

발간번호
2013-02-02

2013년도
이슈페이퍼

몬산토는 독극물을 판매하는 ‘죽음의 상인’ 인가, 기아로부터 인류를 해방할 ‘구세주’ 인가?

: 세라리니 교수팀의 GMO 장기 독성 연구에 대한 과학적 논란

박상표 (건강과대안 연구위원)

 <p>연구공동체 건강과 대안</p>	<p>연구공동체 건강과대안 주소 : 서울시 종로구 와룡동 119-1 동원빌딩 206호 전화 : (02)747-6887 팩스 : (02)3672-6887 홈페이지: http://www.chsc.or.kr</p>
--	--

몬산토는 독극물을 판매하는 ‘죽음의 상인’ 인가, 기아로부터 인류를 해방할 ‘구세주’ 인가? : 세라리니 교수팀의 GMO 장기 독성 연구에 대한 과학적 논란¹⁾

박상표(건강과대안 연구위원, 국민건강을위한수의사연대 정책국장)

우리나라 사람들은 해마다 평균적으로 유전자조작(GM) 식품을 어느 정도 섭취하고 있을까? 현재로서는 정부나 대학 또는 연구기관에서 이와 관련된 통계를 작성한 적이 없기 때문에 알 수 있는 방법이 없다. 아쉬운 대로 미국의 비영리 환경단체인 ‘Environmental Working Group(EWG)’가 최근 발표한 자료가 있다. EWG는 미국의 성인들이 해마다 자신의 몸무게(81.2kg)보다도 더 많은 GM 식품(87.5kg)을 섭취하고 있다고 밝혔다.²⁾

미국 농무부의 데이터에 따르면, 미국에서 재배된 사탕수수의 95%, 대두의 93%, 옥수수의 88%가 GM 작물이다. EWG의 통계에는 설탕, 옥수수를 재료로 만든 감미료, 콩으로 만든 섀러드 오일, 옥수수 제품 등 4개의 식품만 포함되었을 뿐이며, GM 사료를 먹여 사육한 가축의 고기나 카놀라유와 파파야 같은 식품은 제외되었다. 이들 식품까지 포함할 경우 미국의 성인들은 자신이 알지도 못하는 사이에 더 많은 GM 식품을 일상적으로 소비하고 있는 셈이다. 당연히 건전한 상식을 가지고 있는 사람이라면, GM 식품을 장기적으로 먹었을 때에 안전한지를 알고 싶을 것이다.

프랑스 칸 대학의 세라리니(Gilles-Eric Seralini) 교수팀이 2012년 9월 19일자로 <식품 및 화학적 독성(Food and Chemical Toxicology)>에 발표한 GMO 장기 독성 연구는 이러한 궁금증에 대한 충격적인 답변을 내놓았다. 세라리니 교수팀은 몬산토 사의 라운드업 제초제와 그 제초제에 내성을 가진 GM 옥수수(NK603)에 대한 2년 동안의 장기 독성 연구결과를 발표했다.³⁾ GM 옥수수나 라운드업 제초제를 투여한 쥐들은 더 빨리 죽었으며, 암을 비롯한 종양도 더 많이 발생했으며, 간이나 신장의 기능도 더 악화되었다.

언론을 통해 보도된 이러한 결과는 대중들에게 큰 반향을 일으켰으며, GM 반대 운동 진영을 한껏 고무시켰다. 반면 GMO와 농약을 통해 막대한 수익을 거두는 몬산토, 카길, 신젠타, 다우케미칼, 코카콜라 등의 생명공학 기업들은 세라리니 교수팀의 연구결과를 흠집 내기 위해 격렬하게 대응했다. 친기업적인 GM 찬성 과학자들과 GM 옥수수가 안전하다고 승인을 내준 유럽연합의 규제당국은 이러한 대응의 최전선에서 눈부신 활약을 하였다.

이 글에서는 세라리니 교수팀의 연구 결과를 소개하고, 장기 독성 연구를 실시하게 된 배

1) 이 글은 <시민과학>(2013년 1월 28일자)에 기고된 글로, 지난 2012년 10월 23일 개최된 건강과대안 오픈세미나 <GMO, 과연 안전한가? - 프랑스 세라리니 팀의 연구결과를 통해본 GMO의 유해성>의 발제자료를 기초로 작성된 것이다.

2) EWG, (2012) Americans Eat Their Weight in Genetically Engineered Food, 16 October 2012. (<http://www.ewg.com/opinion/analysis/37459-americans-eat-their-weight-in-genetically-engineered-food.html>)

3) Seralini, G.-E., et al. (2012), Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. Food Chem. Toxicol vol, 50, Issue 11, November 2012, pp 4221-4231.

경, 몬산토 등 GM 산업계의 반박과 저자들의 재반박, 과학계의 반응에 대해 정리해보고자 한다.

1. 프랑스 세라리니 교수팀의 연구 결과

GM 옥수수나 라운드업을 투여한 암컷 쥐들은 대조군에 비해 2~3배나 더 많이 사망했으며, 그것도 더 빨리 죽었다. 이러한 차이는 수컷 쥐에서도 나타났다. 대조군의 수컷 30%와 암컷 20%가 자연사한데 비해, GM 옥수수를 먹은 수컷 50%와 암컷 70%가 조기 사망했다.

암컷 쥐들은 대규모 유선종양이 나타났으며, 뇌하수체에 이상 증상이 그 다음으로 많이 나타났다. 종양은 수컷 쥐보다 암컷 주에서 5배나 더 많이 발생했다. 대조군에서는 14개월 까지 종양 발생 없었으나, GM 옥수수나 라운드업을 투여한 암컷에서는 10~30%에서 종양이 발생했다.

GM 옥수수와 라운드업을 투여한 수컷 쥐에서도 간 종대 및 피사가 대조군보다 2.5~5.5배 더 높게 나타났다. 이러한 병리학적 소견은 육안으로도 확인되었을 뿐만 아니라, 전자현미경 검사로도 확인할 수 있었다. GM 옥수수와 라운드업을 투여한 수컷 쥐는 대조군보다 현저하게 심한 신장병이 1.3~2.3배 더 나타났다. 손으로 촉진할 수 있는 큰 종양이 4배나 더 많이 확인되었는데, 어떤 경우엔 대조군보다 600일이나 빨리 발생했다.

생화학적 검사 결과에서도 아주 중요한 만성적 신장 결함이 나타났다. GM 옥수수와 라운드업을 투여한 암컷 쥐와 수컷 쥐의 76%에서 신장 관련 수치가 변화하였다.

연구팀은 모든 실험 결과들에서 호르몬 및 성(sex)에 의존적인 것으로 나타났으며, GM 옥수수와 라운드업 제초제 때문에 성 호르몬의 균형이 변형되었기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 추정했다.

