

BA 409

2005 미래유망 사업화아이템 이슈분석

유전자변형작물

국제무역마찰 및 다국적기업전략에 대한 대응방안

손종구 · 김기일 · 조성관



한국과학기술정보연구원

머 리 말

21세기는 지식과 정보가 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업 사회로 나아가고 있으며, 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되어가고 있습니다. 우리나라가 이러한 변화 속에서 생존하기 위해서는 국가경쟁력 강화가 필수 불가결한 것으로 인식되고 있으며, 이를 위해서는 선진국형 고부가가치 산업의 육성이 절실히 요구되고 있습니다.

이러한 시대적 요구 속에서 한국과학기술정보연구원에서는 우리나라가 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록, 미래유망 사업화 아이템을 도출·선정하고 이에 대한 심층분석정보를 제공하고 있습니다. 이를 통해, 국가 과학기술 확산은 물론 국제경쟁력을 극대화시키기 위해 노력하고 있습니다.

미래유망 사업화아이템 이슈분석사업의 일환으로 출간되는 본 보고서는 유전자변형작물 산업 발전에 기여를 할 것으로 전망되고 있어, 많은 주목을 받고 있습니다. 이와 같이 유전자변형작물은 여러 산업들에 파급효과가 매우 커서, 국가 산업 측면에서 중요성이 부각되고 있습니다.

본 보고서는 유전자변형작물에 대한 기술·시장의 분석, 이슈분석을 통해 체계적이고 심도있는 분석정보를 제공하고자 하였습니다. 본 연구의 결과가 관련 과학기술정보를 국내에 확산시키고, 관련 산업의 국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 손종구 선임연구원, 김기일 선임연구원, 조성관 박사가 집필한 것으로서, 이 분들의 노고에 감사드리며 수록된

내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2005. 11.

한국과학기술정보연구원

원장 조영화

목 차

I. 서 론	1
1. 개념 및 필요성	1
2. 연구 방법	3
II. 선정과정	5
1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스	5
가. 프로세스 설계의 배경	5
나. 정성적 프로세스	7
다. 정량-정성적 프로세스	10
2. 유전자변형작물의 선정과정	14
가. 분석대상의 선정 : 특허추세 분석	14
나. 메가트렌드 분석 : SOU 분석	15
다. 유망아이템 후보군 도출 : 부상키워드 및 동시발생분석	18
라. 유망아이템 선정	21
III. 산업시장 분석	23
1. 시장의 개요 및 특성	23
가. 시장의 개요	23
나. 시장의 특징	25
2. 동향과 전망	26
가. 해외 동향	26
나. 국내 시장 동향	31
다. 국내외 업체 동향	37

IV. 이슈 분석	41
1. 유전자변형작물 관련 WTO협약 및 분쟁해결	41
2. 유전자변형작물 종자 개발회사의 자물쇠 전략	44
V. 결 론	47
참고 문헌	49

표 목차

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스	12
<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준	13
<표 2-3> 미국특허 C코드분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징	14
<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군	19
<표 2-5> 유망아이템 선정평가표	22
<표 3-1> 주요 유전자재조합형 특성별 재배면적 분포	30
<표 3-2> 국내 유전자변형작물 개발 현황	32
<표 3-3> 유전자변형작물 수입 표시 현황	33
<표 3-4> 품목별 유전자변형 표시 수입 현황	33
<표 3-5> 유전자변형작물 수입 현황	33
<표 3-6> 유전자변형작물의 안전성심사 현황 (2005.6 현재)	35

그림 목차

<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법	8
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 발굴 프로세스	9
<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준	10
<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드	15
<그림 2-5> 부상코드의 SOU 분석결과	16
<그림 3-1> 유전자변형작물의 성장 전망	24
<그림 3-2> 세계 유전자변형작물의 재배면적 추이	27
<그림 3-3> 2004년도 각국별 유전자변형작물 재배현황	28
<그림 3-4> 주요 유전자변형작물 채택율 (2004년)	29
<그림 4-1> WTO 분쟁 해결절차	43

1. 서 론

1. 개념 및 필요성

가. 용어 정의

- 유전자변형작물(GMO; Genetically Modified Organism)은 일반적으로 생산량 증대 또는 유통, 가공상의 편의를 위하여 유전공학기술을 이용, 기존의 육종방법으로는 나타날 수 없는 형질이나 유전자를 지니도록 개발된 작물을 의미함.
- 국제적으로 통일된 정의는 없으며, 어느 수준까지를 유전자변형기술로 보느냐에 따라서 다양한 정의가 존재함.
 - 용어 자체도 “유전자 공학(gene engineered)”, “유전자 조작(gene manipulated)”, “유전자 이전(transgenic)” 등과 같이 다양한 용어들이 사용되고 있음.
- 우리나라에서도 용어에 대한 정의나 용어 통일이 이루어지지 않고 다양한 용어가 사용되고 있음.
 - 식품의약품안전청은 “유전자 재조합식품”으로 명명하고 “식량

2 유전자변형작물

증산, 영양성분의 개선, 저장성 향상 및 병충해 내성 향상 등을 위하여 생물공학기법으로 처리한 생물체로부터 유래한 식품”으로 정의하고 있음.¹⁾

- 농림부는 “유전자변형농산물”, 산업자원부는 “유전자변형생물체”란 용어를 사용하고 있음.

나. 유전자변형작물의 개발 목적

- 세계 인구는 끊임없이 증가하여 식량 자원의 부족현상이 도래되고 있음.
 - 지금까지는 식량증산을 위하여 경지면적을 확대하고 화학비료와 농약을 사용하며 통일벼와 같은 다수확 품종을 재배하는 방법 등을 이용해 왔으나, 이용할 수 있는 농지면적은 한정되어 있고 화학비료나 농약 사용은 잔류농약 등에 의한 안전성 문제가 발생되고 있음.
 - 따라서, 육종학자들은 새로운 품종을 효율적으로 개발하기 위하여 유전자재조합 기술을 이용하여 유전자 변형작물을 개발하게 되었음.
- 유전자변형 기술을 통해서도 동종이나 근연종이 아닌 다양한 생물체로부터 유용한 유전자의 도입이 가능함.

1) www.kfda.go.kr(식품의약품안전청 홈페이지)

- 일반적인 식물육종에서의 교잡은 동종이나 근연종간으로 제한되며, 상당한 시일이 요구됨.
- 유전자변형 기술을 통해 작물의 대량생산이 가능하고 경작효율 증진과 경작 비용이 감소되게 되었음.
- 또한, 식품의 품미, 품질 향상, 과실 및 채소의 숙성 지연, 과육 함량 증진 등 상품의 고부가가치 실현도 가능하게 되었음.
- 유전자변형작물은 유전공학(genetic engineering)을 통해서 유전자들이 하나의 생물체로부터 다른 생물체로 전이되는 것을 이용하는 것임.

2. 연구 방법

- 본 연구에서는 재배면적이 매년 증가되고 있는 유전자변형작물의 재배동향을 살펴보고, 이것의 수출입 증가로 야기되고 있는 “국제 무역마찰 및 다국적기업 전략에 대한 대응방안”을 중심으로 분석하였음.
- “Ⅱ. 선정과정”에서는 미래 유망사업 아이템으로서 유전자변형작물이 선정된 경위에 대하여 기술하였음. 사용된 주요 방법론은 기술-산업연계구조 및 특히 키워드분석 등 KDD(Knowledge

4 유전자변형작물

Discovery in Database)/KM(Knowledge Mapping) 측면의 접근 방법론이었으며, 미국특허의 IPC 분류상 C코드를 대상으로 하였음.

- “Ⅲ. 산업시장 분석”에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI) 보유 문헌분석, 국내외 조사전문기관의 발표자료 분석, 전문가 자문 및 업계실태조사 등의 방법을 통해 기술·산업·시장의 동향을 파악하고 전망하였음.
- “Ⅳ. 이슈분석”에서는 국제적 문제가 되고 있는 유전자변형작물과 관련된 WTO 제소 및 거대 자본기업의 자물쇠전략에 대한 대응방안을 전문가 자문 및 업계조사 등의 방법을 통해 분석하였음.

II. 선정과정

1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스

가. 프로세스 설계의 배경

- 미래 유망 사업아이템(이하 아이টে으로 칭함) 발굴 프로세스는 연구기관별 채택하는 방법론에 따라 상이하게 나타나고 있지만, 기본적으로 ① 환경분석(메가트렌드 분석), ② 유망 아이템 후보군 발굴, ③ 평가/우선순위 결정으로 구성됨.
- 국내 주요 연구기관의 미래 유망아이템 발굴 방법론은 해외예측기관의 발표자료를 종합하는 방법 또는 전문가 위원회의 구성을 통한 정성적 접근방법 등이 매우 중요시되고 있음.
 - 해외의 경우는, 전문가 위원회의 활용이 매우 체계적인 것으로 파악되지만, 정성적 접근이 중요시되는 점은 국내의 경우와 크게 다르지 않음.
- 이러한 정성적인 전문가 위원회의 활용은 각종 의사결정에 있어서 장점이 많은 방법이지만 절차의 복잡성과 과도한 시간 및 비

6 유전자변형작물

용 소요, 소수 전문가의 과도한 영향력 발휘에 의한 왜곡 등의 단점이 있음.

