

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

**Il *genome editing* è per tutti.
E la sua regolamentazione deve mantenerlo tale.**

- 1** La Storia è cominciata con il miglioramento genetico delle piante. Non solo la storia dell'agricoltura.
- 2** Con l'aiuto della scienza siamo solo diventati più bravi a fare quello che abbiamo sempre fatto. Ma è cambiato il mondo.
- 3** L'agricoltura italiana è nata da tante innovazioni genetiche. Che col tempo sono diventate tradizioni.
- 4** Il miglioramento genetico non si può fermare perché la natura non si ferma mai. E neppure la Storia.
- 5** Il miglioramento genetico è l'unica tecnologia agricola che adatta la pianta all'ambiente, anziché l'ambiente alla pianta. E dovrebbe quindi essere sempre la tecnologia di prima scelta.
- 6** Il miglioramento genetico è sempre stato sicuro. Qualunque metodo sia stato utilizzato.
- 7** Una regolazione sbagliata può soffocare l'innovazione. Ma favorire le aziende sementiere più grandi.
- 8** L'Italia ha perso la sua scommessa contro l'innovazione. Aggravando i problemi della sua agricoltura.
- 9** Il *genome editing* è un passo avanti decisivo. Ma solo perché rende molto più facile quello che abbiamo sempre fatto.
- 10** Con il *genome editing* si possono ottenere varietà come quelle che potrebbe produrre la natura. E che non sono OGM.
- 11** A controllare le nuove tecnologie sarà chi conosce meglio la biologia delle piante. Più che chi controlla il metodo.
- 12** Il *genome editing* ci permette di scegliere una "via italiana" al nuovo miglioramento genetico.

L'Appello



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

**IL GENOME EDITING È PER TUTTI.
E LA SUA REGOLAMENTAZIONE DEVE MANTENERLO TALE.**

I miglioramento genetico delle piante è una delle tecnologie più antiche e sperimentate.

Quella con cui l'agricoltura stessa è cominciata, e quindi forse quella, dopo il fuoco, cui dobbiamo di più. In diecimila anni, non ha mai prodotto gli effetti indesiderati che hanno le altre tecnologie: l'aratro, l'irrigazione, i fertilizzanti, i pesticidi. Per quasi tutta la sua storia, però, il miglioramento genetico ha dovuto aspettare il caso. O se vogliamo, la fortuna. Solo quando la natura spontaneamente e casualmente produceva una variazione favorevole, l'agricoltore poteva cogliere l'opportunità e far riprodurre quella pianta nel suo campo.

Nell'ultimo secolo, per non dover dipendere più dal caso, abbiamo in qualche modo "forzato" le piante con l'incrocio di varietà lontane, o con la mutagenesi indotta da agenti fisici o chimici, tecniche che insieme alla modificazione genetica desiderata ne producono inevitabilmente anche delle altre, per lo più sconosciute. Questo non avviene con l'ingegneria genetica, che introduce però del DNA proveniente da un'altra specie. In realtà, tutte queste modificazioni genetiche, compreso il trasferimento di geni da una specie a un'altra, avvengono anche in natura e sono state sfruttate dagli agricoltori fin dalla preistoria. Sono solo molto rare.

Per fortuna, i rischi per la salute che si possono correre con qualsiasi tipo di miglioramento genetico — antico o moderno, offerto dalla natura o creato dall'uomo — si sono però rivelati estremamente rari, e li possiamo comunque identificare ed evitare con facilità. La sicurezza del miglioramento genetico si è dunque dimostrata abbastanza robusta da sopportare molto bene anche le nostre "forzature".

Oggi però disponiamo finalmente di una nuova tecnologia, il *genome editing*, che ci permette di non dover più "forzare" le piante. Quel carattere favorevole che attendevamo, e solo quello, possiamo farlo produrre noi dalla pianta stessa. Il risultato è identico a quello che avrebbe prodotto la natura stessa, se fossimo stati solo molto fortunati. Il caso — o la fortuna — li possiamo sostituire con la nostra conoscenza della biologia della pianta. Per il miglioramento genetico, è un passo avanti straordinario.

A che cosa ci può servire questa nuova tecnologia?

Insieme a quelle che abbiamo sviluppato in passato, ci può servire a mangiare tutti e a mangiare meglio, ma soprattutto a rendere più sostenibile la produzione di cibo, che è oggi — anche se lo ricordiamo troppo raramente — la singola attività umana con il maggiore impatto sugli ambienti naturali e sul clima. Perché è meglio adattare la pianta all'ambiente, che l'ambiente alla pianta. Il miglioramento genetico, quando lo possiamo utilizzare, dovrebbe essere dunque la prima scelta per risolvere un problema.

Proprio perché cambia un solo carattere, magari quello che può rendere la pianta resistente a un parassita o al cambiamento climatico, o più nutriente, il *genome editing* ci può aiutare a conservare una varietà tipica esattamente com'è e come ci piace oggi. E in più è una tecnologia semplice, economica, accessibile a tutti. Per questo sembra fatta su misura per la nostra agricoltura, che è ricca di varietà tipiche, colture di nicchia e piccole imprese.

Abbiamo davanti un'opportunità straordinaria per l'ambiente e per l'agricoltura italiana. Che possiamo cogliere, se sapremo fare le scelte giuste.



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

1 LA STORIA È COMINCIATA CON IL MIGLIORAMENTO GENETICO DELLE PIANTE. NON SOLO LA STORIA DELL'AGRICOLTURA.

Come ci hanno insegnato i libri di scuola, l'inizio dell'agricoltura è stato forse il più grande spartiacque della storia dell'umanità.

Inventata più volte e in modo indipendente in diversi continenti fra 10.000 e 3000 anni fa, l'agricoltura ha reso sedentarie le popolazioni umane e ha reso possibili la divisione del lavoro, le città, la scrittura, gli stati, e tutto quello che oggi chiamiamo "civiltà". Ma piegare quelle piante alle nostre necessità non è stato facile. Abbiamo dovuto indurle a produrre di più, o tutte nello stesso momento. A disarmarle delle difese chimiche che le rendevano tossiche. A non riprodursi più da sole. Gli agricoltori di ieri ci sono riusciti selezionando le piante dalle caratteristiche più favorevoli, e lasciando riprodurre solo loro.

Prendendo il posto della selezione naturale, hanno cominciato a guidarne l'evoluzione per renderle via via sempre più utili.

Da allora, non ci siamo più fermati.

L'evoluzione tuttavia non è che una modificazione genetica, spesso profonda, avvenuta sfruttando gli stessi meccanismi che usiamo ancora oggi: mutazioni, incrocio, scambi di materiale genetico anche fra specie diverse, o addirittura ibridazioni di specie diverse.

