

GMO

논란의 암호를 풀다

제1판 1쇄 발행 2018년 7월 10일

지은이 최낙언

펴낸이 임용훈

마케팅 오미경

편집 전민호

용지 정림지류

인쇄 현성인쇄

재본 동신제책

펴낸곳 예문당

출판등록 1978년 1월 3일 제305-1978-000001호

주소 서울시 동대문구 답십리2동 16-4(한천로 11길 12)

전화 02-2243-4333~4

팩스 02-2243-4335

이메일 master@yemundang.com

블로그 www.yemundang.com

페이스북 www.facebook.com/yemundang

트위터 @yemundang

ISBN 978-89-7001-692-2 13470

- * 본사는 출판물 윤리강령을 준수합니다.
- * 이 책은 저작권법에 의하여 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.
- * 파본은 구입하신 서점에서 교환해 드립니다.

* 이 도서의 국립중앙도서관 출판시도서목록(CIP)은 e-CIP홈페이지(<http://www.nl.go.kr/ecip>)와 국가자료
공동목록시스템(<http://www.nl.go.kr/kolisnet>)에서 이용하실 수 있습니다.(CIP제어번호:CIP2018018143)

PROLOGUE _ GMO, 알고 나면 너무나 간단한 문제입니다 004

01 소비자가 알아야 할 것은 정말 간단합니다

1 우리나라의 GMO 소비는 정말 단순합니다

- 아직 우리나라에 재배가 허용된 GMO는 없습니다 018
- 세계에서 상업적으로 재배되는 것은 4종이 대부분입니다 019
- GMO 수입량 900만 톤 중에 80%가 사료용입니다 020
- 우리나라에 수입되는 GM 작물은 콩과 옥수수뿐입니다 022
- 우리나라가 GMO를 가장 많이 사용한다는 말은 잘못된 것입니다 023
- 식용으로 수입한 GM 콩은 20%만 식품원료로 쓰입니다 025
- 식용으로 수입한 GM 옥수수도 70%만 식품원료로 쓰입니다 026
- 세계에서 GMO를 가장 많이 먹는 나라는 미국입니다 027
- 전분당은 GMO 여부와 아무런 상관이 없습니다 029
- 지방도 GMO와 아무런 상관이 없습니다 032
- GMO로 바뀌는 것은 단백질입니다 034

2 한국인은 GMO를 걱정할 필요가 전혀 없습니다

- 한국 소비자가 GMO를 걱정해야 할 이유는 전혀 없습니다 037
- 한국인의 평균수명이 세계에서 가장 빠르게 늘어났습니다 039
- 늘어난 질병보다 줄어든 질병이 더 많습니다 041
- 북한은 GMO를 적게 먹지만 장수하지 못합니다 042
- GMO가 육종 중에 유전자의 변화가 가장 적습니다 044
- GMO가 자연의 방식이 아니라 위험하다는 것도 사실이 아닙니다 046
- 인간이 GMO를 사용한지는 무려 40년이 넘었습니다 048
- 유럽도 GMO의 안전성을 완전히 인정했습니다 051
- 유럽은 우리와 식량자급률이 완전히 다릅니다 054
- 비의도적 혼입량의 기준치를 바꾸면 안전이 증가할까요? 056

3 우리나라의 GMO 표시제가 짝퉁이라고요?

- 우리나라가 세계 2번째 GMO 표시 국가입니다 058
- 우리나라에서 GMO를 피하는 방법은 간단합니다 059
- 우리나라의 식품 표시가 세계에서 가장 복잡합니다 062
- 미국은 그동안 GMO를 가장 많이 소비한 나라지만 아무런 표시를 하지 않았습니다 065