- 따라서 최근에는 전형적인 전문가 위원회 구성 방식 이외에 설문 통계분석, 기술연관분석(고병열, 2003), KDD(Knowledge discovery in database)/KM(Knowledge Mapping), Bibliometrics 등 보다 정량적이고 객관적인 방법이 주요 의사결정 시스템에 많이 도입되고 있음.
- 이 중에서 최근 주목받고 있는 방법은 방대한 과학기술정보를 수록한 과학기술 DB 데이터를 대상으로, Bibliometrics, Text mining, Mapping기법을 활용하여 보다 객관적인 사실을 도출하고자 하는 KDD방법임(Porter, 2004; 윤문섭, 2004; Yoon, 2005; 윤병운, 2005; NISTEP, 2003).
- 그러나, “미래 유망아이템”의 경우, 다양한 사회현상과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 시스템화된 정량적 발굴 프로세스를 100% 적용하기란 사실상 어려운 점이 있음.
- 따라서, 효과적으로 미래유망 아이টে을 발굴하기 위해서는 정성적 프로세스(주지한 바와 같은 단점이 존재하지만) 및 정량적 프로세스와 병행하여 사용할 필요가 있음.
- 이에 따라, 본 보고서에서는 유망아이টে을 발굴에 대한 정성적 프

로세스와 정량적 프로세스를 모두 적용하였음.

- 한편, KDD/KM 등의 활용을 통한 정량적 프로세스의 적용은 기술분석 및 기술기획 관련 정책제언에 주로 적용되어 왔으나, 유망아이템 발굴과 같은 산업/시장분석²⁾ 측면으로의 활용은 현재까지 전무함.
- 따라서, 본 보고서에서의 정량적 프로세스는 이에 대한 최초의 시도로 볼 수 있음.
- 종합하면, 본 보고서에서 개발한 미래유망 아이템 발굴 프로세스는 정성적 프로세스 및 정량-정성적 프로세스로 나뉘어짐.
- 정성적 프로세스를 통하여 IT 및 관련 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였고, 정량-정성적 프로세스를 통하여 화학-금속-바이오 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였음.

나. 정성적 프로세스

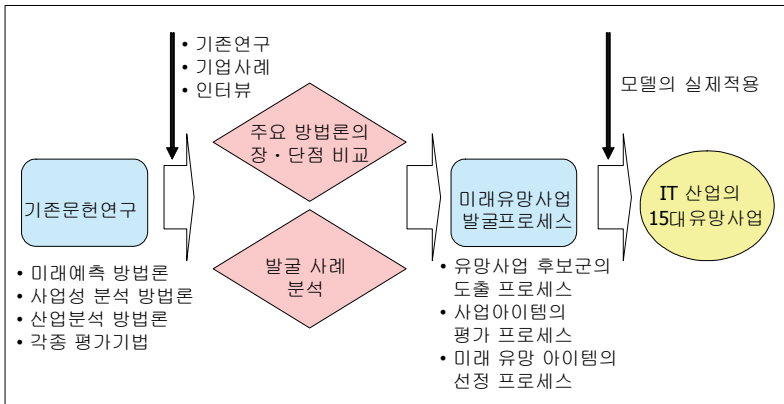
- 정성적 프로세스는 미래 유망사업의 선정과 관련한 국내외 각종

2) 예를 들어, 산업구조분석, 시장수요예측, 시장기회/위협요인 분석, 메가트렌드 분석 등이 해당되며 “유망아이템의 발굴”은 이러한 다양한 산업/시장분석 방법론이 종합된 형태로 볼 수 있음.

8 유전자변형작물

기관 및 컨설팅사의 방법론을 분석·비교하여 장단점을 파악한 후, 통합 프로세스를 고안하는 형식으로 개발하였음(<그림 2-1>).

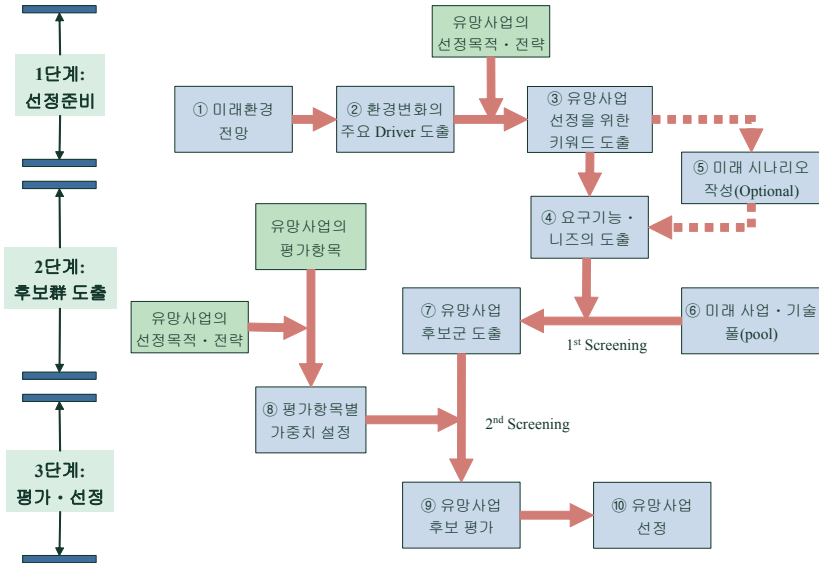
<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법



- 개발된 프로세스를 IT 및 관련산업에 적용하여 15대 미래유망사업 아이템을 도출하였음.
- 문헌고찰, 사례연구, 전문가 브레인스토밍, 과거 시장자료 DB 분석 등의 연구방법을 주로 사용하였음.
- 정성적 유망아이템 발굴 프로세스는 1) 선정준비, 2) 후보발굴, 3) 평가·선정의 3 단계에 걸쳐 총 10개의 세부모듈로 구성됨.³⁾

3) 한국과학기술정보연구원과 삼성경제연구소가 공동으로 개발하였음.

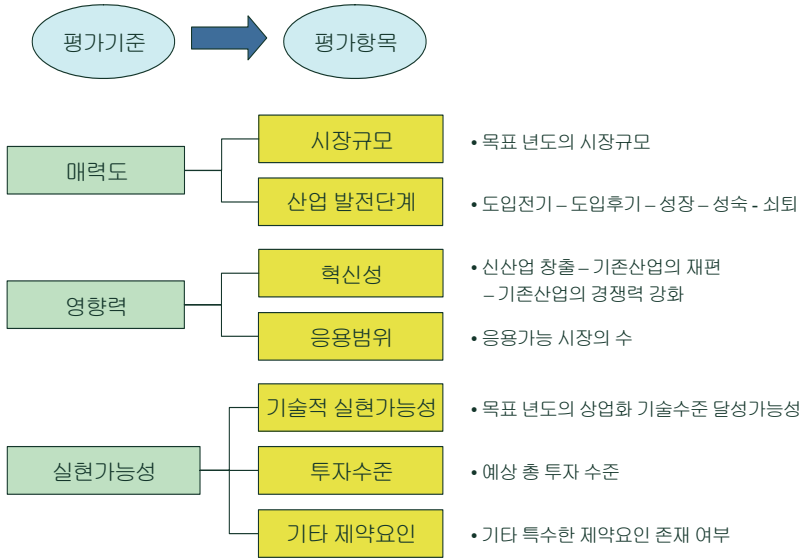
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 발굴 프로세스



- 선정준비 단계 : 미래환경 전망, 환경변화의 주요 動因 도출, 유망사업 선정을 위한 키워드 도출
 - 후보발굴 단계 : 미래 시나리오 작성, 요구기능니즈 도출, 대상산업의 미래 사업기술목록 작성, 유망사업 후보군 도출
 - 평가선정 단계 : 평가항목별 가중치 설정, 후보사업 평가, 유망사업 선정
- 선정단계에서 유망성 평가기준은 매력도(시장규모 및 산업발전 단계), 영향력(신사업 창출 가능성, 사업응용 범위), 실현가능성(국내 기술수준, 투자수준, 기타 제약요인)으로 설정하였음(<그림 2-3> 참조).

10 유전자변형작물

<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준



다. 정량-정성적 프로세스

- 동 프로세스의 개발은 상용화에 근접한 기술을 파악할 수 있는 특허 DB에 미래 유망아이템의 후보군이 존재한다는 기본 개념에서 출발함.
- 대상 특허 DB는 미국특허이며, 이 중 IPC C 코드로 한정하였음. 즉, 산업분야로 볼 경우, 화학, 금속, 바이오 산업의 영역으로 볼 수 있음.
- 특허는 IPC라는 기술분류 체계를 따르고 있기 때문에, 이를 산업

/제품 분류 체계와 연관 지을 경우 매우 유용한 결과를 도출할 수 있음.

- 즉, 최근 들어 급격히 부상하고 있는 특허 분류코드 및 키워드들을 파악하고 이들을 산업/제품 분류체계에 대응시킬 경우 미래 유망아이템 후보군을 도출할 수 있고, 해당 기술/산업 분야의 메가트렌드를 파악할 수 있게 된다는 의미임.
 - 이는 “현 시점에서 기술혁신 활동이 활발한 기술분야와 연관된 산업/제품이 미래 유망산업/제품이 될 가능성이 높다”⁴⁾는 의미와 상통함.
 - 이상과 같이 후보군이 도출되면 간단한 평가지표를 사용하여 우선순위를 결정하였음.
- 이상의 기본 개념을 바탕으로 <표 2-1>과 같이 유망아이템 발굴 프로세스를 설계하였음⁵⁾.
- 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD/KM 측면의 접근을 시도한 것을 특징으로 함.

4) 가능성이 높다는 측면에서 유망아이템 후보군이라는 표현을 사용하였으며, 이후의 선정 단계에서 유망아이템을 최종 발굴한다.

5) 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, pp.863-887.

