

온난화 대응 고부가가치 잔디 신품종 개발

Development of genetically engineered turfgrass varieties with high commercial values for global warming

주관연구기관	제주대학교
연구책임자	송인자
발행년월	2014-05
주관부처	미래창조과학부
사업관리기관	한국연구재단
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201500003848
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 17:27:20

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

일반연구자지원사업 최종(결과)보고서

							양식A101	
① 부처사업명(대)	기초연구사업			보안등급(보안, 일반)		일반		
② 사 업 명(중)	일반연구자지원사업			공개가능여부(공개, 비공개)		공개		
③ 세부사업명(소)	여성과학자							
④ 과제성격(기초, 응용, 개발)	기초	④-1 실용화 대상여부(실용화, 비실용화)						
⑤ 과 제 명	국 문	온난화 대응 고부가가치 잔디 신품종 개발						
	영 문	Development of genetically engineered turfgrass varieties with high commercial values for global warming						
⑥ 주관연구기관	제주대학교							
⑦ 협동연구기관								
⑧ 주관연구책임자	성 명	송인자		직급(직위)	전임급(연구교수)			
	소속부서	아열대원예산업연구소		진 공	식물생명공학			
⑨ 연구개발비 및 참여연구원수 (단위: 천원, M·Y)								
년 도	정부출연금 (A)	기업채부담금			정부외 출연금 (B)	상대국 부담금 (F)	합계 G=(A+B+E)	참여 연구원수
		현금 (C)	현물 (D)	소계 E=(C+D)				
1차년도	44,800			0			44,800	2
2차년도	44,800			0			44,800	2
3차년도	44,800			0			44,800	2
4차년도				0			0	
5차년도				0			0	
합계	134,400	0	0	0	0	0	134,400	6
⑩ 총연구기간	2011. 05. 01 ~ 2014. 04. 30 (36 개월)							
⑪ 다년도협약연구기간	기재하지 않음							
⑫ 당해연도연구기간	2013. 05. 01 ~ 2014. 04. 30(12개월)							
⑬ 참여기업	중소기업수		대기업수		기타		계	
								0
⑭ 국제공동연구	상대국연구기관수		상대국연구개발비		상대국연구책임자수			
<p>관계 규정과 모든 지시사항을 준수하면서 국가연구개발사업에 따라 수행 중인 연구개발과제의 최종보고서를 붙임과 같이 제출 합니다.</p> <p style="text-align: center;">2014 년 05 월 25 일</p> <p style="text-align: center;">주관연구책임자 : 송 인 자</p> <p style="text-align: center;">주관연구기관장 : 제주대학교 산학협력단 단장</p>								

〈 목 차 〉

I. 연구결과 요약문

II. 연구내용 및 결과

1. 연구과제의 개요	4
2. 국내·외 기술개발 현황	5
3. 연구수행 내용 및 결과	6
4. 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도	7
5. 연구결과의 활용 계획	8
6. 연구과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	9

III. 연구성과

I. 연구결과 요약문

잔디는 세계 4대 작물인 옥수수 다음으로 시장규모가 크며 단위면적당 생산단가가 타 작물에 비해 매우 높은 고부가가치 경제작물이다.

그러나 최근 지구온난화로 인한 가뭄, 홍수 및 사막화 등의 환경적 요인은 잔디를 비롯한 작물의 재배적 어려움을 초래하고 있다. 특히 최근 고온다습한 날씨가 지속되면서 국내 대부분의 축구장에 깔려 있는 한지형 잔디의 고사현상 및 잔디 패임 현상에 대한 문제의 심각성이 제기 되었다. 그러므로 지구 온난화 문제에 대응할 수 있는 환경스트레스 저항성 잔디 신품종 개발의 중요성이 더욱 커지고 있다.

① 본 연구에서는 형질전환 효율을 높이기 위하여 여러 가지 조건을 검토하여 공동배양 후 *Agrobacterium*이 overgrowing 되지 않으면서 증식율이 좋은 callus를 선발하였으며 형질전환 효율을 높일 수 있는 감염방법을 개발하였다(1 day shaking)

② 고온건조스트레스 저항성 잔디개발을 위한 TCTP 프로모터(ETP), OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터와 HSP101 프로모터, OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 제조완료 하였다.

③ TCTP 프로모터(ETP), OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 이용하여 형질전환을 수행한 결과 들잔디 1개체, 벤트그라스 7개체를 확보하였다.