4 완전표시제 요구는 아무런 의미가 없습니다

- 완벽하게 구분해달라고요? 이미 충분히 구분 가능합니다 067
- 전분당과 식용유는 가격 말고는 아무 차이가 없습니다 069
- 선택할 권리가 생기는 것도 아닙니다 071
- 가짜 소동만 일어날 가능성이 있습니다 073
- 소위 완전표시제가 완벽한 표시제도 아닙니다 075
- 식품은 모든 국민에게 공평합니다 077
- 완전표시제 요구는 소통의 대표적 실패사례입니다 078
- 조심은 지혜이지만 집착은 손해입니다 081

02 위험성 주장은 모두 사실이 아니었습니다

1 단 한 건도 구체적인 부작용 사례가 없습니다

- 많은 시간과 비용을 들여 철저히 검증했습니다 084
- GMO가 옥종이나 기존 작물보다 위험하다는 증거는 어디에도 없습니다 086
- 트립토판 사건은 GMO 사건이 아닙니다 088
- 인도의 GM 면화의 이야기는 낭설입니다 089
- 인도 농부들의 자살률이 GM 면화 때문에 늘었다고요? 090
- 지난 21년간 수천 건의 검증 실험이 있었습니다 092
- 숨겨진 위험이라고 하더니 이제는 상관관계가 80%라고 합니다 093
- 상관관계가 인과관계는 아닙니다 095

2 세라리니, 장기간 섭취하면 위험하다고요?

- GMO를 장기간 먹으면 암 발생률이 크게 높아진다고요? 096
- 그의 논문은 철회되었습니다 097
- 모든 보건 당국이 그의 실험은 가치가 없다고 결론을 내렸습니다 099
- 그의 실험 조건은 발암성 실험이 아니었습니다 100
- 세라리니 실험의 가장 큰 문제는 용량 반응이 없다는 것입니다 102

- 생존율에 전혀 패턴이 없습니다 103
- 말암들에도 전혀 패턴이 없습니다 105
- SD 쥐의 대조군이 다른 실험들과 너무 차이가 큼니다 107
- 그의 논문은 오히려 글리포세이트의 안전성을 증명합니다 109
- 암에 대해 확정적으로 말하는 사람은 그냥 아마추어입니다 111
- 발암성의 분류는 증거의 정도이지 발암성의 강도가 아닙니다 113

3 글리포세이트가 GMO보다 위험하다고요?

- 글리포세이트는 제초제이지 GMO가 아닙니다 115
- 제초제의 잔류량 검사는 쉽습니다 117
- 글리포세이트가 미네랄의 흡수를 막는다고요? 118
- 아무도 글리포세이트를 킬레이트제로 쓰지 않습니다 119
- 킬레이트 결합은 영구 결합이 아닙니다 120
- 토양에서 킬레이트제는 중금속을 억제하고, 미네랄 흡수를 도와줍니다 121
- 글리포세이트의 제초제 가능 발견은 그야말로 행운이었습니다 123
- 몬산토의 GM 옥수수 NK603은 EPSP 합성효소가 추가된 품종입니다 125
- 인간은 원래 방향족 아미노산을 합성하지 않습니다 127
- 농약은 개발하기도 쉽지 않습니다 128
- 글리포세이트는 제초제 중에서도 안전한 편입니다 129
- 글리포세이트로 제초제 소비량이 폭증했다? 130
- 글리포세이트 내성의 잡초는 몬산토에게 악몽일 뿐입니다 132

4 현재 생산되는 GMO는 이미 체계적인 검증이 끝났습니다

- 성공한 GMO 유전자는 2가지 뿐입니다 134
- BT단백질은 100년간 친환경 농사의 대표적인 소재였습니다 135
- BT단백질은 곤충의 특별한 생리적 기작 때문에 가능합니다 136
- GMO에 활용할 유전자를 찾는 것이 가장 힘듭니다 137
- 푸스타이 박사의 GM 감자 실험 138
- 쥐는 생감자를 싫어합니다 139
- GM 콩의 발육저해 논란 141
- 논문에도 수준이 있습니다 143
- 체계적인 연구 결과를 받아들이는 문화가 아쉽습니다 145
- 현재 생산되는 GMO는 체계적 검증이 끝난 상태입니다 147
- 100명이 넘는 노벨상 수상자도 안전하다고 선언했습니다 148

5 왜 괴담은 GMO 제국인 미국보다 개발도상국에 많을까요?