Poiché da allora non si ricordano esempi di peggioramenti, dal momento che le nuove varietà dannose o poco utili sono sempre state semplicemente

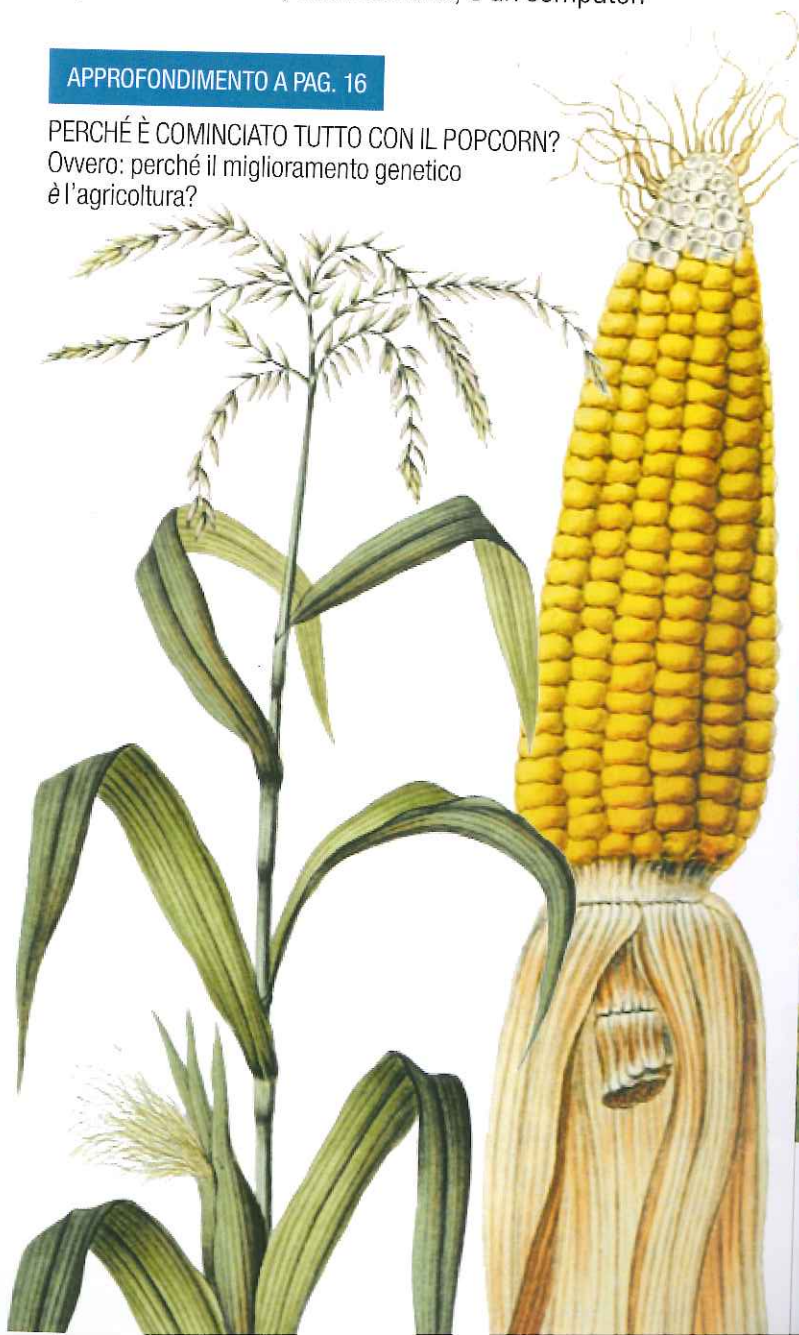
scartate, questo tipo di modificazione oggi la chiamiamo "miglioramento genetico".

Possiamo quindi pensare a una pianta coltivata come a una parte della natura che fin dalla sua antica domesticazione è entrata a far parte della nostra cultura.

O se preferiamo, come a una vera e propria tecnologia, al pari di una matita, una bicicletta, o un computer.

APPROFONDIMENTO A PAG. 16

PERCHÉ È COMINCIATO TUTTO CON IL POPCORN?
Ovvero: perché il miglioramento genetico è l'agricoltura?



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

2 CON L'AUTO DELLA SCIENZA SIAMO SOLO DIVENTATI PIÙ BRAVI A FARE QUELLO CHE ABBIAMO SEMPRE FATTO. MA È CAMBIATO IL MONDO.

Negli ultimi sessant'anni la produzione mondiale di cibo è più che triplicata. Per la prima volta nella storia, la crescita della disponibilità di cibo ha superato quella della popolazione.

Ma tutto questo è stato il frutto della sistematica applicazione di nuove conoscenze scientifiche, e almeno la metà del merito è del miglioramento genetico, il cui contributo negli ultimi anni sta diventando anche maggiore.

Abbiamo identificato le zone di domesticazione e catalogato la loro biodiversità.

Dalla selezione locale di singole piante dalle caratteristiche favorevoli siamo passati all'incrocio di varietà anche lontane per trasferire precisi caratteri da una varietà o addirittura da una specie vicina all'altra. Abbiamo sfruttato un fenomeno naturale, il cosiddetto "vigore dell'ibrido", per ottenere semi molto più produttivi.

Abbiamo usato la mutagenesi per accelerare la comparsa di caratteri favorevoli, e poi anche le tecniche della genomica per rendere il miglioramento più rapido e preciso.

Il miglioramento genetico fatto dagli scienziati negli ultimi cento anni non ha cambiato nulla, e ha cambiato tutto.

Nulla, perché non c'è praticamente tipo di modificazione genetica basata sulla scienza che non sia stata fatta

anche nel più lontano passato o che non avvenga anche in natura. Per questo le nuove tecniche non sostituiscono quelle più vecchie, ma continuiamo a usarle tutte. Ed è cambiato tutto, perché degli eventi molto rari e casuali sono diventati via via più rapidi e precisi, e hanno reso il miglioramento genetico sempre più semplice ed economico, quindi più accessibile.

È stato dunque soprattutto il miglioramento genetico delle piante a sconfiggere la fame, e a rendere possibile poi lo sviluppo economico, sociale e culturale cominciato prima in Occidente, e in corso oggi anche nei paesi emergenti.

APPROFONDIMENTO A PAG. 17

PERCHÉ HITLER VOLEVA LA GUERRA?

Ovvero, perché la fame è stata sconfitta solo dalla scienza



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

3 L'AGRICOLTURA ITALIANA È NATA DA TANTE INNOVAZIONI GENETICHE. CHE COL TEMPO SONO DIVENTATE TRADIZIONI.

Il bello della nostra agricoltura è una straordinaria diversità e qualità di prodotti che non ha forse uguali al mondo. È questa la base della dieta mediterranea, della cultura delle nostre tavole, del valore del nostro settore agroalimentare.

