

(뒷면)

(앞면)

발간등록번호
11-1543000-000528-01

비
선
택
성

제
초
제

저
항
성

형
질
의

상
업
화

연
구

5cm
↓

비선택성 제초제 저항성 형질의 상업화 연구

(18 포인트 고딕계열)

(Commercialization research on the
non-selective herbicide resistance
traits)

(17 포인트 명조계열)

주 의
(편집순서 8)

(15 포인트 고딕계열)

↑
6cm
↓

동부팜한농(주)

(17 포인트 명조계열)

↑
9cm
↓

농 립 축 산 식 품 부

(17포인트 명조계열)

↑
4cm
↓

농
립
축
산
식
품
부

↑
3cm
↓

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “비선택성 제초제 저항성 형질의 상업화 연구”의 R&D 기획보고서로 제출합니다.

2014 년 7 월 19 일

주관연구기관명 : 동부팜한농(주)

주관연구책임자 : 성 순 기

연 구 원 : 윤 준 선

연 구 원 : 한 윤 정

연 구 원 : 오 기 훈

목 차

I. 제 목	1
II. 연구의 목적 및 필요성	1
III. 연구 내용 및 범위	2
IV. 연구 결과	
1. 기술성 평가	4
1). 대상기술의 개요	4
2). 국내외 기술 동향	5
3). 기술 수준 분석	10
4). 기술의 완성도	12
5). 종합의견	16
2. 시장성 평가	16
1). 시장개요	16
2). 시장규모 및 특성	16
3). 기업 동향	29
3. 기술이전 및 사업화 전략	31
1). 기술이전 대상 기업 선정	31
2). 기술이전 및 사업화 전략	32
4. 기술가치평가	49
1). Monsanto 대상	49
2). DuPont 대상	64
5. 특허 및 선행기술 파악	79
1). 제초제 저항성 형질 관련 특허 분석	79
2). 기술 개발 접근 방안	82
3). 유전 자원 소스 검토	84
4). 기존 특허 회피 방안	87
V. 연구성과 및 성과활용 계획	88
VI. 참고문헌	89
영문 초록.....	90
영문 목차.....	92

I. 제 목

비선택성 제초제 저항성 형질의 상업화 연구

II. 연구의 목적 및 필요성

세계 경작지의 11%인 1.75억 ha에 GM 작물이 재배되고 있으며 GM 종자 시장 규모는 201 억\$(기술료 포함)로 지난 수년간 평균 성장률이 10%를 상회하고 있음.

GM 종자에 사용된 형질은 제초제 저항성 형질, 살충성 형질, 내병성 형질, 사료가치 향상 형질이 있으며 가뭄 저항성, 질소 이용효율 향상 형질을 집적한 종자가 개발되고 있음.

GM 작물 재배 면적기준으로 보면 제초제 저항성 형질이 탑재된 종자의 재배 비중이 85% (살충성 형질과 multi gene stacked 종자 포함)로 매우 중요한 형질임. 현재는 아미노산 합성저해 약제인 glyphosate, glufosinate 의 저항성 형질을 탑재한 GM 종자 시장 점유율이 각각 90%와 10%를 차지 함.

Glyphosate 저항성 형질을 탑재한 종자의 과점과 GM 재배지에서 glyphosate 의 반복적 사용으로 glyphosate 저항성 bio-type 잡초가 급격히 증가하여 미국 농민의 30%가 저항성 잡초 문제를 경험하고 있으며 새로운 방제 기술을 원하고 있음.

GM 종자회사는 작용 기전이 다른 두 가지 제초제의 저항성 형질을 탑재한 종자를 개발하여 glyphosate 저항성 잡초 문제를 해결하려고 함. 그러나 재배지에는 두 가지 약제 (glyphosate, dicamba 또는 2,4-D) 에 모두 저항성을 지닌 bio-타입의 잡초가 있어 새로운 제초제에 대한 저항성 형질 개발이 필요함.

저항성 잡초를 문제를 해결하기 위해서는 식물이 저항성을 확보하기가 어렵고(변이 유발 가능성이 낮아야 함), 가격 경쟁력이 있는 약제를 개발하고, 이 약제에 대한 저항성 형질을 개발해야 함.

제초제 중에서 비선택성 제초제는 3종류-glyphosate, glufosinate, paraquat 이고, 이 중 2 종류는 이미 저항성 형질을 개발하여 사용하고 있으며 paraquat는 인축 맹독성 문제로 사용이 제한되고 있는 추세 임(한국에서는 퇴출).

Pyrimidinedione chemical family 인 Saflufenacil (BASF, 2009년 개발한 제초제)은 PPO 효소 기능을 저해하여 클로로필 합성과 heme 합성저해, 세포막 파괴 기능의 광엽 잡초 제초제이고, Pyrimidinedione 계열의 PPO 계 제초제로 국내에서 개발된 신물질(ISO 등록명: Tiafenacil, 동부팜한농) 은 Saflufenacil 대비 화본과 잡초 방제 능력이 우수 함.

새로운 비선택성 제초제에 대한 저항성 형질 개발은 GM 종자회사의 Top 관심사이고, BASF

社는 Saflufenacil 저항성 형질 개발에 착수 하였으며, 동부팜한농도 Tiafenacil 저항성 형질을 개발하고 있음.

본 연구과제 목적은 기술 사업화를 위한 R&D 기획 연구로

- 1) 비선택성 PPO 계 제초제 저항성 형질의 가치를 평가하고,
- 2) 선행 기술 및 특허 파악을 통해 개발 전략을 도출하는데 그 목적이 있음

III. 연구 내용 및 범위

연구내용과 범위는 PPO 활성 저해 제초제 저항성 형질의 기술 가치를 평가하고, 특허 분석을 통한 개발 전략을 수립하며, 조기 개발을 달성하기 위한 차별화 기술의 확보 방안을 마련하는 것임.

IV. 연구 결과

- 기술가치평가 대상은 PPO 계 비선택성 제초제 저항성 형질의 가치 평가이고 평가 수행기관은 (주)아이피온 임

- 평가목적

동부팜한농(주)에서 개발한 제초제 저항성 형질의 가치를 금액으로 산정하는 것이며, 평가의 주요 목적은 기술 사업화의 자료로 활용하는 데 있음

- 평가의 주요 조건 및 가정

목표시장을 제초제 저항성 형질 옥수수 및 대두 종자 시장으로 정하고 지역적으로는 전 세계 시장을 목표시장으로 설정하였음

농업생명공학 시장의 경쟁 상황을 고려하여 Peak 시장 점유율은 기술을 사용한 종자회사의 콩, 옥수수 종자 제품 점유율을 15%로 정하고 매출 발생 후 13년 안에 Peak 시장 점유율에 도달하여 유지하는 것으로 가정함

평가대상기업은 세계 종자 기업인 Monsanto와 DuPont-Pioneer로 정함. 평가대상기업은 Monsanto와 DuPont으로 기업 재무제표에서 매출액, 매출원가, 매출총이익, 판관비, 감가상각비, 영업이익, 법인세차감 전 순이익, 당기순이익을 참고하였으나, 세부적인 재무제표가 존재하지 않으므로 급여, 무형자산 상각비, 영업외수익, 영업외비용, 금융비용, 경상이익, 특별이익, 특별손실 등의 각종 재무정보를 BT분야의 기타 화학제품 제조업(D243)에 대한 표준 재무제표를 이용하여 추정 손익계산서를 작성하였음

평가대상기술은 기술이전을 목표로 하는 기술로, 그 규모가 매우 클 것으로 예상되어 대상 기업이 BT업종, 대기업에 준하는 것으로 분류하여 평가하였음

• 기술가치 평가 결과 요약

기 술 명	PPO계 비선택성 제초제 저항성 형질 개발	
【기술가치평가 종합 의견】		
(가) 평가목적		
본 평가는 동부팜한농이 연구개발 중인 기술로 기술 이전하는데 따른 특허기술의 가치를 금액으로 산정하는 것이며, 동 평가의 주요 목적은 특허기술이전용으로 활용하는 데 있음		
(나) 평가대상기술		
본 기술은 PPO계 비선택성 제초제 저항성 형질 개발하는 기술에 관한 것임		
(다) 평가방법		
본 평가에서는 평가대상기술의 가치를 금액으로 환산하기 위하여 수익접근법을 적용하여 기술의 가치를 산정하였음. 본 평가는 2014년 2월 1일을 평가기준일로 하였고, 2013년 2월 3일부터 2014년 6월 8일까지 수행되었음		
(라) 평가의 주요 조건 및 가정		
<ul style="list-style-type: none"> · 목표시장을 제초제 저항형질 옥수수 및 대두 종자 시장으로 정하고 지역적으로는 전세계 시장을 목표시장으로 설정하였음 · 농업생명공학 시장의 경쟁 상황을 고려하여 Peak 시장 점유율은 15%로 정하고 매출 발생 후 13년 안에 Peak 시장 점유율에 도달하여 유지하는 것으로 가정함 · 평가대상기업은 세계 종자 기업인 Monsanto와 DuPont-Pioneer로 정함 · 평가대상기업은 Monsanto와 DuPont로 기업 재무제표에서 매출액, 매출원가, 매출총이익, 판관비, 감가상각비, 영업이익, 법인세차감 전 순이익, 당기순이익을 참고하였으나, 세부적인 재무제표가 존재하지 않으므로 급여, 무형자산 상각비, 영업외수익, 영업외비용, 금융비용, 경상이익, 특별이익, 특별손실 등의 각종 재무정보를 BT분야의 기타 화학 제품 제조업(D243)에 대한 표준 재무제표를 이용하여 추정 손익계산서를 작성하였음 · 평가대상기술은 기술이전을 목표로 하는 기술로, 그 규모가 매우 클 것으로 예상되어 대상 기업이 BT업종, 대기업에 준하는 것으로 분류하여 평가하였음 		
(마) 평가결과 요약		
	주요 변수	추정치 또는 결과
	기술의 경제적 수명	14년
	할인율	6.2%
Monsanto	여유현금흐름의 현재가치 합	99억 9,900만 달러
	기술기여도	24.16%
	기술의 가치	24억 1,600달러
DuPont	여유현금흐름의 현재가치 합	30억 5,700만 달러
	기술기여도	24.16%
	기술의 가치	7억 3,900만 달러

1. 기술성 평가

1). 대상기술의 개요

가. 기술의 배경

- 비선택성 제초제 중 세포막 파괴 기능을 갖는 PPO 계 제초제 저항성 유전 형질로 이 유전자를 도입한 작물이 PPO 계 제초제에 대한 선택적 저항성을 갖게 되어 잡초를 방제하는데 이용됨
- 비선택성 제초제는 아미노산 합성 저해제인 glyphosate, glufosinate, 세포막 파괴제인 paraquat 가 있으며 paraquat는 환경 문제로 사용 규제를 받고 있음
- 비선택성 제초제인 glyphosate, glufosinate(아미노산 합성 저해 제초제)의 저항성 유전 형질은 상업화가 되어 콩, 옥수수, 면화, 유채, 사탕수수 등에 종자에 사용되고 있음
- 평가 대상 기술인 PPO 계 제초제 저항성 유전 형질은 식물에 선택적 저항성을 부여할 수 있어 GM 작물의 제초제 저항성 형질로 사용 가능한 유전 형질임¹⁾
- GM 작물에 사용되는 비선택성 제초제는 22억\$(glyphosate+glufosinate 50억\$의 43%)로 추정함
- GM 작물에 사용된 제초제 저항성 형질별 적용 비중은 glyphosate 90%, glufosinate 10%임

나. 기술의 개요

- 평가 대상의 PPO 계 제초제 저항성 유전형질은 제초제의 타겟 효소인 PPO(protochlorophyllide IX oxidase)가 PPO 계 제초제에 둔감한 PPO 유전자임
- PPO 계 제초제에 둔감한 PPO 유전자는 광합성 박테리아(cyanobacteria, 남세균)의 hemY 타입 PPO임
- hemY 타입 PPO 중에서 PPO 계 제초제에 처리에 둔감한 형태의 PPO 단백질이나 PPO 계 제초제에 민감한 형태의 PPO 단백질의 아미노산을 치환시킨 둔감한 형태의 PPO(변이형 PPO)을 코딩하는 유전자임²⁾

1) 참고: 세계 제초제 시장은 231억\$임. 비선택성 제초제인 Glyphosate 제초제 매출('12) 45.8억\$, Glufosinate 4.2억\$, paraquat 6.85억\$, 비선택성 제초제 시장은 56.9억\$ 규모로 전체 제초제 시장의 24.6% 차지함

2) PPO 계 제초제 시장 동향 *12년 기준 PPO 계 제초제 전체 시장은 12.45억\$. 화학 구조에 따라 9계통으로 나눔. Diphenyl

- Diphenyl ether 계열의 PPO 계 제초제의 5년 평균성장률 6.8%, Pyrimidindione계열의 PPO 계 제초제의 5년 평균 성장률 23%³⁾

2). 국내외 기술 동향

가. 국외 동향

(1) 변이 PPO 유전자를 만들어 제초제 저항성 작물 개발

- Syngenta는 세포막 파괴 기능의 PPO 계 제초제(Butafenacil) 저항성 형질을 개발 함
- Butafenacil의 타깃인 PPO(식물유래 PPO) 의 아미노산을 변형하여 상기 제초제에 둔감한 형태의 변이형 PPO를 개발하고 옥수수에서 저항성을 확인하였음. 이 내용과 관련된 등록 특허 건이 약 11건 존재하며, 특허 존속기간은 2018년~2020년 임
- 1999년 상기 기술을 적용한 GM 종자의 브랜드 이름을 AcuronTM 으로 발표하고, 2003년 상기 제초제 저항성 형질을 도입한 GM 옥수수를 런칭 계획이었음
- 그러나 Acuron은 상업화 되지 않았는데 이는 Acuron 적용 제초제 Butafenacil 의 저조한 판매와 Syngenta GM종자 사업의 준비 부족에 기인한 것으로 판단됨
- Syngenta는 자체 개발 사업화한 GM 옥수수가 없으며 GM 콩 제품만 있음. '14년 Monsanto로부터 도입한 계통을 활용한 GM 옥수수가 시판될 계획 임
- Butafenacil(Syngenta) 2012년 판매 1천만\$ 이하, 다른 PPO 계 제초제인 Oxyfluorfen(Dow, DPE 계통 약제) 매출액 1.5억\$(Phillips McDougall)임⁴⁾

ether(4.4억\$), Triazolinones(3억\$), N-phenylphthalimides(1.7억\$), Pyrimidindione(1억\$) 임

3) 아미노산 저해 제초제(glyphosate, glufosinate) 5년 평균 성장률 -1.4% 임

4) Li X, Volrath SL, Nicholl DBG, Chilcott CE, Johnson MA, Ward ER, Law MD (2003) Development of Protoporphyrinogen Oxidase as an Efficient Selection Marker for Agrobacterium tumefaciens-Mediated Transformation of Maize *Plant Physiol* 133:736-747

<표 1-1> Syngenta의 제초제 저항성 식물 PPO 관련 특허

등록번호 (출원일/ 특허만료일)	특허명	청구 내용
US 5767373 (1995.6.6 / 2015.06.16)	Manipulation of protoporphyrinogenoxidase enzyme activity in eukaryotic organisms	<ul style="list-style-type: none"> • 애기장대와 옥수수의 PPO-1과 PPO-2의 DNA, 아미노산 서열 • 위의 DNA 서열로 구성된 chimeric gene • chimeric gene의 재조합 벡터와 이 벡터로 형질전환한 host cell • 제초제 내성을 위해 PPO-1이 과다발현된 식물체
US 5939602 (1997.2.28/ 2017.02.28, T.D)	DNA Molecules encoding plant protoporphyrinogenoxidase and inhibitor-resistant mutant thereof	<ul style="list-style-type: none"> • 하나 이상의 아미노산 염기서열이 변형된 식물 PPO-1의 DNA 분자 (첫 번째 변형은 PPO저해제에 저항성 부여, 두 번째 변형은 저항성 강화기능) - 대상식물: 애기장대, 옥수수, 밀, 콩, 목화, 사탕무, 유채, 벼, 수수 • 변형된 PPO-1으로 구성된 chimeric gene과 재조합 벡터, 이 벡터로 형질전환한 숙주세포 èPPO 저해제 내성을 가짐 • 변형 PPO의 DNA 분자가 삽입된 식물, 식물조직, 세포와 이들의 후대 • 대상식물 재배 시 잡초를 조절하기 위한 방법
US 6018105 (1997.2.28 / 2017.02.28)	Promoters from Plant protoporphyrinogenoxidase genes	<ul style="list-style-type: none"> • PPO-1 promoter DNA seq - 대상식물: 애기장대, 옥수수, 사탕수수 • 언급한 DNA들을 포함한 chimeric gene과 그 재조합 벡터 • 재조합 벡터를 삽입한 식물세포와 이 세포로 구성된 식물체
US 6023012 (1998.3.30 / 2018.03.30)	DNA molecules encoding plant protoporphyrinogenoxidase	<ul style="list-style-type: none"> • 식물의 PPO-1 DNA 염기와 아미노산 서열 : 밀, 벼, 수수, 사탕 수수, 콩, 목화, 사탕무, 유채 • chimeric gene과 재조합 벡터, 재조합 벡터가 들어간 식물 숙주세포, 재조합 식물체와 그 종자
US 6084155 (1998.6.22 / 2018.06.22)	Herbicide-tolerant protoporphyrinogenoxidase(PROTOX) genes	<ul style="list-style-type: none"> • 제초제 저항성 변형 PPO를 코딩하는 DNA분자 - 하나 이상의 아미노산 치환이 발생 - 재료: 애기장대, 옥수수, 밀, 콩, 목화, 사탕무, 유채, 벼, 수수, 사탕수수의 PPO-1 DNA

		<ul style="list-style-type: none"> • chimeric gene과 이의 재조합 벡터 • 형질전환된 제초제 저항성 식물, 식물조직, 식물세포, 종자, 그 후대
US 6177245	Manipulation of protoporphyrinogen oxidase enzyme activity in eukaryotic organisms (1998.5.1 / 2018.05.01)	<ul style="list-style-type: none"> • Probe : 애기장대 PPO-1, PPO-2, 옥수수 PPO-1, PPO-2, Yeast PPO-3의 cDNA에서 진핵생물의 PPO 유전자 또는 mRNA에 특이적으로 결합하는 부분을 사용. • Probe를 이용하여 진핵생물의 PPO 유전자나 mRNA를 찾아내는 방법
US 6288306	Methods of selecting plants, plant tissue or plant cells resistant to a protoporphyrinogen oxidase inhibitor (1998.1.29 / 2018.01.29, T.D.)	<ul style="list-style-type: none"> • 형질전환 식물, 식물조직, 식물 세포를 비형질전환체로부터 선별하는 방법 : PPO 저해 저항성 변형 PPO 유전자를 식물, 식물조직, 세포에 형질전환해 발현시킴 • 형질전환된 식물, 식물조직, 식물세포와 식물로부터 획득한 형질전환 종자
US 6282837	Methods of controlling the growth of undesired vegetation with herbicide tolerant plants or plant seeds having altered protoporphyrinogen oxidase activity (1998.11.19/ 2018.11.19, T.D.)	<ul style="list-style-type: none"> • 원치않는 식생을 조절하는 방법: 제초제 저항성 변형 PPO가 삽입된 식물체 또는 식물 종자의 재배지에 PPO 저해제 처리 • PPO 저해제 계열 : aryluracil, a diphenylether, an oxidiazole, an imide, a phenyl pyrazole, pyridine derivative, 3-substituted-2-aryl-4,5,6,7-tetrahydroindazole, phenopylate, phenopylate의 O-phenylpyrrolidino-analog와 piperidinocarbamate analog
US 6307129	Herbicide tolerant plants, plant tissue or plant cells having altered protoporphyrinogenoxidase activity (1998.11.12/ 2018.11.12, T.D.)	<ul style="list-style-type: none"> • 변형된 저해제 저항성 PPO 활성을 가진 식물체, 식물조직, 식물종자 • 제초제 저항성 PPO 효소는 보통 원핵생물에서 발생 : E.coli hemG, B.subtilis hemY gene. • Chimeric DNA 분자로 형질전환된 식물, 식물조직, 식물 종자: 옥수수 • Chimeric DNA 분자의 삽입으로 제초제 저항성 식물, 식물조직, 식물종자 생산 방법 • 위의 방법으로 생산된 식물의 제초제 저항성 후대를 생산하는 방법
US 6308458	Herbicide-Tolerant Plant and Methods of controlling the growth of undesired vegetation (2000.2.3 / 2020.02.03, T.D.)	<ul style="list-style-type: none"> • 원치않는 식생, 선택적으로 잡초를 조절하는 방법 -PPO 저해 저항성 변형 PPO DNA 분자가 삽입된 형질전환 식물체, 식물 종자 재배지에 PPO 저해제 처리 -변형 PPO DNA 분자는 wild-type과

<p>US 6808904 Herbicide-tolerant protox (2000.12.5 / genes produced by DNA 2020.12.05) shuffling</p>	<p>비교해 최소 하나의 아미노산 치환이 존재</p> <ul style="list-style-type: none"> • 서로 다른 최소 2개 이상의 PPO DNA 분자로부터 하나의 돌연변이 PPO DNA분자를 형성하는 방법: DNA shuffling이용 • Template 중 최소 하나는 식물이고 다른 하나는 원핵생물 유래. <ul style="list-style-type: none"> - 식물의 template는 하나의 아미노산 변화가 있는 변형 PPO 코딩 DNA
--	---

(2) PPO 제초제 저항성 잡초의 정보를 이용한 저항성 유전 형질

- 일리노이 대학에서 DPE 계 PPO 제초제에 저항성을 보이는 잡초(*Amaranthus tuberculatus*)의 PPO 유전자를 추출, 분석하였음
- 저항성을 보이는 bio type 잡초는 PPO 효소 단백질의 아미노산 1개가 결실되어(210 Gly) 그 결과 제초제와의 결합 능력 저하가 야기 되어 저항성을 갖게 됨. 해당 PPO 유전자(저항성 Bio-type의 *Amaranthus tuberculatus* PPO 유전자 서열의 이용을 특허(등록번호 US 7671254)로 출원하였음(일리노이대학)⁵⁾

(3) 다양한 생물종의 PPO 대상, 변이 PPO을 통한 제초제 저항성

- 조류(Algae), 애기장대, *Amaranthus tuberculatus*(DPE 계 PPO 제초제) 대상으로 PPO에 변이를 유도하여 형질전환체를 제작하였음. 형질전환체를 대상으로 imidazolinone, PPO 계 제초제에서 저항성을 주장 함.
- 특허 결과가 명확하지 않고, 실시예도 모호함⁶⁾

5) 관련논문: Patzoldt WL, Hager AG, McCormick JS, Tranel PJ (2006) A codon deletion confers resistance to herbicides inhibiting protoporphyrinogen oxidase PNAS 103(33):12329-12334)

6) EP 2,652,139, BASF 2011 출원, Plants having increased tolerance to herbicides

(4) Cytochrome P450(CYP) 이용

- 방선균의 CYP를 이용하여 형질전환체를 제작하고 Saflufenacil, Butafenacil 저항성을 확인하여 특허를 출원하였음⁷⁾
- 벼의 CYP를 이용하여 Saflufenacil 저항성 유전자를 제작하였고 옥수수 형질전환체를 제작하여 저항성을 연구하였음⁸⁾
- CYP 효소는 PPO 계 제초제의 구조를 변형시켜 식물이 저항성을 갖는 것으로 알려져 있으며 케미컬이 변형에 specificity가 낮을 수 있다는 보고가 있음

나. 국내 동향

- 토양세균인 *Myxococcus xanthus*의 PPO(MxPPO) 를 이용하여 PPO 저해제 저항성 유전자원, 형질전환체에 대한 내용을 특허로 출원하였음⁹⁾
- MxPPO는 Aciflufen(DPE 계 PPO 제초제)에 민감하게 피해를 받는 것으로 보고 되어 있음. MxPPO 유전자의 과다발현을 통해 형질전환 벼에서 제초제 저항성이 획득됨을 확인하고 MxPPO 유전자 서열을 권리로 지정하였으나 등록료 불납으로 특허 권리가 소멸된 상태임
- 상기 유전자를 벼에 적용하여 MxPPO 과다발현 벼를 제작하였을 때 수량 감소와 생장 저해 등의 문제가 발생됨이 보고되었음¹⁰⁾

다. 관련 기술 분석

- PPO 계 제초제 저항성 유전자는 1) 타겟 효소인 hemY 타입 PPO 유전자를 이용하거나, 2) CytochromeP450 효소 발현을 통해 PPO 계 제초제를 변형시키는 기술임
- 1) 번 기술은 형질전환 작물에서 저항성이 검증된 기술임. 기술 원리는 PPO 계 제초제에 대해 둔감한 구조의 PPO 유전자를 이용하는 기술로 ① PPO 계 제초제(acifurofen)에 저항성을 지닌 잡초의 PPO 유전 정보 활용(일리노이대), ② 식물 PPO 아미노산 치환을 통해 Butafenacil 저항성 PPO 개발(신젠타), ③ 남세균 PPO로부터 Pyrimidindione 계통 제초제와 DPE 계통에 저항성을 갖는 PPO 개발(동부팜한농)

7) Sumitomo 2005년, US 7563950

8) BASF 2011년, WO 2011/085221

9) 출원번호 KR2004-0024878

10) Jung HI, Kuk YI (2007) Resistance Mechanism Protoporphyrinogen Oxidase (PROTOX) Inhibitor-resistant Transgenic Rice J. Plant Biol 50(5)586-594

- 2) 변 기술은 방선균, 벼의 CytochromeP450 발현을 통한 PPO 계 제초제 저항성 기술로 기질 특이성이 검정되지 않았고, 제초제 저항성 효율이 상업화 수준에는 미달되는 기술임