12 유전자변형작물

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스

단계	내용	방법론	
① 분석대상 선정	최근 10년간 출원빈도가 급증하는 IPC 분류코드 (부상코드)와 정체되어 있는 분류코드(정체코드)의 선정	· 특허추세분석	정 량 적
② 메가트렌드 분석	부상코드와 정체코드의 IOM/SOU 분석을 통하여 기술혁신 추세변화가 산업에 미치는 영향을 분석	· IOM/SOU* 분석 (기술-산업연계구조 분석)	
③ 유망아이템 후보군 도출	부상코드 내에서, 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드) 및 이들간의 동시발생분석 분석결과를 대상으로 하여 산업적으로 의미있는 아이템화하여 도출	· 키워드 분석 · 키워드 동시발생분석	
④ 유망아이템 선정	유망아이템 후보군을 대상으로 메가트렌드 부합도, 시장규모, 시장성숙단계, 기술의 혁신성 등의 평가지표를 사용하여 스크리닝	· 주요 평가지표를 사용한 평점모형	정 성 적

주* : 캐나다 지적재산권 관리국에서는 1972년부터 1995년까지 출원된 30만건 이상의 특허에 대해서 각 기술의 IPC 분류 코드를 해당 기술이 개발된 산업(Industry of Manufacture : IOM)과 그 기술이 활용되어지는 산업(Sector of Use : SOU)으로 분류하였음. Yale 대학에서는 이를 차용하여 IPC 분류 코드가 특정 IOM-SOU 조합으로 분류될 확률을 계산하였고, IPC 분류에 따른 특허자료를 연관된 IOU-SOU 행렬로 변환하는 공정을 최종 완성하였음(Johnson, 2002).

자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.873.

- 발굴된 유망아이템 후보군으로부터 평가과정을 거쳐서 최종적으로 유망아이템의 우선순위를 결정하는 과정(④)은, 아이템의 매력도 및 영향력 등을 객관적으로 가늠할 수 있는 평가 지표를 도출한 후 이에 따라 후보아이템별로 평점을 부여하고 합산하는, 평점모형 방식으로 수행하였음.
- 이 단계에서는 DB의 정량적 활용이 어려워 기존의 모형(김은선 외, 2004; 삼성경제연구소, 2005)을 간략한 형태로 적용하였음(<표 2-2>).

<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준

평가지표	평가 기준					
	5점	4점	3점	2점	1점	0점
세계 시장규모 (단위: 억달러)	300 이상	100 ~ 299	10 ~ 99	1 ~ 9	1 미만	
발전단계	성장기	도입후기	도입전기	성숙기		쇠퇴기
				현시점이 도입기인 경우	현시점이 성장기인 경우	
혁신성 ⁶⁾	Radical (신산업창출)		Disruptive (기존산업 재편)		Sustaining (기존산업의 경쟁력강화)	
메가트렌드 부합도	B2C화				부합	비부합
	바이오화				부합	비부합
	서비스화				부합	비부합

6) 기술의 혁신성이 높을수록 미래의 신산업 창출로 연결가능성이 높을 것으로 판단하여 높은 점수를 부여

2. 유전자변형작물의 선정과정

- 유전자변형작물은 화학, 금속, 바이오 산업에 속하는 아이টে므로서, 앞서 제시한 프로세스 중 정량-정성적 프로세스를 통하여 발굴되었음.

가. 분석대상의 선정 : 특허추세 분석

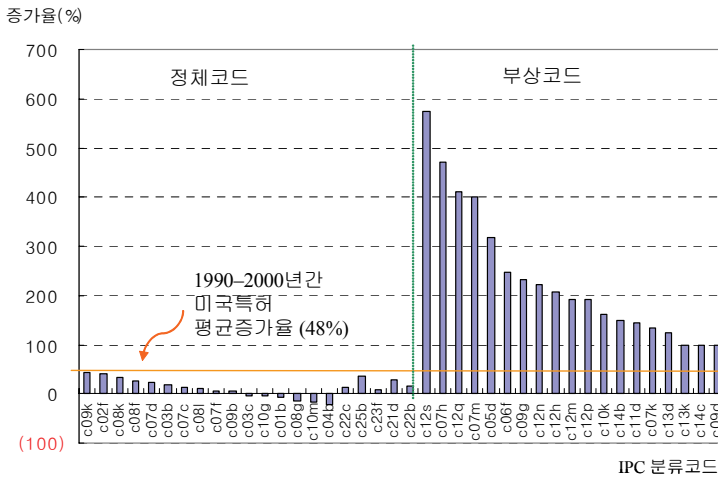
- 미국특허 IPC C 코드 분야의 전 특허를 대상으로 유망아이템을 발굴하는 것은 사실상 불가능하므로, 1990년~2001년까지의 출원 동향을 조사하여 부상코드와 정체코드를 파악하였음(<표 2-3>, <그림 2-4>).

<표 2-3> 미국특허 C코드 분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징

구분	내용	특징
정체 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 낮은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C09K, C02F, C08K, C08F, C22C 등 염료, 페인트, 불포화 고분자 화합물, 탄화수소유류의 분해 증류정제 등의 전통적 화학공학 관련 기술군과 금속제조 정제, 표면금속 처리 등의 금속공학 관련 기술군을 포함.
부상 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 높은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C12S, C07H, C12Q, C07M, C12N, C12H 등 당류, 유도체, 펩시드, 효소, 미생물 측정 시험 방법 등 유기화학 또는 생화학, 미생물학, 유전자공학 관련 기술군 포함.

- 부상코드 및 정체코드의 기준은 미국특허 전체의 1990~2000년 10년간 평균 증가율인 48%를 기준으로 하였으며, 사용한 프로그램은 한국과학기술정보연구원에서 개발한 기술문헌정보분석 S/W인 KITAS™이었음.

<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드



- 이후, 부상코드와 정체코드의 활용산업분야(SOU)를 분석하여 산업의 메가트렌드를 파악하고, 부상코드 내에서의 키워드 분석을 통하여 유망아이템 후보군을 발굴하였음.

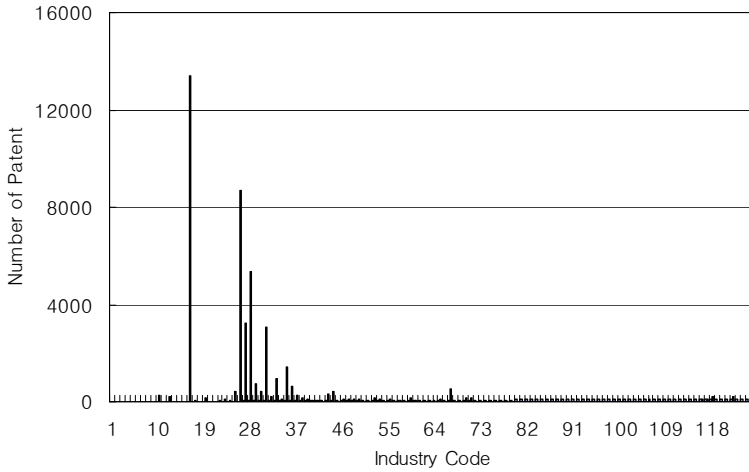
나. 메가트렌드 분석 : SOU 분석

- OTC 프로그램을 활용하여 특허기술 분류 코드를 기술이 활용되는

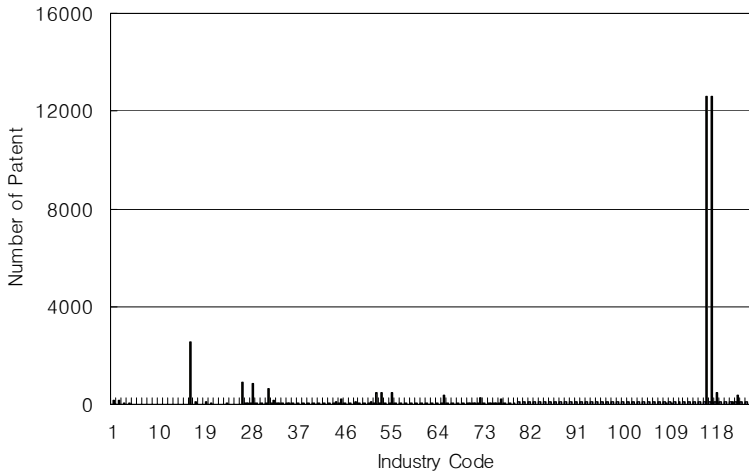
16 유전자변형작물

산업분야(126개 ISIC 산업분류)로 변환하였으며, 그 결과는 <그림 2-5, 2-6>에 제시하였음.

<그림 2-5> 정체코드의 SOU 분석결과



<그림 2-6> 부상코드의 SOU 분석결과



- 1번부터 15번까지는 농림수산업이고, 16번부터 44번까지는 제조업 중 화학, 섬유, 금속에 해당하며, 45번에서 66번까지는 전자, 기계산업, 그 이상은 유틸리티 및 서비스업에 해당됨.
- 분석결과 부상코드와 정체코드는 드라마틱하게 다른 SOU 경향을 보이고 있음을 알 수 있었음.
- 정체코드는 기술이 개발된 산업분야(화합물 제조 분야, 20-30번째 산업코드)에서 대부분 활용이 이루어지는데 반해, 부상코드는 기술이 개발된 산업분야에서 활용되는 확률은 정체코드에 비하여 대폭 줄었고, 타 산업, 즉, 116, 117번의 Health&Wellness 분야에 집중적으로 SOU가 분포되고 있음
- 이 결과를 통해 화학산업의 향후 전개방향을 읽을 수 있음. 과거 주력산업이었던 정체코드는 B2B형 화학산업으로서, 타 산업과의 융합은 거의 일어나지 않은 반면, 향후의 경향은, 서비스 산업, 그 중에서도 웰빙시대의 건강분야와 직접 연결되는 바이오 관련산업의 유망성이 높음이 제시되고 있음.⁷⁾
- 즉, 화학, 금속 및 바이오(IPC C코드) 분야의 미래 메가트렌드는 최근의 부상코드 관련 기술개발에 힘입어, “제조업의 서비스화, B2C형 산업의 진전, 바이오 관련 산업 성장” 등의 키워드로 요약됨.