Ma all'inizio, l'Italia non aveva quasi nessuna pianta coltivabile.

Praticamente tutto quello che coltiviamo oggi è stato portato qui da altri continenti, e quindi migliorato geneticamente per adattarlo al nostro clima, ai nostri suoli e ai nostri gusti.

Trasformando le varietà importate in varietà italiane. A farlo sono state generazioni di anonimi agricoltori del passato, adattando per esempio gli agrumi venuti dall'Asia alle condizioni della Sicilia. Poi, molto più spesso di quanto immaginiamo, a creare le nostre varietà tipiche sono stati i genetisti del Novecento, com'è accaduto per esempio con il grano duro "Senatore Cappelli", ottenuto nel 1923 da Nazareno Strampelli ma di origine nordafricana e oggi considerato un grano "tipico" italiano, con

i grandi risi da risotto, nati fra gli anni Trenta e Quaranta, o con i pomodorini di Pachino, che risalgono solo agli anni Ottanta e che all'inizio erano stati sviluppati in Israele.

La sua diversità e la sua qualità ci dicono quindi che l'agricoltura italiana è sempre stata aperta all'innovazione, e che la nostra vera tradizione è proprio il miglioramento genetico.

APPROFONDIMENTO A PAG. 18

LE TRE VITE DEL POMODORO
Ovvero, come si diventa "italiani"



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

4

**IL MIGLIORAMENTO GENETICO
NON SI PUÒ FERMARE PERCHÉ LA
NATURA NON SI FERMA MAI.
E NEPPURE LA STORIA.**

Se l'agricoltura italiana ha già delle ottime varietà, con brand ormai riconosciuti ovunque, si potrebbe benissimo pensare che a questo punto sia meglio lasciarle sempre così come sono. E che se le migliori tecnologie agricole fossero disponibili per tutti, ci sarebbe nel mondo abbastanza cibo per tutti anche senza il contributo della genetica.

Ma le piante sono organismi viventi, e abitano ecosistemi dove anche altri organismi arrivano e si evolvono continuamente. Patogeni e parassiti cercano costantemente di "forzare" le difese delle piante, e col tempo inevitabilmente ci riescono. È quello che è accaduto ad esempio al pomodoro San Marzano, che è stato praticamente annientato da un virus.

Nessuna varietà è eterna, perché nessuna vittoria in natura può essere definitiva.

Per questo le varietà continuano sempre a cambiare, e nonostante l'impressione di antichità che spesso danno, nella maggior parte dei casi la loro longevità commerciale si misura solo in anni, al massimo in decenni.

**E se l'evoluzione non si ferma,
non si ferma neppure la storia.**

Nel 2050 saremo quasi in dieci miliardi sulla Terra. Altri due miliardi di persone dovranno essere sfamate

entro il 2050, mentre già oggi altri tre miliardi stanno rapidamente aumentando i propri consumi di cibo. Secondo la FAO, entro il 2050 dovremo aumentare la produzione di cibo di un altro 60%. Ma senza aumentare la superficie coltivata, né l'uso di altre risorse naturali. E a tutto questo si devono aggiungere i cambiamenti climatici.

Quindi, come in natura le specie si riadattano continuamente ai cambiamenti ambientali, così anche noi dovremo sempre continuare a migliorare geneticamente le piante di cui ci nutriamo.

APPROFONDIMENTO A PAG. 19

SE LA VITE NON VIENE MIGLIORATA GENETICAMENTE...
CI RESTA SOLO LA CHIMICA
Ovvero, la campagna non può essere un museo



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

5 IL MIGLIORAMENTO GENETICO È L'UNICA TECNOLOGIA AGRICOLA CHE ADATTA LA PIANTA ALL'AMBIENTE, ANZICHÉ L'AMBIENTE ALLA PIANTA. E DOVREBBE QUINDI ESSERE SEMPRE LA TECNOLOGIA DI PRIMA SCELTA.

La produzione di cibo è la singola attività umana che ha il più forte impatto sull'ambiente, innanzitutto con l'eliminazione di ambienti naturali per far posto alle colture o ai pascoli. L'aratura poi aumenta l'erosione del suolo e riduce la fertilità, l'irrigazione consuma il 70% dell'acqua dolce, i fertilizzanti inquinano le acque e richiedono moltissima energia, i pesticidi se male impiegati danneggiano la salute, soprattutto quella degli agricoltori. E l'agricoltura di precisione può solo ridurre l'impatto di queste tecniche.

Il miglioramento genetico invece è l'unica strada che non danneggia l'ambiente.

Per una ragione molto semplice: è molto meglio cambiare la pianta, che cambiare l'ambiente nel quale deve crescere. È meglio se la pianta ha bisogno di meno concime, perché si useranno meno fertilizzanti. Se si difende da sola dai parassiti, perché si useranno meno pesticidi. Se resiste alla scarsità d'acqua, perché ci sarà meno bisogno di irrigare.

In passato si è temuto che gli organismi geneticamente modificati (OGM) potessero avere conseguenze indesiderate sull'ambiente, ma dopo trent'anni di sperimentazioni e venti di coltivazione in campo, oggi sappiamo che questo processo di modificazione non aumenta il rischio rispetto a quello delle varietà ottenute con metodi tradizionali.

Il miglioramento genetico non può e non dev'essere l'unica strada percorribile, perché tutte le pratiche agricole devono essere continuamente perfezionate. Ma l'esperienza ci dice che di fronte a un problema, la risposta del miglioramento genetico, quando c'è, è in genere la migliore.

APPROFONDIMENTO A PAG. 20

A CHI SERVE UN RISO SUBACQUEO?
Ovvero, come si adattano le piante all'ambiente



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

6 IL MIGLIORAMENTO GENETICO È SEMPRE STATO SICURO. QUALUNQUE METODO SIA STATO UTILIZZATO.

Mangiamo le stesse piante, continuamente migliorate, da migliaia di anni. E lo facciamo senza problemi anche se una modificazione genetica — indipendentemente dal modo in cui la modifica è stata ottenuta — potrebbe aumentare la pericolosità di una pianta prima ritenuta sicura.

Ma questi pericoli li abbiamo quasi sempre evitati facilmente. In teoria, un cambiamento nel genoma di una pianta potrebbe aumentare il contenuto di sostanze tossiche o di allergeni.

In pratica, però, questo è un evento molto raro.

In passato, le nuove varietà “venute male” venivano semplicemente scartate. Oggi invece ci sono analisi preventive efficaci, semplici, rapide e poco costose, e i controlli funzionano molto bene.

