

GMO 잔디의 환경생태계 위해성 여부에 관한 연구

Risk Assessment of Genetically Modified Herbicide-tolerant Zoysiagrass for GMO Approval

안영희¹ · 이금표¹ · 김영화² · 최창용² · 송동욱² · 이석창² · 최창호²

¹중앙대학교 식물응용과학과, ²중앙대학교 대학원 원예과학과

I. 서론

잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 벼과의 양지에서 자라는 다년초이다. 잔디는 각종 환경에 대한 적응력이 매우 강한 편이어서 척박한 토양을 피복하는 목적으로 많이 이용되어 왔다. 그러나 최근에는 국민의 생활수준이 향상됨에 따라 환경미화의 목적으로도 많이 이용되고 있다. 또한 야외 스포츠에서는 경기자의 상처를 감소시켜주고 물리적인 충격에 대한 완충효과가 높아 잔디 위에서의 여가 선용과 레저 활동 등이 널리 이루어지고 있다.

1999년 한국 잔디의 재배면적은 전국적으로 약 2,600만 m² 이상이지만 미국의 플로리다주 잔디생산 면적인 1억8천 6백만m²에 비해 1/7 수준에 불과하다(Hodges, 1994; 이 등, 2001). 현재 우리나라의 잔디는 종이나 용도에 크게 구분 없이 동일한 가격으로 유통되고 있으며 이와 같은 잔디류의 시장 환경은 신제품 잔디개발과 보급 및 유통에 대한 연구가 부족한 원인에 기인한다고 판단되어진다. 한편 미국을 비롯한 유럽, 일본 등의 선진국에서는 제초제 또는 병해충 저항성, 내한성, 내서성, 내염성 등을 지닌 기능성 잔디 품종의 개발은 물론 식재용도에 따른 다양한 잔디가 유통되고 있다. 그러므로 변화하는 세계 잔디류 시장 환경과 증가하는 기능성 잔디에 대한 수요에 대비하기 위해 우리나라에서도 다양한 잔디 품종에 대한 연구개발의 필요성이 대두되고 있다.

최근 식물육종 분야에서는 유전자 변형기술을 이용한 다양한 신제품이 보고되고 있다. 잔디 신제품에 있어서도 이와 같은 신 기술을 이용한 “제초제저항성 유전자변형 들잔디(GM 잔디)”가 개발되었다. 이와 같은 유전자 변형 GM 잔디는 잔디재배 및 관리에서 관행적으로 발생하는 각종

문제점을 해결할 수 있다고 보고되고 있다. 가장 일반적인 유전자 변형 GM 잔디는 비선택성 제초제인 바스타(ammonium glufosinate)에 저항성을 나타내는 것으로 보고되어 있다. 제초제 저항성 GM 잔디는 연간 1-2회의 제초제 살포로 잔디밭의 모든 잡초를 효과적으로 제초할 수 있다고 알려져 있으며 이는 제초제 사용량 감소로 인한 환경친화적인 신제품으로 알려져 있다. 그러나 이와 같은 고기능성 GM 잔디를 실용화하기 위해서는 GM 식물이 환경생태계에 미치는 위해성을 사전에 파악하기 위해 다양한 면모로 환경위해성평가를 수행해야한다. 이와 같은 평가과정은 환경생태에 대한 위해성의 사전 차단은 물론 시장에 유통하기 전에 일어날 수 있는 막연한 정서적 우려와 부정적 정보에 따른 소비자들의 불안감을 해소하기 위해 필수적이다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 국내에서의 과학적이고 실증적인 환경위해성평가 실험기준은 1999년 8월 처음으로 식품의약품안전청에서 ‘유전자재조합 식품 및 식품첨가물 안전성 평가자료 심사지침’에서 제정되었다. 그 후 2004년 2월에 안전성 의무화 제도에 따른 개정된 지침에 따라서 2005년 12월 기준으로 콩, 면화, 옥수수 등 총 36개 품목이 식품안전성 심사를 받아야만 한다. 그러나 식품이 아닌 조경소재로서의 GM 잔디에 대한 안정성에 대한 평가지침은 아직까지 마련된 바 없다.

본 연구는 제초제저항성 GM 잔디의 환경위해성 평가의 기초를 마련하기 위하여 수행되었던바, 야생형 잔디와 GM 잔디의 생육특성 및 형질특성을 상대적으로 비교하고 금후 야외에서의 식재 시 일어날 수 있는 잡초화 등의 제반 생태적 위해 가능성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 실험시기

본 실험에서 사용한 GM 잔디는 제주대학교 격리포장에서 재배한 제초제 저항성 GM 잔디와 야생형 들잔디이다. 20x20cm² 규격 뗏장 상태의 잔디 시료는 2008년 3월에 격리 운송수단을 통해 중앙대학교 GMO 격리포장에 이송하여 외부와 격리된 상태로 2009년 3월 까지 재배하며 다음과 내용을 조사하였다. 경기도 안성시 보개면 소재의 중앙대학교 GMO 격리포장은 면적 26,400m²이며 기상환경은 2008년의 평균 기온은 14.3℃, 평균 강수량은 1,016.5mm, 일조시간은 1,448.9시간이다.