7) 최근 들어 해외컨설팅사 등에서 제조업의 서비스화의 유망성에 대한 논의가 많이 진행되고 있어, 본 연구의 결과를 반증함.

다. 유망아이템 후보군 도출 : 부상키워드 및 동시발생분석

- 유망 후보군 도출은 특히 부상키워드 분석과 추출된 키워드 간의 동시발생(co-occurrence) 분석의 2단계를 통해 이루어졌음.

- 특히 부상키워드 분석과정
 - 부상분류코드에서 1990년에 발생한 키워드 및 2000년에 발생한 키워드를 자연어 처리 방식으로 추출하여 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드)를 빈도수로 정렬
 - 이와 같은 방식으로 하여 도출한 키워드 중, 산업적으로 의미있는 아이템으로 볼 수 있는 키워드를 선별하여 도출

- 키워드 동시발생 분석과정
 - 첫 번째 단계인 키워드 분석에서 직접적으로 도출되지는 않지만 상호 동시발생하는 키워드간의 연관도 분석을 통해 산업적으로 의미있는 아이템을 간접적으로 추출하는 과정
 - 첫 번째 단계에서 추출된 1990년 대비 2000년에 새롭게 출현한 키워드들을 동시발생 매트릭스(co-occurrence matrix)를 활용, 연관있는 키워드들끼리 묶어 그룹화한 후, 각 그룹에서 유의미한 아이템을 추출해내는 방식
 - 각 그룹의 의미에 대한 검증을 위하여 키워드 그룹로부터 아이템을 추출하는 과정에서는 해당기술분야 전문가들의 의견 수렴과정

(peer review)을 거쳤음.

- 이상의 결과로 <표 2-4>와 같이 총 28건의 유망아이템 후보군이 추 출되었음.

<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군

코드	코드내용	1990	2000	증가율 (%)
c05d	무기질 비료, 이산화탄소생성비료	4	13	317
c06f	성냥의 제조	4	18	246
c07h	당류 및 유도체 뉴클레오티드 핵산	322	1859	470
c07k	펩티드	570	1310	134
c07m	유기화합물의 특정성질에 대한 인덱싱계열	3	13	400
c09d	피복조성물(예: 페인트)	188	408	100
c09g	광택제조성물, 왁스	9	31	232
c10k	일산화탄소함유기체 정제변성	7	13	163
c11d	세정조성물	270	702	145
c12h	알코올 세균제거	8	9	208
c12m	효소학 또는 미생물학을 위한 장치	95	298	191
c12n	미생물, 효소 보존-유지-증식	824	2707	223
c12p	발효 또는 효소를 사용하여 화학물질 합성	431	1311	191
c12q	효소, 미생물을 함유한 측정시험	314	1707	410
c12s	생물학적 유리분리 정제	3	27	575
c13d	당즙의 체취정제	6	14	125
c13k	포도당, 전화당, 유당, 맥아당	3	8	100
c14b	원피, 나피, 피혁의 기계적 처리	2	4	150
c14c	원피, 나피, 피혁의 화학적 처리	8	15	100
c23c	금속재료의 피복, 증착, 스퍼터링	457	1082	121
c30b	단결정 성장	101	226	104
합계		3629	11776	

(계속)

20 유전자변형작물

코드	부상키워드 분석	동시발생분석
c05d	토양오염방지제	친환경적 수처리
c06f	없음	없음
c07h	Biochip, Antisense치료제제, 유전자치료제	진단키트, 유전자치료제, 유용단백질소재, DNA chip, 인공장기, 유전자변형작물
c07k	Apotosis 치료제, 프로테오믹스, 면역치료제	세포치료제, 면역치료제, 바이오소재, 뇌질환치료제, 진단키트
c07m	없음	없음
c09d	상변화잉크	없음
c09g	없음	CMP 슬러리
c10k	없음	연료전지용 개질기
c11d	Biocide	없음
c12h	없음	없음
c12m	DNA chip, Bioremediation, Bioreactor	DNA chip, Lab-on-a- chip, Bioremediation, Proteomics
c12n	유전자치료제, DDS	유전자변형작물,
c12p	PCR-based detection(진단키트), 유전자재조합, 생분해성바이오소재	유전자변형작물, 생분해성바이오소재, 유전자치료제, DDS
c12q	Antisense치료제, Biochip, 유전자진단장치	Biochip, 바이오측정장비, 유용약물고속검색
c12s	없음	없음
c13d	없음	없음
c13k	없음	없음
c14b	없음	없음
c14c	없음	없음
c23c	Thermal barrier coating, RF plasma 기술, Low-k 물질, HDP-CDP	태양전지, Low-K물질
c30b	질화물반도체, 태양전지, LED, 실리콘 단결정, SIC, 단결정 웨이퍼	실리콘 단결정, 질화물 반도체, LED
합계(28)	24	4(중복제외)

- 본 프로세스는 화학 및 야금 관련의 C코드로부터 출발하였으나 유전자치료제, 면역치료제, 세포치료제, 바이오칩, 진단키트, 유전자 변형작물과 같은 바이오산업 중심의 유망 아이템이 다수 도출되었는데, 이는 C코드내 부상 코드군의 메가 트렌드인, 바이오산업화, 서비스화, B2C화에 부합하는 결과로 해석됨.
- 유전자변형작물의 경우 c07h, c12n, c12p 코드의 키워드 동시발생 분석을 통해서 도출되었음.

라. 유망아이템 선정

- 전체 C코드로부터 추출된 부상코드의 키워드 및 동시발생 분석에서 추출된 28개의 후보 아이템 군에 대해 ① 시장규모, ② 시장성숙 단계, ③ 혁신성 및 ④ 메가트렌드 부합도에 따라 평점을 부여하였음(<표 2-5> 참조).
- 종합 평가결과 상위 10대 아이템은 모두 바이오 산업 내 아이템에 해당되어 2015년의 바이오 산업의 중요성을 반증함.
- 평가결과를 토대로, 상위 15대 아이템을 유망아이템으로 선정하였으며, 유전자변형작물의 경우 평가결과 9위에 랭크되어 이후 산업 시장 분석 및 이슈분석을 수행하였음.

22 유전자변형작물

<표 2-5> 유망아이템 선정평가표

순위	아이템	시장 규모	성숙 도	혁신 성	소 계	메가트렌드부합성			총 점
						B2C화	Bio화	서비스화	
1	바이오 칩	4	5	5	14	0	1	0	15
2	유전자치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
3	세포치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
4	약물전달 시스템(DDS)	5	5	3	13	1	1	0	15
5	유용단백질 소재	5	4	4	13	0	1	0	14
6	면역치료제	5	5	2	12	1	1	0	14
7	뇌질환치료제	4	5	3	12	1	1	0	14
8	생분해성소재	4	5	3	12	1	1	0	14
9	유전자변형작물	4	4	4	12	1	1	0	14
10	프로테오믹스	3	5	4	12	0	1	0	13
11	태양전지	4	5	3	12	0	0	1	13
12	연료전지용 개질기	3	5	4	12	0	0	1	13
13	진단키트	4	4	3	11	1	1	0	13
14	인공장기	3	4	4	11	0	1	0	12
15	LED	4	5	3	12	0	0	0	12
16	LOC(Lab-on-a-chip)	3	4	4	11	0	1	0	12
17	유전자 진단장치	3	4	3	10	0	1	0	11
18	Bioreactor	3	5	2	10	0	1	0	11
19	질화물반도체	2	5	3	10	0	0	0	10
20	Bio-remediation	3	3	2	8	0	1	1	10
21	Biocide	3	0	2	5	1	1	0	7
22	저유전체(low-k)물질	1	2	2	5	0	0	0	5
23	CMP 슬러리	3	0	0	3	0	0	0	3
24	상변화잉크	-	-	0	0	0	0	0	0
25	토양오염방지제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
26	차세대 반도체웨이퍼(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Antisense 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Apoptosis 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-

주1) 25번 이하과제는 상위과제 및 정성적 프로세스 결과와의 중복도가 높아 평가를 수행하지 않았음.

주2) LOC의 경우 바이오칩과 유사성이 높아 제외하였음.