- 딱 하나의 구체적 증거만 있으면 됩니다 149
- 미국은 온갖 소송이 많은 나라입니다 150
- 징벌적 손해배상(punitive damages)제도가 있어서입니다 152
- 청부의 과학보다 선동의 과학이 더 많습니다 153
- 담배 이야기는 그만했으면 합니다 154
- 이론적으로는 GMO가 기존의 육종보다 안전합니다 155
- 자연에 절대 안전은 존재하지 않습니다 157

03 GMO, 알려면 제대로 알아야 합니다

1 변형된 유전자를 먹으면 내 몸의 유전자도 변형이 된다고요?

- 소젖(우유)을 먹으면 소가 되나요? 160
- 먹을 것에 대한 생각은 과거와 큰 차이가 없습니다 161
- 모든 생명은 세모마다 수천~수만 개의 유전자가 있습니다 163
- 모든 생명의 유전자를 구성하는 분자는 똑같습니다 164
- 어떤 음식을 먹더라도 외래 유전자를 수십만 종 섭취합니다 166
- 유전자는 생각보다 차이도 적고 공통적입니다 167

2 유전자 변화가 GMO에만 있다고요?

- GMO는 유전자가 변형된 것이 아니라 1~2개 추가된 것입니다 168
- 모든 생명의 진화는 유전자 변이의 결과물입니다 169
- 벼과 작물의 화려한 변신 170
- 육종의 엄청난 성과는 엄청난 유전자의 변화에 의한 것입니다 171
- 유전자의 변화량은 육종 중에서 GMO가 가장 적습니다 173
- 돌연변이 육종보다 거칠고 알 수 없는 유전자 변이는 없습니다 174

3 GMO는 자연에 없는 인간만의 신기술이라고요?

- GMO 기술은 원래 세균과 바이러스의 기술입니다 175
- 고구마가 바로 천연 GMO입니다 177
- 고구마가 천연 GMO란 것을 이제야 안 이유 178
- GMO 현상은 자연에 너무나 흔합니다 180
- 인간에게 인간만의 고유 유전자는 거의 없습니다 181
- 생명 진화에서 가장 중요한 원동력이기도 합니다 183

4 GMO로 그렇게 놀랍고 괴이한 것들이 개발되었다고요?

- 털 없는 닭은 GMO가 아니라 육종으로 만들어진 것입니다 185
- GM 연어가 괴물처럼 커진다고요? 186
- 유전자자유로 만들어진 근육질 도미는 안심이 되나요? 188

5 GMO는 유전자 변화도 초라하고 성과도 초라합니다

- 최초의 GMO 산물은 인슐린, 그 시작은 화려했습니다 189
- 간혹 화려한 사용의 예를 만들기는 합니다 190
- 그리고는 계속 실적이 별로 없었습니다 191
- GMO의 성과는 아직 육종과 비교하기 힘들 정도입니다 192

6 처음에 GMO를 두려워한 사람은 과학자들입니다

- GMO의 첫 단계는 항생제 내성을 만드는 것이었습니다 193
- 대장균에 인간의 유전자를 넣다니! 194
- 지금은 훨씬 온순한 목적으로 쓰입니다 195
- 프랑켄 식물(Franken wood)은 이미 도처에 있습니다 196
- 한 그루의 나무에서 40종의 과일이 열리는 것이 자연스러운가요? 197
- 인간의 두려움의 대상은 참 변덕스럽습니다 198
- 잠재적인 대재앙? 오래되었다고 안전한 것은 아닙니다 200
- 경쟁회사를 통한 건강한 경쟁과 견제가 가장 효과적인 방법입니다 202

