원에 종자산업의 변천과 육종기술의 발전

김용권*

신경대학교 생명과학과

Development of Horticultural Seed Industry and Breeding Technology

Yong-Kwon Kim*

Department of Life Science, ShinGyeong University, Hwaseong, 18274, Republic of Korea

Abstract The horticultural seed industry in Korea is small but has developed through rapid changes. During the Japanese colonial era, only small seedlings such as radish, cabbage, and Japanese and Chinese crop varieties were introduced. After liberation, horticultural breeding began with the establishment of the first Horticultural Research Institute and Dr. Woo Jang-chun's activities. Seed companies grew rapidly due to the implementation of new seedling laws and the spread of the first hybrid variety. Through the IMF, multinational companies merged together and merged with domestic seed companies, and domestic seed companies expanded overseas, while there were active startups by professional breeders. Various breeding techniques were used to develop new varieties of vegetables. F_1 hybrid breeding produced hybrids using artificial crosses, self-incompatibility, and male sterility. Haploid breeding techniques using anther culture, microspore culture, and embryo culture were used for chinese cabbage, red pepper, and onion crops. Mutant breeding methods using a diploid breeding technique and mutation using translocation was used for seedless watermelon. New breeding hybrids were cultured through interspecific hybridization, and embryo culture and ovule culture techniques were used to breed interspecific hybrids. Male sterile varieties were raised through protoplast fusion. Recently, molecular markers have been used in all crops for early introduction and purity testing of major traits. In addition, transgenic and genome editing technology has been used to cultivate disease-resistant and physiologically resistant varieties.

Keywords horticultural seed industry, horticulture breeding, breeding techniques, molecular marker

Received on December 26, 2019. Revised on January 23, 2020. Accepted on February 10, 2020.

* Corresponding Author (E-mail: kimyoko@hanmail.net, Tel: +82-31-369-9184, Fax: +82-31-369-9187)

서 언

우리나라 채소 종자산업은 지난 70년 동안 괄목할 만한 발전을 가져 왔다. 채소 종자산업은 '완전 민간 주도형'으로 발전해 왔기 때문에 민간의 시장 진입이 비교적 쉽게 이루어져 왔고, 국민소득이 급속히 증가함에 따라 종자 수요와 생산량도 크게 증가하였다. 우수한 육종가의 출현과 몇몇 종자회사 창업자들의 탁월한 경영능력 및 종자 생산과 영업분야에서 출중한 인력들의 활동이 있었으며, 우장춘 박사의 활동과 원예연구소에서 경험한 육종인력이 민간 종자회사로 진입함에 따라 채소 종자산업도 크게 발전한 요소로 작용하였다.

채소 종자산업의 발달은 몇 단계에 걸쳐 지금에 이르고 있다 (이장무 2008). 태동기(1960년 이전)는 일제 강점기와 6.25전까지 큰 종묘상은 일본인이 운영하였고 우리나라 종묘상은 규모가 적거나 종자 자급을 위하여 채종을 하여 판매하는 정도였다.

기반 구축기(1950-1961년)는 흥농종묘 등 새로운 국내 종묘회사의 설립과 함께 최초 1대잡종 품종 오이, 배추, 양파가 육성되었고, 우장춘박사의 원예연구소 소장 재직으로 많은 신육종기술이 도입된 시기였다. 발달 초창기(1962-1973년)는 채소종자 관계법령인 '농산종묘법'이 발효되어 종자의 생산과 공급의 체계화가 이루어졌다. 성장기(1973-1984년)는 '종묘관리법'의 시행으로 종자 관리규정이 강화됨에 따라 규정된 시설과 기술자를 확보한 종자회사들의 설립이 있었다. 활성화기(1985-1997년)는 1985년에 수입이 자유화되면서 기존의 종자회사에서 종사하던 사람들의 창업이 활발하게 이루어졌다. 국제화 시대(1998년 이후)는 IMF를 겪으면서 다국적기업들의 국내 종자회사 인수합병과 국내 종자회사의 해외 진출이 두드러졌고, 개인 육종가의 전문분야별 활발한 창업이 있었다.