이 논문은 최초로 GM 옥수수와 라운드업 제초제를 대상으로 실시한 장기 독성 연구라는 점에서 큰 의미가 있다. 실험 결과는 GM 옥수수와 라운드업의 투여 용량에 비례해서 효과가 나타나지 않았는데, 이것은 호르몬 질병의 사례에서 흔히 나타나는 것과 비슷하다. 이번 연구에서 병리학적 증상의 정도가 낮은 용량에서부터 역치 효과라고 추정되는 높은 용량까지 유사하게 나타났다. 이것은 음식을 통한 섭취나 환경 노출을 통해 독성이 나타날 수 있음을 의미한다.

2. 세라리니 교수팀의 장기 독성 연구 배경

실험에 사용된 몬산토 사의 NK 603 유전자조작 옥수수는 EU가 최초로 식품 및 사료로 승인한 GMO이며, 2002년 한국 식약청도 미국, 일본, 캐나다, 호주, 남아공에 이어 세계에서 6번째로 NK603의 식품으로서의 안전성을 승인하였다.⁴⁾ 몬산토 사의 NK 603을 글리포세이트(Glyphosate) 제초제(상품명 : Roundup Ready®)에 내성을 가지도록 유전자 변형을

4) ILSI Research Foundation (2012), GM Crop Database : MON-00603-6 (NK603), Center for Environmental Risk Assessment

(http://www.cera-gmc.org/?action=gm_crop_database&mode=ShowProd&data=NK603)

시켰다.

1974년 미국에서 최초로 출시된 ‘소탕(Round up)’이라는 뜻을 가진 글리포세이트 성분의 제초제는 지속적으로 안전성 논란이 제기되었다. 1983년 발표된 미국 환경보호청(EPA) 보고서에 따르면, 몬산토의 독물학자인 폴 라이트 교수가 간부로 있었던 IBT(Industrial Bio-Test)사가 몬산토의 라운드업 제초제 성분인 글리포세이트의 독성 실험결과를 무려 30건이나 조작했음이 드러났다.⁵⁾

1991년에도 EPA는 몬산토 등의 농화학 기업을 위해 독성검사를 수행하던 크레이븐 연구소(Craven Labs)에서 감자, 자두, 포도, 사탕무를 비롯한 농작물과 토양 및 물에 남아 있는 라운드업을 포함한 살충제의 잔류검사 결과를 조작한 사실을 적발한 바 있다.⁶⁾ 크레이븐 연구소장은 5년형의 징역형과 5만 달러의 벌금을 선고받았으며, 크레이븐 연구소는 1550만 달러의 벌금과 370만 달러의 손해배상액을 선고 받았다.⁷⁾

심지어 IBT가 1970년대에 작성한 한 실험보고서에는 “‘수컷’ 토끼에게서 추출한 ‘자궁’ 조직을 검사했다”⁸⁾는 어처구니없는 내용까지 등장한다는 사실이 EPA 조사결과 밝혀지기도 했다.

그러나 조작된 실험결과와 실질적 피해자인 몬산토를 비롯한 농화학 기업들은 회전문 인사 덕분에 아무런 제재를 당하지 않았다.

2001년 캐나다 서스캐처원 대학의 연구진은 1년에 2회 이상 라운드업에 노출된 사람은 전혀 노출되지 않은 사람보다 비호지킨 림프종(Non-Hodgkin's Lymphoma)에 걸릴 확률이 2배 더 높다는 역학조사 결과를 발표했다.⁹⁾ 이러한 연구결과는 2002년 스웨덴 농약 전문가들의 연구¹⁰⁾와 2003년 미국 국립암연구소(NCI)의 농민을 대상으로 한 역학조사 결과¹¹⁾에 의해 재차 입증되었다.

세라리니는 1991년 칸 대학교 분자생물학 교수로 부임하여 기초 및 응용 생물학 연구소(IBFA) 연구자로 재직하면서 국제 학술지에 150편 이상의 논문을 발표한 과학자이다.¹²⁾ 그는 1990년대 초 프랑스 정부의 GM식품 평가기관에서 일하는 동안 GMO의 안전성에 대한 우려를 표명했으며, 그 후 GM식품의 안전성을 평가하는 비영리단체인 ‘유전공학연구 및 정보위원회(CRIIGEN)를 설립했다.

세라리니 교수팀은 지난 2009년 몬산토 사가 실시한 3종(Mon863, Mon 810, NK603)의 유전자변형 옥수수에 대한 안전성을 평가하기 위해 실행된 “흰쥐(Rat)를 이용한 90일 독성

5) EPA (1983), Summary of the IBT Review Program: Office of Pesticides Program

6) U.S. EPA. Communications and Public Affairs. (1991), Note to correspondents. March 1, 1991.

7) US Dept. of Justice. United States Attorney. Western District of Texas (1992), Texas laboratory, its president, 3 employees indicted on 20 felony counts in connection with pesticide testing. Austin TX Sept 29, 1992 ; US EPA Communications, Education, And Public Affairs (1994), Press Advisory. Craven Laboratories, owner, and 14 employees sentenced for falsifying pesticide tests. Mar 4, 1994.

8) EPA (1978), Data Validation. Memo from K. Locke, Toxicology Branch, to R. Taylor, Regulation Branch, August 9, 1978.

9) Helen H. McDuffie, et al. (2001) Non-Hodgkin's Lymphoma and Specific Pesticide Exposures in Men: Cross-Canada Study of Pesticides and Health, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev Vol. 10, 1155-1163.

10) Hardell, L., et al. (2002), Exposure to pesticides as risk factors for non-Hodgkin's Lymphoma among men, Leuk Lymphoma. 43(5):1043-9.

11) A J De Roos, et al. (2003), Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men, Occup Environ Med. 2003 September; 60(9): e11.

12) CRIIGEN (2011), Gilles-Eric Seralini:Biobibliographie (<http://www.criigen.org/SiteFr/images/biographie-ges.pdf>)

시험”의 실험결과를 ‘통계학적으로’ 재해석하여 발표한 바 있다.¹³⁾ 이 논문에서 저자들은 3종의 GM옥수수의 섭취는 성별과 섭취량에 따라서 부작용을 나타내며, 특히 해독기관인 간과 신장에 독성 징후를 보인다고 주장했다.

