시비 기술 등을 포함한 친환경 농업 기술의 핵심으로 다루어지고 있다. INM 기술은 현재 특수 농가에서 시도되고 있는 수준으로 일반 농가에서 시행할 수 있는 보편화 기술 단계는 아니다.

INM에서 토양 환경 정보 시스템 구축 자료와 필지별 토양 검정 결과를 활용하여 작물에 알맞는 시비 처방을 하고 있다. 토양 검정 기술은 선진국의 기술 수준에 못지 않으나, 농가 수준(on-farm level)에서의 토양 정보 이용 수준은 아직 크게 미흡하다. 그 이유는 농가 단위에서 토양 환경 정보를 정확히 이해하기 어렵기 때문이다. 따라서 농가 단위에서 토양 환경 정보를 접근하고 이해하여 활용할 수 있는 기술의 개발이 크게 미흡한 것이 토양 환경 정보 이용이 부진한 주요 원인이다. 선진 외국에서는 농가 단위에서 GIS 정보와 GPS 정보를 활용하여 지역 특이 최적 토양 관리에 의한 정밀 농업을 시행하고 있다. 정확한 정보를 활용하여 화학비료와 농약 등을 감축하여 환경에의 영향을 최소로 하는 기술이 개발되고 있다. 선진국의 대단위 토지를 대상으로 한 정밀 농업 기술의 도입은 어려울 것이나 우리 나라 토지 여건 등 농업 환경에 적합한 기술의 개발이 요구된다.

다. 생태계를 최대한으로 환경 친화형 병·해충 및 잡초 방제 기술

생태계의 균형과 환경을 고려한 병·해충 방제 기술은 병해충종합방제(IPM)로 집약된다. 우리 나라에서 농약에 의존한 병해충 방제 기술이 일반 농가에 보편화되어 있으나, IPM 기술은 아직 개념 도입 단계이다. 특히 천적 보호와 천적의 인공 배양 기술은 아직 초보 단계이다.

병해충과 잡초의 방제는 현재 주로 농약에 의존하고 있다. 우리 나라에서 가장 많이 사용하고 있는 농약은 주로 외국에서 원제를 도입하여 제제하여 공급하는 것이 대부분이다. 따라서 병해충과 잡초 방제를 위한 농약에 대한 연구도 약효와 약해에 대한 연구와 제형에 대한 연구에 집중되어 있고, 신농약 개발에 대한 연구는 크게 미흡하다. 최근들어 생물 농약의 개발이 일부 이루어지고 있으나, 아직 초보 단계이다. 외국 선진국과의 기술 수준 격차가 매우 심한 부분이다.

II. 환경농업기술분야의 연구성과 및 파급효과

1. 환경농업기술의 분야별 성과 분석

가. 환경 농업 기술 개발 연구 현황

환경 농업 기술의 개발은 농촌진흥청을 중심으로한 국가 기관 주도 연구 개발이 위주로 되어 있으며, 일부 대학 연구와 일반 환경 농업 농가의 기술 개발로 이루어지고 있다. 농림기술개발사업에 의한 환경 농업 기술 분야의 연구는 총 37 과제이다. 이중 현장 애로 기술 개발 과제가 17 과제이며, 첨단 기술 개발 과제가 20 과제이다. 이를 분야별로 살펴보면 병해충 방제와 농약 개발 분야가 46%로 가장 많고, 토양관리와 비료의 개발 연구가 24% 그리고 병해충 및 잡초에 관련된 연구가 19%이다. 병해충 방제와 농약 개발 분야에서 생물 농약의 개발이 7 과제가 포함되어 있어, 생물 농약에 대한 관심이 많은 것을 알 수 있다. 현장 농업 1과제는 환경 관리를 위한 토양, 병 해충 종합 방제 등 종합적 농업 기술의 현장 투입 연구를 포함한 과제이다. 기타 2과제는 수산자원과 관련된 과제이다.

<표 10-1> 환경 농업 기술 개발 연구의 분야별 과제수와 성과

구분	토양과 비료	병해충 및 잡초	농약	현장농업	기타	계
과제수	9	7	17	1	2	37

나. 환경 농업 기술 분야의 연구 성과

환경 농업 기술 분야의 연구 37 과제의 연구 성과를 <표 10-2>에서 보면 국내외 전문 학술지에 게재된 논문의 편수가 86편이며, 과제 당 평균 2.3편이다. 이중 국제학술지에 게재된 논문 수는 12편이다. 연구 결과를 정책 수립에 건의한 것이 9건이다. 산업 재산권 취득을 위한 산업 재산권 출원이 국내 29건, 국제 출원 3건이며, 이 중 등록된 것이 10건이다. 연구 결과를 농민 지도와 교육에 이용한 사례가 74회이며, 연구 개발된 환경 농업 기술이 각종 언론에 보도 또는 홍보된 경우도 109건에 이른다.

<표 10-2> 환경 농업 기술 분야 연구 성과

구 분		성과수	과제당 성과수
게재논문(편)	국내	74	2.0
	국제	12	0.3
	계	86	2.3
학회발표(건)	국내	155	4.2
	국제	22	0.6
	계	177	4.8
교육지도(회)		74	2.0
정책활용(건)		9	0.2
타연구활용(건)		13	0.4
산업재산권	국내출원	29	0.8
	국제출원	3	0.1
	등록	10	0.3
언론홍보 및 보도(회)		109	2.9
전시회(회)		3	0.1

다. 연구과제별 연구 성과

□ 저독성 농축형 유출유분산처리제 개발연구(오 재룡, 해양연구소)

기존 일반형 유처리제보다 10배 이상의 분산효율, 50%이상의 생산비절감, 200-500%의 생산성 향상, 농축형제품 국산화 100% 실현가능

○ 정책자료활용

- 해양수산부, 해양오염방지법상 선박 및 시설 등에 농축형 유처리제 비치 의무화 검토중(농축형 유처리제를 해양오염 방제기자재로의 형식기준 건의)
- 해양오염방지법 개정이 완료되면 관련 기업체에 유처리제 개발기술 이전 추진 예정

○ 해양수산부에 대해 건의

- 농축형 처리제에 대한 해양오염 방제기자재의 형식기준 건의, 채택

□ 산업폐기물(석탄회, 석고, 폐각)이 토양개량과 작물생육에 미치는 영향(하호성, 경상대)

석탄회를 토양에 시용함으로써 토양이 작물생육에 유익한 성질로 개선됨, 국산화 100%, 기존 농용석회, 규산질비료 등을 대체할 수 있고 생산비도 50% 절감

○ 정책자료활용

- 농림부, 농용석회와 규산질 비료의 대체를 위해 석탄회를 토양개량제로 활용하는 방안 검토중(건의 : 1997. 3. 6)
- 환경부, 환경오염 저감을 위해 석탄회의 토양개량제 이용 및 폐광지역의 생산기반 정비에 활용 검토(건의 : 1997. 3. 6)

○ 산업체이전추진중

- 석고, 석탄회 혼합 토양개량제와 석고, 석탄회, 가축분뇨 혼합토양 개량제 개발기술을 '남해화학(주)'에 이전 추진(2000년 상반기)
- 석고, 석탄회혼합 토양개량제(예정)

□ 파밤나방의 살충제 저항성 검색장치 개발(김 용균, 안동대)

파밤나방 살충제 저항성 검색장치의 실용화 및 상품화 가능

○ 산업체이전추진중

- 파밤나방 살충제 저항성 검색장치 개발기술을 이전할 산업체 모색중

○ 교육 및 지도활용

- 각 농촌지도소에 검색장치를 보급하여, 이를 이용한 객관적, 합리적 처방을 농민에게 지도 활용

□ 환경농업의 현장애로기술 개발(유 순호, 서울대)

농민들의 병 및 해충에 대한 정확한 인지를 돕고 경제적인 해충관리방안을 제시함으로써 방제비용의 절감과 오염의 최소화에 기여함

○ 교육 및 지도활용

- 새로운 작물생산기술, 입묘기술, 지역특성별 적정 시비량, 토양관리기술, 무공해 잡초방제법 보급(1995. 8, 경기 군포시 속달동, 둔대동) 등 농민들을 대상으로 교육 실시

- 농가별 수도작 관리 및 농약사용교육, 1995. 8, 경기 군포시 농업인 20여명 참석
- 벼 병충해 인지도 확인 및 교육, 1996. 8, 경기 군포시 28개 농가, 농업인 28명 참석

□ Polymer Coating에 대한 사과원의 농약살포회수 경감법의 개발(엄 재열, 경북대)

- 사과에 대한 농약살포의 획기적 경감, 생산비 절감

○ 교육 및 지도활용

- 사과원의 농약살포회수를 현행 16회에서 8회로 줄이고 겹무늬썩음병의 발생율을 4% 이내로 억제하는 기술 교육(1997. 4. 9, 죽장사과영농조합) 등 농민 및 관련공무원 등에게 교육 실시
- IPM기술개발 및 훈련계획, 1997. 4. 4, 대구사과연구소, 사과원 농약 살포회수 경감, 사과IPM담당 농촌지도사 22명 참석, (총 2회)
- 안동대 최고농업경영자과정, 1997. 4. 16, 안동대 과수반 20명 참석
- 키틴 또는 키토산소재를 이용한 사과원의 병해충방제법(발명특허 96-30278, 1996. 7. 20 출원중)
- 경북대 농업최고경영자과정, 1997. 5. 1, 경북대, 과수반 15명 참석
- 1997영농기술교육, 1997. 4. 19, 죽장사과영농조합교육장, 조합원 18명 참석
- 1998새해영농설계교육, 1997. 12. 22, 1998. 2. 19, 4. 15, 군위군 농촌지도소, 사과재배농민 280명 참석 등 (총 3회)
- 1998영농기술교육, 1997. 4. 19, 1998. 2. 25, 1998. 3. 11, 1998. 4. 3, 1998. 9. 17, 경북도민교육원 등, 조합원 98명 참석 (총 4회)

□ 천적을 이용한 점박이응애 종합관리(이 영인, 안동대)

환경보전과 안전농산물 생산을 위해 농약살포회수를 줄이고 생산비를 절감할 수 있도록 함

○ 교육 및 지도활용

- 사과원에 적합한 응애천적 이리응애류 선발, 이리응애에 선택성 농약 조사, 이리응애의 사과원 정착기술 등에 대해 농업인 지도가 가능하도록 관

련 공무원 교육(1995. 12. 8, 농촌진흥청) 등 농업지도 공무원, 연구원을 대상으로 교육 실시

- 2000년 경 국립식물검역소에 이리응애류 국내 활용허용 건의 예정

○ 교육 및 지도활용

- 환경농업 실천을 위한 병해충 종합관리, 1998. 2월 10일, 13일, 20일(3회), 농협환경농업교육원, 농민 및 연구원 등 270명 참석

- 사과 병해충 종합관리를 위한 워크샵, 주요내용: 천적 긴털이리응애에 대한 농약별 영향, 1995. 12. 8, 농촌진흥청, 연구원과 지도직 등 233명 참석

- 환경농업 실천을 위한 병해충 종합관리 ; 천적 이리응애류 사과원 정착을 위한 대량사육 및 방사, 1998. 2. 10, 1998. 2. 13, 1998. 2. 20 (총 3회) 농협환경농업교육원, 총 270명 참석

- 사과 병해충 교육, 1999. 2. 10, 농촌진흥청, 200명의 농민 대상 교육 실시

- 생물학적 방제 실용과 기술교육, 1999. 11. 17, 경남 고성 농촌지도사 40명 대상 교육 실시

□ 응애구제약의 개발에 관한 연구(한 호규, 한국과학기술원)

- 수입대체 약 62만불/년, 국산화율 100%, 제품수출 가능

○ 산업체이전추진중

- 경구투여제, 시미아졸의 합성과 국산화, 혼연제 및 혼중제의 제제화, 응애구제의 화학적 방제법 등 개발

- 시미아졸 유도체로 '고려케미칼(02-521-1306 박영호 이사)'에서 '바로킬' 시제품 생산중(현재 임상실험 및 시장성조사중)

○ 교육 및 지도활용

- 효율적인 응애구제약의 처리, 1997. 7. 15 (전북 김제 김연익 양봉장 외 3곳)

○ 정책자료활용

- 바로킬의 국내 사용 및 보급, 1997. 5(현재 정부지원금 약 12억6천만원을 국산품 대체 건의)

○ 수상

- 제1회 대한민국농업과학기술상 농림부장관표창 수상(1998. 7. 10)

- 응애구제약의 종류 및 특성, 저항성에 관련된 지식 전달, 한국양봉학회,

1996. 2. 18(광주YMCA), 양봉인 100명 참석

- 효율적인 응애구제약의 처리, 1997. 7. 15, 전북 김제 김연익 양봉장 외 3곳
- 시제품의 현장보급을 위한 토론회, 충북 진천, 충남 당진, 강원도 홍천 등 3개 시군에서 교육 실시(총 3회)

○ 농림부에 대해 건의

- 고려케미칼 제품 '바로킬'의 국내 사용 및 보급 건의(1997. 5, 현재 응애구제를 위한 정부지원금 약 12억6천만원이 외국 약품구입에 사용되고 있는 바 이를 국산품으로 대체할 것을 건의)
- 티아졸린 유도체 염산염의 개선된 제조방법(발명특허 95-11006, 95.5.4 출원중)

□ 폐지섬유를 이용한 완효성비료 개발(이 병근,영남대)

국산화 100%, 수입대체 약 2,000-3,000만 달러 예상, 연간 3,000만달러 수출 가능, 생산비 약 70-80%로 절감, 생산성 70-80% 향상 기대

○ 산업체이전추진중

- 폐지섬유를 이용하여 개발된 완효성비료 시제품 시용효과분석 완료
- 현재 '(주)비왕산업(0562-43-2261 임용우)'와 공동으로 폐지-유황 Composites에 의한 완효요소비료를 개발하고 2001년 경에 산업화 예정
- 비료 및 농약의 완효성을 증가시킨 보호피막 및 그 제조방법(발명특허 1996-007236, 1996. 3. 18, 등록번호 : 제187473호, 1998. 12. 31 등록, 이병근)

□ 질화류 수출저해요인인 병해충 생력적방제농약 개발연구(김 정수, 진주산업대)

새로운 방제비용이 기존대비 60-80% 비용절감효과, 생산성 50%향상, 질화류수출시 방제처리한 제품 수출 가능

○ 산업체이전추진중

- 장미흰가루병 방제를 위해 기존의 유제, 수용제 살충농약을 대신할 유황 혼중농약 개발기술을 이전할 산업체 물색중
- 장미, 카네이션총채벌레, 거베라 국화의 아메리카잎굴파리 등의 방제를 위한 번개탄 혼연농약 개발기술 이전 추진중
- "최고영농자교육원 작물보호학" 진주산업대부설 최고영농자과정, 1998. 5 진주산업대, 과정 교육생 30명 참석

- “위탁교육생(경남농업경영인)작물보호학”, 1998. 10 진주산업대, 경남 농업 경영인 20명 참석
- “농수산물유통공사주관 1998 화훼전문가 초청 : 수출상품화 교육”, 1998. 12. 16, 서울교육문화회관, 화훼수출농가 및 수출업체, 화훼관련공무원 등 215명 참석
- 시설하우스내 화훼류 총채벌레, 잎굴파리, 진딧물 방제용 번개탄 훈연농약 제조기술 및 훈연기구 개발(96-10474, 96. 4. 27)
- 시설하우스내 화훼류 흰가루병 방제용 유황훈증기구 개발(실용신안 96-10473, 공개 97-56484, 96. 4. 27)
- 시설하우스내 화훼류 총채벌레, 잎굴파리, 진딧물 방제용 번개탄 훈연농약 제조기술 및 훈연기구 개발(96-10474, 96. 4. 27)
- 시설하우스내 화훼류 흰가루병 방제용 유황훈증기구 개발(실용신안 96-10473, 공개 97-56484, 96. 4. 27)

□ 대농민용 잡초 유묘 식별 및 방제처방 결정의 전산화 및 자동화 방안(이영만, 전남대)

○ 교육 및 지도활용

- 잡초 유묘 식별 및 방제처방을 위한 데이터를 구축하여 CD로 제작 배포하였으며, 전문지도기관 및 농민수준에서 활용할 수 있도록 교육 실시
- 잡초 유묘 식별 및 방제처방을 위한 데이터를 구축하여 CD로 제작 배포하였으며, 전문지도기관 및 농민수준에서 활용할 수 있도록 교육, 총 2회 실시

□ 무공해 해충방제제 개발(강 석권, 서울대)

유용 미생물자원 확보를 통한 연구경쟁력확보 및 무공해살충제의 개발에 의한 환경보전, 농가소득증대, 국내산업보호 및 국제경쟁력 강화 효과가 기대됨

○ 산업체이전추진중

- 무공해 Bt살충제, 무공해 바이러스 살충제, 식물성 살충제 등의 개발기술을 실시할 산업체 물색중
- 총괄연구책임자 사망으로 향후 연구성과활용이 어려움

○ 교육 및 지도활용

- 미생물살충제 및 Baculovirus 벡터시스템의 개발, 산업화 강의, 1997. 9. 30, 1998. 4. 24 - 25, 1998. 10. 23, 총 3회 실시, 약 279명 참석
- “동아대학교 농업자원연구소 농업첨단 심포지엄”, 미생물살충제의 중요성과 개발 필요성 등 교육, 1997. 9. 30 동아대 농업자원연구소, 연구소 연구원 및 대학원생 47명 참석
- “특강” 미생물살충제의 개발 및 산업화, 1998. 10. 23 동부한농연구소, 기업체 직원 32명 참석
- 발명특허 “바실러스투린지엔시스엔티 0423 균주의 내독소단백질 및 이를 이용한 미생물 살충제” 한국, 출원번호 : 제98-3455호 (98.2.6), 출원자 : 강석권 외 9인

□ 작물 병해충에 대한 살충성 사상균 유래의 생물농약 개발 및 이용(강 선철, 대구대)

농약사용 절감으로 생산비 절감과 무공해 농산물 생산, 특허기술료 획득, 농촌노동력 부족 해소, 생물적 방제를 통한 생태계 종다양성 회복, 약제내성 해충에 대한 적용기술 획득, 살충성 효과와 식물병원균에 대한 방제효과를 동시에 보유한 균주의 획득, 농약으로부터 농민보호, 소비자 보호, 자연생태계 보호 및 환경보전 등

○ 산업체이전추진중

- 작물병해충에 살충효과가 있는 살충성 사상균 유래의 생물농약 개발기술의 이전을 위해 '한국삼공(주)(0339-375-8363 대표 한태원, 담당 정창국)' 과 협의하였으나 업체의 자금난으로 산업화 지연

○ 교육 및 지도활용

- 살충성 사상균 유래의 *M. anisopliae* chitinase 효소 및 유전자에 관한 연구, *M. anisopliae* 유래의 해충의 cuticle 층 분해관련 효소유전자 연구의 최근 동향 소개 및 토의, 1998. 6. 11 등 총 2회, 약 500명 참석
- “창원대학교 유전공학연구소 초청 강연” 살충성 사상균 유래의 *M. anisopliae* chitinase 효소 및 유전자에 관한 연구 결과 강연, 1998. 6. 11 창원대, 창원대, 경남대 등의 관련학과 교수 및 학생 약 200명 참석
- “대구대학교 과학기술연구소 초청 국제 심포지움”, *M. anisopliae* 유래의

해충의 cuticle 층 분해관련 효소유전자(chitinase, protease)연구의 최근 동향 소개 및 연구결과 발표, 1998. 11. 27 대구대, 대구대 및 영남대 등의 관련학과 교수 및 학생 약 300명 참석

- 발명특허 “배추폐기물을 이용한 살충성 곰팡이 배지 및 그를 이용한 생물학적 방제법” 한국, 출원번호 : 96-0053204호 (96.11.7), 등록번호 : 0187753(99.1.7) 출원자 : 강선철
- 발명특허 “배추폐기물을 이용한 세균 배양배지 및 그 제조방법” 한국, 출원번호 : 96-0054167호 (96.11.12), 등록번호 : 0187754호 (99.1.7) 출원자 : 강선철
- 발명특허 “오로데이트 포스포리보실트랜스퍼라제를 암호화하는 ura5 유전자 염기서열” 한국, 출원번호 : 98-0032423호 (98.8.10), 출원자 : 황철원, 강선철

□ 토착길항 미생물의 유전공학적 육종에 의한 환경보전형 생물방제법 개발(김 상달, 영남대)

- 고추역병 방제용 미생물제제 산업화로 연간 약 3억원 정도(매년 증가 예상)의 경제적 효과와 화학농약대체로 환경농업 기여
- 생물방제균주의 길항기작구멍과 점단적 육종법 개발로 농업용 미생물제제 산업의 기술성, ○고추역병 방제용 미생물제제 산업화로 연간 약 3억원 정도(매년 증가 예상)의 경제적 효과와 화학농약대체로 환경농업 기여
- 생물방제균주의 길항기작구멍과 점단적 육종법 개발로 농업용 미생물제제 산업의 기술성, 경제성 제고

○ 산업체이전추진중

- 토착길항미생물의 분리, 선발 및 동정, 길항기작 구멍 및 길항물질 정제와 구조동정, 생물학적 방제법 등의 기술을 '(주)대유(053-817-3012 대표 이상목, 담당 장태현)', '(주)비왕(대표 임용우, 담당 이진호)' 등에 이전, 2000년 경 산업화 예정

○ 교육 및 지도활용

- 환경농업으로 전환하는 농업인에게 토착미생물의 역할과 중용성 강의, 농업인 등 약 610명 참석, 1997. 2. 18 등 총 9회 실시

○ 정책자료활용

- 농협중앙회, 환경농업 확대 사업에 토착미생물의 중요성 및 활용 건의, 현재 농협중앙회 농업교육원에서 토착미생물을 이용 환경농업교육 시행(1998)
- "환경농업 농업인교육" 환경농업으로 전환하는 농업인에게 토착미생물의 역할과 중요성의 강의(총 6회에 걸쳐 농업인 490명 참석)
- "환경농업 영농지도사 교육" 농협 영농지도원에게 환경농업에 필요한 토착미생물의 종류, 역할 등에 대한 지식 강의, 토착미생물의 환경농업에의 활용방법지도로 환경농업의 적극적 확산 기대 (총 3회에 걸쳐 영농지도요원 120명 참석)
- 농협중앙회에 대해 건의 : "환경농업 확대" 농협중앙회의 환경농업확대 사업에 토착미생물의 중요성 및 활용을 건의(1998년도), 채택 : 현재 농협중앙회 농업교육원(3개소), 환경농업교육원(1개소)에서 토착미생물을 이용하는 환경농업교육을 시행하고 있음, 토착길항미생물체제를 이용하는 환경농업의 확대 기대
- 발명특허 "사이드로포아 생산성 길항균주 신규한 슈도모나스 플로오레센스 LS20" 한국, 출원번호 : 98-55755(98.12.17), 출원권자 : 영남대총장 --- 거절(처리여부 확인 필요)
- 발명특허, "신규한 길항성 방선균주 프로마이크로모노스포라 속 KH-28 및 그의 항진균성 항생물질, 출원번호 99-27196(1999. 7. 7)
- 발명특허, 사이드로포어 생산길항균주 슈도모나스 플루오레센스 GL7과 그 유전육종 및 형광단백 유전자 도입에 의한 모니터링 방법, 한국 출원번호 99-33710 (1999. 8. 16)
- 발명특허, 키티나아제 생산성 길항균주 세라티아 프로테아마쿠란스 3095 및 이를 이용한 생물학적 방제법, 한국 출원번호 99-35726 (1999. 8. 26)
- 발명특허, 길항균주 슈도모나스 플루오레센스 2112 및 이를 이용한 생물학적 방제법, 한국 출원번호 99-43524, (1999. 10. 8)

□ 식물병원균 선택성 원예용 저독성, 무공해 항생물질 개발(김 시관, 한국인삼연초연)

- 미생물 유래 항생물질 농약개발로 원예병 방제에 활용

○ 산업체이전추진중

- 식물병원균 선택성 무공해 항생물질을 오이 흰가루병 및 도열병, 오이겟 및곰팡이병, 벼 잎집무늬마름병 등의 방제농약으로 개발하는 기술을 참여 기업인 '영일화학공업(주)'에 이전 추진중
- 물질특허 "항생물질 키모렉신-에이 및 그 제조법" 한국, 등록번호 : 제 141322호(98.3.19), 출원자 : 한국인삼연초연구원
- 발명특허 "스트렙토마이세스속 균주가 생산하는 신규항균-항녹조류항생물질, 16-메칠옥사졸로마이신 및 그 제조법" 한국, 출원번호 : 제26497호 (1998.6.30), 출원자 : 한국인삼연초연구원
- 발명특허 "신규항균 항생물질인 테트리신-에이 및 그 제조법" 한국, 출원번호 : 제56360호 (1998.12.19), 출원자 : 한국인삼연초연구원

□ 환경보전형 농업 생산을 위한 효율적 토양관리(김 재정, 충북대)

현재 발작물의 적정 시비량 추천을 위한 시비처방 프로그램에서 단일 화학성 대신 지리정보시스템의 구축자료를 포함하는 다중회귀식의 대체는 평가 신뢰도를 증진시킬 수 있음 시설재배 토양의 무시비 기준이 되는 질산태질소의 지표화는 간이검정으로 염류집적방지를 위한 시비추천 방법에 효율적임

○ 교육 및 지도활용

- 지리정보시스템을 이용하여 농업생산용 토지의 비옥도 등 유효도 평가지표 개발, 토지유형별 적정 시비법 등에 대해 교육(1998. 4. 28 충북대) 등 충북지역 원예재배농업인을 대상으로 교육 실시
- 전문 농업인 최고경영자과정" 작물재배시 토양의 시비관리의 중요성, 토양검정의 시비 처방서 이용법 교육, 1998. 4. 28, 9. 22, 충북대 (총 2회 실시), 충북지역 원예재배 영농인 총 80명 참석,

□ 고품질 농작물 생산체제에서 식물병 방제를 위한 환경친화형 미생물농약개발(박창석, 경상대)

- 균주들은 국제적으로 활용될 수 있는 우수한 균주들로서 관련산업에 활용가능, 환경친화형 생물적 방제 실용 기대, 길항반선균Da2로부터 분리한 Daunomycin을 농용살균제로 직접 실용화 가능

○ 산업체이전추진중

- 종자처리용 미생물, 토양처리용 미생물, 원예작물 저장성 병 방제용 미생물 등을 활용한 미생물 농약 개발기술을 '파인엔터프라이즈(02-3453-0907 이희설)'에 이전 추진중

□ 곤충 기생균을 이용한 무공해 미생물 살충제 개발(성 재모, 강원대)