Non abbiamo avuto problemi con le varietà prodotte con la mutagenesi, che pure induce cambiamenti profondi nel genoma delle piante, casuali e sconosciuti.

Non abbiamo avuto problemi neppure con gli OGM, che per via dei timori che hanno suscitato sono stati le piante di gran lunga più studiate da questo punto di vista. Che il processo con cui le varietà GM vengono ottenute non crei problemi speciali di sicurezza è infatti ormai un punto fermo acquisito dagli organi di controllo dei vari paesi e delle società scientifiche internazionali. Ma lo dimostra anche il semplice fatto che nonostante vent'anni di consumo da parte di miliardi di persone (oltre che di decine di miliardi di animali) non si è mai verificato alcun problema. Con tutta l'attenzione di cui gli OGM sono stati oggetto, ce ne saremmo accorti.

Quindi il miglioramento genetico è una delle tecnologie più sicure che abbiamo mai inventato, ed è paradossale che sia oggi oggetto di tanti timori.

APPROFONDIMENTO A PAG. 21

CHI HA INVENTATO LA FRAGOLA?

Ovvero, di OGM ne abbiamo sempre mangiati senza danni



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

7 UNA REGOLAZIONE SBAGLIATA PUÒ SOFFOCARE L'INNOVAZIONE. MA FAVORIRE LE AZIENDE SEMENTIERE PIÙ GRANDI

È giusto che i prodotti che mangiamo siano obbligatoriamente controllati per accertarsi che non ci facciano male, qualsiasi sia stato il metodo usato per produrli. E fin dalla materia prima agricola.

Ma nel caso degli OGM il livello dei controlli è basato sulla tecnologia usata per ottenere queste varietà, quindi sul processo, anziché sul prodotto stesso. E la definizione legale di "geneticamente modificato" esclude tutti gli altri metodi per fare la stessa cosa, come la selezione, l'incrocio, l'ibridazione, l'induzione della poliploidia, e persino la mutagenesi, che in realtà introducono nel DNA della pianta cambiamenti ben più estesi e spesso non controllabili.

Mentre produrre una pianta GM è alla portata di qualsiasi laboratorio di ricerca o piccola azienda, così come lo

è il controllo del profilo nutrizionale o quello del livello di tossine e allergeni naturali eventualmente presenti, ottenere l'autorizzazione per la coltivazione in campo comporta prove sperimentali e un iter burocratico tali da richiedere molti anni e un costo di decine di milioni di euro. Il risultato è che quasi solo grandi aziende internazionali sono in grado di sostenere questi costi, ripagabili solo per poche grandi colture globalizzate come mais e soia.

E restano di fatto escluse dall'innovazione le piccole imprese e la ricerca pubblica, così come le colture più piccole o con produzioni di qualità, come molte di quelle italiane, e le agricolture dei paesi poveri.

Quindi l'attuale dominio sugli OGM da parte di poche grandi aziende internazionali è fondamentalmente il prodotto di una regolamentazione sbagliata.

E un monito a non ripetere lo stesso errore con altre tecnologie.

APPROFONDIMENTO A PAG. 22

ESTIRPATE QUEGLI ALBERI

Ovvero, come la regolazione ha ucciso le startup europee e americane, e sconfitto la ricerca pubblica



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

8 L'ITALIA HA PERSO LA SUA SCOMMESSA CONTRO L'INNOVAZIONE. AGGRAVANDO I PROBLEMI DELLA SUA AGRICOLTURA.

L'innovazione è la base della competitività, e quindi del successo economico, in tutti i settori produttivi, compresi quelli che all'apparenza non sembrano basati sulla tecnologia, come ad esempio la moda. Abbiamo però a lungo pensato che per l'agricoltura italiana valesse il contrario, e che trasformandola in una sorta di museo agricolo d'Europa avremmo trovato una clientela disponibile a pagare prezzi più alti per prodotti "come quelli di una volta".

Ma non è andata così. Negli ultimi dieci anni, anzi, il valore della nostra produzione agricola è rimasto invariato, la superficie coltivata si è ridotta, ed è diminuito il consumo di mezzi tecnici, quindi la quantità di innovazione utilizzata.

Lo stop alle piante GM e il generale convincimento che l'innovazione andasse a discapito della qualità ha messo in crisi molte colture italiane che, dal mais al grano duro, alle tante varietà tipiche messe in ginocchio da malattie e parassiti, si sono ritrovate con problemi seri di qualità o di produttività.

E il mercato ha dimostrato che per i prodotti agricoli il marchio vale solo se c'è una qualità reale.....

La scommessa commerciale sul marchio "OGM-free" è stata insomma perduta......

Quindi, per tirare fuori la nostra agricoltura dai guai, dobbiamo tornare a innovare, cominciando proprio dal miglioramento genetico. Come abbiamo sempre fatto in passato.

APPROFONDIMENTO A PAG. 23

LA "CATASTROFE DEL MAIS"

Ovvero, cosa accade quando si rinuncia all'innovazione



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

9 IL GENOME EDITING È UN PASSO AVANTI DECISIVO. MA SOLO PERCHÉ RENDE MOLTO PIÙ FACILE QUELLO CHE ABBIAMO SEMPRE FATTO.

Ci sono ancora molte cose che vorremmo migliorare nelle piante che coltiviamo, e che non siamo ancora riusciti a ottenere anche se spesso conosciamo già le basi genetiche dei caratteri desiderati. Le piante dovrebbero produrre di più, essere più resistenti a parassiti e malattie, sfruttare meglio acqua e fertilizzanti, contenere più nutrienti e meno sostanze tossiche, allergeniche o antinutrienti, produrre frutta o verdura più saporite.

Ma una serie di nuove tecnologie – collettivamente chiamate *New Breeding Techniques* – ci permette oggi di fare cose quasi impossibili con quelle tradizionali. Una di queste, il *genome editing*, può rivoluzionare il miglioramento genetico perché permette di modificare la sequenza o la regolazione di un gene come potrebbe avvenire in seguito a una o più mutazioni spontanee particolarmente “fortunate”.

Con la massima precisione, senza portare nella pianta altro materiale genetico, come avviene invece con gli incroci tradizionali o gli OGM, e senza provocare altri cambiamenti nel suo genoma, come avviene con la mutagenesi.

Il *genome editing* è anche una tecnica molto più rapida, molto più semplice e molto meno costosa di quelle usate fino a oggi.

Non solo. Ci riavvicina alla possibilità di scegliere fra i più piccoli cambiamenti nel genoma della pianta, come potevano fare i primi agricoltori.

Quindi il *genome editing* permette finalmente di “democratizzare” il miglioramento genetico.