Ⅲ. 산업시장 분석

1. 시장의 개요 및 특성

가. 시장의 개요

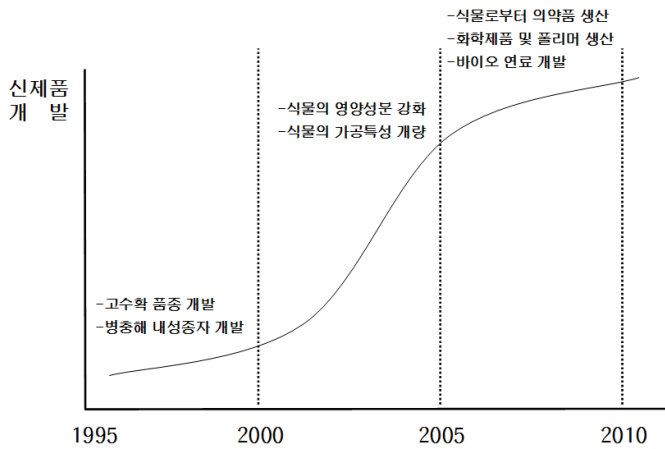
- 유전자변형작물 연구는 1970년대 이후 생산량 향상을 목적으로 출발되었고, 1980년대 가시적인 성과가 나타나기 시작하였음.
- 1983년 페튜니아와 담배에 이어 1986년 감자와 콩, 1990년에는 옥수수로 연구원 적용범위를 넓혀가고 있음.
- 상업적인 목적에서 최초로 개발된 유전자변형작물은 1994년 Calgene사에서 개발한 토마토(flavor savor)임⁸⁾.
- 농화학 다국적기업의 참여는 유전자변형작물의 사업화를 촉진하게 되었고, 1996년 Monsanto사는 제초제 내성 콩을 시판하여 히트하게 되었음.
- 유전자변형 작물은 수명주기 단계상 초기 개발기⁹⁾로 현재까지

8) 손종구·김유일, “국내의 유전자변형 기술 및 소재개발 현황,” 식품기술 17[1], 2004. 3, pp.50-68.

24 유전자변형작물

수확량 증대에 관심이 집중되었으나, 향후 영양성분 개선, 공업 제품생산, 의약품 생산 등 고부가가치 산업으로 발전할 것으로 전망되고 있음.

<그림 3-1> 유전자변형작물의 성장 전망



자료 : 홍정기, "유전자조작 농산물", LG 경제연구원 주간경제(564호), 2000.3.

- 유전자변형작물은 다국적 식품회사 및 곡물 메이저를 통해 기존 농산물과 구별 없이 전 세계를 대상으로 유통되고 있는 상황임.
- 유전자변형작물 또는 이를 가공한 식품의 안전성에 대해서는 현재의 과학수준으로는 확실하게 보장되어지지 않고 있음.
- 안전성 문제는 EU와 미국간 WTO 농업협상의 핫이슈로 등장될

9) 홍정기, "유전자조작 농산물", LG 경제연구원 주간경제(564호), 2000.3.

것으로 예상됨.

- 우리나라도 식량자급이 이루어지지 못하고 있는 상황에서 다량의 유전자변형작물을 수입하고 있으며, 식품의약품안전청이 유전자변형 작물 및 식품의 안정성 평가 기준 및 표시 제도를 재정비 중에 있음¹⁰⁾.

나. 시장의 특징

- 세계의 식량부족 상황을 무기로 유전자변형작물의 수요는 전 세계로 급속도로 확산되고 있음.
- 특히, 중국, 인도 등과 같은 인구 증가율이 높은 개도국들이 가장 큰 시장이 될 것으로 예상되고 있음.
- 세계 농작물 재배면적은 7억 헥타르 수준에서 더 이상 증가하지 않는 반면, 세계 인구는 현재 60억명에서 2025년 85억명 수준으로 증가될 것으로 예상되고 있음¹¹⁾.
- 유전자변형작물은 기존의 육종 중심이 아닌 유전공학, 단백질공학 등의 기초 기술과 첨단 장비가 필요한 자본집약형 복합산업임.

10) 식품의약품안전청, 수입식품과 유전자재조합식품 표시제 관리동향, 2004.

11) www.stepi.re.kr/researchpub/abstract/ABAA-1997-021-019.HTM

26 유전자변형작물

- 미국과 유럽의 주요 곡물메이저는 세계 식량교역에 있어서의 독점도가 80% 이상으로, 기업의 이익을 위해 세계의 기아를 담보로 냉혹한 곡물교역을 수행하고 있음.
- 자본과 특허를 소유하고 있는 거대기업들의 제휴는 유전자변형 식물의 시장 확대를 가져올 것으로 예상되나 독점에 따른 고비용 지불 가능성이 높음.
- 선진 농업화학 기업의 수직 통합적 사업체제는 후발 기업에게 상당한 진입장벽으로 작용되고 있음.
- 유전자변형작물은 수확량이 많고 재배비용이 저렴하므로, 농민들은 곡물메이저에 비싼 로열티를 지불하고서라도 종자를 구입하고 있으며, 이러한 종자들은 특정 농약이나 비료와 세트로 판매되고 있음.

2. 동향과 전망

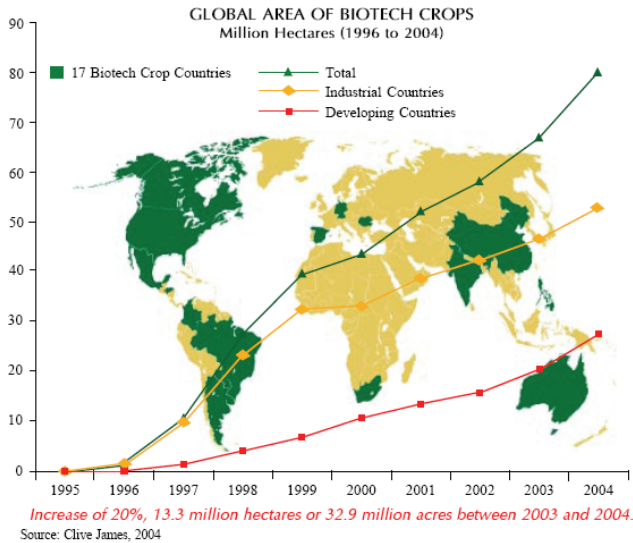
가. 해외 동향

- 세계 유전자변형작물의 재배는 2003년 15% 증가에 비해 2004년 20% 증가로 지속적인 두 자리 성장을 보이고 있음¹²⁾.

12) ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004.

- 2004년 재배면적은 8,100만 헥타르로 2003년 6,770만 헥타르보다 20% 증가되었고, 2003년 18개국 700만 농부가 재배하였음.

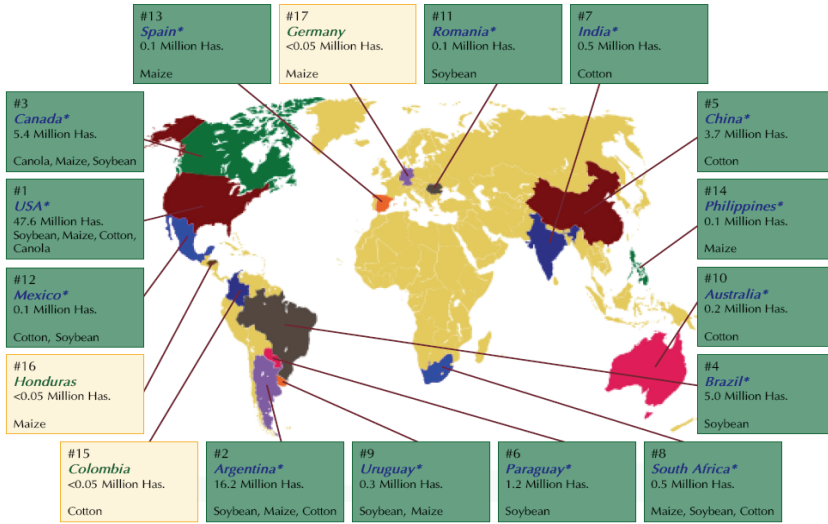
<그림 3-2> 세계 유전자변형작물의 재배면적 추이



자료 : ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004.
(<http://www.isaaa.org>)

- 경작 농부의 90%가 자원이 부족한 개발도상국민이며 이들은 유전자변형작물을 재배함으로써 증가된 수익을 창출하고 있음.
- 1996~2004년, 즉 9년 동안 유전자변형 작물의 세계적 경작면적이 3억8천5백 헥타르로, 이 면적은 미국과 중국 면적의 40%에 달하며, 영국 전체면적의 15배에 달하는 크기임.

<그림 3-3> 2004년도 각국별 유전자변형작물 재배현황
Biotech Crop Countries and Mega-Countries*, 2004



*14 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops.

Source: Clive James, 2004

자료 : ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004

○ 유전자변형작물은 그 생산이 미국, 아르헨티나, 캐나다 등 소수의 주요 농산물 수출국가에 집중되어 있음.

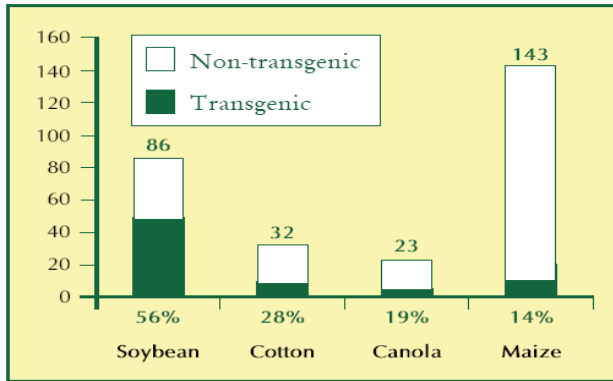
○ 주요 유전자변형작물 채택의 세계적 전망을 알 수 있는 유용한 방법은 4개 주요작물에 대한 세계 채택율로, 대두, 캐놀라, 옥수수, 면화 등의 이들 4개 작물이 전체 재배면적의 1/4을 차지하고 있음.

- 2004년에는 8,600만 헥타르의 전체 대두 재배면적의 56%가 유전자재조합체 작물이었지만 2003년도 경작면적 7,600만 헥타르

에 비해 상대적으로 적은 증가세를 나타내었음.

- 유전자재조합 캐놀라 재배면적의 경우 2004년에 430만 헥타르 19%로 2003년의 16%보다 증가됨.
- 옥수수의 경우도 2004년에 1억 4,300만 헥타르의 14%가 유전자 변형 종자로 2003년의 11% 보다 증가되었음.
- 이들 4개 주요 유전자변형 작물의 전체 재배면적 합계는 2004년에 2억 8,400만 헥타르의 29%를 차지하며 2003년의 25%보다 증가되었음.

