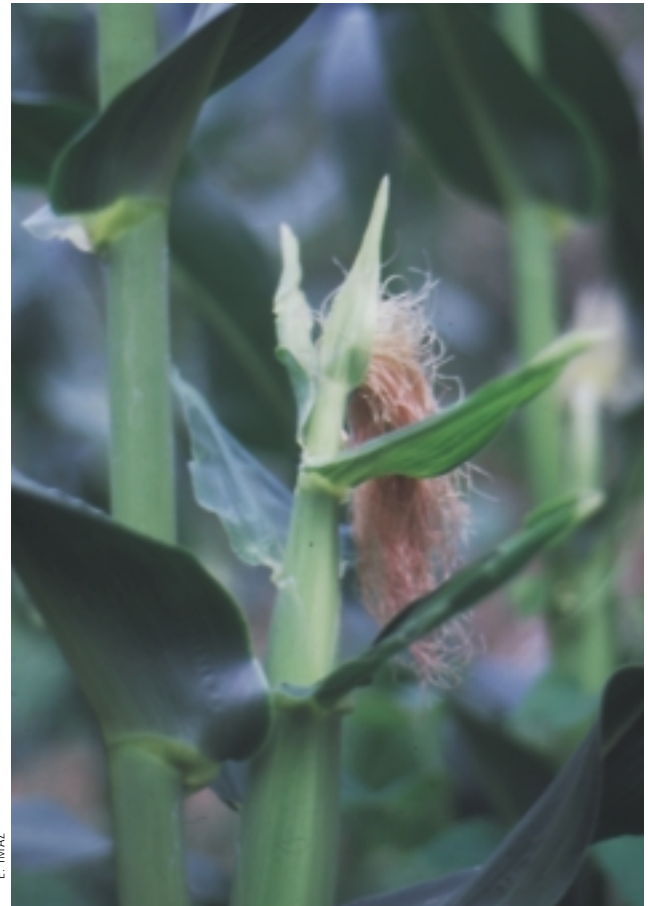


Transgenesia: bioteknologiaren azken asmakizuna

Eneko Imaz

Elhuyar

Azken hilabeteetan maiz entzun den gaietariko bat elikagai transgenikoena da eta ikusmin, zalantza eta jarrera kontrajarri ugari sortu du. Bai berria eta ezezaguna denak berez sortzen duelako ikusmina eta errezeloa bai transgenikoen ontasunen inguruan sortutako zalantzak direla eta.



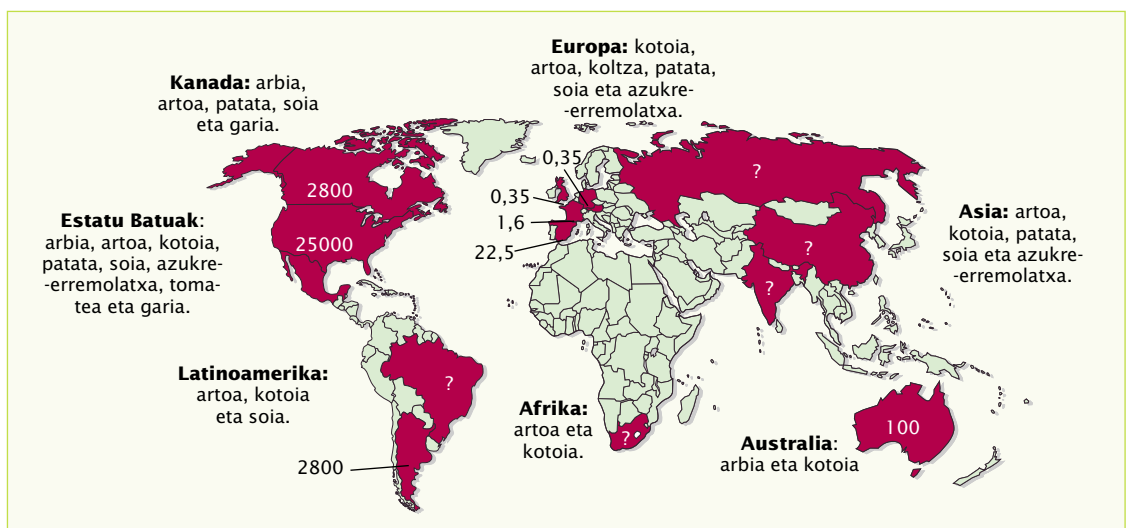
E. IMAZ

ZER DIRA, BAINA, TRANSGENIKOAK? Beste espezie baten DNA (gene bakar bat edo gutxi batzuk), hots, materia genetikoa duten eta ugalkorrek diren landare edo animaliei deritze **transgeniko** (adibidez, arrainen geneak dituzten landareak). **Elikagai transgeniko**, ordea, haietatik eratorritako elikagaiak izango dira.

Dena den, zenbaitzuk transgenikoez baino nahiago dute **genetikoki eraldatutako organismo**ez (GEOez edo GMOez, ingelesez) hitz egin, bai zuzenago deritzotelako bai eta transgeniko terminoak gizartean duen ospe txarra saihestearren. Kasu honetan gene eraldake-

ta espezie beraren baitakoa ere izan daiteke, beraz GEO kontzeptua zabalagoa da transgeniko kontzeptua baino. Askotan biak modu nahasian erabiltzen dira. Elikagaiez hitz egitean, **elikagai transgeniko** edo **genetikoki eraldatutako** elikagai (GE) erabiltzen da.

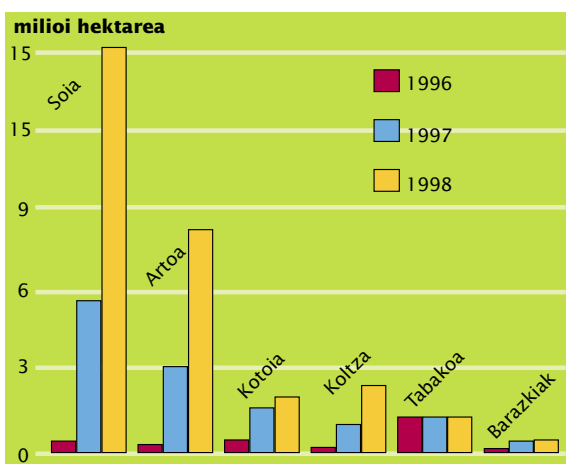
Era batera zein bestera izendatu, injinerutza genetikoa erabiltzen da nahi den emaitza lortzeko. Orain arte gehien bat landareekin lan egin da eta, era berean, aurrerantzean landare transgenikoez hitz egingo da soilik artikulu honetan. Elikagai esatean landareetatik eratorritakoez arituko gara.