2. GM 잔디의 도입유전자 분자적 확인 및 유전적 안정성 검정

GM 잔디의 DNA 추출은 중앙대 GMO 격리포장에 재식된 전체 GM잔디 포장 배치구에서 총 32개 stolon을 하나하나 채취하여 실험실로 이동하였다. DNA의 추출은 일부 변형된 CTAB방법을 사용하였다. GM 잔디의 도입유전자의 분자적 확인을 위한 검정방법으로 PCR 및 Southern blot analysis를 수행하였다.

3. GM잔디 이동에 따른 생태계 환경 변화 및 잡초화 가능성 조사

GM 잔디 이동에 따른 생태계 환경변화 및 잡초화 가능성 잔디를 식재한 실험구 내에 다른 잡초가 투입되었을 경우 GM 잔디의 생존 여부를 파악하여 그 결과를 산출 하였다. GM 잔디 식재 재배지역을 중심으로 반경 1km 일대의 식물상을 조사하였다. 식물상으로 조사된 식물은 이창복과 이영노의 식물도감을 도태로 분석 동정하였다.

GM 잔디와 야생 들잔디 재배지의 우점도 변화를 추적하기 위하여 식재 90일, 150일 후 피복율을 조사하였다. 지면 피복율 측정을 위한 이미지는 Cannon 400D를 사용하여 JPEG 이미지를 활성화 시켜 초록색의 잔디부분의 Pixel 을 계산하였다.

4. GM잔디와 야생 들잔디의 원예적 형질조사

GM잔디와 야생형 들잔디를 6개월 이상 재배하여 나타난 잎의 형태적 특성을 조사하였다. 잎의 형태적 특성조사는 잎의 초고, 엽장, 엽폭, 엽각, 최하위 엽의 높이, 엽의 건물중 등을 조사하였다. 포복경 생육조사는 이식 후 150일에 포복경의 수와 길이, 절간길이를 측정하여 평균값을 구하였다.

5. 데이터 통계처리

GM 잔디와 야생형 들잔디에서 수집된 데이터는 SPSS(Statistical Package for the Social Science, ver 12.0)를 이용하여 평균, 표준편차를 구하고 t-test를 실행하여 통계적 차이를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. GM 잔디의 도입유전자 분자적 확인 및 유전적 안정성 검정

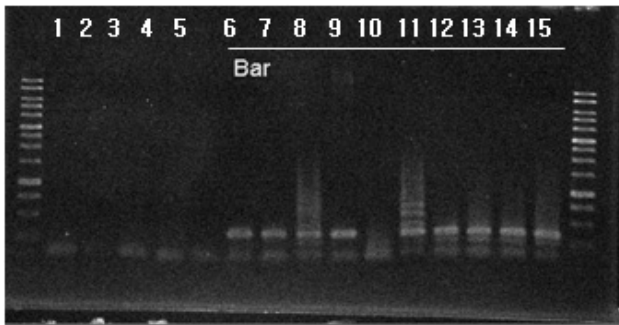
삽입 유전자의 PCR 확인 결과는 다음 그림 1과 같이 나타났다. 1-5 lane의 경우는 Non-GM 야생형 들잔디이며, 6-15 lane은 GM 들잔디의 bar 유전자 증폭 결과이다. 10번 lane의 경우는 재검정 결과 bar 유전자가 증폭되었다.

또한 GM들잔디의 Southern 분석의 대표적 예는 다음 그림 2와 같다. EcoRI / HindIII의 제한효소 처리된 DNA에 대하여 bar 유전자를 probe로 사용한 결과로 삽입된 경우는 모두 single copy gene으로 나타났으나, 6번과 7번 DNA는 size가 달라 삽입 위치 혹은 삽입 유전자의 integrity가 불안정한 것으로 판단된다.