<그림 3-4> 주요 유전자변형작물 채택율 (2004년)
(단위: 백만ha)



자료 : ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops, 2004*

- 유전자변형작물인 제초제 내성콩의 재배면적은 2004년도에 4,840만 헥타르를 나타내는데, 이는 전체 유전자변형작물의 60%를 차지하며, 제초제 내성콩은 주로, 미국, 아르헨티나, 브라질, 파라과이, 우루과이, 루마니아, 남아프리카, 멕시코에서 주로 재배되고 있음.

30 유전자변형작물

<표 3-1> 주요 유전자재조합형 특성별 재배면적 분포

작물	2004년	
	재배면적(백만ha)	비율(%)
제초제 내성콩	48.4	60
Bt 옥수수	11.2	14
Bt 면화	4.5	6
제초제내성 옥수수	4.3	5
제초제내성캐놀라	4.3	5
Bt/제초제내성 옥수수	3.8	4
Bt/제초제내성 면화	3.0	4
제초제내성 면화	1.5	2
합계	81.0	100

자료 : ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004.

- 2004년 유전자변형 작물의 세계시장 규모는 47억 달러였고 이것은 300억달러 세계 종자 시장의 16% 차지하였음¹³⁾.(세계 유전자변형작물의 시장에서의 값은 변형작물 종자의 판매가격과 기술료를 합한 것임)
- 2003년 미국 시장규모는 19억 달러였으며, 2001-2002년 아르헨티나의 시장규모는 17억 달러였음.
- 1996년 처음으로 유전자변형작물이 상업화된 이래로, 1996년부터 2004년까지의 9년간 세계 시장에서의 판매규모는 240억 달러였음.

13) ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004.

- 유전자변형작물은 2005년에는 50억 달러 이상의 세계 시장규모를 형성할 것으로 예상되고 있음¹⁴⁾.
- 호주 경제학자들은 2015년까지 곡식, 야채, 과일을 중심으로 유전자변형작물의 세계 시장규모가 2,100억 달러가 될 것으로 예측하고 있음.
- 중국은 2010년 50억 달러의 시장을 형성할 것으로 예상되고, 그 품목은 10억 달러의 목화와 40억 달러의 쌀로 구성되며, 특히 쌀은 가까운 시일 내 재배가 승인될 것으로 예상됨.

나. 국내 시장 동향

- 국내에서는 상용화된 유전자변형작물이 없으며 일부 시범 재배하는 단계임.¹⁵⁾
- 농촌진흥청은 45종의 유전자변형 식물을 개발하고 있으며, 이중 제초제 저항성 벼 등 4종을 격리된 논·밭에서 시험재배 중임.
- 우리나라는 종자관리법에 의하여 정부에서 종자를 개발 보급하고 있고, 현재까지 유전자변형 작물 종자를 보급한 적이 없어 국내에서 유전자변형 작물은 재배되지 않는 것으로 추정됨.

14) ISAAA, *Global Status of Commercialized Biotech Crops*, 2004.

15) 노현숙·구영덕·고병열, 유전자변형작물, 한국과학기술정보연구원, 2004.11.

32 유전자변형작물

- 다만 수송 중 낙곡 발생, 불법 종자 등에 의한 재배 가능성을 완전히 배제할 수는 없음.
- 대학 등 민간부문에서도 40여 종의 유전자변형 작물 및 화훼를 개발 중에 있음.

<표 3-2> 국내 유전자변형작물 개발 현황

구 분	형질전환 현황
곡 류	벼 18, 밀 1, 감자 11, 들깨 2종
채소류	양배추 2, 배추 3, 상추 3, 고추 8, 마늘 2, 토마토 3, 당근 2
화훼/과일	국화 3, 나리 1, 카네이션 2, 수박 3, 사과 7, 포플러 2

자료 : 과학기술부, 생명공학 백서, 2003.

- 유전자변형작물의 수입신고 현황(2001.7.13 - 2003.12.31)을 살펴 보면 대상 식품 총 20,263건(중량 9,244천톤)중 2,946건(중량 3,421천톤)이 『유전자변형』 표시되어 수입(총 수입건수의 14.5%, 전체 중량의 37%) 되었음.¹⁶⁾
- 유전자변형 표시 식품 총 2,946건(중량 3,421천톤) 중 농산물이 329건(중량 3,414천톤)으로 99.8%, 가공식품은 2,617건(중량 7천 7백톤) 이었음.
- 유전자변형 표시 농산물 329건(중량 3,414천톤)중 주요 품목으로는 대두 175건(중량 2,863천톤), 옥수수 154건(중량 551천톤) 등이었음.

16) www.kfda.go.kr

<표 3-3> 유전자변형작물 수입 표시 현황

(기간 : 2001.7.13 - 2003.12.31)

구분	수입건수	중량(천톤)	분포
GM 표시	2,946 (14.5%)	3,421	37%
무표시	17,317 (85.5%)	5,823	63%
합 계	20,263	9,244	100%

자료 : 식품의약품안전청, 유전자재조합식품 표시제 관리 동향, 2004.5.

<표 3-4> 품목별 유전자변형 표시 수입 현황

(기간 : 2001.7.13 - 2003.12.31)

GM표시	수입건수	중량(천톤)	분포
농 산 물	329 (11%)	3,414	99.8%
가공식품	2,617(89%)	7	0.2%
합 계	2,946	3,421	100%

자료 : 식품의약품안전청, 유전자재조합식품 표시제 관리 동향, 2004.5.

<표 3-5> 유전자변형작물 수입 현황

(기간 : 2001.7.13 - 2003.12.31)

GM 작물	수입건수	중량 (천톤)	분포
대 두	175 (11%)	2,863	83.9%
옥수수	154 (89%)	551	16.1%
합 계	329	3,414	100%

자료 : 식품의약품안전청, 유전자재조합식품 표시제 관리 동향, 2004.5.

34 유전자변형작물

- 우리나라는 두부 등 주요 품목에 대해 업계에서 유전자재조합 농산물과 구분하여 유통관리(IP; Identity Preserved)한 원료를 사용하고 있어 유전자변형 표시 제품 사용이 최소화되고 있음.
- 국내에서 유전자변형작물은 주로 식용유 제조(대두) 또는 전분·당류 제조(옥수수)용으로 사용되고 있음.
 - 당해 품목은 제조 가공후 DNA가 남아 있지 아니하여 유전자 변형 표시 예외 대상에 해당됨.
 - 표시 예외 대상 : 간장, 식용유, 전분을 원료로 제조한 포도당, 과당, 물엿, 텍스트린, 올리고당류
 - 대두의 경우 전체 유전자변형 대두 물량의 99.9%를 대두 3사가 수입, 식용유 제조 후 대두박은 사료로 사용하고, 옥수수의 경우 전체 유전자변형 옥수수의 99.5%를 전분당류업체가 수입하여, 옥수수 전분과 전분을 원료로 당류 제조에 사용하고 있음.
- 유전자변형작물의 안전성심사는 2005년 6월 현재까지 콩, 옥수수, 면화 등 39개 제품에 대해 이루어졌음.¹⁷⁾

17) www.kfda.go.kr

<표 3-6> 유전자변형작물의 안전성심사 현황 (2005.6 현재)

번호	분류	제 품	신청자	특 성	진행상황
1	콩	RRS	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
2	옥수수	MON810	몬산토코리아(주)	병충해저항성	완료
3	옥수수	1507	유한회사 듀폰	병충해저항성	완료
4	옥수수	GA21	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
5	옥수수	NK603	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
6	옥수수	Bt11	신젠타 종묘	병충해저항성	완료
7	면화	531	몬산토코리아(주)	병충해저항성	완료
8	면화	757	몬산토코리아(주)	병충해저항성	완료
9	면화	1445	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
10	캐놀라	GT73	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
11	옥수수	T25	아벤티스	제조제내성	완료
12	면화	15985	몬산토코리아(주)	병충해저항성	완료
13	옥수수	MON863	몬산토코리아(주)	병충해저항성	완료
14	옥수수	Bt176	신젠타 종묘	병충해저항성	완료
15	감자	SPBT02-05	몬산토코리아(주)	콜로라도 감자벌레 저항성	완료
16	감자	RBBT06	몬산토코리아(주)	콜로라도감자벌레 저항성	완료
17	감자	Newleaf Y(RBMT15-101, SEMT15-02, SEMT15-15)	몬산토코리아(주)	콜로라도 감자벌레 및 감자바이러스 Y저항성	완료
18	감자	Newleaf PLUS(RBMT21-129, RBMT21-350, RBMT22-82)	몬산토코리아(주)	콜로라도 감자벌레 및 leafroll 바이러스저항성	완료
19	옥수수	DLL25	몬산토코리아(주)	제조제내성	완료
20	옥수수	DBT418	몬산토코리아(주)	해충저항성	완료
21	면화	281/3006	다우아그로사이언스	제조제내성 및 해충저항성	진행중
22	옥수수	MON863×NK603	몬산토코리아(주)	제조제내성 및 해충저항성 (후대교배종)	완료
23	옥수수	MON863×MON810	몬산토코리아(주)	해충저항성 (후대교배종)	완료