채소 신품종 육성에 다양한 육종기술이 활용되었다. 일대잡종 육종에 주로 배추와 작물에서 자가불화합성을 이용하였고(강화

정 2001, Brace et al. 1994), 배추과, 당근, 양파, 파, 고추, 토마토, 수박작물은 융성불임성을 이용하고 있으나 대부분의 박과작물은 인공교배를 통해 교배종을 생산하고 있다. 약배양, 소포자 배양, 배주배양을 이용한 반수체 육종기술을 배추과, 고추, 양파 작물에서 적용하여 새로운 유전자원의 조기 고정을 통해 신품종 육성기간을 대폭 단축하고 있다. 배수체 육종기술을 이용하여 3배체의 씨 없는 수박을 육성하고, 돌연변이 육종을 통해 얻은 상호전좌 돌연변이를 이용하여 씨 적은 수박을 육성하고 있다(이희주 등 2008). 배무채, 쌈추, 쌈채, 신토와 호박, 애호박 품종이 종속간 교잡을 통해 육성되었고(농림부 2006), 배구체 기술도 교잡 친화성이 낮은 종속간 교잡 품종의 육성에 활용되었다. 무의 세포질융성불임 유전자를 배추, 양배추, 브로콜리, 콜라비에 도입하고, 당근에서도 세포질 융성불임 유전자를 도입하기 위해 원형질체 융합기술을 이용하였다. 최근에는 모든 작물에서 내병성, 내충성, 품질, 융성불임성, 생리장해 내성, 순도분석용 분자표지를 주요 형질의 조기도입과 순도검정에 이용하고 있다. 또한 형질전환기술을 고추, 수박, 대목의 내병성과 한해 저항성 품종육성에 이용하였고, 최근에는 유전자 편집 기술을 양배추와 당근 품종육성에 이용하고자 하고 있다.

우리나라 종자산업 발달과정에 대한 자료는 종자회사 경영자 및 연구원의 경험담과 한국종자협회의 자료 등을 참고하였다.

국내외 종자시장 동향

세계 종자시장

약 372억 달러(2016년, Phliips McDougall)로 이 중 옥수수

41.3%, 콩 21.4%, 밀 6.2%, 쌀 5.3%, 면화 4.3%, 유채 4.1%로 옥수수와 콩 두 작물이 전체의 62.7%를 차지하며, 채소가 차지하는 비율은 52억\$로 14.1%를 차지하고 있다. 품목별 채소시장을 보면 토마토 26%, 고추류 11%, 엽채류 8%, 오이 8%, 양파 7% 순으로 토마토가 가장 큰 비중을 차지하고 있다(최유현 2018)(Fig. 1).

세계 거대 종자회사들은 M&A를 통하여 시장을 확대하고 있다(최유현 2018). 독일의 화학·제약업체인 바이엘이 세계 최대 종자회사인 미국의 몬산토를 인수하였다. 중국 국영 화학회사 캄차이나는 스위스 종자회사 신젠타를 인수했고, 미국의 다우 케미칼과 듀폰이 합병하는 등 최근 몇 년간 화학과 종자회사 간 M&A가 활발히 이루어졌다. 이에 따라 세계 종자시장은 바이엘, 중국화공, 다우케미컬 등 3대 거대 기업 간의 경쟁체제로 굳혀졌다(Fig. 2).

국내 종자시장

세계 종자시장 중 우리나라가 차지하는 비율은 1%에 불과하며, 내수시장 또한 성장의 한계로 시장규모는 정체된 상황이다 (Fig. 3A)(최유현 2018, 김상근 2018). 민간부분 종자시장 5,408 억원 중 채소 종자시장이 3,371억원으로 전체시장의 62%를 점유하고 있다(Fig. 3B). 세계 종자시장에서 주곡작물(옥수수, 콩, 밀, 쌀, 면화, 유채)이 차지하는 비율이 82.6%로 대부분을 차지하는 반면 국내 종자시장은 채소 종자시장의 비율이 높은 데 이것은 대부분 주곡작물의 육종은 국가기관에서 하고 있기 때문이다. 세계적인 종자회사로 발돋움하기 위해서는 시장성이 큰 주곡작물에 대한 민간 종자회사의 진입이 있어야 한다. IMF를

Fig. 1. Seed market by vegetable items

계기로 몬산토, 신젠타, 사카다, 다끼이, 누넬, 미까도교와 같은 다국적 기업의 진출이 활발히 이루어져 왔지만 국내 종자회사는 영세하기때문에 R&D투자에 한계가 있다(변상지 2016).