1. irudia. Orain arte Ameriketako Estatu Batuetan erein da lur gehien GE landareekin (datuak milaka milioi hektareatan emanak).

Gero eta elikagai transgeniko gehiago

Genetikoki eraldatutako (GE) landareak gero eta lur-sail gehiagotan ageri dira. 1996an 3 milioi hektarea inguru landatu ziren jada munduan. Hurrengo urtean 13 milioi ziren eta 1998an, GE landareekin ereindako soroen azalera 30 milioi hektarea baino gehiagokoa, horietatik 25 milioi Estatu Batuetan, izan zen mundu osoan (ikus 1. irudia). Enpresa agrokimiko handiek horren alde egin dute eta, euren esanetan, labore horien emendioa hazi berriek nekazariari eskaintzen dioten errentagarritasunaren ondorioa da. 1997. urtean, *Novartis* suitzarrak nekazaritza-sektoreko ikerkuntzarako eta garapenerako departamentuaren aurrekontuaren % 16, hots, 12.227,8 milioi pezeta/482,17 milioi libera hazietan inbertitu zituen. Ameriketako Estatu Batuetako (AEB) bere lehiakideak, *Monsanto*-k, 1996an 450 milioi dolar (64.214,15 milioi pezeta/2.532,10 milioi libera) inbertitu zituen ikerkuntza bioteknologikoan.



2. irudia. Munduan gehien ereindako GE landareak soia eta artoa dira.

Gaur egun, gehien ereiten den GE landarea (ikus 2. irudia) soia da. Genetikoki manipulatu zuten lehen laboreak ere bada. Jarraian artoa egiten da gehien, almidoi-industriarako eta animalien bazkarako. Kotoi, koltza, tabako, tomate eta barazki transgenikoak gutxiago erabiltzen dira orain arte.

AEBetan 50 GEOk dute merkaturatze-baimena. Europako Elkartean, ordea, eraldatutako 11 produkturen uztak, animalien gaixotasunen aurkako hiru txertok, esnetan antibiotikoak detektatzeko kit batek eta bi landare apaingarrik dute merkaturatze-baimena. Gaitzengatik probarako soilik erabiltzen dira, espainiar estatuan izan ezik, bertan Bt arto-barietatea erabiltzen eta salbaitaiteke.

Zertarako GE elikagaiak?

Landareen edukin genetikoa aldatu eta gero, lortutako landareak, horien fruituak eta landareekin egindako jakiak merkaturatzeko prest daude. Baina zein da landareak horrela eraldatzearen helburua? Zein onura eskaintzen dute?

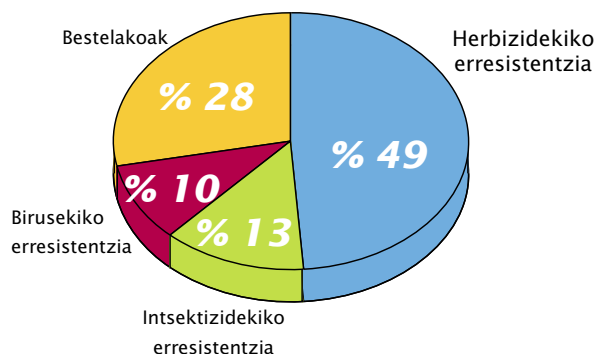
Hasiera batean hainbat ezaugarri txerta dakiokete transgenikoak izango den landareari. Adibidez:

- Produktu jakinekiko erresistentzia, herbizida edo intsektizidekiko nagusiki.
- Landareek eurek hainbat produktu sortzeko ahalmena, herbizida edo intsektizidak, batez ere.
- Fruituen heltzea atzeratzea edo fruitu guztiak une berean heltzea.
- Aleak hain erraz eroriko ez zaizkien burudun landareak lortzea; esaterako, gari-aleak hain erraz eroriko ez zaizkien galburudun gari-landarea.
- Hotzarekiko, gatzarekiko edota beste hainbat ingurugiro-baldintzekiko erresistentzia, etab. Adibidez, *Craterostigma plantigenium* landarearen geneekin lehortearen ondoren "berpiztu" egiten diren landareak sortu dituzte.

Horiek guztiak landareen nekazaritza-balioa gehitzekoak dira. Hala ere, lehenak dira gaur egun gehien erabiltzen direnak (ikus 3. irudia). Kanpo baldintzekiko jasankortasuna areagotzeko ikerketak ere egiten ari dira, baina hori lortzea zailagoa da, gene bat baino gehiagoren menpe dago eta.

Apaindura-landareen ezaugarriak (kolorea, tamaina, usaina,...) indartzeko geneekin ere erabiltzen dira ikerketak.

Enpresa agrokimikoek, abantailen artean, izurritekiko babesa eta herbizida edo intsektizida gutxiago erabili behar dela aipatzen dituzte nagusiki. Horrela, produktu kimiko gutxiago erabilita, lurra eta ingurugiroa osasuntsuago izango genituzke. ➡



3. irudia. Genetikoki eraldatutako landareetan herbizidekiko erresistentzia da gehien erabiltzen dena.

Orain arte nekazaritzarako jorratutako ikerketa-lerroak hainbat badira ere, ezagunenetakoa GE artoa da, hainbat etxek ekoizten duten Bt artoa, hain zuzen ere. Artoak badu taladro deitzen zaion lepidopteroak sortutako berezko gaitza. Larba-fasean taladroaren beldarra arto-landarearen barruan bizi da, honen zurtoina, hostoak eta artaburuak zulatu eta janez, eta beraz, ekoizpena murriztuz. *Bacillus thuringiensis*, ordea, naturan ageri den baziloa da eta bere osagaietan badu taladroak digeritu ezin duen proteina. Hori jakinda, injinerutza genetikoaz baliatuta proteina hori kodetzen duen genea sartu dute arto-landareetan (horregatik deritzo "Bt artoa" barietate horri) eta landareak berak ekoizten du taladroarentzat digeriezina den proteina. Ondorioz taladroak arto-landarea jatean proteinak bere digestio-aparatua kaltetu eta zulatu egiten du, eta noski, taladro-harra hil egiten da. Transgeneen teknika garatu aurretik intsektizida modura ihintzaten zen Bt proteina hori. Kotoiaren kasuan ere Bt proteina erabili da GE barietateak sortzeko, azken finean, Bt proteina hainbat lepidopteroen aurkako borrokan erabil baitaiteke intsektizida gisa.



ARTXIBOKOA

Artoaren taladro-harra.