36 유전자변형작물

번호	분류	제 품	신청자	특 성	진행 상황
24	옥수수	MON810×GA21	몬산토코리아(주)	제조제내성 및 해충저항성 (후대교배종)	완료
25	옥수수	MON810×NK603	몬산토코리아(주)	제조제내성 및 해충저항성 (후대교배종)	완료
26	옥수수	1507×NK603	유한회사 듀폰	해충저항성 및 제조제내성 (후대교배종)	완료
27	옥수수	MON810× Mon863×NK603	몬산토코리아(주)	제조제내성 및 해충저항성 (후대교배종)	완료
28	캐놀라	Ms8/Rf3	바이엘크롭사이언스(주)	제조제내성	완료
29	캐놀라	T45	바이엘크롭사이언스(주)	제조제내성	완료
30	옥수수	DAS-59122-7	유한회사 듀폰	제조제내성 및 해충저항성	진행 중
31	면화	15985×1445	몬산토코리아(주)	해충저항성 및 제조제내성 (후대교배종)	완료
32	면화	531×1445	몬산토코리아(주)	해충저항성 및 제조제내성 (후대교배종)	완료
33	면화	LLcotton 25	바이엘크롭사이언스(주)	제조제저항성	진행 중
34	사탕무우	H7-1	몬산토코리아(주)	제조제내성	진행 중
35	캐놀라	MS1/RF1	바이엘크롭사이언스(주)	제조제내성	진행 중
36	캐놀라	MS1/RF2	바이엘크롭사이언스(주)	제조제내성	진행 중
37	캐놀라	Topas 19/2	바이엘크롭사이언스(주)	제조제내성	진행 중
38	옥수수	Mon88017	몬산토코리아(주)	제조제내성 및 병충해저항성	진행 중
39	면화	Mon88913	몬산토코리아(주)	제조제내성	진행 중

자료 : 식품의약품안전청(www.kfda.go.kr)

다. 국내의 업체 동향

- 세계 유전자변형 작물 시장을 주도하고 있는 기업으로는 미국의 Monsanto, DuPont, Calgene, Agrevo, Dow Agro Chemicals, Pioneer, 유럽의 Novartis, Aventis(Hoechst와 Rhone-Poulenc 합병), AstraZeneca(Astra와 Zeneca 합병) 등이 있음.
- 유전자조작 특허를 다량 보유하고 있는 Monsanto나 Novartis와 같은 다국적 거대 농화학기업과 곡물기업인 Cargill 등 선진국의 7개 거대 곡물 업체가 전 세계 교역량의 80%를 취급하고 있는 과점의 형태를 보임.
- 유전자변형 작물 시장은 거대 기업간의 인수합병으로 소수 거대기업으로의 재편이 가속화되고 있음.
- 정밀화학 기업인 DuPont은 세계 최대 옥수수 종자기업인 Pioneer Hybrid의 지분을 인수하여 생명과학기업으로의 변신을 추진하고 있음.
- 현재 5,000여 품목의 유전자변형 작물들이 품종화 단계에 있고, 앞으로 매년 200개 품종 정도의 유전자변형 작물이 상업화될 것으로 예측되고 있음.

38 유전자변형작물

- 대부분 콩, 유채, 토마토, 감자 등 쌍자엽 식물에 국한되어 있으며, 주요 곡물인 벼, 밀, 옥수수 등 단자엽 식물의 경우는 매우 제한적으로 개발되고 있음.
- Monsanto, 신젠타 등 유전자변형작물 종자 회사들은 모든 잡초를 제거하는 수피제초제와 이 제초제에 저항성을 가진 작물을 동시에 개발하여 두가지 제품을 동시에 사용하는 전략을 구사하고 있음.
- Novartis는 일본을 연구기지로 삼아 유전자변형 벼 품종을 개발하여 아시아 시장에 판매할 계획을 추진중에 있음.
- 우리나라의 경우 연구실 수준의 유전자변형 작물 개발 사례는 다수가 보고되고 있으나 실용화단계를 거쳐 품종으로 등록된 경우는 아직 한 건도 없음¹⁸⁾.
- 과거 10여년 동안 과학기술부 신기능 생물소재개발사업을 비롯하여, 농촌진흥청, 한국과학재단, 학술진흥재단에서 지원한 여러 가지 연구개발사업 등을 통해, 농촌진흥청, 한국생명공학연구원 및 전국 대부분 대학 연구실에서 제초제, 병 혹은 각종 재해에 대한 저항성을 높이거나 혹은 기능을 강화한 벼, 토마토, 감자, 콩, 고추, 배추, 마늘, 들깨, 담배, 페튜니아, 국화, 장미 등 다양한 유전자변형 작물을 개발 중에 있음.

18) 노현숙·구영덕·고병열, 유전자변형작물, 한국과학기술정보연구원, 2004.11.

- 농촌진흥청 : 제초제 저항성 형질전환 벼와 바이러스 및 제초제 저항성의 형질전환 고추, 토마토, 배추 등 8개 작물 19개종 시험 재배
 - 한국과학기술원 : 특정 성분을 대량 생산하는 오이, 토마토 등을 연구
 - 포항공대 : 다양한 재조합 T-DNA를 벼에 형질 전환시켜 삽입 돌연변이체를 얻고, T-DNA에 의하여 발생된 돌연변이 개체를 선발 분석하여 형질전환 벼를 중심으로 연구
 - 금호생명환경과학연구소 : 식물 병원균에 저항성을 갖는 형질 전환 물질 개발
 - 서울대 : 돌연변이 애기장대 연구
- 우리나라의 신규 유전자 기능 발굴 연구는 소규모 및 초급 수준으로, 유전자변형작물 개발은 대부분 단위 유전자를 대상으로 진행되고 있음.

IV. 이슈 분석

1. 유전자변형작물 관련 WTO협약 및 분쟁해결

- 세계적으로 유전자변형작물 생산이 급증하고 소비자의 안전성에 대한 불신 확대로 유전자변형작물의 안전성 평가 및 표시제 시행을 통한 수입 및 유통 관리가 강화되고 있어 이것이 국제 통상 문제화되고 있음¹⁹⁾.
- 우리나라의 경우도 식품원료 수입 의존도가 높고 유전자변형작물에 대한 관리를 강화하는 추세에 있어 통상 마찰 발생시 대응방안 마련이 요구되고 있음.
- WTO 협약 및 분쟁해결 절차
 - 제소국 협의 요청에 의하여 피제소국은 10일 이내에 협의 요청에 응답하고, 두 당사국이 다르게 합의하지 않는 한 30일 안에 협의에 착수하며, 협의는 현안에 대한 해결책을 찾는 데 목적을 둬.
 - 만약 협의 요청일로부터 60일 안에 분쟁을 해소하지 못할 때에 제소국은 분쟁해결기구(DSB)가 패널을 설정하도록 요구함.

19) 임송수, “유전자변형 농산물의 무역과 쟁점”, 식품기술 17, 2004.3, pp.91-106.

42 유전자변형작물

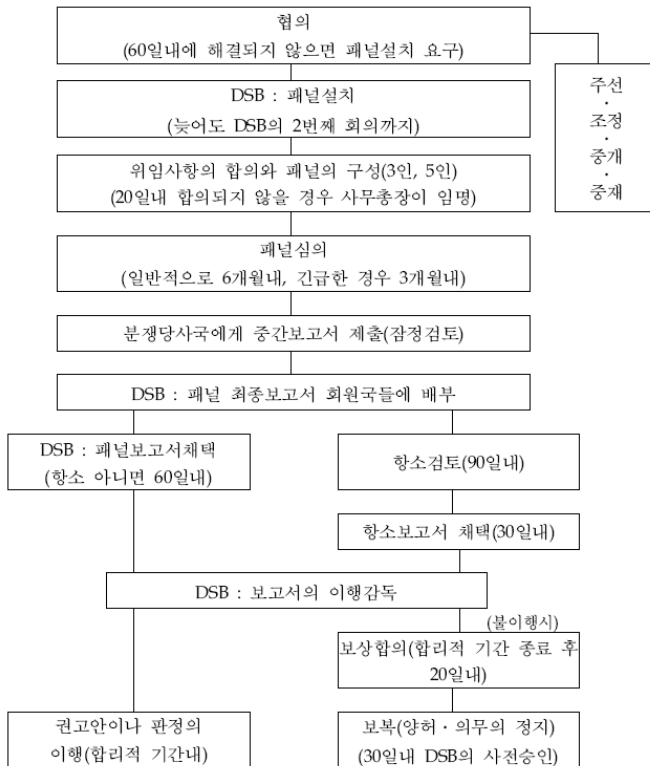
- 패널이 위임되면 제소국은 3-6주간에 첫번째 서면 의견서를 제출하고 피제소국은 2-3주 이내에 답변서를 제시하며, 두번째 걸친 구두 심리와 두번째 서면 의견서가 제출됨. 이와 같은 패널의 절차는 평균 12개월 정도 소요됨.
- 패널 보고서는 WTO 상소기구에 상소될 수 있으며, 상소 절차는 모두 90일 안에 끝남.
- 패널이나 상소기구의 최종 판결에 따라 당사국은 보통 6-15개월 안에 이행에 들어가야 하는데, 이 기간에 이행에 착수하지 않을 때에는 WTO 규정에 따라 몇 개월의 조정 기간을 추가로 받게 됨.
- 조정 기간 이후에도 당사국이 최종 판정 내용을 이행하지 않을 때에는 상대국이 보복관세를 부여할 수 있음.