앞으로 개발 가능성이 있는 미생물 살충제 개발에 기초자료로 이용 될수 있으며 기업에서 이용만 하면 기대효과는 큼

○ 산업체이전추진중

- 곤충기생균을 이용한 무공해 미생물 살충제 개발기술을 실시할 산업체 물색중

□ 유용천적을 이용한 온실해충의 생물학적 방제시스템 개발(윤 영남, 충남대)

시설재배지에서 문제시 되고 있는 진딧물 종류를 화학농약을 사용하지 않고 경제적으로 방제할 수 있어, 농민뿐만 아니라 소비자에게도 청정 농산물을 제공할 수 있음

○ 산업체이전추진중

- 시설재배지 내의 해충에 천적으로 활용가능한 무당벌레 증식방법과 인공 사육기술, 장기 저장 및 비축기술 등을 상품화할 산업체 물색중

□ 생물학적 제어와 환경보전을 위한 미생물 살균제의 상업적 개발(이 기성, 배재대)

- 미생물농약(제제), 다기능적 bio-controller에 대한 독창적인 formulation이 구축
- 환경친화형, 다기능적, 무공해, 무독성 길항미생물제제 및 미생물농약이 개발됨으로써 환경보전에 필수적인 Biocontroller로서 사용 가능, 유기농법에 접목 가능, 시장성이 넓고 고부가가치를 나타낼 수 있고 경제 산업적으로도 중요

○ 산업체이전추진중

- 새로운 항진균 활성미생물 농약 개발, 새로운 항진균제 개발, 다기능적 미생물제제인 bio-controller 개발 등의 기술을 '동부한농화학(주)(042-866-8241 정종상)'에 이전 추진중

○ 정책자료활용

- 학계의 선진농업이론과 선도농업인의 현장기술과의 접목, 농업중앙회 주관, 생물농약 관리법규 제정 요구
- 생물학적 제어와 환경보전을 위한 미생물균제의 상업적 개발에 대한 교육, 산업화를 위한 기술지도 실시, 동부한농직원 26명 대상
- 배재대학교 자연과학대학 과학영재프로그램 실시, 1998. 8. 3 - 14, 중학생 과학영재 11명 대상
- 농업중앙회에 대해 건의 : “학계의 선진농업이론과 선도농업인의 현장기술과의 접목” 진생버섯농장대표 이재국과 산학결연, 버섯방제방법 논의 자문, 버섯생장제어법 논의(1997. 11. 13)
- 농촌진흥청에 대해 건의 : “농촌진흥사업발전방안” 생물농약관련법규 제정 건의(1999. 2. 7), 농촌진흥청과제를 통한 추가 연구개발 요청(1999. 2. 7), 농약등록시점 앞당김, 국내외 경쟁력 강화 기대
- 농림부에 대해 건의 : 전국 농학계 대학장 회의 “전국농학계 학장 회의” 농특과제 확대 필요성 역설, 건의문 채택(1999. 2. 7)

□ 생분해성 환경친화형 농업용 포장재 개발(이 대훈, 한국생산기술연구원)

○ 산업체이전추진중

- 생분해성 환경친화형 포장재의 연속 압출생산을 위한 최적 공정조건 확립, 포장재 제조 및 복합적 기능 부여방법 등의 기술을 '상산소재(주)'에 이전 추진중
- 발포성 펄프 및 발포성 펄프로된 용기(발명특허 한국95-0008879, 95. 4. 12 출원, 1999-191735호, 98. 10. 15 등록), 출원자 : 한국생산기술연구원
- 생분해성 발포펄프 원료의 제조방법 및 생분해성 발포펄프원료로 복합체를 제조하는 방법(발명특허 95-025000호, 95. 8. 14 출원, 98-187350, 98. 12. 31 등록)
- 전분발포체 성형물의 제조방법(발명특허 10-1999-0010450, 1999. 3. 26 출원중)
- 전분발포체와 이를 이용한 성형물의 제조방법(발명특허 10-1999- 0010449, 1999. 3. 26 출원중)
- 전분발포체 적층판의 제조방법 및 이로부터 제조된 성형물 (발명특허 10-1999-0044458, 1999. 10. 14 출원중)

- 신소재 및 미생물을 이용한 환경조화형 고효율 신행비료 개발(임선욱, 서울대)
 - 생분해성 피복물질 개발 및 피복기술을 이용하여 피복피료 제조 기술 기반 구축
 - 난분해성 인산 가용화균 및 질소고정 균주를 국내 토양에서 선발하여 유용유전자원을 확보하였고 다양한 분야에 응용가능

- 산업체이전추진중

- 생분해성 피복물질 개발 및 피복기술을 이용하여 피복된 비료를 제조하는 기술, 난분해성 인산 가용화균 및 질소고정 균주를 선발하여 유용유전자원으로 활용하는 기술을 이전하기 위해 '제일분석센터'와 협의중

- 식물원류 KOLINE과 PHYTONCIDE를 이용한 환경보전형 농약의 개발(전재철, 전북대)

농약활성을 갖는 물질들에 대한 실용성 및 선도 물질로서의 가능성과 식물성 농약 활성 물질 탐색의 Know-How를 농약회사에 접목시킬 수 있을 것임

- 산업체이전추진중

- 식물성 농약활성성분으로서 참삼주 괴경(창출), 곱향, 목향 등에서 제초활성물질을 분리 동정하고 비제초활성물질도 분리 동정하여 '(주)경농(0561-749-9741 대표 이병만, 담당 유용만'에 이전 추진중

- 총채 벌레류의 제주토착 천적곤충 개발 이용에 관한 연구(정 순경, 제주도 농업기술원)

- 총채벌레를 비롯한 방제가 어려운 해충에 대하여 천적을 이용하여 방제할 수 있는 기술을 개발하고 천적의 다량증식 및 실용화가 기대됨, 농약 사용량 절감(40%), 화학적 방제 일변도에서 생물적 방제를 가미한 방제가 가능
- 우리나라 고유의 기술로 축적

- 산업체이전추진중

- 제주지역 농작물에 피해를 주는 총채벌레류를 조사하고 토착천적인 애꽃노린재, 포식성응애, 기생봉 등을 상품화하는 기술을 실시할 산업체 물색중
- 현재 농촌진흥청 과제를 통해 2단계 연구 시험중

- 교육 및 지도활용

- 천적보고 이용 기술, 선택성 약제 이용기술 등 교육, 약 90여명 참석,

1997. 12, 1998. 11. 13, 총 2회 실시

- "98새해영농교육" 천적보호 이용 기술, 선택성약제 이용기술을 주 내용으로 생물적방제의 인식 확대 기대, 1997. 12, 농업기술원, 70명 참석
- "외래병해충방제 기술연찬회 자료" 생물적방제 기술, 애꽃노린재 사육기술, 생물적방제 기술의 전망, 1998. 11. 13 농업기술원, 20명 참석

□ 다년생 도라지 연작피해구명 및 방제기술개발(윤 한 대, 경상대)

○ 교육 및 지도활용

- 도라지 재배적지 판정, 도라지 근부병 원인균 구명 및 생물적 방제를 위한 길항균 선발 등의 기술을 도라지 재배농가에 교육 (1998. 2. 24, 함양군 유림면) 실시
- 도라지 재배농가 현지도, 1998. 2. 20-21, 김해, 함안, 창녕, 의령 등, 도라지 재배농가 6농가 교육
- 약초재배 교육, 1998. 2. 24, 함양군 유림면, 농업인 등 150명 참석
- 도라지 재배농가 현지도, 1998. 3. 16 - 17, 밀양, 창녕, 고성, 도라지 재배농가 6농가 교육
- 도라지 재배농가 현지도, 1998. 4. 13 - 14, 함안, 고성, 도라지 재배농가 6농가 교육
- 도라지 재배농가 현지도, 1998. 4. 20 - 22, 평창군, 도라지 재배농가 7농가 교육
- 약초시험설명회, 1998. 12. 29, 약초시험장, 면장, 공무원, 재배농민 등 50명 참석
- 약초재배 교육, 1998. 12. 21, 산청군, 약초작목반 200명 참석
- 1999영농설계교육, 1999. 1. 26, 함양군, 농업인 등 150명 참석
- 병원성 *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* LY34 균주 유래의 섬유소 분해효소와 *cel* 유전자 동정 (발명특허 97-81991, 1997. 12. 31 출원중)
- 병원성 *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* LY34 균주 유래의 섬유소 분해효소와 *cel* 유전자 동정 (발명특허 97-81991, 1997. 12. 31 출원중)
- *cel B* gene of *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*, 미국 NCBI (AF 025769), 1998. 2. 19 등록
- *pel LI* gene of *Erwinia chrysanthemi*, 미국 NCBI (AF 171228), 1999. 7. 24 등록

- 가축해충의 저공해성 종합적 방제체계 확립(안 용준, 서울대)
 - 산업체이전추진중
 - 농업 및 식물 폐기물의 효과적 처리를 위해 개발된 우수천적 기생벌을 대량생산하는 기술을 실시할 산업체 모색중

- 농업환경 보전을 위한 농약의 표준생태 독성 시험법 연구(오 병렬, 농업과 학기술원)
 - 정책자료활용 추진중
 - 국내외 생태위해성 평가체계 조사, 농약의 생태독성 평가, 농업환경 보전을 위한 농약의 표준생태 독성 시험법 등을 개발하여 관련기관에서 정책 수립시 반영토록 할 계획

- 다기능성 멀칭(MULCHING)지 개발 및 적용성 평가(이 학래, 서울대)
 - 산업체이전추진중
 - 난분해성으로 심각한 환경오염의 원인이 되고 있는 멀칭지를 분해가 잘되고 강도가 향상된 멀칭지로 개발하는 기술을 '동일제지(주) (0345-491-0010 정영섭)'에 이전 추진중
 - 특허, 농업용 멀칭지, 10-1999-0047200 출원중

- 재배시설에서 농약사용 후 재출입허용기간 설정연구(김 용화, 한국화학연구소)
 - 정책자료활용 추진중
 - 시설재배지 농약사용 양상 및 농약별, 재배작물별 재출입 허용기간을 설정하여 농민의 건강을 보호할 수 있도록 관련 지도기관에서 지도에 활용할 수 있도록 할 계획

- 농산물에 함유된 미량 유해 중금속의 현장 분석기기 연구개발(이승철, 경남대)
 - 산업체이전추진중
 - 농산물에 함유된 미량의 유해 중금속을 분석하고 분석된 정보를 DB화하여 관리할 수 있는 기기를 개발하여 이를 실용화할 산업체 모색중

□ Bacteriocin을 이용한 환경친화성 식물병원균 방제법 연구개발(조용섭, 서울대)

○ 산업체이전추진중

- *Xanthomonas campestris* pv. *Glycines* 8ra의 유전자를 분리하고 이것이 분비하는 박테리오신 중의 하나인 glycinecin A를 순수분리하여 생화학적인 방제원으로 활용할 수 있도록 하였으며, 이를 실시할 산업체 물색중

□ 수입대응 한약자원식물 패모에 만연된 씨고자리파리류의 분류동정, 생태, 피해분석 및 방제기술 개발연구(김 규진)

- 패모고자리파리류의 종류, 생태, 피해 및 방제기술 교육을 통한 적정 패모 재배농가의 생산성 향상 기대

○ 교육 및 지도활용

- 씨고자리파리류의 종류, 방제기술, 약제처리시기 등의 기술을 전남 나주와 영암 등의 패모재배농가에 직접 지도 교육 실시(1996. 1월 및 1997. 12월, 전남 나주 공산면 북용리 현장) 등 농민대표 이태연 등 15-20명의 농민에게 교육
- 패모농가 대표자 교육, 1996. 1, 전남 나주군 공산면 신용리, 패모재배농가 대표자 이태연 외 8명 참석
- 패모고자리파리류의 종류와 생태, 피해 및 방제기술 교육, 1997. 12, 전남 영암군 시종면 재배지, 패모재배농가 대표자 9인 참석
- 참다래 궤양병균 동정용 Probe 및 Prime과 이를 이용한 참다래 궤양병 진단방법, (발명특허 98-29758), 98. 7. 23 출원중

□ 참다래궤양병 조기진단 및 무인방제시스템 개발

○ 참다래 궤양병을 방제비용을 절감하고 소득증대에 기여

○ 교육 및 지도활용

- 참다래 궤양병 종합적 관리체계 확립, 조기진단, 방제 등의 기술 교육 (1998. 1. 23, 순천대) 등 전남지역 참다래 재배농가 및 관련공무원을 대상으로 교육 실시
- 참다래 궤양병 무인방제시스템 개발 및 연사회, 1995. 3. 20 순천시 해룡면 금오농장, 250여명 참석

- 94현장 연구발표회 및 참다래 궤양병 방제 교육, 1998. 1. 23, 순천대, 300명 참석
- 참다래 궤양병 및 기타 병해충 방제, 1998. 2. 6 해남 참다래 유통사업단, 200명 참석
- 궤양병 및 기타 병해충 방제, 1998. 3. 20, 전남농촌진흥원 농업과학교육관, 300명 참석
- 참다래 궤양병균 동정용 Probe 및 Prime과 이를 이용한 참다래 궤양병 진단방법, (발명특허 98-29758), 98. 7. 23 출원중

□ 제초제를 이용한 사과점박이용애와 사과원잡초 동시방제에 의한 생력화(안 용준, 서울대)

- 제초제 '바스타'를 통한 방제로 양질의 사과생산, 방제 및 생산비 절감, 외국농약에 대한 수입대체 가능

○ 교육 및 지도활용

- 경농에서 생산하고 있는 제초제 glufosinate를 사과원의 잡초 및 점박이용애 동시방제 약제로 등록하여 지도
- 제초제 '바스타'를 이용한 사과원 용애 및 잡초방제, 1998. 7. 31 경농연구소(경주), 경농연구소 연구원 20명 참석
- 농촌진흥청에 대해 건의 : 경농(주)의 제초제인 '바스타'를 이용하여 사과원 점박이용애 및 잡초의 동시방제가 가능함을 확인하여 방제체계를 확립하고 레이블에 기록할 수 있도록 함(농촌진흥청, 1996)

□ 주요 발작물의 수분이용과 한해경감기술 개발(최 선영, 전북대)

- 발작물 생산성 향상, 경영개선, 발아기 내한성 품종선발 등으로 생산비 절감

○ 교육 및 지도활용

- 주요 발작물의 관개시기와 관계량, 발아기 내한성 품종선택, 콩과 참깨의 토양개량제 및 생장외화제 효과 등 교육(1996. 3. 18, 전북대학교) 등 발작물 재배농업인을 대상으로 교육 실시
- 1996최고농업경영자과정, 1996년, 농대 1호관, 농업경영자 30명 참석
- 1997연구발표회, 발작물의 관개개시 결정, 발작물의 발아기 내한성 품종선발콩의 만식적응성, 한발경감을 위한 토양개량제 효과 등의 내용 교육,

1997. 10. 11, 전북대 농과대학 강당, 전임강사, 대학원생, 학부생, 외부참석자 등 총 42명 참석
- 작물의 한해경감기술 인터넷 홈페이지 구축 및 이를 통한 교육, 1997. 12. 1, <http://crop.chonbuk.ac.kr>
 - 1998최고농업경영자과정, 1998년, 농대 1호관, 농업경영자 30명 참석
- 시설재배지 염류집적토양의 개량을 위한 흡착제-미생물복합제의 개발(최우영, 충남대)
- 염류흡착제 및 미생물복합제의 실용화 및 상품화 가능, 수출 및 수입대체 가능, 영농기술 개선 및 생산성 향상
- 산업체이전추진중
- 염류내성 유용미생물균주 분리, 선발균주 배양기술, 염류흡착제와 미생물복합제의 제제화 방법 등의 기술을 실시할 산업체 물색중
 - 토양에서의 미생물의 기능, 1996. 6. 2, 충남대, 충남영농후계자 90명 참석
 - 염류집적 저감대책, 시설영농 활용성 향상, 1997. 5. 9, 충남대, 원예영농자 49명 참석
- 시설원예영농인 상담지도, 하우스토양 염류저감방법, 윤성오(괴산불정. 오이, 1998. 6), 박덕범(논산가야곡. 딸기, 1998. 11)
- 인산축적세균의 균주(예정)
- 누에의 농약중독 조기진단법 개발(문 재유, 서울대)
- 양잠 농가에서 생산, 판매되고 있는 누에 분말 등 잠상산물의 농약오염 예방, 방지효과로 잠상산물의 판매량 대폭 증가(30%정도)예상
- 교육 및 지도활용
- 양잠농가에서 누에를 조기 진단할 수 있는 방법과 뽕잎 중 잔류농약을 분석하는 방법 교육(1999. 4. 7 - 8, 전국양잠농가) 등 양잠농가를 대상으로 교육 실시
 - 누에농약중독 조기진단법 ; 개미누에를 이용한 뽕잎 중 잔류농약의 간이 판정법, 누에 분말 등 잠상산물 생산기술 교육, 1999. 4. 7 - 8, 전국양잠농가 40명 참석

□ ALLIUM속 식물의 생리활성 물질의 개발 및 연작장해 극복에 관한 연구(최상대, 경북대)

수량이 20~40%정도 증수 확인(마늘과 양파 재배지에서 이들 작물의 경엽을 녹비원으로 활용할 경우), 대파와 구근류 환작으로 연작장해 경감 가능, 대파 후작으로 국화과 작물을 재배할 때 발생하는 생육저해현상 원인 구명, 작부체계 확립에 기여

○ 교육 및 지도활용

- 파속 식물에 존재하는 생리활성물질을 개발하고 이들 물질의 기능성을 분석하여 합리적인 작부체계를 개발하고 친환경농업에 활용할 수 있는 기술을 교육(1997. 12. 10 경남도 농촌진흥원 창녕양파시험장) 등을 실시하여 농업연구사 및 농업인을 대상으로 교육 실시
- 외래 강사 초빙세미나" 파속 식물의 생리활성물질의 이용방안에 대한 세미나, 1997. 12. 10 경남농업기술원 창녕 양파시험장, 농업연구사 및 농민 등 참석

2. 연구성과가 농업에 끼친 파급효과 분석

가. 연구환경적 측면

환경 농업 기술 분야의 연구 투자 성과로 이제까지 열악한 환경에 있던 농업 관계 대학 연구실의 연구 환경을 크게 개선하였다. 과거의 대학 연구는 이론 중심의 연구에 치중 되어왔으며, 환경 관련 연구는 거의 전무한 실정에 있었으나, 농업 현장에서 발생하는 문제를 적극적으로 접근하여 해결할 수 있는 연구가 가능하게 되었다. 실질적으로 산업 현장에 활용할 수 있는 대형 연구가 가능하게 되었다.

나. 학문적 측면

환경 농업 기술 분야의 연구 투자 확대에 의하여, 선진 농업 환경 기술을 적극 도입할 수 있었으며, 첨단 연구 기법을 개발할 수 있게 되었다. 연구 개발 결과를 국내 학회 뿐 아니라, 관련된 국제 학회에 적극적으로 참석하여 연구

결과를 발표할 수 있는 기회가 확대된 것도 중요한 연구 성과의 하나이며, 이로 인한 학문적 성취도가 높아진 것은 매우 중요한 연구 성과이다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

가. 환경 농업 기술 분야의 연구 성과는 우리 나라에서 친환경 농업 기술을 정착하는 데 크게 기여할 수 있었으며, 특히 산업화할 수 있는 기술을 축적할 수 있게 되어, 농업과 환경 분야의 국가 경제에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 환경농업기술의 기술 개발 방향

환경 농업 기술 개발의 방향은 친환경 농업 기술의 정착에 있다. 환경 보전을 위한 지속 개발의 개념하의 친환경 농업 기술의 구성 요소로 작부 체계를 중심으로 농업 생산의 다면적 기능을 평가하여 작부 체계에 따른 환경 영향 지표를 수립하고, 이에 따른 지역 특이 최적 관리 기술(site specific BMP:Best Management Practice)와 양분종합관리(INM) 및 잡초를 포함한 병해충의 종합방제(IPM) 체계를 구축하기 위한 요소 기술의 개발을 목표로 삼아야 한다.

2. 향후 연구개발 과제

환경보전을 위한 지속농업의 개념에서의 친환경 농업 요소 기술 개발과제를 분야별로 열거하면 다음과 같다.

가. 자원절약형 환경 농업 생산 체계

- 작부 체계에 따른 환경 영향 지표 수립과 지역 특이 최적 관리 기술 (site specific BMP:Best Management Practice) 체계 구축

- 생산 주작물(Main crop), 피복 작물(Cover crop), 오염제거 작물 (Cleaning crop) 개념 도입
- 시비량의 감축 기술과 양분 종합 관리 기술(INM)
 - 토양 검정 방법의 개선
 - 화학비료의 종류와 양의 재검토
 - 완효성 비료와 유기물의 이용 재검토
 - 지효성 피복 비료 (IBDU, LCU, Osmocote, 인산입힌 요소 등)
 - 작물과 토양 요구도에 따른 배복합 비료 개발 이용
- 병해충 종합방제 기술(IPM)
 - 병해충 조기 예찰과 예찰 정보의 전산망 구축
 - 병해충 방제 방법의 개선
 - 수출입 검역 방법의 개선
 - 환경 오염 최소화 및 천적 보호 기술
 - 저항성 작물 개발, 천적 이용 기술, 작부 체계 개선 방법
 - 태양에너지에 의한 소토와
 - 연작 병·해충 억제 기술
 - 광화학적 방제 기술과 방제 효과 증진 기술
 - 농약 오염의 무생물적 환경 복원 기술과 생물적 환경 복원 기술

나. 농업 환경과 생태계의 보전

- 토양과 물 자원 보전
 - 자원의 양적 보전 방법 개발
 - 자원의 질적 보전 방법 개발
- 생물자원의 보호
 - 천적 및 비해충성 동물의 보호
 - 천적 배양 기술
 - 생물적 방제 방법의 탐색
- 농업환경자원의 종합관리 시스템 개발
 - 농업생태계의 변동 감시
 - 기후변화와 농업생산성 예측
 - 농업환경 관리기준의 설정

다. 농산부산물물의 재활용

- 가축분뇨의 재활용 기술 개발
- 보조재료 없는 가축분뇨 처리 기술
- 가축분을 이용한 고급 유기질 비료의 생산
- 퇴비부숙도와 생물학적 지표 설정
 - Green house용 : 화분 재배시 작물에 무해한 수준
 - 포장 살포용 : 파종 또는 재식 6주 전 ha당 50톤 살포시 무해 수준
 - 퇴비 부숙도 화학성 지표
- 오염원 및 오염 부하 분석과 오염 허용 기준의 설정
- 폐자원 이용 기술의 확대
- 버섯류 재배 기술의 개발

라. 저장, 가공, 유통 기술의 개발

- ON-FARM level의 기술 개발을 통한 농업생산의 2차 산업화
- 폐산업의 시설물 재활용 기술 개발
- 유통 기술의 개발
- 신선 농산물 유통 기술의 개발(예 : 뿌리 있는 야채의 유통 기술)

마. 첨단 신소재 개발

- 생리활성물질 탐색
- 신 항균 물질의 개발
- PT물질의 탐색과 개발
- 농자재 신소재의 개발

바. 시설 농업 생산 기술의 개발

사. 식물공장 생산 기술의 개발

아. 대기 오염 및 온실 가스 방출 저감 기술

자. 자연 자원의 환경 경제적 관리 정책 기술

제 3 절 폐기물자원화

I. 폐기물자원화분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 관련분야 연구동향

축산선진국으로 인식되고 있는 미국, 덴마크, 네델란드, 독일 등의 유럽, 대만, 일본 등을 중심으로 폐기물자원화 특히 가축분뇨를 중심으로 관련연구동향을 개괄적으로 분석한 자료는 <표 10-3>과 같다.

<표 10-3> 축산선진국의 가축분뇨자원화 분야 연구동향

국별	과 거	현 재
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본의 축산형태는 우리 나라와 동일한 상황이므로 개별농가 위주의 가축분뇨 처리기술인 폐수처리, 퇴비화 및 액비화 연구가 진행되었음 ○ 연구개발은 산학연간의 연계가 잘 되어 실용적인 연구결과가 산업화되었으며 그중 많은 부분이 국내에 적용되어 활용되고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본은 농립수산성의 농업연구센터주관하에 『환경보전을 위한 가축 배설물 고도처리 이용기술의 확립』 연구를 수행중임 - 과제 의 성격 : 단일기술 개발보다 Package화된 종합기술 개발형태를 택하고 있음. - 참여기관 : 산학연 공동
대만	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대만은 상대적으로 돼지사육두수가 300~400만두에 이르던 1980년대 초기에는 주로 정화중심의 처리방법에 관한 연구가 수행되었음. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 그러나 정화처리는 처리효율 뿐만 아니라 처리비도 한계가 있어 현재 대만은 돈슬러리처리는 초기단계에서 고액분리하여 고상물은 퇴비화하고, 액상물을 혐기-정화처리-방류 등의 공정을 정립하여 이를 표준화하는 연구가 활발하게 진행되고 있음.
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국은 넓은 농경지와 방목지를 확보하고 있어 분뇨를 처리개념보다는 有畜農業을 바탕으로한 농경지환원을 기본으로 함. ○ 연구분야는 가축분뇨 슬러리 액비를 작물별 적정 시용량 결정과 주변환경 영향 평가에 주력하였음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자연상태의 라군(lagoon)을 이용한 분뇨 슬러리 저장과 동일한 농경지에 집중적으로 連用에 따른 농촌지역 지하수 오염이 심각한 사회문제화 되고 있음. ○ 미국 USDA의 CAST는 금후 미국의 가축분뇨 처리의 심각성을 예측하고 사료중의 영양성분 저감, 가축분뇨중의 양분이용률 증대, 지하수오염 저감, 악취문제 해결을 위한 총체적 가축분뇨관리 개념을 도입하고 있음.
유럽	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유럽지역은 전통적으로 저장액비화 방법이 일반적인 분뇨처리수단으로서 농경지 및 초지에 직접살포 이외에는 별다른 대안이 없었음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농경지에 가축분뇨 연용에 따른 농경지 염류집적과 지하수 오염, 악취 등으로 최근 가축사육 규제가 강화되고 있음. ○ 유럽도 정부주도하에 가축분뇨 안전관리 기술(고도처리)에 대한 집중적인 지원이 이루어지고 있음. ○ 가축분뇨 처리는 농업·환경·에너지분야가 공동으로 투자하여 자원화와 처리개념을 연계시키는 추세로 발전하고 있음.