APPROFONDIMENTO A PAG. 24

LA RIVINCITA DELLA RICERCA DI BASE

Ovvero, una tecnologia semplice dagli organismi più semplici



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

10 CON IL *GENOME EDITING* SI POSSONO OTTENERE VARIETÀ COME QUELLE CHE POTREBBE PRODURRE LA NATURA. E CHE NON SONO OGM.

Molta dell'opposizione all'uso degli OGM in agricoltura è derivata dai timori dovuti all'introduzione di DNA proveniente da altri organismi (la cosiddetta "transgenesi") anche se oggi sappiamo che questo non comporta di per sé alcun rischio aggiuntivo, e anzi avviene anche in natura.

Ma per tutte le caratteristiche che sono modificabili senza introdurre geni di altre specie, il *genome editing* consente di migliorare una pianta ottenendo una varietà identica non solo a quella che si potrebbe ottenere con i metodi tradizionali, ma anche a quella che si potrebbe trovare in natura. Con questa tecnica, infatti, si possono ormai ottenere delle modificazioni, anche in una sola, precisa base del DNA della pianta, perfettamente identiche a quelle che si sarebbero potute produrre naturalmente in seguito a una mutazione naturale o a una lunga serie di incroci particolarmente fortunati. Senza che nella pianta ottenuta vi sia DNA estraneo.

Non c'è quindi più alcuna ragione di speciale preoccupazione.

Le modificazioni genetiche, quando il *genome editing* viene utilizzato come strumento di mutagenesi biologica, sono infatti assolutamente puntuali, e al contrario di tutte le tecniche utilizzate nell'ultimo secolo – tradizionali e OGM – non sono accompagnate da alcun altro cambiamento nel genoma della pianta, dunque da nessun altro tipo di effetto.

APPROFONDIMENTO A PAG. 25

LA "PROVA DEL NOVE" CHE NON SONO OGM
Ovvero, non si possono applicare leggi vecchie a tecnologie nuove



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

11

A controllare le nuove tecnologie sarà chi conosce meglio la biologia delle piante. Più che chi controlla il metodo.

Fino a oggi, il controllo commerciale sulle tecniche di biologia molecolare per il miglioramento genetico è stato esercitato soprattutto dalle pochissime grandi aziende proprietarie dei brevetti sui metodi di modificazione, che sono utilizzabili su tutte le specie di piante.

Le nuove tecnologie del *genome editing*, invece, sono inutilizzabili senza una conoscenza estremamente precisa dei meccanismi molecolari da modificare.

Questa conoscenza i genetisti e biologi delle piante la stanno accumulando da alcuni anni grazie alla genomica, quella branca della genetica che studia il DNA di un organismo cercando di scoprire la funzione dei geni e delle singole sequenze che li compongono. Questa conoscenza è un patrimonio che è specifico di ciascuna specie, e spesso di ciascuna varietà, e che è in mano quasi sempre al sistema di ricerca di ciascun paese, in genere le università e gli istituti di ricerca pubblici, anziché a poche grandi aziende internazionali.

Ed è questa, oggi, la conoscenza che sta diventando più importante.

Quindi il controllo commerciale del *genome editing* sarà più diffuso, soprattutto da parte della ricerca locale e pubblica, e sarà comunque limitato a una sola specie, a una sola varietà, o addirittura a un solo carattere per volta.

Con il *genome editing*, il controllo dei semi del mondo non sarà lasciato nelle mani di poche grandi aziende globali.

APPROFONDIMENTO A PAG. 26

DIECI ANNI DI GENOMICA ITALIANA
Ovvero, che cosa serve per fare editing



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

12 IL GENOME EDITING CI PERMETTE DI SCEGLIERE UNA "VIA ITALIANA" AL NUOVO MIGLIORAMENTO GENETICO

La nostra agricoltura è unica per la varietà, la qualità e soprattutto la tipicità dei suoi prodotti, che dobbiamo difendere dall'evoluzione di malattie e parassiti, e anche da quella dei mercati, senza snaturarli.

Ma il *genome editing* sembra fatto apposta per i nostri prodotti.

Al contrario dei metodi tradizionali, questa tecnica non ne tocca la qualità e la tipicità — quindi anche il valore commerciale — perché al di là del carattere desiderato non tocca nient'altro nel genoma della pianta.

Essendo semplice e poco costoso, il *genome editing* è anche un'opportunità preziosa per le nostre piccole e medie imprese sementiere, oltre che per le nuove startup che possono nascere dal mondo della ricerca, e che potranno creare molto più facilmente innovazione genetica su misura dei nostri suoli, dei nostri climi, dei nostri problemi agronomici e dei nostri mercati, mantenendo i nostri prodotti distintivi. Poiché si basa sulla conoscenza specifica della biologia delle nostre piante, con il *genome editing* potremo contare anche su un altro vantaggio competitivo:

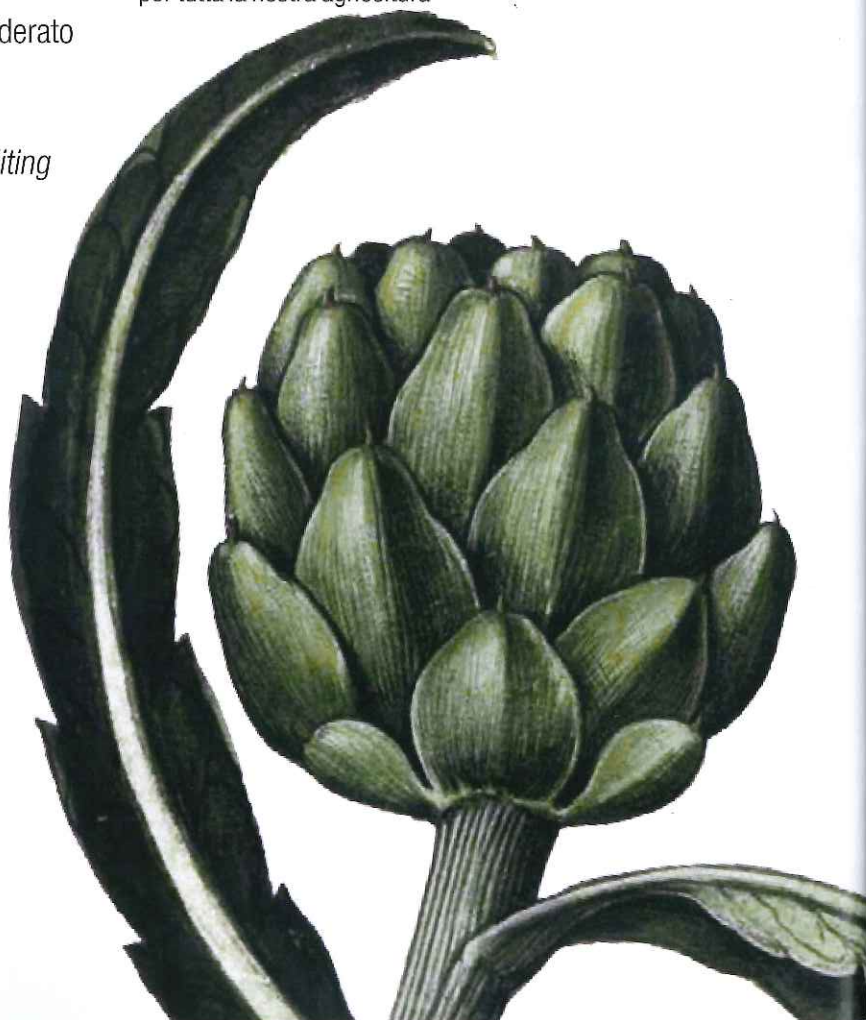
Il nostro sistema di ricerca, che le ha studiate più di qualunque altro perché il paese ha investito molto sulla genomica, è quello che conosce meglio sia le nostre piante sia i problemi della nostra agricoltura, e le loro possibili soluzioni.