3). 기술 수준 분석

가. 기술의 특성

- 동부팜한농(주)의 기술은 hemY 타입 PPO 중에서 PPO 계 제초제에 둔감한 PPO 유전자를 식물에 도입하여 살포한 PPO 계 제초제에 대한 선택적 저항성을 갖게 됨
- 기존 기술과의 차이점은 PPO 계 제초제 중에서 다양한 chemical family, Diphenyl ether(Fomesafen, Acifluorfen), pyrimidindione(Saflufenacil, Butafenacil, Tiafenacil)에 대한 저항성을 부여할 수 있는 유전 형질이고, 유전자는 원핵생물인 남세균의 PPO 인접이 기존 유전 형질과는 차이가 있음
- 평가 대상 기술은 식물이 갖고 있는 hemY 타입의 PPO 유전자를 대상으로 DPE 와 PD 계통 제초제에 저항성을 보이는 PPO 유전자를 활용하여 제초제 저항성을 부여하는 기술임
- 선행 기술 조사에서 기존의 식물 유래 변이 PPO을 통한 Butafenacil 저항성 유전 형질 특허(신젠타 보유)를 회피하기 위해 Cyanobacteria의 PPO를 활용하여 제초제 저항성 유전 형질을 개발하였음
- 남세균 유래 PPO 계 제초제 저항성 PPO 유전자는 DPE(Fomesafen, Acifluorfen) 계통, PD(Saflufenacil, Tiafenacil, Butafenacil) 등 광범위한 PPO 계 제초제에 저항성을 갖는 유전자 임
- 저항성 PPO 단백질은 이들 제초제와의 결합능력이 낮은 구조를 지닌 반면 기질의 전환 능력은 정상 효소 활성을 유지하는 특성을 지니고 있음
- PPO계 제초제 저항성 유전자를 확보하기 위해서 Cyanobacteria의 PPO 유전자를 대상으로 화학 구조가 다양한 PPO 계 제초제에 대해서 저항성을 획득한 사례는 본 평가 대상 기술이 유일함
- 남세균 생물 자원을 이용한 특허 사례로는 Cyanobacteria의 strain인 *Synechocystis* PCC 6803의 PPO 효소를 코딩하는 유전자가 PPO 계 제초제인 acifluorfen(Diphenyl ether 계통에 국한)에 저항성을 부여 함. *Synechocystis* PCC 6803의 PPO 유전자를 분리하여 이 서열을 포함한 유전자원을 특허로 출원되었으며(유전자 서열만을 권리범위-Nippon Soda社), 관련 내용이 논문으로 보고되었음¹¹⁾

11) *Synechocystis* PCC 6803의 PPO 관련 특허(PCC 6803의 PPO 아미노산과 유전자 서열의 80~85% 상동성을 지닌 PPO로

나. 기술의 활용성

- 평가 대상의 유전자를 작물에 적용함으로써 비선택성 제초제 중 PPO계 제초제에 대한 저항성 GM 작물을 제조할 수 있음. 제초제 저항성 형질과 제초제를 이용한 선별적 방제(작물에는 해가 없으며 작물을 제외한 식물들을 방제)하는 기술을 통해 경제적으로 잡초 방제를 할 수 있음
- 평가 대상의 유전 형질은 작물에 단독 적용하거나 Roundup Ready 시스템(Monsanto의 glyphosate 저항성 작물)에 stacking 시켜 잡초 방제를 효과적으로 할 수 있음(방제 비용, 저항성 잡초의 control)
- 현재 GM 종자에 적용되는 제초제 저항성 형질의 90% 이상은 glyphosate 저항성 유전자를 이용한 Roundup Ready 시스템이 차지하고 있음. GM 작물 재배에서 문제점은 glyphosate의 지속적인 이용으로 인해 glyphosate 저항성 bio-type 잡초가 발생하였고 세계적 문제로 대두되고 있음
- Glyphosate에 저항성을 갖는 bio type 잡초는 24 종이 알려져 있음('12년). DPE 계통의 PPO계 제초제에 저항성을 보인 bio-type 잡초 수는 6 종으로 타 제초제에 비해 작은 수임('14년 미국잡초과학협회 보고자료 기준)
- 글로벌 회사가 추구하는 전략은 제초제 저항성 형질을 다중으로 탑재하여 2가지 제초제를 활용하는 혼방 방제 시스템임
- Glyphosate 저항성 형질과 PPO계 제초제 저항성 형질을 stacking 한 혼방 방제 시스템으로 잡초를 방제할 경우 지금까지 보고된 제초제 약제별 저항성 잡초 중 두 약제(glyphosate, Tiafenacil)에 대한 교차 저항성을 보이는 잡초는 없는 것으로 분석 됨.
- 제초제 저항성 잡초의 방제 문제는 심각하며, 최근 BASF가 실시한 설문조사에 따르면 미국 농부를 대상으로 조사한 결과에서 참여자의 3/4 이상이 glyphosate 저항성 잡초에 대해 우려를 표명하고 있으며 저항성 잡초로 인해 방제 시스템을 바꾸거나 다른 mode of action을 가진 제초제를 선택할 예정이라고 답하였음(Agrow no 679:5, 2014년 1월 8일)
- 경제적 가치가 큰 GM 4대 작물(콩, 옥수수, 유채, 목화)의 재배지에서 발생하는 제초제 저항성 잡초에 주목한다면, glyphosate와 Tiafenacil 저항성 잡초가 중복되는 경우는 없음

acifluorfen 저항성 부여: 특허번호 EP 1930434, Protoporphyrinogen oxidase having activity of imparting resistance against acifluorfen and gene thereof, 2006년 출원, 출원인 Nippon soda, 논문: Kato K, Tanaka R, Sano S, Tanaka A, Hosaka H (2010) Identification of a gene essential for protoporphyrinogen IX oxidase activity in the cyanobacterium Synechocystis sp. PCC 6803 PNAS 107(38):16649-16654.

- 평가 대상 유전자는 단독, 또는 glyphosate와 작물에 stacking 되면 GM 작물 재배지에서 문제가 심각한 glyphosate 저항성 타입의 잡초에 대해 효과적으로 방제가 가능함
- 한편 DPE 계통의 PPO 제초제에 저항성을 보이는 bio-type 잡초(6종 보고)가 Tiafenacil(pyrimidindione 계통의 PPO 계 제초제) 약제에 교차 저항성을 나타낼지 대해서는 조사 될 예정 임

4). 기술의 완성도

가. 기술의 구현 가능성

- 기술 개발 단계를 1단계 기술 및 유전자원 확보, 2단계 저항성 PPO 확보, 3단계 저항성 PPO를 형질전환한 식물체 대상으로 저항성 확인으로 나눈다면 현재는 3단계가 확인된 상태임
- 우선 hemY type PPO(식물의 PPO type)를 가진 9 종의 cyanobacteria를 선별, 확보하였음. 그 중 PPO 계 제초제에 저항성을 부여하는 PPO유전자가 2종 확보 되었음. 그 외 저해제 반응 정도와 PPO 유전자 유래 균주의 독성 여부를 고려하여 아미노산 변이를 유발할 PPO 2종을 선별하였음
- 남세균 유래 PPO에 변이를 유발한 후 제초제 저항성을 빠르고 동시에 대량으로 선별하기 위해서 스크리닝 시스템을 확보하였음. PPO 유전자가 결핍된 *E. coli*인 BT3 strain을 매개로 사용함. 그래서 다양한 PPO 유전자 및 변이가 유발된 여러 PPO를 동시에 스크리닝 할 수 있기 때문에 신속하게 저항성을 확인할 수 있음
- 저항성 PPO를 효율적으로 확보하기 위해서 1차로 다양한 생물종으로부터 저항성 자원 선별, 2차로 PPO 계 제초제에 저항성을 갖는 PPO 유전자의 스크리닝 하거나 특정 아미노산을 saturated mutation 기술을 통해 아미노산 변이체 유발 과정을 수행 함.
- 이 과정을 통해 획득한 후보 저항성 PPO 유전자 들을 개발한 스크리닝 시스템을 활용하여 선별하고 식물에서 해당 유전자를 확인하는 단계를 진행 함
- 획득한 저항성 PPO 유전자들을 식물(애기장대, 콩 및 옥수수)에 형질전환하여 식물 내에서의 발현 및 제초제 저항성을 확인. 그리고 마지막으로 식물 내에서 발현될 경우 상업화 되었을 때의 안전성을 위해서 평가를 진행하면 기술 개발이 완료됨
- 기술 개발을 위한 시스템을 확보하였으며 저항성 PPO 후보 유전자를 효율적으로 확보하는 시스템과 이를 스크리닝 하는 시스템을 갖추었음. 이 시스템들은 이전에 Syngenta가 식물 PPO를 이용하여 제초제 저항성을 확보하기 위해 사용한 시스템보다 빠르고 효과적인 시스

템으로 판단됨

나. 대체 기술(회피 기술)

- 가장 직접적인 대체 기술은 1998년 Syngenta가 출원한 제초제 저항성 식물 PPO 특허에 명시된 기술임. 동부팜한농이 개발하고자 하는 기술과 동일하게 PPO 계 제초제에 저항성을 가진 PPO를 개발하였음
- 그 외 Cytochrome P450(CYP)을 이용한 제초제 저항성 확보 기술은 PPO 계 제초제 저항성을 타겟으로 하지 않았으나 비특이적인 제초제 저항성으로 인해 PPO 계 제초제에도 저항성을 보일 가능성이 있음
- Du Pont은 옥수수 CYP를 이용하여 여러 제초제에 복합적으로 저항성을 가지는 형질전환 콩을 제작하였음. 형질전환체는 HPPD계, ALS계, 광계 II계, PPO계, 옥신계 제초제 저항성 실험에서 모두 비형질전환체에 대비 저항성을 나타냈음¹²⁾

다. 경쟁 기술

- 제초제 스펙트럼, 방제 비용, 저항성 잡초 종류, 잡초 방제 능력 등을 고려함
- 현존 2개 형질과 출시 예정 2개 형질, PPO 계 저항성 형질 2개(Syngenta, 동부팜한농)이 경쟁 대상의 기술로 판단됨

<표 1-2> 제초제 저항성 형질 개발 현황

구분	제초제 (원제社)	작용기작	약제 출시	방제 범위	저항성 유 전 형질	형질 개발	GM 종자社
기존 제품	Glyphosate (Monsanto)	아미노산 합성저해	1674	비선택성	CP4 EPSPS	비공개	Monsanto
	Glufosinate (Bayer)		1986		bar/PAT	Plant Genetics	Bayer
출시 예정	Dicamba (Bayer)	생장조절 저해	1965	선택성	Dicamba monooxygenase	네브라스카대학	Monsanto
	2,4-D (Dow)		1945		2,4-D monooxygenase	맥시밀리안대학	Dow

12) 특허번호 US 2007/0214515, US 2008/0052797, US7705200

(1) 현존 기술과의 경쟁 정도

- Glyphosate MS 90%, 저항성 잡초 24종, 농민 방제가 20\$/ha
: 방제가격 경쟁력은 취약하나 DCC-3825는 방제 스펙트럼에서 높은 경쟁력 보유
- Glufosinate MS 10% 저항성 잡초 2종, 농민 방제가 70\$/ha
: 방제 스펙트럼은 유사하나 DCC-3825가 방제 가격면에서 1/2 수준임
*기존 형질 대비 Glyphosate 저항성 시스템인 Roundup Ready=저항성 잡초 문제, Glufosinate 저항성 시스템인 LibertyLink=방제 비용에서 경쟁력 보유 함

(2) 출시 예정인 경쟁 기술과의 경쟁 강도

- 2,4-D 저항성 유전자를 적용한 Enlist™ 시스템과 dicamba 저항성 콩은 선택성 제초제로 glyphosate와 stacking 시스템으로 개발된 기술로 단독으로 잡초 방제 스펙트럼이 좁아 glyphosate와 혼합 방제 시스템으로 사용함
- 혼방(2중 약제 및 2개의 저항성 형질 적용) 방제에서 경쟁할 경우,
 - ① glyphosate+2,4-D 및 glyphosate+dicamba, 모두 방제가 안되는 문제 잡초가 1종씩 있음
 - ② 방제 비용은 DCC-3825 단독방제 vs. 혼합방제(2,4-D+gly)가 23~30% 저렴, DCC-3825+glyphosate 혼합 방제 경우 2,4-D+glyphosate 또는 Dicamba+glyphosate의 비용이 48%~53% 저렴함
- Tiafenacil과 glufosinate 의 경쟁을 비교하면 단독방제나 혼합 방제(gene stacking) 모두 Tiafenacil이 높은 경쟁력을 갖고 있음(방제 스펙트럼, 저항성 잡초, 방제 비용 측면)

<표 1-3> 제초제 저항성 형질 경쟁기술과의 경쟁 강도

종류	형질개발사 (농약원제사)	농민방제 (\$/ha)	저항성 잡초 수 ¹	중복 잡초 수 ²
Glyphosate	Mosanto (Monsanto)	20	24	8
Glufosinate	Bayer (Bayer)	70	2	0
2,4-D(출시예정)	Dow (Dow)	8	14	1
Dicamba(출시예정)	Monsanto (BASF)	11	5	1
Tiafenacil(개발중)	동부팜한농 (동부팜한농)	40	-	0

1: 해당 제초제별 저항성 잡초 수

2: 옥수수, 콩 밭의 문제 잡초 중, Glyphosate와 타 약제 혼합시 방제가 되지 않는 잡초 수

③ 동일 계열(PPO 계 제초제 저항성) 형질과의 경쟁 정도

- 2종의 PPO 제초제 저항성 유전자-신젠타, 동부팜한농 있음. Syngenta는 식물의 PPO(hemY), 동부팜한농은 남세균의 PPO(hemY)를 소스로 사용 함
- 제초제에 대한 저항성 정도는 동부팜한농의 유전자가 높으나(약해 사고 가능성이 적음), 작물 재배시 잡초방제의 유효 처리 농도는 두 형질이 충분히 유효한 수준의 저항성을 보유함
- IP 존속기간은 Syngenta 18~21년 까지('14년 출원/등록 현황 기준), 동부팜한농 ~2037년 예상 됨
- Syngenta의 제초제(Butafenacil)는 시장 판매(0.1억\$) 저조인 반면 동부팜한농 제초제(Tiafenacil)는 일반 작물용 제초제 시장에서 2~3억\$ 판매가 예상됨(시장 개발 파트너사인 I社 예상). 동부팜한농의 형질은 가장 최근에 출시된 PD 계 PPO 제초제인 Safluofenacil에 대해서도 저항성을 갖고 있음(GM 작물에 적용할 수 있는 효과적인 파트너 약제가 다수 있음)

라. 모방난이도

- 평가 기술은 비선택성 제초제인 PPO 계 제초제에 저항성을 부여하는 형질이고, 제초제 시장에서 Safluofenacil, Tiafenacil 이 시장을 리딩 할 것으로 예측됨
- 개발 소스는 hemY PPO 유전자를 대상으로 PPO 계 제초제와 결합력이 낮은 구조의 PPO 유전자 임. 제초제 타킷 효소와 제초제의 분자결합 분석 기술이 요구됨(기술 난이도 매우 높음)
- 저항성 PPO 선발(제초제와 낮은 결합력)에 따른 효소 활성 회복 실험에는 *in vivo* screening 시스템이 확보되어 있어야 함(이 시스템을 세팅하는데 전문가가 1년의 시간이 요구됨).
- 저항성 유전 형질의 확인을 위해서는 1차로 PPO deletion mutant(*E. coli*)의 complementation 실험, 2차로 애기장대 대상 저항성 검증, 3차로 콩, 옥수수에서 제초제 저항성, 환경안전성, 작물의 생육 기능 이상 유무를 확인해야 하므로 장 기간의 개발이 요구됨(7년 이상 소요)
- 남세균 PPO 중 hemY 타입의 유전자를 이용한 PPO 계 제초제 저항성 형질과 잡초 방제의 이용은 동부팜한농이 특허 출원 할 계획임('2014년, 2015년, PCT 2건)
- 결론적으로 모방이 상당히 어렵다고 봐야 됨

5). 종합의견

- GM 작물을 이용한 대규모 영농방식에는 제초제 저항성 형질의 사용이 필수적임(GM 종자의 88.6%가 제초제 저항성 형질을 탑재함)
- 제초제 저항성 형질은 비선택적 제초제와 이의 저항성 형질을 이용한 잡초방제에서 기존 형질에 대한 저항성 bio type 잡초의 출현으로 대체, 보완 형질/제초제가 필요함
- 작용점이 다른 신규한 비선택성 제초제와 저항성 형질이 개발되면 기존의 형질과 stacking 시키거나 단독 형질을 이용한 잡초 방제가 가능함
- 평가 대상 형질은 저항성 잡초가 거의 없고, MS 90% 차지하는 glyphosate와 혼합 사용 시 문제가 되는 저항성 잡초를 방제 할 수 있어 방제 스펙트럼이 매우 넓고, 현재 대안으로 사용되는 glufosinate에 비해서도 방제 가격이 1/2 수준이므로 시장 잠재력을 충분히 가짐
- 모방 기술을 볼 때 Syngenta의 기술 이외는 현실적인 가능성은 없다고 판단됨. Syngenta의 특허가 제너릭이 될 경우 이 기술을 활용하는 제품의 출시가 가장 염려가 되나 글로벌 사업은 형질과 제초제의 영업권을 bundle로 묶어서 사업 계약을 하는 방식이므로 관리가 가능하다고 판단됨

2. 시장성 평가

1). 시장 개요

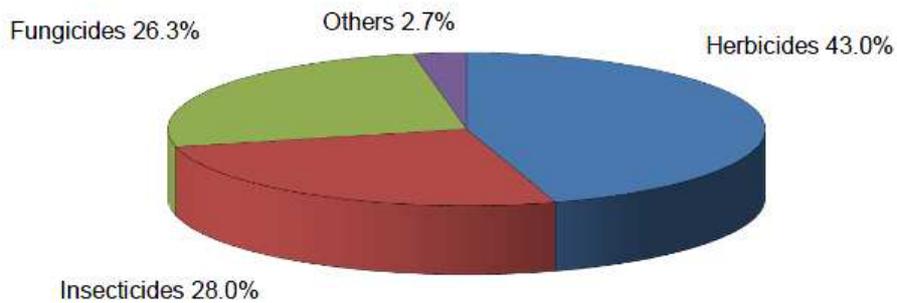
- 작물 보호제 세계 시장은 2012년 기준으로 2011년 보다 6.4% 증가한 47,360 백만 달러로 보고 되었음. 2012년 GM 종자 시장은 18,495 백만 달러에 달했으며, 이는 2011년보다 17.9% 증가하였음. 이러한 농업 생명공학에 의한 주요 작물로 옥수수, 대두, 목화, 카놀라 그리고 미국의 사탕무 등이 있음
- 농업 생명공학 기술의 발전에 따라 제초제 및 형질전환 작물의 시장규모 또한 증가하고 있음. 따라서 GM 종자에 사용되는 비선택성 제초제 저항성 형질의 상업화를 통해 농업 생명공학 시장에서 획기적인 성장을 기대할 수 있음

2). 시장규모 및 특성

가. 제초제 시장규모 및 현황

- 2012년 작물 보호제 시장에 따르면, 전체 제품 부문별로 제초제가 43.0%로 가장 큰 점유

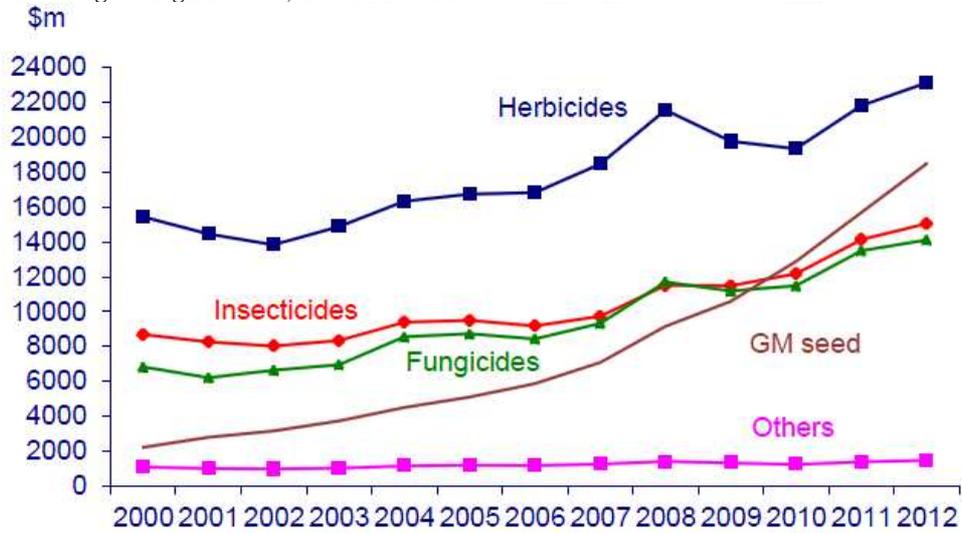
율을 차지하며, 그 다음으로 살충제 28.0%, 살균제 26.3% 그리고 기타 2.7% 순으로 점유하고 있음



Total = \$53.732 million

<그림 2-1> 2012년 농약 시장 점유율

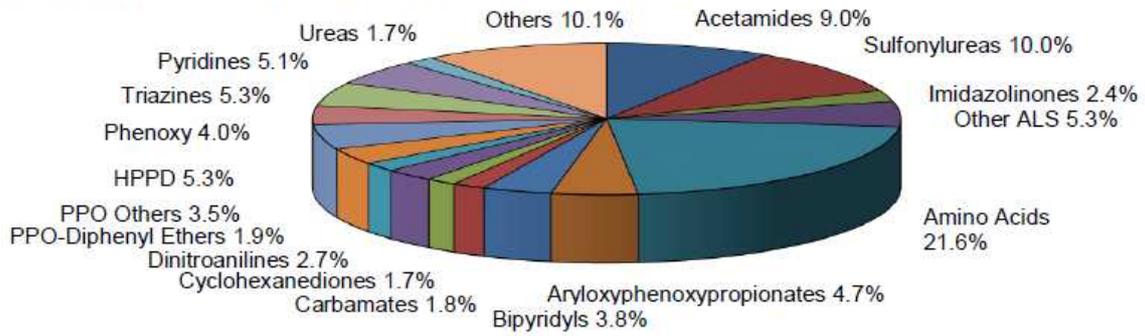
출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



<그림 2-2> 작물 보호제 제품 부문별 시장 동향

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- 2012년 기준으로 작물 및 비작물 제초제 세계 시장은 2011년보다 6.0% 증가한 23,130 백만 달러로 평가되었고, 이는 세계 농약 시장의 43.0%와 같음. 시장 상승 효과의 주요 요인으로는 glyphosate의 공급과 작물 상품의 가격 상승으로 인함
- GM 종자 시장 2002년도 이후로 꾸준히 증가하고 있는 추세임



Total = \$23,130 million

<그림 2-3> 제초제 케미컬 종류별 시장 점유율(2012년 기준)

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- PPO-Diphenyl Ethers, ALS-sulfonylureas 그리고 cyclohexanediones를 제외한 모든 주요 제초제는 2012년에 판매가 증가하였음. ALS-Others가 제초제 시장을 주도하고 있고, 그 뒤를 HPPD, PPO-Other 등이 따르고 있음

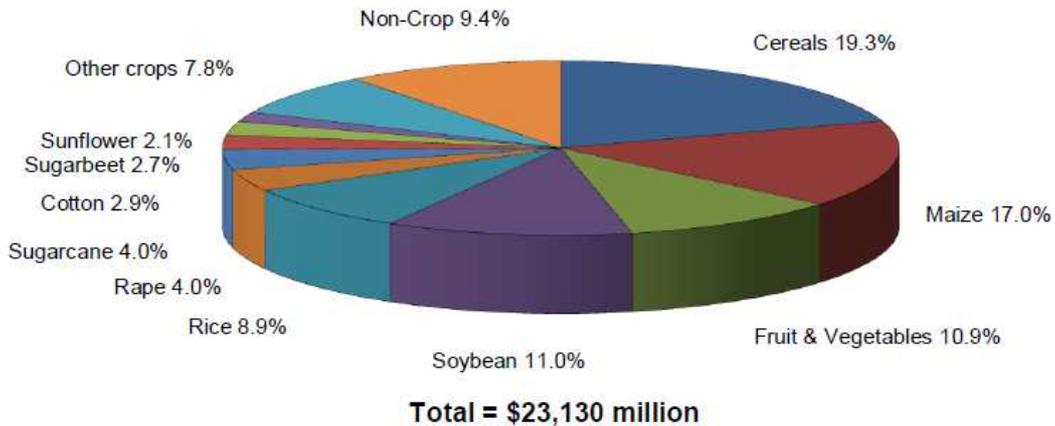
<표 2-1> 2012년 제초제 제품 순위

Rank	Active Ingredient	Sales (\$m)	Chemical Class	Launch Date	Main Company
1	Glyphosate	4,575	Amino acid	1972	Monsanto
2	Paraquat	685	Bipyridyl	1962	Syngenta
3	2,4-D	640	Phenoxy	1945	Nufarm, Dow
4	Mesotrione	620	HPPD	2001	Syngenta
5	Metolachlor	605	Acetamide	1975	Syngenta
6	Acetochlor	560	Acetamide	1985	Monsanto
7	Atrazine	480	Triazine	1957	Syngenta
8	Glufosinate	420	Amino acid	1986	Bayer
9	Pinoxaden	360	Other	2006	Syngenta
10	Pendimethalin	345	Dinitroaniline	1976	BASF
11=	Mesosulfuron	290	ALS-Sulfonylurea	2002	Bayer
11=	Nicosulfuron	290	ALS-Sulfonylurea	1991	DuPont, Syngenta
13	Clomazone	285	Other	1986	FMC
14	Fenoxaprop	270	Aryloxypropionate	1984	Bayer
15	Picloram	265	Pyridine	1963	Dow

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- 제초제 작물별 시장 점유율을 살펴보면, 곡식, 옥수수, 대두, 과일&채소가 시장을 이끄는 것으로 나타남. 그러나 2012년 옥수수, 해바라기, 대두, 과일&채소 그리고 사탕무의 성장률이 가장 높았음
- 2009년과 2010년 제초제 시장은 glyphosate의 과공급과 옥수수, 대두 GM 작물과 제초제 사용의 가격 감소로 인한 것이 시장에 주요한 영향을 미쳤음. 2011년과 2012년은 전세계

적으로 glyphosate의 가격이 상향됨에 따라 시장 상황이 완화되었음



<그림 2-4> 2012년 제초제 작물별 시장 점유율

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- 제초제 분류는 현재 시장을 반영하였고, GCPF에 의해 정의된 작용 기작으로 분류하였음. 주요 화학적 분류에 따른 작용기작은 아래와 같음