2. 국내의 관련분야 연구동향

축산선진국으로 인식되고 있는 미국, 덴마크, 네델란드, 독일 등의 북미, 유럽은 가축분뇨의 농경지환원을 기본으로 한 依農地型, 대만은 아열대성 기후조건으로 혐기처리를 기본 공정으로한 依氣候型, 일본은 표준공정을 정립하지 못한 채 풍부한 재정지원을 바탕으로 백화점식 다양한 기술을 접목하였던 依技術型으로 분류할 수 있다. 우리 나라의 가축분뇨관리방법도 일본과 유사하게 표준관리방법을 아직 정립하지 못한 상태이다. 우리 나라 폐기물자원화 특히 가축분뇨를 중심으로 관련연구동향을 과제별로 분석정리한 자료는 <표10-4>와 같다.

3. 최근 국내연구수준의 선진국 접근도

가축분뇨관리에 관한 덴마크, 화란, 독일 등 유럽 여러 나라가 농경지 면적, 기후 등의 제약조건 때문에 관련연구가 전세계적으로 가장 심도있게 추진된 것도 사실이나 유럽 또한 장기간 다량의 가축분뇨를 과다하게 농경지에 살포함에 따라 토양의 염류집적의 문제, 지하수 오염문제, 악취취산, 온실가스 다량 배출 등으로 축산자체의 제한을 계획하고 있으며, 구체적으로 화란은 2002년까지 암모니아 휘산량을 적정수준 까지 저감시키지 못할 경우, 돼지 사육두수의 25%를 감소시킨다는 案을 豫告하였다. 그러므로 지구상에서 축산을 하는 모든 국가는 정도의 차이는 있을지언정 가축분뇨관리의 문제점은 모두 안고 있을 정도로 '완벽한 관리'란 없다. 그럼에도 불구하고 유럽을 기준으로 우리나라의 관련연구/기술 수준을 세분화된 연구/기술 항목을 개별적으로 평가하는 것은 거의 불가능하므로 <표 10-5>와 같이 개략적으로 개략적으로 연구/기술 분야별 접근도를 평가하였다.

<표 10-4> 우리 나라 가축분뇨자원화 분야 연구동향

과 제 명	기술수준(%)			
	25	50	75	100
1. 가축분뇨중 악취물질 제거기술 - 생물학적 탈취기술 - 화학적 탈취기술		✓ ✓		
2. 가축분뇨의 자원화 전환기술 가. Biogas 생산 이용기술 - 발효효율 극대화 기술 - Biogas 정제이용 기술	✓	✓		
나. 액비 제조 및 이용 기술 - 무취화 기술 - 액비 살포기술	✓	✓		
다. 관개수화 기술 - 관개수 제조기술 - 관개수 분배기술			✓ ✓	
라. 유기질 비료 제조 및 이용 기술 - 속성 호기성 퇴비화 기술 - 대체갈래 및 보조재 개발 - 기능성 유기질 비료 제조기술 - 축분퇴비 시용기술	✓ ✓	✓ ✓		
3. 가축분뇨오수 고도 처리기술 - 전처리기술 • 고액분리기술 • 고도 여과기술 - 활성슬러지 공정 개선연구 • 생물학적 공정개선 • 무기 산소재를 이용한 탈인기술 - 폐수로부터 질소-인 복비 제조 - 가축분뇨오수 탈색기술	✓ ✓ ✓		✓	✓
4. 사양기술개선을 통한 가축분뇨 환경부하 경감기술 - 가축생리를 고려한 사료배합 및 질소-인 배출저감 - 축산분뇨량 저감기술 - 축사구조 개선에 의한 가축분뇨 환경부하 (특히 악취) 저감기술	✓	✓	✓	
5. 대단위 가축분뇨 종합 관리기술 - 메탄가스생산 - 분뇨오수 고도 전처리 - 고급 유기질 비료	✓	✓	✓	

<표 10-5> 최근 국내 연구/기술 수준의 선진국 접근도

구 분		선진국			우리 나라
		미 국	유 럽	일 본	
가축분뇨 농경지 환원 기술	주체	정부주도	정부주도	정부주도	정부주도
	주관 기관	(USEPA, USDA 공동)	(농무성 주관 환경-에너지 분야 참여)	농업기술센터 주관	농촌진흥청 축산기술연구소, 농업과학기술원
우리 나라 對比 기술수준		75%	100%	63%	50%
가축분뇨 처리기술 (자원화 및 정화기술)	주체	산업체	산업체	정부지원	정부지원
	주관 기관	산업체	산업체	산업체	산업체
우리 나라 對比 기술수준		71%	100%	71%	57%

II. 가축분뇨자원화분야의 연구성과

1. 해당분야의 연구과제 및 개발된 기술

가축분뇨에 관한 국내의 연구개발과제는 현재까지 농림부 농림기술센터의 농림기술개발사업(기획, 참단, 현장애로), 농촌진흥청의 일반과제 또는 대형과제로 수행되어왔다. 이들 과제는 주로 대학 전문가들이 많이 참여하였으며, 일부 기업체 연구소도 참여하여 수행하였다. 가축분뇨의 처리기술에 관한 연구로는 농촌진흥청(1992)에서 수행된 「톱밥토양 여과법에 의한 가축분뇨오수 정화」 시설로서 일부 농가에 시범 보급된 바 있다. 그 외에 실용적 폐수처리기술 연구는 농림기술사업의 일환으로 시행된 농림수산특정과제로 경희대학교(1995-1998)에서 수행된 「철의 전기분해를 이용한 축산폐수의 질소, 인 제거 공정개발에 대한 연구」가 수행되었을 뿐 가축분뇨오수를 정화처리하여 방류시키는 것을 전제로 수행된 연구는 미흡하다.

그러나 가축분뇨오수를 증발 감량화하여 액비로 사용하거나 완전증발을 시킬 수 있는 기술개발 연구도 수행되었는데, 서울대(1995-1997)에서 수행된 「소규모 또는 겸업 양축농가를 위한 재택형 간이 가축분뇨오수처리 시스템 개발과제」는 소규모 또는 겸업 양축농가에서 수용 가능한 에너지 절약형 무방류 돈슬러리를 퇴비화시키면서 액상을 증발처리하기 위한 시도이었다. 전남대학교(1995-1997)에서는 가축분뇨오수를 연못에 도입하여 자연 정화력에 의존한 「폐수처리 연못 시스템」에 대한 효율을 분석하여 현장적용을 시도하기도 하였다.

(주) 우진(1994-1996)에서는 가축분뇨 액상저류조 시설의 일부공정을 개선한 「연속 폭기식 생물반응조」를 개발하였는데 이는 무방류를 전제로 증발처리를 시도한 연구이었다. 건국대학교(1995-1998)에서 수행된 「가축분뇨의 자원화와 환경오염 방지를 위한 완전처리 시스템 개발 연구」와 생명공학연구소(1995-1997)의 「축산폐기물의 생물학적 고차처리 및 고기능성 생물비료 개발」과제에서는 미세조류를 이용한 가축분뇨오수의 고도처리를 시도한 바 있다. 충남대학교 (1995-1998)에서 수행된 「전천후 고도 가축분뇨오수 처리방법과 그 부산물의 고부가 가치 액비개발 및 산업화에 관한 연구」는 먼저 가축분뇨를 혐기성 소화시켜 BOD와 COD를 감소시키고 UF(UltraFilter) 과 RO(Reverse Osmosis)막을 이용하여 폐수를 고도처리하는 공정을 적용하여 연구결과를 보고한 바 있다.

이와 같이 농가현장에서 가축분뇨오수를 고도처리후 방류하기 위한 실용화 연구를 시도하고 있으나 현재까지 상용화한 사례는 없는 실정이다. 가축분뇨오수의 정화 방류를 위한 기술은 기술체계에 문제보다는 축산농가의 경제적 부담 등을 고려한 처리시설 운용의 경제성 문제가 크다고 생각된다.

국내 가축분뇨오수처리관련 수행연구과제

- 톱밥 토양 여과법에 의한 축산폐수정화시설('92. 농진청)
- 축산분뇨 및 액비 처리를 위한 연속발효 시스템개발('95. 농림수산특정)
- 축산분뇨 처리시설: 톱밥토양 여과법('95. 농진청)
- 가축분뇨 처리시스템 개선 및 자원화 기술개발('96. 농진청특정)

- 소규모 또는 겸업 양축 농가를 위한 재택형 간이 축산폐수 처리 시스템 개발('97. 농림특정)
- 축산폐수 처리 및 재활용 연못시스템('97. 농림수산 특정)
- 가축분뇨, 오수 다변형 생력 처리 시스템 개발('97. 농진청특정, 서울대)
- 축산 폐기물의 생물학적 고차 처리 및 고기능성 생물비료 개발('97. 생명공학연구소)
- 철의 전기분해를 이용한 축산폐수의 질소, 인 제거 공정 개발('98. 농림)
- 축산폐수의 오염물질 제거를 위한 수초선발 이용연구('88. 김복영 등)
- 축산폐수 정화에 수초 부레옥잠을 재배이용('90. 농과원, 김복영)
- 소규모 축산폐수처리 시스템 개발에 관한 연구('90. 국립환경연구원, 홍정선 등)
- 축산폐수 중 고형 유기물을 이용한 영양염류 제거 공정개발('91. 충북대, 이상일)
- 축산폐수의 생물학적 탈질 효율에 관한 연구('91. 노명규)
- 고분자 응집제를 이용한 축산폐수의 효율적인 처리에 관하여('91. 김세진 등)
- 축산폐수의 생분해에 관한 연구('93. 대전산업대, 류병로)
- 갈대 사상여과법을 이용한 축산폐수정화('94. 이덕배 등)
- 축산폐수의 흡착 산화처리('94. 건국대, 오인환)
- SBR을 이용한 축산폐수처리 시스템 개발('94. 서울산업대, 이수구)
- 축산폐수의 연속회분식 생물학적 처리에 있어서 온도가 운전인자에 미치는 영향('94. 박석환)
- 기존 분뇨처리장을 이용한 분뇨, 축산폐수의 탈질, 탈인 기술개발('94. 류재균)
- 발효 양돈 폐기물이 연속회분식 반응조의 생물학적 영양염류 제거에 미치는 영향('95. 박종호)
- 간헐폭기 활성슬러지 시스템에 의한 양돈폐수의 영양염류 처리('95. 서인석)
- Zeolite의 축산폐수 정화효과와 그 잔사의 Sudangrass에 대한 시용효과('95, 이동훈 등)
- 간헐 혐기. 호기공법에 의한 축산폐수 처리에 관한 연구('96. 전북대, 정팔진)
- 호기 발효 시스템에 있어서 고질소 함유 가축폐기물의 부하율이 질소제거 효율에 미치는 영향 ('96. 정상현 등)
- 소규모 축산폐수 처리장치의 개발('96. KIST, 박완철)
- 소규모 축산폐수처리를 위한 RCB/AFBR 공정의 Package화('96. 강원대, 임제명)

- 조류시스템에 의한 축산폐수로 부터 암모니아성 질소제거('96. 안세영)
- 축산폐수 처리시 전기 전도도를 기준한 천연 제오라이트의 교환시기 결정 ('96. 최정 등)
- 축산폐수의 효율적 처리를 위한 광합성 미세조류인 *Spirulina-pl-atensis* 배양공정의 최적화 ('96. 안주희 등)
- 호기발효 시스템에 있어서 고질소 함유 가축폐기물의 부하율이 질소제거 효율에 미치는 영향 ('96. 맹원재 등)
- 고질소 함유 가축폐기물의 호기 발효에 있어서 탄소원의 첨가가 질소제거 효율에 미치는 영향 ('96. 이승훈 등)
- 개조된 폐세탁기 SBR을 이용한 축산폐수처리('97. 전항배 등)
- 폐가전제품을 이용한 소규모 축산폐수처리('97. 박종호 등)
- Struvite 결정화를 이용한 축산폐수 중의 암모니아성 질소의 제거('97. 김진아 등)
- 축산폐수와 하수의 혼합처리 가능성 연구('97. 전북대, 정팔진)-오존처리를 중심으로-
- 축산폐수의 연속회분식 생물학적 처리에 있어서 오염지표들 간의 상관관계에 관한 연구('97. 서원대, 박석환)
- 축산폐수의 혐기성 고정법에 있어서의 암모니아성 질소의 영향('97. 경성대, 엄규태)
- 혐기성 유동상식 폐수처리 장치를 이용한 축산폐수의 처리에 관한 연구 ('97. 송석룡)
- 축산폐수 처리시 혐기조 및 충격부하가 인 제거에 미치는 영향('97. 서동석)
- 축산폐수의 기질 및 질산화 특성('98. 삼척산업대, 민선홍)
- Dynamic state 활성슬러지 공정에 의한 영양염류 처리('98. 박승국)
- 경량기포 콘크리트를 접촉 여재를 이용한 돼지 뇨, 오수 처리에 관한 연구 ('98. 전병수 등)

2. 농림기술개발사업의 시행전후 연구환경변화

가. 연구의 성격 및 연구비 규모

1994년 농특세를 재원으로 농림기술개발사업이 시행되기 이전에는 정부출원

연구기관이나 농진청을 제외한 특히, 대학에서는 우선 한정된 연구비 때문에 현장접목을 염두에 둔 원형규모(prototype scale)의 실용적 연구과제를 수행할 수가 없었다. 그러나 1994년부터 시행된 농림기술개발사업에 의한 연구과제는 농업현장적용을 전제로 한 ‘實用化 연구’를 목표로 연구비를 大型化, 長期化함으로써, 연구환경이 급변하였다. 농림기술개발사업은 농림부에서 農政立案을 위한 정책과제, 산업적 측면에서 해결의 時急을 요하는 현장애로과제, 산업의 경쟁력 提高를 위하여 반드시 개발해야 할 첨단연구과제 등이 시행되어 우선 농진청 산하 연구소, 정부출연 농업관련연구소, 대학, 기업연구소 등이 안정적으로 다양한 연구를 수행함으로써 연구기관의 연구열의가 고조되기도하였으며, 이로 인하여 특히 대학의 연구환경이 크게 개선되었다.

그러나 사업시행 초기에는 연구비에 관한한 少數多額위주로 연구과제를 선정하였으나, 최근에는 多數少額화함에 따라, 연구과제의 성격에 따라 원래 목표인 실용화 연구에 어려움이 예상된다. 왜냐하면 농림기술사업으로 관련연구가 실험실에서 나와 현장으로 나갔다가 다시 실험실로 돌아올 수 밖에 없는 상황이 된 것이다. 『폐기물 자원화(가축분뇨 중심으로)』는 연구의 특성상 현장규모 연구가 아니면 연구의 産物을 현장에 적용하기 어렵다. 이는 similitude(相似)법칙이 정확히 적용되지 않기 때문이다. 그러므로 현장적용 실험시 시설 및 장비가 많이 소요되는 점을 감안할 때 시설 장비비가 충분히 확보되어야 사업 수행이 가능한 점을 인식하여야 할 것이다. 현재까지 국내에서 추진되는 가축분뇨 관련연구는 실험실 규모의 연구수준을 벗어나지 못하고 있다. 일부 pilot 규모의 현장연구가 시도되고 있으나 농가에서 기술도입을 결정할 정도의 완벽한 연구결과는 제시하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 현재까지 한번도 국내에서 실용적인 연구는 수행된 바 없다고 하여도 과언이 아닐 정도로 연구비 투자가 소규모로 집행되는 경향이다. 본 연구사업은 실규모 현장연구와 實證이 가능하여 개발기술이 신속히 농가에 보급되는 데 문제가 없도록 원형규모의 시설이나 시작품을 제작을 위한 연구비 편성이 필요하다고 판단되므로 이를 위한 轉向的으로 검토해야 할 것이다.

시설비나 시작품 제작을 위한 연구비 항목이나, 其제작된 포괄적 의미에서 구조물을 관리센터에서 매우 경직되게 행정처리하여 연구원들로부터 원성을 사는 경우가 더러 있다. 실험을 위하여 필요하며, 또 필요해서 제작되거나 시

설된 구조물은 역시 실험시설일 수 밖에 없다. 이를 상업적으로 市作化하기 위해서는 또다른 공정이 필요하기 때문이다. 특수한 예를 들어 묶기 시작하면, 나중에는 가야하는 데 갈 수가 없다. 그러므로 현장적용실험을 위한 규모있는 연구비 및 실험 구조물(장치 포함)은 과감히 연구를 수행하는 연구원의 입장에서 행정처리해야 할 것이다.

나. 연구인력

1994년 농림기술개발사업이 시행되면서 급변한 또다른 연구환경은 연구인력이다. 우선 대학에서 과제연구비에서 책정된 연구인력(대학원생)에 대한 인건비 지급은 잠재 연구인력이나 기존 대학원생들에게 incentive가 되어 연구의 brain force을 형성시키는 중요한 요인이 되기도 하였다. 또한 농진청이나 정부출연 연구소에서도 연구비 수혜실적에 따라 팀별 독립채산제(incentive제)를 도입하여 부서별 경쟁을 유도하여 우수한 연구원을 확보하려는 노력이 가속화됨으로써 농림기술사업이 잠재 연구인력이나 양질의 연구인력을 연구영역으로 유입 또는 생산하는 데 크게 기여하였다. 그러나 良質의 연구원들을 확보하려면 규정된 인건비가 턱없이 부족하고, 연구에 기여하지 못하는 연구인력들이 pool내에 있다는 이유 때문에 인건비를 기대하는 양면성도 있음을 부인할 수 없다.

『폐기물자원화』, 특히 가축분뇨에 관한 농촌진흥청의 연구인력은 주로 자원화기술 전문가들로 구성이 되어 있으며, 처리기술 전문인력은 대학과 기업체 연구소에는 많은 듯하다. 그러므로 농촌진흥청 농업과학원과 축산기술연구소 등과 대학, 출연연구소 등이 상호 역할을 분담하여 공동으로 연구사업에 참여할 경우, 연구의 완성도도 제고하면서, 연구인력의 질향상이 가능하다고 판단된다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 정책적 측면

가축분뇨에 의한 환경오염을 예방하고 자원화를 촉진하기 위해서는 신기술 개발에 의존하는 것이 기본이나 기존기술을 운용할 수 있는 정책개발과 제도 정비가 필요한 측면도 기술개발 못지 않게 큰 비중을 차지한다. 실제 축산농가 입장에서는 제도미비로 분뇨처리에 어려움을 겪고 있는 점을 감안할 때 정책적 측면에서의 개선방안을 도출하여 제도화하는 것이 이미 개발된 기술을 활용하는 데도 도움이 될 것으로 기대된다. 그러므로 『가축분뇨의 효율적인 자원화를 위한 시스템을 구축(유통, 관리)하는 데 정책적 연구로 고려되어야 할 사항』은 다음과 같다.

- 가축분뇨 관련 별도의 관리법 제정
- 가축분뇨유통관리센터 설립
- 가축분뇨 처리설비/장비 A/S 센터 설립

2. 기술적 측면

가. 가축분뇨에 의한 환경오염 영향 평가 과제

1) 가축분뇨에 의한 환경오염 모니터링

국내에서는 가축분뇨에 의한 환경오염을 당연시하고 있으며, 수질오염의 주요인으로서 가축분뇨를 지목하고 있으나, 가축분뇨에 의한 수질 및 토양오염 정도를 예측하기 위해서는 장기적인 정점조사가 선행되어야 한다.

2) 가축분뇨 신속분석기술 확립

토양의 양분관리는 농업선진국을 중심으로 『정밀농업』 또는 『최적영농관리』 형태로 전환이 되고 있다. 정밀농업이나 최적영농관리체계는 토양중의 양분관리를 작물재배에 꼭 필요한 만큼만을 정확하게 처방하여 농자재 오남용에

의한 토양과 주변환경 오염을 예방하기 위한 수단으로 가축분 퇴비나 가축분뇨의 시용량을 결정할 수 있는 비파괴 신속분석기술과 같은 간편하고 신속한 분석기술의 도입이 필요하다고 판단된다.

3) 가축분뇨 관련 정보센터

현재 가축분뇨 처리문제는 축산업의 성패를 결정지우는 중요한 사항이라고 평가하고 있다. 그러나 어느 기관도 가축분뇨와 관련된 종합적 정보제공 기능을 하는 곳이 없다. 최근의 연구동향이나 문헌, 전문가 인력, 연구결과 농가의 실태 등을 관리하는 정보센터 설치에 최근 축산분뇨에 의한 환경오염 문제를 고려할 때 반드시 필요하다고 판단된다.

나. 가축분뇨 자원화 기술개발 과제

1) 가축분뇨 퇴비, 액비 제조 및 관개수화 기술

가) 가축분뇨 퇴비제조기술

국내의 가축분 퇴비 제조기술은 이미 국제적으로도 손색이 없을 만큼 설비나 제조기술에서 선진화되어 있다고 판단된다. 앞으로 가축분뇨퇴비 제조기술에서 보완이 되어야 할 사항은 ① 속성 퇴비화 기술 ② 톱밥대용 수분조절재 개발, ③ 기능성 유기질 비료의 제조 등이다. 더 나아가 가축분 퇴비만으로 작물 생육에 필요한 양분을 전량 공급한다는 개념으로서 최근의 환경농업 정책과 조화를 이룰 수 있는 화학비료와 가축분 퇴비의 배합비료의 개발도 검토될 수 있을 것이다. 이는 가축분뇨 퇴비도 사용상의 편리성과 포장단위를 개선하기 위해서는 압착형 또는 펠렛형 퇴비제품의 개발, 이용도 고려해야 한다.

나) 가축분뇨 액비 제조기술

우리 나라는 농경지와 주거지가 인접하고 있어 액상으로 농경지 환원시에 환경 위생문제로 민원이 제기되는 문제점을 안고 있다. 액비살포에 따르는 문제점을 해결하기 위해서는 혐기성 액비 제조시에 악취를 제거하는 기술과 호기성 액비제조시는 양분 손실을 저감시킬 수 있는 속성 부숙기술 개발을 해야 한다.

다) 가축분뇨 灌溉水化 기술

최근 UN기관의 보고서에 의하면 21C에는 물사용량의 급증과 수질오염의 가속화로 농업용수의 부족이 더욱 심화될 것이며, 우리 나라도 '물부족국가군'으로 분류함으로써 향후 물자원에 대한 인식을 전환해야 할 것으로 이해된다. 우리 나라에는 아직 심한 가뭄에 견딜 수 있는 농경지는 403ha로 전체 논면적의 35%에 지나지 않아 물자원의 재활용 등을 통한 물자원 확보가 곧 농업의 현안으로 대두될 것이다. 그러므로 가축분뇨오수를 灌溉水(irrigation water)화하는 제조기술, 이를 관개수로를 통하여 논으로 분배하는 기술 등 가축분뇨오수의 자원화에 대한 발상의 전환이 필요한 시기이기도 하다.

2) 가축분뇨 퇴비 및 액비 농경지 환원기술

가) 퇴비 품질 등급화 방안

농산물 소비자들의 욕구가 청정농산물 구매를 선호하는 경향이고 환경부문에서는 매립 및 소각의 어려움을 극복하기 위하여 유기성 폐기물의 퇴비화를 폐기물 처리수단으로 선호하고 있다. 농경지에 유해물질이 함유된 폐기물의 유입을 차단하여 농경지를 보호하고 유기성 폐기물 자원화 확대를 위한 代案은 퇴비 품질을 등급화라고 판단된다.

나) 퇴비품질의 고급화

앞으로는 퇴비중의 3요소 균형도 매우 중요한 품질평가 지표가 될 것이다. 현행 가축분 퇴비는 인산함량이 불필요하게 높다. 돈분이나 계분을 원료로 이용하는 사업장은 질소함량은 높고 인산 함량은 낮은 사업장 부산물과의 혼용도 고려할 필요가 있다. 또한 화학비료를 퇴비중에 보완하여 3요소 균형을 갖춘 퇴비의 수요도 고려할 필요가 있다고 생각한다. 일반 퇴비원료와 혼용이 필요하다고 판단된다.

다) 퇴비 안전사용 기준 설정

최근 퇴비 시용기준은 주로 가축분을 대상으로 하고 있다. 가축분 퇴비도 축종, 자원화 방법, 토양종류 및 작물종류가 각각 상이하여 확실적인 시용기준을 설정하기 곤란하다. 현행 가축분 퇴비 시용기준은 제한적인 연구결과에 근거한

잡정기준에 불과하다. 미래의 농경지 관리는 한정면적의 정밀농업을 기본개념으로 하며, 토양관리는 기본적으로 작물양분과 토양개량을 전제로 한다. 그러므로 우리 나라에서 가축분 시용기준은 농업현장의 퇴비 이용목적에 고려할 때 작물에 대한 양분공급과 토양 개량이라는 두 가지 개념을 동시에 충족시킬 수 있어야 한다. 정확한 퇴비 시용량 결정과 토양질의 관리를 위해서는 축종별 차별화된 퇴비 시용기준이 설정되어야 한다. 이 때 반드시 고려할 사항은 토양과 작물 종류별 세부 시용지침서 작성이라고 판단된다.

3) 가축분뇨를 이용한 대체 에너지 개발

가축분뇨를 혐기소화시키는 목적은 단순한 에너지 확보를 위한 것만은 아니다. 혐기성 소화과정에서 유기물이 분해되므로 액상으로 전환하여 농경지에 살포가 용이하고, 지구온난화 기여도가 큰 메탄을 이산화탄소로 전환시키며, 악취의 확산을 방지하는 등 환경측면에서 이점이 많은 기술체계이다. 우리 나라와 같이 자원이 빈약하고 가축분뇨에 의한 환경문제가 크게 대두되고 있는 상황에서는 가축분뇨의 혐기성소화 기술의 국산화는 매우 바람직하다고 판단된다.

다. 가축분뇨 처리기술 개발 과제

1) 사양기술 개선을 통한 가축분뇨 환경부하 경감기술

가축 사양관리 기술 개선을 통한 가축분뇨 발생저감 기술은 예방적 차원의 가축분뇨 관리기술로서 일부 축산 선진국을 중심으로 연구가 진행되고 있다. 사양관리기술 개선을 통한 분뇨 발생량 저감방법으로는 급여사료의 이용율을 제고시키기 위한 방법과, 최적급여를 통한 분뇨 배출량을 최소화하는 방안이 검토될 수 있을 것이다. 또한 배출된 분뇨를 재가공하여 사료 첨가제로 이용하는 기술도 검토대상이 될 수 있을 것이다.

가) 가축생리를 고려한 사료배합 및 질소-인 등 배출 저감

가축사료 제조시 곡류중의 인산은 가축의 소화과정에서 흡수되기 어려워 배합사료에 무기인을 첨가하는 것이 일반화되어 있다. 배합사료중의 단백질 보충을 위하여 첨가되는 질소원도 많다. 질소와 인은 환경측면에서는 호소 또는 하

천 부영양화의 원인물질이 되기 때문에 중점 수질관리 대상물질로 분류하는 것이 세계적인 추세이다. 또한 사료효율 및 질병관리를 위해 첨가되는 구리, 아연과 같은 사료중의 중금속 문제도 환경오염 관리 연구 대상으로 부각되고 있다.