④ OsHSP101 프로모터, OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 이용하여 형질전환을 수행한 결과 들잔디 13개체, 벤트그라스 3개체를 확보하였다.

⑤ 확보된 형질전환체들의 분자생물학적 검증(RT-PCR, real-time PCR, Southern blot analysis, PAT strip test) 및 기능분석(건조저항성실험)을 수행하고 순화 및 증식시켰다.

⑥ 들잔디로부터 잔디 RACE 법을 이용하여 6종(ZjWRKY1, ZjWRKY2, ZjWRKY3, ZjWRKY4, ZjWRKY5, ZjWRKY6)의 잔디 WRKY family 유전자들을 확보하였다. 이 중 3종은 2개의 WRKY domain을 가지고 있으며 3종은 1개의 WRKY domain을 가지고 있는 transcription factor임을 확인하였다.

⑦ 확보된 WRKY family 유전자들(6종)의 각 기관별 발현패턴, 스트레스 처리조건별 발현패턴 등을 분석한 결과 저온 및 건조 저항성 관련 유전자들임을 확인할 수 있었다.

⑧ RACE 법을 이용하여 확보된 WRKY family 유전자들(저온스트레스관련)의 벡터구축을 완료하였다 (2종)

⑨ RACE 법을 이용하여 확보된 신규 WRKY family 유전자들(저온스트레스 관련)을 들잔디에 형질전환하여 ZjWRKY2 10개체, ZjWRKY4 10개체를 확보하였다.

Ⅱ. 연구내용 및 결과

- ◎ 1. 연구과제의 개요 ~ 6 기타사항을 항목에 따라 작성함
- ◎ 제목 14point, 소제목 12point, 본문내용은 10point로 작성하며, 줄 간 간격은 조정 가능함
- ◎ 내용 작성과 관련한 설명내용(청색 박스로 표시된 부분)은 내용 작성 시 제거하고 기술함

1. 연구과제의 개요

(1) 연구목표

본 연구는 기후변화에 대응할 수 있는 고부가가치 잔디 신품종을 개발하기 위하여 (1) 환경스트레스 저항성 유용유전자를 클로닝하고 검증함과 동시에 (2) 기 확보된 유용유전자와 잔디 형질전환 기술을 이용하여 상업적으로 경쟁력 있는 고품질의 잔디 신품종을 개발하고자 한다.

(2) 연구의 필요성

① 잔디는 세계 4대 작물인 옥수수 다음으로 시장규모가 크며 단위면적당 생산단가가 타 작물에 비해 매우 높은 고부가가치 경제작물이다. 또한 비식용 작물로 영양번식이 가능하여 형질 고정에 장기간이 소요되지 않고 대량번식이 가능하기 때문에 비교적 단기간에 유전공학적 우량 품종을 육성할 수 있는 작물이다. 또한 잔디 산업 시장규모는 미국의 경우 약 30조원, 우리나라의 경우 2002년 기준으로 약 7,500억 원이며 그 중 잔디 생산업이 2,000억원, 잔디 종자가 200억 원, 때 생산이 650억 원으로 고부가가치를 창출할 수 있는 작물이다 (한국잔디학회 2002). 이러한 장점으로 인하여 최근 영호남 지역 논의 일부가 잔디재배용으로 변환되고 있는 추세이며 이는 벼농사에 비해 노동력 및 관리비용이 적게 들면서 5배 이상의 소득 창출이 가능하기 때문이다.

② 잔디는 유지 관리 비용이 많이 드는 작물로서 국내 환경부가 2009년 전국 골프장 농약 사용 실태를 조사한 결과 363개의 골프장에서 연간 366.4톤의 농약을 사용한 것으로 나타났으며, 미국의 경우 해마다 약 30억 불이상을 유지관리비용으로 소모하고 있어 과다한 농약의 사용에 따른 환경오염 문제가 야기되고 있다. 그러므로 생명공학 기법을 이용하여 유지관리비용을 획기적으로 줄일 수 있는 고부가가치 유전공학 잔디 품종 개발이 요구되고 있다.

③ 그 밖에 최근 지구온난화로 인한 가뭄, 홍수 및 사막화 등의 환경적 요인은 잔디를 비롯한 작물의 재배적 어려움을 초래하고 있다. 특히 최근 고온다습한 날씨가 지속되면서 국내 대부분의 축구장에 깔려 있는 한지형 잔디의 고사현상 및 잔디 패임 현상에 대한 문제의 심각성이 제기 되었다. 그러므로 지구 온난화 문제에 대응할 수 있는 환경스트레스 저항성 잔디 신품종 개발의 중요성이 더욱 커지고 있다.