국내 채소종자는 상추를 제외한 대부분 작물이 거의 100% 1대 잡종품종을 이용하고 있으며, 자가 채종하여 이용하는 경우는 거의 없다. 시설재배의 증가로 작목별 주산단지가 형성되어 있으며, 주년 재배품종의 육성과 재배방식의 분화로 연중 채소재배가 이루어지고 있다. 생산성이 뛰어난 우수한 품종이 계속 육성되어 채소품종의 판매기간이 매우 짧고, 종자 처리기술과 육묘기술의 발달로 대부분의 모종은 육묘장에서 육묘되어 공급되기 때문에 종자 수요량은 급속하게 감소하고 있는 추세이다. 전통육종 기술에 생명공학 기술을 적용함으로써 육종연한을 단축하고 선발효율을 높일 수 있게 되었다. 채소 종자산업은

완전 민간 주도형으로 발전하였으며, 국내 육성품종의 보급률은 90% 이상으로 매우 높고, 채소종자 갱신율은 거의 100%에 이른다. 국내 채소 종자산업이 발전할 수 있었던 원동력은 종자회사 창업자의 탁월한 경영능력과 우수한 육종가, 종자생산과 영업 및 개발분야 우수 인력, 우장춘 박사의 활동과 원예연구소의 육종 인력 양성, 1대잡종 품종으로 교체, 해외시장 개척 및 정부의 적극적인 종자 산업육성에 기인하였다고 볼 수 있다(이춘섭 1996). 그러나 우리나라 종자산업이 크게 발전하는 데 저해요인은 종자업 등록업체는 1,490개(16년)인데 300억원 이상 매출업체는 2개로 종자회사가 매우 영세하며, 육종실적이 있는 회사는 전체 회사 중 24%에 불과해 매우 영세하고 품목별 전문화도 이루어지지 않고 있다는 점이다(박기환 등 2010).

Fig. 2. M&A of seed company by multinational company

Fig. 3. Vegetable share in the global and domestic markets

한국 채소 종자산업 변천

우리나라의 종자산업은 대부분 채소 종자회사 위주로 설립되어 발전하였으며, 시대적 활동내용에 따라 여섯 단계로 나눌 수 있다(이장무, 2008)(Fig. 4).

태동기(일제강점기~1950년 이전)

일본 영향기로 큰 종묘상은 일본회사들이 운영하였고, 우리나라 종묘상은 가족단위 소규모 운영체로 주로 김장용 채소종자를 판매하는 것이 고작이었다. 1944년 일본은 전시체제 아래 종자수급을 원활하게 하기 위하여 종묘보급제를 실시하고 ‘조선종묘협회’를 발족하였다. 해방 전 태평양전쟁 중에는 종자수급이 어려워지자 국내에서 채종하여 공급하는 자급시스템을 운영하였으며, 해방 후 일본인이 운영하던 종자회사는 한국인에게 직접 인계되는 경우가 많았다. 영업은 통신 판매, 상보 발간을 통한 우편 판매하였다.

기반 구축기(1950~1961년)

우장춘 박사 활동기로 중앙원예기술원(원예연구소 전신) 초대 원장으로 국내 채소종자의 채종판매를 위하여 ‘한국농업과학협회’를 만들어 원종을 회원사들에게 공급하여 채종하게 함으로써 일본에서 수입하던 고정종 종자를 자급하였다. 우장춘 박사는 무, 배추 원종을 공급하여 종자 수입을 대체하였고, 고추 재래종을 수집하여 순계 분리육종을 하였으며, 온실 멜론과 양배추를 처음 도입하고 호박, 가지 육종을 시작하였으며, 배추와 양파의

최초 1대잡종 품종을 육성하였다. 국내 흥농종묘, 김해종묘, 제일종묘, 신신종묘, 동일종묘, 대전종묘, 남도종묘, 부민종묘 등 각 지역별로 종자회사 설립이 활발하게 이루어졌다. 최초 교배종 품종으로 오이 ‘진주교배1호’ 배추와 양파의 ‘원예1호’와 ‘원예2호’가 육성되기도 하였다. 영업은 통신 판매, 상보 발간을 통한 우편 판매가 주를 이뤘다.

발달 초창기(1962~1973년)

1961년 ‘농산종묘법’의 발효로 종자회사들의 우수품종의 고품질종자 생산 판매가 강화되었다. 1965년 ‘한국종묘생산협회’의 발족으로 국가에서 관리하던 종자 수급관리를 협회가 맡아하면서 일본에서 수입된 우수한 1대잡종 품종 공급의 할당제가 실시된다. 국내 본격적인 1대잡종 품종 육성이 배추, 오이 등에서 이루어졌으나 선호도는 일본품종에 미치지 못 하였다. 영업은 통신 판매와 상보발간 그리고 본격적인 대리점 영업이 시작되었다. 지방의 종묘상들은 종묘농약사로 탈바꿈하여 채소종자와 농자재를 공급하는 총판형태 또는 전문 취급점으로 영업을 했다.

