

미국 종자산업의 기술발전*

장재봉

종자산업은 농업생산성 증대에 기여할 뿐만 아니라, 유통, 저장, 운반, 그리고 농업에 필요한 종자 및 기타 투입재의 가격 형성에 큰 영향을 미치고 있다.

1. 머리말

농업에서 종자의 중요성은 인류 역사에서 농업이 시작되었을 무렵부터 인식되기 시작하였다. 실제로 농업의 기원은 식량생산 증대에 기여하기 위한 종자의 선택과 재배와 밀접한 관련이 있다. 지난 20세기 동안, 우량종자 및 우수한 교잡종의 개발과 유전학의 발전은 종자산업을 과학화의 길로 이끌었다. 대표적인 예로, 생명공학의 발전으로 특별히 선택된 형질(trait)을 보유한 유전자변형(GM) 작물의 생산이 가능하기에 이르렀다. 초기에 가장 일반화된 GM 형질은 한 두가지 해충에 대한 저항성을 가지거나 특수한 화학 제초제에 대해 내성을 갖는 정도였으나, 최근에는 특수 영양분을 강화하거나 가뭄에 대한 저항성을 높이고, 농작물의 병해로부터 보호되는 등 소비자와 생산자의 요구에 부응하는 방향으로 확대되고 있다. 몇몇 국가에서는 여전히 유전자변형 기술의 적용에 대해서 논란이 계속되고 있지만, 미국과 전 세계적으로 급속히 발전하는 생명공학의 영향으로 종자산업은 농업생산성 증대에 기여할 뿐만 아니라, 유통, 저장, 운반, 그리고 농업에 필요한 종자 및 기타 투입재의 가격 형성에 큰 영향을 미치고 있는 것이 사실이다. 이러한 최근의

* 본 내용은 미국 농업 및 응용경제학회(Agricultural and Applied Economics Association)에서 발간하는 「Choices」 최신호에 실린 "Innovation, Integration, and the Biotechnology Revolution in U.S. Seed Markets"을 중심으로 한국농촌경제연구원 장재봉 부연구위원이 작성하였다(jbchang@krei.re.kr, 02-3299-4140).

추세와 변화들은 세계 농업 생산시스템의 틀 자체를 바꿀만큼 큰 영향을 끼친다.

전 세계 농작물 종자시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 미국 종자산업의 최근의 변화 추세를 살펴보고, 특히 생명공학 기술 발달에 따른 가격형성, 형질결합(trait bundling), 산업의 효율성, 그리고 잠재적인 시장 경쟁력 현황 등을 검토해 볼 필요가 있다. 전문조사기관(Dmrkynetic Inc.)에서 2000년부터 2007년까지 미국 전역의 농가를 대상으로 실시한 농가 단위의 옥수수, 콩, 면화 종자의 구매 및 가격 자료를 이용하여 미국 종자산업의 구조 및 가격 변화의 특징을 검토하여 형질결합과 관련한 가격 형성 그리고 종자품종 다변화에 따른 가격차별에 대한 실증적인 결과를 알아보고자 한다.

2. 종자산업의 기술 발전

GM 작물은 1990년대 중반부터 상업적인 생산을 목적으로 재배되기 시작하였다. 1996년부터 2008년 사이에, GM 작물의 재배면적은 전 세계 6개 국가에서 약 170만 ha에 불과하다가 25개국 125백만 ha로 증가하였다. 전 세계 GM 작물의 약 95%는 미국, 아르헨티나, 브라질, 인도, 캐나다, 중국 등 6개 국가에서 재배되고 있다. 2000년도 이전에는 면화와 옥수수에 대한 병충해 저항성 향상을 위한 형질 변경이나 콩에 대한 제초제 내성강화 등 하나의 유전형질 변경을 통한 GM 종자의 발전이 주를 이루었으나, 2000년대에 들어서는 복수의 유전형질 변경을 통한 새로운 GM 종자를 개발하고 이를 농업에서 이용하고 있다.