Beste kasu batzutan, adibidez tomatearenean, fruituen heltzea eragiten duen proteinaren ekoizpena eragotzen duen genea txertatu da heltze hori atzeratzearren. Edo erremolatxaren kasuan, landareei herbiziden aurkako babesa ematen dien genea txertatzen zaie, eta horrela erremolatxa erein ondoren ere erabil daiteke herbizida belar txarrak deusezteko.

Hiru adibide horiek dira transgenikoen arloan gehien jorratutako erabilerak bai eta eztabaida gehien sortzen ari diren erabilerak. Baina badira bestelako ikerketa- ➔

Ezer baino lehen, kontuz

Teknologia berrien aurrean, nekazariak behar-beharrezkoa du bere ingururako informazio tekniko kontrastatua eta baliagarria, arrisku berrien aurrean babesa emango dien aseguru-sistema berria, eta bere bezero nagusiaren iritzia, kontsumitzailearena, ondo ezagutzea.

Nekazaritzako injinerutza genetikoaren aplikazioan, gaurdaino hiru elementu hauetako bat bakarrik egon da argi: egin diren era guztietako ekintzek diotenez, kontsumitzaileek genetikoki eraldatutako elikagaiari buruzko zalantza handiak dituzte eta etiketa bereizgarria eskatzen dute, ustekabearen erosteko arriskurik egon ez dadin. Horrek nekazaritza-populazioari pentsarazi egin behar digu, gure apustua kalitatearen aldekoa eta hemengo bezeroaren araberakoa baita.

Benetan falta dena, nekazaritzako injinerutza genetikoaren onura eta arriskuei buruzko nekazariendako informazio tekniko kontrastatua eta baliozkoa da. Poliki-poliki hasi dira iristen ikerketen emaitzak, baina emaitzei benetako balioa emateko, ikerketa nor egiten ari den eta nork ordaintzen duen jakitea falta da. Bien bitartean, taladroari aurre egiteko gai den arto transgenikoa saltzen zaie arazo hori ez duten nekazariari, edo multinazionalari

komeni ez zaizkien ikerketen emaitzetako datuak manipulatu egiten dira, eta horiek une honetan sortzen ari diren arazo etikoaren erakusgarri dira. Jarrera horiek, nekazaritza-populazioa teknologia berri hauekiko mesfidati bihurtu dute. Gaur egun Euskal Herrian transgenikoak erabili edo ez erabili erabakitzen laguntzeko baliozko daturik ez dago.

Teknologia hauen arriskuen jabe nor edo nortzuk egingo diren esateko, bada kontuan hartu beharreko hainbat datu. Batetik, aseguru-talde garrantzitsuek genetikoki eraldatutako landareak edo eta elikagaiak aseguratzeke sistema berriak diseinatu beharra azpimarratu dute: duda barik poliza garestiagoak, baina oraindik ez daudenak nahi dituzte.

Bestetik, nekazaritzako produktuek eragindako kalteei buruzko Europako lege-ria berriak argi uzten du erantzukizuna nekazariarena edo ganaduzalarearena dela, beti ere kontsumitzaileak arrazoiak argitzeko gauza badira (berez oso zaila da). Horiek horrela, nekazaritza-kimika-elikagaietako enpresa handiek, nekazaritzako injinerutza genetikoaren sustatzaileek —beste edozein enpresa bezala mozkinengatik motibatuta— horretaz hitz egiten dutenean eskuak garbitzen dituzte, produktuak etiketatzearen aurka daude eta nekazariari ez diete transgenikoak erabili edo ez erabakitzeko aukerarik ematen, eta, are okerragoa dena, beren teknologiaren edozein eragin edo arrisku gizarteratu egiten dute. Oraindik ez dute azaldu munduko txiroek, gosea kentzeko, beren elikagaiak nola erosiko dituzten, eurek diotenaren arabera lehen helburua hori dela dirudi eta. Egoera horretan, argi dago nekazaritzako sindikatuek —nekazariak (ez ahaztu, aldi berean kontsumitzaile direla) defendatzea helburu duenak— kontuz ibiltzea zergatik eskatzen duen.

Helen Groome
EHNE



ARTXIBOKOA

Teknologia garatzen

eta

Berrikuntza bideratzen

Produktuen eta prozesuen arazo teknologikoak eraginkortasunez konpontzen, bezeroarekin lankidetzan estuan eta isilpekotasuna gordetzeko konpromiso zorrotzarekin.

Goi-mailako kualifikazioa eta MEKATRONIKAREN (elektronika + mekanika + informatika) eta ENERGI teknologien garapenean esperientzia zabala duten 140 ikertzaile eta teknikari baino gehiago enpresen zerbitzura, bereziki, Enpresa Txiki eta Ertainen zerbitzura.

IKERLAN

25

U R T E

Gure eskerrona IKERLANen sorreran eta ondorengo bilakaeran parte hartu duten pertsona guztiei, gure zerbitzuak eskatzerakoan guran konfidantza jarri duten enpresei eta ikerketa eta garapen teknologikoko jarduerak sustatzen dituzten erakundeei, beren laguntzagatik, zeren eta denon artean ahalbidetu dutelako gaur garena izatea.



1974 • 1999



TEKNOLOGI IKERTEGIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
TECNOLÓGICAS

Transformazio genetikoa nekazaritzan eta elikaduran

Nekazaritza hasiera-hasieratik espezie jakin batzuen hautaketan oinarritu da, eta horietan, bereziki aldeko ezaugarriak dituzten barietateen hautaketan, bai landatzeko eta bai produktuaren kopuru eta kalitate handiagora lortzeko. Hobekuntza genetikoak aipatutako prozesuan metodologia zientifikoa ezartzea da. Horri esker eta nekazaritzako produktu berrien eta nekazaritzako teknika moderno berrien ezarpenarekin batera, nekazaritza gaur egungo etekin-mailara jaso duten haziak lortu dira. Hobekuntza genetikoak landatutako espezieen eta berauekin gurutzatutako espezieen eta berauekin gurutzatutako daitezkeen gertuko oinordekoen aldakortasun naturalean oinarritzen da.



A. BENGUA

Espezie jakin bati ezaugarri jakin bat txertatzea interesgarria balitz, eta eskura dauden barietateetan horrelako ezaugarriak ez balego, hobekuntza genetikoak

ezingo luke ezer egin. Horretan ari da, hain zuzen ere, azken 15 urteetan gutxi gorabehera, biologia molekularra.

Beste izaki bizidun batzuen jatorrizko informazio genetikoak zehatz eta egonkor txertatzea posible egiten duenez, DNA birkonbinatzaileko teknologia ezartzeak landareen hobekuntza genetikoaren arlora iraultza ekarri du. Une horretara arte, hobekuntza genetikoak barietateen hautespen eta gurutzamendu-tekniken bidez egin da. Prozesu geldoa eta garestia izateaz gain, gairazko oztopo genetikoak zituzten teknikak ziren.