성장기(1974~1984년)

1973년 제정된 ‘종묘관리법’의 시행으로 종자관리 규정이 강화됨에 따라 종자회사의 지각변동이 일어났다. 법제에 규정된 시설과 인력을 갖춘 종자회사들이 출현하고 업계에서 활동하던 기술자들과 종묘에 관심을 둔 젊은이들이 종자회사를 창업하였다. 종자를 판매하던 종묘상이 육종과 종자생산에 뜻을 두고 종묘업을 창업하는 경우도 있었다. 이 시기에 한농이 제일종묘를

Fig. 4. Changes in the Korean vegetable seed industry

인수하고 고희선이 농우종묘를 창업하였다. 우수한 1대잡종품종이 무, 배추, 고추, 수박 등에서 육성되면서 영업매출이 늘어나 종자시장이 안정되고 시장규모가 커짐으로서 종자회사의 규모도 커지는 효과를 가져왔다. 종자업체는 각 시·도에 있던 총판형식의 대리점을 인수하여 직영지점을 만들어 전국적으로 피라미드형의 종자 영업망을 갖춰 종자의 판매와 보급을 지점이 함으로서 종자의 수급을 원활하게 하였다.

활성기(1985~2000년)

1985년 수입이 자유화되면서 외국종자를 전문적으로 수입 판매하는 회사가 생기고, 많은 종묘회사들의 설립이 활발하게 이루어진다. IMF를 겪으면서 노바티스, 세미니스, 사카다종묘, 다끼이종묘 등 외국기업이 국내에 진출하게 된다. 1991년 종자수입이 완전 개방되면서 흥농종묘와 서울종묘는 국내에서 개발한 1대잡종 무 품종을 일본에 수출하고, 국내에서 생산이 어려운 작물의 종자는 해외 채종을 시작하였다. 종자 수입이 자유화되면서 외국종자를 전문적으로 수입 재배시험을 거쳐 판매하는 회사가 생긴다.

국제화 시대(2000년 이후)

현지에 적응하는 품종개발이나, 순도 검정, 현지 영업을 목적으로 흥농종묘(미국, 중국, 인도네시아), 서울종묘(중국, 태국), 농우바이오(중국, 인도네시아, 터키, 인도, 미얀마, 미국), 아시아종묘(인도, 베트남), 더기반(태국), LG팜한농(태국)은 해외법인을 설치 운영하여 적극적인 해외시장을 개척하고 있다. (주)동부

한농, 농우바이오, 아시아종묘는 상장기업으로 탄생하였고, 개인 육종가의 창업이 활발하게 이루어졌다. 외국기업으로 다끼이종묘, 누넬종묘, 미까도교와종묘가 영업을 하였으나 현재 누넬종묘는 국내에서 철수한 상태이다. 품종보호제도의 강화로 종자회사 간 분쟁은 많이 감소하였다. 종자회사는 APSA (아시아태평양종자협회), 국제종자박람회에 적극적으로 참여하여 꾸준한 영업활동을 통해 수출실적을 늘리고 있다. GSP연구사업, 국내 채종지원 사업, 수출협의회, 김제민간육종단지, 방사선육종연구소 지원 등의 정부 종자산업 지원도 강화되고 있다.

채소 육종기술

채소 육종기술로 일대잡종 육종, 반수체 육종, 배수체 육종, 돌연변이 육종, 종속간 교잡육종, 원형질체 융합, 분자표지 활용, 형질전환 육종, 유전자 편집 기술을 포함한 다양한 육종방법이 이용되고 있다(Table 1).

일대잡종 육종

1954년 우리나라 최초의 1대잡종 ‘진주교배1호’ 오이 품종을 발표한 이후 현재 상추를 제외한 대부분 작물의 품종들은 1대잡종 품종으로 대체되었다. 1대잡종 품종은 암꽃과 수꽃의 교배를 통해 얻을 수 있기 때문에 제웅교배나 자가불화합성(윤무경 등 2006, 윤무경 등 2008)과 옹성불임성을 이용한 품종육성이 주를 이루고 있다. 주로 배추과인 무, 배추, 양배추, 브로콜리, 콜라비, 꽃양배추는 자가불화합성을 이용하여 1대잡종 품종을 육성하고