농업에서의 GM 기술의 사용 및 전파 정도와 속도는 정부규제뿐만이 아니라 농가 및 소비자들의 수요에 달려 있다. GM 종자의 개발은 오랜 시간이 필요한 생명공학적인 실험을 통해 우수한 품종을 선택하는 과정을 거쳐야 하며, 유전공학의 발전은 근본적으로 농업인들에게 보다 우수한 종자를 공급하고자 하는 통상적인 의사결정과 밀접한 관련이 있다. GM 기술의 상업적 가치는 농업인들이 일반 종자가격과 비교하여 GM 종자에 지불하고자 하는 가격프리미엄을 통해 결정되어 진다. 종자기업과 생명공학 기업에서 생산된 종자에 대해 가격을 책정하는 과정에서 적용되는 보급을 위한 홍보 전략과 경제적 이윤을 획득하기 위한 전략들을 살펴볼 필요가 있다.

신품종 개발과 개발된 신품종에 대한 지적재산권 확보와 관련된 연구개발(R&D) 비용은 종자 생산비에서 차지하는 비중이 크다. 지난 수십 년 동안, 새로운 생명공학 기술의 적용은 유전 형질에 대한 포괄적 지적재산권과 밀접한 연관이 있으므로 농업에서 민간부분의 연구개발 비용은 가파르게 상승하였다. 이는 종자가격 상승으로 이어졌는데, 연구개발비용을 어떻게 종자가격과 연계할지에 대한 기업들의 방안은 작물의 종류에 따라 다양하다. 예를 들어, 민간부분에서 개발한 교배종 옥

농업에서의 GM 기술의 사용 및 전파 정도와 속도는 정부규제뿐만이 아니라 농가 및 소비자들의 수요에 달려 있다.

지난 수십년 동안, 농업관련 생명공학 및 종자산업에서의 수평적, 수직적 통합을 위한 노력은 종자산업의 집중화를 초래하였다.

수수(hybrid corn)의 경우 교배종 성장력(hybrid vigor)이 전년도 수확 종자에서 유지가 되지 않는 문제로 인해 개발에 오랜 시간이 소요되었다. 면화종자 또한 민간부문에 주도적으로 개량화를 진행해 왔다. 옥수수와 면화종자의 가격책정은 그러한 연구개발 비용을 농민들에게 전가시키는 형태로 이뤄져 왔으나, 반대로 경질소맥(hard wheat)의 연구개발은 자조금 프로그램을 통한 연구개발비용 지원 등의 형태로 공공부문에서 주도적으로 진행되어 왔다. 그 결과, 경질소맥 종자의 가격은 일반적으로 총 개발비용에서 작은 부분만을 반영하여 책정되었다. 대두종자의 개발은 경질소맥과 마찬가지로 1980년대 이후에 공공부문에서의 연구개발로 시작하였으나 실제 개발은 완전히 민간부문에서 이뤄졌다.

지난 수십년 동안, 농업관련 생명공학 및 종자산업에서의 수평적, 수직적 통합을 위한 노력은 종자산업의 집중화를 초래하였다. 2007년의 세계 10대 주요 종자기업들의 매출액은 148억 달러로 전체 시장 점유율이 67%에 달하였으며, 이 가운데 상위 4개 기업이 전 세계 유통 종자의 50% 이상을 공급하고 있다 (박기환 외, 2010).