Aldatutako landareek honako helburu hauek dituzte:

- Landareak kontsumitu, poluitu eta suntsitzen dituzten organismoekiko tolerantzia edo erresistentzia.
- Muturreko egoerekiko tolerantzia; lehorte, gazitasun, bero/hotzarekiko adibidez.
- Produktibitatea.
- Landareetan zenbait ezaugarri lortzea konposizio, kontserbazio edo prozesatze

aldetik (konposizio elikagarriagoa, toxina naturalen murriztea edo interes farmakologikoa duten konposatuaren produktzioa).

Orain arte, artoa, tomatea, soia, patata, kotoia, arrosa, ekilorea, erremolaxa, tabakoa, alpapa, eta barazki ugari eraldatu dira. Landare transgenikoen ia 60 espezierekin ikerketan ari dira orain, komertzializatu aurretik (dagoeneko munduan 20.000ren bat saiakuntza egin dituzte).

Teknologia horren beste aplikazio batzuek interes terapeutikoa duten landareetan eta enzimetan hormonak ekoizteko aukera ematen dute. Adibidez, kole-raren toxinako B azpiunitatearen genea duenez, gaixotasun horrekiko immunizatzen duen patata transgenikoa garatu dute. Hori bezala, hainbat ugaztunen ugaztetan balio erantsi altuko proteinak kodetzen dituzten geneak ere garatu dira. Farmakoak dira, plasminogenoaren aktibatzailea edo hemofiliaren aurkako faktorea bezalakoak. Elikagai hartzituen

-lerroak ere (ikus 3. irudia), animaliekin eta medikuntzarekin lotura gehiago dutenak. Adibidez, osagaien artean intsulina, bitamina edo sendagai jakinak dituen esnea emango duten behi, ardi edo ahuntz transgenikoak, beren baitan txertoak dituzten landare transgenikoak. Edo landare transgenikoak bioerreaktore moduan erabiltzearena, ekonomikoki garrantzitsuak diren proteina edo metabolitoen ekoizpen ez oso garestia lortzeko. Edo prozesu biologikoetan geneen ekintzaren ikerketarako tresna gisa erabiltzea, etab. Edonola ere, horrelako erabilerek ez dute aurrekoek adina garapenik eta, eztabaida ere, gutxiago sortu dute.

GE elikagai-motak

Genetikoki eraldatutako elikagaiak hiru taldetan sailka daitezke:

1) Elikagai primarioak: GE elikagaiak zuzenean, inolako transformaziorik jasan gabe, elikagai direnean. Jaki horiek, manipulatuak geneak eta horien ondorioz sortutako proteinak euren baitan edukiko dituzte (adib. gordinik jandako tomate transgenikoa).

2) Prozesatutako elikagaiak, jatorria hiru motatakoa izanik: jakia transformazioa jaso duen GE elikagaia denean (adib. artirina), aurrekoak horiek osagaitzat dituzten jakiak (adib. arto transgenikoz egindako margarina) eta, GE elikagai batetik lortutako aditiboak dituen jakia (adib. gazta egiteko kimosina entzima manipulazioa jasan duen onddo batetik eratorria denean).

Bigarren elikagai-mota hau bi taldetan bana daiteke, era berean:

- 2.1.- Eraldaketa genetikoaren ondorio den elementurik, hots gene edo proteinik, ageri ez dutenak (adib. olioaren % 99 triglizeridoz osatua dago eta ez dute ia batere gene edo proteinik, jatorrizko landarea, koltza esaterako, transgenikoa izan arren).
- 2.2.- Eraldatutako gene edota proteinak euren baitan dituztenak (adib. proteina hidrolatuak, elikagai askoren osagai direnak emulsiotzaile, zapo-emaile... gisa).

3) Hartziduraren ondorio diren jakiak: eraldaketa genetikoak jasan duten bakterio edo legamiak erabiltzearen ondorioz lortutakoak dira (adib. ardoa, gazta...).

kasuan bakterio laktikoak eta legami transgenikoak lortu dira, gero-heltze denbora laburragoa duen gazta edo fruta-zaporea duen ardoa ateratzeko.

Gaurdaino, eta Europan, merkatuan dauden 16 produktu transgeniko atera dira: 12 landare transgeniko, 3 txerto, eta esnetan egon daitezkeen bakterioak aurkitzeko analisi-kit-a. Merkaturatze-baimena eman aurretik, guztiak sakon aztertu dira.

Kontsumitzaileen osasuna babesteko, Europako Batasunak hainbat lege onartu ditu. Eskakizunak elikagai transgenikoaren nutrizio-konposizioa zehaztean eta balizko alergikotasuna edo toxikotasuna detektatzean oinarritzen dira. Gainerako elikagaiei ez zaie horrelako probarik egiten, baina derrigorrean eragin beharko lirarteke. Espainian genetiko ki eraldatutako organismoetako jardueren ingurugiroarentzako eta giza osasunarentzako balizko arriskuen kontrola, ekainaren 3ko 15/94 Legean eta 951/1997 dekretuz onartutako Araudian zehazten

da. Tresna biak Europako Batasuneko bi arteztarau (90/219 artezt. eta 90/220 CEE artezt.) gehitu dituzte Espainiako legeriara. Era berean giza kontsumora bideratutako elikagai trans-

genikoen etiketatzea arautu egin da, soia eta artoa adibidez, Europako Batasuneko Europako Kontseiluko Nekazaritza Ministroen Araudiaren bidez (1139/98 1998ko maiatza). 1998ko irailaren 3an jarri zen indarrean, 1813/97 araudia ordezkatuz.

Hala ere, Europako araudian eztabaida handiena sortzen duen gaietarikoa, etiketatzearena da hain zuzen ere, merkaturatzen diren elikagai transgeniko guztietan agertzea nahi baita. Horregatik legea oraindik aldaketan zain dago.

Genetikoki eraldatutako barietateek pasa behar dituzten kontrolak (elikagai arruntekin alderatuta bi aldiz handiagoak dira), kontsumitzaileari eta nekazariari segurtasuna eta osasuna ez ezik, erabiltzean eraginkortasuna ere ziurtatu behar



ARTIBOKOA

dizkiete. Lehen eskakizuna Barietate Komertzialeen Erregistroan izena ematea da, bai Espainian eta bai Europan diharduen erakundean. Izena emateko eskakizunak hiru irizpide-motara bil daitezke: identifikazio, nekazaritza-balio, eta gaitasunetikiko erresistentziaren irizpide-tara.