<표 2-2> 작용기작에 따른 화학적 분류

Chemical Class	Mode of action
Sulfonylureas	Inhibition of acetolactate synthase
Imidazolinones	
other 'ALS'	
Aryloxyphenoxypropionates	Inhibition of acetyl CoA carboxylase
Cyclohexanediones	
Triazines	Inhibition of Photosynthesis at photosystem II
Ureas	
Hydroxybenzotrioles	
HPPD	Inhibition of hydroxyphenyl pyruvate deoxygenase
PPO-Dipheny Ethers	Inhibition of protoporphyrinogen oxidase
PPO-Others	Inhibition of protoporphyrinogen oxidase
Dinitroznilines	Microtubule assembly inhibition
Carbamates	Inhibition of photosynthesis at photosystem II Inhibition of mitosis / microtubule inhibition Inhibition of lipid synthesis
Pyridazines	Inhibition of photosynthesis at photosystem II Inhibition of carotenoid biosynthesis
Acetamides	Inhibition of cell division
Amino acids	Inhibition of EPSP synthase Inhibition of glutamine synthase
Bipyridyl	Photosystem I electron diversion
Phenoxies	Synthetic auxin action
Pyridines	Synthetic auxin action Microtubule assembly inhibition

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

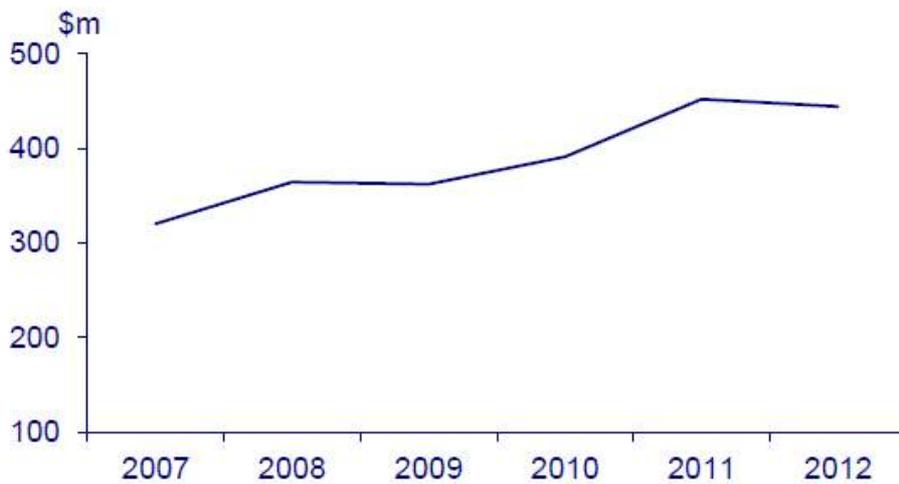
나. PPO 계 제초제 시장규모 및 현황

● PPO - Diphenyl Ethers

<표 2-3> PPO - Diphenyl Ethers 시장 규모>

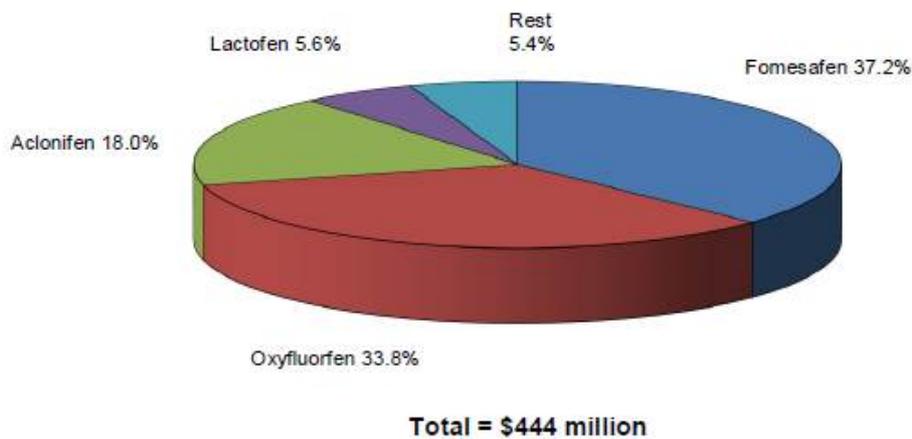
	2007	2011	2012	Growth (% or % p.a.)	
				1yr	5yr
Diphenyl Ether Herbicides (\$m)	320	452	444	-1.8	+6.8
-Share Herbicides (%)	1.7	2.1	1.9	n.a.	n.a.

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



<그림 2-5> PPO - Diphenyl Ethers 최근 5년간 매출액 동향

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



<그림 2-6> PPO - Diphenyl Ethers 주요 제품 시장 점유율

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

<표 2-4> PPO - Diphenyl Ethers 제품 현황

Active Ingredient	Sales 2012 (\$m)	Launch Date	Application		Company	Brand Name	Main Crops	Growth 2012/07 (% p.a)
			Rate (g/ha)	Timing				
Fomesafen	165	1982	210-420	Post	Syngenta	Flex	Soybean, F&V, Non-crop	+14.2
Oxyfluorfen	150	1976	135-2200	Pre, Post	Dow MAI	Goal	F&V, Plantation crops, Non-Frop, Peanuts, Vine, Pome fruit	+8.4
Aclonifen	80	1987	2400-3000	Pre	Bayer CropScience	Challenge	Sunflower, F&V, Maize, Potato	+5.9
Lactofen	<30	1984	125	Pre, Post	Sumitomo Chemical Bayer CropScience	Cobra	Soybean	-14.6
Acifluorfen	<30	1979	200-300	Post	United Phosphorus	Blazer	Soybean, Peanuts	+4.6
Bifenox	<10	1974	750-1000	Pre	MAI	Modow n	Cereals, Rape	+9.9
Ethoxyfen	<10	1992	20-30	Post	Budapest Chemical Works	Buvirex	Cereals	-19.7
Total	444							+6.8

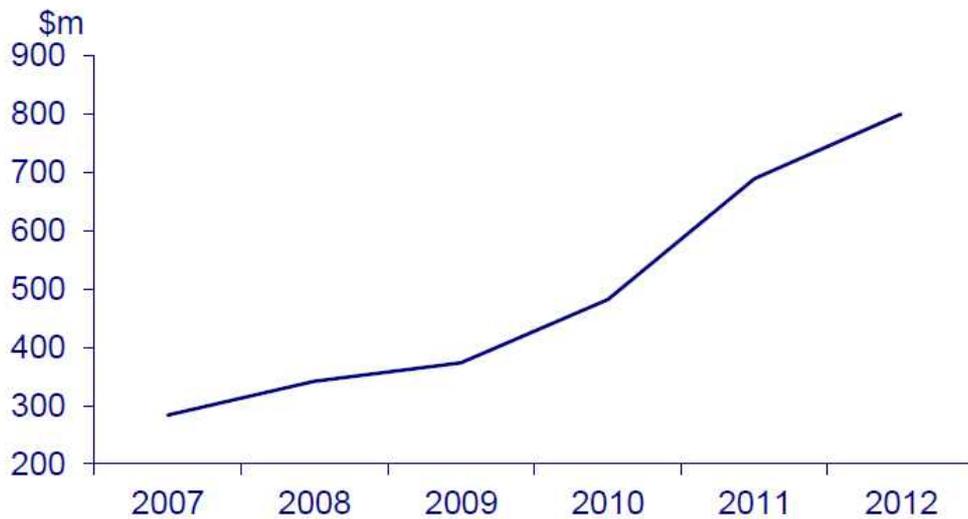
출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

● PPO - Others (Pyrimidinedione 계열 포함)

<표 2-5> PPO - Others 시장 규모

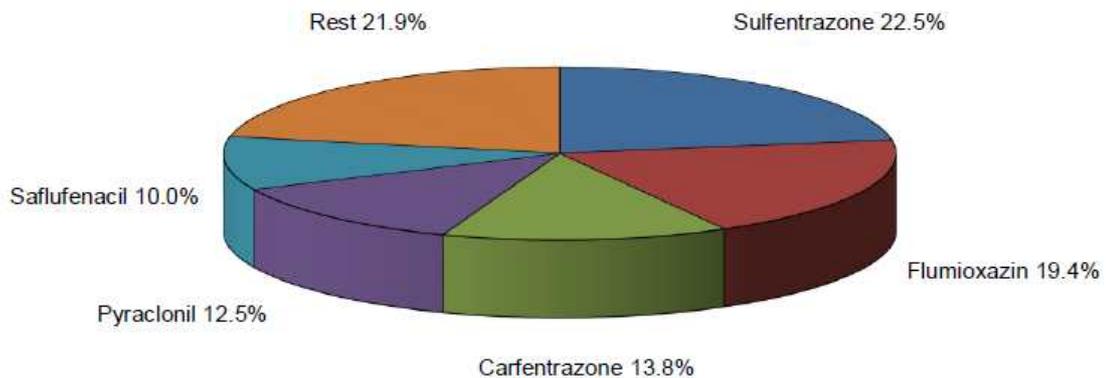
	2007	2011	2012	Growth (% or % p.a.)	
				1yr	5yr
PPO Other Herbicides (\$m)	284	689	800	+16.1	+23.0
-Share Herbicides (%)	1.5	3.2	3.5	n.a.	n.a.

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



<그림 2-7> PPO - Others 최근 5년간 매출액 동향

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



Total = \$800 million

<그림 2-8> PPO - Others 주요 제품 시장 점유율

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

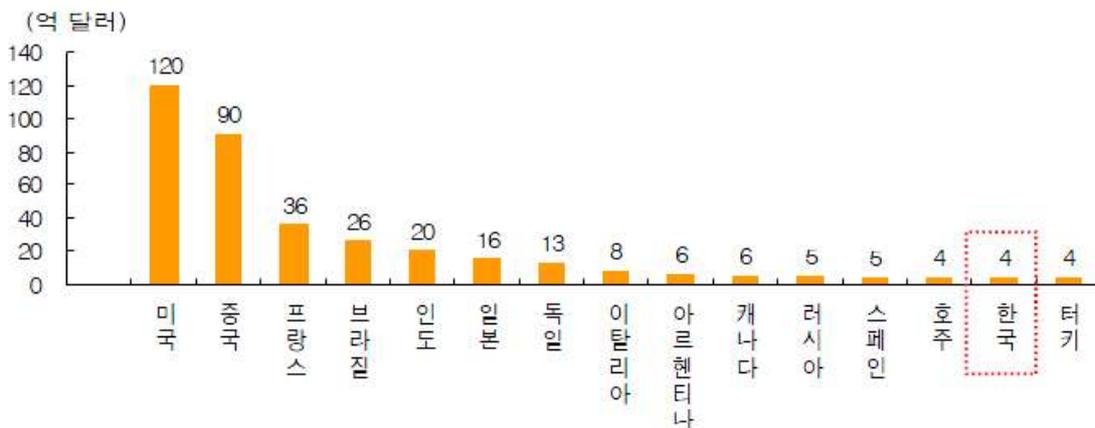
<표 2-6> PPO - Others 제품 현황

Active Ingredient	Sales 2012 (\$m)	Launch Date	Application		Company	Brand Name	Main Crops	Growth 2012/07 (% p.a)
			Rate (g/ha)	Timing				
Sulfentrazone	180	1996	430	Ppi, Pre	FMC	Authority	Sugarcane, Soybean, Sunflower	+32.0
Flumioxazin	155	1993	50-100	Ppi, Pre	Sumitomo	Sumisoya	Soybean, Peanuts, Non-crop, Vine, Cotton	+28.1
Carfentrazone	110	1997	300-450	Pre, Post	FMC	Affinity	Cereals, Non-crop, Cotton, Potato, Vine, Rice	+5.3
Pyraclonil	100	2009		Post	Kyoyu Agri	Ippon	Rice	n.a.
Saflufenacil	80	2009	18-125	Pre, Post	BASF	Kixor	Maize, Cereals, Non-crop, Orchards	n.a.
Pentoxazone	50	1998	150-450	Pre, Post	Kaken	Wechser	Rice	+17.8
Oxadiazon	40	1969	1600	Pre	Bayer	Ronstar	Rice, F&V, Cotton, Vine	+2.7
Fluthiacet	<30	1999	2.5-5	Post	FMC	Action	Maize, Soybeans, Cotton	n.a.
Oxadiargyl	<30	1996	300-2800	Ppi	Bayer	Raft	Rice, Sunflower, F&V	-4.4
Pyraflufen-ethyl	<30	1999	10-20	Pre, Post	Nihon Nohyaku	Ecopart	F&V, Non-crop, Rice, Cotton	+14.9
Butafenacil	<10	2001	75-150	Pre, Post	Syngenta	Inspire	Cereals, Perennial crops, Tree nuts, Turf	0.0
Flumiclorac-pentyl	<10	1994	30	Post	Sumitomo	Resource	Soybean	11.8
Total	800							+23.0

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

나. GM(유전자 변형) 작물 종자산업의 시장규모 및 현황

- ‘종자산업’은 작물생산을 위한 곡물, 채소, 화훼 등의 종자를 개발, 육성, 보급하는 산업임. 종자는 미래 식량 수급에 중요 요소로, 식품, 바이오 에너지, 제약 등 미래 성장유망 산업 발전의 원천이 됨
- 종자 개발을 통해 농업의 생산성과 부가가치를 높이는 후방산업의 역할을 할 수 있음. 기술·자본 집약적 고부가가치 산업으로 인적 자본과 기술력을 가진 글로벌 대기업이 세계 종자산업을 주도함
- 2011년 기준 세계 종자산업(동물, 식물, 수산 포함) 규모는 780억 달러 규모로 추정되며, 농작물이 450억 달러로 전체의 53%를 차지함. 농작물 종자시장은 곡물 종자 비중이 79%로 가장 높고, 채소 및 화훼종자가 17%, 사료 및 목초 종자가 4%를 차지함. 종자산업은 시장 규모가 300억 달러인 반도체(DRAM) 보다 규모가 월등히 크며, 성장 잠재력을 고려할 때 향후에도 고성장이 예상



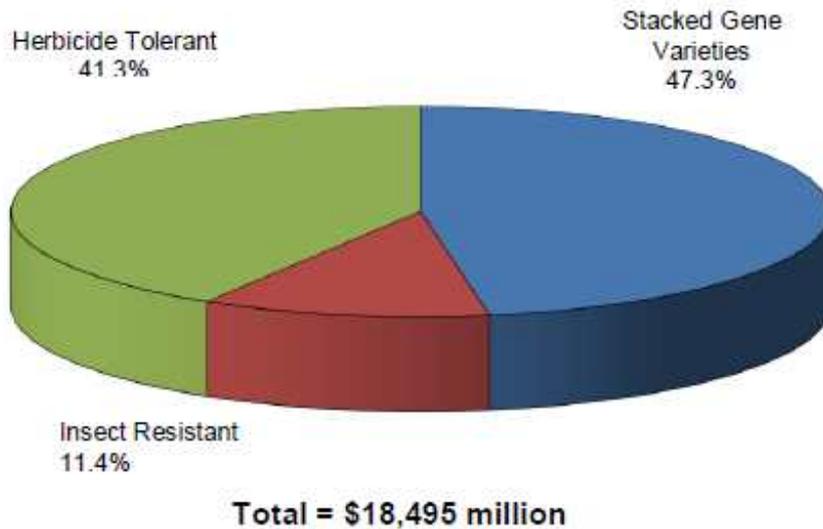
<그림 2-9> 주요 국가별 종자산업 규모(2011년)

출처 : 국내·외 종자산업 현황 및 성장 전망(농촌경제연구원)

- 국가별로는 미국이 120억 달러로 시장 규모가 가장 크며, 중국 90억 달러, 프랑스 36억 달러 순이며 한국은 세계 시장의 1% 수준임. 상위 5개국(미국, 중국, 프랑스, 브라질, 인도)의 종자시장 규모는 2008년 180억 달러로 전체의 57% 비중을 차지했으나 2011년 292억 달러로 65%로 확대되었음. 이는 중국의 경제성장으로 농산물 수요가 증가하고 해충이나 제초제 저항성을 가진 GM(Genetically Modified) 종자가 인도, 브라질 등으로 확산되었기 때문임
- 종자의 교역량도 지속적으로 증가하여 1990년 30억 달러 수준에서 2010년 80억 달러로 증가함. 2012년 GM 종자의 세계 시장은 18,495 백만 달러인 것으로 추정됨. 이는 non-GM 방법을 통해 개발된 제초제 내성 종자 매출액을 제외한 제초제 또는 살충제 내성 그리고 다양한 요인들을 포함하는 기술료 등 다양한 특성을 포함하는 종자 매출액으로 구

성되었음

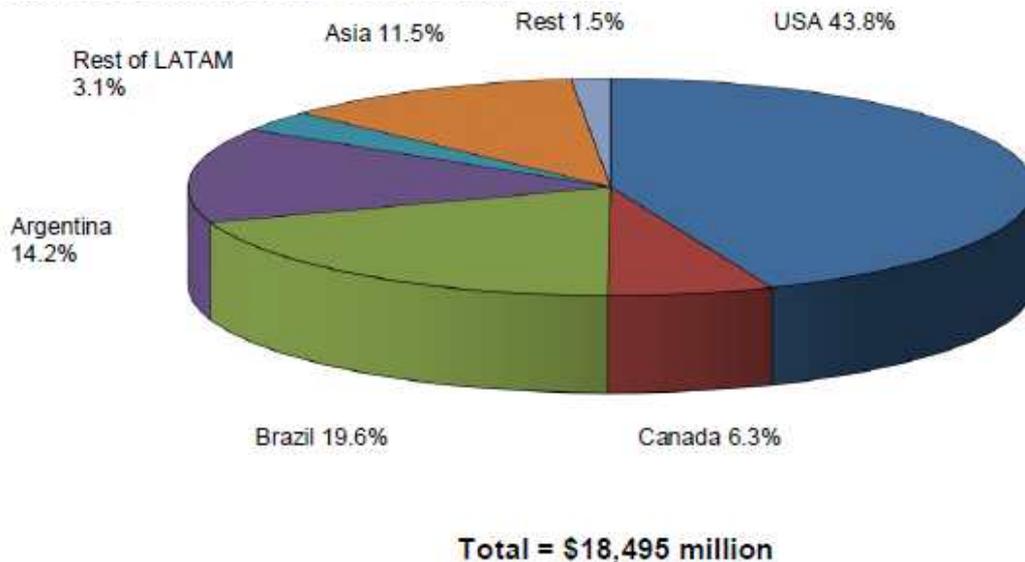
- 기존의 화학 작물 보호제 부문(47,360 백만 달러)과 농업 생명공학 부문(65,855 백만 달러)를 합하여 전체 작물 보호제 시장을 측정함
- 2012년 부분별 GM 종자 시장을 살펴보면, 제초제 내성이 41.3%를 차지하고, 살충제 내성이 11.4%를 차지함. 나머지 다양한 형질전환 GM 종자는 전체의 47.3%를 차지함



<그림 2-10> 2012년 부분별 GM 종자 시장 점유율

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

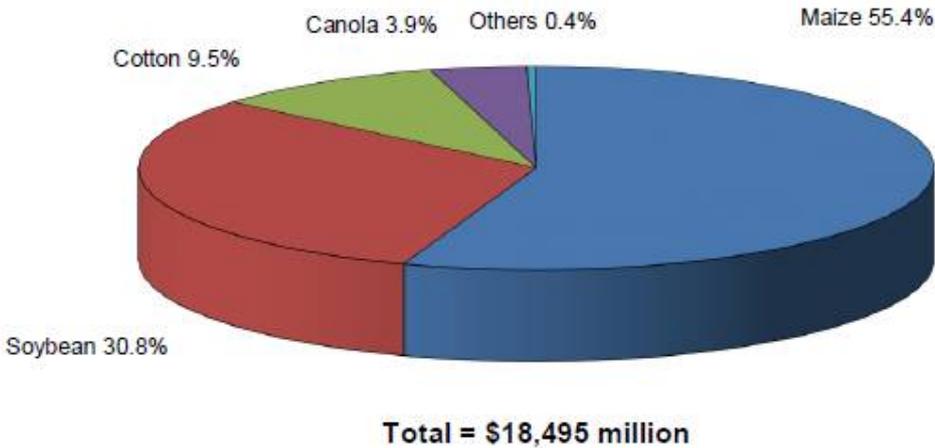
- 2012년 지역별 농업 생명공학 GM 종자 기술은 세계적으로 적용되고 있음. 미국은 작물 보호제 시장이 가장 크고 새로운 기술을 빨리 수용하고 있으며, 전체의 43.8%를 점유하고 있음. 라틴 아메리카의 GM 종자 시장 또한 미국과 유사하게 성장하고 있음



<그림 2-11> 2012년 지역별 GM 종자 시장 점유율

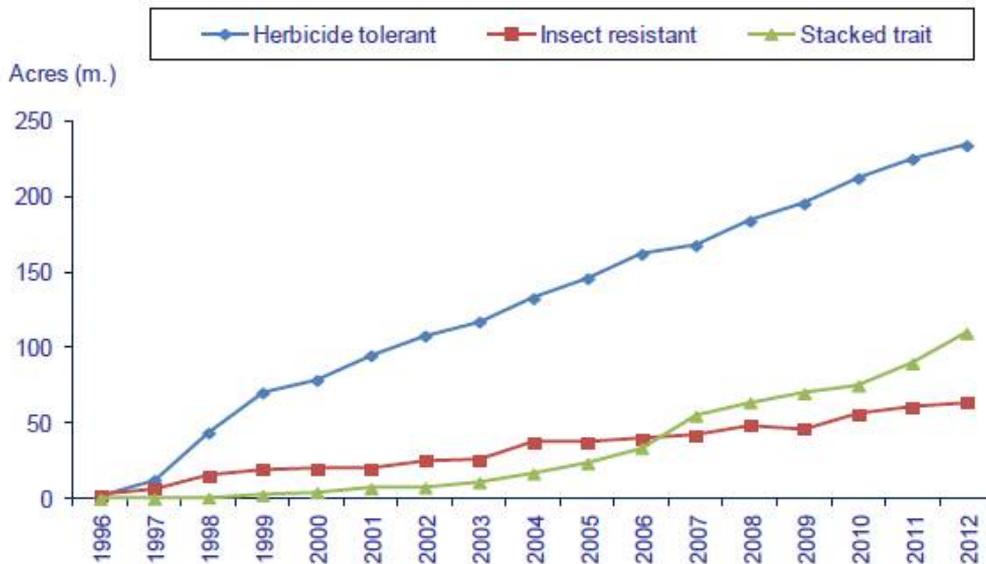
출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- 작물별 GM 종자 시장을 살펴보면, 옥수수가 전체의 55.4%를 점유하고 다음으로 대두 30.8%, 목화 9.5% 순으로 시장을 점유하고 있음. 감자와 곡물 또한 GM 종자가 개발되었으나, 많은 케이스가 소비자와 가공처리자의 반대로 인하여 중지되었음



<그림 2-12> 2012년 작물별 GM 종자 시장 점유율

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013



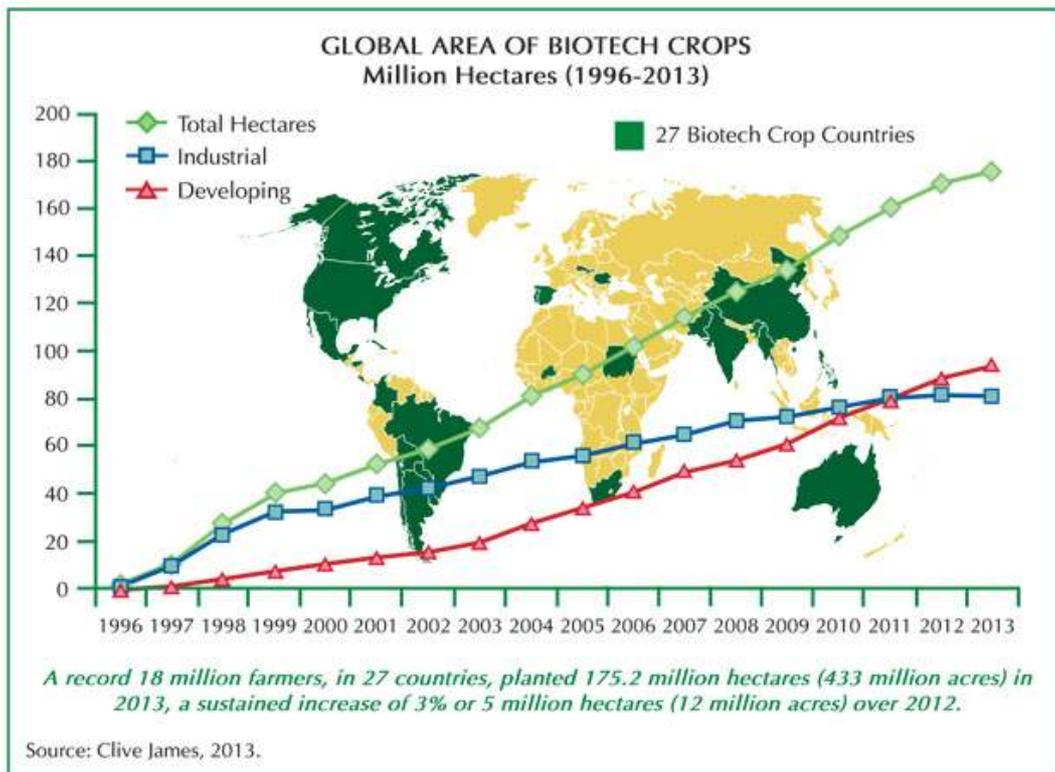
<그림 2-13> GM 제초제 저항성 및 살충제 내성 작물의 재배 면적 현황

출처 : Phillips McDougall-AgriService, November 2013

- 기업들의 유전자 변형 기술에 대한 투자 확대와 유전자 변형 작물에 대한 소비자들의 거부감이 줄면서 GM 작물 생산 확대되었음. 과거 육종기술에 의존한 종자개발은 시간이 많이 소요되고 성공률도 높지 않았으나 유전자변형 기술의 발달로 단기간내 다양한 종자를 개발할 수 있는 여건을 조성하였음. GM 작물에 대한 거부감이 컸던 EU도 2011년 'EU기금후원 GMO에 10년 연구 보고서'를 통해 GM 작물의 안정성을 입증하고 향후 식량 분야에서