표 1 세계 10대 종자기업

단위: 백만 US \$

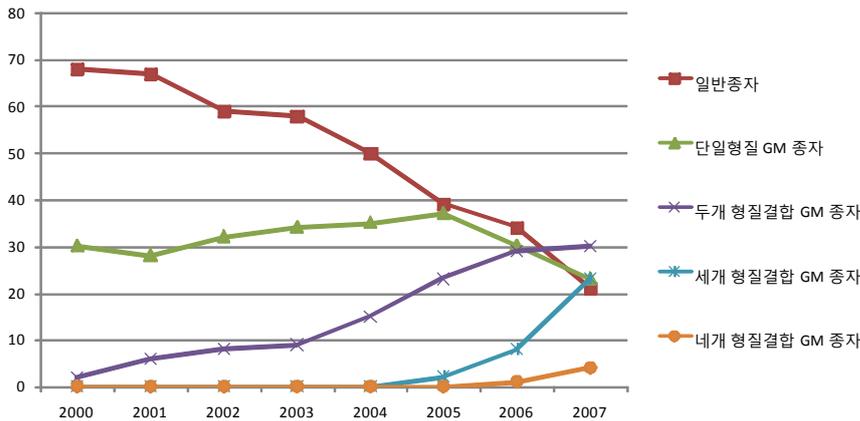
기업명	매출액	소유권 점유율
Monsanto (미국)	4,964	23%
Dupont (미국)	3,300	15%
Syngenta (스위스)	2,018	9%
Groupe Limagrain (프랑스)	1,226	6%
Land O' Lakes (미국)	917	4%
KWS AG (독일)	702	3%
Bayer Crop Science (독일)	524	2%
Sakata (일본)	396	2% 미만
DLF-Trifolium (덴마크)	391	2% 미만
Takii (일본)	347	2% 미만

자료: ETC Group.

1980년대 이후, 미국의 생명공학 기술을 이용한 종자산업은 미국의 법률 제도 아래에서 특허권에 대한 광범위한 보호를 받아왔다. 이러한 특허권 보호는 GM 종자 시장의 과도한 집중화에도 불구하고 정부당국의 독점금지를 위한 관리·감독보다 우선시 되어 왔다. GM 종자를 생산하는 다른 종자기업들에게 자신들이 특허받은 형질을 사용할 수 있도록 허가해주는 한편, 생명공학 기술 관련 기업들 또한 하부 단계인 종자산업까지 수직적으로 결합해 왔다. 이러한 구조하에서는 수직적으로 결합된 생명공학 기술을 겸비한 종자기업들은 시장내에서 동일한 형질에 대해 사용 허가를 받은 독립적인 종자기업들과의 경쟁이 불가피하다. 따라서, 얼마나 그리

고 어떻게 이러한 허가권을 배분하거나 제약할 것인지가 중요한 기업 전략이 된다. 세계 최대의 다국적 종자기업인 몬산토(Monsanto)의 유전자들을 다른 특허권 소유 기업들의 형질과 결합할 수 있는 허가권을 금지하는 계약사항에 대한 몬산토와 듀폰(DuPont)간의 특허권 침해 경우가 좋은 사례가 될 수 있다.

그림 1 옥수수 종자별 재배면적 변화 추이, 2000~2007



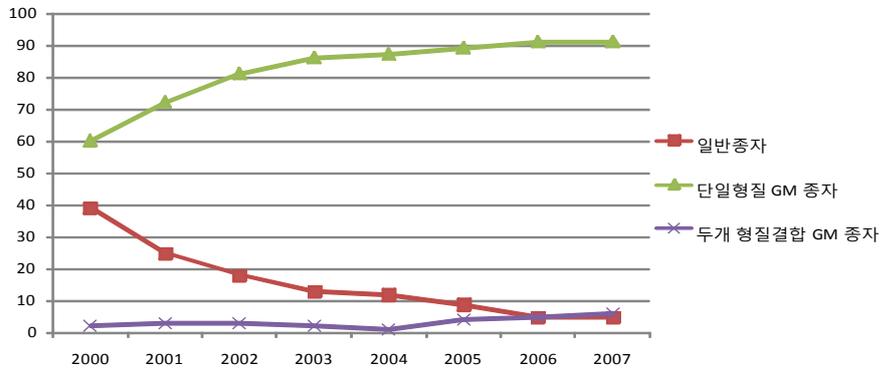
자료: Dmrkynetec 조사자료.