④ 최근 국제적으로 WTO 및 FTA 타결에 따른 농산물 시장 개방화, 우리 중묘회사의 해외 매각, 기후변화

심화와 국제식물신품종보호동맹(UPOV) 가입에 따른 종자 지적재산권 강화 추세에 따라 국가 간 신품종 및 유전자원 확보 경쟁이 치열해지고 있어 국내 농업 및 생명공학의 발전을 위하여 국산 신품종 및 유전자원 개발이 긴요한 상황이다.

⑤ 따라서 상업성이 높고 환경친화적인 유용유전자와 잔디 형질전환기술을 이용한 고부가가치 유전공학 잔디 품종 개발의 중요성이 더욱 커지고 있다. 따라서 이러한 생명공학 기법을 이용하여 개발된 기능성 잔디품종은 향후 농가소득 증대와 수입대체 및 수출 품목으로 주요하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 국내외 기술개발 현황

(1) 국내연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
제주대학교	제초제 저항성 잔디 품종 개발 음지 내성형 제초제 저항성 잔디 품종 개발 환경스트레스 저항성 잔디 품종 개발	GMO 등록과 품종상업화 시도 중
한국원자력연구소, 목포대학교	돌연변이 기술활용 잔디품종 개발	변이체 유도 및 특성검정 진행
한국생명공학연구소, 축산연구소, 경상대학교	스트레스 저항성 유전공학 목초 개발	환경위해성 등의 포장시험 수행 중
건국대학교 및 단국대학교	선발 및 교잡육종을 통한 난지형 잔디품종 개발	개발된 품종의 특허권 확보 및 기술이전 및 생산활용
금호생명(연), 제주대학교, 전남대학교	음지 내성형 제초제 저항성 잔디 품종 개발, 병저항성 잔디 품종 개발, 컬러잔디 개발	유전공학 잔디 획득 및 분석 중
한국잔디연구소	친환경 골프장 관리 기술	골프장 관리시 제초제 및 살균제 사용량 절감

- 제주대학교 이효연 교수 연구팀은 2002년부터 개발된 제초제 저항성 들잔디의 포장에서의 후대검증 등을 수행하였다. 또한 다양한 환경위해성 평가 실험을 수행하여 그 결과를 환경위해성 평가실험 관련 전문 기관인 미국원예학회의 국제학술지 Journal of Environmental Quality에 발표하였다. 또한 2010년 11월 29일 환경위해성 평가심사 신청서를 농촌진흥청에 제출하였다.

(2) 국외연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
스코츠사(Scotts Co.)	라운드업 제초제 저항성 유전공학 bentgrass 잔디 개발	GMO 등록과 품종상업화 시도 중
미국 솔크 생물학연구소 및 Rutgers university	식물 성장호르몬 합성 관련 BAS-1 유전자를 도입한 키 작은 유전공학 Bentgrass 잔디 개발	GMO 등록과 품종상업화 시도 중 (스코츠사와 공동 추진)
몬산토사	제초제저항성 잔디 품종 개발, 왜소형 형질전환 잔디 개발	제초제 저항성 잔디의 마지막 승인 절차 준비 및 판매 준비
중국 Zhejiang 대학	제초제 저항성 버뮤다 잔디 품종 개발	형질전환 식물체 개발 성공 및 품종 개발
미국 캔사스 주립대학	bentgrass에서 T-DNA 융합 특성 분석	진행중

- 최근에는 미국의 원예회사 스코츠사(Scotts Co.)와 몬산토(Monsanto Co.)가 개발한 골프장용 제초제 저항성 유전공학 잔디가 곧 상품화될 것으로 추정되고 있다. 이 유전공학 잔디의 판매신청을 미국 농무부에 하였으나 유전자 이동성 등의 이유로 반려되어 몇 가지 보충실험을 수행중에 있다.
- 또한 뉴욕타임즈의 2010년의 첨단상품으로 미국 솔크 생물학연구소의 조앤 코리박사 (Dr. Joanne Chory)가 개발한 식물 성장호르몬 합성과 관련된 BAS-1 유전자를 도입시켜 키가 작아진 잔디가 선정.이 유전공학 잔디도 몬산토와 스코츠사가 개발 중인 것으로 알려졌으며, 스코츠사는 연구개발이 완료되어 판매가 시작되면 세계적으로 약 14조원의 시장이 있을 것으로 추정하고 있다.