그러나 몬산토를 비롯한 생명공학 업계는 세라리니 교수팀의 논문에 대해 혈액이나 오줌, 체중 변화는 “조직(tissue) 상에서의 변화를 동반하지 않아 일시적인 회복 가능한 변화일 수 있으며, 기능상의 변화를 가져오지 않아 독성학적 소견으로 보기 쉽지 않다.”는 견해를 밝혔다.¹⁴⁾ 또한 “세라리니 교수 연구팀이 언급한 것과 같이 실험결과 나타난 변화들이 기능상의 변화를 일으키고, 불가역적인 지속성 있는 변화임을 확인하려면 1년 내지는 2년 정도까지의 장기적 시험이 필요하다는 주장은 독성학적 관점으로 그 필요성이 인정된다”며 “현재 3개월 이상의 반복투여시험은 GMO의 인체안전성평가에서 통상적으로 요구되지 않는 사항이라 개발자의 자발적 참여가 필요하다 볼 수 있다”며 안전성 검증을 회피했다.

그래서 세라리니 교수팀은 시민들의 자발적인 연구비 모금을 통해 정부의 규제당국이나 생명공학 산업계에서 검증을 회피하였던 GMO의 장기적 시험을 실시한 것이다.

3. 세라리니 교수 연구팀의 연구결과에 대한 산업계 및 과학계의 반응

GM을 지지하는 압력단체들은 세라리니 교수팀의 연구결과가 발표되자, 곧바로 격렬한 반격에 나섰다. 9월 20일자 <뉴욕타임즈>에는 이 연구를 비판하는 Bruce M. Chassy 교수를 비롯한 2명의 전문가 인터뷰가 실렸다. Chassy는 일리노이 대학교 농업소비자환경과학대학 부학과장으로 재직 중인 대표적인 GM 음모이론가이다. 그는 “전 세계적으로 엄청난 자금과 조직력을 바탕으로 잘못된 정보와 공포를 퍼뜨려 GM 작물을 반대한다”고 주장한 바 있다.¹⁵⁾ 그는 언론 인터뷰에서 GM 작물이 건강에 해롭다는 주장을 부인하며, “이런 의견은 정말 잘못된 생각이다. GM 식량이 일반식량보다 더 영양이 풍부하고 유익하다는 것이 맞는 말이다. 전 세계 식량의 약 70%가 GM이며, 사람들은 GM 식량이 아닌 비위생적인 유기농 식량을 통해서 병이 드는 것이다.”고 밝혔다.¹⁶⁾

9월 20일자 <파이낸셜타임즈>에도 이 연구를 비판하는 Anthony Trewavas 교수를 비롯한 2명의 전문가 인터뷰가 실렸다. GM 산업계를 대변하여 유기농과 반-GMO운동을 비난하는데 앞장서고 있는 Trewavas 교수는 2001년 10월 런던 고등법원에서 환경운동 단체 ‘그린피스’의 명예를 훼손했다는 판결을 받은 바 있다.¹⁷⁾ 그는 미국 농식품 기업과 의원들에게 GM 반대운동에 대해서 “잔인하고, 무정부주의적이며, 솔직히 단순한 파괴주의적(bloody minded, anarchist and frankly merely destructive)”이라며 “과학을 우익 선전선동의 도구로 활용하라”고 조언했다. 또한 그는 GM 비판자들을 공격하기 위해 언론매체와 접

13) Séralini, G.-E., et al. (2009), A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health, International Journal of Biological Sciences 5(7):706-726.

14) 김형진 (2010), 독성학적 관점에서 바라본 GM식품, Bio Safety Vol 11, No. 1, 54-55.

15) GMWatch (2012), The GM lobby wades in on new study, 20 September 2012.

16) Sreya Basu (2012), Genetic Farming can Help Solve Food Crisis: Expert, Economic Times (India), 31 July 2008.

17) Greenpeace wins damages over professor's 'unfounded' allegations, Guardian, October 8, 2001.

축할 기회를 늘리라고 조언했다.

뿐만 아니라, Trewavas는 1999년 <네이처>에 기고한 2쪽짜리 글에서 과학적 근거가 전혀 없는 영터리 참고문헌을 인용했음이 밝혀져 망신을 당하기도 했다. 그는 “그린피스의 의도대로 전 세계적으로 유기농이 늘어날수록 삼림지대가 더 많이 파괴될 것이며, 농업의 질이 형편없이 떨어질 것이다”, “유기농의 곰팡이균 오염 및 잠재적인 치명적 O157 감염이 유기농의 추가적인 문제다”, “다양한 토양에서 유기농의 평균적인 산출량은 집약농업의 절반에 불과하다”는 3가지 주장에 대해 Dennis Avery의 책을 그 근거로 제시했다.¹⁸⁾

그러나 Avery는 과학자가 아니라 극우파 논리를 설파하는 칼럼리스트에 불과하다. 그는 미시간 주립대학과 위스콘신 대학에서 농업경제학을 전공한 후, 미 농무부에서 근무했으며, 현재는 허드슨 연구소 연구원으로 있다. 그는 Fred Singer와 공동으로 지구온난화(기후변화)를 부정하는 『지구 온난화에 속지 마라(UNSTOPPABLE GLOBAL WARMING)』를 출판하기도 했다.

Singer는 담배의 유해성이 입증되지 않았다는 영터리 주장을 대놓고 말하기 힘들어질 무렵 쟁쟁하게 다른 분야로 옮겨가서 기업들을 대변해 지구 온난화를 부정했다.

Avery가 쓴 『음식 공포 : 위험, 건강, 그리고 환경(Fearing Food: Risk, Health and Environment)』이라는 책의 내용은 그것을 뒷받침할 어떠한 과학적 근거도 제시하지 못했다. 그는 동료평가를 거친 과학적 연구결과에 근거해서 책을 쓴 것이 아니라, 일방적인 선전·선동을 한 것에 불과했다. <네이처>에 실린 Trewavas의 글은 바로 이러한 영터리 책을 자신의 주장의 근거로 제시한 것이었다.

이 같은 사실을 잘 알고 있었던 세라리니 교수는 로이터 통신과의 인터뷰에서 “나는 산업계의 로비스트가 아니라 진짜 과학자 동료들과 공정하게 논쟁을 하기 위해서, GMO와 농약의 건강 상 영향에 대해 과학 잡지에 논문을 발표한 사실이 있는 과학자들의 비판을 기다리고 있다”고 일갈을 하기도 했다.¹⁹⁾

산업계의 로비스트와 친기업적인 GM 옹호 과학자들이 제기한 비판과 세라리니 교수팀의 반박을 정리하면 다음과 같다.²⁰⁾

[비판 1] 연구결과가 실린 <식품 및 화학 독성>지는 미국에서 가장 권위 있는 학술지가 아니다.

18) Trewavas A. (1999), Much food, many problems. Nature. 1999 Nov 18;402(6759):231-2.

19) Author defends Monsanto GM study as EU orders review, Reuters, 20 September 2012.

20) ① Morgane Bertrand (2012), OGM : 9 critiques et 9 réponses sur l'étude de Séralini, Le Nouvel Observateur, 20 Sept 2012.