Table 1. Vegetable breeding technique in Korea

Breeding method	Breeding technique	Vegetable crops
F ₁ hybrid	Self incompatibility	Radish, Chinese cabbage, Cabbage, Brocoli, Colabee, Cauliflower
	Male sterility	Radish, Chinese cabbage, Cabbage, Brocoli, Colabee Onion, Green onion, Carrot, Pepper, Tomato, Watermelon
Haploid	Anther & microspore culture	Radish, Chinese cabbage, Cabbage, Cauliflower, Pepper, Mustard, Baemoochae
	Ovary culture	Onion
Polyploid	Seedless watermelon	Watermelon
Mutation	Reciprocal translocation	Watermelon
Interspecific hybridization	Interspecific hybridization	Baemoochae, Ssamchoo, Ssamchae, Pumpkin
	Embryo & Ovul culture,	Pepper, Pumpkin
Somatic cell	Protoplast fusion	Cabbage, Carrot
Molecular breeding	Molecular marker	Radish, Chinese cabbage, Pepper, Tomato, Watermelon, Melon, Cabbage, Onion
	Gene editing	Chinese cabbage, Carrot, Cucumber
	Transgenic plant	Pepper, Watermelon, Stock

있으며, 웅성불임성을 이용한 1대잡종 품종육성은 배추, 무, 양배추, 브로콜리, 콜라비, 양파, 파, 당근, 고추, 토마토, 수박에서 이루어지고 있다(박수형 2008, 원예시험장 1964, Choi 1976)). 웅성불임 중 GMS (genic male sterility)는 고추(Yoo 1990), 수박, 파, 토마토에서 이용하고 있으며, CMS (cytoplasmic male sterility)는 무, 배추, 파, 양배추, 브로콜리에서 이용하고 있고, CGMS (cytoplasmic-genic male sterility)는 무, 고추, 양파, 당근에서 이용하고 있다.

반수체 육종

약배양, 소포자 배양, 배주 배양법은 반수체를 이용한 육종법으로 새로운 형질을 빠른 기간에 도입 고정하는 데 매우 유용한 육종기술이다. 약배양과 소포자 배양을 이용한 고정 계통의 육성이나 이를 이용한 품종육성은 무, 배추, 고추, 양배추, 녹색꽃양배추, 갓, 배무채에서 이용하고 있다. 배주 배양을 이용한 고정 계통의 육성은 양파와 멜론에서 이용하고 있다.

배수체 육종

씨 없는 수박을 육성하기 위해 배수체 육종기술을 이용하고 있다. 모계로 이용할 계통에 콜히친 처리를 하여 4배체로 만들고 2배체의 부계를 교배하여 3배체의 수박을 육성한다. 3배체 수박은 씨가 없는 수박으로 2002년 ‘씨제로’ 수박이 육성된 후 ‘씨제로꿀’, ‘노랑씨제로’ 수박 등 다양한 수박이 육성되어 판매되고 있다.

돌연변이 육종

돌연변이 육종법은 새로운 유전자원을 얻는 수단으로 이용된다. 1965년 무에 방사선 X-ray처리를 하여 무 웅성불임 계통을 얻었고, 1995년 수박에 방사선 처리를 하여 상호전좌 계통을 얻었다. 씨 적은 수박은 상호전좌를 이용하여 얻을 수 있는 데 하나의 상호전좌 계통을 이용하여 기존 수박에 비해 씨가 50% 수준인 ‘싱그런꿀’(2007년), ‘씨저근’(2011년), ‘씨저근한마음’(2012년) 수박을 육성하였고, 두 개의 상호전좌 계통을 이용하여 기존 수박에 비해 씨가 25% 수준인 ‘LS카카오’(2018년) 수박을 육성하여 판매하고 있다.

종속간 교잡 육종

새로운 신작물을 개발하는 데 종속간 교잡육종법이 이용되었다(채영 등 2006). 1999년 배추x양배추 교잡종 ‘쌈추’라는 쌈추 품종, 2006년 배추x무 교잡종 ‘비비1호’ 배무채 품종, 2005년

배추x순무 교잡종 ‘베타쌈’ 쌈채 품종이 육성되었다. 서양계 호박과 동양계 호박을 교배하여 1971년 ‘신토좌’ 호박을 육성하였고, 폐포종인 ‘쥬키니’ 호박과 동양계 호박 ‘서울다다기’를 교배하여 1974년 세계 최초로 애호박 품종인 ‘불암사철애호박’을 육성하였다. 한편 새로운 형질을 도입하기 위한 수단으로 종속간 교잡 육종법을 이용하였는데, 고추 탄저병 저항성 유전자를 도입하여 탄저병 저항성 품종을 육성 하는데 중간 교잡인 *C. annuum*계통과 *C. baccatum* 계통을 교배한 후 배구제를 하였다. 또한 참외 품종의 당도를 높이기 위해 1966년 참외와 멜론을 교배하여 고당도 ‘황금참외’ 품종을 육성하였다.