수용 의지를 시사함

- GM 작물 재배면적은 2011년 1억 6,000만 ha로, 재배가 본격화 된 97년 이후 15배 증가하였으며 향후에도 지속적인 생산량 확대될 전망이다. GM 작물 재배량은 미국, 브라질, 아르헨티나, 인도, 캐나다, 중국 순이며, 개발 도상국의 재배 면적이 빠르게 증가하여 2011년 GM 작물 재배면적의 50% 비중을 차지함
- 유용형질 개발을 위해 생명공학기술을 이용하여 관련 유전자를 도입한 GM 작물¹³⁾의 개발과 상용화가 점차 확대됨
- 미국 Calgene사의 늦게 물러지는 GM 토마토(1994년) 개발 이후, Monsanto, Syngenta, DuPont 등 다국적 기업 중심으로 개발, 상용화하고 있음
- 1세대 생명공학 작물¹⁴⁾ 중심으로 해마다 재배 면적이 10% 이상 증가하고 있음. GM작물에 의한 농업의 편이성, 수확량 증가, 농약 사용 감소 등으로 1996-2010년까지 14년간 농가 소득은 647억 달러 증가하였음



<그림 2-14> 생명공학 작물 재배면적 증가율

출처 : ISAAA Releases 2013 Report on Biotech Crops

- 2013년 생명공학작물 재배국은 27개국으로 증가했으며 재배면적 순으로 나열하면 미국, 브

13) 유전자변형작물(Genetically Modified crop), 생명공학작물(Biotech crop)이라고도 함

14) 제초제저항성, 해충저항성 등을 도입한 GM 콩(대두), 옥수수, 면화, 카놀라 등

라질, 인도, 캐나다, 파라과이, 남아프리카공화국, 파키스탄, 우루과이 등 순임. 특히 상위 19개국의 재배면적은 각각 500만 헥타르 이상 증가했으며, 2013년에는 전 대륙에 걸쳐 재배면적이 대폭 상승하여 생명공학작물은 향후로도 안정적으로 성장할 것으로 예상되고 있음

<표 2-7> 2013년 생명공학 작물 세계 재배 면적(단위 : million hectares)**

Rank	Country	Area (million hectares)	Biotech Crops
1	USA*	70.1	Maize, Soybean, cotton, canola, sugar beet, alfalfa, papaya, squash
2	Brazil*	40.3	Soybean, maize, cotton
3	Argentina*	24.4	Soybean, maize, cotton
4	India*	11.0	Cotton
5	Canada*	10.8	Canola, maize, soybean, sugar beet
6	China*	4.2	Cotton, papaya, poplar, tomato, sweet pepper
7	Paraguay*	3.6	soybean, maize, cotton
8	South Africa*	2.9	Maize, soybean, cotton
9	Pakistan*	2.8	Cotton
10	Uruguay*	.5	Soybean, maize
11	Bolivia*	1.0	Soybean
12	Philippines*	0.8	Maize
13	Australia*	0.6	Cotton, canola
14	Burkina Faso*	0.5	Cotton
15	Myanmar*	0.3	Cotton
16	Spain*	0.1	Maize
17	Mexico*	0.1	Cotton, soybean
18	Colombia*	0.1	Cotton, maize
19	Sudan*	0.1	Cotton
20	Chile	<0.1	Maize, soybean, canola
21	Honduras	<0.1	Maize
22	Portugal	<0.1	Maize
23	Cuba	<0.1	Maize
24	Czech Republic	<0.1	Maize
25	Costa Rica	<0.1	Cotton, soybean
26	Romania	<0.1	Maize
27	Slovakia	<0.1	Maize
Total	175.2		

* 19 biotech mega-counties growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops

** Rounded off to the nearest hundred thousand

출처 : Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013

3). 기업 동향

- 현재 농약시장을 주도하는 주요기업은 화학계 다국적 대기업 6개사로 세계시장의 약 70%를 차지하고 있음
- 1990년대에 EU 공동농업정책의 변경으로 인한 생산조정, 일본의 쌀 재배면적 줄이기(減反) 정책 등과 같은 농업정책의 변화, 환경이나 인체에 미치는 악영향 등의 우려 때문에 농약시장 여건은 급속히 악화되었음. 이러한 여건변화로 인해 거액의 연구개발비를 충당할 만큼의 수익확보나 원가절감 등의 합리화가 농약기업에게는 급선무가 되었음
- 1990년대부터 시작된 농약기업의 종자산업 진출은 Monsanto나 The Dow Chemical Company의 대기업 인수가 계기가 되었음
- 1996년의 상위 10개사 중 종자를 본업으로 하지 않는 기업은 Novartis와 Cargill 뿐임. 대부분의 농약 대기업은 동일한 인수를 통해서 2009년에는 상위 10개사 중 5개사가 차지하게 되었음. 이 5개사와 더불어 GM 종자개발에 주력하고 있는 BASF를 포함한 6개사는 종자·농약분야의 메이저기업(종자메이저)으로서, 종자산업과 농약산업에 강한 영향력을 갖게 되었음
- 농약기업이 종자산업에 참여한 목적은 GM 종자 개발에 필요한 전통적인 우량종자 확보와 자사 농약의 판매확대임. GM 종자도 기존 종자와 마찬가지로 육종을 필요로 하기 때문에, 전통적인 종자를 보유하고 있는 종자 대기업을 인수해 그들이 갖고 있는 우량종자와 교배시키는 공정을 피해 갈 수는 없음
- 유명한 것으로는 Monsanto의 제초제(상품명: Roundup)와 그 제초제에 내성을 지닌 종자(Roundup Ready)의 세트판매임. 이런 세트판매로 인해 생산자는 제초제를 가려 써야 할 수고를 크게 줄일 수 있음
- 한편 제조업체측도 종자와 농약, 거기에 비료와 기술 지도까지 세트 판매함으로써 자사의 이익을 증대시키는 동시에 고객을 고정화한다는 종자메이저 비즈니스 모델을 확립했음

<표 2-8> 세계 주요 농약기업의 매출액(2010년) (단위 : 백만 달러)

순위	회사명	농약매출액 ¹⁾	총매출액
1	Syngenta(스위스)*	8,878	11,641
2	Bayer CropScience(독일)*	8,136	46,784
3	BASF(독일)*	5,342	85,162
4	Dow AgroSciences(미국)*	4,089	53,674
5	Monsanto(미국)*	2,892	10,483
6	DuPont(미국)*	2,486	31,505
7	Makhteshim-Agan(이스라엘)	2,180	2,362
8	Nufarm(호주)	2,003	2,169
9	스미토모화학(일본)	1,599	22,584
10	FMC(미국)	1,242	3,116
11	Arysta LifeScience(일본)	1,170	1,283
12	United Phosphorus(인도)	1,078	1,149
13	Chemnova(덴마크)	934	997
14	이시하라산업(일본)	441	1,204
15	일본농약(일본)	416	460

* 종자산업에 참여하고 있는 업체

1) 각 회사의 농약매출액(농업 바이오테크놀로지 제품은 불포함)

출처 : 세계 종자 산업의 현황 및 향후 전망

- 세계 주요 종자 기업은 2009년 매출을 기준으로 Monsanto, DuPont, Syngenta 등이 있음. 이들의 국적을 살펴보면 미국이 4개사, 독일이 2개사, 일본, 스위스, 프랑스 및 덴마크가 각 1개사로 구성되어 있음

<표 2-9> 세계 주요 종자기업의 매출액

(단위 : 백만 달러)

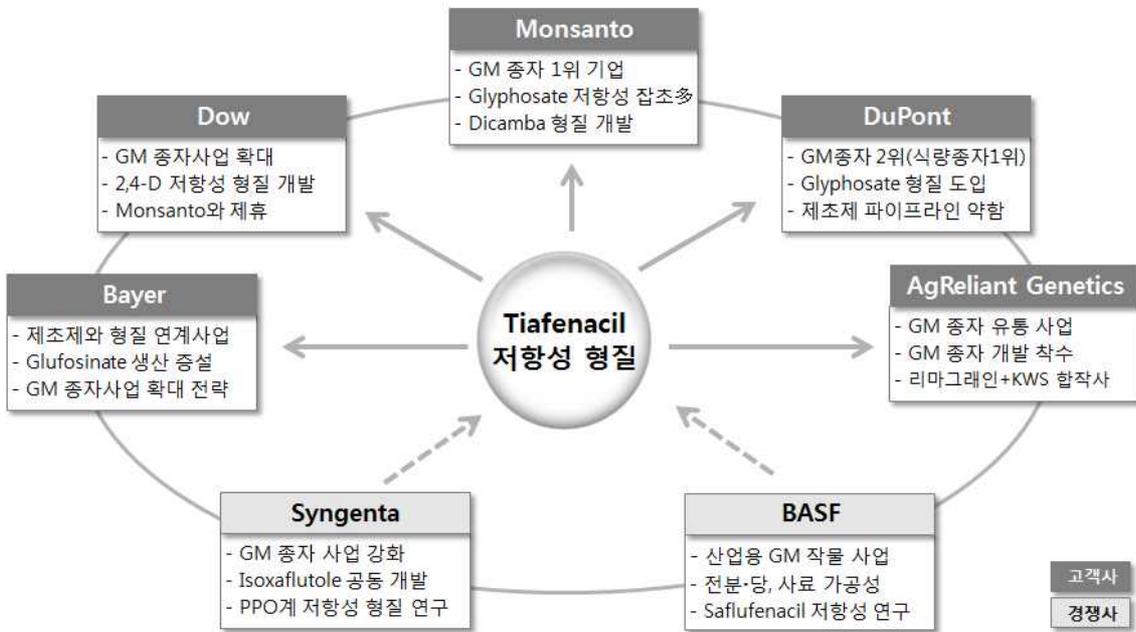
순위	회사명	매출규모
1	Monsanto	7,297
2	DuPont	4,641
3	Syngenta	2,564
4	Groupe Limagrain	1,252
5	Land O' Lakes	1,100
6	KWS AG	997
7	Bayer CropScience	700
8	Sakata	635
9	DLF - Trifolium	491
10	Takii	385

출처 : ETC Group, Who will control green economy, 2011.12.

3. 기술이전 및 사업화 전략

1). 기술이전 대상 기업 선정

- 본 대상 기술은 PPO계 비선택성 제초제 저항성 형질 기술로, 수요기업으로는 제초제 및 종자 기업이 될 수 있음
- 이 중 제초제 저항성 형질을 필요로 하는 기업으로는 Monsanto, DuPont, Dow AgroScience, BASF 등이 가능성이 있음
- 경쟁력은 있으나 제초제가 없는 Monsanto, DuPont, AgReliant Genetics는 주요 고객이 될 수 있으며, PPO계 제초제(Saflufenacil)를 상업화한 BASF는 고객과 동시에 잠재적 경쟁 대상이 될 수 있음



<그림 3-1> Tiafenacil 저항성 형질 수요기업 및 잠재적 경쟁기업

2). 기술이전 및 사업화 전략

추진전략 및 방법

▪ 특허전략 수립:

제초제 저항성 형질의 기술사업화를 위해 국제특허법인과 업무 계약을 하였음. 빠른 시간에 권리청구 범위를 최대한 확보하는 전략을 추진 함.

기술이전에서 구매사와의 협상에서 예상되는 문제점과 이에 대응할 수 있는 특허 및 기술 자료를 확보 범위를 선정하여 연구 개발에 반영하여 추진 함.

▪ 핵심기술 확보 전략:

개발 기술의 핵심 정보는 제초제 타킷 효소인 PPO 효소와 제초제 결합력에 관한 정보임. 선행 연구를 통해 타킷 효소와 제초제 화합물 간의 분자모델링 연구를 시작하였고, 정확한 분자결합 정보가 확보되면 다양한 변이구조의 PPO 효소 유전자 개발이 가능함을 확인하였음.

이를 위해 단백질 구조연구의 전문기업인 프로테인엔케이컬을 통해 위탁 연구를 수행 함. 효소의 3차원 구조 정보와 분자모델링 시뮬레이션 기술을 활용하여 저항성을 갖는 PPO 효소 유전자도 확보토록 함.

▪ 전문가 확보 전략:

외부전문 연구팀을 통한 공동연구 추진과 함께 주관기관에서도 분야별 전문가를 확보하여 조기 개발과 기술사업화를 목표로 하고 있음. 회사내 박사급 연구원들로 분자생물학, 식물유전공학, 미생물 효소공학, 식물생리생화학 전공자들이 본 과제에 전담연구원으로 참여함. 조기 사업화 및 기술마케팅을 위해 해외박사를 추가로 채용을 추진 함.

▪ 상업화 전략

개발된 제초제 저항성 형질의 저항성 성능 향상을 위해 PPO 효소가 발현되는 엽록체와 미토콘드리아의 이동에 관여하는 transit peptide 유전자를 조기 선정함. 이를 위해 식물세포배양 연구의 전문성을 지닌 연구팀(서울대 융합기술대학원)과 공동연구를 추진 함

특허기술의 성공적 Licensing out을 위해 개발된 PPO 계 제초제 저항성 형질의 발현에 의한 식물 특성 분석 연구를 위해 분야별 전문가를 활용 함. 형질전환 식물의 대사·생화학 분야의 전문 연구팀(충북대)과 발현유전체 분야의 전문 연구팀(서울대 융합기술대학원)을 협동연구팀으로 구성하여 과제를 추진함.

PPO 계 제초제 저항성 형질의 상업적 특성은 주관연구팀에서 수행하고, 이 형질에 의해 나타나는 형질전환 식물에서의 과학적 현상을 최대한 자세히 밝혀 특허 형질 구매사와의 기술 협상에 활용하는 전략을 추진함.

▪ 마케팅 전략

PPO 활성 저해 제초제에 대한 저항성 형질의 마케팅을 위해 1)특허 확보, 2)개발된 형질을 도입한 식물체에서 제초제 저항성 기전의 과학적 분석, 3) 개발된 형질의 기술적 홍보를 위한 국제학술대회 발표 및 논문 게재, 4) 기술거래 대상 기업(몬산토, 듀폰파이오니아, 바스프 등)의 기술구매 담당자 방문 및 기술 설명 등의 로드맵을 통해 기술거래를 구체화 함.

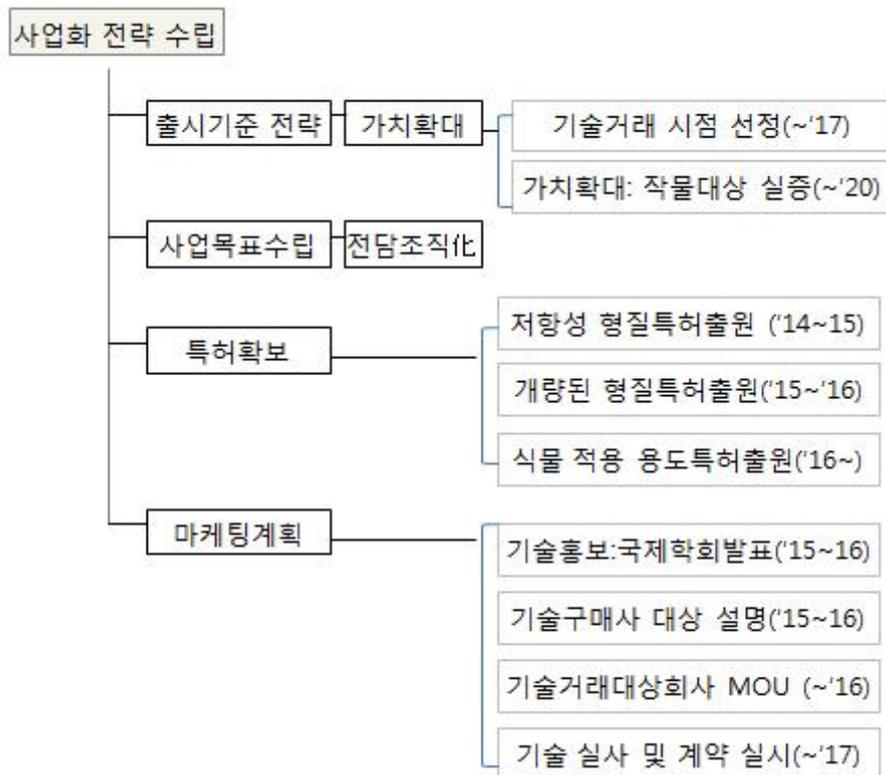
기술자산 확보 계획 : 3건의 PCT 출원을 추진함

- Native tolerant PPO 유전자 특허
- 코돈 최적화를 통한 저항성 성능이 개선 유전자 특허
- 유전자 형질진환체를 이용한 잡초제어 용도 특허

기술마케팅 활동 계획 : GM 종자회사가 후원하는 국제학회에 특허출원 내용을 발표함

기술거래 활동 계획 : 동부한농팜(주) 종자부문::몬산토 회사 정기 협의회 활용하여 제안함
동부팜한농(주)농약사업부::듀폰파이오니아, 바스프社 협의체를 활용, 제안함

구체적인 마케팅 로드맵은 아래와 같음



가. Monsanto

(1) 기업개요

설립 : 1901

수입(Net Income): \$14.86 billion(2013년)

고용인 : 22,000 worldwide

연구개발 : More than 75 research and development and customer service labs in 12 countries around the world.

주소

Monsanto Company

800 N. Lindbergh Blvd.

St. Louis, MO 63167

(314) 694-1000

- Monsanto는 농업 생명공학 분야의 선두 회사로 agricultural products, nutrition, consumer products, Pharmaceuticals와 관련 제품들을 제공함. 현재 생명공학 작물 시장의 리더로서 세계에서 가장 많이 팔리는 제초제인 Roundup[®]을 생산하고 있으며, 종자회사 이기도 함
- Monsanto는 유전자조작 특허를 다량 보유하고 있는 다국적 거대 농화학기업이며, 유전자변형작물 시장 점유율 1위 업체임
- 종합 화학기업인 Monsanto는 1990년대 중반 화학사업을 매각하고 생명공학 및 종자 기업을 인수·합병하여 세계 최대 종자기업으로 전환
- Monsanto는 1994년부터 1998년에 이르기까지 농업부문에 약 100억 달러에 이르는 천문학적 규모의 자금을 투입하였으며, 약 50억 달러 이상 유전자변형작물 분야에 투자하여 이 분야에서 가장 적극적으로 투자하고 있는 회사 중 하나임. 카길의 종자 판매부문을 인수하고 곡물 종자회사인 DeKalb와 Asgrow를 인수. 2005년 세계 1위 채소종자 기업인 세미니스(Seminis)를 인수하며 세계 최대 종자 기업으로 부상하였음
- 또한 Millenium사와 2.1억 달러에 달하는 비용이 소요되는 농업, 의약, 식품과 관련된 genomics 협력관계를 성사시켰으며 이를 확대하여 Incyte와는 식물 genomics에 대한 협력 관계를, IBM사와는 주요 식물군과 사람의 질병에 대한 geomics 연구를 수행하기 위해서 제휴를 맺은 바 있음
- 매출액의 12% 수준인 10억 달러 이상을 연구개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추

- 세계 상업용 종자시장 점유율은 25% 수준이며, 특히 GMO 종자 점유율이 80%에 달하고 있어 GMO분야에서 독점적임. 자사 제초제인 'Roundup(라운드업)'과 라운드업에만 내성을 지닌 GM종자인 'Roundup Ready(라운드업 레디)'를 패키지로 판매하여 고수익 추구함
- Monsanto는 자회사로 American Seeds Inc., NC+ Hybrid Inc., Seminis Inc.이 있으며, 주요 경쟁사로는 BASF AG, Bayer CropScience, Syngenta가 있음
- Monsanto의 2013년 매출액은 148.6 억 달러에 달하며, 2012년 대비 10% 성장하였음

<표 3-1> Monsanto의 주요 재무현황

(in millions, except per share amounts)				
Years ended Aug. 31	2013	2012	2011	% Change 2013 vs. 2012
OPERATING RESULTS				
Net Sales	\$ 14,861	\$ 13,504	\$ 11,822	10%
EBIT ¹	\$ 3,460	\$ 3,047	\$ 2,387	14%
Net Income Attributable to Monsanto Company	\$ 2,482	\$ 2,045	\$ 1,607	21%
Diluted Earnings per Share ²	\$ 4.60	\$ 3.79	\$ 2.96	21%
OTHER SELECTED DATA				
Free Cash Flow ³	\$ 1,963	\$ 2,017	\$ 1,839	-3%
Capital Expenditures	\$ 741	\$ 646	\$ 540	15%
Depreciation and Amortization	\$ 615	\$ 622	\$ 613	-1%
Diluted Shares Outstanding	539.7	540.2	542.4	0%

출처 : 2013 annual report, www. monsanto.com

- GM 종자를 포함한 Seeds and Genomics 분야의 2013년 순매출 총액은 95억 1,900만 달러이며, 2011년부터 2013년까지 연간 성장률은 평균 17%로 매우 높은 성장을 보이고 있음

<표 3-2> Annual sales of Seeds and genomics segment

(단위 : 백만 달러)

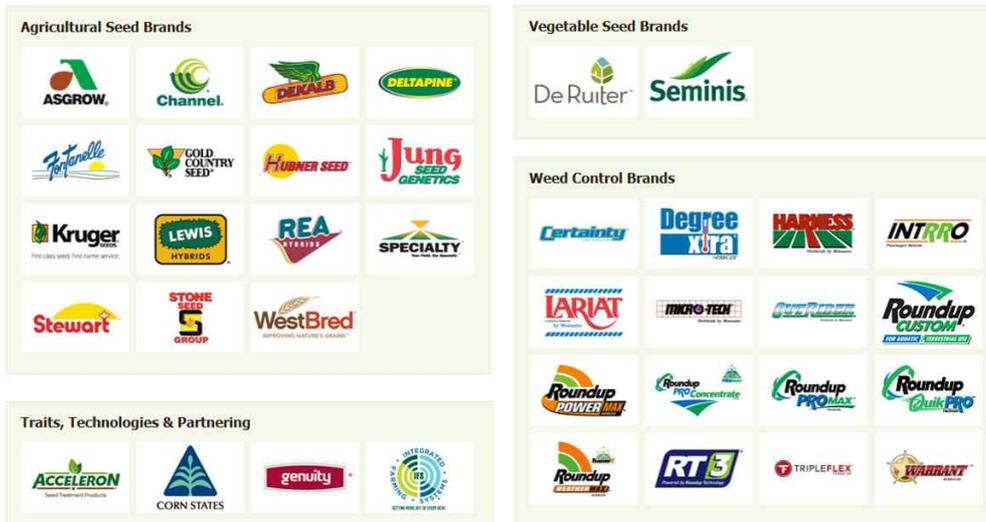
	Year Ended Aug. 31,			Change	
	2011	2012	2013	2013 vs. 2012	2012 vs. 2011 ◁▷
Corn seed and traits	4,805	5,814	6,596	13%	21%
Soybean seed and traits	1,542	1,771	1,653	-7%	15%
Cotton seed and traits	847	779	695	-11%	-8%

Vegetable seeds	895	851	821	-4%	-5%
All other crops seeds and traits	493	574	575	-%	16%
Total Net Sales	8,582	9,789	10,340	6%	14%

출처 : 2013 annual report, www. monsanto.com

(2) 주요 제품 현황

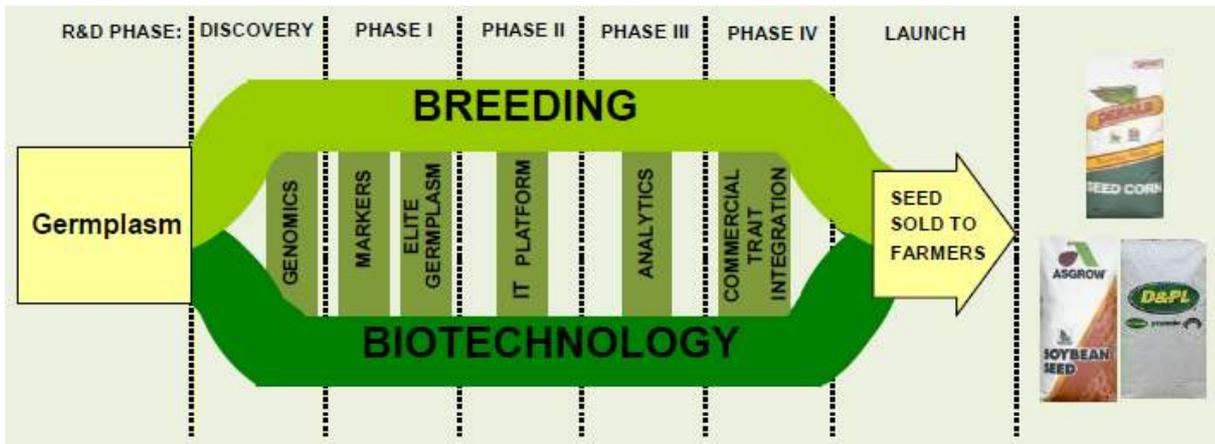
- Monsanto는 다양한 브랜드의 종자를 판매하고 있는데, Asgrow® Seeds, DeKALB® Seeds, YieldGard® Insect Protected Corn, YieldGard® Rootworm, Bollgard® Insect Protected Cotton, Herbicide Resistance, Roundup Ready® Soybeans, Roundup Ready® Corn, Roundup Ready® Canola, Roundup Ready® Cotton 등이 있음. Monsanto는 기술협약 하에 Roundup Ready 종자를 구입한 라이선시(농민)에게 15파운드짜리 종자 한 포대마다 \$6.50의 기술료를 받고 있음



<그림 3-2> Monsanto 종자 브랜드 현황

(3) R&D pipeline 현황

- Monsanto의 핵심 목표는 작물의 수확량 증대로, 농업인들이 더 많은 식량과 사료, 연료 및 섬유를 생산할 수 있도록 농업생산성 향상을 통해 단위 면적당 생산량 증대 및 잡초 관리에 기여하고 있음
- Monsanto의 기술개발은 육종과 생명공학의 두 가지 R&D Pathway를 형성하고 있음. 육종 기술과 생명공학 기술은 분리되어 진행되지만 Genomics, Elite Germplasm 등 기술 개발 틀을 공유하며 Monsanto의 새로운 과학기술과 가능성을 창조하는데 기여하고 있음