<http://tempsreel.nouvelobs.com/ogm-le-scandale/20120920.OBS3130/ogm-9-critiques-et-9-reponses-sur-l-etude-de-seralini.html>

② GM Watch (2012), GM Watch responds to criticisms of Seralini's study, 11 October 2012

http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14305:gmwatch-responds-to-criticisms-of-seralini-study

③ GM Watch (2012), Scientists' response to critics of Seralini's study, 21 September 2012

http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14217:scientists-response-to-critics-of-seralini-study

④ Elinor Zuke (2012), Scientists shrug off attacks on Monsanto GM/cancer trial, The Grocer, 20 September 2012.

<http://www.thegrocer.co.uk/topics/health/scientists-shrug-off-attacks-on-monsanto-gm/cancer-trial/232696.article>

[반박] <식품 및 화학독성>지는 동료 평가(peer review)를 실시하는 국제적인 학술지이다.(2011년 피인용지수(Impact Factor) 2.999. 최근 5년간 평균 IF 3.078) 몬산토 사 직원으로 채용된 과학자들도 2004년 라운드업에 내성을 가지는 유전자조작 옥수수의 13주 독성평가 실험 결과를, 세라리니 교수팀이 2012년 논문을 발표한 바로 <식품 및 화학 독성>지에 발표했다.²¹⁾ 뿐만 아니라 몬산토 사 소속 직원들은 2006년에도 유전자조작 옥수수의 90일 독성평가 실험 결과를 이 학술지에 발표했다.²²⁾ 어디 그뿐인가? 세라리니 교수팀의 몬산토 사의 MON 863 GM 옥수수 독성실험 데이터를 재분석한 논문에 대한 전문가 패널의 비판 논문도 2007년에 바로 이 학술지에 발표된 바 있다.²³⁾

[비판 2] 세라리니 연구팀의 실험은 종양에 자연적으로 잘 걸리는 실험용 쥐를 사용했다.

캠브리지 대학의 David Spiegelhalter는 이번 연구에서 시험법, 통계, 결과보고가 모두 기준 이하이며, 특히 대조군 쥐에서도 다수가 암이 발생한 것을 지적했다.²⁴⁾

[반박] 전 세계적으로 Sprague-Dawley 쥐를 독성학 연구에 많이 사용하고 있다. 이 쥐는 생물학적으로 신체적으로 안정된 수준을 유지할 수 있는 장점이 있다. 게다가 이 쥐는 몬산토를 포함한 산업계가 GM 제품의 안전성을 평가하기 위해 처음 도입한 것이다.

세라리니 교수팀이 실험에 사용한 쥐(SD rats)는 몬산토 사의 90일 동안의 GMO 독성 연구에도 사용되었으며, 생명공학 기업이나 독립적으로 수행된 만성 독성 연구, 그리고 화학물질의 발암성 연구에 사용되었다. 통제된 실험에서 종양의 자연 발생률은 문제가 되지 않는다. 문제는 GMO와 라운드업 농약을 투여한 실험군에서 종양 발생이 증가하였다는 것이다. 세라리니 교수팀의 연구에서는 모든 실험군이 암컷이나 수컷 모두 큰 종양 발생률이 대조군에 비해 2~3배 증가했다.

이 쥐는 인간 동등성 모델(human-equivalent model)로 다양한 의학 연구에 사용되고 있다. 이탈리아의 라마찌니 연구소는 SD 쥐를 장기 발암성 연구에서 탁월한 인간 동등성 모델이라고 밝힌 바 있다.²⁵⁾ 인간의 경우 종양의 80%는 65세 이상에서 발생하고 있으며, SD 쥐의 경우도 종양의 80%는 104주 이상에서 발생했다. SD 쥐의 생애 16주는 인간의 수명 10년에 해당하므로 인간과 SD 쥐의 종양 발생 연령이 서로 상응함을 알 수 있다.

이러한 이유 때문에 산업계에서 규제목적으로 사용하기 위해 살충제 및 화학물질, GM 식

21) Hammond B, Dudek R, Lemen J, Nemeth M. (2004), Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn, Food Chem Toxicol. 42(6):1003-14.

22) Hammond B, Lemen J, Dudek R, Ward D, Jiang C, Nemeth M, Burns J. (2006), Results of a 90-day safety assurance study with rats fed grain from corn rootworm-protected corn, Food Chem Toxicol. 44(2):147-60.

23) Doull J, Gaylor D, Greim HA, Lovell DP, Lynch B, Munro IC. (2007), Report of an Expert Panel on the reanalysis by of a 90-day study conducted by Monsanto in support of the safety of a genetically modified corn variety (MON 863), Food Chem Toxicol. 45(11):2073-85.

24) Ben Hirschler and Kate Kelland (2012), Study On Monsanto Genetically Modified Corn Draws Skepticism, Reuters, Sep 19, 2012.

25) Fiorella Belpoggi (2011), Ramazzini Institute, European Parliament, December 9th, 2011, pp 13-16. (<http://www.ramazzini.it/ricerca/admin/docup/Bruxelles%209-12-2011%20FB.pdf>)

품의 발암성 및 만성 독성 연구에 SD rat을 사용한 연구 논문이 수백 편이 넘게 발표된 것이다. 세라리니 교수 연구팀을 비판하는 소위 '전문가'들이 지적하는 것처럼 SD 쥐를 이용한 것이 '잘못된 실험동물'이라면 똑같이 SD 쥐 실험을 근거로 승인을 받은 모든 살충제, 화학물질, GM 식품의 승인이 취소되어야 할 것이다.

따라서 세라리니 교수 연구팀이 실험동물을 잘못 선택했다고 비판하는 것은 과학적 근거가 전혀 없을 뿐만 아니라 음해에 가까운 정치공세라고 볼 수 있다.

[비판 3] 국제적으로 공인받은 OECD 실험 지침²⁶⁾을 준수하지 않았으며, 실험 설계가 잘못되었다. 이 지침에 따르면, 최소한 50마리의 쥐로 실험군을 구성해야 한다. 그러나 세라리니 팀은 10마리로 실험군을 구성했다.

[반박] 유전자조작(GM) 곡물이나 식품의 안전성을 검증하는 국제적으로 공인받은 실험방법 자체가 존재하지 않는다. 생명공학 기업들과 정부 규제당국은 GM 안전성을 검증하는 공인된 실험방법을 수립하는 것을 반대해 왔다. 그래서 생명공학 기업들은 자신들의 GM 상품에 대해 자기 마음대로 안전성 실험을 설계해 왔던 것이다. 심지어 생명공학 기업들은 정부의 규제당국에 안전성 검사 서류를 제출할 때 자신들에게 불리한 검사결과들을 제외시켜버리기까지 했다.