Elikagai transgenikoek, azken finean, eztabaida ezineko errealitate dira. Gai hauetan lanean ari garen zientzialariok ezin ditugu beren gizarteko eraginak baztertu, eta gizarteari beren balizko arriskuei eta aukera erraldoiei buruzko informazioa emateko ardurari aurre egin behar diegu.

*Jose Ignacio Ruiz de Galarreta
NEIKE*

Transgenikoak: bai, ez; bai baina... Aldeko eta kontrako ikuspegiak

Genetikoki eraldatutako organismoen sorrerak eztabaida ugari eta gogorrrak sortu ditu hainbat arrazoi dela eta.

Aldeko jarrera dutenen iritziz gauza berri guztiek sortzen dute beldurra, baina ez dago horretarako arrazoirik. Euren esanetan gizakia aspaldi ari da bioteknologia erabiltzen, barietate berriak eta hibridoak sortuz. Enpresa agrokimikoek, aurrez aipatu bezala, produktu

kimikoen erabilera txikiagoa, uztak ingurugirora hobeto moldatzea, nekazarien ekoizpena eta lehiakortasuna areagotzea, etab. aipatu dituzte. Hainbatek gizakiaren elikadura-kalitatea hobetzea eta goseteen murrizketa ere aipatu dituzte. Hor dira baita transgenikoen erabilera ikerketan eta bestelako produktuen (bitaminen, proteinen,...) ekoizpenean.

Sortutako eztabaidan hainbat aspektu aipatzen dira. Esaterako, hainbat jendek elikagai jakinei alergiaz die eta



Garajeak: Gipuzkoan eta Bizkaian

AIZPURUA AUTOBUSAK,

ELHUYAREN zentzu berean bidaiatzen du.

AURRERA, BERRITZEN, HOBETUZ!

ZORIONAK!

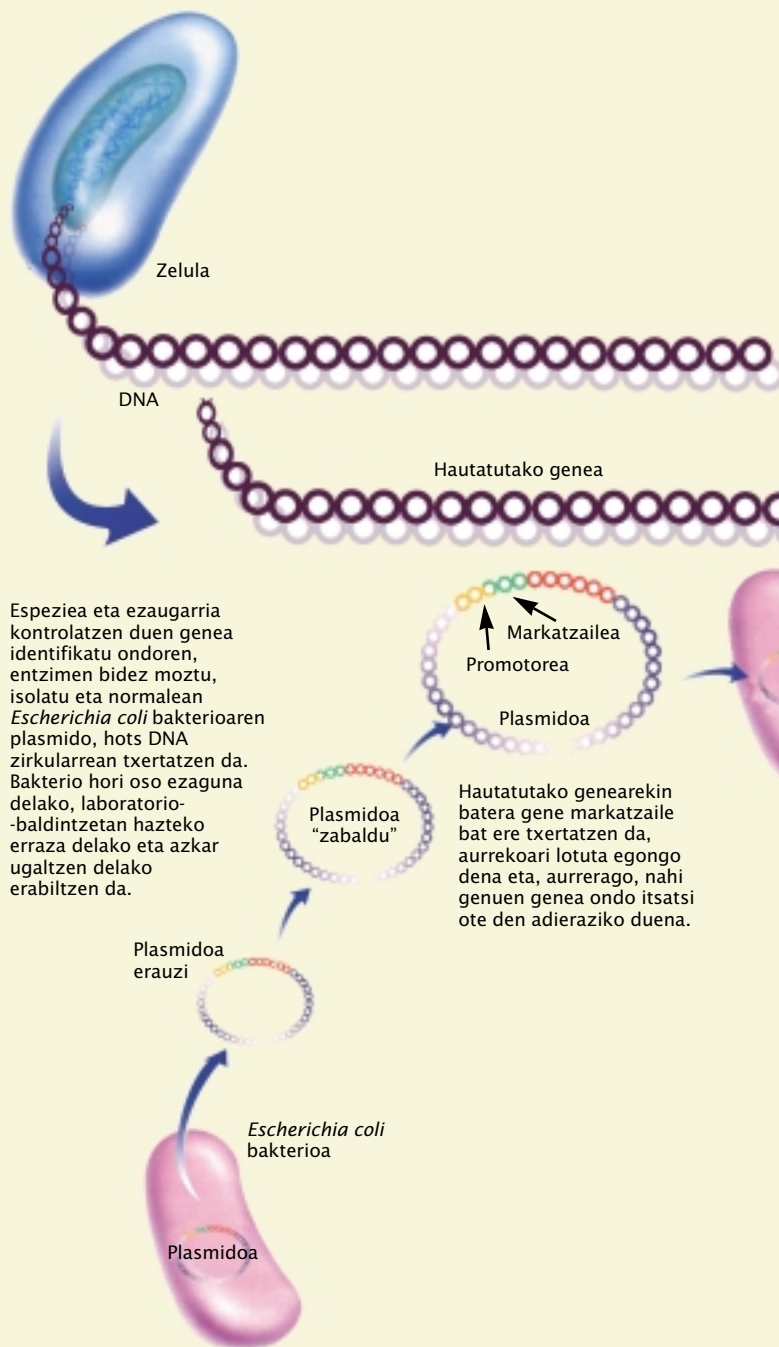
Nola egin genetikoki eraldatutako landareak

Nola lor daiteke landare batek beste espezie bateko geneak bereganatzea gurutzamendurako inolako berezko aukerarik ez badago?

Lehenengo, adieraztea nahi den ezaugarria zein espezie-tako zein genetan dagoen aurkitu behar da. Esaterako, ezagunak dira izurri edo baldintza jakinen kontrako babesa duten animalia, landare, birus eta bakterioak, hala nola, intsektizidak ekoizten dituzten landareak, hotzaren aurkako proteinak dituzten arrainak, harrapakarieko babeserako toxinak ekoizten dituzten landare edota animaliak, etab. Genea identifikatu ondoren ugariarazi eta horiek landare berriak lortu behar dira. Horretarako metodo erabiliena *Agrobacterium tumefaciens*-ak erabiltzen dituen da. Eta hori erabiltzerik ez den kasuetan "balistika-teknika" deritzona.

Hasieratik ezin da jakin zenbat gene eta non barneratuko diren eta, horregatik espresio-maila desberdineko landare-multzoa lortzen da.

Edonola ere, gene berriaren espresioa iraunkorra izan dadin, beharrezkoa da nukleoan txertatzea, bestela 2-3 egun besterik ez baitu iraungo. Gehiago iraunez gero ere, gene harrotza ez da beti ondorengo belaunaldietara pasatzen eta hori da transgenesiaren arazoetako bat.