사료첨가제는 다양한 형태의 물질들이 이미 활용이 되고 있다. 특히 최근의 미생물 첨가제는 사료 이용효율 향상과 분뇨중의 악취 저감을 위하여 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 이들 첨가제는 충분한 과학적 검증을 거치지 않고 유통되는 것이 대부분이다. 따라서 이와 같은 사료 첨가제는 전문 연구기관의 연구원들이 참여하여야 실용적인 제품의 개발이 필요하다고 판단된다. 연구대상도 “인 이용율 제고를 위한 사료첨가제 개발”, “질소 배출저감을 위한 사료첨가제 저감기술 개발”, “사료중의 중금속 저감을 위한 한계 첨가량 설정” 등과 같이 구체적이고 실용적인 연구과제가 설정되어야 할 것이다.

나) 가축분뇨오수 저감기술

현재 가축사양관리 측면에서 가장 어려움을 겪고 있는 부분은 오폐수 관리이다. 축사에서 오폐수 발생량이 많으면 많은 만큼 축산농가는 경영상의 부담요인이 되는 것이 현실이다. 현재 오폐수 정화시설이 완비되어 있지 못한 축산농가는 축사 세척 등 축사 환경위생 관리는 엄두도 내지 못하는 실정이다. 따라서 축사내의 세척수 문제, 음용수 관리 문제는 두 가지 측면이 동시에 고려되어야 할 것이다. 하나는 생력적 음용수나 세척수 관리로 오폐수량을 절감하는 기술체계이며, 다른 하나는 기존 오폐수를 가공하여 세척수, 작물의 관개수로 재이용하는 기술체계이다. 이와 같이 축사관리에서 음용수와 세척수 관리를 위한 기술체계 확립은 축산농가의 경영과 밀접한 관련이 있기 때문에 적정 관리를 위한 기술체계 확립이 반드시 필요하다고 판단된다.

다) 축사구조 개선에 의한 가축분뇨 환경부하 저감기술

최근 축사의 시설구조는 현대화 되는 추세이다. 그러나 개량축사의 모델들은 가축 사양, 즉 가축생산 측면에서 개선된 기술이 이용되고 있을 뿐이다. 현재까지 우리 나라는 가축생산과 분뇨관리를 동시에 고려한 축사시설 구조 개선을 위한 연구는 매우 한정적이다. 구미각국의 자가농경지에 분뇨를 퇴비 또는

액비자원으로 이용하기 때문에 별도의 분뇨관리를 고려한 축사 모형을 고려할 필요가 없는 국가들이다. 그러나 우리 나라는 가축분뇨를 이웃 농가에서 소모하여 주지 못하면 자원화가 아닌 처리기술이 도입될 수 밖에 없는 취약한 경영구조를 갖고 있다.

가축분뇨가 축산경영의 제약요인이 되는 것을 방지하기 위해서는 여러 가지 방안들이 도입될 수 있으나 근본적으로 축사형태부터 환경 축사로 발전시키는 연구가 필요하다고 판단된다. 연구대상과제로서 “사양관리와 분뇨처리를 연계한 환경축사 모형 개발”, “악취 확산방지 축사모형 개발”, “오폐수 무방류 축사모형 개발” 등은 우리 나라의 축산업 현황을 고려할 때 반드시 개발되어야 할 연구분야라고 판단된다.

2) 가축분뇨오수 정화처리기술

가축분뇨오수는 유기물과 영양염류가 일반폐수에 비하여 10~100배 정도 높으므로 일반폐수에 적용하는 활성오니법 등 생물학적 처리기술을 그대로 적용하기 어렵다. 따라서 농가단위로 정화처리 시설을 운영하는 사례는 거의 없다. 일부 기업형 축산농가 또는 분뇨 공공처리장에서 정화처리기술을 이용하고 있으나 효율이 낮아 어려움을 겪고 있는 실정이다. 기존 가축분뇨 정화처리 시설 활용상의 가장 큰 문제점은 전처리공정의 개선/개발이다. 보편적으로 적용하는 생물학적 처리공정인 활성오니법은 유입되는 폐수의 BOD 한계 부하량이 1000 mg/L 정도이나 가축분뇨오수는 3,000 - 20,000 mg/L 범위로서 전처리 공정이 없는 현실적으로 정화처리가 불가능하기 때문에 “국내 실정에 맞는 고효율 전처리기술 개발”이 필요하다고 판단된다. 다음은 가축분뇨오수의 정화처리시 고려되어야 할 연구항목을 기술한 것이다.

- 기존 가축분뇨오수 처리방법의 효율증진 기술 연구(특히 전처리 시스템을 중심으로)
- 미생물에 미치는 영향 인자 구명
- 가축분뇨오수 고도처리 기술
- 가축분뇨오수의 색도 제거

가축분뇨오수의 특성상 정화후 BOD, T-N, T-P는 수질규제 기준 이하로 제거되어도 방류수중의 색도는 남아 있어 방류시 문제가 되고 있다. 즉, 가축

분뇨오수는 정화후 방류시 색도문제로 이웃 주민과의 마찰을 빚고 있다. 현재 개발된 탈색기술을 이용하면 제거가 가능하나 경비가 많이 들기 때문에 현장에 적용하는데 어려움이 따른다. 특히 효율적인 색도제거 기술개발을 위해서는 색도를 나타내는 물질의 특성이 구명되어야 한다. 또한 색도제거를 위해 적용할 수 있는 기술체계를 분석하여 경제적이고 효율이 높은 기술개발이 이루어져야 할 것이다.

3) 가축분뇨에 의한 악취물질 제거기술

현재 축산분야에서 민원으로 제기되는 문제점으로는 폐수보다 악취확산이다. 악취는 오폐수 관리와 달리 확산이동이 빠르고 용이하기 때문에 효율적인 관리체계를 세우기 곤란한 측면이 있다. 또한 가축분뇨 저장중, 또는 처리중에 발생하는 악취는 종류가 다양하기 때문에 악취발생 기전 해석 및 탈취기술 개발이 미흡하다. 악취도 수질규제와 같이 환경규제를 하고 있는 환경오염원이다. 최근 농촌이 도시민들의 쾌적한 생활을 영위하기 위한 이주공간, 생활공간으로 이용이 되는 추세이기 때문에 적극적인 대응을 하지 못하면 악취가 또다른 축산업의 제약요인이 될 수 있다고 판단된다.

가) 축사내 악취발생 억제 기술 개발

축산업에서 유래되는 악취는 축사 자체의 악취문제와 축사에서 발생하는 분뇨를 이동시켜 처리하는 과정에서의 악취로 구분이 된다. 악취물질의 근본적인 처리는 발생단계에서 발생량 자체를 절감시키는 기술의 적용이 필요하다고 판단된다. 이를 위하여 “축사내 악취 발생기전 및 유동구멍”, “축사구조 및 관리시스템 개선에 의한 악취저감효과 구명”, “미생물제 급여, 탈취제 첨가 등 사양관리 개선에 의한 악취발생 억제 기술 개발” 등이 금후 추진하여야 할 연구과제들이다.

나) 분뇨처리 및 퇴비화 과정중 악취 관련 연구

가축분뇨 처리 및 자원화 과정에서 발생하는 악취 제어를 위해서는 다양한 기존의 기술들이 적용될 수 있다. 현재까지 알려져 있는 악취 제거기술은 물리, 화학 및 생물학적 처리기술을 포함하여 약 30가지 이상이 있다. 그러나 축

산분야에 적용하기에는 너무 돈이 많이 들기 때문에 별도의 기술개발이 필요하다. 그리고 가축분뇨의 악취 발생기작에 대한 구체적인 연구결과도 제시하지 못하고 있는 상황이기 때문에 몇 가지 사항에 대한 심층 연구는 불가피하다. 즉, “가축분뇨 수거·저장 및 운반시 악취발생 실태 분석”, “축분 퇴비화시 악취발생기전 해석 : 자료수집 및 현장 조사”, “부숙촉진 무취화 유용 미생물제 첨가 및 탈취효과 구명”, “액비저장 및 이용시 악취 저감방법 개선”, “국내 부존자원 이용 저가 탈취제 개발” 등은 국내 연구진을 활용하여 보완이 가능한 연구과제이다.

4) 대단위 가축분뇨 종합관리 기술

대단위 가축분뇨 종합관리기술은 유기성 오폐수 발생량이 많은 주정공장 등에서 이용하는 폐수처리시설을 도입하고 있다. 현재 국내에도 일부 가축분뇨오수 공동처리시설이 가동되고 있어 영세 축산농가들의 분뇨처리를 지원하고 있다. 그러나 대부분의 처리시설들이 정상적인 가동을 하지 못하고 있어 문제가 되고 있다. 공공처리장 가동에 문제가 되는 부분은 고농도 폐수의 전처리공정인 혐기소화설비의 효율, 활성오니조의 성능유지, 방류수 수질의 관리 등이 있다. 가축분뇨오수는 발생원이 다양하고 원폐수의 오염원농도가 일정하지 않기 때문에 유입폐수의 부하량 변동에 적응하는 처리공정 확립이 시급하다고 판단된다. 가축분뇨오수를 도시의 인분뇨 처리 등과 연계하여 공익적 기능을 제공하는 방안도 처리시설 유지관리에 도움이 될 수 있다고 판단된다. 금후 가축분뇨오수 공공처리장이나 대단위 축분뇨 처리장은 환경분야, 에너지 분야와 연계시켜 종합 자원화 시스템으로 발전시킬 수 있는 제도적인 접근이 필요하다고 판단된다.

3. 금후 중점 기술개발 및 투자분야 분석

과 제 명	단계별 추진과제		
	1단계	2단계	3단계
1. 가축분뇨중 악취물질 제거 기술 - 생물학적 탈취기술 - 화학적 탈취기술	축사시설 탈취기술	퇴비 및 액비중 탈취	사료첨가제를 개발
2. 가축분뇨의 자원화 전환기술 가. Biogas 생산 이용기술 - 발효효율 극대화 기술 - Biogas 정제이용 기술 나. 액비 제조이용 기술 - 무취화 기술 - 액비 살포기술 다. 관개수화 기술 - 관개수 제조기술 - 관개수 분배기술 라. 유기질비료 제조이용 기술 - 속성 호기성 퇴비화 기술 - 대체갈집 및 보조제 개발 - 기능성 유기질 비료 제조기술 - 축분퇴비 사용기술	농가단위 실증규모 적정 부숙방법 구명 지중 살포기 개발 영양원/염류 획기적 경감 부숙기간 단축 천연자재 탐색 화학비료 기능 보강 토양별, 작목별 기준 설정	기업형 축산농가 액비 연용에 따른 환경 영향 평가 가공 관개수의 탈색 부숙도 개선 인공자재 개발 일부작목 비료대체 연용토양 환경평가 설정	농촌, 도시 유기성 폐기물 공동처리 액비 연용에 따른 환경영향 평가 관개수 분배시스템 구축 시설규모 소형화 순환이용자재개발 비료 완전대체 연용도양 환경영향 평가
3. 가축분뇨오수 고도 처리기술 - 활성슬러지 前處理공정개선연구 - 생물학적 공정개선 - 무기신소재를 이용한 탈인기술 - 폐수로부터 질소-인 복비 제조 - 가축분뇨오수 탈색기술	고효율 미생물 개발 공정설비 개량 비료성분 농축기술 오존처리 기술	특수소재를 이용한 미생물 활성 제고 비료성분 조절기술 막분리 기술	RO 등 특수소재를 이용한 고도처리기능성 액비산업화 화학처리 기술
4. 사양기술 개선을 통한 가축분뇨 환경부하 경감기술 - 가축생리를 고려한 사료배합 및 질소-인 배출 저감 - 축사 분뇨오수량 저감기술 - 축사구조 개선에 의한 가축분뇨 환경부하 저감기술	사양관리와 분뇨처리 연계 환경축사모형개발 악취-오폐수 무방류 축사 모형개발 음용수/세척수 관리 개선	사료이용율향상기술 첨가제 저감기술	사료급여량 저감 시설구조 개선 新 有畜農業 모형 연계 축산기술
5. 대단위 가축분뇨 종합 관리기술 - 가스생산 - 분뇨오수 고도 전처리 - 고급유기질 비료	유입폐수의 부하량 변동에 적응하는 前處理 공정확립	- 유기성 도시 및 농축 산 폐기물 공동처리 및 자원화 시스템 개발	가축분뇨를 이용한 대단위 자원화 시스템개발 (환경, 에너지 연계)

여 백

제 11 장 경영정보

제1절 일반 농업경영

권태진(한국농촌경제연구원)

제2절 생산정보화

최영찬(서울대학교)

제3절 농업정보화

박세권(중앙대학교)

여 백

제 1 절 일반 농업경영

I. 농업경영분야의 국내외 연구동향

1. 선진국의 최근 연구 동향

세계무역기구(WTO) 출범 이후 선진국들의 농업경영 분야 연구는 아무래도 자유무역주의하에서 농산물 수출을 확대하거나 외국의 농산물 수입을 억제하여 자국의 농민을 보호하기 위한 데 관심이 집중되고 있다. 자유무역주의의 확산에 따라 과거와는 다른 틀 속에서 농정을 추진하고 농민들은 더욱 위험에 많이 노출되기 때문에 농업경영 방식을 달리할 필요가 있다. 따라서 농업 선진국들은 자유무역이 국민복지에 미치는 영향을 이론적으로 분석하고 이를 협상에 활용하기 위한 노력을 계속하고 있다. 또한 주요 농산물 수입국의 농산물 생산 현황과 수급 전망, 식생활 소비패턴의 변화, 농정의 변화 등에 대해 계속 추적하고 있으며 특히 농업보조금 규모, 보조금 지급 방식의 적정성에 대한 파악을 게을리 하지 않고 있다. 자국 농민들의 농가소득을 안정시키고 국제적 규범에 벗어나지 않으면서 농가소득을 증대시킬 수 있는 각종 정책을 개발하는데 커다란 관심을 집중하고 있다. 대표적인 정책으로 꼽을 수 있는 것이 직접 지불제라고 할 수 있으며 이는 주로 환경과 연계되어 있다는 특징이 있다.

선진국의 최근 농업경영 분야 연구의 특징으로 지적할 수 있는 것은 자원과 환경에 대한 관심이다. 환경에 대한 연구는 희소자원을 효과적으로 이용하기 위한 방안 연구, 환경오염을 줄이기 위한 각종 정책, 국민들에게 안전한 농산물을 공급하기 위한 종합대책, 생물다양성을 확보하기 위한 각종 방안 마련 등 매우 다양하다. 특히 지속적 농업(sustainable agriculture)을 추진하기 위한 새로운 기술의 경제성 분석을 비롯하여 직접 농가를 대상으로 하는 실증분석이 계속해서 발표되고 있다. 이러한 종류의 연구는 서로 다른 학문 분야간 협력체제를 구축해야만 성과를 거둘 수 있기 때문에 학제적 연구의 중요성이 더욱 커지게 되었다. 이와 같은 필요에 의해 1990년대 들어서면서 자연과학과 사회

과학간의 학제적 연구 결과를 발표할 수 있는 학술잡지가 크게 늘어났다.

농업경영에 있어서 위험을 관리하기 위한 노력은 과거부터 지속적으로 추구되었으나 1990년대 접어들면서 이에 대한 노력은 더욱 활발하였다. 엘리뇨와 라니냐의 빈번한 출현 등 세계 기상 이변이 빈번히 발생하고 농산물 거래방법의 다양화 등 농업경영의 불확실성에 영향을 미칠만한 요인들이 늘어난 것도 농업경영의 위험관리 필요성을 증대시키는 계기가 되었다. 특히 농산물 가격의 변동으로부터 위험을 줄이기 위한 방안의 하나로서 선물시장을 이용한 거래가 증가하고 있다. 선물시장에서 위험을 줄이기 위한 방안 연구로서 통계적 기법을 이용한 거래방법이 차츰 정교해지고 있다. 일부 선진국에서는 소득에 대한 보험제도(income insurance)를 통하여 과거 작물단위의 보험보다는 포괄적으로 농가소득의 안정을 도모하고 있다.

농업정보화에 대한 관심은 어느 나라를 막론하고 매우 크다고 할 수 있다. 생산자 및 소비자에 대해 시장 정보를 신속히 제공하고 공정한 정보를 제공하기 위한 방안, 기상정보 등 생산관련 정보의 가치 평가, 사이버거래를 위한 제도적 연구 등 정보화사회를 맞이하여 생산자와 소비자들의 요구에 부응하는 연구가 매우 활발하다. 생산단계의 정보 제공을 위하여 농업관측에 대한 관심이 매우 높으며 경제적인 정보와 생물 정보를 동시에 제공하기 위한 모델작업(bio-economic models), 생산공정과 환경을 연계한 시스템공학적 연구(bio-engineering models)는 농업경제 또는 경영분야에서 중요한 연구과제이다.

2. 국내의 최근 연구 동향

세계무역기구(WTO) 출범 후 세계적인 자유무역주의가 확산되면서 농업경제 및 경영 분야의 연구는 이러한 추세에 대응하는 데 초점을 맞추어 왔다. 개방화에 따라 외국의 농산물 수입이 크게 증가하면서 국내 농산물 시장의 경쟁이 더욱 치열해졌고 유통시장이 개방되면서 외국의 유통업체와 경쟁하기 위해 유통 환경이 급속히 변화되기 시작하였다. 이러한 외부 환경의 변화로 인해 농가소득을 유지하기가 더욱 어렵게 되었고 각종 위험에 노출되면서 경영 안정을 위한 대책 마련이 시급한 과제로 대두하였다. 외국농산물과의 경쟁을 위해서는 국내 농산물 생산비를 절감하지 않으면 안 되기 때문에 쌀을 비롯하여

축산물, 채소, 화훼 등 모든 품목에 걸쳐 경쟁력을 강화하기 위한 각종 연구가 추진되었다. 농업구조개선이 강조되면서 전업농 육성 정책과 농가의 경쟁력 강화를 위한 규모화, 새로운 경영주체인 영농조합 및 법인 연구가 크게 증가하였다.

식량의 자급률 저하는 우리가 당면하고 있는 가장 중요한 농정과제라고 할 수 있다. 식량수급에 관한 연구는 과거 단순히 양적인 판단에서 벗어나 이제 질적인 문제까지 관심을 가지게 되었으며 시장 가격을 예측하는 데 더 많은 관심을 가지게 되었다. 주요 해외시장을 포함하여 외국의 농산물 수급에 대한 정보를 수집하고 분석하는데 많은 노력을 기울이게 되었다. 농산물의 수급안정을 위하여 농업관측에 대한 연구가 강화되고 가격동락으로부터 생산자를 보호하기 위한 각종 정책 개발, 기상변동 등 자연재해로 인한 농가소득의 불안정을 해소하기 위한 연구에도 많은 관심이 두어졌다.

농산물 시장의 주도권이 생산자로부터 소비자로 전환되고 식품의 고급화와 다양화, 제품의 차별화가 가속화되었다. 이와 더불어 외식산업의 발전은 식품 소비에 관한 다양한 연구를 요구하게 되었다. 식품 안전성에 대한 소비자들의 욕구가 커지면서 이에 대한 연구 수요도 증가하게 되었다. 식품의 브랜드에 대한 관심이 높아지면 이에 대한 경제적 가치, 식품의 차별화 효과 등에 관한 계량적 연구도 추진되었다. 유기농산물에 대한 수요가 증가함에 따라 유기농산물을 효과적으로 판매하기 위한 방안, 유기농산물 재배의 경제성 등에 관한 연구도 이어졌다.

농산물 유통시장의 개방이 추진되고 농산물 유통의 패러다임이 생산자로부터 소비자 중심으로, 현실 공간에서 가상 공간으로 새로운 유통시스템이 구축됨에 따라 새로운 유통연구가 활발히 추진되었다. 정보화시대의 진입으로 전자거래, 선물거래 등 다양한 형태의 거래방식이 도입됨에 따라 신유통, 신물류 체계가 구축되기 시작하였고 이를 뒷받침하기 위한 유통연구가 활발히 진행되었다. 산지에는 농산물유통센터(APC), 미곡종합처리장(RPC), 축산물종합처리장(LPC)이 건설되고 이를 효과적으로 운영하기 위한 연구도 활발히 추진되었다.

환경에 대한 국민의 관심이 높아지고 환경과 WTO협상이 연계되면서 농업의 다원적 기능에 대한 연구가 크게 늘어났다. 농업의 외부경제적 효과를 계측하기 위한 연구, 전통적 투입물을 사용하되 환경에 대한 부담을 줄이면서 수익을 확보하기 위한 연구, 친환경 농업에 대한 정책 개발 등 다양한 환경 연구가

수행되었다. 농업에 대한 공익적 기능뿐만 아니라 농촌의 공익적 기능까지도 관심을 두게 되었으며 특히 농촌개발에서 주민을 참여시키고 지역 실정과 특성에 알맞은 환경친화적 농촌개발 모델을 정립하고 이를 적용하기 위한 방안들이 제시되었다. 1998년 「환경농업법」 제정을 계기로 환경농업에 대한 각종 제도 연구, 환경직불제 연구, 환경농산물에 대한 기준 정립, 친환경농산물 표시제도 등 다양한 형태의 연구가 추진되기 시작하였다.

국민소득이 증가함에 따라 관광 수요가 늘어나고 이를 농가소득과 연계시키기 위한 대책으로서 관광농업에 대한 연구가 활발히 추진되고 있다. 초기에는 관광농업에 대한 개념을 정리하는 단계에 머물렀으나 연구층이 두터워지면서 지역개발과 연계하면서 농가소득을 증대시키기 위한 구체적인 연구로 발전하고 있다. 지방자치제 이후 지역의 특성을 살리면서 농촌을 개발하려는 움직임이 가시화 되고 이러한 방안의 하나로써 녹색관광(green tourism)이라는 개념이 정립되고 이를 적용시키고자 하는 구체적인 연구가 태동하고 있다.

1990년대 들어 북한의 식량 문제가 심각하게 대두되면서 통일농업에 대한 연구가 활발히 추진되고 있다. 북한 농업에 대한 연구는 1990년대 초부터 시작되었으나 자료의 부족으로 연구가 활발히 추진되지 못하였다. 그러나 최근에는 국제기구를 통해 북한 농업에 대한 정보를 어느 정도 확보할 수 있고 북한 방송이나 신문, 잡지 등을 통해서도 접근이 가능하기 때문에 북한 농업 현실을 파악하기가 훨씬 용이하다. 남북한 대화 분위기가 조성되면서 통일 이후의 대책보다는 현재의 상황이 지속될 경우 남북한간 협력을 활성화하기 위한 연구가 더욱 활발히 추진되고 있다. 남북한 임업 관련 연구도 최근 활기를 띠고 있다. 통일 이후의 산지 소유제도, 북한의 산림복구 방안, 산림분야 남북한 협력방안에 관한 연구 등이 계속해서 발표되고 있다.

1995년 농림기술관리센터의 발족을 전후하여 농업연구의 중장기 방향 설정 및 효율적인 연구관리 체계에 관한 연구가 다수 추진되었다. 우리의 현 농업기술 수준을 진단하고 앞으로 중점을 두어야 할 분야별 기술개발 방향 및 목표를 설정하는 연구는 눈에 띄게 증가하였다. 방법론에 있어서도 전문가를 대상으로 하는 기술수요 조사인 델파이 조사기법이 확립되기도 하였다.

3. 국내 연구 수준의 선진국 접근도

사회과학연구는 그 특성상 사회 제도나 인간의 사회적 행위를 대상으로 하기 때문에 한 나라의 고유한 사회구조 또는 제도가 전제되지 않으면 안 된다. 따라서 그 사회가 처한 여건이 다르기 때문에 자연히 정책적 관심의 초점이 되는 부문에 연구의 중점이 두어지게 되고 문제를 해결하는 방식도 사회적 여건에 따라 다를 수밖에 없다. 이러한 점에서 자연과학적 연구와는 달리 다른 국가 간 연구 수준을 비교하기는 곤란하다. 다만 연구 방법론에 있어서는 비교가 가능할 것이다.

선진국과 우리 나라의 농업경영 분야의 중점 연구 추이를 비교하면 그 흐름에 있어서 매우 유사한 점을 발견할 수 있다. 1990년대 들어서면서 농산물의 무역자유화가 급속히 확대되고, 농가소득의 증대보다는 소득 안정 쪽에 정책적 비중이 더 두어지고, 생산자 위주의 농정에서 소비자를 중심으로 한 정책, 환경을 고려한 농정으로 전환되었다는 점은 선진국과 우리 나라간에 큰 차이가 없다. 다만 우리 나라는 농산물의 경쟁력을 확보하기 위한 방안으로서 가격경쟁력뿐만 아니라 품질경쟁력에 좀 더 비중을 두고 있다. 이는 우리와 일본이 비슷한 경향을 나타낸다. 농산물 무역협상과 관련해서는 선진국과 우리 나라는 전혀 다른 입장을 보이고 있다. 선진국들은 농산물을 수출하는 입장에서, 우리 나라는 농산물을 수입하는 입장에 있기 때문에 각기 자국 농민들의 관심사에 연구의 비중을 둘 수밖에 없다. 환경문제와 관련해서는 우리와 선진국이 다 같이 고민하는 문제이기 때문에 연구의 방향이 매우 유사하다. 선진국은 이미 환경문제에 관해 우리보다는 앞서 고민해 왔기 때문에 연구에 있어서도 앞서 있다. 환경 연구는 풍부한 자연과학적 자료가 뒷받침되지 않으면 의미 있는 결과를 도출하기 어렵다는 점에서 자연과학 연구가 발전하지 않으면 사회과학연구는 결코 발전할 수 없다는 것을 보여 주는 좋은 사례가 된다.

II. 농업경영분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농업경영 분야별 성과 분석

가. 경영기술

성진근(충북대학교) 등은 「농업 각 종목별 경영메뉴얼과 영농지침서 개발, 집필, 간행」(1998. 10~1999. 10)을 통해 농업 각 분야별로 생산기술에서 판매기법에 이르기까지 영농기술을 정리한 신농민강좌시리즈 5권과 분야별로 경영계획 수립에서 경영진단에 이르기까지 경영기법을 정리한 농업경영핸드북시리즈 20권을 발간하였다. 정부의 기술개발 투자에 힘입어 활발한 연구개발이 이루어지고 있지만 개발된 기술정보와 선진 경영기법이 농촌현장에 효과적으로 연결되지 못하여 기술보급이 빠르게 확산되지 못하였다. 이 연구를 통해 발간된 기술정보 및 경영기법은 농업인의 경영 마인드를 고취시키는데 기여할 것으로 평가된다. 연구결과물은 농민신문사와의 협약에 의해 시중 서점과 지역농협을 통하여 현장에 있는 농업인과 일반인들에게 보급되고 있다. 이 연구결과는 농민을 대상으로 하는 각급 교육기관의 영농교육 교재로 채택될 수 있으며 농업기술센터와 전국 농고의 교육용 참고도서 및 보조교재로 활용되고 있다. 또한 발간된 농민강좌시리즈와 경영메뉴얼시리즈는 여름 및 겨울철 농한기를 맞아 저자가 특강 형식으로 강의할 계획도 갖고 있다.