세라리니 교수팀의 연구는 독성 연구이지, 발암성 연구가 아니다. 발암성 실험을 위해서는 OECD 451(Carcinogenicity Studies) 및 OECD 453(Combined Chronic Toxicity / Carcinogenicity Studies) 지침에 따라 실험군을 50마리로 구성했을 것이다. 그러나 이들의 연구는 독성 연구를 목적으로 했기 때문에, OECD 408 지침에 따라 실험군을 각 성별로 10마리씩 구성한 것이다. 왜냐하면 몬산토 사의 GM 옥수수가 종양이나 암을 일으킨다는 몬산토 사 또는 독립 연구자들의 연구결과가 나온 바가 없기 때문에, 발암성 시험을 할 이유가 없었다. 그 뿐만 아니라 Hammond 등 몬산토 사 소속 직원들이 수행한 2006년 실험에서도 세라리니 교수팀과 똑같이 OECD 408(Chronic Toxicity Studies) 지침에 따라 실험군을 각 성별로 10마리씩 구성한 바 있다.

[비판 4] 대조군의 숫자가 너무 적다. 실험용 쥐에서 나타난 무작위적인 변이가 종양으로 발전한 것처럼 보일 수 있다.

[반박] 실험군이 20마리이므로 대조군도 20마리(수놈 10마리 + 암놈 10마리)로 하는 것이 적절하다. 종양의 발생빈도를 측정하기 위해 20마리의 대조군을 설정하는 것은 충분하다. 수백 마리를 실험할 필요가 없다. 오히려 대조군 수가 많을 경우 data noise를 초래할 수 있다.

가장 중요한 사실은 대조군과 실험군에서 각각 종양 발생빈도가 아주 큰 차이로 나타났다는 점이다. 실험용 쥐에서 나타난 무작위적인 변이가 종양으로 발전한 것이라는 주장은 옳지 않다. 대조군과 실험군 사이의 차이는 두 군의 표준편차보다 훨씬 크다. 세라리니 교수

26) The OECD Guidelines for the Testing of Chemicals
(http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-guidelines-for-the-testing-of-chemicals-section-4-health-effects_20745788)

팀의 연구에서는 대조군과 실험군 사이의 차이가 아주 크기 때문에 통계학적 테스트를 사용할 필요가 전혀 없다. 이 연구에서는 실험군에 더 많은 쥐를 사용했으며, 그동안 산업계(몬산토)가 NK603 GM 옥수수과 다른 GM 작물 제품의 승인을 받기 위해 실시한 이전의 조사(90일 독성시험)와 비교해서도 보다 더 장기간 실험을 실시했다.(몬산토가 미 식약청의 승인을 위해 제출한 실험에서도 실험군 20마리, 대조군 10마리였다)

[비판 5] 통계학적 분석에 결함이 있다. 표준적인 방법을 사용하지 않았으며, 통계수치를 낚시질(statistical fishing)했다.

[반박] 통계학적 분석은 데이터 조합의 다양한 조합을 평가하기 위해 사용할 수 있는 수많은 유효한 방법 중 하나이다. 연구팀의 구성원 중 통계 전문가가 있었으며, 연구팀의 결과는 통계수치를 ‘낚시질’한 것이 아니다. 논문에서 간과 신장의 수많은 parameter가 보여주는 중요성과 테이블 1 및 2에서 집중적으로 조명한 내용들을 보면 알 수 있다.

[비판 6] 미국에서는 오랜 기간 동안 GM 식품이 식품체제로 편입되어왔다. 왜 미국인들과 동물들에서 보다 많은 종양이 발생하거나 조기 사망하는 일이 발생했다는 증거가 없는 것일까? 왜 미국인들은 마치 파리가 떨어지듯이(dropping like flies)” 쓰러져 죽지 않는 것일까?

[반박] 대부분의 GM 작물은 가축에게 사료로 투여되고 있으며, 가축들은 고기나 우유 생산을 위해 상대적으로 짧은 생애를 살고 있다. 바로 이러한 이유 때문에 종양이 발달할 충분한 시간이 없었을 것으로 추정된다.

또한 미국인들은 GM 작물(콩, 옥수수 등) 가공식품의 상당한 양을 인간의 생애주기에 비해 상대적으로 아주 짧은 시간동안 섭취해 왔다. GM 식품의 상업화가 시작된 것은 1990년대 후반이고, 미국인들이 본격적으로 GM 식품을 섭취한 것은 2000년대 초반부터이다. 이 정도의 시간(약 10년~12년)은 종양이 발생하는 것을 확인할 있을 만큼의 장기간의 효과가 나타나기엔 너무 짧은 기간이었을 것으로 추정된다. 그러나 미국에서는 GM식품의 표시제(labeling)도 실시하지 않고 있으며, 인구집단에서 ill-effects가 나타나는지 모니터링도 하지 않고 있다는 것을 유념해야 한다. 그러므로 미국에서 GM 식품이 건강 상 해로운 영향을 끼쳤다고 하더라도 검사를 통해 확인될 수 없었다고 봐야 한다.

4. 이제는 GM 곡물의 장기 독성에 대한 과학적 규명에 나서야 할 때

유럽연합식품기준청(EFSA)는 2012년 10월 4일 ‘이중기준’이라고 비판받을 만한 모순된 내용을 담은 세라라니 팀의 연구결과에 대한 리뷰 초안을 발표했다.²⁷⁾ EFSA는 현재 발표

27) EFSA (2012), EFSA publishes initial review on GM maize and herbicide study, Press Release. 4 October 2012.

된 논문만으로는 실험의 설계(design), 연구의 보고 및 분석이 부적절하며, EFSA 당국에서 세라리니 교수 등 저자들을 초청하여 추가적인 정보를 공유해야 연구결과를 완전히 이해할 수 있다고 밝혔다. 반면, EFSA는 저자들과 토론을 하기도 전에 이미 “EFSA는 세라리니 연구팀의 결과를 과학적으로 건전하다고 인정할 수 없다”고 선언했다.

그러나 EFSA는 자체 독성실험을 수행하지도 않은 채, 몬산토 사가 제출한 데이터만으로 이미 유전자조작(GM) 옥수수 NK603이 안전하다는 결론을 내리고 그 결과를 대중에게 발표했다. 이 과정에서 EFSA는 세부 데이터를 공개하지 않았다. 그런데도 세라리니 교수에게 세부 데이터를 공개하라고 요구했다.

세라리니 교수는 “EFSA가 먼저 GM 옥수수 NK603이 안전하다는 결론에 이른 세부 연구 자료를 공개하라”고 반박하면서, “EFSA는 자신들의 결론에 대해 추가적인 정보를 공개하지 않으면서 칸 대학 연구팀에 실험 세부자료를 공개하라고 주장하는 것은 불공정한 게임”이라며 비판했다.