원형질체 융합

웅성불임 유전자는 1대잡종 품종을 육성하는 데 매우 유용한 형질이다. 무 1대잡종 품종 육성은 세포질 웅성불임 유전자(CMS)를 이용하여 육성하고 있으나 다른 배추과 작물에서는 웅성불임 유전자를 찾지 못해 이용할 수가 없었다. 무의 세포질 웅성불임 유전자를 배추에 옮기고자 무와 배추의 원형질 융합을 시도하여 배추 세포질 웅성불임 계통을 육성하였다. 원형질체 융합으로 얻은 배추 세포질 웅성불임 유전자를 브로콜리, 콜리플라워, 콜라비에 도입하여 1대잡종계 품종을 육성하고 있다. 또한 당근에서도 웅성불임 유전자를 도입하기 위해 원형질체 융합을 시도하여 이용하고 있다.

분자표지의 활용

농업형질과 밀접하게 연관된 분자표지는 저비용으로 원하는 형질을 빠른 시간에 대량으로 선발이 가능해 육종기간을 대폭 단축할 수가 있다. 많은 작물에서 내병성, 품질, 색깔 등 유용형질의 선발과 순도검정을 위해 많은 분자표지를 개발하여 이용하고 있다(Table 2). 무, 양배추, 배추는 내병성, 웅성불임성, 자가불화합성, 개화시기, 엽색 유전자 분자표지를 개발하여 이용하고 있다. 고추는 중요 내병성 유전자, 웅성불임성, 신미, 색깔 유전자 분자표지 유전자를 개발하여 이용하고 있고, 토마토는 내병성, 선충 저항성, 과색 유전자 분자표지를 이용하고 있다. 수박은 내병성, 웅성불임성, 과형, 줄무늬, 과피색, 과육색 유전자 분자표지를 이용하고, 멜론은 내병성, 단성화, 과육색, 과피색을 선발하기 위한 분자표지를 개발하여 이용하고 있다. 양파에서는 웅성불임성과 웅성불임 음성회복유전자 분자표지를 이용하고 있다.

형질전환 육종

GMO 육종은 몬산토 종자회사 등 다국적 기업에서는 옥수수,

Table 2. Application of molecular markers in vegetables

Vegetables	Molecular markers
Radish	TuMV, Crown gall, Male sterility, Self incompatibility, Blooming period, Orange color
Chinese cabbage	TuMV, Crown gall, Male sterility, Self incompatibility, Blooming period, Orange color
Cabbage	Wilt, Downy mildow, Male sterility, Self incompatibility, Leaf color
Hot pepper	CMV, TMV, TuMV, TYLCV, TSWV, PeV, phytophthora, Anthracnose, Bacterial stripe, Powdery mildow, Male sterility, Spicy taste, Color
Tomato	Bacterial wilt, Bacterial spot, Stem botrytis blight, Leaf mold, Wilt, Verticillium, Root wilt, Powdery mildow, Leaf spot, TYLCV, TuMV, Sweet potato knot nematode, Fruit color
Watermelon	ZYMV, Fusarium wilt, Powdery mildow, Male sterility, Fruit shape, Stripe, Fruit color, Flesh color
Melon	MnsV, PRSV, ZYMV, Fusarium blight, Fusarium wilt, Powdery mildow, Unisexual flower, Flesh color, Rind color
Onion	Male sterility, MS restore

콩, 카놀라, 면화 등 식량작물에서 품종개발하여 재배면적도 급속도로 증가하고 있으나 우리나라는 원예작물에서 몇 가지 형질에 대하여 품종육성을 시도하였으나 현재는 중단한 상태이다. 고추 CMVPI 저항성, PepMov 내성, PMMoV 내성, 제초제 저항성, 담배나방 내성 형질전환체를 육성한 바 있고, 수박 대목 용으로 이용하는 박 작물에서 가뭄 저항성 유전자를 도입하였고, 양배추에서 배추좀나방 저항성을 형질전환시킨 형질전환 품종을 개발하여 시험재배한 바 있다.

유전자 편집 기술

유전자 편집기술은 최근에 개발된 기술로 원예작물에서 배추 만추대성, 당근 색깔 형질, 오이 바이러스 형질을 도입하기 위해 시도되고 있다.

종자산업 발전방안

국내 종자산업이 발전하기 위해서 다음과 같은 내용을 제언해 보고자 한다.