<그림 3-3> Monsanto의 R&D Pathway

- Monsanto의 2014년 R&D pipeline을 형성하고 있는 생명공학 기술은 크게 Yield and Stress Pipeline(바스프와 공동연구), Agronomic Traits, Value-Added Traits 세 부분으로 이루어 짐
- 이 중 옥수수과 대두 관련 기술은 각 21건, 17건의 프로젝트로 진행되고 있음. 이 중 제초제 저항성 형질에 관한 프로젝트 4건, Roundup 종자에 관한 프로젝트는 4건이 진행 중에 있음
- Monsanto 기업의 R&D pipeline에서 discovery와 1상 단계에 있는 early stage 기술개발 현황을 살펴보면, 옥수수 6건, 대두 4건, 목화 1건, 알파파 1건, 밀 1건 으로 옥수수와 대두 종자에 연구가 집중되어 있음
- 결론적으로 보면 Monsanto의 R&D의 핵심은 Crop Genetics이며, 본 기술은 PPO계 제초제 저항형질 기술로, 기술에 대한 Needs가 분명한 것으로 판단됨
- 따라서 본 대상 기술 또한 model crop으로 옥수수, 대두를 중심으로 연구개발을 하는 것이 바람직함. 또한 저항성 형질 도입으로 인하여 생길 수 있는 risk 제거를 위한 연구방향 등이 설정되어야 함



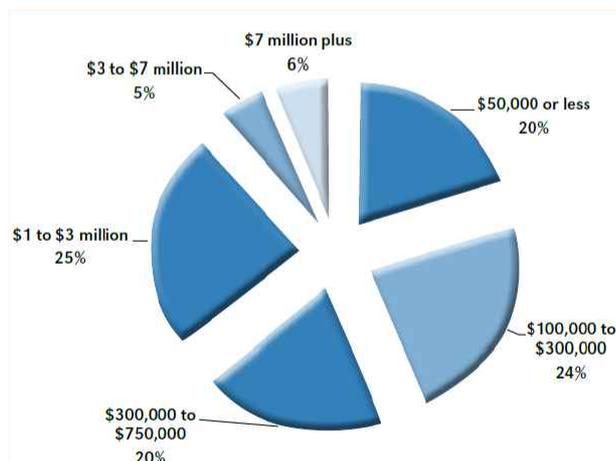
<그림 3-4> Monsanto의 옥수수 및 대두 종자 R&D pipeline

(4) 기술이전 전략

가) 라이선스 기준

① 1990년부터 2007년까지 공개된 라이선스 계약

- Up-Front fee <그림 3-5> : \$ 500,000(Aver.), 82%(cash)
- Royalty rate : 매출액 대비 5%(Aver.) 90%(매출액대비 10% 미만)



<그림 3-5> 선금금 분포

② 대학기술의 기술이전 기준 : Average economic terms of university-biotechnology

company deals

- 평균 4%의 경상로열티이나, 점점 줄어드는 추세이며, 그 대신 계약액(선급금, 연구지원, 유지비, 분할납부, 단계별 납부 등)이 증가하는 추세임

<표 3-3> Average economic terms of university-biotechnology company deals

Terms of agreement	Pre 1980-1986	1987-1990	1991-1994	1995-present
Post commercial payments				
Royalties	4% (n = 25)	5.1% (n = 43)	4.2% (n = 62)	3.9% (n = 24)
Minimum annual royalty	\$13,438 (n = 8)	\$33,212 (n = 22)	\$50,392 (n = 34)	\$53,479 (n = 11)
Sublicense revenue sharing	37.4% (n = 9)	34.3% (n = 17)	28.4% (n = 27)	28.4% (n = 14)
Pre-commercial payments				
Upfront fee	\$20,085 (n = 21)	\$40,655 (n = 35)	\$48,649 (n = 53)	\$87,942 (n = 24)
Research payments	\$409,321 (n = 14)	\$434,467 (n = 22)	\$1,159,941 (n = 31)	\$585,323 (n = 18)
Maintenance fees (5 years)	\$39,041 (n = 8)	\$53,333 (n = 15)	\$90,496 (n = 22)	\$183,909 (n = 11)
Milestone payments	\$16,250 (n = 2)	\$324,359 (n = 12)	\$445,017 (n = 25)	\$1,585,679 (n = 11)
Sublicense revenue sharing	46.6% (n = 8)	27% (n = 11)	23.4% (n = 21)	25.4% (n = 12)
Total number of deals	n = 40	n = 70	n = 110	n = 45

출처 : Value creation and sharing among universities, biotechnology and pharma, Nature Biotechnology, 2003

③ 로열티 결정 변수 : Key variables impacting on royalty rates

- Who pays development costs
- A research organization perceived to be inexperienced will get a comparatively lower rate
- A royalty rate of a product depends on market size & Growth potential
- A royalty rate of a product depends on degree of competition/Number of competitors

④ Monsanto의 예시

- R&D 지출 : \$980 million in 2008 \$770 million in 2007 \$700million in 2006
- IPR&D 매입 : \$164million in 2008
- ① De Ruiter 네덜란드 기업, vegetable seed 기업 \$756 million(transaction cost \$3million)
- ② Marmot, S.A 과테말라 종자회사 \$135million . (transaction cost \$3million)
- Collaboration
- ① Huzhong Agricultural University 2009
- ② Collectis S.A.(French) 2009 meganuclease technology (upfront 3million euro+equity investment 1 million euro+ milestones+royalty)

나) 라이선스 전략

- ① 양도, 통상, 전용실시권 등의 기술이전 방법을 내부적으로 확보하고 있어야 함
- ② Monsanto의 알려진 대부분의 IP-R&D 매입은 대부분 기업 인수를 통해 진행되고 있으며, 2007년에서 2009년 사이 현금 지출의 39%를 기업 인수에 사용하였음. 연구실 창업, 기술 지주회사 등 다양한 기술이전 형태를 고려해 볼 필요가 있음
- ③ 식물자원확보 분야 미래가치에 대한 중요성 인지 시킬 필요성이 있으며, 대체기술에 대한 대응 전략을 확보해야함
- ④ 경상 Royalty : 이전방법에 따라 달라질 수 있으나, 평균 5% 내외이나, 작물 종류(작물 별 시장 규모, 성장률, 시장 점유율의 차이), 선급금 규모, 공동연구 등의 변수를 고려함
- ⑤ 선급금 : 이전방법에 따라 달라 질 수 있으나, Round-up 기준(Monsanto와 DuPont의 계약)으로 38 백만 달러의 기술료의 10~20% 정도인 3.8 백만 달러~7.8 백만 달러를 maximum으로 볼 수 있으며, 이는 제초제에 대한 내용이 포함되어 있으며 제초제 저항형 질 종자의 시너지를 고려해야 함
- ⑥ Milestone : 기술도입, 특허 등록시점, 기술을 이용 제품이 개발되는 시점, 개발된 제품 품목허가를 받은 시점, 종자의 종류별 적용된 시점 또는 사업화시점, 정액기술료 방법 등을 고려 할 수 있음, 그리고 각각을 합산하여 계약기술료를 확정할 수 있음
- ⑦ R&D Funding : 연구자와 Monsanto의 공동연구개발의 필요성이 제기되었을 경우
- ⑧ 기타 고려 사항
 - Audit : 비용 등 Monsanto의 의무 명시
 - 기술 보증 : 기술자료의 유효성, 불침해 보증
 - 개량 기술에 대한 소유권
 - 제 3자 침해 시 대응 방법
 - 분쟁

나. DuPont Pioneer

(1) 기업개요

- 어느 곳 누구에게나 보다 좋고, 안전하고, 건강한 생활을 위한 sustainable solution 창출하기 위하여 과학을 접목 하였으며, 70여개 나라에 agriculture, nutrition, electronics, communications, safety and protection, home and construction, transportation and apparel 제품을 제공하고 있음

설립 : 1802, explosives company.

수입(2008년): \$30.5 billion

고용인 : 60,000 worldwide

연구개발 : More than 75 research and development and customer service labs in 12 countries around the world.

주소

Dupont : P.O. Box 80705. Wilmington, DE 19880-0705 US

The company's corporate headquarters are located in Wilmington, Delaware.

Dupont Pioneer Hi-bred International : Pioneer Hi-Bred International, Inc., is headquartered in Johnston, Iowa, U.S.A. The corporate address is:

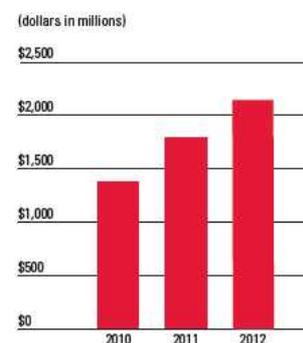
7100 NW 62nd Avenue
PO Box 1000
Johnston, IA 50131-1000 US.

Overview (dollars in millions)

	2012	2011	2010
Segment sales	\$10,426	\$9,166	\$7,845
Transfers	5	1	1
Net sales	10,421	9,165	7,844
Pretax operating income	1,669	1,566	1,326
Operating earnings	2,138	1,791	1,376
Research and development	1,074	1,031 ¹	894 ¹
Depreciation and amortization	337	295	265
Equity in earnings of affiliates	30	58	59
Segment net assets	4,756	4,975	5,107
Affiliate net assets	389	330	289
Purchases of property, plant and equipment	432	420	360

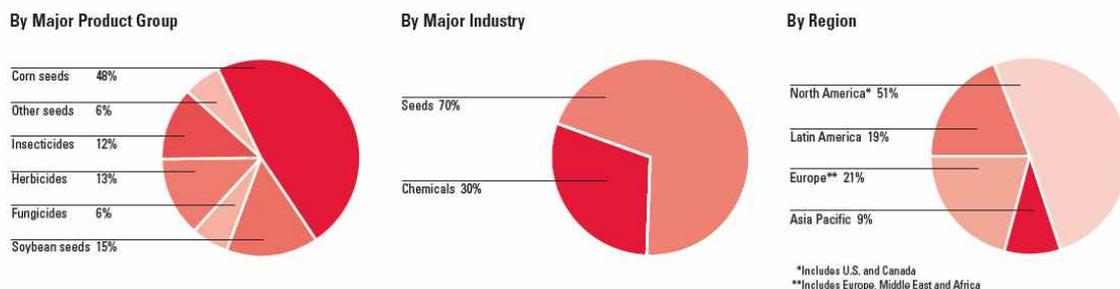
¹ Includes impact of \$50 payment related to a Pioneer licensing agreement charged to R&D.

Operating earnings



<그림 3-6> DuPont Agriculture의 주요 재무현황

출처 : 2013 annual report, www.dupont.com



<그림 3-7> DuPont Agriculture 매출 분포

출처 : 2013 annual report, www.dupont.com

- DuPont의 2012년도 annual report에 따르면, 농업 분야의 2012년 매출 총액은 72억 9,800만 달러이며, 2010년부터 2012년까지 연간 성장률은 평균 15.28%로 매우 높은 성장을 보이고 있음. 이 중 옥수수과 대두 종자 매출액은 각 37억 6,600만 달러, 11억 7,700만 달러로 전체 매출액의 63%를 점유함

(2) 주요 제품 현황

- DuPont의 사업 분야 중 농업관련 분야로는 식물종자 및 바이오텍 식물종자사업을 주로하며, 본 기술 건의 기술이전 대상 부분으로는 DuPont Agriculture 분야 있음
- Pioneer의 기술개발 전략은,
 - Expertise in the agronomy + farm practice
 - Marketing and Complex distribution
 - Seed and gain value → chain knowledge
 - Research collaboration : seed +trait
 - Public private sector partnership
 - Regulation + Capacity
 를 기준으로 개발을 수행하며, 기업 전략인 market driven 할 수 있는 기술을 토대로 industry leading 제품을 생산하는 것임
- Brand로는 DuPont Oval과 DuPont™ (The "DuPont Brand Trademarks"); Pioneer® brand seeds, Teflon® fluoropolymers, films, fabric protectors, fibers, and dispersions; Corian® solid surfaces; Kevlar® high strength material, and Tyvek® protective material이 있고, Pioneer의 식물자원 제품으로는 alfafa, canola, corn과 protection product로 종자향상을 위해 생산되고 있으며, rice, soybean, mustard, pearl millet, sorghum도 있음
- DuPont Agriculture의 중점 분야로는 Plant genetics, Biotechnology, Crop protection으로 주요 제품 및 서비스 제공으로 Seeds, Traits, Fungicides, Herbicides, Insecticides

<표 3-4> DuPont Agriculture 제품 이론 현황

DuPont Principal Products	Major Markets	Major Raw Materials	Significant Competitors
Crop Protection www2.dupont.com/Agriculture/en_US/			
Cereal herbicides Corn herbicides Land management herbicides Rice herbicides Soybean herbicides Sugarcane herbicides Fungicides Insecticides Nematicides	Production agriculture Land and vegetation management Seed treatment	Acetaldoxime Alpha picoline Chloromethyl bis (4-fluorophenyl) methyl - silane Copper Isochromanone Manganese sulfate Methylbenzoic acid Nicotinamide Trifluoromethoxy aniline	BASF Bayer Dow Agrosiences Monsanto Syngenta
DuPont Pioneer www.pioneer.com			
Alfalfa seed Canola seed Corn seed Forage inoculant Hybrid rice seed Millet seed Mustard seed Sorghum seed Soybean seed Sunflower seed Wheat seed Seed treatments	Production agriculture Feed industry Food industry Energy industry	Genes Germplasm	BASF Bayer Dow Agrosiences Monsanto Syngenta

출처 : 2013 annual report, www.dupont.com

<표 3-5> 신제품 예시 (최근 4년간)

DuPont Products/Services	Innovation	Markets Served
Dermacor® X-100	Seed treatment application for rice providing longer lasting insect control and yield improvement	U.S. rice market
Prequel® Herbicide	Superior dry formulation SU blend containing multiple modes of action for burndown and residual weed control	U.S. corn market
PrecisionPac® Herbicides	Completely customized herbicide blends to meet individual growers' weed control needs	Canada and U.S. cereals market
Rynaxypyr® family of insect control products— Altacor®, Coragen®, Prevathon®, Ferra®, Premio®	Advanced insect control with an excellent environmental profile that provides rapid, long-lasting plant protection	Global fruit, vegetable, soybean, rice, and other major broad acre crops
Picoxystrobin Fungicide— Approach®, Acanto Prima®, Stinger®	Disease management for specialty and broad acre crop production (cereals, soybean and corn)	Americas and Europe markets
Pioneer® brand corn hybrids	Hybrids developed using the Pioneer proprietary Accelerated Yield Technology (AYT™) System	Global corn market
Pioneer® Optimum® AcreMax™ Family of products	Integrated and reduced refuge products for insect management	NA Corn
Pioneer® Optimum® AQUAMax™	Improved water access and utilization and deliver greater corn yields in water-limited conditions	NA and France corn
Pioneer Premium Seed Treatment	Seed treatment offerings for corn and soybeans	NA corn and soybean
Pioneer® Brand Y and T Series soybeans	High yielding soybean varieties	U.S. and Brazil soybean
Pioneer® brand sunflowers with DuPont™ ExpressSun® trait	Sunflowers with improved herbicide tolerance toward DuPont™ Express® herbicide	NA and Europe sunflower
Pioneer Protector™ canola seed	Canola hybrids featuring resistance to clubroot or sclerotinia disease	Canada canola
Pioneer® Biogene™ brand seed corn	Pioneer genetics sold under the Pioneer-owned second brand of Biogene™	Argentina, Brazil and South Africa corn
Pioneer FIT® Services	Planting maps, harvest maps and field-by-field plans for customer operations through a variety of proprietary and complimentary Pioneer FIT® services. Customers can work with their local Pioneer sales professional to access a variety of detailed reports for their operations	North America markets

(3) R&D pipeline 현황

<표 3-6> DuPont Pioneer의 작물별 R&D pipeline

작물	기능	특징	개발 단계
옥수수	Herbicide Tolerance	Multiple Mode	early development
	Insect Resistance	New Modes of Action Coleopteran III	early development
	Insect Resistance	New Modes of Action Lepidopteran III	early development
	Nitrogen Use Efficiency	-	early development
	Stress Tolerance	Drought Tolerance II	early development
	Insect Resistance	Optimum [®] Intrasect [®] Insect Protection + Agrisure Viptera [®] Trait	advanced development
대두	Insect Resistance	Hemiptera/Stink Bug	early development
	Insect Resistance	Lepidopteran	early development
	Insect Resistance	Lepidopteran II	early development
	Disease Resistance	Asian Soybean Rust	early development
	Increased Oil & Improved Feed Efficiency	-	early development
	Herbicide Tolerance	Multiple Mode	advanced development
벼	Herbicide Tolerance	-	early development

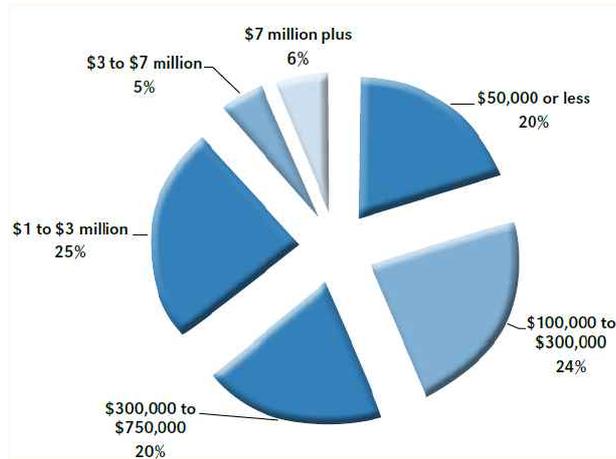
- DuPont의 핵심 목표는 작물의 제초제 및 해충 내성 작물로, early stage 기술개발 현황을 살펴보면, 옥수수 5건, 대두 5건, 벼 1건이 개발 중인 것으로 확인되었음
- DuPont의 R&D의 핵심은 Crop Genetics이며, 본 기술은 PPO계 제초제 저항형질 기술로, 기술에 대한 Needs가 분명한 것으로 판단됨
- 따라서 본 대상 기술 또한 model crop으로 옥수수, 대두, 벼를 중심으로 연구개발을 하는 것이 바람직함. 또한 저항형질 도입으로 인하여 생길 수 있는 risk 제거를 위한 연구방향 등이 설정되어야 함

(4) 기술이전 전략

가) 라이선스 기준

① 1990년부터 2007년까지 공개된 라이선스 계약

- Up-Front fee <그림 3-8> : \$ 500,000(Aver.), 82%(cash)
- Royalty rate : 매출액 대비 5%(Aver.) 90%(매출액대비 10% 미만)



<그림 3-8> 선급금 분포

② 대학기술의 기술이전 기준 : Average economic terms of university-biotechnology company deals

- 평균 4%의 경상로열티이나, 점점 줄어드는 추세이며, 그 대신 계약액(선급금, 연구지원, 유지비, 분할납부, 단계별 납부 등)이 증가하는 추세임

<표 3-7> Average economic terms of university-biotechnology company deals

Terms of agreement	Pre 1980-1986	1987-1990	1991-1994	1995-present
Post commercial payments				
Royalties	4% (n = 25)	5.1% (n = 43)	4.2% (n = 62)	3.9% (n = 24)
Minimum annual royalty	\$13,438 (n = 8)	\$33,212 (n = 22)	\$50,392 (n = 34)	\$53,479 (n = 11)
Sublicense revenue sharing	37.4% (n = 9)	34.3% (n = 17)	28.4% (n = 27)	28.4% (n = 14)
Pre-commercial payments				
Upfront fee	\$20,085 (n = 21)	\$40,655 (n = 35)	\$48,649 (n = 53)	\$87,942 (n = 24)
Research payments	\$409,321 (n = 14)	\$434,467 (n = 22)	\$1,159,941 (n = 31)	\$585,323 (n = 18)
Maintenance fees (5 years)	\$39,041 (n = 8)	\$53,333 (n = 15)	\$90,496 (n = 22)	\$183,909 (n = 11)
Milestone payments	\$16,250 (n = 2)	\$324,359 (n = 12)	\$445,017 (n = 25)	\$1,585,679 (n = 11)
Sublicense revenue sharing	46.6% (n = 8)	27% (n = 11)	23.4% (n = 21)	25.4% (n = 12)
Total number of deals	n = 40	n = 70	n = 110	n = 45

출처 : Value creation and sharing among universities, biotechnology and pharma, Nature Biotechnology, 2003

③ 로열티 결정 변수 : Key variables impacting on royalty rates

- Who pays development costs
- A research organization perceived to be inexperienced will get a comparatively lower rate
- A royalty rate of a product depends on market size & Growth potential
- A royalty rate of a product depends on degree of competition/Number of competitors

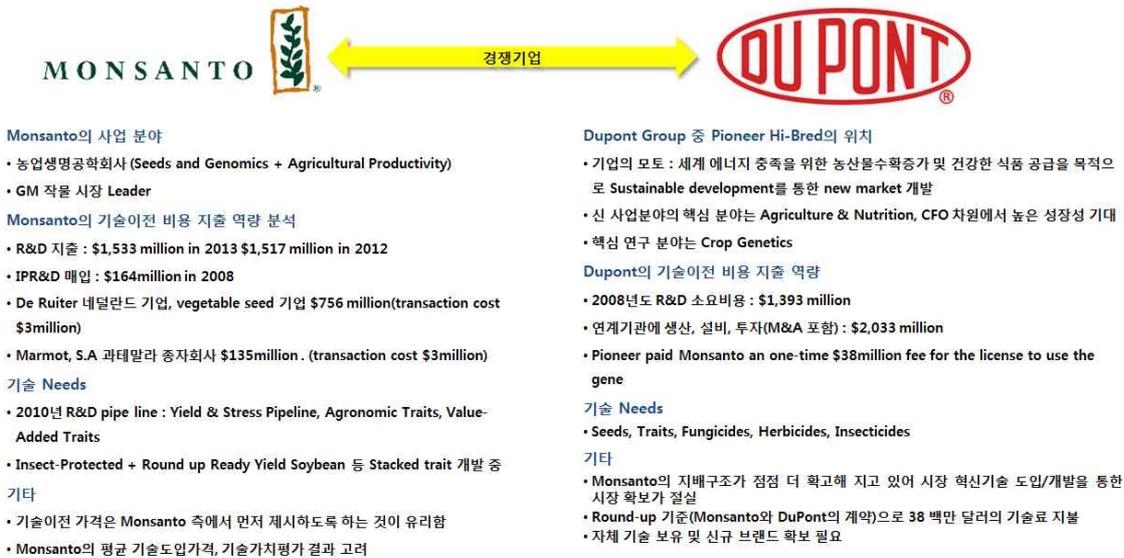
④ DuPont의 예시

- Pioneer paid Monsanto an one-time \$38million fee for the license to use the gene
- 2008년도 R&D 소요비용 : \$1,393 million
- 연계기관에 생산, 설비, 투자(M&A 포함) : \$2,033 million
- DuPont의 종자시장 점유율은 ETC Group, Who will control green economy, 2011.12. 자료에서 보면 2009년 연간 약 46억불이나, Monsanto의 지배구조가 점점 더 확고해 지고 있어 시장 혁신기술 도입/개발을 통한 시장 확보가 절실 함

나) 라이선스 전략

- ① 양도, 통상, 전용실시권 등의 기술이전 방법을 내부적으로 확보하고 있어야 함
- ② 연구실 창업, 기술지주회사 등 다양한 기술이전 형태를 고려해 볼 필요가 있음
- ③ 식물자원확보 분야 미래가치에 대한 중요성을 인지시킬 필요성이 있으며, 대체기술에 대한 대응 전략을 확보해야함
- ④ 경상 Royalty : 이전 방법에 따라 달라질 수 있으나, 평균 5% 내외이나, 작물 종류(작물 별 시장 규모, 성장률, 시장 점유율의 차이), 선급금 규모, 공동연구 등의 변수를 고려함
- ⑤ 선급금 : 이전방법에 따라 달라 질 수 있으나, Round-up 기준(Monsanto와 DuPont이의 계약)으로 38 백만 달러의 기술료의 10~20% 정도인 3.8 백만 달러~7.8 백만 달러를 maximum으로 볼 수 있으며, 이는 제초제에 대한 내용이 포함되어 있으며 제초제 저항형 질 종자의 시너지를 고려해야 함
- ⑥ Milestone : 기술도입, 특허 등록시점, 기술을 이용 제품이 개발되는 시점, 개발된 제품 품 목허가를 받은 시점, 종자의 종류별 적용된 시점 또는 사업화시점, 정액기술료 방법 등을 고려 할 수 있음, 그리고 각각을 합산하여 계약기술료를 확정할 수 있음
- ⑦ R&D Funding : 기술개발사와 몬산토의 공동연구 개발의 필요성이 제기되었을 경우
- ⑧ 기타 고려 사항
 - Audit : 비용 등 몬산토의 의무 명시
 - 기술 보증 : 기술자료의 유효성, 불침해 보증
 - 개량 기술에 대한 소유권
 - 제 3자 침해 시 대응 방법
 - 분쟁