면화의 경우에는 다른 유전자와의 결합을 통한 형질 변경을 제한하는 규제조치들을 철폐하고, 몬산토와 Delta Pine & Land의 수직적 합병을 규제하기 위해 2007년 5월 독점금지법이 처리되었다. 이에 근거하여 스위스의 신젠타(Syngenta)는 몬산토 Bt 유전자와 독일의 Bayer Crop Science의 제초제 내성 유전자를 결합할 수 있는 권리를 보유할 수 있게 되었다.

지난 십여년간 GM 종자시장은 급격한 성장과 변화를 동시에 경험하였다. 그림 1~3에서는 각각 GM 옥수수, 대두, 면화 종자들의 적용률을 연도별로 나타내고 있다. 세 가지 작물 모두 GM 종자의 재배면적 비율은 80%를 넘었으나, 단일 형질과 다형질 GM 종자들의 증가는 각 작물마다 다른 형태를 보이고 있다. 예를 들어, 옥수수의 경우에는 2005년 이후 다형질 종자에 대한 적용률의 증가 속도가 단일 형질 종자의 적용률의 증가속도를 앞질렀으나, 대두의 경우에는 단일 형질 종자가 여전히 재배면적의 90% 이상을 차지하고 있다. 한편, 면화는 다형질 종자의 시장 점유율이 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있다. 다형질 GM 종자들 경우에는, 옥수수는 두 개에서 네 개의 형질을 결합하였을 경우가 가장 생산성이 높았으며, 반면에 대두와 면화의 경우에는 단지 두 가지의 형질 결합 시 생산성이 가장 높았다.

지난 십여년간 GM 종자시장은 급격한 성장과 변화를 동시에 경험하였다.

그림 2 대두 종자별 재배면적 변화 추이, 2000~2007

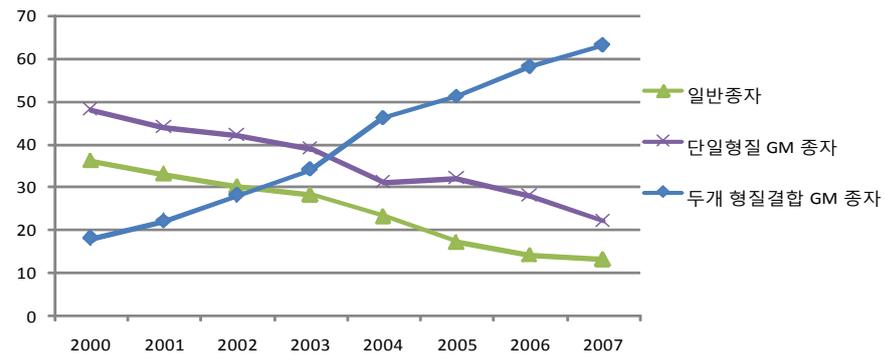


자료: Dmrkynetec 조사자료.

GM 종자의 시장 가격은 종자 생산비와 이러한 종자들을 이용하여 얻는 농가수입을 함께 반영하고 있다. 이러한 종자들을 이용하여 얻는 농가수입을 함께 반영하고 있다.

GM 종자의 시장 가격은 종자 생산비와 이러한 종자들을 이용하여 얻는 농가수입을 함께 반영하고 있다. 수직적으로 결합한 바이오기술력을 가진 종자 기업이 장기적인 성장세를 지속적으로 유지하기 위해서는 판매수입에서 영업비용을 제외한 영업수입(operating income)이 종자와 형질 개발, 마케팅과 홍보비용, 용자 등의 자금비용 등의 고정비용을 상쇄할 만큼 충분해야 한다. 그러나 종자가격은 종자로부터 얻게 되는 농민들의 순수익을 초과해서는 안된다. 농민들은 GM 종자의 사용으로 증가된 농업생산성과 상대적으로 높은 종자가격보다 더 소요되는 생산비용의 감소로부터의 이윤이 발생할 때 GM 종자를 사용할 유인을 갖게 된다. 생명공학 기술을 가진 종자산업의 과점형태의 구조에서는, 종자기업들은 비용절감, 농민들과 종자판매상으로부터의 경제적 이윤 증가, 그리고 GM 종자 사용의 증가를 위한 전략들을 사용할 수 있다.