세계적인 종자회사 육성

국내 종자회사의 대부분은 매우 영세하며 주로 채소작물 위주 품종개발과 판매가 주를 이루고있다. 세계시장에서 채소류가 차지하는 비율은 52억\$로 전체 종자시장의 14.1%에 불과하다. 종자시장의 규모를 키우기 위해서는 시장이 큰 주곡작물인 벼, 콩, 옥수수 등의 종자시장 편입이 불가피하다. 그러나 이러한 주곡작물의 품종육성과 보급은 국가기관에서 이루어지고 있다. 종자시장의 확대를 위해서는 이와 같은 주곡작물이 민간 종자회사에서 육성 판매할 수 있도록 해야 한다. 국내시장은 정체되어

있으므로 세계시장을 확대하는 방법으로 M&A를 통한 회사규모의 확대나 현지에 적합한 품종육성과 영업을 위한 외국 현지법인의 설립도 고려하여야 한다. 또한 몬산토 종자회사의 R&D 투자액은 2016년 15억\$인데 반해 국내 총 R&D 투자액은 746억원으로 몬산토의 4.5%에 불과하다. 따라서 종자회사의 과감한 투자가 절실하다.

정부의 종자산업 지원 확대

정부의 우수품종 개발 지원 및 수출제도 지원이 필요하다. 수출확대를 위해 국제 종자박람회 참가 대폭 지원 및 수출종자에 대한 검역요건을 상황에 맞게 유연하게 대처할 필요가 있다. 날로 정밀한 생명공학 기술과 첨단기계를 이용한 병해 검정으로 인해 완전 무병해 종자의 생산은 점점 어려워지고 있다. 국내 채종요건의 미비로 해외 종자생산이 증가하고 있는데 종자회사가 해외에서 생산한 종자가 종자검역에서 문제가 발생하여 통과되지 못하는 경우가 종종 있다. 생산종자의 폐기로 해외 채종에 있어 국제적 분쟁을 야기하고 있어 적어도 국내에서 이미 발병했던 병이라도 검역규제를 해소할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

최첨단 생명공학기술 이용에 대한 정부의 제도 지원

최근 전통육종법에 분자표지, 유전체, 유전자 편집 기술 등 첨단 생명공학 기술을 활용함으로써 육종의 효율성 제고와 신품종 육성을 하고 있는 추세이다. 많은 분자표지들을 개발하고 종묘회사들이 필요할 때 언제든지 분자표지 분석을 의뢰할 수 있는 기관이 필요하고 첨단 육종기술을 국가 연구기관이 지원할 수 있는 제도적 지원이 필요하다. 형질전환 및 유전자 편집 기술의 활용에 대한 법적 근거를 정립해야만 차후 이 개발로 육성된

품종에 대한 이용이 가능하기 때문에 법적으로 어느 수준까지 허용해야 할지에 대한 법률의 제정이 요구된다.

종자 유통질서의 확립

새로운 품종을 개발하는 데 많은 시간과 경비가 소요된다. 개발된 품종의 보호를 위해 품종 보호제도가 운용되고 있다. 그러나 지금도 품종복사 문제로 인해 종자회사 간 분쟁이 일어나고 있다. 동일한 품종이 복사되어 유통된다면 개발회사의 개발의지를 꺾고 경영상 어려움을 초래하게 되므로 철저한 유통질서가 확립되어야 한다. 원종의 유출은 채종지나 육종가 및 생산인력의 도덕적 해이 때문에 발생하는 경우가 많다. 신젠타 종묘가 우리나라의 신품종 보호제도 미흡 때문에 국내 육성을 포기하고 외국으로 옮긴 사실을 명심해야 할 것이다. 해외에서 비싼 가격으로 판매하고 있는 종자에 대해 동일 품종으로 싼 가격에 공급함으로써 개발회사의 경영에 심각한 손해를 입히는 일은 있어서는 안 된다.