다. 기술이전 및 사업화 전략



<그림 3-9> Monsanto 및 DuPont 기술이전 대응 전략

- Monsanto의 경우 Roundup[®]를 가지고 있고 선별마커 및 제초제로 활용되고 있어서 범용성이 높음. 현재 제초제와 종자 연계 상품을 제공하고 있으며, 농업 생명공학 분야의 선두기업으로 유전자변형작물 시장 점유율 1위 기업임
- 그렇기 때문에 업계 1위를 유지하기 위해서 유사기술 매입할 수 있음. 매입의 목적으로는 ① 경쟁기술 제거, ② 활용도 높은 신규 기술 개발 등이 있음
- 기술의 매입에서 제초제의 활용성과 생산단가가 가장 중요한 요인임
- DuPont의 경우 Roundup[®]이 저가이고 농민의 활용성이 높은 제초제이기 때문에 매년 38 백만 달러의 기술료를 지불하여 전략적으로 활용하고 있음
- 이에 따라 DuPont는 신규한 선별마커 및 관련 제초제 기술에 대한 Needs가 높음
- Monsanto의 기술과 경쟁하기 위해서는 자체 기술 보유 및 신규 브랜드 확보가 필요함
- 결론적으로 PPO계 비선택성 제초제 저항성 형질 기술이 기술이전 및 사업화하기 위해서는 Monsanto(지배력 강화)와 DuPont(보유 기술 확보)의 경쟁 구도를 이용하여, 기술의 가치를 높여야 함
- 이렇기 위해서는 다양한 작물에 적용할 수 있는 마커의 활용성 및 제초제 물질의 연계성이 중요함. 제초제 기술의 경우, ① 제조방법이 간단하여 가격경쟁력을 확보해야 하고, ② 스펙트럼이 넓어 다양한 작물에 이용될 수 있어야 함
- 또한 이렇게 개발된 기술은 특허의 권리범위가 중요하고, 침해가능성 및 회피설계 가능성이 낮게 설계 되어야 함
- 또한 각 기업의 R&D pipeline 검토를 통하여 연구개발단계에서 대상 작물 선정이 중요함, 특히 개발 초기 단계의 기술에 대한 검토가 필요하며 관련 작물을 연구개발 최종단계에서의 검증이 필요함
- Monsanto 기업의 R&D pipeline에서 discovery와 1상 단계에 있는 early stage 기술개발

현황을 살펴보면, **옥수수 6건, 대두 4건**, 목화 1건, 알파파 1건, **밀 1건** 으로 옥수수와 대두 종자에 연구가 집중되어 있음

- DuPont의 early stage 기술개발 현황을 살펴보면, 옥수수 5건, 대두 5건, 벼 1건이 개발 중인 것으로 확인되었음
- 따라서 본 대상 기술 또한 model crop으로 **옥수수, 대두, 벼**를 중심으로 연구개발을 하는 것이 바람직하며 또한 다양한 형질 도입으로 인하여 생길 수 있는 risk 제거를 위하여 필요할 수 있으나, 연구개발 기간과 기술이전 시기에 따라 달라 질 수 있음
- 최소한 Monsanto와 Dupont의 R&D pipeline을 통하여 두 기업의 연구개발 중요 작물인 옥수수, 대두 및 벼/밀 중 최소한 1가지 이상의 작물에 대한 검증을 통하여 개발하고자 하는 선별마커 및 제초제의 효능 및 활용성을 확보한다면 두 기업에 대한 기술이전 및 상용화를 원활하게 진행 할 수 있을 것으로 사료됨

4. 기술가치평가

1. Monsanto

가. 기술가치 산출표

<표 4-1> 기술가치 산출표

(단위 : 억 달러)

구분 \ 년도	재무 비율	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	합계
매출액	1.000	1.61	3.52	5.77	8.41	11.48	15.04	21.91	29.92	35.95	42.84	50.70	59.65	69.83	76.29	
매출원가	0.478	0.77	1.68	2.76	4.02	5.49	7.19	10.47	14.30	17.19	20.48	24.24	28.52	33.38	36.47	
판관비	0.181	0.29	0.64	1.04	1.52	2.08	2.72	3.97	5.42	6.51	7.75	9.18	10.80	12.64	13.81	
법인세등	0.059	0.10	0.21	0.34	0.50	0.68	0.89	1.30	1.77	2.13	2.54	3.01	3.54	4.14	4.52	
세후영업이익(A)		0.39	0.86	1.42	2.06	2.82	3.69	5.37	7.34	8.82	10.51	12.44	14.63	17.13	18.71	
감가상각비등(B)		0.15	0.33	0.54	0.78	1.06	1.39	2.03	2.78	3.33	3.97	4.70	5.53	6.48	7.08	
자본적 지출 (C)		0.73	1.01	1.35	1.73	2.17	2.68	4.51	5.66	5.51	6.46	7.54	8.76	10.15	9.40	
운전자본증감 (D)		0.26	0.58	0.95	1.38	1.88	2.47	3.59	4.91	5.90	7.03	8.32	9.79	11.46	12.51	
투자액 회수 (E)															98.51	
여유현금흐름(F) (F=A+B-C-D+E)		-0.45	-0.40	-0.34	-0.27	-0.17	-0.06	-0.70	-0.46	0.75	1.00	1.29	1.62	2.01	102.38	
현재가치(G)		0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
현재가치(H) (H=F x G)		-0.42	-0.38	-0.32	-0.25	-0.16	-0.06	-0.65	-0.43	0.70	0.94	1.21	1.53	1.89	96.40	99.99
기술기여도(J)		24.16%														
기술가치(K) (K=ΣH x J)		24.16														

나. 주요 변수 산정내역

1) 기술가치 평가 산식

- 기술가치 평가 기본모형은 다음과 같은 수익접근법 기반의 산식을 이용하며, 특정한 기술의 가치는 기술의 경제적 수명기간 동안 미래의 여유현금흐름을 추정하여 얻어 짐. 여기서 t는 년 수, n은 기술의 경제적 수명, FCF는 여유현금흐름, r은 할인율을 의미함

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

2) 기술의 경제적 수명

- 기술료(Running royalty)의 발생시기는 2024년~2037년까지로 경제적 수명은 14년으로 가정함(17년 계약을 하고, 종자 상품화까지 7년 소요 가정 함, Up front fee('17~23년)는 140억 원 발생으로 가정하였음)

3) 매출액 추정

- 매출액을 추정함에 있어 먼저 평가대상기술을 적용하여 생산되는 제품의 대상기업 및 주요 목표 시장을 선정하였음. 세계 주요 종자 기업으로는 Monsanto, DuPont, Syngenta, Groupe Limagrain, Land O' Lakes 등이 있음. 종자 시장에 있어서 전체 시장의 27% 이상의 점유율을 차지하고 2013년 매출액이 148억 6,100만 달러인 Monsanto를 평가대상기업으로 선정하였음. 또한 목표시장으로는 대표적인 GM 작물인 제초제 저항성 옥수수과 대두 시장으로 정하고 지역적으로 전 세계 시장을 목표시장으로 설정하였음. Monsanto의 제초제 저항성 GM 옥수수 및 대두의 매출액은 2013년 annual report와 Phillips McDougall - AgriService를 자료를 참고하여 추정하였음
- 본 기술이 제품화되기 까지 랩 테스트, 필드 테스트, elite germplasm에서의 효율 테스트, 승인을 위한 테스트 등 많은 시간과 재정이 투입되어야 함. 기술료(Running royalty)의 발생 시기는 2024년~2037년까지로 경제적 수명은 14년으로 가정함(17년

계약을 하고, 종자 상품화까지 7년 소요 가정 하고 Up front fee('17~23년)는 140억 원 발생으로 가정하였음)

<표 4-2> Monosanto 종자 기술 상업화 단계

Assumptions used by Monsanto					
Phase	Discovery	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Description	Gene/trait identification	Proof of concept (test gene configurations in plants)	Early product development(lab or field testing)	Advanced development (efficacy in elite germplasm)	Prelaunch (Bulk seed production and approval)
Duration (years)	2-4	1-2	1-2	1-2	1-3
Average probability of success	5%	25%	50%	75%	90%

출처 : Monsanto

[가정 1.]

- Monsanto의 2013년도 annual report에 따르면, GM 종자를 포함하는 Seeds and Genomics 분야의 2013년 매출 총액은 95억 1,900만 달러이며, 2011년부터 2013년까지 연간 성장률은 평균 17%로 매우 높은 성장을 보이고 있음. 이 중 옥수수과 대두 종자의 2013년 매출액은 각 65억 9,600만 달러, 16억 5,300만 달러에 달하였고, 2010년부터 2013년까지 5년간 연간 성장률 각 12.53%, 3.36%로 성장하였음. 또한 International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application의 GM 작물의 채택률(Adoption rate)에 따르면 옥수수과 대두 종자의 GM 작물 채택률을 각 86%, 93%를 점유하고 있음. Global Industry Analysis사의 옥수수 시장 성장률 9.5%, 콩 시장 성장률 8%로 추정하여 2024년부터 2037년까지의 매출액을 계상하고, 각 종자별로 GM 채택비율 86%와 93%를 이용하여 Monsanto의 옥수수와 대두 GM 종자 매출액을 다음과 같이 산출하였음

$$\text{Monsanto GM 옥수수 종자 매출액} = \text{옥수수 종자 매출액} \times \text{GM 채택 비율}(86\%)$$

<표 4-3> Monsanto의 GM 옥수수 종자 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
옥수수종자 매출액	178.99	196.00	214.62	235.01	257.33	281.78	308.55	337.86	369.96	405.10	443.59	485.73	531.87	582.40
성장률	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%
GM 비율	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
GM 옥수수종자 매출액 추정	153.93	168.56	184.57	202.10	221.30	242.33	265.35	290.56	318.16	348.39	381.48	417.72	457.41	500.86

Monsanto GM 대두 종자 매출액 = 대두 종자 매출액 x GM 채택 비율(93%)

<표 4-4> Monsanto의 GM 대두 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
대두 종자 매출액	38.54	41.63	44.96	48.55	52.44	56.63	61.16	66.05	71.34	77.05	83.21	89.87	97.06	104.82
성장률	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
GM 비율	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%
GM 대두 종자 매출액 추정	35.84	38.71	41.81	45.15	48.77	52.67	56.88	61.43	66.34	71.65	77.38	83.58	90.26	97.48

<표 4-5> Monsanto의 GM 옥수수 및 대두 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
GM 옥수수종자 매출액 추정	153.93	168.56	184.57	202.10	221.30	242.33	265.35	290.56	318.16	348.39	381.48	417.72	457.41	500.86
GM 대두 종자 매출액 추정	35.84	38.71	41.81	45.15	48.77	52.67	56.88	61.43	66.34	71.65	77.38	83.58	90.26	97.48
GM 종자 매출액 추정	189.78	207.27	226.38	247.26	270.07	295.00	322.23	351.99	384.51	420.04	458.87	501.30	547.67	598.34

[가정 2.]

- ISAAA자료의 GM작물 중 식재 비율을 근거에 따르면 제초제 내성종자는 85% 비율을 차지함. 본 평가에서 Monsanto의 Seeds and Genomics 부문도 제초제 내성 종자가 85%를 점유한다고 가정하여 제초제 저항형질 옥수수 및 대두 종자의 매출액을 다음과 같이 산출하였음
- GM 종자 개발 전략상 Peak 시장 점유율은 15%로 정하고 매출 발생 후 13년 안에 Peak 시장 점유율에 도달하고, 이후 시장 점유율을 유지하는 것으로 추정하였음. 매출액 추정은 관련 기술, 시장규모 및 사업성 등을 감안하여 이루어졌으며, 향후 14년간의 기술 매출액 추정결과는 다음과 같음

<표 4-6> 기술 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
GM 종자 매출액	189.78	207.27	226.38	247.26	270.07	295.00	322.23	351.99	384.51	420.04	458.87	501.30	547.67	598.34
제초제 내성 비율	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
제초제 내성 종자가치	161.31	176.18	192.42	210.17	229.56	250.75	273.90	299.19	326.83	357.03	390.04	426.10	465.52	508.59
점유율 (신제품의 MS)	1%	2%	3%	4%	5%	6%	8%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	15%
신종자 매출액(억\$) =기술매출액	1.61	3.52	5.77	8.41	11.48	15.04	21.91	29.92	35.95	42.84	50.70	59.65	69.83	76.29

4) 여유현금흐름 추정

- 평가대상기업은 Monsanto로 기업 재무제표에서 매출액, 매출원가, 매출총이익, 판매비, 감가상각비, 영업이익, 법인세차감 전 순이익, 당기순이익을 참고하였으나, 세부적인 재무제표가 존재하지 않으므로 급여, 무형자산 상각비, 영업외수익, 영업외비용, 금융비용, 경상이익, 특별이익, 특별손실 등의 각종 재무정보를 BT분야의 기타 화학제품 제조업(D243)에 대한 표준 재무제표를 이용하여 아래 <표 4-7>과 같이 추정 손익계산서를 작성하였음
- 여유 현금흐름은 추정 손익계산서와 표준재무제표의 재무비율 자료를 바탕으로 <표 4-9>과 같이 산출되어짐. 여기서, 세후영업이익(A)는 영업이익에 $(1 - \text{법인세}/\text{법인세차감전순이익})$ 을 곱하여 추정하며, 감가상각비등(B)은 추정손익계산서 판매비 항목 중 감가상각비와 무형자산상각비 및 제조원가명세서 중 감가상각비(매출원가율*당기 총제조비용중 감가상각비비중 9.00%)를 합산하여 산출하였음. 자본적 지출(C)은 총자산증가분(매출액 증가분/총자산회전율(1.06))에 유무형 자산비중(38.20%)을 곱한 값에 당해 연도 감가상각비등을 더하여 산출하였음. 운전자본 증감(D)은 매출액증가분에 $\text{운전자본회전율의 역수}[(1/\text{매출채권회전율}(5.97)) - (1/\text{매입채무회전율}(10.68)) + (1 + \text{재고자산회전율}(11.09))]$ 를 곱하여 산출하였음. 투자 회수액(E)은 기술수명기간 동안의 자본적 지출액과 운전자본증감액의 합계액을 더한 값에서 기술수명기간 동안의 감가상각비등 합계액을 차감한 값이 기술수명이 종료하는 년도에 전액 회수되는 것으로 가정하여 산출하였음

<표 4-7> 추정 손익계산서

(단위 : 억 달러)

구분	재무 비율	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
매출액	1	1.61	3.52	5.77	8.41	11.48	15.04	21.91	29.92	35.95	42.84	50.70	59.65	69.83	76.29
매출원가	0.478	0.77	1.68	2.76	4.02	5.49	7.19	10.47	14.30	17.19	20.48	24.24	28.52	33.38	36.47
매출총이익	0.523	0.84	1.84	3.02	4.40	6.00	7.87	11.46	15.65	18.80	22.40	26.51	31.19	36.52	39.90
관관비	0.181	0.29	0.64	1.04	1.52	2.08	2.72	3.97	5.42	6.51	7.75	9.18	10.80	12.64	13.81
급여	0.004	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.31
감가상각비	0.049	0.08	0.17	0.28	0.41	0.56	0.73	1.07	1.46	1.75	2.09	2.47	2.91	3.40	3.72
무형자산 상각비	0.001	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
영업이익	0.342	0.55	1.20	1.97	2.88	3.93	5.14	7.49	10.23	12.29	14.65	17.34	20.40	23.88	26.09
영업외수익	0.046	0.07	0.16	0.27	0.39	0.53	0.69	1.01	1.38	1.65	1.97	2.33	2.74	3.21	3.51
영업외비용	0.031	0.05	0.11	0.18	0.26	0.36	0.47	0.68	0.93	1.11	1.33	1.57	1.85	2.16	2.36
금융비용	0.012	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.26	0.36	0.43	0.51	0.61	0.72	0.84	0.92
경상이익	0.345	0.56	1.21	1.99	2.90	3.96	5.19	7.56	10.32	12.40	14.78	17.49	20.58	24.09	26.32
특별이익	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
특별손실	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
법인세차감전 순이익	0.210	0.34	0.74	1.21	1.76	2.41	3.16	4.60	6.28	7.54	8.99	10.64	12.52	14.65	16.01
법인세등	0.059	0.10	0.21	0.34	0.50	0.68	0.89	1.30	1.77	2.13	2.54	3.01	3.54	4.14	4.52
당기순이익	0.151	0.24	0.53	0.87	1.27	1.73	2.27	3.31	4.52	5.43	6.47	7.66	9.01	10.55	11.53

5) 할인율 추정

- 평가대상기술은 기술이전을 목표로 하는 기술로, 그 규모가 매우 클 것으로 예상되어 대상 기업이 BT업종, 대기업에 준하는 것으로 분류하여 평가하였음. 따라서 <표 4-8>의 할인율 추정결과 중 BT 업종 코스피_group2에 해당하는 할인율인 6.20%를 적용하였음

<표 4-8> 업종별, 규모별 할인율 추정결과 표

규모별	업종별	할인율	규모별	업종별	할인율
코스피	group1	0.07	비상장(중)	group1	0.111
	group2	0.062		group2	0.097
	group3	0.077		group3	0.095
	group4	0.067		group4	0.096
	group5	0.066		group5	0.097
	group6	0.076		group6	0.105
	group7	0.068		group7	0.106
코스닥	group1	0.091	비상장(소)	group1	0.131
	group2	0.078		group2	0.119
	group3	0.077		group3	0.12
	group4	0.077		group4	0.12
	group5	0.079		group5	0.119
	group6	0.082		group6	0.128
	group7	0.089		group7	0.129
비상장(대)	group1	0.101	비상장(창업)	group1	0.159
	group2	0.087		group2	0.145
	group3	0.084		group3	0.153
	group4	0.086		group4	0.151
	group5	0.088		group5	0.146
	group6	0.091		group6	0.166
	group7	0.094		group7	0.159

출처 : 기술가치평가 실무지침서, 기술보증기금, 2008

<표 4-9> 추정 여유현금흐름 (표준재무제표 활용)

(단위 : 억 달러)

구 분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
세후영업이익(A)	0.39	0.86	1.42	2.06	2.82	3.69	5.37	7.34	8.82	10.51	12.44	14.63	17.13	18.71
감가상각비등(B)	0.15	0.33	0.54	0.78	1.06	1.39	2.03	2.78	3.33	3.97	4.70	5.53	6.48	7.08
자본적 지출(C)	0.73	1.01	1.35	1.73	2.17	2.68	4.51	5.66	5.51	6.46	7.54	8.76	10.15	9.40
운전자본증감(D)	0.26	0.58	0.95	1.38	1.88	2.47	3.59	4.91	5.90	7.03	8.32	9.79	11.46	12.51
투자액 회수 (E)														98.51
여유현금흐름 ¹⁵⁾	-0.45	-0.40	-0.34	-0.27	-0.17	-0.06	-0.70	-0.46	0.75	1.00	1.29	1.62	2.01	102.38
현가계수	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
현금흐름 현재가치	-0.42	-0.38	-0.32	-0.25	-0.16	-0.06	-0.65	-0.43	0.70	0.94	1.21	1.53	1.89	96.40
현재가치 합계	99.99													

15) 여유현금흐름= 세후영업이익(A)+ 감가상각비등(B)-자본적 지출(C)-운전자본증감(D)+ 투자액 회수(E)

6) 기술기여도 추정

- 기술기여도란 기술도입 또는 사용에 따른 경제적 이익(여유현금흐름의 증가분)의 창출에 기여한 유·무형자산 중 기술요소의 경제적 이익에 공헌한 상대적인 비율로 산업 기술요소에 개별기술강도 비율을 곱하여 얻어짐

가) 산업기술요소

- 산업기술요소는 산업 업종에서 무형자산이 차지할 수 있는 최대비율에 기술자산이 기여한 비율을 곱하여 산출함. <표 4-10>에 나타난 바와 같이 평가대상기술이 속한 기술분야인 BT 분야의 산업기술요소 값은 43.85% 임

<표 4-10> 업종별 산업기술요소 추정결과 표

업종구분	무형자산 가치비율	기술자산 가치비율	산업기술요소
건설, 수송	88.0%	71.2%	62.66%
기계	80.2%	75.6%	60.63%
기술 서비스	85.2%	45.9%	39.11%
소재	80.5%	65.0%	52.33%
화학	80.0%	69.3%	55.44%
BT	79.0%	55.5%	43.85%
IT	84.9%	78.8%	66.90%
기타	88.0%	54.9%	48.31%

자료 : 기술가치평가 실무지침서, 기술보증기금, 2008

나) 개별기술강도

- 개별기술강도는 법적인 보호강도와 상업적 우위성으로 구성되며, 법적인 보호강도의 세부항목은 2점, 상업적 우위성 세부항목은 1.2점의 가중 값을 부여함. 평가대상기술의 개별기술강도는 55.1점이며, 세부산출결과는 아래와 같음

A. 법적인 보호 강도

1. 권리보호의 중요성

- 재정적인 이윤이 어떠한 특허비용의 지출도 정당화할 정도로 커서 최우선적으로 권리를 유지하여야 한다.
- 해당 산업분야 평균이상으로 권리보호를 강화한다.
- 회사의 평균 이상으로 권리를 보호한다.
- 이익이 날 경우에 한해 지속적인 특허활동을 하며 형식적으로만 보호하면 된다.
- 이익이 보호비용을 초과하지 않아 보호할 실익이 없다.

2. 권리범위 및 강도

- 특허 청구범위가 명확하고 넓으며 잠재적인 사업라인까지도 보호 가능하다.
- 특허 청구범위가 현재사업의 모든 제품을 보호할 만큼 충분히 넓다.
- 특허 청구범위가 주요 기능과 핵심 생산라인 제품만을 보호한다.
- 특허 청구범위가 좁고 보호될 수 있는 부분이 적다.
- 특허 청구범위가 좁고 명확하지 않아 보호되기 어렵다.

3. 권리의 안정성

- 유사 선행기술이 없으며 권리 무효화 가능성이 매우 낮다.
- 소수의 유사 선행기술이 있으나 권리의 무효화 가능성은 없다.
- 소수의 유사 선행기술이 있으나 추가적 권리확보로 권리를 유지할 수 있다.
- 유사한 선행기술이 있어 권리의 일부 축소 가능성이 있다.
- 유사 선행기술이 다수 존재하여 권리유지가 불확실하다.

4. 경쟁기술대비 방어정도

- 특허가 다양한 디자인과 향후 응용가능성까지 Cover 하며, 모방이 어려워 시장점유율을 높이고 시장에서 우위를 유지할 수 있는 잠재력을 가진다.
- 보호(Protection)가 현재사업/생산 라인에서의 모든 비용을 Cover하며, 모방이 어렵거나 모방여부를 쉽게 식별할 수 있어 대부분의 경쟁업체를 효과적으로 막을 수 있다.
- 보호(Protection)가 주요 기능상의 장점만 Cover 하여 보호정도가 경쟁업체와 동등수준이며 경쟁자들의 모방은 향후 사업에 크게 영향을 미칠 것으로 보이지는 않는다.
- 경쟁자들이 과다한 비용이나 어려움 없이 회피 설계를 통해 제품을 생산할 수 있다.
- 보호(Protection)정도가 유사 제품을 생산하기 위한 대체기술의 사용을 전혀 막지 못한다.

B. 상업적 우위성

1. 기술상용화 단계(기능)

- 국내 생산라인에서 신규 및 대체제품의 생산이 가능한 기술이다.
- Prototype은 이 기술이 현재 생산라인에 기능상 장점이 있다는 것이 입증되었다.
- 기능상의 장점이 연구단계에서 입증된 수준이다.
- 기능상의 장점을 입증하기 위해서 필요한 연구개발 계획을 수립하였다.
- 연구결과 기존기술에 비해 기껏해야 동일한 수준이다.

2. 기능적 우위성(기능)

- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 없고 장점이 여러 가지인 좋은 기술이다.
- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 있으나 이를 극복할 우수성을 확보하였다.
- 경쟁/대체기술이 일부 존재하고 약간의 단점이 있으나 보완할 여지가 있다.
- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 매우 높은 기술이다.
- 경쟁/대체기술이 다수 존재하고 성능면에서 효과가 매우 불확실하다

3. 기술의 생산력(기능)

- 기존설비, 인력 및 원자재로 생산이 가능하다.
- 기존설비를 활용할 수 있으나 원자재는 새로이 확보해야 한다.
- 기존 원자재를 활용할 수 있으나 기존설비의 보완 및 확장이 필요하다.
- 기존 원자재를 활용할 수 있으나 신규설비가 필요하다.
- 큰 규모의 신규설비투자가 필요하고 원자재도 새로이 확보해야 한다.

4. 기술의 자립도(기능)

- 제품의 핵심 및 주변부분 모두에 기인하며, 독자적인 사업화가 가능하다.
- 제품의 핵심부분에 기인하여 제품에의 기여도가 절반이상이며 추가로 필요한 보완적인 기술은 잘 알려진 기술이다.
- 제품화를 위해 보완적인 기술이 필요하나 적은 비용으로 외부조달이 가능하다.
- 제품화를 위해 보완적인 기술이 필요하며 보완기술의 확보에 시간과 비용이 많이 든다.
- 제품화에 거의 기여하지 못한다.

5. 기술의 파급효과(활용)

- 파급효과 매우 커서 대부분의 기술을 혁신시키며 이 기술을 기반으로 사용한다.
- 다수 산업과 다수 제품분야에서 활용성이 입증되고 미치는 영향도 크다.
- 소수 산업분야와 소수 제품분야에서 지속적으로 활용된다.
- 일부 산업분야에 활용성이 증명된 기술이나 그 영향이 미미한 정도이다.
- 산업분야에서 기술의 활용성이 입증된 바 없다.

6. 유사기술의 성공사례(활용)

- 유사기술이 전 세계적으로 성공적으로 사용되고 있다.
- 유사기술이 국내 또는 전 세계적으로 실용화되어 성공한 사례가 있다.
- 유사기술의 상용화가 진행 중이다.
- 유사한 연구개발이 다른 곳에서 진행 중이다.
- 유사한 아이디어들이 입증되어 왔지만 상업화에 성공하지 못하였다.

7. 시장진입 용이성

- 향후 법제도 장려요인이 있거나 6개월 이내에 생길 가능성이 높아 시장진입이 매우 용이하다.
- 최소한의 규제만 있어 시장진입이 용이하며, 대처능력이 있다.
- 시장진입에 대한 규제가 있으나 향후 1년 이내에 제거가 확실한 상황이다.
- 중요한 진입장벽은 있으나 제거할 수 있다.
- 승인에 오랜 시간이 소요되어 시장진입이 상당히 지연된다.

8. 시장확보 가능성(재무)

- 시장점유율에 있어 리더에 속한다.
- 기존시장을 점유함과 아울러 새로운 시장이 창출된다.
- 현존시장이 여러 업체들에 의해 분할된다.
- 단일시장이나 Niche 시장만 존재한다.
- 기업이 너무 Minor해서 주요 시장 창출 가능성이 없다.

9. 가격/원가 우위성(재무)

- 국내 또는 세계시장에서 가격/원가경쟁력이 충분하다.
- Prototype 분석결과 현재의 생산라인에 비해 가격/원가의 장점이 있다.
- 연구개발단계에서 가격/원가경쟁력이 입증되고 기존 대체품 대비 경쟁력이 있다.
- 연구개발단계에서 긍정적인 비용/이익 분석결과가 이루어지지 않았으나 틈새시장 진입 가능성이 있다.
- 우선 순위에서 밀려 더 이상 아이디어를 발전시키지 못하고 소수 분야의 시장만 관심을 나타내고 있다.