Quindi il *genome editing* permette di produrre facilmente innovazione su misura della nostra agricoltura.

Se invece non lo adoteremo, sceglieremo la carta della stasi e del declino, e saremo la prima generazione a farlo, nella lunghissima storia dell'agricoltura in Italia.

APPROFONDIMENTO A PAG. 27

QUANDO I SEMI VALGONO (QUASI) COME L'ORO
Ovvero, che cosa significa l'innovazione
per tutta la nostra agricoltura



prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

L'APPELLO

Anche se tutte le tecniche per il miglioramento genetico sviluppate fino a oggi resteranno utili in moltissimi casi, il *genome editing* promette di essere un grandissimo passo avanti, come non ne se facevano da molto tempo.

Il miglioramento diventa infatti di assoluta precisione, perché riesce a cambiare solo il tratto di DNA da migliorare e nessun altro (meglio quindi di qualsiasi tecnica tradizionale come incrocio e mutagenesi) e senza introdurre DNA estraneo (come negli OGM o nelle ibridazioni fra specie diverse).

L'assenza di altri cambiamenti nel resto del genoma è la migliore garanzia dell'assenza di effetti indesiderati, ma anche della tutela della tipicità del prodotto. Il *genome editing* produce soluzioni ai problemi della nostra

agricoltura molto più rapidamente di qualsiasi altra tecnica, è particolarmente semplice da applicare, ed è poco costoso.

In Europa, però, un'incertezza normativa sta tenendo ferme la ricerca e l'industria sementiera: le istituzioni europee devono ancora decidere se le varietà prodotte con il *genome editing* saranno considerate OGM, e quindi ricadranno in quel tipo di regolazione, oppure no. E senza certezza regolatoria, nessuno investe.

La questione ha una risposta semplice: le varietà prodotte con il *genome editing*, inesistenti all'epoca in cui fu varata l'attuale normativa dell'Unione Europea, non devono essere considerate OGM perché non lo sono. Non rientrano infatti fra gli OGM regolati dalla Direttiva 2001/18/EC perché:

- 1 NELLE VARIETÀ OTTENUTE CON IL GENOME EDITING NON È PRESENTE DNA ESTRANEO;**
- 2 GLI OGM DEVONO ESSERE RICONOSCIBILI, MENTRE QUESTE SONO ADDIRITTURA INDISTINGUIBILI A UN ESAME DI LABORATORIO, AL CONTRARIO DI QUANTO AVVIENE INVECE PER TUTTE LE VARIETÀ, OGM O CONVENZIONALI, CREATE NEGLI ULTIMI CENTO ANNI;**
- 3 IL GENOME EDITING È IN REALTÀ UNA TECNICA DI MUTAGENESI, CHE È ESCLUSA DALLA DIRETTIVA SUGLI OGM PERCHÉ È CONSIDERATA BEN NOTA E SICURA;**
- 4 IL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE SI APPLICA NEI CASI IN CUI CI SIA INCERTEZZA SCIENTIFICA, MENTRE IN QUESTO CASO C'È ADDIRITTURA MOLTA MENO INCERTEZZA SUGLI EFFETTI RISPETTO ALLE TECNICHE PRECEDENTI CONSIDERATE SICURE DALLA DIRETTIVA, PERCHÉ C'È MOLTA MENO INCERTEZZA NELLA MODIFICAZIONE GENETICA PRODOTTA.**

Se il miglioramento genetico in tutte le sue forme sviluppate fino a oggi — OGM compresi, come riconosciuto dalla stessa Unione Europea — si è sempre dimostrato sicuro, a maggior ragione lo sono le varietà ottenute con una tecnica che non produce nulla che la natura non produrrebbe un giorno anche da sola.

In questo senso in Europa si sono già espressi l'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare, lo European Academies Science Advisory Council, la European Plant Science Organization, le Società Italiane di Genetica Agraria e di Biologia Vegetale, il Biotechnology and Biological Research Council del Regno Unito, l'OCSE, l'Ufficio Federale per la Protezione del Consumatore e la Sicurezza Alimentare tedesco, le Swiss Academies of Arts and Sciences, la Food Standards Australia New Zealand, oltre che la Food and Drug Administration e l'Environmental Protection Agency negli Stati Uniti, dove le nuove varietà vengono regolate esattamente come quelle tradizionali.

Se le varietà prodotte con il *genome editing* saranno considerate "OGM", tempi e costi di autorizzazione saranno tali che ne verranno di fatto impediti in Europa lo sviluppo e la coltivazione. La nostra agricoltura resterà sempre meno

innovativa, e quindi diventerà sempre più marginale, anche per mancanza di risposte ai problemi specifici delle nostre colture. L'industria sementiera nazionale, soprattutto le imprese medie e piccole, perderà competitività e dovrà lasciare questo mercato globale alla ricerca e alle aziende extraeuropee. Anche la nostra ricerca verrebbe condannata all'arretratezza, e sarà costretta a regalare ad altri le preziose conoscenze di genomica che ha accumulato negli ultimi anni, e molti dei suoi giovani migliori.