3. 연구수행 내용 및 결과

(1) 연구수행 방법론 및 주요 연구 내용

- ① 잔디 형질전환 효율을 높일 수 있는 callus 선발 시스템 및 재분화 시스템 개발, 형질전환 조건을 검색하였음.
- ② 벼에 형질전환하여 증명된 고온 건조 스트레스 저항성 OsWRKY11유전자와 고온 건조에 더욱 강력한 HSP101 프로모터를 분양받아 잔디 형질전환용 벡터를 제작하여 형질전환을 수행하였음(들잔디, 벤트그라스).
- ③ 들잔디로부터 RACE방법을 이용하여 환경스트레스 관련 WRKY Family 유전자들을 Cloning하여 분자생물학적 검증을 수행하였음.
- ④ 들잔디로부터 분리된 환경스트레스 관련 WRKY Family 유전자들은 잔디 형질전환용 벡터를 제작하여 형질전환을 수행하였음(들잔디).

(2) 주요 연구 결과

- ① 형질전환 효율을 높이기 위하여 여러 가지 조건을 검토한 결과, 탈분화시킨 callus를 이용하여 재분화시켰을 때 재분화 효율이 100%였으나 Agrobacterium감염율은 떨어졌음. 공동배양 후 Agrobacterium이 overgrowing 되지 않으면서 증식율이 좋은 callus를 선발하였으며 형질전환 효율을 높일 수 있는 감염방법을 개발하였음(1 day shaking)
- ② 고온건조스트레스 저항성 잔디개발을 위한 TCTP 프로모터(ETP), OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터와 HSP101 프로모터, OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 제조완료 하였음.
- ③ TCTP 프로모터(ETP), OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 이용하여 형질전환을 수행한 결과 들잔디 1개체, 벤트그라스 7개체를 확보하였음.
- ④ OsHSP101 프로모터, OsWRKY11, 제초제 저항성 유전자가 도입된 잔디형질전환용 벡터를 이용하여 형질전환을 수행한 결과 들잔디 13개체, 벤트그라스 3개체를 확보하였음.
- ⑤ 확보된 형질전환체들의 분자생물학적 검증(RT-PCR, real-time PCR, Southern blot analysis, PAT strip test) 및 기능분석(건조저항성실험)을 수행하고 순화 및 증식시켰음. 향 후 우수라인들만을 선발하여 필드검증을 수행할 계획임.
- ⑥ 들잔디로부터 잔디 RACE 법을 이용하여 6종(ZjWRKY1, ZjWRKY2, ZjWRKY3, ZjWRKY4, ZjWRKY5, ZjWRKY6)의 잔디 WRKY family 유전자들을 확보하였음. 이 중 3종은 2개의 WRKY domain을 가지고 있으며 3종은 1개의 WRKY domain을 가지고 있는 transcription factor임.
- ⑦ 확보된 WRKY family 유전자들(6종)의 각 기관별 발현패턴, 스트레스 처리조건별 발현패턴 등을 분석한 결과 저온 및 건조 저항성 관련 유전자들임을 확인할 수 있었음.
- ⑧ RACE 법을 이용하여 확보된 WRKY family 유전자들(저온스트레스관련)의 벡터구축을 완료하였음 (2종)
- ⑨ RACE 법을 이용하여 확보된 신규 WRKY family 유전자들(저온스트레스 관련)을 들잔디에 형질전환하여 ZjWRKY2 10개체, ZjWRKY4 10개체를 확보하였음. 향 후 분자생물학적 검증을 통해 우수라인을 선발 한 후 필드 검증을 수행할 계획임.