10. 이익구조상 우위성(재무)

- 기술적인 장점으로 인해 많은 대체품보다 높은 값을 받을 수 있다.
- 원가절감으로 평균이상의 이윤 달성이 가능한 수준이다.
- 완료를 위해 필요한 투자는 가능하다.
- 생산/운영비용이 너무 많이 든다.
- 초기에 필요한 투자가 너무 크다.

다) 기술기여도

- 결과적으로 산업기술요소와 개별 기술 강도를 고려한 평가대상 기술의 기술기여도는 24.16%로 산출되었음

<표 4-11> 개별기술강도와 기술기여도

구 분		소 항 목	평 점	
개별 기술강도	법적인 보호강도	권리보호의 중요성	4.75	
		권리범위 및 강도	0.25	
		권리의 안정성	2.5	
		경쟁기술대비 방어정도	2.5	
		소계(A)	10	
	상업적 우위성	기술상용화 단계	1.25	
		기능적 우위성	2.5	
		기술의 생산력	4.75	
		기술의 자립도	1.25	
		기술의 파급효과	3.75	
		유사기술의 성공사례	4.75	
		시장진입 용이성	1.25	
		시장확보 가능성	2.5	
		가격/원가 우위성	2.5	
		이익구조상 우위성	4.75	
		소계(B)	29.25	
		평점 합계 (C=A*2+B*1.2)		55.1
		산업기술요소(D)		43.85%
		기술기여도 (E=C*D)		24.16%

7) 기술가치 금액

- 평가대상기술은 미래 여유현금흐름의 현재가치 합계액이 99억 9,900만 달러이며, 기술기여도를 감안한 결과적인 본 기술의 기술가치금액은 **24억 1,600만 달러**로 산출되었음

2. DuPont

가. 기술가치 산출표

<표 4-12> 기술가치 산출표

(단위 : 억 달러)

구분 \ 년도	재무 비율	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	합계
매출액	1	0.96	2.1	3.45	5.02	6.85	8.97	13.06	17.82	21.4	25.49	30.16	35.46	41.49	45.31	
매출원가	0.748	0.72	1.57	2.58	3.75	5.12	6.71	9.77	13.33	16.01	19.07	22.56	26.52	31.03	33.89	
판관비	0.111	0.11	0.23	0.38	0.56	0.76	1.00	1.45	1.98	2.38	2.83	3.35	3.94	4.61	5.03	
법인세등	0.017	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.22	0.30	0.36	0.43	0.51	0.60	0.71	0.77	
세후영업이익(A)		0.12	0.26	0.43	0.63	0.86	1.13	1.65	2.25	2.70	3.21	3.80	4.47	5.23	5.71	
감가상각비등(B)		0.10	0.23	0.38	0.55	0.75	0.98	1.43	1.95	2.34	2.79	3.30	3.88	4.54	4.95	
자본적 지출 (C)		0.09	0.64	0.86	1.11	1.41	1.74	2.90	3.66	3.63	4.26	4.98	5.79	6.71	6.33	
운전자본증감 (D)		0.16	0.34	0.57	0.82	1.12	1.47	2.14	2.92	3.51	4.18	4.95	5.82	6.81	7.43	
투자액 회수 (E)															58.22	
여유현금흐름(F) (F=A+B-C-D+E)		-0.02	-0.49	-0.62	-0.76	-0.92	-1.10	-1.97	-2.39	-2.10	-2.44	-2.83	-3.26	-3.75	55.12	
현가계수(G)		0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
현재가치(H) (H=F x G)		-0.02	-0.46	-0.58	-0.71	-0.87	-1.04	-1.85	-2.25	-1.98	-2.30	-2.66	-3.07	-3.53	51.90	30.57
기술기여도(J)		24.16%														
기술가치(K) (K=ΣH x J)		7.39														

나. 주요 변수 산정내역

1) 기술가치 평가 산식

- 기술가치 평가 기본모형은 다음과 같은 수익접근법 기반의 산식을 이용하며, 특정한 기술의 가치는 기술의 경제적 수명기간 동안 미래의 여유현금흐름을 추정하여 얻어 짐. 여기서 t는 년 수, n은 기술의 경제적 수명, FCF는 여유현금흐름, r은 할인율을 의미함

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

2) 기술의 경제적 수명

- 기술료(Running royalty)의 발생시기는 2024년~2037년까지로 경제적 수명은 14년으로 가정함(17년 계약을 하고, 종자 상품화까지 7년 소요 가정 함, Up front fee('17~23년)는 140억 원 발생으로 가정하였음

3) 매출액 추정

- 매출액을 추정함에 있어 먼저 평가대상기술을 적용하여 생산되는 제품의 대상기업 및 주요 목표 시장을 선정하였음. 세계 주요 종자 기업으로는 Monsanto, DuPont, Syngenta, Groupe Limagrain, Land O' Lakes 등이 있음. 종자 시장에 있어서 전세계 2위 기업으로 2012년 매출액이 348억 1,200만 달러인 DuPont를 평가대상기업으로 선정하였음. 또한 목표시장으로는 대표적인 GM 작물인 제초제 저항성 옥수수과 대두 시장으로 정하고 지역적으로 전 세계 시장을 목표시장으로 설정하였음. Mosanto의 제초제 저항성 GM 옥수수 및 대두의 매출액은 2012년 annual report와 Phillipp McDougall - AgriService를 자료를 참고하여 추정하였음
- 본 기술이 제품화되기 까지 랩테스트, 필드 테스트, elite germplasm에서의 효율 테스트, 승인을 위한 테스트 등 많은 시간과 재정이 투입되어야 함. 기술료(Running royalty)의 발생 시기는 2024년~2037년까지로 경제적 수명은 14년으로 가정함(17년

계약을 하고, 종자 상품화까지 7년 소요 가정 함, Up front fee('17~23년)는 140억 원 발생으로 가정하였음)

[가정 1.]

- DuPont의 2012년도 annual report에 따르면, 농업 분야의 2012년 매출 총액은 72억 9,800만 달러이며, 2010년부터 2012년까지 연간 성장률은 평균 15.28%로 매우 높은 성장을 보이고 있음. 이 중 옥수수과 대두 종자 매출액은 각 37억 6,600만 달러, 11억 7,700만 달러로 2008년부터 2012년까지 5년간 연간 성장률 각 13.44%, 12.70%로 성장하였음. 또한 International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application의 GM 작물의 채택률(Adoption rate)에 따르면 옥수수과 대두 종자의 GM 작물 채택률을 각 86%, 93%를 점유하고 있음. Global Industry Analysis사의 옥수수 시장 성장률 9.5%, 콩 시장 성장률 8%로 추정하여 2024년부터 2037년까지의 매출액을 계상하고, 각 종자별로 GM 채택비율 86%와 93%를 이용하여 DuPont의 옥수수와 대두 GM 종자 매출액을 다음과 같이 산출하였음

$$\text{DuPont GM 옥수수 종자 매출액} = \text{옥수수 종자 매출액} \times \text{GM 채택 비율}(86\%)$$

<표 4-13> DuPont의 GM 옥수수 종자 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
옥수수종자 매출액	102.20	111.91	122.54	134.18	146.92	160.88	176.17	192.90	211.23	231.29	253.27	277.33	303.67	332.52
성장률	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%	9.5%
GM 비율	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
GM 옥수수종자 매출액 추정	87.89	96.24	105.38	115.39	126.35	138.36	151.50	165.89	181.65	198.91	217.81	238.50	261.16	285.97

DuPont GM 대두 종자 매출액 = 대두 종자 매출액 x GM 채택 비율(93%)

<표 4-14> DuPont의 GM 대두 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
대두 종자 매출액	27.44	29.64	32.01	34.57	37.34	40.32	43.55	47.03	50.80	54.86	59.25	63.99	69.11	74.64
성장률	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
GM 비율	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%
GM 대두 종자 매출액 추정	25.52	27.56	29.77	32.15	34.72	37.50	40.50	43.74	47.24	51.02	55.10	59.51	64.27	69.41

<표 4-15> DuPont의 GM 옥수수 및 대두 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
GM 옥수수종자 매출액 추정	87.89	96.24	105.38	115.39	126.35	138.36	151.50	165.89	181.65	198.91	217.81	238.50	261.16	285.97
GM 대두 종자 매출액 추정	25.52	27.56	29.77	32.15	34.72	37.50	40.50	43.74	47.24	51.02	55.10	59.51	64.27	69.41
GM 종자 매출액 추정	113.41	123.80	135.15	147.54	161.08	175.86	192.00	209.64	228.89	249.93	272.91	298.01	325.43	355.38

[가정 2.]

- ISAAA 자료의 GM 작물 중 식재 비율을 근거에 따르면 제초제 내성종자는 85% 비율을 차지함. 본 평가에서 DuPont의 종자 부문도 제초제 내성 종자가 85%를 점유한다고 가정하여 제초제 저항형질 옥수수 및 대두 종자의 매출액을 다음과 같이 산출하였음
- GM 종자 개발 전략상 Peak 시장 점유율은 15%로 정하고 매출 발생 후 13년 안에 Peak 시장 점유율에 도달하고, 이후 시장 점유율을 유지하는 것으로 추정하였음. 매출액 추정은 관련 기술, 시장규모 및 사업성 등을 감안하여 이루어졌으며, 향후 14년간의 기술 매출액 추정결과는 다음과 같음

<표 4-6> 기술 매출액 추정 결과

(단위 : 억 달러)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
GM 종자 매출액	113.41	123.80	135.15	147.54	161.08	175.86	192.00	209.64	228.89	249.93	272.91	298.01	325.43	355.38
제초제 내성 비율	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
제초제 내성 종자가치	96.40	105.23	114.88	125.41	136.92	149.48	163.20	178.19	194.56	212.44	231.97	253.31	276.61	302.07
점유율 (신제품의 MS)	1%	2%	3%	4%	5%	6%	8%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	15%
신종자 매출액(억\$) = 기술매출액	0.96	2.10	3.45	5.02	6.85	8.97	13.06	17.82	21.40	25.49	30.16	35.46	41.49	45.31

4) 여유현금흐름 추정

- 평가대상기업은 DuPont로 기업 재무제표에서 매출액, 매출원가, 매출총이익, 판관비, 감가상각비, 영업이익, 법인세차감 전 순이익, 당기순이익을 참고하였으나, 세부적인 재무제표가 존재하지 않으므로 급여, 무형자산 상각비, 영업외수익, 영업외비용, 금융비용, 경상이익, 특별이익, 특별손실 등의 각종 재무정보를 BT분야의 기타 화학제품 제조업(D243)에 대한 표준 재무제표를 이용하여 아래 <표 4-17>과 같이 추정 손익 계산서를 작성하였음
- 여유 현금흐름은 추정 손익계산서와 표준재무제표의 재무비율 자료를 바탕으로 <표 4-19>과 같이 산출되어짐. 여기서, 세후영업이익(A)는 영업이익에 (1-법인세/법인세차감전순이익)을 곱하여 추정하며, 감가상각비등(B)은 추정손익계산서 판관비 항목 중 감가상각비와 무형자산상각비 및 제조원가명세서 중 감가상각비(매출원가율*당기 총제조비용중 감가상각비비중 9.00%)를 합산하여 산출하였음. 자본적 지출(C)은 총자산증가분(매출액 증가분/총자산회전율(1.06))에 유무형 자산비중(38.20%)을 곱한 값에 더해 연도 감가상각비등을 더하여 산출하였음. 운전자본 증감(D)은 매출액증가분에 운전자본회전율의 역수 $[(1/\text{매출채권회전율}(5.97)) - (1/\text{매입채무회전율}(10.68)) + (1 + \text{재고자산회전율}(11.09))]$ 를 곱하여 산출하였음. 투자 회수액(E)은 기술수명기간 동안의 자본적 지출액과 운전자본증감액의 합계액을 더한 값에서 기술수명기간 동안의 감가상각비등 합계액을 차감한 값이 기술수명이 종료하는 년도에 전액 회수되는 것으로 가정하여 산출하였음

<표 4-17> 추정 손익계산서

(단위 : 억 달러)

구분	재무비율	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
매출액	1	0.96	2.1	3.45	5.02	6.85	8.97	13.06	17.82	21.4	25.49	30.16	35.46	41.49	45.31
매출원가	0.748	0.72	1.57	2.58	3.75	5.12	6.71	9.77	13.33	16.01	19.07	22.56	26.52	31.03	33.89
매출총이익	0.252	0.24	0.53	0.87	1.27	1.73	2.26	3.29	4.49	5.39	6.42	7.60	8.94	10.46	11.42
판관비	0.111	0.11	0.23	0.38	0.56	0.76	1.00	1.45	1.98	2.38	2.83	3.35	3.94	4.61	5.03
급여	0.004	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.17	0.18
감가상각비	0.041	0.04	0.09	0.14	0.21	0.28	0.37	0.54	0.73	0.88	1.05	1.24	1.45	1.70	1.86
무형자산 상각비	0.001	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
영업이익	0.151	0.14	0.32	0.52	0.76	1.03	1.35	1.97	2.69	3.23	3.85	4.55	5.35	6.26	6.84
영업외수익	0.087	0.08	0.18	0.30	0.44	0.60	0.78	1.14	1.55	1.86	2.22	2.62	3.09	3.61	3.94
영업외비용	0.031	0.03	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.40	0.55	0.66	0.79	0.93	1.10	1.29	1.40
금융비용	0.012	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.43	0.50	0.54
경상이익	0.195	0.19	0.41	0.67	0.98	1.34	1.75	2.55	3.47	4.17	4.97	5.88	6.91	8.09	8.84
특별이익	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
특별손실	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
법인세차감전 순이익	0.103	0.10	0.22	0.36	0.52	0.71	0.92	1.35	1.84	2.20	2.63	3.11	3.65	4.27	4.67
법인세등	0.017	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.22	0.30	0.36	0.43	0.51	0.60	0.71	0.77
당기순이익	0.086	0.08	0.18	0.30	0.43	0.59	0.77	1.12	1.53	1.84	2.19	2.59	3.05	3.57	3.90

5) 할인율 추정

- 평가대상기술은 기술이전을 목표로 하는 기술로, 그 규모가 매우 클 것으로 예상되어 대상 기업이 BT업종, 대기업에 준하는 것으로 분류하여 평가하였음. 따라서 <표 4-18>의 할인율 추정결과 중 BT 업종 코스피_group2에 해당하는 할인율인 6.20%를 적용하였음

<표 4-18> 업종별, 규모별 할인율 추정결과 표

규모별	업종별	할인율	규모별	업종별	할인율
코스피	group1	0.07	비상장(중)	group1	0.111
	group2	0.062		group2	0.097
	group3	0.077		group3	0.095
	group4	0.067		group4	0.096
	group5	0.066		group5	0.097
	group6	0.076		group6	0.105
	group7	0.068		group7	0.106
코스닥	group1	0.091	비상장(소)	group1	0.131
	group2	0.078		group2	0.119
	group3	0.077		group3	0.12
	group4	0.077		group4	0.12
	group5	0.079		group5	0.119
	group6	0.082		group6	0.128
	group7	0.089		group7	0.129
비상장(대)	group1	0.101	비상장(창업)	group1	0.159
	group2	0.087		group2	0.145
	group3	0.084		group3	0.153
	group4	0.086		group4	0.151
	group5	0.088		group5	0.146
	group6	0.091		group6	0.166
	group7	0.094		group7	0.159

출처 : 기술가치평가 실무지침서, 기술보증기금, 2008

<표 4-19> 추정 여유현금흐름 (표준재무제표 활용)

(단위 : 억 달러)

구 분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
세후영업이익(A)	0.12	0.26	0.43	0.63	0.86	1.13	1.65	2.25	2.70	3.21	3.80	4.47	5.23	5.71
감가상각비등(B)	0.10	0.23	0.38	0.55	0.75	0.98	1.43	1.95	2.34	2.79	3.30	3.88	4.54	4.95
자본적 지출(C)	0.09	0.64	0.86	1.11	1.41	1.74	2.90	3.66	3.63	4.26	4.98	5.79	6.71	6.33
운전자본증감(D)	0.16	0.34	0.57	0.82	1.12	1.47	2.14	2.92	3.51	4.18	4.95	5.82	6.81	7.43
투자액 회수 (E)														58.22
여유현금흐름 ¹⁶⁾	-0.02	-0.49	-0.62	-0.76	-0.92	-1.10	-1.97	-2.39	-2.10	-2.44	-2.83	-3.26	-3.75	55.12
현재가계수	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
현금흐름 현재가치	-0.02	-0.46	-0.58	-0.71	-0.87	-1.04	-1.85	-2.25	-1.98	-2.30	-2.66	-3.07	-3.53	51.90
현재가치 합계	30.57													

16) 여유현금흐름= 세후영업이익(A)+ 감가상각비등(B)-자본적 지출(C)-운전자본증감(D)+ 투자액 회수(E)

6) 기술기여도 추정

- 기술기여도란 기술도입 또는 사용에 따른 경제적 이익(여유현금흐름의 증가분)의 창출에 기여한 유·무형자산 중 기술요소의 경제적 이익에 공헌한 상대적인 비율로 산업 기술요소에 개별기술강도 비율을 곱하여 얻어짐

가) 산업기술요소

- 산업기술요소는 산업 업종에서 무형자산이 차지할 수 있는 최대비율에 기술자산이 기여한 비율을 곱하여 산출함. <표 4-20>에 나타난 바와 같이 평가대상 기술이 속한 기술분야인 BT 분야의 산업기술요소 값은 43.85% 임

<표 4-20> 업종별 산업기술요소 추정결과 표

업종구분	무형자산 가치비율	기술자산 가치비율	산업기술요소
건설, 수송	88.0%	71.2%	62.66%
기계	80.2%	75.6%	60.63%
기술 서비스	85.2%	45.9%	39.11%
소재	80.5%	65.0%	52.33%
화학	80.0%	69.3%	55.44%
BT	79.0%	55.5%	43.85%
IT	84.9%	78.8%	66.90%
기타	88.0%	54.9%	48.31%

자료 : 기술가치평가 실무지침서, 기술보증기금, 2008

나) 개별기술강도

- 개별기술강도는 법적인 보호강도와 상업적 우위성으로 구성되며, 법적인 보호강도의 세부항목은 2점, 상업적 우위성 세부항목은 1.2점의 가중 값을 부여함. 평가대상 기술의 개별 기술 강도는 55.1점이며, 세부 산출결과는 아래와 같음

A. 법적인 보호 강도

1. 권리보호의 중요성

- 재정적인 이윤이 어떠한 특허비용의 지출도 정당화할 정도로 커서 최우선적으로 권리를 유지하여야 한다.
- 해당 산업분야 평균이상으로 권리보호를 강화한다.
- 회사의 평균 이상으로 권리를 보호한다.
- 이익이 날 경우에 한해 지속적인 특허활동을 하며 형식적으로만 보호하면 된다.
- 이익이 보호비용을 초과하지 않아 보호할 실익이 없다.

2. 권리범위 및 강도

- 특허 청구범위가 명확하고 넓으며 잠재적인 사업라인까지도 보호 가능하다.
- 특허 청구범위가 현재사업의 모든 제품을 보호할 만큼 충분히 넓다.
- 특허 청구범위가 주요 기능과 핵심 생산라인 제품만을 보호한다.
- 특허 청구범위가 좁고 보호될 수 있는 부분이 적다.
- 특허 청구범위가 좁고 명확하지 않아 보호되기 어렵다.

3. 권리의 안정성

- 유사 선행기술이 없으며 권리 무효화 가능성이 매우 낮다.
- 소수의 유사 선행기술이 있으나 권리의 무효화 가능성은 없다.
- 소수의 유사 선행기술이 있으나 추가적 권리확보로 권리를 유지할 수 있다.
- 유사한 선행기술이 있어 권리의 일부 축소 가능성이 있다.
- 유사 선행기술이 다수 존재하여 권리유지가 불확실하다.

4. 경쟁기술대비 방어정도

- 특허가 다양한 디자인과 향후 응용가능성까지 Cover 하며, 모방이 어려워 시장점유율을 높이고 시장에서 우위를 유지할 수 있는 잠재력을 가진다.
- 보호(Protection)가 현재사업/생산 라인에서의 모든 비용을 Cover하며, 모방이 어렵거나 모방여부를 쉽게 식별할 수 있어 대부분의 경쟁업체를 효과적으로 막을 수 있다.
- 보호(Protection)가 주요 기능상의 장점만 Cover 하여 보호정도가 경쟁업체와 동등수준이며 경쟁자들의 모방은 향후 사업에 크게 영향을 미칠 것으로 보이지는 않는다.
- 경쟁자들이 과다한 비용이나 어려움 없이 회피 설계를 통해 제품을 생산할 수 있다.
- 보호(Protection)정도가 유사 제품을 생산하기 위한 대체기술의 사용을 전혀 막지 못한다.

B. 상업적 우위성

1. 기술상용화 단계(기능)

- 국내 생산라인에서 신규 및 대체제품의 생산이 가능한 기술이다.
- Prototype은 이 기술이 현재 생산라인에 기능상 장점이 있다는 것이 입증되었다.
- 기능상의 장점이 연구단계에서 입증된 수준이다.
- 기능상의 장점을 입증하기 위해서 필요한 연구개발 계획을 수립하였다.
- 연구결과 기존기술에 비해 기껏해야 동일한 수준이다.

2. 기능적 우위성(기능)

- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 없고 장점이 여러 가지인 좋은 기술이다.
- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 있으나 이를 극복할 우수성을 확보하였다.
- 경쟁/대체기술이 일부 존재하고 약간의 단점이 있으나 보완할 여지가 있다.
- 경쟁/대체기술의 출현가능성이 매우 높은 기술이다.
- 경쟁/대체기술이 다수 존재하고 성능면에서 효과가 매우 불확실하다

3. 기술의 생산력(기능)

- 기존설비, 인력 및 원자재로 생산이 가능하다.
- 기존설비를 활용할 수 있으나 원자재는 새로이 확보해야 한다.
- 기존 원자재를 활용할 수 있으나 기존설비의 보완 및 확장이 필요하다.
- 기존 원자재를 활용할 수 있으나 신규설비가 필요하다.
- 큰 규모의 신규설비투자가 필요하고 원자재도 새로이 확보해야 한다.

4. 기술의 자립도(기능)

- 제품의 핵심 및 주변부분 모두에 기인하며, 독자적인 사업화가 가능하다.
- 제품의 핵심부분에 기인하여 제품에의 기여도가 절반이상이며 추가로 필요한 보완적인 기술은 잘 알려진 기술이다.
- 제품화를 위해 보완적인 기술이 필요하나 적은 비용으로 외부조달이 가능하다.
- 제품화를 위해 보완적인 기술이 필요하며 보완기술의 확보에 시간과 비용이 많이 든다.
- 제품화에 거의 기여하지 못한다.

5. 기술의 파급효과(활용)

- 파급효과 매우 커서 대부분의 기술을 혁신시키며 이 기술을 기반으로 사용한다.
- 다수 산업과 다수 제품분야에서 활용성이 입증되고 미치는 영향도 크다.
- 소수 산업분야와 소수 제품분야에서 지속적으로 활용된다.
- 일부 산업분야에 활용성이 증명된 기술이나 그 영향이 미미한 정도이다.
- 산업분야에서 기술의 활용성이 입증된 바 없다.

6. 유사기술의 성공사례(활용)

- 유사기술이 전 세계적으로 성공적으로 사용되고 있다.
- 유사기술이 국내 또는 전 세계적으로 실용화되어 성공한 사례가 있다.
- 유사기술의 상용화가 진행 중이다.
- 유사한 연구개발이 다른 곳에서 진행 중이다.
- 유사한 아이디어들이 입증되어 왔지만 상업화에 성공하지 못하였다.

7. 시장진입 용이성

- 향후 법제도 장려요인이 있거나 6개월 이내에 생길 가능성이 높아 시장진입이 매우 용이하다.
- 최소한의 규제만 있어 시장진입이 용이하며, 대처능력이 있다.
- 시장진입에 대한 규제가 있으나 향후 1년 이내에 제거가 확실한 상황이다.
- 중요한 진입장벽은 있으나 제거할 수 있다.
- 승인에 오랜 시간이 소요되어 시장진입이 상당히 지연된다.

8. 시장확보 가능성(재무)

- 시장점유율에 있어 리더에 속한다.
- 기존시장을 점유함과 아울러 새로운 시장이 창출된다.
- 현존시장이 여러 업체들에 의해 분할된다.
- 단일시장이나 Niche 시장만 존재한다.
- 기업이 너무 Minor해서 주요 시장 창출 가능성이 없다.

9. 가격/원가 우위성(재무)

- 국내 또는 세계시장에서 가격/원가경쟁력이 충분하다.
- Prototype 분석결과 현재의 생산라인에 비해 가격/원가의 장점이 있다.
- 연구개발단계에서 가격/원가경쟁력이 입증되고 기존 대체품 대비 경쟁력이 있다.
- 연구개발단계에서 긍정적인 비용/이익 분석결과가 이루어지지 않았으나 틈새시장 진입 가능성이 있다.
- 우선 순위에서 밀려 더 이상 아이디어를 발전시키지 못하고 소수 분야의 시장만 관심을 나타내고 있다.

10. 이익구조상 우위성(재무)

- 기술적인 장점으로 인해 많은 대체품보다 높은 값을 받을 수 있다.
- 원가절감으로 평균이상의 이윤 달성이 가능한 수준이다.
- 완료를 위해 필요한 투자는 가능하다.
- 생산/운영비용이 너무 많이 든다.
- 초기에 필요한 투자가 너무 크다.