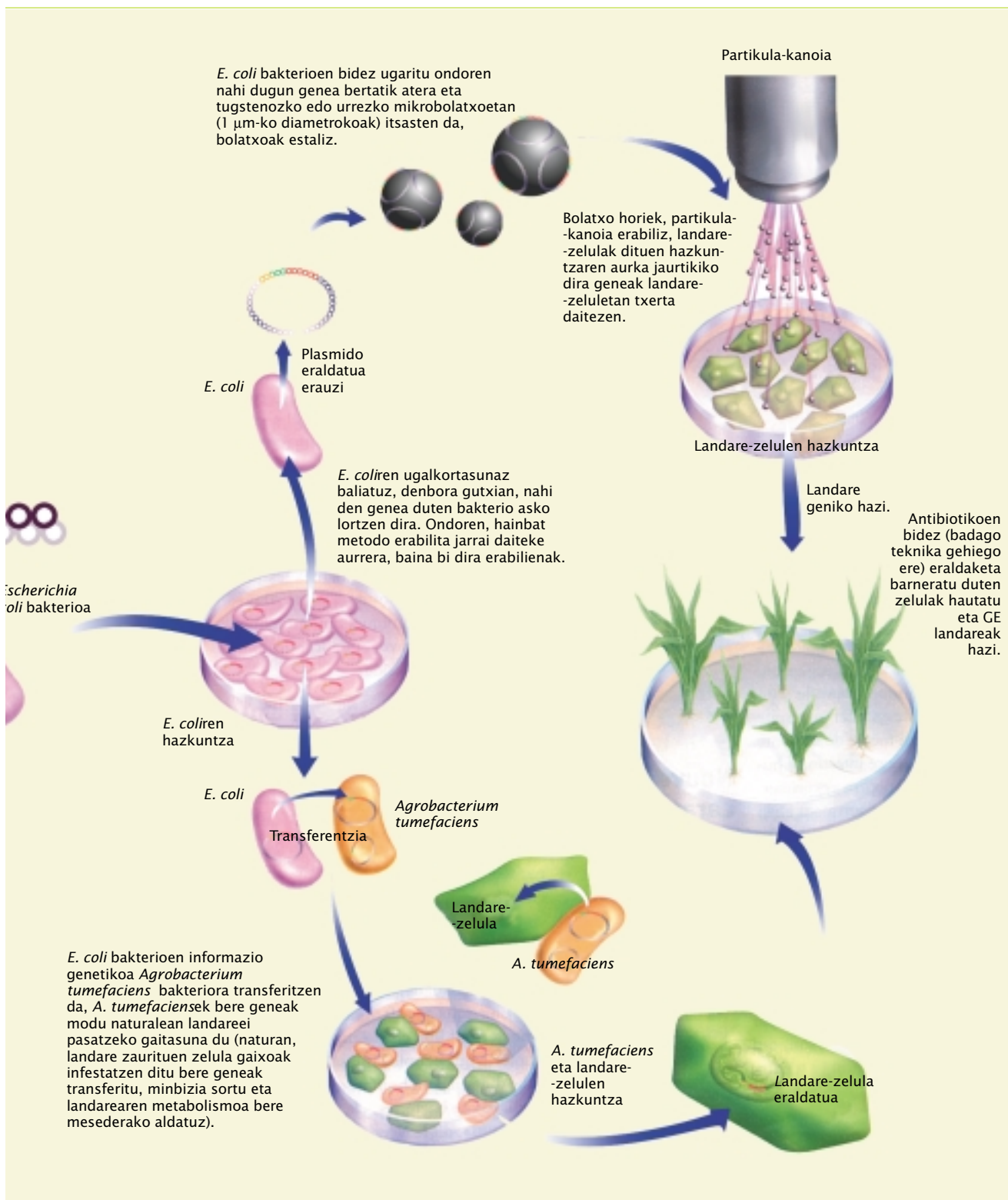


4. irudia. Transgenikoak lortzeko hainbat urrats eman behar da.

orain espezie desberdinetako geneak batetik bestera aldatuz gero alergia-kasuak ugartu egin daitezkeela uste dute. Adibidez, inork soia alergia badiu badaki ezin duela soia duen elikagairik jan, baina bai tomateak. Tomate transgenikoak soiaren geneak baditu, ordea, erreakzio alergikoren bat garatzeko arriskua izango luke baldin eta horren berri izango ez balu eta soia alergia izatea eragiten dion genea (proteina, azken finean) sartu badiote tomateari.

Horrelako kasuak etiketa egokien bidez konpon daitezke, seguruenik.





Science & Vie-tik moldatuta

Baina produktu transgenikoekiko jarrera kritikoa dutenek are larriagotzat jotzen dute antibiotikoen erabilera genetikoki eraldatutako organismoetan. Lehenago esan denez, adieraztea nahi den genea landarean txertatu ote den jakiteko markatzaileak erabiltzen dira eta markatzaile horietako asko antibiotikoekiko erresistentzia-geneak izan dira orain arte. Alegia, hazkuntzan eduki diren zelula guztiek ez dituzte beti gene arrotzak barneratzen eta horiek baztertze, gene-trasferentziaren ondoren antibiotikoa gehitzen zaio hazkun-

tzari (ikus 4. irudia). Horrela, gene berria, eta horrekin batera markatzailea barneratu ez duten zelulak hil egingo dira eta transgeneek bizirik iraungo dute. Eta horretan datza GEOen inguruko eztabaidaren gakoetako batek, hainbatek erresistentzia hori mikroorganismo, animalia basati zein etxekotueta, landareetara edota gizakira hedatu daitekeela uste baitu. Lau dira markaketarako orain arte gehien erabili dituzten antibiotikoak: ➔

- 1) *Anpizilina*. Nazioarte-mailan gehien erabiltzen den antibiotiko-familiakoa, dagoeneko hainbat estatutan merkaturatzen dagoen *Novartis*en Bt artoan erabiltzen dena. Diotenez, anpizilinarekiko erresistentzia garatzen duten patogenoak penizilina-mota askorekiko ere erresistente bilakatzen dira gene horren mutazio bakar batekin. Medikuntzan anpizilinaren erabilera garrantzitsua dela argudiatuz, Frantzian debekatuta dago antibiotiko hori daraman artoa ereitea eta merkaturatzea.

Hiru koltza-landare. Ezkerrekoa basalandarea, eskuinekoa nekazaritzan erabiltzen dena eta erdian bien arteko hibridoa. Hirurak elkarren artean poliniza daitezke.