4. 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

목 표	달성도(%)	관련분야에의 기여도
<ul style="list-style-type: none"> ● 형질전환 효율을 높일 수 있는 여러 가지 조건 검토 	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 형질전환효율을 높일수 있는 방법을 개발하였음 - 개발된 형질전환방법은 연구소의 다른팀들에서 활용하여 다수의 다양한 형질전환체 확보에 기여하고 있음.
<ul style="list-style-type: none"> ● 온난화 대응 고부가가치 잔디신품종 개발을 위한 유전자 벡터 제조 및 형질전환 식물체 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 고온건조스트레스 저항성 잔디 개발용 벡터를 제조하여 들잔디 14개체, 벤트그라스 10개체 확보하였음. - 고온건조스트레스 저항성 잔디의 확보는 온난화대응 작물 개발관련 연구들의 활성화에 기여하고 연구의 방향 설정에 도움이 될것으로 기대됨.
<ul style="list-style-type: none"> ● 고부가가치 잔디 개발에 활용가능한 유용 유전자 발굴 및 벡터 제조 및 형질전환 식물체 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> - RACE 법을 이용하여 다양한 잔디 WRKY family 유전자들을 확보하고 분자생물학적 검증을 수행하였음(6종) - 그 중 2종은(저온스트레스 관련) 벡터구축을 완료하고 들잔디에 형질전환을 수행하여 ZjWRKY2 10개체, ZjWRKY4 10개체를 확보하였음. - 본 연구결과 확보된 환경스트레스 저항성 유전자(저온, 건조 스트레스)들은 타 연구자들에게 분양하여 환경스트레스 저항성 작물을 개발하는데 기여할 것으로 생각됨.

5. 연구결과의 활용계획

- ① 환경스트레스 저항성 관련 유용유전자를 확보하여 잔디 형질전환 식물체를 개발함으로써 형질전환 기술과 형질전환체에 대한 특허 출원으로 지식소유권을 확보 할 수 있음. 또한 본 연구결과 확보된 유용 유전자들은 타 작물에도 이용하여 국가 농업 활성화에 도움을 줄 것으로 기대됨.
- ② 단자엽 식물의 형질전환기술은 아직도 소수의 제한적인 품종에서 성공적으로 수행되고 있는데, 본 과제를 통하여 확보한 단자엽인 잔디의 형질전환기술은 다른 식물들의 형질전환기술 확립에 응용되어질 것으로 기대됨.
- ③ 잔디 관련 다양한 홍보를 활용하여 잔디 수요 창출의 기초 자료로 활용가능 할 것이다.
- ④ 경험적인 방법에 의해 관리되었던 잔디 생산 방법을 보다 체계적이며, 과학적으로 관리할 수 있도록 잔디

생산관리 프로그램을 보급·활용할 수 있음.

⑤ 경제수준 향상과 더불어 수요가 크게 증대되고 있는 상황에서 본 과제는 다양한 잔디 품종을 단시간 내에 개발할 수 있는 방법을 보여줄 것으로 기대되며, 이는 농가 소득 증대 및 수출과 수입대체를 통한 국가 경쟁력 증대에 일조할 것으로 기대됨.

⑥ 본 연구결과 개발된 유전공학 잔디들은 모두 제초제 저항성을 지니고 있음. 제초제 저항성을 포함한 유전공학 잔디는 제초제 사용량과 빈도를 감소시켜 비용과 노동력을 절감하고 환경오염을 줄일 수 있을 것으로 기대됨.

⑦ 미국에서의 잔디 시장규모는 약 30조원에 이르며, 국내의 경우 약 250억원에 이르므로 온난화 대응 고부가가치 잔디 신품종을 개발하여 상품화 할 경우 경제적 파급효과를 가지고 올 것으로 기대됨.

⑧ 수출 전략 작목이 제한되고 있는 현실에서 잔디류가 수출 주도형 작목으로서 크게 기여하는데 본 연구의 결과가 활용될 것으로 기대됨.

⑨ 최종 기능분석을 실시하지 않은 타 유전자들은 향후 후속 연구에 혹은 타 연구자에게 분양하여 활용 할 계획임.

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

없음.

Ⅲ. 연구성과

사업명	여성과학자지원사업	연구책임자	송인자	주관기관	제주대학교
과제번호	2011-0014959	과제명	온난화 대응 고부가가치 잔디 신제품 개발		

※산학강좌,기술이전 및 기술평가는 현재 입력 받지 않는 항목입니다.