적 요

우리나라의 원예 종자산업은 그 규모는 작지만 급속한 변화를 거치면서 발전해 왔다. 일제 강점기에는 무, 배추 고정종의 채종이나 일본, 중국 품종을 도입하는 정도의 소규모 종묘상에 그쳤으나 해방 후 최초 원예연구소의 설립과 우장춘 박사의 활동으로 원예육종이 시작하게 되었다. 새로운 종묘법의 시행과 1대잡종 품종의 보급으로 종자회사는 급속한 성장을 하였고 1998년 이후 우리나라 종자산업은 본격적인 국제화 시대에 돌입하게 되었다. 국제화 시대는 IMF를 겪으면서 다국적 기업들의 국내 종자회사 인수합병과 국내 종자회사의 해외 진출이 두드러졌고, 개인 육종가의 전문분야별 활발한 창업이 있었다. 채소 신품종 육성에 다양한 육종기술이 활용되었다. 일대잡종 육종에 주로 배추과 작물에서 자가불화합성을 이용하였고, 배추과, 당근, 양파, 파, 고추작물은 웅성불임성을 이용하였다. 약배양, 소포자 배양, 배주배양을 이용한 반수체 육종기술이 배추과, 고추, 양파작물에서 이용하였다. 씨 없는 수박의 육성에 배수체 육종기술을 도입하였고, 씨 적은 수박육종에 상호전좌를 이용한 돌연변이 육종법을 이용하였다. 종속간 교잡을 통해 무배추, 짬채, 호박품종을 육성하였고, 배배양과 배주배양을 통해 종속간 교잡 품종을 육성하였으며, 원형질체 융합을 통한 웅성불임성의 도입이 양배추와 당근 품종 육성에 이용하였다. 최근에는 분자표지를 주요 형질의 조기 도입과 순도검정에 모든 작물에서 이용하고 있다. 또한 형질전환

기술을 고추, 수박, 대목육성에 이용하였고, 최근에는 유전자 편집기술을 양배추와 당근 품종육성에 이용한 바 있다.

사 사

본 연구는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청 Golden Seed 프로젝트 사업(원예종자사업단, 과제번호 : 213007-05-04-CG700)에 의한 것임.

REFERENCES

1. Brace J, Ockendon GJ. 1994. A molecular approach to the identification of S-alleles on Brassica oleracea based on PCR-amplified DNA with restriction endonuclease. Sex Plant Report 6: 133-138.
2. Choi JK. 1976. Histological and genetic studies on the male sterile mutants of tomato induced by gamma radiation and chemical mutagens. Doctor's degree thesis. p. 21.
3. Yoo IW. 1990. Inheritance of male sterility and its utilization for breeding in pepper. Kyung Hee Uni. Doctor's degree thesis. p. 69.
4. 강화정. 2001. 배추과 작물의 자가불화합성 계통 육성과 인자 분류. 농진청연구보고서(2001): 9-11.
5. 과학기술정책연구원. 2015. 종자산업 지원 사업 효율성 제고 전략 수립. 농림수산물기술기획평 가원. p 249
6. 김상근. 2018. 종자산업 발전을 위한 R&D 전략 심포지움. pp 13-29
7. 농림부, 바이오브리딩. 2006. 신채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 싹채소로 연중생산 연구. 보고서: p 79
8. 농촌진흥청. 1960. 웅성불임성을 이용한 양파 육성에 관하여. 시험연구보고서(1960): 53-62
9. 박기환, 박현태, 정정길, 유일웅, 신종수. 2010. 종자산업의 동향과 국내 종자기업 육성방안. 한국농촌경제연구원. p 108
10. 박수형. 2008. 무 웅성불임 품종 육성. 국립원예특작과학원보고서(2008): 140-145
11. 변상지. 2016. 세계 종자시장을 겨냥한 국내 종자수출 마케팅 전략. 한국종자연구회(제 12차 정기총회 및 심포지움): pp 71-96
12. 원예시험장. 1964. 양파 웅성불임 이용에 의한 우량조합 선발 시험. 시험연구보고서(1964): 103-106
13. 윤무경, 박수형, 김대영, 김기택, 최정근, 김성길. 2006. 다양한 무 자가불화합성 인자 분류 및 동정. 농진청시험연구보고서(2007): 12-15

14. 윤무경, 강화정, 한중술, 오대근, 2000. 무 자가불화합성 인자 분류. 농진청연구보고서(2001): 9-12
15. 이장무, 2008. 한국채소종자산업발달사. 서울대학교 출판부. 607p
16. 이춘섭, 1996. 씨앗외길60년. 흥농종묘(주) 출판부. 371p.
17. 이희주, 허윤찬, 이우문, 권기범, 임채일, 이상규, 박경섭, 권준국, 박동금, 고관달, 2008. 염색체 전좌유기에 의한 씨 적은 수박계통 육성. 국립원예특작과학원 시험연구보고서(2008-1): 26-29
18. 채영, 조용섭, 배도함, 김기택, 조명철, 신영안, 김대현, 홍성기, 2006. 중간 잡종을 이용한 고추 탄저병 저항성 계통 육성. 원예연구소시험연구보고서(2005): 32-40
19. 최유현, 2018. 종자산업 발전을 위한 R&D 전략 심포지움. pp. 31-67.