김정호(한국농촌경제연구원) 등은 「쌀 농업의 생력화 및 비용절감을 위한 경영모델과 지역시스템 개발」(1995. 12~1998. 12) 과제를 수행하였다. 이 연구는 쌀 농업의 생력화 및 비용 절감에 영향을 미치는 제반 요인을 분석하고 앞으로의 비용 절감 가능성을 전망하였다. 또한 관련 요인의 영향력과 지역조건 및 경영여건을 고려한 개별 경영 모델을 개발하고 이를 확장하여 지역 단위의 쌀 농업 시스템을 구축하였다. 쌀 생산비의 동향과 전망 분석에서는 1968년 이후의 쌀 생산비 동향을 분석하고 최근 추세와 비용함수 계측을 토대로 몇 가지 시나리오를 설정하여 2004년까지의 쌀 생산비를 전망하였다. 비용절감의 요인과 효과를 계측하기 위하여 개별 농가의 경영요인에 의한 효율성 격차 및 주

요 정책사업에 의한 쌀 생산비 절감 효과를 정량적으로 계측하였다. 기술체계 변화 및 재배규모 확대에 따른 쌀 농업 경영의 형태를 밝히고 시산계획법과 선형계획법을 이용하여 개별농가의 쌀 농업 경영 모델을 설계하고 각 도별 대표적인 형태의 경영모델을 제시하고 경영개선 결과를 제시하였다. RPC와 연계한 지역 쌀농업 시스템을 구축하기 위하여 미곡종합처리장의 최적 시설규모를 도출하고 농가의 벼 수확후 처리와 RPC가 효율적으로 연계될 수 있는 지역 시스템을 제시하였다. 벼농사의 경영분석과 설계를 위한 전산 소프트웨어를 개발하기 위하여 농업인 스스로가 경영실적을 분석하고 차년도 경영을 설계할 수 있도록 의사결정을 지원하는 프로그램을 제작하였다. 그 동안 추진되어온 기술개발의 동향을 검토하고 특히 일본의 기술개발 실태를 비교하면서 우리 쌀 농업 기술의 미래를 전망하였다. 이 연구를 통해 도출된 결론은 논문이나 세미나 발표 형태로 이미 제시되었으며 농림부의 정책협의회에 참석하여 의견을 개진한 바 있다. 벼농사 경영분석 소프트웨어는 쌀 전업농에 배포하여 활용할 계획이다.

나. 생산관리

강지용(제주대학교) 등은 「시설감귤의 적정규모 결정과 성에너지 이용에 관한 연구」(1994. 12~1996. 12)를 추진하였다. 이 연구는 시설감귤 수요 예측에 의해 연차별 적정규모를 결정하고 이를 통해 시설감귤의 가격안정과 농가소득을 보호하는데 연구의 주된 목표를 두고 있다. 시설감귤 농가의 경영분석과 실태조사를 통하여 농가의 당면 문제점을 파악하고 수익성 분석 및 투자 분석을 통하여 시설감귤 농가의 경영진단과 경영지도 자료로 활용코자 하였다. 주된 생산관리 대책을 에너지 절약에 두고 극조기 가온 기술체계를 확립하였다. 또한 재배양식별 에너지 소요량을 파악하고 과실의 특성과 생육조사, 수량, 출하 가격 조사 등을 통하여 경영성과를 비교하였다. 에너지 절감을 위하여 에너지의 효율적 이용 방법, 재배기술 관리의 개선, 에너지 절약형 시설, 난방 방식의 개선 등 다각적인 대책을 강구하였다. 외국의 사례조사에서는 일본의 에너지 절약형 시설감귤 재배방법을 소개하였다. 시설감귤의 수요 예측을 통하여 연차별 적정 규모를 파악하게 되면 무분별한 재배면적의 증가를 사전에 억제하고 가격의 하락을 방지할 수 있기 때문에 농가 소득의 향상은 물론 소득의 안정

을 도모할 수 있다. 에너지 절약을 통하여 생산비를 절감하고 유류의 낭비를 막아 외화의 유출을 줄임으로써 국민경제에도 이바지 할 수 있다. 극조기 가온 기술체계를 확립함으로써 불량과일의 비율을 줄이고 고품질의 감귤을 생산케 하여 농가소득 향상에 커다란 도움이 된다. 이 연구의 결과는 감귤농가의 경영 지도와 농정의 기초자료로서 활용하였다. 이 연구에도 도출된 결과는 감귤뿐만 아니라 일반 시설원예에도 그대로 적용될 수 있다.

다. 경쟁력 강화

강수기(한국식품개발연구원) 등은 「맥반석 가공제품의 식품저장·가공 활용을 위한 기초조사 연구」(1994. 12~1995. 12)를 통해 맥반석의 흡착·여과·탈취·생리활성 기능 등 일반적으로 알려져 있는 맥반석의 효능을 과학적으로 구명하고 이의 활용방안을 제시하였다. 맥반석은 식품가공용 정수 시스템, 오폐수처리 시스템에 활용될 수 있으며 기존의 방식보다 저렴하고 효과적인 것으로 분석되었다. 맥반석을 이용하여 폐수를 처리할 경우 응집제와 중화용제로 동시에 적용할 수 있어 산업체에서 배출되는 폐수의 BOD를 상당량 줄일 수 있다. 이를 활용할 경우 농가 및 식품업체의 오폐수 처리 부담을 경감함으로써 생산물의 가격 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

곽창근(한국식품개발연구원) 등은 「태극삼 제조공정의 효율화를 통한 백삼의 경쟁력 제고방안에 관한 연구」(1994. 12~1996. 12)를 통해 태극삼의 열처리 및 건조공정을 개선하여 새로운 표준 제조공정을 개발함으로써 태극삼의 가격 경쟁력을 높이고자 하였다. 이 연구는 백삼산업의 산업구조 분석, 태극삼의 제조 기술 및 실태조사를 통해 기존 water blanching을 대체할 열처리 방법을 모색하였고 태극삼의 적정 건조율 및 건조 방법을 제시하였다. 지금까지 태극삼은 water blanching 방식으로 열처리를 함으로써 인삼 유효성분의 손실율이 컸으며 30%에 가까운 불량율을 발생하였으나 microwave를 이용한 열처리 방식을 적용할 경우 유효성분의 손실율을 감소시킬뿐만 아니라 불량율을 5% 정도로 감소시킬 수 있다. 개선된 열처리와 건조공정을 포함한 새로운 태극삼 표준 공정을 적용할 경우 기존 방식에 의한 태극삼 생산비에 비해 비용을 대폭 줄일 수 있어 새로운 방식의 경제성이 입증되었다. 표준공정을 이용한 태극삼은 기존의 가공방법에 의한 태극삼에 비해 항산화 효과와 항암 효과가 크게 증가하

였다. 개선된 단위공정을 통합하여 표준 제조공정을 개발하고 소요되는 기기 및 장비를 제시하였으며 새로운 표준공정에 의한 제품의 성분과 품질, 경제성을 분석하였다.

라. 기술협력

김운근(한국농촌경제연구원) 등은 「통일대비 동북아 농업기술협력 및 지역개발 방안에 관한 연구」(1996. 11~1998. 11)를 통해 북한 농업기술 수준과 문제점을 파악하였으며 남북한 농업기술협력, 북한 농촌 사회구조 분석, 이상적인 북한 농촌개발모형을 제시하였다. 북한의 농업기술체계는 이른바 주체농업으로 불리는 고도로 집약화된 농법이며 이는 식량자급을 달성하려는 북한의 기본적인 농정목표를 달성하기 위한 불가피한 조치이다. 그러나 이와 같은 농법은 현재와 같이 물자가 부족한 상황에서는 작동되지 않으며 지속적인 농업을 위해서도 바람직하지 않다. 이 연구를 통해 도출된 결과는 남북한 농업부문 교류협력, 통일 이후 북한지역 생산기반 정비, 농자재 공급, 생산기술의 개선과 보급 등 농업부문의 계획 수립에 유용하게 활용될 수 있다. 통일이 될 경우 이 연구에서 도출된 농촌지역개발 모형을 북한에 적용할 수 있으며 북한의 농민교육을 위한 지침서로 활용할 수 있다. 또한 극동러시에 농업개발에 대한 우리 정부와 러시아 정부사이의 농업기술협력, 경제 및 통상협력 추진시 활용하고 금후 통일 한국의 식량생산 등 농정 수립의 참고자료로 활용할 수 있을 것이며 극동러시아 농업투자 진출 기업 및 사회단체 등에 대한 현지 농업 기술교육 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

마. 기술개발 전략

국제화에 대응하여 농림기술개발 방향을 설정하는 것은 매우 중요한 과제이다. 무한경쟁시대에서 살아남을 수 있는 길은 끊임없이 기술을 개발하고 이를 통해 부가가치가 높은 농산물 생산하는 일이다. 강정일(한국농촌경제연구원) 등은 「국제경쟁력 제고를 위한 농림기술개발 정책방향」(1994. 12~1995. 7) 과제를 추진하였다. 이 과제는 현 시점에서 시급히 필요로 하는 기술개발과제의 선정과 우선순위 결정, 연구개발투자의 체계를 마련함으로써 궁극적으로 농림수산 기술개발사업의 효율성을 높이는데 목표를 두고 있다. 농림수산 기술개발

을 저해하는 요인으로서 종합적인 기술개발 정책과 방향이 설정되어 있지 않다는 것이 가장 중요하다. 연구개발에 대한 투자와 우수 연구인력의 부족도 문제점으로 지적된다. 상업용 시대를 맞아 품목별 현장 연구가 미흡하고 생산 증대 위주의 연구개발에만 치중하여 농가의 경영 목표인 수익성을 제고시키는데는 흡족치 않다.」

기술개발의 방향을 가격경쟁력과 품질경쟁력 제고에 두고 생산과정의 쾌적화를 통해 농가소득과 농가의 생활수준을 향상시켜야만 농업이 지속적으로 발전할 수 있다. 미래의 기술은 과거와 사뭇 다른 방향으로 발전, 육성되지 않으면 안된다. 농림수산물의 새로운 수요를 개발하고 생산성을 향상시키는 동시에 새로운 작물과 대체작물을 개발하며 미이용 자원의 실용화를 위하여 첨단과학기술을 실용화하는 것이 중요한 과제이다. 환경보전형 농업기술 개발하는 것은 소비자의 요구에 부응하는 길이다.

농림수산 기술개발사업의 효율적인 추진을 위해서는 기술개발의 장단기 방향을 설정하고 연구과제의 심사와 선정, 연구 부문간의 투자 우선순위 결정, 연구사업 추진상황의 지속적인 점검, 연구결과의 평가와 실용화 방안 강구가 필요하다. 이러한 업무를 효과적으로 수행하기 위해서는 연구관리를 전문적으로 수행하는 전담기구의 설립이 필요한 것으로 나타났다. 이 연구 결과를 토대로 「농림수산기술관리센터」가 1995년 설립되어 오늘에 이르고 있다. 또한 농림 기술개발정책의 심의와 중장기 기술개발 방향 정립을 위하여 「농림기술정책심의회」를 설치하고 기술개발 정책의 기본 방향 설정, 조정 및 심의, 기술개발 사업비의 배분, 기술개발사업의 평가 등 농림기술개발 정책의 최고 심의기구로 자리잡고 있다.

이승규(경상대학교) 등은 「농업기계화의 장기전망과 기계화기술 전략에 관한 연구」(1994. 12~1995. 12)를 수행하였다. 우리 나라 농업은 세계무역기구의 출범 등 외부로부터의 각종 압력과 국내소비자들로부터 안전하고 싼 농산물을 생산하라는 내부적 압력을 동시에 받고 있다. 이를 위해서는 농업구조개선이 필수적인데 농업구조개선은 농업기계화와 자동화가 기본 전제가 되어야 한다. 이 연구는 농업기계화 및 시설자동화 등의 사업 추진 과정에서 발생하는 문제점을 최소화하고 경쟁력 있는 농업으로 육성하기 위한 중장기적 기계화 기술개발 전략을 수립하는 데 목표를 두고 있다. 이 연구는 지금까지 발표된 국내

외 자료 조사와 미국, 일본, 네덜란드, 덴마크, 독일, 프랑스 등의 대학, 연구소, 관련단체, 농기계 제작회사, 농가 등을 직접 방문 조사하여 입수한 자료들을 분석하였다. 분석에 포함된 작목은 수도작, 전작(보리, 감자, 고구마, 배추, 무, 양파, 고추, 마늘), 시설원예(상추, 오이, 토마토, 수박, 화훼), 과수(사과, 배, 감귤), 축산(젖소, 양돈, 양계), 버섯 등이었으며 수확 이전과 수확 이후 작업을 별도로 분리하여 분석하였다. 주요 작목의 수확 전후 작업에 대하여 새로운 농업기계의 개발과 보급을 전제로 설정된 방향에 따라 단계별, 경영규모별로 적정 일관 기계화 작업체계와 모형을 개발하였다. 특히 노동력 부족에 대한 대응과 생산비 절감을 위해서는 종래의 작업순서, 작업방법 등을 재검토하여 기계의 범용 가능성이나 복수 작업의 동시 공정화 가능성도 재검토하여야 하며, 작업의 기계화 적응성이나 새로운 재배방식 등도 도출할 필요가 있다는 결론을 얻었다.

2. 연구 성과가 농업에 미치는 파급효과 분석

가. 연구환경적 측면

1994년부터 추진되기 시작한 농림기술개발사업은 농업분야의 연구환경을 획기적으로 개선하는 역할을 하였다. 특히 농업경영 분야는 그 전까지 특별한 연구비 재원이 마련되어 있지 않았던 터이라 농림기술개발사업에 의한 기술개발 자금은 매우 귀중한 것이었다. 초창기에는 농업경영 연구에 대한 연구비 지원 규모가 미미하였으나 점차 이 분야 연구의 중요성이 인식되면서 연구비 비중이 증가하게 되었다. 사업 초기에는 이 분야 연구에 대한 농업인들의 요구가 매우 컸음에도 불구하고 정책당국자들의 인식 부족으로 연구비 배분 비율이 매우 낮았으나 농가 경제의 어려움을 돌파하고 농가소득을 안정시키기 위해서는 농업경영 분야의 연구가 매우 중요하다는 것을 깨닫기 시작하면서 연구비 배분 비율이 점차 증가하기 시작하여 이제 전체 연구비의 5%에 도달하게 되었다.

농업경영 분야의 연구비 배분이 증가하면서 연구자들의 연구 참여 기회 증대는 물론 대학원생 등 인력 양성 효과도 크게 나타났다. 그 전까지 농업경제

학과 등 관련 학과의 대학 및 대학원 졸업생들은 졸업 전 실증 연구에 참여할 기회가 많지 않았으나 농림기술개발사업의 추진 이후 연구 참여기회가 대폭 증가되었다. 이 결과 졸업생들 논문의 질적 수준이 크게 향상되는 결과로 이어지게 되었다. 논문의 주제에 있어서도 주로 이론적인 연구 또는 2차 자료를 분석하는 수준에서 현실에 바탕을 둔 조사 연구가 눈에 띄게 증가하였다.

한편 농림기술개발사업은 이 분야 연구자들에게 현장 연구를 할 수 있도록 많은 기회를 제공하였으며 연구 장비의 개선에도 큰 기여를 하였다. 사회과학 연구는 현장 확인이 매우 중요한데 조사 여비 등 연구비가 지원되지 않을 경우 현실 문제를 해결하는데 제한을 받을 수밖에 없다. 그리고 좋은 자료를 입수하더라도 이를 분석하기 위한 하드웨어나 소프트웨어가 확보되지 않으면 좋은 결과를 도출할 수도 없다. 이 점에서 농림기술개발사업은 장비의 현대화와 분석도구의 확보에도 많은 기여를 한 것으로 평가할 수 있다.

나. 학문적 측면

농림기술개발사업이 관련 분야의 학문 발전에 기여한 점은 먼저 분석 방법의 다양화라고 할 수 있다. 그 전까지만 해도 체표분석에 의존하거나 컴퓨터를 이용한 수리계획 또는 회기분석에 의존하던 것이 시뮬레이션, 일반균형모델의 적용 등 보다 다양한 방법을 적용하게 되었다. 자료 수집방법에 있어서도 주로 2차 자료를 사용하는 수준에 그치던 것이 현장 조사를 통한 일차 자료의 활용, 텔파이 기법의 도입 등 다양한 방법을 적용하는 계기가 마련되었다.

더욱 중요한 점은 지금까지 농업경영 연구는 주로 사회과학자들이 단독으로 수행하였던 것이 일반적이었으나 농림기술개발사업이 현장 문제를 해결하는데 초점을 둠으로써 자연과학자와 사회과학자들의 학제적 연구를 가능케 하였다는 것이다. 외국의 예를 보건 데 서로 다른 학문분야의 연구자들이 공동으로 연구에 참여할 경우 현실 문제를 해결하는데 훨씬 효과적이라는 견해가 지배적이다. 농림기술개발사업은 농업 문제의 해결을 위해 관련 분야 전문가들이 함께 지혜를 짜낼 수 있는 기회를 제공하였다는 점에서 매우 긍정적으로 평가할 수 있다.

3. 연구성과의 국가 경제적 파급효과 분석

농업경영 연구의 성과가 곧 바로 경쟁력 향상으로 이어지기를 기대하기는 곤란하다. 사회과학 연구의 특성상 한 연구 결과는 다른 여건을 바탕으로 도출된 상반된 연구 결과와의 끊임없는 비교를 통해 바람직한 방향으로 정책을 수정하도록 요구하게 되며 이러한 과정의 반복을 통하여 제도의 개선과 농민들의 경영 마인드 변화를 유도하게 된다. 따라서 자연과학 연구에 비해서 연구결과의 활용에 더 많은 시간이 소요되기 마련이다.

특히 강정일(한국농촌경제연구원) 등에 의한 「국제경쟁력 제고를 위한 농림기술개발 정책방향」(1994. 12~1995. 7) 과제는 처음부터 연구 개발 목표가 명확히 설정되어 있었기 때문에 연구 결과는 곧바로 정책화되어 농림기술개발사업에 활용되었다는 점에서 매우 이례적이다. 연구관리의 합리화를 통한 연구비의 절감, 연구관리 방법의 개선을 통한 연구의 활용도 제고, 연구의 우선순위 설정을 통한 연구비의 효과적 집행 등 국가 경제 차원에서 커다란 성과를 거둔 것으로 평가할 수 있다.

농업경영 연구는 기본적으로 농가의 수익성을 제고하고 소득의 불안정을 해소하는데 중요한 목표를 두고 있다. 농림기술개발사업을 통해 수행된 농업경영 분야의 연구는 이러한 점에서 적지 않은 성과를 거둘 것으로 기대된다. 연구 결과가 가시적으로 농업경영에 적용된 사례를 제시하기는 곤란하지만 연구 결과가 농정의 변화를 통하여 농업인들의 경영에 간접적으로 영향력을 행사하고 있다는 점은 농업의 경쟁력 향상과 농민소득의 향상과 안정화를 위해 기여한 것으로 평가된다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 농업경영 분야의 기술개발 방향

농업경영 분야의 기술개발은 크게 개별 농가의 경영 문제와 국가 차원의 경

제 문제라는 두 가지 방향으로 구분된다. 개별 농가의 경영 문제는 수익성이 우선적으로 고려되어야 한다. 개별 농가가 처한 상황이 서로 다르고 농가의 경영목표가 서로 다르기 때문에 똑같은 기준을 적용하기 어렵고 전국의 농민들을 동일한 집단으로 생각할 수도 없다. 따라서 개별 농가의 경영 문제는 우선 문제의 소재를 파악하는 과정에서 어디까지 동일한 집단으로 묶을 것인가를 명확히 설정하고 해결책을 강구하는 노력이 필요하다. 흔히 과제의 선정과정에서 연구범위를 확대하는 것이 유리한 점이 있기 때문에 자칫 주제를 명확히 설정하지 못하는 사례가 많다. 또한 선정된 과제의 조정과정에서 유사한 성격의 과제를 통합하여 초점을 흐리게 하는 우를 범하기 쉽다. 따라서 개별 농가의 경영 문제는 가능하면 범위를 축소하여 매우 한정된 유사 집단만을 분석대상으로 설정하고 철저하게 현장 중심의 문제해결 방안을 도출해야만 활용도를 높일 수 있다. 국가 차원의 경제문제는 효율보다는 계층간, 지역간 균형 또는 형평성이 더욱 중요할 때가 많다. 이제 농업에 있어서도 지역농정의 중요성이 점차 커지고 있는 만큼 지역농정의 효과적으로 추진하고 농촌발전을 도모할 수 있는 연구 수요가 증가하고 있다.

한편 사회가 점차 다양화하고 복잡해지면서 문제 해결을 위한 방안도 어느 한 측면에서만 접근할 경우 실패할 가능성이 훨씬 높다는 것이 선진국의 경험을 통해 익히 알고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안이 바로 서로 다른 분야간의 공동 연구이다. 기술개발은 그 자체로서 의미를 갖기는 어렵다. 특히 농업 연구는 현실 문제를 해결하는 데 초점이 두어져야 하기 때문에 기술개발에 앞서 개발코자 하는 기술의 경제성과 활용가능성을 평가하는 것이 중요하다. 물론 평가과정에서 이러한 점이 충분히 고려되겠지만 가능하면 자연과학과 사회과학 전문가들의 공동 연구를 통해 이러한 문제를 상당 부분 해소할 수 있다.

농업경영 연구에서 아직까지 소홀히 다루어지고 있는 부분은 경영상의 위험을 줄이기 위한 방안 도출이 약하다는 점이다. 대부분의 연구가 경영성과의 극대화에 초점을 맞추고 있으며 농가 소득의 안정이라든가 가격 안정을 위한 구체적인 방안 연구는 미흡한 실정이다. 미래의 농업경영은 생산성 향상이나 소득 증가 못지 않게 위험을 회피하여 안정된 소득을 확보하는 일이다. 이러한 연구를 추진하기 어려운 이유중의 하나는 가용한 자료의 축적이 미흡하기 때

문이기도 하지만 자료의 성격에 따른 분석법이 충분히 활용되지 못한데도 그 원인이 있다. 선진국에서는 이미 다양한 방법론의 개발을 통하여 위험관리(risk management)를 위한 연구가 활발히 추진되고 있기 때문에 이미 개발된 방법론을 적용하기 위한 자료의 확보 및 구축에 좀 더 신경을 쓴다면 이 분야의 연구가 더욱 활성화 될 수 있다.

농업경영 연구에서 가장 큰 문제가 되는 것은 비현실적인 방안의 도출이다. 이는 현실에 바탕을 둔 자료를 이용하지 못한 탓도 있고 적절하지 못한 분석법을 적용하였거나 분석 결과를 잘 못 해석하여 생기는 문제 등 다양한 원인이 있다. 이러한 문제점을 조금이나마 완화하기 위해서는 가능하면 농가조사 등을 통하여 문제를 명확하게 파악하고 현실 자료를 바탕으로 분석하는 것이 중요하다. 농정과 관련된 국가 단위의 정책과제인 경우 농업 현실에 대한 균형 있는 시각을 견지하는 것이 매우 중요하다. 이런 경우에는 부분적인 농가조사 결과만을 이용할 경우 편향된 정책대안을 제시하는 우를 범할 가능성이 매우 높다. 따라서 과제의 성격과 범위를 명확히 설정하고 이에 상응하는 자료수집 방법이나 분석법을 채택하는 것이야말로 보다 현실적인 방안을 도출하는 길이다. 또한 연구 결과에 대해서는 반드시 검증을 거치는 것이 필요하며 이는 다양한 분야의 경제 주체들의 의견을 청취하고 예상되는 문제점을 미리 파악함으로써 정책 활용도를 높일 수 있다.

2. 향후 연구개발 과제

WTO체제 출범 이후 농업경쟁력 향상은 우리 나라 농업의 생존과 발전을 위한 핵심적인 과제였다. 농림기술개발사업의 추진 이후 과제 선정의 일차적인 기준은 농업분야의 경쟁력을 향상시키고 농가소득을 향상에 있다고 해도 과언은 아니었다. 이제 본격적인 2차 무역자유화 협상의 개시에 앞서 우리 농업의 경쟁력을 다시 한번 점검해 보고 대비해야 할 시점이다. 지금까지의 연구는 주로 개별 기술의 개발에 치중하였지만 이제 개별 기술개발보다는 개발된 기술을 종합적으로 적용하여 농업 경쟁력을 더욱 향상시키는 노력이 필요하다. 이를 위해서는 우리와 경쟁 관계에 있는 국가들의 농업 상황을 치밀하게 파악하고 우리와 비교·분석하는 작업이 추진되어야 한다. 또한 우리가 경쟁력을 확

보할 수 있는 분야를 파악하고 이를 발전시키기 위한 데 노력을 집중해야 할 것이다. 이러한 작업이 경우에 따라서는 품목 단위로 추진될 수도 있고 지역간의 비교를 통해 추진될 수도 있을 것이며 생산주체간의 역할 분담을 통해 경쟁력을 확보할 수도 있다. 경쟁력은 생산단계에서만 아니라 유통, 가공, 소비단계에 이르기까지 종합적인 경쟁력 향상으로 이어져야 의미가 있다.

경제가 더욱 복잡해지고 농산물 소비패턴의 변화와 정보화의 진전에 따라 농산물 유통의 개념이 변화하고 있다. 과거 전통적인 도매시장 중심의 유통체계에서 벗어나 물류센터를 중심으로 하는 신물류·신유통이라는 이름의 새로운 유통 개념이 정립되었다. 이러한 시대적 요구에 부응하기 위해서는 농산물 거래의 표준화, 상하차 및 입고의 기계화, 저온 유통체계의 확립, 전자상거래, 예약 수의거래, 선물거래의 도입에 대비한 초고속통신망의 확충 도매시장간 전자경매시스템 등을 추진하기 위한 방안이 마련될 필요가 있다. 소비자의 다양한 기호에 부응하고 고품질의 차별화 된 생산체계를 확립하며 검역 및 위생, 식품의 안전성을 포괄적으로 다룰 수 있는 유기적인 식품공급체계를 마련해야 할 것이다. 농산물의 수요를 개발하는 것은 매우 중요한 과제이다. 외식수요의 증가에 대응하기 위한 방안 마련과 대형외식업체와의 산지 직거래 촉진 방안, 농업관련산업의 연관 효과를 극대화하기 위한 종합적인 대책을 연구할 필요가 있다.