04 유전과 진화에 대해서도 오해가 많습니다

1 농사는 자연현상이 아닙니다

- 1만 년 전 농사가 시작되면서 인공선택이 시작되었습니다 204
- 지금의 옥수수는 자연에 존재할 수 없는 형태입니다 206
- 지금의 과일과 채소는 수렵 채취 시대의 것과 완벽히 다릅니다 207

2 진화의 속도는 선택의 속도가 결정합니다

- 진화의 속도는 일정하지도 꾸준하지도 않습니다 209
- 변이의 정도가 아니라 선택의 속도가 진화의 핵심입니다 210
- 불과 몇십 년 만에 상아 없는 코끼리가 급증했습니다 212

3 슈퍼박테리아는 없습니다. 내성균만 있습니다

- 지구의 주인공은 세균입니다 213
- 증식의 속도도 어마어마합니다 214
- 경이적인 능력을 갖춘 세균도 많습니다 215
- 세균은 끊임없이 유전자를 교환합니다 216
- 바이오필름, 네트워크도 형성합니다 218
- 얻은 것이 있으면 잃는 것이 있습니다 219
- 세균은 생존을 위해 노력할 뿐입니다 220
- 슈퍼박테리아는 없습니다. 다제내성균만 있습니다 221

4 생명은 진화가 아니고 퇴화가 숙명입니다

- 유전자를 계속 온전히 보존하는 것은 불가능합니다 222
- 막강한 복원시스템이 있어서 이 정도를 유지하는 것입니다 224
- 환경의 선택이 그 특성을 유지하는 힘입니다 225

5 성(Sex)의 진정한 목적은 번식이 아니고 유전자 정화입니다

- 성(Sex)은 많은 비용이 들지만 유전자는 절반만 전달됩니다 226
- 암수는 생각보다 경계가 불명확합니다 227
- 꽃은 자동동체인데 타가수분을 합니다 228
- 짝신벌레의 삶에 답이 숨겨져 있습니다 229
- 짝신벌레는 성의 목적을 보여줍니다 232
- 성(Sex)의 진정한 의미는 해로운 돌연변이 정화에 의한 퇴화의 억제입니다 233
- 결국 종의 경계는 효과적인 유전자 교환의 경계입니다 236
- 인간의 돌연변이 유전자 정화 기능은 수명을 다했습니다 238

05 유전자 기술에 대한 진짜 고민은 지금부터가 시작입니다

1 지금까지 GMO가 소문과 달리 초라했던 이유

- 비료의 혁명 242
- 종자의 혁명 244
- 이미 한계에 다다른 생산성 245
- 유전자에 대한 이해가 미흡했습니다 246

2 유전자가위, 진짜 유전자 기술은 이제 막 등장했습니다

- 유전자가위(CRISPR: 크리스퍼)는 지금과 차원이 다른 기술입니다 248
- 정확하고, 빠르고, 저렴하다면 승부는 끝 249
- 미국은 유전자가위를 GMO로 관리하지 않습니다 250
- 유전자를 추가하는 것보다 없애는 것이 쉽고 강력합니다 251
- 육종에서 가장 큰 혁신은 밀의 키를 줄이는 것이었습니다 252
- 대부분 피드백 제어를 받습니다 253
- 만약 유당 합성효소를 없애면 254
- 만약 콩의 불필요한 부분을 제거하면 256
- 유전자 기술은 이제 개발의 방향이 바뀌고 있습니다 257
- 유전자 시대는 이제 시작입니다 258
- 판도라의 상자가 열린 걸까요? 259
- 벌써 의료용 적용이 시작되고 있습니다 261
- 오일유 1%를 1만 배 감소시키는 기술도 개발되었다고 합니다 262

3 합성생물학, 앞으로 유전자 기술은 어디까지 갈까요?

- 합성생물학은 인공 생명체를 만드는 기술입니다 264
- 진화(생명)를 이해하는데 획기적인 수단도 마련되었습니다 265

SUMMARY 266

EPILOGUE _ 이제는 GMO를 제대로 알아가야 할 시기입니다 270

참고문헌 272