결국 EFSA는 2012년 11월 28일 “받아들일 수 있는 과학적 기준”에 미치지 못한다고 지적하고 보고서를 최종적으로 거부한다는 내용의 리뷰 보고서를 발표했다.²⁸⁾ 유럽연합 내의 벨기에, 덴마크, 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드 정부의 식품기준청도 EFSA와 동일한 내용의 리뷰 보고서를 발표했다.

그러나 EFSA의 리뷰 보고서는 결정적 결함을 안고 있다. 세라리니 교수팀의 연구 진실성 규명을 위해서는 쥐의 전 생애인 2년이라는 장기간을 대상으로 한 GM 독성실험을 통해 안전성을 검증하는 것이 가장 중요하다. 추가적인 연구를 수행하지도 않고 세라리니 교수팀의 연구결과가 과학적 허위라거나 건전한 과학이 아니라는 주장은 광고나 선동에 불과할 뿐이다.

과학의 역사에서는 항상 뛰어난 학자가 훌륭한 학자는 아니었다. 흡연과 폐암의 연관성에 관한 역학연구로 전 세계적으로 명성이 높은 Richard Doll은 몬산토 사로부터 20년 이상 자문료를 받은 사실이 2006년에야 밝혀졌다. 그는 1980년대 중반 “몬산토 사의 Agent Orange가 암을 일으킨다는 어떠한 증거도 없다”는 내용의 서한을 호주 정부에 보냈으며, 다우케미컬과 ICI로부터 15,000파운드의 자문료를 받고 염화비닐과 암의 관계를 부정하는 평가서를 작성했다. 석유화학업계는 그가 작성한 평가서를 자신들의 제품을 방어하는데 10년 이상 활용했으며, 호주 정부는 고엽제 피해자들에 대한 배상을 회피하는 근거자료로 삼았다.²⁹⁾

유전자조작(GM) 곡물은 농약 사용량을 감소시킨다는 생명공학계, 각국 정부, 주류 과학자들의 주장과 정반대로, 오히려 글리포세이트(라운드업) 내성 잡초의 증가로 제초제의 사용량이 늘어나서 실제 농약 사용량은 지속적으로 늘어나고 있다. 이에 따라 몬산토 등 농약 회사들의 매출과 이윤도 증가하고 있다.

유기농센터(The Organic Center)의 수석 과학자인 Charles M Benbrook 교수는 미 농무부 자료를 분석하여 미국에서 1996년~2011년 16년 동안 유전자조작 곡물 재배와 살충제 사용량의 영향에 관한 연구 결과를 피어리뷰 학술지인 <유럽 환경과학(Environmental Sciences Europe)> 최신호에 발표했다.³⁰⁾ 그는 1999년부터 지속적으로 유전자조작 곡물의

28) European Food Safety Authority; Final review of the Séralini et al. (2012) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and GM maize NK603 as published online on 19 September 2012 in Food and Chemical Toxicology. EFSA Journal 2012; 10(11):2986.

29) Sarah Boseley, (2006), Renowned cancer scientist was paid by chemical firm for 20 years. The Guardian, Friday 8 December 2006.

재배와 살충제 사용량에 대한 분석을 해 왔다.

그의 분석에 따르면, 미국에서 1996-2011년 16년 동안 유전자조작 곡물의 살충제 사용 영향은 제초제 내성 작물 재배로 인한 제초제 사용량이 2억3900만kg 증가하였으며, Bt 곡물은 살충제 사용량을 5600만kg 감소시켰다. 따라서 농약 사용량은 1억8300만kg 늘어난 셈이다.(증가율 7%) 이러한 증가율을 유전자조작 옥수수과 콩에 사용하는 2,4-D의 사용량에 적용해보면, 그 사용량이 50%나 증가했음을 알 수 있다.

농학자이자 경제학자로 프랑스 INRA 연구소장을 역임했던 장-삐에르 베를랑(Jean-Pierre Berlan)은 “석면의 사례에서도 1906년 프랑스 의사가 북프랑스의 석면공장 노동자들의 암 발생을 기술하였으나, 석면을 금지하는 행동을 취하기까지 100년이 걸렸다.”며 세라리니 교수팀의 이번 연구에 대해 높이 평가했다.³¹⁾ 그는 “기업들은 1960년대 석면이 특정 유형의 암을 유발한다는 독성학적인 연구가 발표되었음에도 불구하고, 석면을 생산하는 것은 아무런 문제가 없다고 주장함으로써 또 다른 연구 결과가 나올 때까지 시간을 벌었다”고 주장했다. 또한 “기업들과 상인들은 항상 연구결과에 어떤 흠집을 내려고 하며, 보다 많은 증거를 요구함으로써 시간을 끈다. GMO에서도 마찬가지다. 그런 식으로 하면 어떤 과학적 증거를 제시하는 것도 불가능할 것이다.”라고 밝혔다.

이러한 수법은 이미 1950년대 다국적 담배회사들이 사용한 고전적인 수법에 불과하다. 1953년 담배업계는 이미 장기간의 지나친 흡연이 폐암의 발생과 관련이 있다는 점을 입증하는 임상적 데이터를 확보하고 있었다. RJ Reynolds 사의 1953년 문서에 따르면, Claude Teague는 담배 소비의 증가와 암의 증가가 일치한다는 화학적, 인간 및 동물 연구 문헌에 대해 조사했다. 그들은 1930년대 이후 벤조피렌 같은 다환 방향족화합물이 발암물질이라는 사실을 알고 있었다. 담배 판매가 증가함에 따라 호흡기 암이 비정상적으로 증가하고 있는 사실을 조사해보니, 폐암 환자의 96%가 20년 이상 흡연을 한 것으로 밝혀졌다.³²⁾

그런데도 담배회사들은 “담배가 유해하다는 증거가 전혀 없다”고 주장하며 ‘논쟁’을 조작했다. 담배업계는 홍보 전문가, 변호사, 정부과학자를 동원하여 폐암의 다른 원인을 찾아내고, 흡연자 중에서 병에 걸리지 않는 사례를 발굴하고, 진실이 무엇인지 따지지 않고 그럴듯한 사실들을 조합하여 초점을 흐리고, 역학 연구에서 사용한 방법들을 반박하고, 담배의 유해성을 밝혀낸 과학 연구들의 데이터가 조작되었거나 왜곡되었다고 주장했다.³³⁾ 그 사이 과학적 진실을 규명되지 않았고, 정부의 규제는 지연되었으며, 담배 회사의 이윤은 눈덩이처럼 불어났다.