국민들의 환경에 대한 관심은 계속 높아지고 있다. 지금까지의 환경관련 연구는 주로 환경정책과 관련된 기초연구 수준에 머물러 있었다. 이제 환경 관련 조사 자료가 축적되고 있어 지역단위의 좀 더 구체적인 환경연구를 수행할 수 있는 여건을 갖추게 되었다. 그리고 환경관련 연구도 크게 증가하여 시험자료도 많이 축적되었다. 따라서 구체적인 환경 관련 자료를 바탕으로 심도있는 환경연구가 요청된다. 특히 OECD에서는 회원국들에 대하여 매우 구체적인 환경지표를 개발토록 요구하고 조만간 정기적인 자료 제출을 의무화할 가능성이 높다. 따라서 외부에 제출할 자료로서뿐만 아니라 국민들의 알 권리를 충족시켜 준다는 의미에서도 기초적인 지표를 완비해 나갈 필요가 있다. 우리는 농업부문의 환경 문제를 다루면서 농업의 긍정적인 측면만을 강조해왔다. 그러나 농업은 환경에 대해 긍정적인 측면만이 있는 것이 아니라 부정적인 측면도 있기 때문에 이 부분에 대해서도 투명하게 밝히고 환경에 대해 부정적인 효과를

최소화하기 위한 대책을 수립해야 할 것이다. 최근 국제간에 유전자조작 농산물(GMO)의 거래를 둘러싸고 마찰을 빚고 있다. 유전자 조작 농산물이 인체에 미치는 효과에 대하여 정확한 실상이 밝혀져 있지 않기 때문에 구체적인 분석이 불가능하지만 향후 자연과학적인 연구 결과가 축적될 경우 경제적인 효과에 대해서도 구명할 필요가 있다.

제 2 절 생산정보화

I. 생산정보화분야의 국내외 연구동향

1950년대 이후 미국을 비롯한 선진국에서는 조직들에서 컴퓨터를 기반으로 한 경영 정보 시스템의 사용이 크게 증가하였다(Gorry & Morton, 1971). 그러나, 일반적으로 정보 시스템 개발 프로젝트는 5%만이 제대로 완성, 운영되고 나머지 95%는 재개발을 해야하거나, 버려지거나, 아예 완성조차 되지 않는다(Taylor, 1990). 최근 국내에서 농업 관련 정보의 수요가 증가하면서, 농업관련 정보 시스템의 개발에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있어(강효석, 1996) 농업 관련 기관이나 사료회사, 일부 민간 소프트웨어 개발업체들에 의해 여러 종류의 농업 경영 정보 시스템들이 개발되기 시작하여 보급되었으나 현업에서의 활용도는 대단히 낮다(최영찬, 1991; 최연호, 1995). 이 보고서는 농업생산관련 경영정보시스템 개발에 있어 개발된 정보시스템이 생산 현장의 요구를 잘 충족시켜, 경쟁력을 향상할 수 있도록 하는 방안을 제안한다.

1. 선진국의 연구동향

과거의 생산관련 정보시스템들은 하나의 프로시저로만 수행될 수 있었으며, 적은 수의 프로그래머들간의 커뮤니케이션만으로도 충분히 해결 가능하였다. 그러나, 생산현장의 요구사항이 증가함에 따라 정보시스템의 질적, 양적 크기가 크게 증가하였다. 더불어, 정보시스템 개발에 투입되는 인원의 수가 크게 증가하였고, 개발기간도 1년이 넘는 장기간 개발 프로젝트들이 주류를 이루게 되었다(Taylor, 1990). 이렇게 규모가 커짐에 따라 과거의 소수 프로그래머들으로써만 진행되던 과거의 정보시스템 개발법이 적절하지 않게 되었고, 새로운 개발 방법에 대한 연구가 급속히 증가하였다.

생산관련 정보시스템들은 대부분 입력받은 데이터를 저장하고 이것을 적절히 가공하여 출력하는 형태를 가지고 있는데, 이는 데이터베이스를 기반으로

하고 있다는 것을 의미한다. 특히, 관계형 데이터베이스의 등장과 함께 생산현장의 복잡한 요구사항을 정보시스템에 적절히 반영하기 위한 시스템 분석 및 설계방법에 대한 연구가 1970년대 이후 1990년대까지 주를 이루게 되었다. 많은 연구들은 정보시스템 개발의 성패는 시스템 분석 및 설계 방법에 달려있다고 지적하고 있으며, 장기간 개발 프로젝트에 적절한 기능화되고 분화된 개발 단계들을 제시하고 이를 ‘시스템 개발 생명 주기’라 하였다.

<그림 11-1>은 주요 연구들이 제안하는 시스템 개발 생명 주기이며, 각 생명 주기 하단의 굵은 선은 개발단계에 있어 ‘시스템 분석 및 설계’ 단계를 나타낸다. <그림 11-1>에서 나타난 바와 같은 시스템 분석 및 설계 단계는 정보시스템개발 전체 단계에 있어서 비교적 전반부에 위치하고 있으며, 시스템 분석 및 설계의 결과는 최종 개발될 정보시스템의 형태를 결정짓게 된다. Laudon, K. C.와 Laoudon, J. P.(1996)는 시스템 분석이란 조직이 정보 시스템을 통하여 해결하고자 하는 문제들에 대한 분석이라고 정의하고 있다. 시스템 분석은 문제 정의, 문제 원인 규명, 해결방안 상세화, 시스템이 해결해야할 정보 요구 분석 등으로 구성되어 있으며, 정보 시스템을 개발하는데 있어서 가장 중요한 점은 시스템 분석가가 현존하는 조직과 시스템에 대해 충분히 이해하고 있어야 한다고 하였다. 시스템 설계는 시스템 분석으로 정의된 정보 요구를 시스템이 어떻게 만족시킬 것인가에 대한 상세화라고 정의하고 있다. 즉, 시스템 설계는 시스템 분석에서 추상화된 현실세계를 시스템에 반영시키기 위한 다소 기계적인 과정이라고 봤을 때, 사용자 정보 요구를 정의하는 시스템 분석의 중요성이 대단히 강조된다.

한편, Davis(1982)는 시스템 분석에 있어 사용자 정보 요구를 어떻게 추출해 낼 것인가에 대한 명확한 방안을 제시했고, Davis의 연구 이후 현재까지 사용자 정보 요구를 더욱 효율적으로 추출해 내는 방법에 대해 많은 연구가 있어 왔다.

최근에는 더욱 발전된 형태의 개발방법으로써 원형개발법(Porototyping)이 제안되었고, 객체지향개발법과 CASE(Computer-Aided System Engineering)를 이용한 개발법이 일반화 되고 있는 추세이다. 이러한 개발법들은 단독적으로 쓰이기보다는 여러 제안된 개발법들을 함께 혼용하여 사용함으로써 생산현장에서의 요구를 적절히 반영코자하는 노력이 계속되고 있다.

<그림 11-1> 시스템 개발 생명주기와 시스템 분석 및 설계 단계

시스템 개발 생명주기						
At	입문		개발		구현	작동 및 유지
Tr	요구분석	논리적 설계	사용 최적화	데이터 분산	로컬 스키마 및 물리적 설계	데이터 베이스 구현, 모니터링 및 수정 보완
WB B	시스템 계획	시스템 분석	시스템 설계	시스템 구현	시스템 지원	
LL	시스템 분석	시스템 설계	프로그래밍	테스트	컨버전	생산 및 유지

주) At - Alter, S.(1992)의 연구

Tt - Teorey, J. T.(1994)의 연구

WBB - Whitten, J. L., Bentley L. D., Barlow, V. M.(1994)의 연구

LL - Laudon, K. C., Laudon, J. P.(1996)의 연구

가장 최근에는 ERP 패키지를 이용한 획기적인 개발방법이 제안되어 개발 기간을 크게 단축시키고, 조직의 구조조치 효율적으로 개편시키는 방법이 많이 사용되고 있다.

이러한 새로운 개발방법들도 역시 효율적이고 정확한 시스템 분석 및 설계에 초점을 맞추고 있으며, 개발 단계에서 주요 설계가 되는 다이어그램들을 만들어 내어 지속적으로 검증할 것을 공통적으로 제안하고 있다.

2. 국내의 연구동향

국내 농업 분야에서 생산정보관련 정보시스템 개발은 최근 농업 관련 정보의 수요가 증가하면서, 농업생산관련 정보시스템의 개발의 시도가 있지만 실제 현장에서는 잘 활용되지 않는다. 문정훈과 최영찬(1999)은 농업 정보 시스템들이 현장에서 제대로 사용되지 않는 이유로 검증된 개발절차와 방법으로 사용자의 정보 요구 분석을 제대로 하지 않아 정보 시스템 개발 시 추상화 작업 과정에서 오류를 범하고 있기 때문이라고 파악하였고, 최영찬(1996)은 시스템 개발이 생산 농가의 요구, 경험, 기록 기술 등을 토대로 이루어지기보다는 개

발자 중심으로 이루어지는 경우가 많아 현장 적응성과 효용성이 떨어지는데 있다고 하였다.

국내 농업생산관련 정보시스템 개발 분야에 있어서 개발법에 대한 연구는 단 한편뿐이며, 개발 현장에서는 아직도 프로그래머 중심의 주먹구구식의 개발이 성행하고 있다. 문정훈 외 2인(2000)은 국내 농업생산관련 정보시스템 개발에 관한 문제점으로 사용자 중심의 정보 시스템 개발을 위한 정보 요구 분석이 미비하며, 생산현장 중심의 정보 수집이 제대로 이루어지지 않고 있고, 검증된 시스템 분석 및 설계 방법이 적용되고 있지 않고, 사용자 인터페이스가 난해함을 지적하고 있다. 문정훈 외 2인(2000)은 사용자 요구 분석 방법에 초점을 맞추고 있는데, 첫째, 사용자와의 면담을 통한 정보 요구 분석을 수행하여야 하고, 둘째, 외국이나 국내 타기관, 또는 조직 내에 현존하고 있는 정보시스템의 분석, 셋째, 업무 프로세스를 비롯한 조직 시스템에 대한 분석과 농업 시스템의 특징에 대한 이해, 넷째, 프로토타이핑 기법의 도입 등 지속적인 사용자로부터의 정보 요구 분석, 다섯째, 그래피컬한 다이어그램을 이용한 사용자에게 대한 친밀한 접근과 피드백, 여섯째, 정보 요구 사항에 대한 체계적인 관리, 일곱째, 정보 요구 조사 및 분석에 있어 전문적인 농업 시스템 분석가의 투입 및 양성을 제안하고 있다.

한편, 한국 전산원에서는 정보시스템 개발 프로젝트를 관리하기 위하여 표준 감리 규정을 마련하였는데, 이 규정은 외국의 1980년대 개발법에 의거하여 작성되어 있어 현실에 잘 맞지 않는 경우가 많고, 정보시스템이 생산현장에 주는 만족보다는 보고서 산출 위주의 감리 규정이다. 정보시스템 개발에 있어 전산원 감리규정에서 요구하는 보고서의 종류는 160여 종류로 전산원 감리 하의 정보시스템 개발은 정보시스템 개발 그 자체보다, 보고서 산출 작업에 더 많은 노력을 투자하여야 한다는 불만이 많다. 한편, 농업생산관련 정보시스템 개발에 관한 자체 감리 규정은 존재하고 있지 않아 개발된 농업생산관련 정보시스템의 효용성에 대해 적절한 평가를 내릴 수 있는 기준이 없는 실정이다.

II. 생산정보화분야의 연구성과 및 파급효과

1. 조사 도구

농업생산관련 정보시스템 개발은 대부분 데이터베이스 설계에 기초하여 개발되어지는데, 이 데이터베이스 설계는 현실 세계의 추상화 작업으로 이루어진다.

<표 11-1> 15개 항목의 조사 도구

순번	항 목	관 련 연 구
1	구조화된 개발법 채택 여부	문정훈&최영찬(1999), Alter(1992), Laudon&Laudon(1996), Whitten, et al(1994)
2	사용자 면담 조사 여부	문정훈 외 2인(2000), Darke&Shanks(1997), Davis(1982), Nature team(1996), Pohl(1994), Uetake&Nagata(1998), Whitten, et al(1994)
3	현존하는 여타 정보 시스템 분석 여부	문정훈 외 2인(2000), Davis(1982), Laudon&Laudon(1996), Whitten, et al(1994)
4	현재 업무 프로세스 및 시스템 분석 여부	문정훈 외 2인(2000), Darke&Shanks(1997), Davis(1982), Lin&Ho(1999), Nature team(1996), Whitten, et al(1994)
5	사용자의 정보시스템 개발에 대한 지속적 참여 여부	최영찬(1996), 문정훈 외 2인(2000), Beynon-Davies, et al(1999), carroll, et al(1999), Davis(1982), Hunton&Beeler(1997), McKeen&Guimaraes (1997), Nature team(1996), Pohl(1994), Satzinger&Olfman(1998)
6	사용자 요구 조사 명세화 및 체계적 관리 여부	문정훈 외 2인(2000), Lin&Ho(1999), Uetake&Nagata(1998)
7	시스템 분석가의 개발 참여 여부	문정훈 외 2인(2000), Darke&Shanks(1997), Kim&March(1995), Laudon &Laudon(1996), Pohl(1994), Whitten, et al(1994),
8	CASE 사용 여부	문정훈 외 2인(2000), Maansaari&Iivari(1998), Laudon&Laudon(1996),
9	프로세스 모델 포함 여부	Darke&Shanks(1997), Laudon&Laudon(1996), Page-Jones(1988), Whitten, et al(1994)
10	데이터 모델 포함 여부	Chen(1976), Hull&King(1987), Kim&March(1995), Laudon&Laudon (1996), March(1992), March, et al(1986), McKeen&Guimaraes(1997), Peckham&Maryanski(1988), Whitten, et al(1994)
11	그래피컬한 다이어그램을 이용한 사용자 검증 여부	문정훈 외 2인(2000), Darke&Shanks(1997), Kim&March(1995), March(1986), March, et al(1992), Nordbotton&Crosby(1999), Page-Jones(1988), Pohl(1994),
12	사용자에 대한 베타 테스트 및 추가 요구사항 반영 여부	Davis(1984), Laudon&Laudon(1996), Whitten, et al(1994)
13	사용자 정보 만족도 테스트 여부	문정훈(1999), Baroudi&Orlikowski(1988), Ives, et al(1983),
14	보급 및 교육계획 여부	천우영(1999), 최영찬(1999)
15	지속적인 A/S계획 포함 여부	최영찬(1999), Laudon&Laudon(1996), Whitten, et al(1994)

추상화 작업을 포함하여 정보시스템의 개발은 여러 단계를 가지며, 올바른 방법과 단계를 거쳐서 개발된 정보시스템은 생산현장에 높은 정보 만족도를 제공할 것이다(문정훈&최영찬, 1999). 이에 이 보고서는 ARPC에서 수행되었던 데이터베이스를 기반으로 한 여덟 개의 농업생산관련 정보시스템개발 프로젝트의 성과를 분석하기 위하여 열다섯 가지의 항목을 적용시켰다. 그 항목들은 최근 정보시스템 개발방법에 대한 여러 연구들이 지적하고 있는 것으로 <표 11-1>과 같다. 이 열 다섯 가지 항목은 임의적으로 조합된 것으로 정보시스템의 질을 확고히 결정지을 수 있는 절대적 판단기준은 아니다. 그러나, 최근 연구들이 지적하고 있는 주요 사안들이 포함되어 있으므로 이 열 다섯 가지 항목을 모두 만족시키는 정보시스템 프로젝트는 그렇지 않은 정보시스템 프로젝트에 비해 생산현장에 더 큰 정보 만족을 줄 것이다.

2. 조사 결과

이 조사는 여덟 개의 개발 프로젝트의 최종 결과 보고서를 검토하면서 각 항목들을 적용시켜 점수를 부여하는 방법으로 진행되었는데, 그 결과는 <표 11-2>와 같다.

첫 번째로 검증되고 구조화된 개발법을 채택하고 있는 지를 조사하였다. 구조화되고, 검증되고 구조화된 개발법을 채택하였음이 분명히 나타나 있고, 그 단계에 따라 수행했을 경우 A를 부여하였다. 검증되고 구조화된 개발법을 채택하되, 그 단계에 따라 수행함이 제대로 드러나 있지 않거나, 검증되지 않은 방법을 사용한 경우 B를 부여하였다. 개발법에 대해 전혀 언급되어 있지 않은 경우 C를 부여하였다. 조사 결과 두 개의 프로젝트만이 검증되고 구조화된 개발법을 채택하였고 여섯 개의 프로젝트는 올바른 개발법을 채택하지 않았다. 이는 개발 과정에 있어서 오류가 발생할 경우, 그것을 제대로 검증할 수 없음을 의미한다. 정보시스템의 개발 초기 단계시 발생하는 중요 오류를 즉각 감지하지 못하고 차후에 발견하게 되면 나중에 수정이 불가능해지는 경우가 많아 처음부터 다시 시작하여야 하게 된다. 이는 비효율적이며 추가적인 비용이 투입됨을 의미한다.

두 번째로 사용자 면담 조사 여부를 조사하였다. 많은 연구에서 사용자의 정보 요구사항을 수집하기 위하여 사용자와의 면담을 제안하고 있다. 최종 결과 보고서에 사용자와의 면담 일지가 포함되어 있고 그 내용이 충실히 기록되어 있으면 A를 부여하였다. 단순히 면담을 했다는 사실만 나와 있으면 B를 부여하였고, 전혀 언급이 없는 경우 C를 부여하였다.

<표 11-2> 최종 결과 보고서 조사 결과 (항목별)

순번	항 목	척도별 프로젝트 수				
		A	B	C	해당 없음	계
		Y		N		
1	구조화된 개발법 채택 여부	2	2	4	0	8
2	사용자 면담 조사 여부	1	6	1	0	8
3	현존하는 여타 정보 시스템 분석 여부	3	1	4	0	8
4	현재 업무 프로세스 및 시스템 분석 여부	3	2	3	0	8
5	사용자의 정보시스템 개발에 대한 지속적 참여여부	1	1	6	0	8
6	사용자 정보 요구의 명세화 및 체계적 관리 여부	2	2	4	0	8
7	시스템 분석가의 개발 참여 여부	1	2	5	0	8
8	CASE 사용 여부	0		7	1	8
9	프로세스 모델 포함 여부	2	2	4	0	8
10	데이터 모델 포함 여부	3	1	4	0	8
11	그래피컬한 다이어그램을 이용한 사용자 검증 여부	1		7	0	8
12	사용자에 대한 베타 테스트 및 추가 요구사항 반영 여부	1	1	6	0	8
13	사용자 정보 만족도 측정 여부	0	1	7	0	8
14	보급 및 교육계획 여부	1	1	6	0	8
15	지속적인 A/S계획 포함 여부	0	0	8	0	8

조사 결과 단 하나의 프로젝트만이 A를 획득하였으며, 하나의 프로젝트는 전혀 사용자들과 면담을 하지 않은 것으로 나타났다. 생산현장의 사용자와의 면담이 충분하지 않으면 생산현장에서의 정보요구를 제대로 파악할 수 없고, 이런 경우 개발 완료 후 현장 적응성에 문제가 발생할 가능성이 많다. 대부분의 프로젝트는 사용자와의 면담을 제대로 기록하지 않음으로써, 사용자 위주의 개발이 아닌 개발자 위주의 개발을 수행하였음이 나타났다.

세 번째로 현존하는 정보시스템 분석 여부를 조사하였다. 많은 연구들은 정보시스템 개발 프로젝트 초기 단계에서 해당 조직과 유사한 외국이나 국내 타 기관의 농업 정보 시스템, 또는 해당 조직에 현존하고 있는 정보 시스템에 대한 철저한 분석을 제안한다. 이러한 분석을 통해 해당 조직의 정보 요구와 문제점을 비교 파악할 수 있다. 국내외의 현존하는 관련 정보시스템 종류와 문제점 등을 명확히 조사한 경우 A를 부여하였다. 국내외의 현존하는 관련 정보시스템을 단순히 언급만 하고 분석을 제대로 하지 않은 경우 B를 부여하였으며, 전혀 언급이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 세 개의 프로젝트가 A를 획득하였으나, 관련 정보시스템에 대한 조사가 전혀 없는 경우가 네 건이나 되었다. 이는 중복된 개발 프로젝트를 수행할 가능성이 있고, 더 확장된 기능의 정보시스템을 개발할 수 있는 여지를 없애는 것을 의미한다.

네 번째로 개발 대상인 생산현장 및 조직의 업무 프로세스 분석 여부를 조사하였다. 이를 수행함으로써 현재 운용되고 있는 조직의 특징을 명확히 파악할 수 있다. 농업생산관련 조직의 업무 프로세스는 작목별로 큰 차이가 나므로 수시 현장 방문을 통해 업무 프로세스를 파악하여야 할 것을 선행 연구들은 제안하고 있다. 업무 프로세스 분석하고 그 특징과 문제점 및 해결방안 등을 명확한 경우 A를 부여하였다. 업무 프로세스 분석이 이루어졌으나 미비한 경우 B를 부여하고, 전혀 언급이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 세 건이 A를 획득하고 두 건이 B를 획득함으로써 상기 세 가지 항목에 비해 비교적 좋은 결과를 나타내었다. 그러나 세 건의 프로젝트가 업무 프로세스에 대한 언급이 전혀 없었고, 업무 프로세스의 특징과 문제점을 명확히 규명하지 않으면 적절한 정보시스템을 개발할 수 없다.

다섯 번째로 사용자의 개발에 대한 지속적 참여 여부를 조사하였다. 이는 원형개발법(Prototyping)을 주로 의미하는데, 선행 연구들은 사용자의 지속적인

개발 과정에서의 참여는 개발될 정보시스템이 제공할 정보의 만족도를 높혀 준다고 하였다. 프로토타입을 이용하여 지속적인 사용자의 요구 사항을 수집하고 그것을 충분히 반영시킨 경우 A를 부여하였다. 사용자의 지속적인 참여가 미비하거나 요구 사항이 충분히 반영되지 않은 경우 B를 부여하고, 이러한 과정이 전혀 언급되어 있지 않은 경우 C를 부여하였다. 조사결과 한 건만이 지속적인 사용자의 참여가 있었다. 이는 현장 중심이 아닌 개발자 편의 위주의 정보시스템 개발을 의미한다. 생산 현장에서의 요구 사항을 받아들이며 지속적으로 수정 보완해 나감으로써 사용자 친화적인 인터페이스 및 기능들을 구현할 수 있다. 생산현장에서의 요구는 계속 변하고, 새로운 정보 요구가 나타날 수도 있으므로 정보 요구 분석을 시스템 개발에 있어 초기에만 수행하는 것이 아니라 지속적인 사용자 참여를 통한 정보 요구 분석의 수행이 필요하다. 이는 시스템 개발이 완료된 후 유지 보수 기간에도 적용되어야 한다.

여섯 번째로 수집된 사용자 정보 요구 사항들의 명세화 및 체계적 관리 여부를 조사였다. 최근 연구들은 사용자 정보 요구의 수집 방안뿐만 아니라, 수집된 사용자 정보 요구의 체계적 관리를 제안하고 있다. 수집되고 분석된 정보 요구는 명세화하여 시스템 개발에 있어서 꾸준히 참조되어야 하며, 정보 요구들 간의 관계를 밝혀서 중복되거나 상치되는 일이 없도록 하여야 한다. 수집된 사용자 정보 요구를 명세화하고 체계적으로 관리한 경우 A를 부여하고, 미비한 경우 B, 전혀 언급이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사 결과 네 건의 프로젝트가 수집된 사용자 정보 요구를 제대로 관리하고 있지 않았음이 나타났다.

일곱 번째로 시스템 분석가의 시스템 분석 활동 여부를 조사하였다. 연구들은 정보시스템 개발 프로젝트의 규모가 커짐에 따라 시스템 분석가와 프로그래머간의 명확한 분업을 제안하고 있다. 개발자들 중 시스템 분석 담당자가 있고, 그들이 직접 시스템 분석 활동을 하였다는 사실이 있는 경우 A를 부여하였다. 개발자들 중 시스템 분석 담당자가 있으나 활동 흔적이 미비하거나 없는 경우 B를 부여하였다. 개발자들 중에서 시스템 분석 담당자조차 없으면 C를 부여하였다. 조사결과 시스템 분석가가 시스템 분석 및 설계를 담당하는 것으로 나타나 있는 프로젝트는 한 건 밖에 없었다. 두 건의 프로젝트에서는 시스템 분석 담당자는 있었으나 실제 활동을 했는지에 대해선 알 수가 없었다. 다섯 건의 프로젝트에서는 시스템 분석을 담당하는 인원조차 없는 것으로 나타났다.

생산현장에서의 정보 요구 분석은 프로그래머가 수행하는 것이 아니라 생산현장을 잘 이해할 수 있는 전문적인 시스템 분석가가 수행하여야 한다.

여덟 번째로 CASE(Computer-Aided System Engineering) 도구를 시스템 개발에 적절히 이용하였는지에 대한 여부를 조사하였다. CASE도구의 사용은 정보 시스템 개발에 있어서 필수 사항은 아니지만, 최근 여러 연구에서는 시스템 개발에 있어서 여러 단계간의 효율적이고 원활한 연결과 논리적인 전개를 위해서 CASE도구의 사용을 적극 권장하고 있다. CASE도구를 사용한 경우 Y를 부여하고, CASE도구를 사용하지 않은 경우에 N를 부여하였다. 조사결과 CASE도구를 정보시스템 개발에 사용한 경우는 한 건도 없었다. 여덟 건의 프로젝트 중 한 건은 CASE도구를 적용시킬 수 없는 성격의 프로젝트로 '해당 없음'으로 처리하였다. 나머지 일곱 건의 프로젝트는 CASE를 사용하지 않은 것으로 나타났다.