ARTXIBOKOA

- 2) *Kanamizina* eta *neomizina*. Herrialde txiroetan oraindik ere nahikoa erabiliak. Kanamizina oso toxikoa den arren erabilgarria da beste aukerarik ez dagoenean. Antibiotiko honekiko erresistentzia-genea helitze geldoko *Calgene* tomateetan eta *AgrEvo*ren eta *Calgeneren* Bt koltzan txertatu dituzte.
- 3) *Estreptomizina* eta *sektinomizina*. Lehenak oraindik ere erabilera zabala du medikuntzan. *Monasntoren* Bt kotoian aurki daiteke.
- 4) *Mikazina*. Munduko Osasunerako Erakundeak erreserbarako antibiotikotzat dauka eta, medikuntzan ahalik eta gutxien erabiltzea gomendatu zuen erresistentziarik sor ez zedin. Izan ere, gero eta zailtasun gehiago dago zenbait gaixotasun eta bakterioei aurre egiteko, erresistentzien ugaritzea dela eta. Holandako enpresa batek patata-barietate batean sartzea erabaki zuen, nahiz eta azkenean, patata hori European onartzeke zeuden elikagai transgenikoen zerrendatik kendu egin zuten.

Pariseko Pasteur Institutuko agente bakterianoen ikerketarako arduraduna den Patrice Courvalin izan zen antibiotikoekiko erresistentziak gertatzen direla plazaratu zuena. Bakterioek DNA igortzeko arras sistema eraginkorrak garatu dituzte. "Leku-aldaketa hainbat erataraz burutzen da. Sistema horien bidez, bakterioek antibiotikoekiko erresistentzia-geneak elkar trukatu dituzte".

Bestalde, landare transgenikoetan txertatutako geneak bektore-zatiz osatuta daudenez, DNAREN elkartrukea gertatzeko aukerak badaude, teoriarik behintzat. Ildo horretan, Robert Havenaiek Holandako Zeist-eko Elikagaien Ikerketarako eta Nutriziorako Institutuan egindako ikerketa aipa daiteke. Izan ere, teknologia transgenikoen aldekoek material genetikoak digestio-aparatuan berehala desegiten dela diote, baina ikerketa horretan ikusi dutenez, 6 minutu inguru egiten ditu heste lodian andeatu gabe. Beraz, inguruko zelulak eraldatzeko gai izango litzateke. Proba egiteko digestio-aparatu artifiziala eraiki zuten, benetakoetan aurki daitezkeen mikroorganismo eta entzima berekin. Bertan, antibiotikoekiko erresistentzia-geneak zituzten bakterioak sartu zituzten, aipatutako emaitza lortuz. Bakterio horiek hesteetan aurkitzen diren modukoak balira, hots, *Enterococcus*, bakoitzak hesteko bertako bakterio bati erresistentzia-genea pasatzeko 10 milioitik 1eko aukera legokeela diote ikerlari horiek. Oraingoz, *Lactobacillus* bakterioak erabilia (normalean hestean aurkitzen ez direnak) ez da transferentziarik behatu hesteetako florara, ez eta *Flavr Savr* tomate transgenikoa erabilia.

“Euskal Herriari dagokionez, oraingoz Nafarroan landatu dira soilik genetikoki eraldatutako haziak”.

Enpresa agrokimikoen ordea, antibiotikoekiko erresistentziak dagoeneko nahiko hedatua daudela diote eta, beraz, kaltea ez litzatekeela horrenbestekoa. Eta gainera, hesteko mikroorganismoetara edo zelula epiteliarretara gene-transferentzia gertatzea oso zaila litzatekeela ere uste dute, hestera erresistentzia-genez gain bestelako DNA ugari sartzen delako, eta horrela probabilitatea jaitsi egiten delako. Eta transferentziarik balego zelula epiteliarrek eurek gene horiek arrotza direla ikusi eta desegin egingo litzatekeela. Baina, geneak zelulan sartu eta adieraziko balira ere, organismoan eraginik ez lukeela diote, hesteetako zelulen biziraupena oso labu-

rra baita, hots, zelula berri eta eraldatu gabeek berehala ordezkatuko lituzketela. Gene horiek hesteetako mikroorganismoetara transferitzeko mekanismorik ez dela behatu ere badiote.

Hala ere, hesteetatik at bizidunen arteko gene transferentzia egon badagoela erakusten duten ikerketak ere badira, besteak beste, landareetako gene eraldatuak lurrera askatu eta 130 egunera bertako mikroorganismoetan agertu direla diotenak. Honen aurrean, transgenetikoko jarrera baikorragoa dutenek *E. coli* bakterioarekin egindako esperimentu bat aipatzen dute. Bertan *E. coli*ren hazkuntza batean anpizilinarekiko erresistentzia-geneak zituzten arto zelulak jarri zituzten transferentziarik ote zegoen ikusteko. Transferentzia $6,8 \times 10^{19}$ zelulatik 1ekoa izan zen eta beraz, ez da esanguratsua. Gainera ingurune naturalean hori gertatzea are zailagoa dela diote. Hala ere, zenbait ikerlarik ingurune naturalean gauzak oso bestela gertatzen direla eta askoz sistema konplexuagoa dela dio.

Adituek efektu pleiotropikoak ere aipatzen dituzte. Hau da, gene berriak organismoetara gehitzean, gene berri



Greenpeace erakundea da soro transgenikoen aurkako ekintza gehien burutu dituenena.

hori non itsatsi den ez jakitea. Hori ohikoa da eta gerta daiteke toxinak kodetzen dituen edo elikagai diren proteinak kodetzen dituzten geneetan eragina izatea.

Aipatu diren bestelako arriskuen artean, laboreei txertatutako herbizidekiko erresistentzia edota laboreek eurek intsektizidak ekoizteko txertatutako geneak

J.M. Iturrioz, nº 26
20200 Beasain
Tel.: 34 43 88 01 00
Fax: 34 43 88 14 20

web site: www.caf.es



2000 Washington

CAFek era guztietako tren-ibilgailuak egiten eman ditu sortu zenetik igaro diren 80 urteak. CAF konpainia pribatua da eta bere kalitate-bermearen sistema bat dator ISO 9001 estandarrekin.

Gure ibilgailuak mundo osoko hiriak zeharkatzen dituzte gaur egun: Amsterdam, Bartzelona, Bilbo, Buenos Aires, Hong Kong, Londres, Madril, Mexiko D.F., Monterrey, Sao Paulo,...

Datorren milurtekoan eskainiko ditugun zerbitzu berriak honako hirietan izango dira: Washington eta Sacramento.