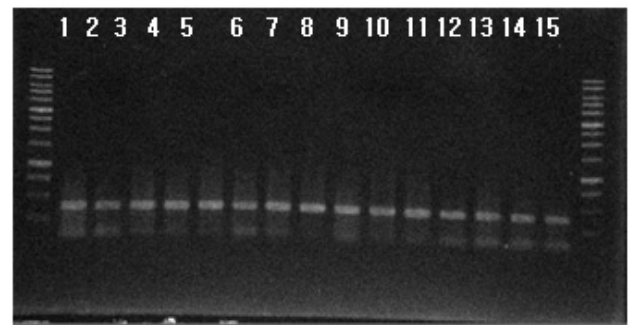
2. GM잔디 이동에 따른 생태 환경 변화 및 잡초화 가능성 결과

GM 잔디는 식재 후 약 2개월 후 고사하여 주변의 식물군락과 식물상에 결정적인 영향을 미치지 못하였다. 이런 제초제 저항성 GM 잔디가 고사함으로써 잡초화 가능성 또한 없는 것으로 판단되었다.

GM잔디 재배지역의 군락조사는 여름(6월)과 가을(10월)로 나누어 조사하였다. 그 결과 6월 조사에서는 돌피가 우점하고 명아주, 비름의 피도와 군도가 상대적으로 높았고 10월 조사에서도 여전히 돌피가 우점하고 있었으나 6월 조사



(A)



(B)

그림 1. Bar 유전자의 증폭 결과. (A) lane 1-5: Non-GM 들잔디, lane 6-15 GM 들잔디와 (B) GM들잔디들에 대한 bar 유전자의 재검정 결과

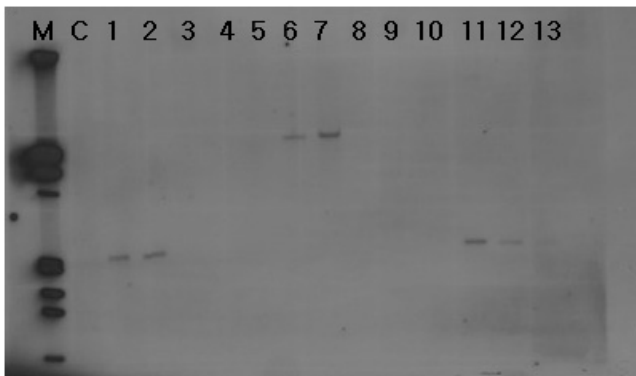


그림 2. GM들잔디의 Southern 분석 결과

와는 달리 명아주와 비름은 환삼덩굴에 의해 도태되고 있었다. 재배지역 반경 1km 이내의 식물상 조사결과 64과 144속 142종 1아종 38변종 7품종으로 총 188분류군으로 나타났다. 그 중 1년생 식물이 17.55%, 2년생 식물이 7.98%, 다년생 식물이 74.47%로 나타났으며 귀화식물은 11.70% 정도의 분포를 보였다.

3. GM잔디 주변의 우점도 변화결과

GM잔디 우점도 변화 추적결과, 초기 피복면적 400cm²에서 야생 들잔디는 2340.67cm²로, 제초제 저항성 GM잔디는 1,268cm²로 피복도가 모두 증가 하였다. 하지만 위의 결과로 보아 GM잔디의 생육은 야생 들잔디에 비하여 많이 저조한 것을 알 수 있었다.

4. GM잔디와 야생 들잔디의 원예적 형질조사 결과

GM잔디가 야생 들잔디에 비해 상대적으로 초고, 엽장, 포복경에서 열등한 수치를 나타내었다. 이는 우점도 변화에서도 나타난 바와 같이 야생형 들잔디의 생육이 GM 잔디의 생육보다 더 양호했기 때문으로 판단되어진다. 하지만 건물중은 GM잔디의 수치가 높아 GM잔디가 야생형 들잔디에 비해 더 많은 생산량을 보이고 있다는 것을 알 수 있었다.

IV. 인용문헌

- 김형기(1991) 잔디학. 선진문화사. 25쪽.
- 이재필(2006) 잔디 운동장 조성을 위한 신품종 개발과 시공기술. 한국학술정보(주).
- 이영노(2006) 대한식물도감. 교학사. 서울.
- 이창복(2003) 대한식물도감. 향문사. 서울.
- 이재필, 김석정, 서한용, 이상재, 정종일, 한인송, 김두환(2001) 미국 플로리다주의 잔디산업 기여도와 한국 잔디산업의 현황 및 전망. 한국잔디학회지 15(4): 187-198.
- Choi JS and Yang GM. (2004) Development of new hybrid cultivar 'Senock' in *Zoysia* grass. Kor. Turfgrass Sci. 18: 1-12.
- Hodges, A. W., J. J. Haydu, P. J. van Blokland, and A. P. Bell (1994) Contribution of the turfgrass industry to florida's economy, 1991-1992. University of Florida.
- Kim HK, Kim KS, Joo YK, Hong KH, Kim KN, Lee JP, Mo SY and Kim DH.(1996) Variation of the morphological characteristics in the accessions of *Zoysia* species and their hybrid lines. Kor. Turfgrass Sci. 10(1): 1-11.