다) 기술기여도

- 결과적으로 산업기술요소와 개별 기술 강도를 고려한 평가대상기술의 기술 기여도는 30.55%로 산출되었음

<표 4-21> 개별기술강도와 기술기여도

구 분		소 항 목	평 점	
개별 기술강도	법적인 보호강도	권리보호의 중요성	4.75	
		권리범위 및 강도	0.25	
		권리의 안정성	2.5	
		경쟁기술대비 방어정도	2.5	
		소계(A)	10	
	상업적 우위성	기술상용화 단계	1.25	
		기능적 우위성	2.5	
		기술의 생산력	4.75	
		기술의 자립도	1.25	
		기술의 파급효과	3.75	
		유사기술의 성공사례	4.75	
		시장진입 용이성	1.25	
		시장확보 가능성	2.5	
		가격/원가 우위성	2.5	
		이익구조상 우위성	4.75	
		소계(B)	29.25	
		평점 합계 (C=A*2+B*1.2)		55.1
		산업기술요소(D)		43.85%
		기술기여도 (E=C*D)		24.16%

7) 기술가치 금액

- 평가대상기술은 미래 여유현금흐름의 현재가치 합계액이 30억 5,700만 달러이며, 기술기여도를 감안한 결과적인 본 기술의 기술가치금액은 **7억 3,900만 달러**로 산출되었음

5. 특허 및 선행 기술 파악

1) 제초제 저항성 형질 관련 특허 분석

제초제 저항성 유전 형질의 특허 맵핑 목적으로 특허 동향, 적용 기술별, 출원 시기, 출원인을 조사한 바 1990년 후반부터 여러 회사에서 지속적으로 개발하고 있으며 제초제 타킷 효소 특허가 많았음

■ 특허 정량분석 목적

- PPO 계 제초제 저항성 형질과 밀접한 관계의 특허 검색
- PPO 유전자 및 PPO 계 제초제에 대한 기술 분야의 특성 조사
⇒ 기술개발 방향 설정 및 특허확보 전략 수립에 활용

■ 검색 대상 국가 및 연도

한국, 미국, 일본, EU 및 중국을 포함하고, PCT 출원까지를 범위로 하였음
분석 대상 특허 건수는 ~1,100 건 이었고, 이들 특허를 3가지 기술별로 분류하여 조사함

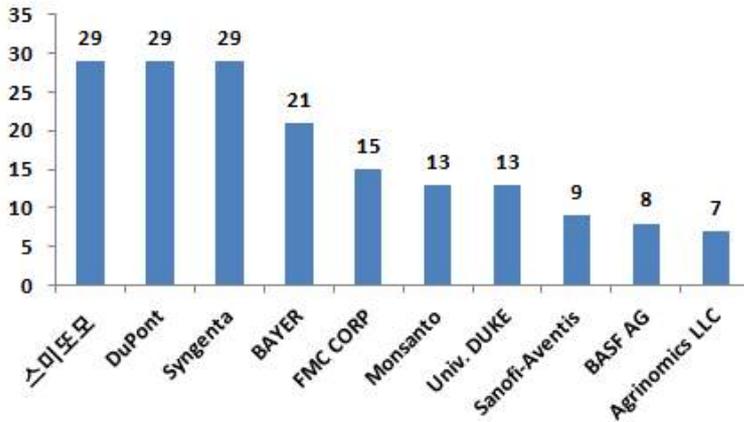
▪ 분석 대상 기술별 분류

분류코드	기술내용
PA	PPO 변이체 개발 : PPO 유전자 modification
PB	PPO계 제초제 무독화(detoxification)
PC	PPO 유전자의 과발현

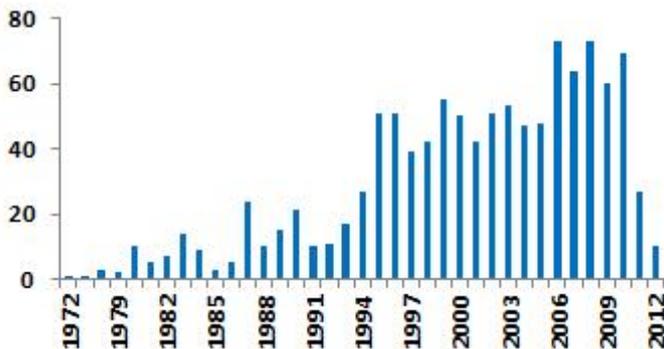
▪ 기술분류별 검색기준

분류코드	검색기준
PA	PPO 유전자의 변이체 : PPO의 뉴클레오타이드 또는 아미노산 서열의 결실, 치환 등의 변이가 발생하여 제초제 저항성을 개발한 특허
PB	제초제에 존재하는 우라실 또는 피리미딘 구조 결합을 분해하여 제초제의 독성을 제거하는 펩타이드 특허
PC	유전자 발현 조절 서열을 이용하여 PPO를 과발현시킴으로써 제초제 저항성을 개발한 특허

■ 분석 결과 1 : 주요 출원인 현황

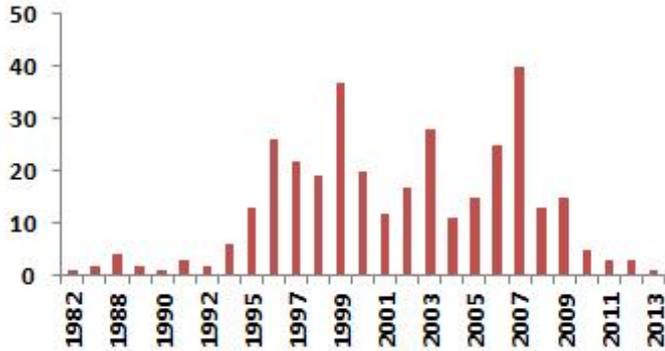


■ 분석 결과 2 : 연도별 제초제 저항성 형질 특허출원 추이



- 1980년대 이 후 점차적으로 특허 출원이 증가하는 추세

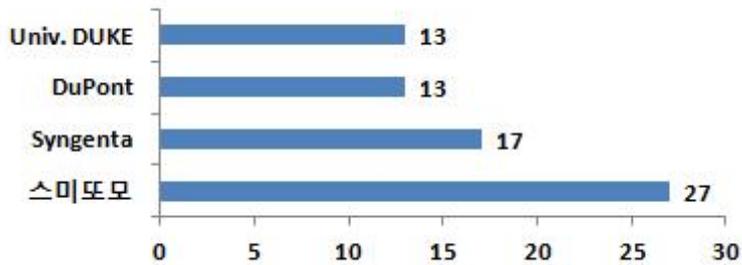
■ 분석 결과 3 : 연도별 PPO 계 제초제 저항성 형질 특허출원 추이



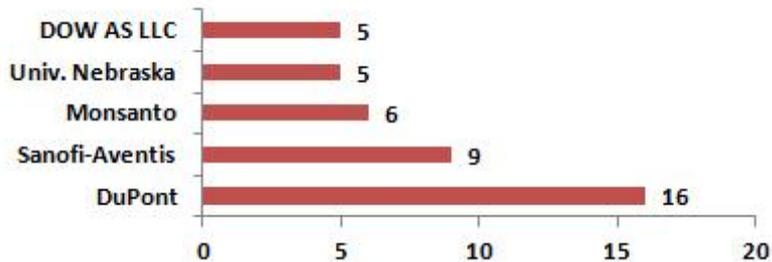
1995년 이후부터 출원이 증가하다가 2007년 이후 부터는 감소함. 특허 기술을 통한 상업화 사례가 없음. 동 시기에 PPO 계 제초제는 상업적 경쟁력이 낮은 제초제를 대상으로 연구 함

■ 분석 결과 4 : 적용 기술별 특허 출원 현황

- PA 기술(제초제 타킷 효소 관련기술) 주요 출원인



- PB 기술(제초제 무독화 기술) 주요 출원인



- PC 기술(효소 과발현 기술) 주요 출원인



2) 기술 개발 접근 방안

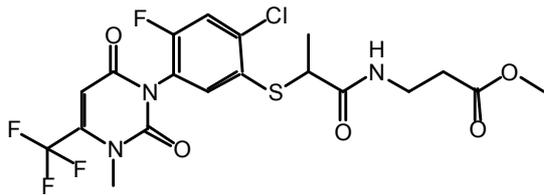
PPO 계 제초제 저항성 형질의 개발 방법은 두 가지 접근 방안이 있음. 첫 번째는 제초제가 공격하는 타깃 효소의 결합부위가 억제와 낮은 결합력을 가진 구조인 PPO 단백질을 coding 하는 유전자를 식물에 형질전환하는 방법임(사례: Glyphosate 저항성 형질인 토양 박테리아 유래 EPSPS 는 glyphosate와 결합하지 않으므로 단백질 구조로 인해 제초제 저항성을 갖게 됨).

다른 접근 방안은 제초제의 화합물 구조를 변형하는 효소 유전자를 식물에 형질전환 하는 방법임. 상용화 사례로 옥신계 제초제(Dicamba, 2,4-D) 구조를 변형하는 monooxygenase 유전자가 있음.

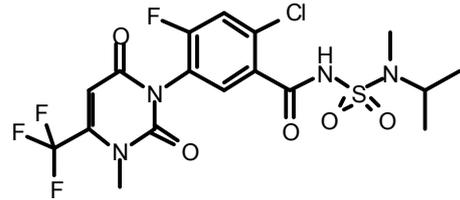
표 1. GM 종자에 사용된 제초제 저항성 형질 종류 및 저항성 기전

GM 종자 기업	제초제	저항성 형질	유전 형질 개발사
Monsanto	Glyphosate	CP4 EPSPS 유전자, 제초제 둔감한 효소	비공개(미국 대학에서 개발)
Bayer CropScience	Glufosinate	bar 유전자, PAT 유전자 화합물 변형 효소	Plant Genetic Systems (벨기에, R&D기업), Bielefeld 대학(독일)
Monsanto	Dicamba	DMO 유전자 - 화합물 변형 효소	네브라스카 대학(미국)
Dow AgroScience	2,4-D	2,4-D monooxygenase 화합물 변형 효소	Ludwigs-Maximilians대학(독일)

Dicamba, 2,4-D는 1960년, 1945년 개발된 약제이고 약제 휘발성에 따른 이행 문제가 있음. 최근 개발된 PPO 계 제초제인 Saflufenacil, Tiafenacil 화합물은 uracil 링과 벤젠 구조에 tail 구조를 지닌 화합물이므로 핵심 구조인 uracil 링을 분해하는 효소가 개발 되어야 함. 토양 미생물 중에서 uracil 링의 질소를 분해하는 효소는 쉽게 발견되지 않고 있음.



Tiafenacil 화합물 구조



Saflufenacil 화합물 구조

그림 1. Pyrimidinedione 계열의 PPO 제초제 화합물 구조

제초제 분해 효소의 경우 분해된 대사체의 core compound (uracil 링) 가 여전히 제초제 기능을 하여 식물 대사를 저해하는 효과를 나타내고, 분해된 대사체의 안전성 문제도 고려해야 하므로 상업화 기술 개발이 쉽지 않은 것으로 파악 됨.

PPO 저해 제초제의 분해 효소는 cytochrome P450 연구 사례 (BASF사) 가 있으나 식물 세포내 isoform 유전자가 다수 존재하고, 다수의 케미컬에 작용하는 문제점이 있음.

최근 공개된 BASF 사 특허에서는 방선균의 cytochrome P450 가 Saflufenacil 을 분해하는 기능을 갖고 있으나 이 유전자를 형질전환한 콩을 대상으로 한 Saflufenacil 저항성 실험 결과에서 저항성 정도가 약하여 상업성에 미달함.

선행기술과 특허 조사를 통해 얻은 결론은 아래와 같음

- (1) 제초제 저항성 형질의 특허출원은 지속적으로 증가, 주요 출원인은 농화학 회사임
- (2) PPO 계 제초제 저항성 형질의 특허는 1995년부터 증가하여 2007년 이후 감소하였으며

동기간의 시장에 출시된 PPO 계 제초제는 우수한 성능을 지니지 못하였음

- (3) PPO 계 제초제 저항성 형질의 개발 방안은 타깃 효소가 제초제와 결합력이 낮은 효소를

개발하는 것이 성공 가능성이 높음

3). 유전 자원 소스 검토

PPO 계 제초제의 타깃 유전자 특허 내용은 다음과 같음. 식물 유래 PPO 유전자는 신젠타가 개발한 PPO 계 제초제인 Butafenacil 저항성 유전자로 특허를 등록 하였음 (Butafenacil 은 약해 문제로 매출 1천만 \$ 미만으로 상업화 실패).

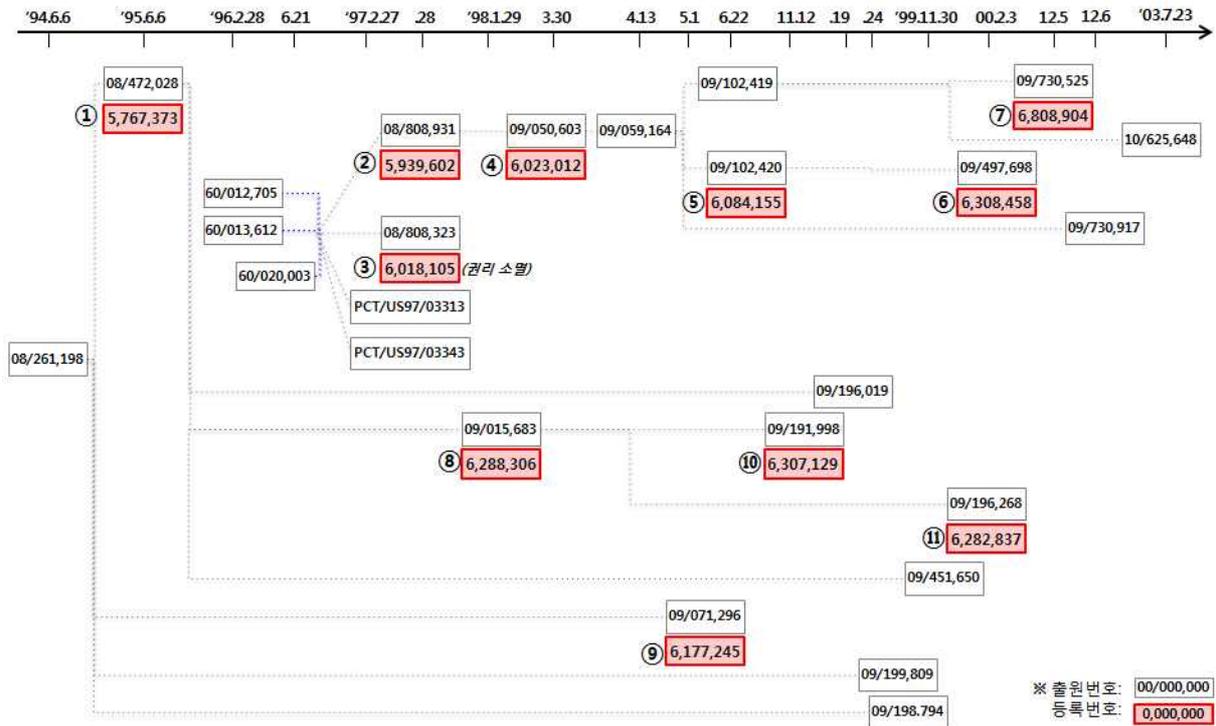


그림 2. 신젠타 사의 식물 PPO 유전자를 이용한 PPO 저항성 형질의 특허 현황

표 2. 신젠타 사 특허 분석(권리사항 중심)

No	등록번호	발명의 명칭	주요내용
1	5,767,373	MANIPULATION OF PROTOPORPHYRIN OGEN OXIDASE ENZYME ACTIVITY IN E UKARYOTIC ORGANISMS	Protox 활성을 갖는 진핵생물로부터 유래된 단백질을 코딩 하는 분리된 DNA 분자
2	5,939,602	DNA MOLECULES ENCODING PLANT PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE AND INHIBITOR-RESISTANT MUTANTS THE REOF	천연 protox 효소의 억제에 대한 저항성을 가지는 아미노산 으로 적어도 하나 이상이 변형되며, 천연 protox 효소와 비 교하여 적어도 하나의 아미노산 변형이 있고, 표 1에 제시된 서열 중 240, 245, 246, 388, 390, 451, 455, 500, 또는 536 위치에 상응하는 부분에 적어도 하나 이상의 아미노산 잔기 가 치환되는 것을 특징으로 하는 protox 활성을 가지는 변 형된 효소를 코딩하는 식물 DNA 분자
3	6,018,105	PROMOTERS FROM PLANT PROTOPOR PHYRINOGEN OXIDASE GENES	특정 아미노산 서열(변형된 Protox를 코딩하는 아미노산 서 열)을 코딩하는 분리된 DNA 분자
4	6,023,012	DNA MOLECULES ENCODING PLANT PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE	특정 아미노산 서열(변형된 Protox를 코딩하는 아미노산 서 열)을 코딩하는 분리된 DNA 분자
5	6,084,155	HERBICIDE-TOLERANT PROTOPORPHY RINOGEN OXIDASE ("PROTOX")GENES	야생형 효소와 비교하여 적어도 하나 이상의 아미노산 치환 부분을 가지는 변형된 효소로서, 상기 효소를 코딩하는 서 열은 형질전환 식물체의 뉴클레오티드 구조물에 삽입되어 제초제 내성을 나타낼 수 있는 것을 특징으로 하는, protox 활성을 가지는 변형된 효소를 코딩하는 변형된 식물 뉴클레 오티드 서열을 포함하는 DNA 분자

No	등록번호	발명의 명칭	주요내용
6	6,308,458	HERBICIDE-TOLERANT PLANTS AND METHODS OF CONTROLLING THE GROWTH OF UNDESIRED VEGETATION	변형된 protox 활성을 갖는 식물 DNA 분자를 갖는 유전자 변형 식물(또는 종자)에 protax-억제형 제초제 유효량을 적용하는 것을 포함하는 목적하지 않는 초본식물의 성장 조절 방법
7	6,808,904	HERBICIDE-TOLERANT PROTOX GENES PRODUCED BY DNA SHUFFLING	protax 활성을 가지는 효소를 코딩하는 적어도 둘 이상의 서로 다른 DNA 주형으로부터 protax 활성을 갖는 효소를 코딩하는 돌연변이된 DNA분자를 형성시키는 방법
8	6,288,306	METHODS OF SELECTING PLANTS, PLANT TISSUE OR PLANT CELLS RESISTANT TO A PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE INHIBITOR	Protax 억제제에 대하여 변형된 protax 저항성을 갖는 유전자를 식물, 식물조직, 식물세포에 형질전환하는 단계 ; protax 억제제를 포함하는 배지에서 상기 형질전환된 식물(세포)를 옮기는 단계; 및 형질전환된 유전자를 포함하여 배지에서 살아남은 식물(세포)를 선별하는 단계를 포함하는, 비-형질전환된 식물로부터 형질전환된 식물(세포)를 선별하는 방법
9	6,177,245	MANIPULATION OF PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE ENZYME ACTIVITY IN EUKARYOTIC ORGANISMS	제초제 내성 protax 효소를 코딩하는 DNA 분자를 발현시킴으로써 변형된 protax 활성을 나타내는, 식물, 식물조직 또는 식물종자
10	6,307,129	HERBICIDE TOLERANT PLANTS, PLANT TISSUE OR PLANT CELLS HAVING ALTERED PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE ACTIVITY	제초제 내성 protax 효소를 코딩하는 DNA 분자를 발현시킴으로써 변형된 protax 활성을 가지며, 상기 변형된 protax 활성은 천연 protax 활성을 억제하는 함량에서 제초제 내성을 나타내는 것을 특징으로 하는, 변형된 protax 활성을 가지는 식물(세포)
11	6,282,837	METHODS OF CONTROLLING THE GROWTH OF UNDESIRED VEGETATION WITH HERBICIDE TOLERANT PLANTS OR PLANT SEEDS HAVING ALTERED PROTOPORPHYRINOGEN OXIDASE ACTIVITY	자연에서 상태의 protax 활성을 억제하는 양에 대한 제초제 내성을 갖는 변형된 protax 활성을 보유한 식물 또는 식물종자에, protax-억제형 제초제의 유효량을 적용함으로써 목적하지 않는 초본 식물의 성장을 조절하는 방법

4) 기존 특허 회피 방안

식물 PPO 효소는 엽록체의 테트라파이롤 생합성 과정에서 protoporphyrin 합성의 Key 효소임. 식물의 엽록체는 진화과정에서 광합성 세균이 식물에 전이 되어 현재 고등식물이 된 것임.

PPO 효소는 단백질의 크기와 구성 domain에 따라 hemY, hemJ, hemG type 으로 구분되며 이 중 식물은 기질 결합 도메인, FAD-binding 도메인, membrane binding 도메인을 지닌 hemY 타입의 PPO 임. 세균에서도 식물과 같은 hemY 타입의 PPO가 존재하므로 이들 중에서 식물에서 발현이 되는 PPO 단백질을 활용하면 PPO 계 제초제에 둔감한 형태의 효소 개발이 가능함.

토양 세균(*Myxococcus xanthus*) 의 PPO 유전자를 벼에 형질전환 시켜 diphenylether 계 제초제 (Acifluorfen) 에 저항성 연구를 하였음. *MxPPO* 는 제초제에 둔감형이 아니므로 형질전환 벼에서 약제 저항성 정도가 낮고, 벼 수량성이 대조구에 비해 10% 감소되는 결과를 보여 상업적 형질로는 미흡함 (*MxPPO* 연구는 2008년 이후 연구가 없음).

광합성 박테리아 (남세균) 의 유전 정보 data base를 분석한 결과, 식물과 동일한 hemY PPO 효소 유전자가 15종 있으며 이들 균주로부터 PPO 활성이 우수하고, 식물에서 단백질 발현이 검증된 PPO 를 대상으로 저항성 형질의 개발 가능성을 확인 함.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

원핵생물인 세균에서 식물과 동일한 타입의 hemY PPO을 지닌 자원으로부터 PPO 계 제초제 저항성 유전자를 확보하였음.

남세균 유래 PPO 유전자는 애기장대에 정상적으로 발현되며, Pyrimidinedione 계열 PPO 제초제인 Tiafenacil 저항성을 보여 작물에 비선택성 제초제의 저항성 형질로 개발 가능함을 확인 함.

제초제 저항성 PPO 유전자를 대량·고속으로 *in vivo* 스크리닝 하는 시스템을 개발하였음.

PPO 단백질의 입체 구조를 모델링 하는 기술을 개발하고 약제와 결합력을 바탕으로 결합력이 낮은 구조의 PPO를 활용하는 제초제 저항성 개발 전략을 확보 함.

성과활용 계획

- 비선택성 PPO 계 제초제(Pyrimidinedione 계열) 저항성을 부여하는 유전자 개발에 활용함
- 제초제 저항성 유전 자원의 추가 스크리닝 방법으로 활용
- PPO 계 제초제 저항성의 기전을 연구하여 제초제 저항성 형질의 기술 판매에 활용 함

VI. 참고문헌

Che FS, Watanabe N, Iwano M, Inokuchi H, Takayama S, Yoshida S, Isogai A (2000) Molecular characterization and subcellular localization of protoporphyrinogen oxidase in spinach chloroplast. *Plant physiology* 124:59-70

Corradi HR, Corrigall AV, Boix E, Mohan CG, Sturrock ED, Meissner PN, Acharya KR (2006) Crystal structure of protoporphyrinogen oxidase from *Myxococcus xanthus* and its complex with the inhibitor acifluorfen. *J Bio Chem* 281(50):38625-33

Funke T, Han H, Healy-Fried ML, Fischer M, Schönbrunn E (2006) Molecular basis for the herbicide resistance of Roundup Ready crops, *PNAS* 103:13010-13015

Koch M, Breithaupt C, Kiefersauer R, Freigang J, Huber R, Messerschmidt A (2004) Crystal structure of protoporphyrinogen IX oxidase: a key enzyme in haem and chlorophyll biosynthesis. *The EMBO journal* 23:1720-1728

Li X, Volrath SL, Nicholl DBG, Chilcott CE, Johnson MA, Ward ER, Law ML (2003) Development of protoporphyrinogen oxidase as *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of Maize. *Plant Physiol* 133:736-747

Qin X, Sun L, Wen X, Yang X, Tan Y, Jin H, Cao Q, Zhou W, Xi Z, Shen Y (2010) Structural insight into unique properties of protoporphyrinogen oxidase from *Bacillus subtilis*, *JSB* 170:76-82

Yang K, Jung S, Lee Yonghyuk, Back K (2006) Modifying *Myxococcus xanthus* protoporphyrinogen oxidase to plant codon usage and high level of oxyfluorfen resistance in transgenic rice. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 86:186-194

SUMMARY

It was determined the value of PPO-inhibiting herbicide resistance trait, and was developed a strategy for technology development through patent analysis.

Non-selective herbicide resistance trait was evaluated as having a value of more than \$ 2.5 billion.

Global agrochemical companies are pursuing the development of resistance trait of PPO-inhibiting herbicides. Syngenta attempted to develop PPO-inhibiting herbicide resistant PPO enzyme by modifying the target of the PPO-inhibiting herbicide. BASF is developing enzymes which break down the PPO-inhibiting herbicide.

Through the technology analysis, it was revealed that possibility to confer herbicide resistance to plants through the modification of the target enzyme is high. However, because of the presence of a patent from Syngenta using PPO genes from plants, PPO genes originated from the other kingdom species, cyanobacteria, were studied.

This research team secured the PPO-inhibiting herbicide resistance gene from the resources, cyanobacteria, with hemY-type PPO, the same type as plant one.

It was found that cyanobacterial PPO genes were expressed normally in Arabidopsis plants and could be utilized to develop non-selective herbicide resistance trait for crops as the plants showed resistance against Tiafenacil, a recently developed PPO-inhibiting herbicide.

It was developed the high throughput system screening herbicide resistance PPO genes in vivo.

It was developed the technology for modeling 3D structure of PPO proteins, and secured the technology to confer herbicide resistance through substitution of amino acids to lower electrostatic interaction energy between chemical and

protein.

Developed technology was utilized to screen herbicide resistance genetic resources.

CONTENTS

- I . Title
- II. Purpose and necessity of research and development
- III. Content and range of research and development
- IV. Result of research and development
 1. Evaluation of technology value
 - (a) Evaluation purpose
 - (b) Technologies to be evaluated
 - (c) Evaluation method
 - (d) Main conditions and hypothesis for evaluation
 - (e) Summary of evaluation result
 2. Understanding patents and previously developed technologies
 - (a) Analysis of patents about herbicide resistance traits
 - (b) Plan for technology development
 - (c) Examination on sources of genetic resources
 - (d) Plan for existing patents evasion
- V. Research outcome and its application plan
- VI. reference