Se invece le piante ottenute con il *genome editing* non saranno considerate OGM, avremo mantenuto la tecnologia accessibile a tutti, quindi anche alla ricerca pubblica, alle piccole e medie imprese, alle startup. È questo il modo migliore per garantire equità, sana competizione, controllo diffuso della tecnologia. E naturalmente, la massima innovazione possibile. Potremo utilizzare il *genome editing* per risolvere molti problemi dei quali le grandi aziende sementiere globali non si occuperanno mai. Potremo fare passi avanti sostanziali sulla strada della sostenibilità. Ma soprattutto, potremo avviare un nuovo ciclo di produttività e redditività per la nostra agricoltura. Continuando così le nostre migliori tradizioni.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 1

PERCHÉ È COMINCIATO TUTTO CON IL POPCORN?

Ovvero: perché il miglioramento genetico è l'agricoltura?

Il mais è una pianta straordinaria. Produttiva, adattabile, dai semi che si conservano benissimo, partendo dal Messico ha conquistato tutti i continenti. In Italia, è la materia prima per fare formaggi e prosciutti, vale a dire il grosso del Made in Italy agroalimentare. Ma come fecero quegli antichi mesoamericani a scoprirlo, circa 9000 anni fa? Questo si domandò il giovane genetista George Beadle, scoprendo in un'erba infestante del Messico sudoccidentale, il *teosinte*, completamente diverso nell'aspetto e dalle spighe piccolissime, l'antenato selvatico del mais.

Molti anni più tardi, dopo aver vinto un premio Nobel, Beadle dimostrò che è bastato cambiare 4-5 geni del *teosinte*, per trasformarlo nel mais che conosciamo. Ma perché quegli antichi agricoltori si presero la briga di coltivare una pianta che produceva solo pochi chicchi, piccoli, e soprattutto durissimi? Perché, al calore del fuoco, il loro duro involucro si rompe e quei chicchi "scoppiano", trasformandosi in popcorn, dallo stesso sapore di quello che facciamo oggi col mais! Ma molto diversi da quelli che conosciamo sono anche gli antenati selvatici di tante altre piante che mangiamo. L'agricoltura, infatti, consiste prima di tutto nel miglioramento genetico di alcune piante perché producano più cibo, o cibo migliore, o cibo più facile da raccogliere.

La prima forma di miglioramento genetico, praticamente l'unica fino ai primi anni del Novecento, consisteva nel selezionare fra i casuali "pasticcini" genetici che avvengono continuamente in natura — soprattutto mutazioni, ma anche incroci, scambi o addirittura ibridazioni fra specie diverse — le piante che avevano caratteristiche migliori. Ripetuta per millenni, questa selezione ha cambiato anche profondamente l'aspetto e la biologia stessa di queste piante. Alcuni frutti, ad esempio, sono diventati semplicemente più grandi e più buoni. Melanzane, pesche e pomodori selvatici erano molto più piccoli, come lo erano gli acini e i grappoli della vite selvatica. La banana selvatica è non solo più piccola, ma dura, piena di semi e con poca polpa. L'avocado selvatico è più piccolo, ha la scorza dura, e la piccola parte edibile è granulosa anziché cremosa, e dall'odore spiacevole. Le angurie selvatiche pesano solo un'ottantina di grammi e sono piene quasi solo di semi. Broccoli, cavolfiori, cavoli e cavolini di Bruxelles sono in realtà varianti genetiche di un'unica specie, *Brassica oleracea*, che differiscono soprattutto nei geni che controllano lo sviluppo dell'infiorescenza. Le carote, da bianche, gialle o viola che erano quando furono domestiche in Persia e Afghanistan, sono diventate arancioni nell'Olanda del Seicento, forse in omaggio a Guglielmo d'Orange, che guidò il Paese all'indipendenza dalla Spagna.

Spesso la modificazione genetica che ha trasformato il progenitore selvatico nella pianta che conosciamo oggi ha coinvolto in realtà pochi geni, ma in altri casi è stata profonda, e ha creato piante che, se nascessero oggi nei laboratori dei genetisti, verrebbero sicuramente considerate dei "mostri". La specie con la quale forse l'agricoltura è cominciata, il grano, ha una storia genetica complicata.

Dall'ibridazione di un frumento selvatico (*Triticum urartu*) e un'erba delle capre (*Aegilops speltoides*) ha avuto origine il farro ancestrale (*Triticum dicoccoides*), un ibrido tetraploide, vale a dire con quattro copie di ogni cromosoma. Da questo farro è poi derivato per selezione il grano duro (*Triticum durum*), e per ulteriore ibridazione con un'erba infestante (*Aegilops tauschii*) il grano tenero (*Triticum aestivum*) che di ogni cromosoma ha ben sei copie.

Al contrario dei loro progenitori selvatici, i frumenti non disperdono più i semi, perché trattenerli sulla pianta facilita moltissimo la raccolta.

E quei semi, una volta nella terra, cominciano subito a germinare, senza attendere il passaggio della cattiva stagione, come avviene invece nelle varietà selvatiche. Il miglioramento, avvenuto già in epoca preistorica, ha insomma trasformato il patrimonio genetico dei due frumenti fino al punto di renderli incapaci di riprodursi da soli. Lo stesso è avvenuto anche a fagioli e piselli, i cui semi restano nel baccello, al contrario di quanto avviene nelle leguminose selvatiche. Quello che è un vantaggio per le piante selvatiche è insomma uno svantaggio per chi le vuole coltivare, e questa è una regola generale.

L'ibridazione però non è un evento raro fra le piante che coltiviamo. L'esempio più clamoroso è forse rappresentato dagli agrumi. In natura l'arancio non esiste, come non esiste il limone, e neppure il pompelmo. Sono stati creati millenni o secoli fa, dall'incrocio (non sapremo mai se intenzionale o casuale) di tre agrumi: il mandarino, il cedro, e il pummelo. L'arancio dolce e l'arancio amaro derivano da incroci diversi tra il pummelo e il mandarino. Il limone dal cedro e dall'arancio amaro. Il pompelmo deriva invece dal pummelo e dall'arancio dolce.

Anche le mele che mangiamo oggi derivano da un antenato che vive ancora in Asia centrale, *Malus sieversii*, e nel loro lento spostamento verso il Mediterraneo si sono più volte ibridate con altre specie di melo selvatiche. Lo stesso hanno fatto la canna da zucchero quando si è spostata dalla Nuova Guinea all'India, e la vite quando si è diffusa nell'Europa centrale e occidentale. I genomi vegetali sono insomma molto più plastici, dinamici e robusti di quelli animali, e hanno consentito e ancora consentono profonde modificazioni genetiche.

Così dunque è nato più o meno tutto quello che a distanza di tanto tempo ancora si mangia ancora oggi sulle nostre tavole. Migliaia di anni fa, quei primi agricoltori avevano già scoperto e cominciato a migliorare quasi tutte le piante che forse valeva la pena di addomesticare.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 2

PERCHÉ HITLER VOLEVA LA GUERRA?