그림 3 면화 종자별 재배면적 변화 추이, 2000~2007



자료: Dmrkynetec 조사자료.

3. 영질결합과 가격영성

종자들은 표시가격(list price)에서 적용 가능한 할인율을 반영한 가격에 판매된다. GM 종자가격은 형질결합, 병충해 전염도와 강수량 등의 각 지역 마다의 재배환경, 대체 종자의 유무여부, 작물가격, 농가소득 등에 따라 매우 다양하다. 옥수수 종자 시장에서 유전공학을 이용한 결합된 형질에 대해서, 다형질 종자의 가격프리미엄은 단일 형질 종자에 대한 가격프리미엄의 단순한 합과 동일하다는 일반적인 구성가격형성(component pricing) 과정과는 다른 보완적 가산묶음가격형성(sub-additive bundle pricing)의 성격을 띠는 최근의 연구결과도 있다(Shi, Chavas, and Stiegert, 2010). 이 연구결과에 따르면, 결합된 형질의 종자 가격은 구성가격형성에서 보다 낮은 가격에서 판매되고 있음을 증명하였다. 이러한 결과는 미국의 대두종자와 면화종자 시장에서도 확인되어, 결합 형질을 갖는 종자 생산에 있어서 상호보완성(complementarity)과 규모의 경제가 존재함을 의미한다. 일반적으로 보완적 가산묶음가격형성은 다양한 형질을 얻기 위한 비용 절감의 측면에서 농민들에게는 유리하다.

가격차별 형태도 보다 다양하게 발견되고 있다. 유전공학적 기술을 보유한 기업 수준에서의 가격형성과 미국 옥수수 주산단지에서는 보완적 가산가격형성이 가장 일반적으로 이뤄지고 있지만, 이와 함께 형질결합된 종자의 가격이 구성가격형성에 비교해서 높은 프리미엄을 받고 판매되는 특별 가산묶음가격형성(super-additive pricing)의 경우도 제한적이거나 발견되고 있다. 특별 가산묶음가격형성은 농민들로부터 높은 경제적 수익을 얻고자 하는 기업들의 시장지배력과 관련이 있다. 따라서 차별화된 가격형성은 각각의 시장 상황과 밀접한 연관이 있음을 알 수 있다.

GM 종자가격은 형질결합, 병충해 전염도와 강수량 등의 각 지역 마다의 재배환경, 대체 종자의 유무여부, 작물가격, 농가소득 등에 따라 매우 다양하다.

4. 미국 종자산업의 가격영성

종자가격은 산업의 집중화 정도에 의해서도 결정된다. 생명공학 관련 기업들은 형질과 작물들에서의 유전적 형질의 개선과 직결되는 연구개발 활동의 효율성을 증대시키는 상호보완성과 규모의 경제로부터 보다 많은 이윤을 올릴 수 있다. 반면에, 과도한 집중화는 연구개발 활동의 효율성, 농업에서의 기술발전 속도, 유전공학 기술의 접목 등에 악영향을 끼치는 등, 시장지배력에 대한 논란거리를 제공할 가능성이 크다.

시장지배력의 정도를 나타내는 General Herfindahl-Hirschman Index(GHHI)를 이용하여 미국 종자산업의 시장집중도를 수치화해보면, 다른 종자형태와의 시장 GHHI는 종자들이 대체재의 관계를 가질 때 서로 다른 품종의 종자가격은 양(+)의 관계

종자가격은 산업의 집중화 정도에 의해서도 결정된다.