과학기술/학술적 연구성과(단위 : 건)													
전문학술지 논문게재				초청 강연 실적	학술대회 논문발표		지식재산권				수상 실적	출판실적	
국내논문		국외논문			국내	국제	출원		등록			저역서	보고서
SCI	비SCI	SCI	비SCI				국내	국외	국내	국외			
0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	1	0

인력양성 및 연구시설(단위 : 명,건)							
학위배출		국내외 연수지원				산학강좌	연구기자재
박사	석사	장기		단기			
		국내	국외	국내	국외		
0	1	0	0	1	1	0	0

국제협력(단위 :명,건)						
과학자교류		국제협력기반			학술회의개최	
국내과학자 해외파견	외국과학자 국내유치	MOU체결	국제공동연구	국제사업참여	국내	국제
0	0	1	0	0	0	0

산업지원 및 연구성과 활용(단위 : 건)							
기술확산				연구성과활용(사업화 및 후속연구과제 등)			
기술실시계약	기술이전	기술지도	기술평가	후속연구추진	사업화추진중	사업화완료	기타목적활용
0	0	0	0	0	0	0	0

기타 성과(단위 : 건)				
언론보도 성과	원자력연구개발사업실적(원자력연구개발사업에한함)			
	기술보고서	설계문서	장비구축 및 개발	분석방법개발
1	0	0	0	0

지식재산권 성과정보										
과제번호	출원등록연월	재산권구분	출원등록구분	발명제목	출원등록인	출원등록국	발명지명	출원등록번호	활용형태	기여도
2011-0014959	20131104	기타	출원	한라그린1	제주대학교 산학협력단	대한민국	송인자, 정옥철, 배태웅, 진일두, 선현진, 강홍규, 고석민, 권용익, 이효연	2013-22	보유기관자체 활용	10
2011-0014959	20131104	기타	출원	한라그린2	제주대학교 산학협력단	대한민국	송인자, 정옥철, 배태웅, 진일두, 선현진, 강홍규, 고석민, 권용익, 이효연	2013-23	보유기관자체 활용	10
2011-0014959	20140304	특허	출원	제초제 저항성 및 왜성을 가지는 잔디 신품종 및 이의 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	송인자, 배태웅, 정옥철, 선현진, 권용익, 강홍규, 고석민, 이효연	10-2014-0025262	보유기관자체 활용	25

학술대회 논문발표 성과정보						
과제번호	발표년월	학술대회명	저자	논문제목	학술대회구분	개최국
2011-0014959	201111	2011 한국식물생명공학회 추계 학술발표회 및 정기총회	송인자, 황보화, 김가현, 김우남, 고석민, 임평옥, 이효연	들잔디(<i>Zoysia japonica</i> Steud.)로부터 WRKY gene family의 분리	국내학술대회	대한민국
2011-0014959	201305	한국원예학회	송인자, 김보화, 황보화, 김우남, 이효연	Molecular Cloning and Characterization of the WRKY Genes Related to Abiotic Stress from <i>Zoysia japonica</i> Steud.	국내학술대회	대한민국
2011-0014959	201210	IPMB	I.J. Song, T.W. Bae, M. Ganesan, J.I. Kim, P.S. Song, H.Y. Lee	Transgenic Herbicide-Resistant Turfgrasses	국제학술대회	대한민국

지역서 성과정보						
과제번호	발간년월	제목	국내외구분	발행처	단행본구분	저자명
2011-0014959	201306	Herbicides - Current researchh and case studies in use	국외	In T e c h (ISBN : 978-953-51-1112-2)	저서	송인자

학위배출인력 성과정보							
과제번호	학위취득연월	학위구분	학위취득자				진로
			성명	성별	대학	학과	
2011-0014959	201203	학사	*****	여성	제주대학교	생물학과	취업(박사후연구원 포함)
2011-0014959	201302	석사	*****	여성	제주대학교	생명공학과	취업(박사후연구원 포함)
2011-0014959	201302	학사	*****	남성	제주대학교	생명공학부	석사과정진학

국내외 연수지원 성과정보						
과제번호	연수기간	연수명	연수구분	연수자	연수국가	연수기관
2011-0014959	20130107~20130205	이온빔을 이용한 한국작물의 돌연변이 육종	교육훈련	*****	일본	RIKEN Center for Developmental Biology
2011-0014959	20130321~20130322	Lightcycler user training	교육훈련	*****	대한민국	Roche

MOU 체결 성과정보				
과제번호	체결연월	체결명	대상국	대상기관
2011-0014959	201304	이온빔을 이용한 한국작물의 돌연변이 육종	일본	RIKEN Center for Developmental Biology

언론보도성과			
과제번호	2011-0014959		
보도게재일자	20130421	보도및게재처	일본 TBS - 夢の扉(꿈의 문) 인터뷰
기사제목	노화지연 잔디 개발 및 중이온 빔을 이용한 잔디 신품종 육성		
관련연구업적	스트레스 저항성 잔디 개발		