1999 Helsinki



1998 Bartzelona



1997 Hong Kong

daude. Bizidun desberdinen artean gene-transferentzia litekeena dela ikusita, hainbatek gene horiek naturan hedatu eta bai herbizidekiko baita intsektizidekiko erresistenteak diren landare edo "belar txar" eta intsektuak sortu litezkeela uste du. Hori gertatuko balitz lortu nahi denaren kontrako egoera sortuko litzateke.

Herbizidekiko erresistentzia-geneen transferentzian, gainera, bada kontuan hartu beharreko beste faktore bat ere. Izan ere, ustiatzen diren labore askoren "arbasoak" naturan badaude oraindik ere, eta hurbileko ahaideak izanik nahiko ohikoa izaten da euren artean polen-

Baina horiez gain, GE elikagaiak eurak, zuzenean kaltegarriak izan litezkeela iradoki zuen Arpad Pusztaiak, Aberdeen-go Rowett Research Institute-ko ikerlari ohiak. Bere ikerketan bi arratoi-talde patatekin elikatu zituen; batzuei lektinaz aberastutako patata arruntak eman zizkien jateko eta bigarren taldekoei lektina ekoizteko genetikoki eraldatutako patatak. Lektina *Galanthus nivalis* izeneko landaretik ateratako proteina intsektizida da. Patata transgenikoak jan zituzten arratoiek hazkuntza motelagoa, gibela, burmuina eta bizitzeko beharrezkoak diren organoen garapen-arazoak eta sistema inmunitarioan urritasun kezkarriak zituzten. Lektina gehigarri gisa jan zutenek ordea ez zuten kalterik izan. Hori argitaratu eta bi egunera Pusztai kaleratu egin zuten iruzur zientifikoa leporatuta. Gerora batzorde baten iruzurrik ez zuela egin ebatsi zuen, baina batzordearen iritzi emaitzak ez ziren estatistikoki esanguratsuak.

Adibideekin jarratuz gero aldeko eta kontrako emaitzak aurkituko ditugu, baina badirudi emaitzak ez direla hasiera batean enpresa handiek esan zuten bezain onak, faktore guztiak ez baitaude kontrolpean. Zenbaitetan uste baino produktu kimiko gehiago erabili behar izan da edota uztaren emendioa espero baino eskasagoa izan da. Baina oraingoz ez dirudi kontrako jarrera katastrofistenen auresandakoak ere betetzen ari direnik. Eztabaidak bultzata joan den otsailan Kolonbiako Cartagenan bildutako 170 herrialde baino gehiagoko ordezkariak ere ez ziren transgenikoei buruzko protokolo bateratua sinatzeko gai izan. Bestalde, hainbat elikagaien enpresak eta banatzaile handik genetikoki eraldatutako produkturik ez dutela erabiliko adierazi du, batez ere gizartean sortutako nahasmenaren ondorioz.

Euskal Herriari dagokionez, oraingoz Nafarroan landatu dira soilik genetikoki eraldatutako haziak; 1998an 180 hektarea arto (artasoro guztien % 10 inguru), hain zuzen ere. Euskal Autonomi Erkidegoan bost urtetarako moratoria dago indarrean eta iparraldean Frantziako araudiaren arabera jokatzeko dute, eta beraz, estatu horretan probarako soro ugari egon arren, ezin da merkatura bideratutako uztarik erein. Estatu espainiarrean artoa erein eta merkaturatu daiteke, bai eta soia inportatu baina ez erein. Hala ere, Europan onartuta dauden genetikoki eraldatutako produktuen salmenta eta inportazioa zilegi da lurralde osoan.

Europako Elkarteari dagokionez, ekainaren 24az geroztik GE elikagai berririk ereiteko baimenik ez ematea ebatsi zuten, baina ordura arte onartuta zeuden arto eta soia erein, inportatu eta merkaturatu daitezke. ■

-transferentzia egotea. Frantziako Agronomia Ikerkuntzarako Institutu Nazionalako (AIINko) landare-hobekuntzarako guneko Anne-Marie Chèvreren taldeak, besteak beste, koltza edo olio-arbi transgenikoaren (Basta izeneko herbizidarekiko erresistentea denaren) eta transgenikoa ez den koltzaren edo inguruko lurretan dauden familia bereko basalandareen arteko gurutzamenduak aztertu ditu. Kasu honetan iturburutik kilometro eta erdira polena aurkitu dute eta erreferautxoak eta koltza transgenikoa garai berdinean loratzen direnez hibrida badaitezke ere, ez dute Bastarekiko erresistentea den erreferautxorik aurkitu. Danimarkan dagoen Roskilde-ko Riso laborategi nazionalako Thomas Mikkelsen *et al.*-ek, ordea, Danimarkan ohikoa den arbiaren ahaideengan Bastarekiko erresistentzia geneak aurkitu dituzte eta bi belaualditan soilik bertakotzen dela egiaztatu. Gainera, basalandare transgenikoak jatorrizkoetatik ezin dira bereizi eta ia polen-hazi guztiak bideragarriak dira.

Polenarekin jarratuz, artikulu batean monarka tximeletaren beldarrek Bt artoaren polenaz haustutako hostoetako bazkatu ondoren gutxiago jan, geldoago hazi eta hilkortasun-tasa altuagoa dutela argitaratu dute.

Gainera, polenaren zabaltzea kontrolaezina denez, nekazaritza biologikoa erabiltzen dutenek arazoak izan ditzakete hibridoaren sorrerarekin.



Arpad Pusztai ikerketa-lanetan.

BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, I. 1999. *Landare transgenikoak*. Udako Euskal Unibertsitatearen ikastaroa 99-07.

ARANGUREN, P. 1999. *Manipulación genética en la alimentación*. Diario Vasco, 99-05-17; 2-3 or.

CONCAR, D ETA COGHLAN, A. 1999. *A question of breeding*. New Scientist, 2175, 4-5 or.

E. LOSEY et al. 1999. *Transgenic pollen harms monarch larvae*. Nature, 399, 214 or.

GREENPEACE, 1999. *Plantas transgénicas con genes de resistencia a antibióticos*.

GUÍA TÉCNICA. *Protección contra el Taladro mediante la Biotecnología*. Monsanto.

MACKENZIE, D. 1999. *Gut reaction. Could a mechanical gourmet help us digest a GM future?* New Scientist, 2171, 4 or.

MAGNAN, G. 1999. *Plantes transgéniques. Le péril vert*. Science & Vie, 981, 92-103 or.

MASOOD, E. 1999. *Europe and US in confrontation over GM food labelling criteria*. Nature, 398, 641 or.

Realizaciones. Biotecnología vegetal 1997. Monsanto.