를, 서로 다른 품종의 종자들이 보완재의 성격을 가질 경우에는 종자가격은 음(-)의 관계를 갖는 것으로 나타난다. 예를 들어, 소수의 대기업에 의한 GM 종자 생산이 보다 심화될 경우에는 연구개발 비용이 줄어들 수가 있는데 이럴 경우에는 다른 품종의 종자들 사이에 상호보완성이 증가할 가능성이 있다. 만일 이러한 상호보완성이 증가할 경우에는 시장지배력의 가격 향상 효과는 오히려 줄어들 수 있다. 단일 시장에서의 집중화가 심화될 경우에는 종자가격의 상승을 야기하지만, 타 품종 종자시장간의 집중화는 종자가격의 하락을 유도한다.

표 2 미국 옥수수 종자별 평균가격

단위: US \$/bag

년도	일반 종자	ECB 단일형질	RW 단일형질	HT 단일형질	두가지 형질	세가지 형질	네가지 형질
2000	79.37	100.24	N/A	87.34	95.21	100.95	N/A
2001	80.73	103.77	N/A	89.85	100.43	105.29	N/A
2002	81.81	103.91	N/A	89.08	103.19	94.64	N/A
2003	83.79	104.93	114.88	94.73	108.78	82.10	N/A
2004	86.42	108.61	120.49	98.88	113.68	112.21	N/A
2005	86.96	104.46	114.52	101.50	114.49	123.78	131.29
2006	91.36	109.69	116.67	109.93	123.03	139.21	140.03
2007	93.53	111.36	121.07	114.67	124.71	133.02	139.60

자료: Shi, Chavas, and Stiegert, 2010.

5. 수직적 소유권과 가격영성

생명공학 기술을 응용한 종자에 대한 소유권화가 여전히 보편적인 방법이지만, 기업들은 계열화를 통한 수직적 통제 방법의 사용을 점차 증가시키고 있다.

미국 종자산업에서의 수직적 조직화가 과연 종자 가격에 어떤 영향을 미치는지, 특히 미국 면화 종자산업에서의 수직적 조직화의 두 가지 형태 — 허가권(licencing) 체계와 수직적 결합 — 을 살펴볼 필요가 있다. 생명공학 기술을 응용한 종자에 대한 소유권화가 여전히 보편적인 방법이지만, 기업들은 계열화를 통한 수직적 통제 방법의 사용을 점차 증가시키고 있다. 복합형질이 결합된 면화종자시장은 몬산토가 이전에 분리시켰던 자회사인 Stoneville를 다시 인수합병하고 그 이후로 수직적 결합을 본격적으로 시작했던 2005년 이후로 확대되기 시작하였다. 1999년에 농업 분야에서 대형 생명공학 기업이었던 Bayer Crop Science사가 Aventis Crop Science로부터 *FiberMax* 종자에 대한 소유권을 획득하면서 면화 종자시장에 진입하고 2002년 이후로 판매량의 급신장을 보이고 있다. 대두종자 시장에서도 이와 비슷한 추세를 보이고 있는데, 단일 형질을 가진 대두종자 시장에서의 수직적 결합률은 2000년의 13%에서 2007년에는 26%로 증가하였다.

미국 종자시장에서의 이러한 수직적 결합 추세들은 실제 농민들이 지불하는 종

자가격 하락의 원인이 되는 효율성 증가에 의한 것일까? 그렇지 않으면 종자가격을 증가시킬 수 있는 시장지배력의 확대를 위한 단순한 시도일 뿐일까? 최근의 연구결과에 의하면, 종자가격은 해당 부문에서의 수직적 조직화에 따라 다양화되는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 대두와 면화의 종자가격은 소유권화보다는 수직적 계열화에서 보다 높은 것으로 나타나, 생명공학 관련 기업들의 수직적 계열화가 시장지배력을 증가시키고 종자 판매상과 농민들로부터 보다 많은 경제적 수익을 올릴 수 있음을 의미한다. 이러한 경향은 다른 기업들이 보유한 형질과의 결합을 허용하려는 움직임을 기업들이 주저하게 만드는 요인으로 작용한다. 소유권을 허용하여 얻는 이득보다 수직적 결합으로 직접 판매함으로써 기업들은 연구개발 비용을 충분히 보전할 수 있다. 따라서, 소유권제도를 통한 보다 저렴한 대안들이 수직적 계열화를 이룬 기업들에게는 일정 부분의 경쟁을 유도할 수가 있는 것이다.