아홉 번째로 프로세스 모델 포함 여부를 조사하였다. 정보시스템 개발에 있어서 프로세스 모델을 작성하는 것은 필수 사항으로 제안되고 있으며, 많은 연구들이 검증된 프로세스 모델을 제시하였다. 프로젝트 최종 결과 보고서에 검증된 프로세스 모델이 포함되어 있는 경우 A를 부여하였다. 검증되지 않은 모델을 사용하였거나, 모델 표현이 미비한 경우 B를 부여하였다. 프로세스 모델이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 두 건의 프로젝트만이 검증된 프로세스 모델을 포함하고 있었으며, 네 건의 프로젝트는 프로세스 모델을 포함하고 있지 않았다. 프로세스 모델은 대상 조직의 업무 구조와 흐름을 파악하는데 주로 이용되는 것으로 프로세스 모델이 없는 것은 대상 조직의 업무 구조와 흐름을 구조적으로 분석하지 않았음을 의미한다.

열 번째로 데이터 모델 포함 여부를 조사하였다. 데이터 모델은 정보시스템 개발에 있어서 데이터 베이스 설계의 핵심 도면으로 현실세계의 추상화의 결과로 산출된다. 데이터 베이스 스키마는 데이터 모델에 의거하여 작성되므로 개발될 정보시스템의 형태는 데이터 모델로 결정된다. 프로젝트 최종 결과 보고서에 검증된 데이터 모델이 포함되어 있는 경우 A를 부여하였다. 검증되지 않은 모델을 사용하였거나, 모델 표현이 미비한 경우 B를 부여하였다. 데이터 모델이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 세 건의 프로젝트가 검증된 데이터 모델을 포함하고 있었으며, 네 건의 프로젝트는 데이터 모델을 포함하고 있지 않았다. 데이터 모델의

부재는 현실 세계에 대한 추상화의 논리적인 검증이 없이 주먹구구식의 프로그래밍을 통한 정보시스템의 개발을 의미한다. 이러한 방식으로 개발된 정보시스템은 생산현장의 요구를 제대로 충족시켜 줄 수 없다.

열 한 번째로 그래피컬한 다이어그램을 이용한 사용자와의 검증작업 여부를 조사하였다. 상기 언급하였던 프로세스 모델과 데이터 모델의 작성은 설계 작업으로서의 가치를 지니며, 동시에 그래피컬한 다이어그램 형태로써 사용자와의 원활한 커뮤니케이션을 유도한다. 최근의 연구들은 이러한 그래피컬한 다이어그램들을 사용자들로부터 검증 받도록 하여, 설계 과정에서 발생할 수 있는 오류를 최소화시킬 것을 제안하고 있다. 또한, 이 과정에서 사용자들의 새로운 정보 요구 사항들을 수집, 반영시켜야 한다. 이러한 검증작업이 수행되었다는 기록이 있는 경우 Y를 부여하고, 없는 경우 N을 부여하였다. 조사결과 한 건의 프로젝트에서만 그래피컬한 다이어그램을 이용하여 사용자와의 검증작업을 수행한 것으로 나타났다.

열 두 번째로 개발 직후 사용자에게 대한 베타 테스트 및 추가 요구사항 반영 여부를 조사하였다. 개발 과정에서 나온 베타 버전의 정보 시스템을 생산 현장에 설치하고 사용자에게 사용하도록 함으로써 오류를 감지하고 수정할 수 있다. 이 과정에서 사용자들로부터 나오는 요구 사항들은 다시 수정 과정을 거쳐 적절히 포함시켜야 한다. 베타 테스트 계획 및 실행, 추가 요구사항이 명세화되어 있는 경우 A를 부여하였다. 계획, 실행, 추가 요구사항 명세화의 과정 중 하나라도 빠져있는 경우 B를 부여하였다. 베타 테스트 계획이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사 결과 베타 테스트를 적절히 수행한 프로젝트는 한 건이었으며 베타 테스트가 없는 프로젝트가 여섯 건이었다.

열 세 번째로 사용자 정보 만족도 측정 여부를 조사하였다. 많은 연구들이 정보시스템 개발 완료 후 사용자로부터 만족도를 측정할 것을 제안하며, 검증된 UIS(User Information Satisfaction) 측정 도구를 제시하였다. 검증된 측정 도구를 이용하여 측정한 경우 A를 부여하였고, 검증되지 않는 측정 도구를 이용하여 측정한 경우 B를 부여하였고, 사용자 정보 만족도를 측정하지 않은 경우 C를 부여하였다. 조사결과 검증된 측정 도구를 이용하여 측정한 경우는 한 건도 없었으며, 측정하지 않은 경우가 일곱 건이었다. 사용자 정보 만족도를 측정하게 되면 개발된 시스템의 장점과 문제점이 드러나게 되고, 이를 근거로

수정 보완이 용이하다. 사용자 정보 만족도 측정에서 나타난 사용자들의 불만 사항은 다시 재고되어 정보시스템에 적용되어야 한다.

열 네 번째로 보급 및 교육 계획 여부를 조사하였다. 농업생산 현장에는 컴퓨터와 정보시스템에 익숙하지 않은 잠재적 사용자가 많다. 따라서, 어떻게 보급을 할 것이며, 사용자를 어떻게 교육할 것인지가 농업생산관련 정보시스템에서 주요 관건이다. 보급 및 계획이 구체적으로 명시되어 있는 경우 A를 부여하고, 단순 언급의 경우 B를 부여하고, 아무런 언급 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 보급 및 교육계획이 구체적으로 명시되어 있는 프로젝트는 한 건이었고, 여섯 건의 프로젝트에서는 보급 및 교육에 대해서 아무런 언급이 없었다. 이는 개발자들이 농업생산 현장의 특성을 제대로 이해하지 못하고 있음을 의미하며, 단순히 정보시스템을 완성하는 것이 개발 프로젝트의 마지막 과정이라고 잘못 판단하고 있는 것이다.

마지막으로 지속적인 A/S계획 포함 여부를 조사하였다. 현대의 정보시스템 개발은 초기 개발 완료까지의 과정뿐만 아니라 완료 후 지속적인 A/S가 강조된다. 생산현장과 생산현장에서의 요구는 끊임없이 변하므로 이에 부응하기 위해 지속적인 A/S 활동이 이루어져야 한다. A/S 계획이 명확히 명시되어 있는 경우 A를 부여하고, 단순 언급의 경우 B, 언급이 없는 경우 C를 부여하였다. 조사결과 지속적인 A/S에 대한 계획을 포함하고 있는 경우는 한 건도 없었다.

<표 11-3>은 8개의 프로젝트에 임의의 넘버를 붙힌 후 각 프로젝트가 획득한 척도의 수를 나타내고 있다. 각 프로젝트 별로 봤을 때 15개 항목에서 10항목 이상 A와 Y를 획득한 프로젝트는 한 프로젝트 밖에 없었으며, 10항목 이상 C와 N를 획득한 프로젝트는 네 프로젝트였다.

<표 11-3> 최종 결과 보고서 조사 결과 (프로젝트 별)

프로젝트	A	B	C	해당없음
	Y		N	
1	2	2	9	0
	0		2	
2	0	1	12	1
	0		1	
3	1	6	6	0
	0		2	
4	9	0	4	0
	1		1	
5	3	5	5	0
	0		2	
6	0	3	10	0
	0		2	
7	4	3	6	0
	0		2	
8	1	1	11	0
	0		2	
합계	20	21	63	1
	1		14	

이상과 같이 살펴보았을 때, 현재 농업생산관련 정보시스템의 개발은 연구들이 제안하는 검증된 개발 방법을 제대로 사용하고 있지 않음을 알 수 있다. 결과적으로 이 조사는 기 개발된 정보시스템의 생산현장 적용이 문제가 될 수 있음을 경고하고 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

ARPC는 농업생산관련 정보시스템의 개발에 많은 투자를 하고 농촌, 농업 정보화를 선도해 나감으로써, 우리 농업생산관련 정보시스템 개발의 선구자적인 역할을 해오고 있다. 그러나, 앞서 살펴 본 바와 같이 정보시스템 개발 프

로젝트에 대한 관리에 있어 몇 가지 허점을 보이고 있다. 이러한 농업생산관련 정보시스템 개발 프로젝트의 최종 산물인 정보시스템의 질을 높이기 위해서는 적절한 감리 기준이 필요하다. 개발자가 올바른 개발법을 채택하여 그 개발법에 따라 적절히 개발을 수행하였는 지, 꾸준히 사용자 정보 요구를 조사, 분석하여 적절히 반영하였는 지, 베타 테스트, 보급 및 교육계획, A/S계획들을 적절히 수립하였는지 등을 점검할 수 있는 적절한 도구를 개발하여야 한다. 이 도구는 전산원의 정보시스템 감리 기준처럼 보고서 산출 위주의 감리 기준이 아닌, 사용자의 정보 만족을 충족시킬 수 있는 지를 점검할 수 있는 것이어야 한다. 뿐만 아니라, 개발자는 개발자 위주가 아닌 사용자의 정보 요구에 초점을 맞춘 정보시스템을 개발할 수 있도록 올바른 개발법을 채택하여야 한다. 그러기 위해서는 전문 시스템 분석가가 시스템 분석을 수행하여야 하며, 원형개발법(prototyping)을 도입하여 꾸준히 사용자 정보 요구를 반영할 수 있어야 한다.

위의 열 다섯 개의 항목이 점검의 절대적인 기준이 될 수는 없다. 타당한 감리 기준을 수립하기 위해서는 실질적인 농업생산관련 정보시스템 개발뿐만 아니라, 농업생산관련 정보시스템 개발방법론에 대한 연구가 병행되어야 한다. 프로젝트를 발주하는 기관 입장에서는 눈에 보이는 정보시스템과 같은 산출물이 생산되는 프로젝트를 선호하기 마련이지만, 향후 더 높은 질의 정보시스템의 생산을 위해, 정보시스템 개발방법론에 대한 연구지원이 있어야 한다. 이는 타당한 농업생산관련 정보시스템 개발 감리 기준을 마련하는 데에 기여할 것이고, 개발자들이 올바른 개발법을 채택하도록 유도할 것이다. 올바른 개발법으로 생산된 정보 시스템은 농업생산현장에 높은 정보 만족도를 제공할 것이고, 높은 정보 만족은 조직과 업무의 효율성을 높여서, 결과적으로 농업의 경쟁력 향상에 기여할 것이다.

제 3 절 농업정보화

I. 농업정보화분야의 국내외 연구동향

21세기 지식·정보기반사회가 도래함에 따라 농업부문에서도 정보통신기술의 도입이 불가피해졌으며 농업정보화도 생산에 국한되지 않고 경영·유통 등 다양한 분야와 결합되어 영역을 확장하고 있으며 오히려 정보화사업이 농업분야에서 더욱 진가를 발휘할 수 있는 가능성도 보이고 있다. 농업정보화는 실용적인 농업정보의 개발 및 보급, 농촌지역 정보활성화, 정보응용지원사업의 확대, 정보통신 이용교육의 확대 등을 통하여 영농의사결정을 지원하고 다양한 데이터베이스 및 소프트웨어 개발을 통하여 농업의 경쟁력을 강화하고 농업을 고부가가치 산업으로 변모시키는데 절대적인 역할을 할 것이며 농업인의 소득 증대와 농촌지역의 활력향상에도 기여할 수 있을 것이다.

한편 인터넷의 등장은 정보의 공유개념을 강화시켜 기존의 상의하달식 농업정보의 수집과 분산체계에서 요구되지 않던 정보 수집·가공·재생산 능력(일방적 정보수혜자적 입장에서 쌍방향 정보제공자적 입장으로 변화를 요구)을 농업인에게 요구하고 있으며 이러한 사회변화는 혁신적이라 할 만큼 변화의 속도를 가속시키고 있다. 따라서 정보이용능력이 없는 사람은 정보화사회에서 새로운 소외계층으로 전락할 가능성이 높아 도농간 소득격차에 이어 정보격차(Digital Divide)가 해소되지 않으면 농업인은 산업사회와 마찬가지로 사회적·경제적 약자로 남을 수 있는 가능성이 있으므로 농업정보화는 체계적인 접근이 필요하다.

1. 선진국의 농업정보화에 관한 연구 동향

가. Farm Management System

농산물시장의 개방에 따른 농업인의 국제간 무한경쟁 시대에 돌입하면서 많

은 국가에서는 농업부문이 상대적으로 큰 어려움을 겪게 되었다. 이러한 농업 부분에서의 구조적 문제점을 해결하기 위한 방안의 하나로 농업경영에서 혁신적인 변화를 촉진하고 지원하는 체제의 연구가 진행중이며 농가의 전문경영능력 향상과 농산물 생산·유통의 개혁 및 정보시스템의 도입 등이 그 핵심이라고 말할 수 있다. 이 중에서도 우선적으로 필요한 것은 선도전문인력을 양성하는 일이며 정보화와 관련하여 21세기 지식기반사회에 대비한 신지식 농업시대를 이끌어 갈 선도 전문인력을 발굴·육성에 관한 연구가 진행 중에 있다. 생산량을 증대하여 농업경쟁력을 높이는 연구에서는 해충관리를 위한 무인기구와 자동샘플링 방법론에 관한 시스템적 접근과 해충위험 평가를 위한 웹기반 전문가시스템 개발 등에 관한 연구들이 이루어지고 있으며, 농작물재배 밀도, 산출력, 관개용수, 재배기술 등의 관리를 위한 의사결정지원시스템과 모델링에 관한 연구, 비디오이미지를 분석하여 씨를 뿌리는 장면을 촬영하여서 어느 시간대, 어느 정도의 간격이 씨뿌리기의 최적화인지를 분석하는 연구 등이 이루어지고 있다. 그밖에도 정밀농업과 친환경농업에서의 경영분석모형에 관한 관심도 많은 추세이다.

나. Water & Soil Management

세계 식량의 40%가 관개농지에서 생산되고 있으나 지하수 과다사용, 도시생활용수 전용 등으로 인한 용수부족으로 농업생산성이 급속히 저하되고 있는 실정이고 이러한 현상은 일부지역에 국한되지 않고 전세계 주요 곡창지역에서 발생하고 있다. 농업용수의 부족은 농경지의 염분비율 상승으로 곡물생산을 감소시킬 뿐만 아니라 국제 물 분쟁을 야기하고 국제 곡물가격을 상승시키는 요인으로 대두되고 있으며 이를 극복하기 위한 방안의 하나로 토지생산성 향상에만 주력해온 과거의 용수관리 방식에서 벗어나 농경기술 개선 등을 통해 농업용수의 효율성·생산성을 증가시키는 연구 등이 진행되고 있다. 또한 농업용수 확보를 위한 시뮬레이션 모델링, 지식기반 시스템을 이용한 농업용수 자급률 예측모형, 농업용수 공급 자동화시스템 등에 관한 연구 등도 추진 중이며 농업용수의 효과적인 관리체계 및 시설운영에 관한 시스템연구, 관수로 시스템의 설계기술 연구, 물자원에 대한 다이나믹 시뮬레이션적 접근에 관한 연구 등이 진행되었거나 진행되는 중이다.

한편 농업토양에 관한 정보화연구는 토양성분 분석자료의 데이터베이스화 연구, 토양정보와 GIS의 연계 연구, 농지에 대한 토양시험 및 농지별 작물 적합성분석 및 평가에 관한 연구, 토지자원 개발 및 보호 운영 모형에 관한 연구, 농작물 재배에 대한 유해요소 및 방해요인의 모델링을 중심으로 연구가 추진 중이다.

다. Weather Monitoring System

신뢰성있는 기상자료를 제공받아 정밀한 분석을 통하여 농작물의 병해충 발생조건을 미리 예측해서 미연에 방지하고, 풍수해 또는 한파등 기상 악조건에 대비하며 호조건의 기상은 잘 활용하여 비용 절감과 기회손실을 방지를 통한 이윤 극대화는 농업부문에서 정보통신기술의 도입효과가 가장 클 수 있는 분야이다. 농업기상과 관련된 정보화 연구는 현재의 일반 기상정보를 영농현장에 그대로 적용시키기 어렵다는 점을 인식하고 이에 대해 농업기상정보에 관련된 사항을 표준화하는 연구를 대표적이라 할 수 있으며 농업에 관련된 기상관측 자료를 전산화하여 예측하는 연구, 농업에 관련된 기상을 정밀 분석하여 기상 재해로 인한 농작물 피해 최소화하는 방안에 관한 연구, 기상분석을 통하여 겨울과 같은 휴지기에도 수익을 올릴 수 있는 영농모형연구, 전문가시스템을 이용한 단기 기상예측에 관한 연구 등이 진행 중이다. 또한 최근의 정보통신 환경의 변화에 따라 기상예측 프로그램을 인터넷에서 다수의 이용자가 공유할 수 있는 시스템 구축에 관한 연구도 추진 중이다.

라. Dairy and Animal Production System

낙농·축산업은 다른 작목에 비해 기술·자본 집약적이며 전후방 산업 연관 효과를 가진 1·2·3차 복합산업(Agri-business)이다. 새로운 아이디어에 의한 영농조직의 결성과 이에 기초한 품질향상 및 효율적 축산경영 사례를 전파하고(웹을 이용해서 전파), 건강축산물이나 특산 브랜드육의 개발 및 품질인증 등 축산인이 신지식·첨단정보를 활용하여(웹을 통하여 정보 공유) 고부가가치를 창출할 수 있는 기반을 마련하고 벤처기업 지원과 신지식 축산 창업을 지원에 관한 연구가 진행중이다. 축산물의 사육과정에서 체계적이고 과학적인 관리를 지원하는 정보화 연구뿐만 아니라 또한 축산물의 상품화 과정에서도

인공지능시스템을 이용하여 도축이나 정육과정을 간단하게 이루어질 수 있도록 하는 자동화시스템에 관한 연구도 진행 중에 있다. 또한 계놈프로젝트와 같은 축산물의 유전학적 부분을 연구하여 종자개량 및 질병에 대한 발생요인을 분석하고 해결방안을 제시하여 양질의 축산물을 제공해야 한다는 연구와 함께 농장에서 소비자의 식탁까지 축산물의 개체 및 추적관리가 가능한 표준화 연구, GIS를 이용한 축산물 건강관리 및 위생관리의 시스템화 연구도 진행중이다.

마. Forest Management System

수목은 종류에 따라 기후(온도, 강수량), 지형, 지질, 토양에 대한 요구가 다르기 때문에 각 조림지의 입지특성에 알 맞는 수종과 품종을 선택하여야 한다. 조림수종의 선택은 일반적으로 인공조림에 있어서 가장 큰 문제가 되는 것인데 조림수종의 선택이외에도 식재 밀도, 입지 등을 고려한 모형에 관한 연구가 진행중이다. 이밖에도 산림에 관한 자료를 데이터베이스화하고 산림정보 네트워크를 구축하여 산림자원에 대한 정보를 제공하는 서비스에 관한 연구, 지식기반시스템을 이용하여 나무들의 성장과정을 분석하고 조림사업계획을 수립하는 연구가 진행중이다. 산림은 개발하는 것도 중요하지만 황폐해진 산림을 보호하는 문제도 중요하다. 황폐화된 산림의 복원을 위하여 자연림과 보호림을 병행함으로써부터 보호할 수 있는 모형에 관한 연구가 진행 중에 있다. 산림에 관련된 가상교육 프로그램을 통하여 실제적인 실습효과를 얻을 수 있도록 지원하는 산림관리원의 육성에 관한 연구 등이 추진 중이며 산림을 다목적으로 이용할 수 있는 방안 즉 산림을 휴양림, 생산임지, 목재생산임지 등 복합적으로 이용할 수 있는 다목적 산림으로 변환모형에 관한 연구도 진행중이다. 한편 미래에는 산림에서 지금보다 많은 작물 (과일류, 화훼, 과채류, 원예작물, 버섯자원)들이 다양하게 생산될 것이고 이를 실현하기 위하여 적합한 기술과 장비에 관한 시스템연구가 진행되고 있다.

바. Internet/전자상거래/GIS Application

정보통신기술의 확산과 지식기반사회로의 진입에 따라 토지·자본 등 물적 요소에 의존하고 있는 관행농업과는 달리 신기술과 아이디어를 바탕으로 고부가가치를 창출하여 틈새시장을 개척하는 모험적이고 도전적인 경영형태의 농업인 벤처농업의 경영

모형에 관한 연구가 진행 중이다. 이러한 벤처농업의 생산물은 상당부분이 인터넷에서 전자상거래를 통하여 판매되므로 기존의 판매 형태보다 높은 수익을 기대할 수 있고 소비자들이 원하는 형태의 생산이 가능하며 주문생산 및 적당량의 생산을 통해서 집약적농업에서 효과적인 생산을 기대할 수 있다. 농산물은 특성상 신선도가 가격에 미치는 영향이 매우 클 수밖에 없으므로 웹(Web)상에서 실시간 이미지 전송을 통한 농업정보서비스체계에 연구가 진행 중이다.

한편 농산물의 배타적 경쟁력을 확보하기 위하여는 자연적, 경제적, 사회적 입지조건이 적합한 곳에서 최고의 품질과 안정성이 보장되도록 농산물이 생산되어야 하는데 이를 위하여 기상요인, 토양조건, 사회경제적 요인 및 기술수준 등을 종합적으로 고려한 최적의 재배지역을 기존의 정보체계와 GIS를 연계한 모형으로 분석·평가할 수 있는 시스템의 연구가 진행 중이다. GIS와 더불어서 GPS를 이용하여 보다 농산물 운송시스템의 효율을 높이는 연구되고 있다.

또한 분산되고 이질적인 농업정보를 통합된 멀티미디어 데이터베이스 체계로 구축하여 수요자에게 쉽고 편하게 서비스할 수 있는 시스템에 관한 연구가 진행 중이다. 농업정보 데이터베이스는 콘텐츠 및 서비스의 개선과 확장뿐 아니라 각종 분석·예측을 가능하게 하는 데이터웨어하우스, 데이터마이닝, 지식관리시스템 등 첨단 정보통신 기술의 도입에 관한 연구도 활발히 진행 중이다.

사. Information and Computer Strategies

농업정보화에 관한 정책과 관련한 연구는 농업의 여건변화에 부합되는 농업정보의 생산 및 제공을 위한 하부구조(정보화기획, 농민정보화/영농교육, 컴퓨터보급, 농촌통신망 개선)를 구축하는 것으로 요약할 수 있다. 우선적으로 기후와 영농조건이 유사한 지역 내 농민간의 정보 공유와 교환을 위한 시스템에 관한 연구가 진행 중이며 정보활용을 위한 PC보급과 이의 사용 실태를 조사하고 농가 경영에 적합한 소프트웨어의 개발과 보급뿐만 아니라 이러한 소프트웨어의 업그레이드 및 활용을 활성화할 수 있는 방안에 관한 연구가 진행되고 있다. 또한 공동출하를 통하여 생산자의 시장교섭력과 소득을 높이고 생산물의 품질향상을 위한 농산물 생산 및 유통 지원 시스템의 개발도 추진 중이다. 이 밖에도 정보화를 통한 지식농업화 연구, 컴퓨터 시뮬레이션 모델에 기초한 종합생산시스템 연구, 로봇(robot)을 이용해서 오렌지 등 과일을 수확하는 시스

템에 관한 연구 등이 진행 중이다.

2. 국내의 농업정보화에 관한 연구 동향

가. Farm Management System

오늘날의 영농은 농업인 개개인이 감당하기에는 너무 많은 자연과학적 지식, 경영자로서의 자질, 마케팅 전문가로서의 자질을 요구받고 있다. 그러나 농업은 대부분 1인 경영체이며 소규모 경영이라는 특성을 가지고 있기 때문에 혼자서 기술개발, 경영관리, 마케팅을 담당한다는 것은 불가능하며 농업인의 경영능력에 따라 농가간의 성과는 크게 차이가 날 수 밖에 없는 실정이다. 따라서 농업의 안정적 발전을 위해서 농업의 주체인 농업인들의 경영혁신 노력은 절실히 요구되고 있으며 이를 지원하기 위하여 합리적 경영을 위한 농가경영 기술의 개발·보급, 농가경영개선 상담자료 개발·보급, 농업경영 기술 등의 분야에서 정보화연구가 진행되고 있다. 농업경영개선 관련 연구로는 영농형태 및 품목별로 생산비 등 경영분석 모형과 시설채소 등 수출농가의 경쟁력 분석 모형 등의 연구가 있었으며 통계 등 분석자료의 활용 관련 연구로 통계분석 모형 및 분석방법 연구, 인터넷 원격영농기술지도 시스템 구축에 대한 연구 등이 있었다. 농가경영 혁신 지원을 위한 컨설팅 시스템 관련 연구로 지역·범위에 따른 모형 개발, 표준진단 결과 우수경영체를 선정하여 벤치마킹모형으로 활용하는 방안에 관한 연구 등이 있으며 경영지원용 소프트웨어 개발 관련 연구로는 농업경영체 종합관리시스템에 관한 연구, 복합농가 경영분석/진단시스템에 관한 연구, 농가생활설계시스템에 관한 연구가 진행중이거나 시행되고 있다.

나. Water & Soil Management System

21세기 물 부족 시대에 대비하여 농업·농촌용수의 안정적 확보와 효율적 이용을 위해 전국적인물관리시스템을 중심으로 연구가 진행되고 있다. 대형가뭄사태에 대비하고 농업용수 부족현상을 해소하기 위하여 저수지의 퇴적된 토사의 준설을 통한 농업용수 확보와 저수지 추가 확보에 관한 시스템모형 연구를 통하여 그것이 우리 나라의 실정에 어렵다는 것을 확인하고 대안으로 저

수량을 늘려 안정적인 농업용수 및 내한능력까지 향상시킬 수 있는 연구가 진행 중이다. 또한 노후 수리시설물의 보수는 물론 토공수로의 콘크리트 구조물 대체사업 등으로 재해예방 및 농업용수 손실을 최소화하는 모형에 관한 연구, 각종 수리시설물의 유지·관리 모형 연구, 장기간 가뭄에 대처할 수 있도록 들녘별 저수상황과 물부족 현황 분석모형에 관한 연구 등이 진행 중이며 농업용수 부족문제와 관련하여 토지생산성 향상에만 주력해온 과거의 용수관리 방식에서 벗어나 농경기술 개선을 통한 농업용수의 효율성·생산성 향상에 관한 연구, 지구 환경의 신뢰성 있는 예측·분석을 통한 수자원 관리정책에 관한 연구 등이 진행 중이다. 한편 우리 나라는 농업용수에 관한 수질 기준이 미비해서 근래에 들어와 수질문제가 부각되고 있는데 이러한 농업용수 수질문제에 관한 연구로 대기오염, 수질오염에 의한 농업피해를 분석할 수 있는 모형 연구가 추진 중이다.

농업토양에 관련된 정보화 연구는 토양자원에 대한 정보기반을 구축하여 토양활용과 생산성을 극대화하기 위한 것으로 정부주도로 연구개발 중인 농업지리정보시스템과 농촌진흥청과 농업과학기술원의 농업토양환경정보시스템 및 농업기반공사의 농어촌지형정보시스템이 대표적이다.