그렇다. 데이터 타령, 실험설계 타령, 건전과학 타령을 아무리 해봐야 소용없다. 이제는 GMO 업계와 정부가 나서서 장기 독성 연구를 통해 GMO가 안전하다는 사실을 과학적으로

30) Charles M Benbrook (2012), Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. - the first sixteen years, Environmental Sciences Europe 24:24. (<http://www.enveurope.com/content/pdf/2190-4715-24-24.pdf>)

31) GMWatch (2012), Why science won't give us the answers on GMOs - agro expert, GMWatch, 12 October 2012.

32) Teague C, RJ Reynolds, Survey of Cancer Research with Emphasis Upon Possible Carcinogens from Tobacco, 1953, 2 February. (Available from: <http://tobaccodocuments.org/youth/CnHmRJR19530202.St.html>)

33) Sterling TM, The Effect of Interview Bias on the Attempts to Measure the Relationship between Smoking and Health. Report no.2 : Evaluation of the Analysis and Procedure of the NHS Interview Data Method, Bates # CTRSP/FILES003743/3765.(Available from: <http://legacy.library.ucsf.edu/tid/xpd8aa00/pdf>) ; Philip Morris, Proposal to study interviewer bias. Bates # 2075715519/5520 (Available from: <http://legacy.library.ucsf.edu/tid/coj37d00/pdf>)

밝혀야 할 차례다. 전 세계 시민들은 묻는다. 몬산토는 독극물을 판매하는 ‘죽음의 상인’인가, 기아로부터 인류를 해방할 ‘구세주’인가?

[참고 이미지]

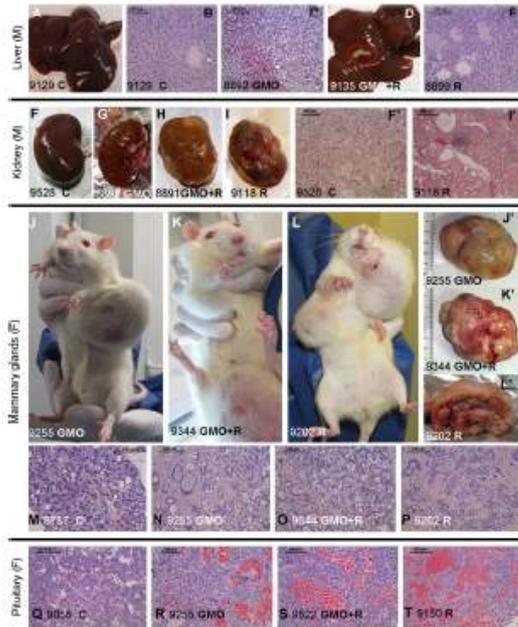


그림 1. 세라리니 교수팀의 GM 장기 독성 연구 결과. GM 옥수수나 라운드업 제초제를 투여한 쥐들은 더 빨리 죽었으며, 암을 비롯한 종양도 더 많이 발생했으며, 간이나 신장의 기능도 더 악화되었다.

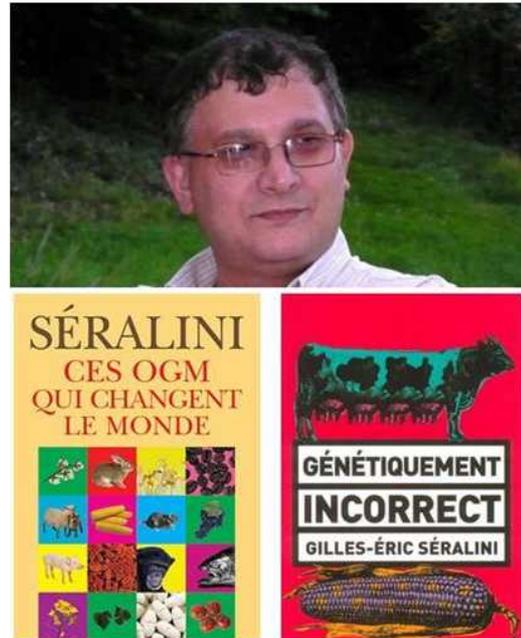


그림 2. 세라리니 교수와 그의 저서.

GM Crop Database

Database Product Description		Show abstract	Print this page
MON-00603-6 (NK603)			
Host Organism / Variety	<i>Zea mays</i> L. L. (Maize) Roundup Ready®		
Trait	Glyphosate herbicide tolerance.		
Trait Introduction	Microparticle bombardment of plant cells or tissue		
Proposed Use	Production of <i>Z. mays</i> for human consumption (wet mill or dry mill or seed oil), and meal and silage for livestock feed. These materials will not be grown outside the normal production area for corn.		
Company Information	Monsanto Company Chesterfield Village Research Center (MO) 700 Chesterfield Parkway North St. Louis MO USA		

그림 3. 세라리니 교수의 실험에 사용된 몬산토 사의 GM 옥수수(NK603)