6. 시사점

생명공학의 발전은 농업 기술혁신의 촉매제 역할을 하였으며, 이에 따른 민간부문의 연구개발 투자의 증가, GM 형질의 지적재산화, 나아가 종자시장의 결합화 증대 등을 촉진시켰다. 미국에서 GM 종자의 사용률이 급격히 증가함으로써 생명공학이 농업의 생산성 향상에 막대한 영향을 미쳤으며, 종자가격은 농업의 효율성을 유지하고 농민들로 하여금 GM 종자를 사용하게끔 충분히 하락해 왔다.

종자 생산 기업들간의 활발한 인수합병은 종자시장의 집중화를 낳았고, 생명공학을 이용한 종자산업에서의 수직적 결합은 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. GM 형질에 대한 대부분의 특허권을 보유한 소수의 대기업들 간의 합병으로 발생할 수 있는 부작용을 우려하는 정부 정책담당자들과 국제기구들이 규제 움직임을 보이고 있다. 세계인구 증가에 따른 농업부문에서 충분한 먹거리를 제공하기 위한 종자산업의 중요성이 증가할수록 미국을 비롯한 전 세계 종자산업의 효율적인 조직체계에 대한 논의도 지속적으로 나오고 있다. 종자 시장의 집중화가 종자가격 상승으로 이어지는지, 농민들의 선택의 범위가 좁아지는지, 소규모의 독립적인 종자기업들을 시장에서 퇴출시키는지에 대한 의문이 끊임없이 제기되고 있다. 이와 함께, 어떤 시장형태가 민간부문에서의 우량종자 개발을 지속시킬 수 있는지에 대한 심도 깊은 고민이 필요한 시점이다. 역사적으로 종자산업의 사유화 심화현상은 농업에서의 급속한 기술개발과 함께 진행되었으며, 나아가 농업부문에서 전반적인 기술혁신과 농업의 생산성 유지 사이의 균형을 이루게 했다. 대체로 종자산업의 집중화로 인해 종자가격은 상승해 왔으나, 다양한 시장과의 보완성을 통해서 그러한 집중화가 효율성의 증대와 가격하락을 유도하기도 한 것이 사실이다. 궁극적으로는 생명공학 등을 통한 새로운 종자개발의 혜택이 개발자, 농업인들, 그리고 소

새로운 종자개발로 인한 혜택이 개발자, 농업인, 소비자 모두에게 합리적으로 돌아가는 동시에, 기술혁신이 보호받고 계속될 수 있도록 하는 방안을 마련해야 한다.

비자들에게 합리적으로 배분되는 동시에, 그러한 기술혁신이 보호받고 계속될 수 있도록 하는 방안을 마련할 수 있는 고민이 시급한 시점이다.

참고자료

박기환 등. 2010. 「종자산업의 동향과 국내종자기업 육성방안」. P129. 한국농촌경제연구원.

오세익. 2010. “종자산업은 미래 성장동력.“ 「서울신문」 8. 13. 서울신문사.

Shi, Guanming, Chavas, Jean Paul, and Stiegert, Kyle W. An Analysis of the Pricing of Traits in the U.S. Corn Seed Market. American Journal of Agricultural Economics, forthcoming.

Stiegert, Kyle W., Shi, Guanming, and Chavas, Jean Paul. 2010. "Inovation, Integration, and the Biotechnology Revolution in U.S. Seed Markets." Choices 25(2).