다. Weather Monitoring System

농업의 특성상 기상관측을 통한 영농의사결정과 자연재해 예방은 무엇보다 중요하다. 농업기상 관련 연구는 농업기상관측 자료의 전산화에 관한 연구, 최근 잦아지고 있는 이상기상에 대응하기 위하여 농업기상의 정밀분석을 통한 기상재해로 인한 농작물 피해 최소화에 관한 연구 등이 진행 중이며 GIS를 이용한 기상분석에 관한 연구로 인공위성 영상분석에 의한 기상변동추적 및 장기간 예보시스템구축에 관한 연구, 기상위성 관측자료와 지형특성을 고려한 태풍경로추적 및 피해예측에 관한 연구, 농업기상정보의 GIS에 의한 국지적, 규모적 분포도 작성 및 실시간 서비스 연구 등이 추진 중이다. 한편 국내외 산업기상 관련정보의 DB화 및 네트워크를 이용한 검색·비교·평가·서비스 제공에 관한 분야에서는 농림수산정보센터, 농진청, 학계, 연구소 등이 연계하여 농업기상정보시스템을 통한 대농민 농업기상서비스 연구, 기상이변과 동식물 계절관측 자료의 상호 영향분석을 통한 기후변화 영향평가 자료의 DB화 연구, 농

업 및 어업 기후·기상 정보망 구축에 관한 연구, 기상정보의 실시간처리체계 구축에 관한 연구 등이 진행되고 있다.

라. Dairy and Animal Production System

우리나라 축산업이 단지화, 계열화되고 사업규모가 전업화 되는 추세에 맞추어 종합적이고 전문적인 경영과 축산기술의 보급을 지원하기 위하여 한우, 젓소, 돼지, 닭 등 4개 축종을 중심으로 축산경영 및 사양, 가축질병 및 방역, 축사시설 및 환경등 각 분야별로 정보시스템의 연구개발이 진행되고 있다. 축산분야에서의 주요 정보화 연구는 착유우 농장종합관리시스템에 관한 연구, 낙농경영분석시스템에 관한 연구, 낙농사양·경영관리 소프트웨어사용에 관한 연구, 양돈사양관리에 관한 연구, 양계농장 종합경영관리시스템에 관한 연구, 한우농가 종합관리시스템에 관한 연구 등이 있으며 우리의 사육환경에 가장 적합한 표준축사 설계도를 500여종 이상 개발 보급하여 양축인에게 설계비 부담을 덜어주고 축사시설의 현대화를 지원하는 연구도 추진 중이다. 또한 더욱 풍요롭고 살기 좋은 자연환경을 위한 환경보전형 축산모델의 연구와 각종 가축 전염병의 발생예방과 전염병으로 인한 양축 농가의 손실을 최소화하기 위한 가축방역모형 연구가 진행 중이며 한우 및 젓소를 개량하기 위한 국가단위의 검정사업의 정보화 연구도 추진 중이다.

마. Forest Management System

산림에 관한 정보화 연구는 조경과 산림관리 분야에서 주도하고 있으며 조경분야에서는 수치지형모형, 전산도형 해석기법, 경관요소 및 계획대안을 고려한 모의관측을 통한 최적경관계획수립, 수치지형자료에 의한 경관조사·평가·계획수립, 3차원 도형해석과 수목, 식재 등을 이용한 조경설계, 도로경관, 교량경관, 터널경관, 도시경관, 하천 및 호수경관, 항만경관, 자연경관 및 경관개선모형, 산악도로건설에 따른 외부경관 변화예측 모형 등의 연구가 진행 중이다. 산림관리분야에서는 가로수·보호수 등 수목센서스 DB화, 항공사진과 자동차 네비게이션용 지도를 조합해 산림의 장소나 생육상황 등 산림상태나 벌채 기록 등 일련의 산림관리 업무를 PC상에서 처리할 수 있는 산림관리 소프트웨어 개발, 특용수 보급 및 사후관리 모형, 목재생산수급조절 및 유통구조개선

모형, 사방사업(사방댐, 야계, 예방, 산지사방) 분석모형, 산림재난관리 모형, 산림병해충방제(솔잎혹파리 및 일반해충) 모형, 천연보호림 및 보호수관리시스템, 균유림 관리 및 경영시스템, 산촌종합개발모형 등의 연구가 추진 중이다.

바. Internet/전자상거래/GIS Application

GIS는 지형분석, 토지이용 및 개발, 지적 등 토지자원에 관련된 문제해결을 위한 정보분석시스템 또는 다목적 국토정보시스템 구축 등의 분야에서 사용되어 왔으며 농업분야에서는 우리 농촌관련 정보의 양적·질적 취약성이 농촌공간계획이나 농업기반시설 투자의 효율성을 사전에 평가하기 어렵게 만들 뿐만 아니라 정보화 시대에 대비한 공간정책의 추진도 불가능하게 되어서 새로운 개념의 농촌관련 정보의 수집 및 관리체계 구축에 관한 연구로 RGIS가 출현하게 되었다. RGIS에 관련된 연구는 RGIS의 활용을 통한 농업정책모형, 공간정보수요와 이용 모형, 농어촌지형정보 DB구축, GIS 통합정보시스템 구축, 국가지리정보 시스템 및 타기관과의 정보공유 등의 연구가 추진 중이다.

농업정보 및 인터넷의 보급으로 가장 극적인 변화를 보이게 될 분야는 농산물 유통일 것이고 이는 전자상거래로 대표될 수 있다. 아직은 유통관행이나 법·제도 등이 미비하여 일정한 경로를 통하여 유통되던 물류시스템이 생산자나 소비자의 관계만 남고 중간의 유통관련 조직이 사라진 완전한 농산물 전자상거래의 구현은 어렵지만 가능성에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있다. 농산물 전자상거래(CALS/EC)에 관련된 연구는 출하단체(단위농협, 작목반, 영농조합법인, 수집상) EDI 시스템, 전국 도매법인 EDI 시스템, 전자 경매와 EDI System과의 연계, 직거래센터 EDI 시스템, 대형유통업체·백화점·대형요식업체 수발주시스템, 농산물 유통 통합시스템, 농산물 유통 Internet EDI 시스템, CALS/EC 통합 데이터베이스(IDB), 전자상거래 고속도로 구축, 통합정보공유환경(CITIS) 구축 농산물 CALS/EC 체계, 농산물 가상기업의 구축, 농업정보공유환경의 구축 등의 연구가 추진 중이다.

사. Information and Computer Strategies

농업·농촌정보화는 정보통신기술을 활용하여 농업에서 새로운 부가가치를 창출하고 지역농업 발전에 기여할 것이며 지역농업은 농업자원을 효율적으로 활용하여 농업생산성과 함께 지역의 문화, 사회, 교육, 복지, 환경 등도 함께

신장하는데 크게 기여할 수 있다. 따라서 농업·농촌에서의 정보통신기술 도입에 대한 당위성은 이미 선택의 수준을 넘은 지 오래되었으며 이미 농산물 생산·판매와 자녀교육 등에 이르기까지 인터넷을 광범위하게 활용하고 있는 추세다. 농림부 등 정부가 주도하고 있는 농업부문의 IT도입 전략과 관련된 연구는 농업정보인프라(PC보급, Network구축, DB구축) 구축과 교육 등 정보마인드 확산 및 법·제도 정비 등으로 요약할 수 있다. 이와 관련된 최근의 연구로는 인터넷을 활용한 영농지도방법, 지역농업의 발전을 위한 영농정보화 토대 구축, 영농정보를 제공하기 위한 지역인터넷 홈페이지 구축, 농산물 생산·유통·가격·기상정보 인터넷 검색시스템, 농가의 경영안정을 위한 인터넷 컨설팅, 영농의사결정 지원시스템, 영농정보망 구축, 농산물 표준소득표에 근거한 영농진단 메일시스템, 농업정보 하부구조 설계, 농업정보 응용기반 구축 등이 있다.

3. 선진국 대비 국내 연구수준 비교

우리나라에서의 농업정보화에 대한 연구는 1980년대 후반부터 본격적으로 시작되었다. 그리고 1990년대 후반에 들어와서야 전문학술대회가 개최되는 등 다른 분야에 비하여 매우 짧은 역사를 가지고 있으며 정보통신이 주도하는 사회적인 환경에 힘입어 농업정보화 분야도 기간에 비하면 상당한 수준으로 발전하였다고 말할 수 있으나 농업정보시스템의 실용화와 분야별 균형에서 선진국에 비하여 격차가 있다고 판단된다. 지금까지 국내외 농업정보화 연구 분야를 조사한 항목을 기준으로 선진국 대비 국내 연구수준을 기초연구와 실용화 연구 측면으로 나누어 평가하면 다음과 같다.

우선 정보화 기초연구와 실용화연구의 수준을 비교하면 선진국에 비하여 우리나라가 기초연구보다는 실용화연구 분야에서 다소 미흡한 수준인 것으로 보인다. 그러나 이러한 차이가 절대적인 농업정보화의 기술수준 차이에서 기인하는 것으로는 보여지지 않으며 우리나라도 농업정보화에 관한 독자적인 이론적·실험적 수준의 연구능력은 보유하고 있으나 아직 우리의 농업농촌에서 정보화에 대한 수용능력의 부족 즉 기술의 공급보다는 수요측면에서 기인하는 바가 크다고 생각한다. 다행히 정부주도로 우리사회의 도농간 정보격차 해소를 위한 여러 가지 정책이 시도되고 있어 농업정보화의 선진국과의 격차는 빠르

게 개선될 수 있을 것으로 기대된다.

농업정보화의 분야별 선진국과의 격차 또한 비슷한 결론을 내릴 수 있으며 산림경영분야는 수요측면에서, 인터넷·전자상거래 분야는 기초여건측면에서 기인하는 것으로 보인다. 다만 정보화전략 분야는 정책의 수요분석, 정책의 틀 개발, 정책효과 평가, 마스터플랜 설계 등에서 선진국과 격차가 존재하는 것으로 보이며 이를 개선하려는 노력이 기초 및 실용화 모두에서 필요한 것으로 보인다.

<표 11-4> 농업정보화 분야의 선진국대비 기술수준 비교

항 목	기초연구		실용화연구	
	선진국	한국	선진국	한국
Farm Management System	100	90	100	60
Water & Soil Management System	100	90	100	50
Weather Monitoring System	100	80	100	40
Dairy and Animal Production System	100	90	100	50
Forest Management System	100	70	100	40
Internet/전자상거래/GIS Application	100	70	100	50
Information and Computer Strategies	100	60	100	40

(주) 선진국을 100으로 보았을 때 한국수준이며 필자의 주관적인 판단임.

II. 농업정보화분야의 연구성과 및 파급효과

1. 농업정보화분야 수행종료 연구과제

농림기술개발사업 제1단계인 1995년부터 1999년까지 농업정보화 분야는 농림기술개발사업에 의해 모두 8건의 과제가 완료되었으며 다음의 표와 같이 요약될 수 있다.

수행이 종료된 8개 과제의 참여기관 수는 한과제가 보통 2-3개의 세부과제로 이루어지는 것을 생각할 때 20여개로 추정되며 연구책임자의 소속기관만을

따져보면 대학이 3, 국책연구소가 3, 공공기관이 2로 연구과제의 양적 배분은 비교적 고르게 이루어 졌다고 할 수 있다.

그러나 연구과제와 내용을 살펴보면 농업정보화의 이론모형 연구를 위한 대학, 농업정책과 농업정보화의 연계를 위한 국책연구소, 농업정보화 연구결과의 운용 및 분산을 위한 농업정보관련기관간의 역할분담이 효과적으로 이루어졌다고 하기 어려운 실정이다. 농림기술개발의 2단계 사업에서는 연구과제의 설계와 함께 참여기관간의 역할분담에 대한 보완 노력이 필요해 보인다.

<표 11-5> 농업정보화분야 연구과제 및 성과

번호	연구과제	연구기관	연구책임자	연구성과									
				기술이전	교육지도	정책활용	타연구활용	특허	논문	학회발표	인론보도	전시	연구원수
1	감귤농업 종합정보처리시스템 구축	제주대학교	강지용	0	5	1	0	0	0	0	1	0	16
2	통합 농업정보시스템 설계 및 프로토타입모형 개발	중앙대학교	명광식	0	3	3	1	0	0	1	0	0	20
3	농림수산 특정연구사업 수행을 위한 D/B 구축	농림기술관리센터	오세익	0	2	1	0	0	0	0	1	0	13
4	산림자원정보 Data Base 구축에 관한 연구	경북대학교	최관	0	1	1	0	0	0	0	0	0	15
5	농림수산물 가공산업의 정보교류시스템 구축 및 멀티미디어 D/B 개발	농림수산정보센터	심영근	0	0	1	0	0	0	0	0	1	18
6	농업부문 장·단기 예측정보시스템 개발	농촌경제연구원	이정환	0	0	1	3	0	1	1	0	0	21
7	가공·유통분야 기술개발 결과의 실용화 촉진 방안	식품개발연구원	최태동	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
8	농산물 수급개황 및 예측체계 구축	농촌경제연구원	오치주	0	0	2	1	0	0	0	0	0	10

2. 농림기술개발사업 시행전후 연구환경 변화

가. 연구환경적 측면

연구개발사업의 연구환경적 측면에서 중요한 것은 연구비의 충분성과 연구팀 편성과 조사·분석 활동의 자율성 확보라 할 수 있다. 지난 5년간 농업정보화 분야에 투자된 연구비는 총 1,479,378천원으로 과제당 평균 184,922천원/2.2년, 연간 평균 84,536천원 수준이다. 이러한 정도는 정보화의 모형 등 연구과제의 순수연구비로는 적은 액수라 할 수 없지만 정보화과제의 특성상 시스템운용을 위한 개발비용과 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 등 장비비용을 고려할 때 충분한 수준이라고 할 수 없는 수준이며 향후 사업에서는 연구, 개발, 운용의 역할분담이 사전에 이루어지고 이를 바탕으로 운용기관의 사업비와 농림기술개발사업의 순수 연구개발 투자비가 합리적으로 구분·운용될 수 있는 토대가 있어야 할 것으로 생각된다. 또한 연구비 집행에 있어서 사업의 초기에 적용되었던 경직성은 연구개발사업의 자율성 및 의욕을 크게 저하시키고 연구보다는 연구행정에 지나친 부담이 있었으나 다행히 이에 대한 시정이 이루어져 이점에서의 연구환경은 개선이 있었다고 할 수 있다.

<표 11-6> 연구개발비 및 기간 현황

과제번호	1	2	3	4	5	6	7	8
연구개발비 (천원)	123,580	119,500	400,000	89,100	238,680	199,518	64,000	245,000
연구기간 (년)	2.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.0	1.0	3.0

나. 학문적 측면

농림기술관리센터에서 지원된 총 8과제의 연구결과로 4편(평균 0.5편)의 논문이 각종 학술대회에서 발표되었고 5개(평균 0.6개)의 후속 연구과제가 발굴되는 학문적 성과가 있었다. 이러한 성과는 타분야에 비하여 다소 양적으로 적은 수준이기는 하지만 지원된 과제의 대부분이 순수한 학문적 연구보다는 농

업정책에서의 활용을 위한 연구이므로 불가피했던 것으로 보인다. 또한 연구의 결과가 학문적으로 정리되어 논문으로 발표될 때까지는 시간이 소요되므로 투자된 연구개발사업의 학문적 성과에 대한 평가는 아직 결론을 내리기에 이르다 할 수 있다. 한편 8편의 과제중 대학이 담당한 3개 과제에 투입된 연구원(51명)의 상당수가 석박사과정의 대학원생이라고 가정할 때 이들의 학위과정을 재정적, 학문적으로 지원한 것도 농림기술개발사업의 커다란 성과중에 하나라고 평가할 수 있다.

<표 11-7> 연구개발 참여인력 현황

과제번호		1	2	3	4	5	6	7	8
주관기관		제주대학교	중앙대학교	농림기술 관리센터	경북대학교	농림수산 정보센터	농촌경제 연구원	식품개발 연구원	농촌경제 연구원
참여 인원	내부	8	10	11	6	13	11	8	7
	외부	8	10	2	9	5	10	2	3

3. 개발된 주요기술

가. 세분류별 주요기술

농업정보화 분야에서 총 8건의 1단계사업의 수행과제를 분류하면 농업정보 분석모형과 관련된 과제가 2건, 종합정보시스템 구축에 관련된 과제가 2건, 농업정보 데이터베이스 구축에 관련된 과제가 3건, 농업정보화정책 관련 과제가 2건 등으로 나눌 수 있다. 그러나 농림기술개발사업의 정보화과제 특성상 특정 요소기술만을 위한 기초연구 성격의 과제가 아직은 우리 현실에 어려우며 대부분의 과제에서 비즈니스기능모형, 정보시스템아키텍처, 데이터모형, 네트워크모형 등 정보화의 요소들을 포함하고 있다고 보아야 한다.

나. 개발된 제품 형태

농업정보화 분야에서 개발된 제품 형태는 크게 정보기술모형과 종합정보시

시스템으로 나눌 수 있다. 정보기술모형은 데이터의 인과분석·평가·예측 모형 또는 데이터의 수집·축적·가공·분산 구조에 연구의 중심을 두되 사용자 인터페이스 기능은 프로토타입 수준으로 구현한 형태를 띠고 있다. 이들 연구 결과의 실용화를 위하여는 별도의 후속 연구를 필요로 하며 연구의 방향이 운용보다는 기술적 도입의 가능성 시험에 있다. 이에 반하여 종합정보시스템은 요소기술의 정교함보다 운용을 전제로 개발된 것으로 운용주체의 서버로 이관 되면 즉시 서비스가 가능한 형태를 띠고 있다.

4. 연구성과의 국가경제적 파급효과 분석

가. 기술이전 및 교육지도

농업정보화분야의 8개 과제 모두가 원천적인 IT기술의 연구개발을 목표로 하지 않으므로 정형화된 기술이전 형태를 따르기는 어려울 것으로 생각된다. 그러나 연구결과의 평가·보고 과정과 개발된 정보시스템의 이전 과정을 통하여 이해당사자들에게 다양한 형태로 이전되었을 것으로 판단된다. 연구과제와 관련된 교육지도는 4개의 과제에서 11건의 교육이 있었으며 농업인, 유관기관 직원, 공무원 등 1,000여명을 대상으로 시행되었다.

나. 국내외 특허출원 및 등록

총 8개의 과제에서 국내외 특허를 취득한 것은 없는 것으로 보고되었다. 그러나 농림기술관리센터에 보고된 연구성과는 최종보고서 제출 당시의 것으로 기술이전이나 논문, 특허 등의 경우 과제종료이전에 알기 매우 어려운 사항이며 과제완료 후 수년이 지나서 발표되는 경우가 대부분이므로 실제 연구성과는 보고된 것보다 훨씬 많을 수 있다.

다. 기타

대부분의 과제에서 도출된 연구결과는 관련된 분야의 정책개발 및 평가에 활용된 것으로 보고되었다. 따라서 이에 대한 파급효과는 다양한 농업정책의

형태로 나타날 것이며 정보화를 통한 농업인의 경영마인드 제고, 생산비 절감, 농가소득 증대, 유통효율 제고 등의 2차 효과를 기대할 수 있다.

Ⅲ. 향후 연구방향 및 과제

1. 농업정보화분야 기술개발 방향

가. 수요자 중심의 농업정보화

Internet기반으로 대변되는 최근의 농업정보화 동향은 가능성의 확대라는 측면에서는 바람직하다 할 수 있으나 농촌의 현실을 고려할 때 매우 우려되는 바 역시 크다. 농업정보의 1차생산 및 최종수요자를 농업인으로 생각할 때 현재의 농업정보화사업에서 가장 역점을 두어야 할 사항은 매우 상식적이고 기본적인 사항 즉 그 시스템을 사용할 정보주체 중심으로 연구되고 개발되어야 한다는 점이다. 농업정보도 하나의 상품으로써 수요자를 만족시킬 수 있어야 하나 현재와 같이 개발자 중심의 정보화는 아무리 많은 정보를 가지고 있다고 해도 수요자에게 외면당할 수밖에 없는 것이다. 또한 농업부문은 특성상 산지의 농업인부터 전문연구기관의 전문가까지 다양한 계층의 사용자가 존재하는 것이 특징이다. 이들 개개인의 전문성을 유지하는 수준에서 각자가 원하는 작업을 수행할 수 있도록 다양하나 특화된 접근방식에 관한 연구가 필요하다.

나. 현장중심의 농업정보화

우리나라에서는 대부분의 농업관련 데이터베이스가 제공기관별로 주제 중심으로 구축되어 있으나 이는 영농과 농업인의 현장으로 문제와는 상당한 거리가 있는 상황이다. 영농현장은 작목 중심인데 반하여 정보는 주제(기능) 중심으로 구축되어 수요자의 일괄서비스(One-stop Service)가 매우 어렵게 되어 있으며 고령화, 여성화 현상이 두드러진 농촌의 현실을 고려할 때 농업·농촌 정보화 사업에서 실사용자의 접근성을 크게 제한하는 문제를 일으키고 있다. 또한 농업정보의 단말기 역시 대부분 PC를 전제로 연구되고 있으나 외국에서

와 같이 농업현장과 농촌실정에 적합한 농업정보전용의 단말기에 대한 연구가 필요하며 전화, TV, FAX, 자동제어기기 등과 같은 정보기기와의 연계활용 방안에 대한 연구도 필요하다.

다. 통합적 농업정보화

효과적 농업정보화는 단일 연구과제의 성공적 달성만으로 이루어 질 수 있는 것이 아니며 연구과제간 연계를 통하여야 농업 정보화의 시너지 효과를 기대할 수 있다. 따라서 농업의 현장에서 필요로 하는 경영, 생산, 판매 등 다양한 분야에 대한 포괄적 농업정보시스템의 개발을 위하여는 현재와 같은 단일·개별 과제 중심을 지양하고 기능별·주제별로 통합하는 것이 바람직하며 이를 통한 농업인과 유통상인, 농업정책담당자간 농산물생산, 유통, 소비 단계간의 연계가 필요하다. 또한 이러한 연구개발이 가능한 기반 즉 정보주체간, 농업기능간 효율적 통합정보공유체계(네트워크, DB, ISP)에 대한 연구도 필요하다.

2. 향후 연구개발 과제

가. 지식관리시스템(KMS : Knowledge Management System)

기존의 정보시스템이 정보를 창출하고 손쉽게 검색할 수 있는 구조를 지향한다면 지식관리시스템은 급격한 외부환경의 변화에 적응하고 생존하는 것을 지향한다. 따라서 Knowledge Ecology에서 지식은 계속 생성되고 소멸되며 KMS는 조직에서 지식의 생성과 소멸의 흐름을 파악하여 신속하게 외부환경 변화에 적응하도록 지원한다. 이러한 KMS는 환경적으로 변화의 압력을 받고 있는 우리 농업부문에서도 정보관리 또는 정책의사결정지원시스템 등의 분야에서 효과적인 활용이 기대된다.

나. 공급사슬관리(SCM : Supply Chain Management)시스템

아직은 전자직거래가 전체의 유통량에 비해 미비한 유통량을 보이고 있지만 정보화기술의 발달과 더불어 중요한 유통경로의 하나로서 발달할 것이며 기존

의 유통구조 문제점을 보완하는데 크게 기여할 것이다. 농산물유통의 디지털화를 위하여는 먼저 생산·유통·소비의 연계구조를 분석하고 시스템적으로 재구성하여 다양한 물적유통구조하에서도 일관된 상적유통을 가능케하고 소비자의 기호에 맞는 맞춤형서비스가 가능한 체계 즉, 농산물의 공급사슬관리체계가 필요하다. 또한 효율적인 공급사슬관리를 위한 선결과제(코드·물류·품질 표준화, 물류거점망 구축, 생산·유통정보화)에 대한 체계적인 연구도 필요하다.

다. 정보수집 및 분산의 디지털화

최근에 들어 농업관련기관별로 다양한 농업정보화사업이 추진되면서 이를 위한 원시정보의 수요가 폭발적으로 증가하고 있고 아울러 정보의 질 또한 전문화되고 세분화되는 추세이나 이들 사업을 추진하는 과정에서 효율적으로 원시정보(대부분 산지정보)의 확보를 위한 노력은 매우 저조한 실정이다. 특히 새로운 서비스일 경우 대부분 정보를 수집하기 위한 조사 입력체계를 새롭게 구성하고 있어 비용과 효율의 문제를 야기하고 있다. 이러한 문제는 대부분의 정보화사업이 정보의 2차 가공 없는 단순한 수집·집계·분산의 형태로 구축되기 때문이며 해당사업으로부터 유도할 수 있는 많은 정보를 사장시키고 있다. 따라서 농업정보의 주체(생산자, 소유자, 사용자)들 사이에 연계 및 공유가 가능하도록 농업정보의 수집·가공·분산체계를 디지털 시스템의 틀 속에서 재구성하는 연구가 필요하다.

라. 정보격차(Digital Divide) 해소를 위한 정보화 전략모형

전국민 1인 1PC 사용환경이 실현되어 영농활동 뿐 아니라 생활, 교육, 문화 등 각 분야의 정보를 인터넷을 통해 온라인으로 편리하게 획득 가능토록 하는 것은 농업부문만의 문제가 아닌 균형발전 차원에서 국가의 주요한 과제이기도 하다. 그러나 도시지역과 비교할 때 농촌지역의 정보화 수준은 매우 미비한 실정이며 이러한 현실을 개선하기 위해서 가장 선행되어야 할 과제는 조속한 농촌지역의 정보통신 기반구축이나 이와 더불어 매체보급, 정보활용교육, 지역내 정보교류시스템의 구축 등의 사업이 같은 틀에서 병행 추진되어야 한다. 따라서 현재의 정보격차 수준을 평가하고 격차의 원인분석과 함께 이를 해

소할 수 있는 종합적인 농업·농촌 정보화전략모형의 연구가 필요할 것으로 판단된다.

마. 정보화 선도농가의 성공모델

농업정보화의 자발적이며 자연스러운 확산을 위해 정보화 선도농가를 지정하고 이러한 선도 농가의 성공적 정보화모델을 발굴하여 교육 및 홍보의 대상으로 육성할 필요가 있다. 성공모델을 통한 자발적 확산은 피동적 교육이나 장비의 단순보급보다 비용이나 효과면에서 그 파급효과가 매우 크다는 점에서 선도농가에 대한 적극적 지원과 철저한 사후관리가 필요하다. 따라서 정보화 선도농가의 성공요인 분석 및 후발 농가를 위한 성공모델 도출에 관한 연구 또한 우리나라의 농업정보화 성공을 위하여 필요한 과제의 하나로 생각할 수 있다.