그림 4. 몬산토 사의 ‘라운드업’
제초제

IBT_NUM	CHEMICAL	COMPANY	ROUTE	TYPE	SPECIES	VALIDATE	EVALUATE	REPLACE
A-1549	GLYPHOSATE	MONSANTO	DERMAL	SUBCHRONIC	RABBIT	I	NA	REPLACED
A-2144	GLYPHOSATE	MONSANTO	DERMAL	SUBCHRONIC	RABBIT	I	NA	REPLACED
A-2468A	GLYPHOSATE	MONSANTO	DERMAL	SUBCHRONIC	RABBIT	I	NA	REPLACED
B-1020	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	SUBCHRONIC	RAT	V	I	NO RESP
B-564	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	CHRONIC	RAT	I	NA	REPLACED
B-566	GLYPHOSATE	MONSANTO		REPRODUCTION	RAT	V	I	REPLACED
B-569	GLYPHOSATE	MONSANTO		CARCINOGENICITY	MOUSE	I	NA	REPLACED
C-1021	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	SUBCHRONIC	DOG	V	I	NO RESP
E-567	GLYPHOSATE	MONSANTO		MUTAGENICITY	MOUSE	I	NA	REPLACED
J-565	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	CHRONIC	DOG	V	I	NO RESP
J-568	GLYPHOSATE	MONSANTO		TERATOLOGY	RABBIT	I	NA	REPLACED
401-5044	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	SUBCHRONIC	RABBIT	I	NA	NOT REQ
401-6527	GLYPHOSATE	MONSANTO		CHOLINESTERASE	RAT	I	NA	NOT REQ
423-7508	GLYPHOSATE	MONSANTO		MUTAGENICITY	RAT/MOUSE	V		NO RESP
433-7507	GLYPHOSATE	MONSANTO		AMES TEST	I	I	NA	REPLACED
433-7801	GLYPHOSATE	MONSANTO	ASSAY	RECOMBINATION		I	NA	REPLACED
451-3917	GLYPHOSATE	MONSANTO		REPRODUCTION	HEN	V		NO RESP
451-5275	GLYPHOSATE	MONSANTO		TERATOLOGY	RABBIT	I	NA	REPLACED
463-6290	GLYPHOSATE	MONSANTO	INHALATION	SUBCHRONIC	RAT	I	NA	REPLACED
8533-8920	GLYPHOSATE	MONSANTO		MUTAGENICITY	MOUSE	I	NA	NEG RESP
8533-8923	GLYPHOSATE	MONSANTO		REPRODUCTION	RAT	I	NA	NO RESP
8540-8924	GLYPHOSATE	MONSANTO	FEEDING	PILOT & CHRONIC	RAT	P		NEG RESP
8580-8921	GLYPHOSATE	MONSANTO		TERATOLOGY	RABBIT	I	NA	NEG RESP
8580-8922	GLYPHOSATE	MONSANTO	ORAL	CHRONIC	DOG	P		NEG RESP
A-2468B	GLYPHOSATE	MONSANTO	DERMAL		RABBIT	I	NA	REPLACED
E-1753	GLYPHOSATE	MONSANTO			QUAIL	V	V	NEG RESP
J-3920	GLYPHOSATE	MONSANTO			SWINE	V	V	NEG RESP
432-3894	GLYPHOSATE	MONSANTO			CATTLE	V	V	NEG RESP
451-3918	GLYPHOSATE	MONSANTO			HEN	V	V	NEG RESP
8580-9117	GLYPHOSATE	MONSANTO	NEURO		HEN	V		NO RESP
A-8426	GLYPHOSINE	MONSANTO	DERMAL	SUBCHRONIC	RABBIT	I	NA	NO RESP
B-330	GLYPHOSINE	MONSANTO		SUBCHRONIC	RAT	I	NA	NEG RESP
B-8424	GLYPHOSINE	MONSANTO	ORAL	SUBACUTE	RAT	S	S	NO RESP
B-9555	GLYPHOSINE	MONSANTO	ORAL	CHRONIC	RAT	I	NA	NEG RESP
B-9558	GLYPHOSINE	MONSANTO		CARCINOGENICITY	MOUSE	I	NA	NEG RESP
B-9560	GLYPHOSINE	MONSANTO		REPRODUCTION	RAT	P		NO RESP
C-8425	GLYPHOSINE	MONSANTO	ORAL	SUBCHRONIC	DOG	S	S	NO RESP
C-9556	GLYPHOSINE	MONSANTO	ORAL	CHRONIC	DOG	I	NA	NEG RESP
E-9561	GLYPHOSINE	MONSANTO		MUTAGENICITY	MOUSE	I	NA	NEG RESP
J-9565	GLYPHOSINE	MONSANTO		TERATOLOGY	RABBIT	I	NA	NEG RESP
8580-9116	GLYPHOSINE	MONSANTO	NEURO		HEN	S	S	NO RESP

그림 5. EPA 보고서. 몬산토의 독물학자인 폴 라이트 교수가 간부로 있었던 IBT(Industrial Bio-Test)사가 몬산토의 라운드업 제초제 성분인 글리포세이트 독성 실험결과를 조작한 것이 무려 30건이나 된다.



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Food and Chemical Toxicology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchemtox



Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize

Gilles-Eric Séralini^{a,*}, Emilie Clair^a, Robin Mesnage^a, Steeve Gress^a, Nicolas Defarge^a,
Manuela Malatesta^b, Didier Hennequin^c, Joël Spiroux de Vendômois^a

^aUniversity of Caen, Institute of Biology, CRIIGEN and Risk Pole, MRSH-CNRS, EA 2608 Esplanade de la Paix, Caen Cedex 14032, France

^bUniversity of Verona, Department of Neurological, Neuropsychological, Morphological and Motor Sciences, Verona 37134, Italy

^cUniversity of Caen, UR ABTE, EA 4651, Bd Maréchal Juin, Caen Cedex 14032, France

그림 6. <식품 및 화학 독성>지에 실린 세라리니 교수팀의 논문.



Food and Chemical Toxicology 42 (2004) 1003–1014



www.elsevier.com/locate/foodchemtox

Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn

B. Hammond^{a,*}, R. Dudek^b, J. Lemen^a, M. Nemeth^a

^aMonsanto Company, 800 N. Lindbergh, St Louis, MO, 63167, USA

^bMonsanto Company, Metabolism and Safety Evaluation-Newstead (MSE-N), 645 S. Newstead Ave., St Louis, MO 63110, USA

Received 18 June 2003; accepted 12 February 2004

Abstract

The current study presents the results of a 13 week feeding study in rats with grain from Roundup Ready[®] corn which is tolerant to the herbicide glyphosate. Herbicide tolerance was accomplished through the introduction of *cp4 epsps* coding sequences into the corn genome for *in planta* production of CP4 EPSPS enzymes. Unlike related corn EPSPS enzymes, CP4 EPSPS enzymes are not inhibited by the herbicide glyphosate. Purina TestDiets formulated Roundup Ready corn grain into rodent diets at levels of 11 and 33% (w/w). The responses of rats fed diets containing Roundup Ready corn grain were compared to that of rats fed diets con-

그림 7. <식품 및 화학 독성>지에 실린 몬산토 사 직원들의 논문

The human -equivalent model

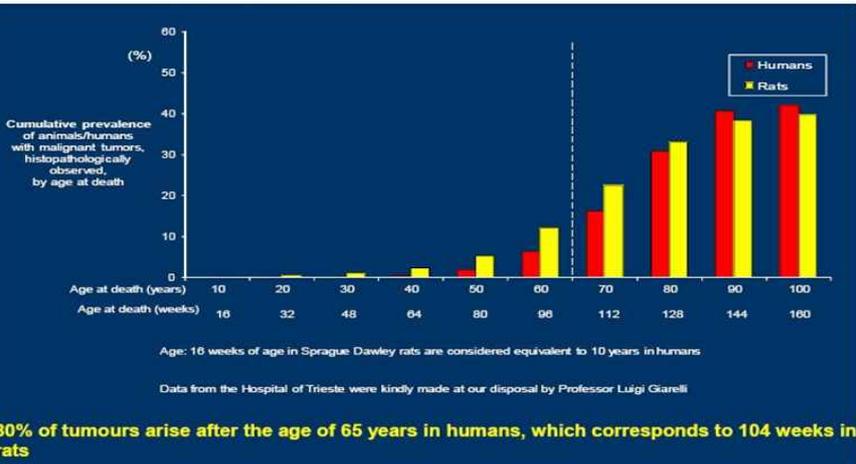


그림 8. 인간 동등성 모델 SD rats (라마찌니 연구소). 인간의 경우 종양의 80%는 65세 이상에서 발생했으며, SD 쥐의 경우도 종양의 80%는 104주 이상에서 발생했다.(쥐 16주=인간 10년)