○ 대응 방안

- WTO 분쟁해결기구에 피소 가능성을 최소화하기 위하여 바이오 안전성의정서의 국내 이행에 따른 마찰 현안을 검토하여 이에 따른 관련 법령 및 제도 등을 단계적으로 재정비할 필요가 있음.
- 유전자변형작물 관련 우리나라의 입장 정립을 통한 단계별 대응 전략 등을 수립하여 WTO SPS/TBT 위원회 논의에 우리나라의 입장을 적극적으로 반영할 필요가 있음.
- 유전자변형작물의 관리는 다단계화하여 식품관리라는 측면에서 식품위생법에서 일괄 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단되

며, 안전 관리는 바이오안전성의정서와 WTO SPS 협정의 의무 사항과 권한을 적절히 조합하여야 할 것이며, 표시 관리는 WTO TBT 협정과 상치되지 않도록 하는 것이 바람직함.

<그림 4-1> WTO 분쟁 해결절차



자료 : 한국보건산업진흥원, “GMO관련 분쟁사례”, 수출입정보은행, 2004.7.1

2. 유전자변형작물 종자 개발회사의 자물쇠 전략

- 세계 최대의 유전자변형작물 기업인 Monsanto사는 1회(1년)만 파종할 수 있도록 작물의 유전자를 조작하는 소위 "터미네이터" 기술을 개발하였음.
- 1998년 3월 3일 미국 농무성과 Delta and Pine Land (Monsanto)가 공동으로 취득한 미국특허 5,723,765호와 9월 15일 AstraZeneca가 취득한 미국특허 5,808,034호는 "자살종자 (Suicide Seeds) 특허"라고 일컬어지는데, 이는 식물 유전자 발현조절기술의 일종으로 한번 파종하여 재배한 작물이 다음 세대에서 종자가 발아하지 못하게 하는 기술임.
- 농부가 구입한 종자를 심어 스스로 채취한 종자를 다시 쓸 수 없게 한다 해서, 국제농촌발전재단(Rural Advancement Foundation International, RAFI)으로부터 "씨말리기 기술 (Terminator Technology)"이라는 명칭을 얻음.
- 이 기술은 Delta and Pine Land Company를 인수한 Monsanto가 더욱 개량하여 제2세대 씨말리기 기술 (Terminator II)로 발달되었음.
- 이 경우 농민들이 종자를 남길 수 없어 매년 새 종자를 구입해야만 하는데, 대규모 농민시위 끝에 Monsanto사는 이것을 자사 제품에 적용하지 않겠다고 약속함.

- Novartis가 개발한 “배반자 기술(Traitor Technology)” 혹은 “유전사용 제한기술(genetic use restriction technology, GURTs)”은 식물의 유전형질의 발현을 조절하기 위해 화학유도제를 처리한다는 점에서 씨말리기 기술에서의 종자 임성을 조절하는 기술과 같음.
- 비슷한 기술로 AstraZeneca의 VERMINATOR II도 있음.
- 이러한 기술의 개발에 있어서 그 핵심은 화학 물질의 처리에 의해 발현이 조절되는 유도/억제성 프로모터의 확보 여부에 달려있는데, 현재로서는 실용성있는 프로모터가 극히 제한되어 있어서 기술의 실용성은 앞으로의 개발 의지와 노력 여부에 따라 달라질 수 있음.
- “씨말리기 기술”, “유전 사용 제한기술”은 일부 거대 다국적 종자 및 농약회사의 독점을 우려하는 측면에서 부정적인 견해가 강하였으며, 심지어 생물 무기로 규정되기도 함.
- 그러나 최근에는 유전자변형작물의 환경 안전성을 고려할 때 오히려 바람직한 기술로 탈바꿈할 가능성도 전혀 배제할 수 없음.
- 유전자변형작물의 꽃가루가 잡초 등에 우연히 수정되더라도 후대 종자를 맺지 못할 가능성이 크기 때문에 수평적 유전자의 전이 및 오염을 방지할 수 있는 장점이 있고, 수확 후 남은 종

46 유전자변형작물

자가 다음 해 농사에 미치는 나쁜 영향을 최소화할 수 있음.

- 비록 여론을 의식한 조치이기는 하지만 스위스에서 개발하여 2000년 Science지에 실려 화제가 된 프로비타민A를 함유한 쌀 종자인 Golden Rice[®] 이후로 개도국에는 유전자변형작물의 기술을 무상으로 양허하는 경향이 늘고 있는 점도 주목할 필요가 있음.
- 생명산업을 통한 미래의 국가경쟁력 강화 도모와 세계적 다국적기업들의 곡물 및 종자시장 독점전략에 대응하기 위하여 정부는 우리 기후와 재배환경에 적합한 유전자변형작물 종자 개발을 육성할 필요가 있음²⁰⁾.
- 유전자변형작물의 안전성이 확보될 때까지는 이의 유통 및 소비는 억제하더라도, 미래 식량안보 차원에서도 유전자변형작물의 기술만은 확보해 둘 필요가 있으며, 유전자변형작물에 반대하는 유럽 등의 국가에서도 이의 기술개발에 대해서는 신경을 쓰고 있음.

20) 홍정기, “유전자조작 농산물”, LG경제연구원 주간경제, 2000.6.

V. 결 론

- 유전자변형작물은 현대 생명공학기술을 이용하여 새롭게 조합된 유전물질을 포함하고 있는 작물로, 유전자변형 콩·옥수수나, 제초제 저항성 작물 등을 말하며, 21세기는 이러한 유전자변형을 통한 맞춤형작물의 시대가 될 것으로 예상되고 있음.
- 국제적으로 유전자변형작물은 인류를 기아와 환경문제로부터 해방시킬 수 있는 유력한 대안이므로 일반 농산물과 같이 취급해야 한다는 주장과 자연상태에 없던 새로운 물질이 출현했으나 안전성이 검증되지 않았으므로 사전예방의 원칙에 따라 확실하게 규제해야 한다는 주장이 대립하고 있음.
- 유전자변형작물의 본격적인 산업화를 위해서는 생태계 및 인류에게 미치는 영향을 제대로 평가하고 사회적 저항을 극복하는 것이 필수적임.
- 유전자변형작물의 종자 개발을 통한 바이오안전성 위협과 메이저 다국적기업들에 의한 농업경제기반 붕괴 및 통상마찰 등은 해결해야할 과제임.
- 2005년 EU와 미국의 GMO 분쟁은 WTO에서 곧 결정이 내려질 전망이지만, 항소 등으로 최종 결론은 더 오랜 시일이 걸릴

48 유전자변형작물

것으로 예상되고 있어, 관련 법령들을 제정하려고 하는 우리나라는 이의 결과를 예의 주시하고 있으며, 법령제정은 WTO 협정과 상치되지 않도록 하는 것이 바람직함.

- 1960-70년대의 녹색혁명이 공공연구기관들에 의해 주도되어, 연구결과들이 무상으로 개도국에 공유된 것과는 달리, 현재의 유전자변형 기술은 거대 다국적기업에 의해 주도되어, 기아에 빠진 인류를 위한 단순 식량공급 보다는 상업성에 중점이 맞추어져 있어, 미리 식량안보 차원에서 유전자변형작물의 기술은 확보해 둘 필요가 있음.

참고 문헌

1. 고병열·노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래 유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지 8(2), 2005, pp.863-887.
2. 고병열·홍정진·손종구·박영서, “기술연관분석을 통한 중소기업형 전략적 기술개발과제의 우선순위 도출,” 기술혁신학회지 6(3), 2003, pp.373-390.
3. 고유상·민병석, “바이오신산업기회와 대응전략”, 삼성경제연구소 CEO information 473, 2004.10.27.
4. 김태산·류태훈·김동현·김현준, “국내외 GMO 안전성 규제 및 법규 현황,” 식품기술 17[1], 2004.3, pp.1-42.
5. 노현숙·구영덕·고병열, 유전자변형작물, 한국과학기술정보연구원, 2004.11.
6. 박선희·이순호·이우영, “우리나라의 유전자재조합 식품 안전성 평가 기준,” 식품기술 17[1], 2004.3, pp.79-90.
7. 삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005.
8. 성순기, “GM 작물의 산업화 동향분석 및 전망,” 식품기술 17[1], 2004. 3, pp.69-78.
9. 손종구·김유일, “국내외 유전자변형 기술 및 소재개발 현황,” 식품기술 17[1], 2004.3, pp.50-68.
10. 손종구·김유일·이상필, 유전자변형식품(기술산업정보분석), 한국과학기술정보연구원, 2003.12.
11. 식품의약품안전청, 수입식품과 유전자재조합식품 표시제 관리동

향, 2004.

12. 윤병운, 특허 분석을 통한 기술 지식의 관리와 신기술 개발 방법론, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2005.
13. 이상필, GMO(Genetically Modified Organism) 개발동향(기술동향 분석보고서), 한국과학기술정보연구원, 2002.
14. 한국보건산업진흥원, "GMO 관련 분쟁사례", 수출입정보은행, 2004.7.1
15. 홍정기, "유전자조작 농산물", LG경제연구원 주간경제, 2000.6.
16. NISTEP, 「科學技術の中長期發展に係る俯瞰圖的 豫測調査, 急速に發展しつつある研究領域調査」, 2003年 調査報告書, NO.82, 2003.
17. James, C., *PREVIEW: Gloval Status of Commercialized Trans- genic Crops*, ISSA, 2004.
18. Yoon, B. and Park, Y., "A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis," *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 2005, pp.145-160.
19. 농촌진흥청 GMO안내 홈페이지, <http://www2.rda.go.kr/gmo>
20. 식품의약품안전청 홈페이지, <http://www.kfda.go.kr>

저자 소개

손 종 구

- 경영학 박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 국제경영학, 인공피부, 인공혈액 등

김 기 일

- 공학 박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 탄소나노튜브, 히트파이프 등

조 성 관

- 공학 박사
- 재활공학연구소 연구원
- 코아시스템(주) 조직공학팀장