Ovvero, perché la fame è stata sconfitta solo dalla scienza

Il primo grande critico dell'applicazione della scienza moderna in agricoltura fu Adolf Hitler. Il dittatore sosteneva che i metodi scientifici per migliorare la terra erano già stati provati e avevano fallito e che nessun miglioramento futuro avrebbe potuto consentire al territorio della Germania di nutrire adeguatamente il popolo tedesco. Quel cibo in più poteva infatti essere procurato solo con la conquista di nuove terre fertili. Per mezzo della guerra, naturalmente. Come già è successo infinite volte in tutta la storia umana, una guerra viene scatenata allo scopo essenziale di procurarsi nuova terra, perché questo è l'unico modo per procurarsi più cibo. Eppure, la sconfitta della fame da parte della scienza era già cominciata.

Il problema della fame è antico quanto l'agricoltura. Da quando abbiamo imparato a produrre noi il cibo, anziché fare affidamento su quello messo a disposizione dalla natura, produzione agricola e aumento demografico si sono inseguiti senza sosta: ogni volta che la produzione di cibo è aumentata, è aumentata anche la popolazione, con il risultato che il cibo è sempre stato scarso, e che bastava un raccolto perso per il cattivo tempo o i parassiti per scatenare una carestia. L'equilibrio fra popolazione e risorse alimentari era quindi strutturalmente precario.

In passato, con poche eccezioni nei sistemi agricoli più progrediti, ogni aumento della produzione di cibo era dovuto all'aumento della quantità di terra messa a coltura, più che all'aumento della produttività della terra. Un ettaro di terra produceva infatti una tonnellata di grano in epoca romana, e non molto di più all'inizio del Novecento.

Nel corso dell'ultimo secolo, però, quattro tecnologie hanno cambiato radicalmente le regole del gioco: l'invenzione dei fertilizzanti di sintesi e lo sfruttamento di quelli minerali ha tolto un fattore limitante fondamentale nella nutrizione delle piante; la difesa chimica ha alleggerito la pressione di malattie, parassiti e malerbe, che normalmente riescono a sottrarre da un terzo a metà dei raccolti; la meccanizzazione ha sostituito il lavoro muscolare degli uomini e degli animali, consentendo di aumentare le superfici coltivate e facilitando altre pratiche come l'irrigazione; il miglioramento genetico su base scientifica, infine, ha ulteriormente trasformato le piante stesse.

La sua storia comincia con Nikolai Vavilov, il genetista russo che scopre le principali aree di domesticazione delle piante e comprende l'importanza della biodiversità agricola come riserva di caratteri utili.

Grazie alla conoscenza delle leggi dell'ereditarietà, riscoperte nel 1900, il genetista italiano Nazareno Strampelli per primo usa questa biodiversità incrociando varietà anche lontane per trasferire caratteri utili. A cavallo degli anni Venti e Trenta Strampelli crea nuove varietà di grano più basse e resistenti ai funghi, e riesce a raddoppiare la produzione di grano italiana. I suoi grani estremamente produttivi vengono seminati in tutto il mondo, e sono la base della maggior parte delle varietà usate ancora oggi. Nello stesso periodo, negli Stati Uniti, si impara a sfruttare un fenomeno naturale — il vigore degli ibridi — per aumentare rapidamente la produttività del mais. Nasce l'industria sementiera, e i semi ibridi prima di mais e poi di molte altre specie diventano sempre più comuni.

Dopo la guerra, partendo anche dai grani di Strampelli, ma soprattutto dal suo metodo, il genetista americano Norman Borlaug crea dei frumenti adatti anche ai paesi più poveri. Ne beneficiano prima il Messico e poi l'India, quindi buona parte dell'Asia dove la produzione di cereali raddoppia nel giro di soli vent'anni. È la Rivoluzione Verde: per la prima volta nella storia, la produzione di cibo aumenta molto più velocemente della popolazione in gran parte del mondo.

Nel corso del secolo, il miglioramento genetico comincia a usare anche un'altra tecnologia: la mutagenesi con agenti chimici o con radiazioni ionizzanti, che provoca un aumento delle mutazioni e quindi la comparsa di caratteristiche nuove e favorevoli. Sono state così create 3200 varietà, fra le quali il grano duro "Creso" e le varietà da questo derivate, con le quali ancora oggi si produce la pasta. Negli anni più recenti, lo sviluppo di nuove varietà è stato aiutato anche dalle tecniche della biologia molecolare come l'uso di marcatori molecolari, dell'ingegneria genetica e più recentemente della genomica.

Nel frattempo la produttività del grano nei paesi sviluppati è salita a 4 tonnellate per ettaro nel 1960, a 7 nel 1980, a 8,5 nel 2000.

Complessivamente, si stima che circa la metà dell'aumento della produttività dell'agricoltura nel corso del Novecento sia attribuibile al solo miglioramento genetico, e questa percentuale negli ultimi anni è diventata ancora più alta, anche se restano fondamentali anche i miglioramenti nelle tecniche di coltivazione come ad esempio quelli consentiti dalla crescente digitalizzazione dell'agricoltura.

Grazie all'aumento della produttività di tante colture dovuto a questi sviluppi tecnologici, secondo le stime della FAO la percentuale di persone denutrite nel mondo è scesa dal 18,6% dei primi anni Novanta al 10,9% di oggi, nonostante l'aumento della popolazione. Nei paesi poveri, le persone denutrite sono passate dal 37% nel 1970 al 13% di oggi. Solo fra il 2000 e il 2015, il numero dei denutriti è diminuito di 130 milioni, nonostante il contemporaneo aumento della popolazione mondiale di 800 milioni. Ovunque, la possibilità di sfamarsi è stata la premessa della liberazione di manodopera per altri mestieri, quindi della divisione del lavoro e della specializzazione, quindi di ogni ulteriore sviluppo economico, sociale e culturale: prima in Europa occidentale e Stati Uniti, poi nei paesi oggi emergenti, e speriamo che domani accada anche in Africa.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 3

LE TRE VITE DEL POMODORO

Ovvero, come si diventa "italiani"

Il pomodoro selvatico è una piccola bacca verde, più piccola di un acino d'uva. Il merito di averne intuito le potenzialità, circa 5000 anni fa, va ai primi agricoltori del Messico, che selezionando le piante con frutti decisamente più grandi, forma diversa e talvolta anche colori diversi, riescono a trasformarlo nel *tomatl*. È bastato cambiarne pochi geni, ma loro questo non possono saperlo. In Europa, però, quelle piante dalle bacche gialle sono considerate più che altro ornamentali, perché considerate pericolose come altre piante della famiglia delle solanacee. Solo alla fine del Settecento degli anonimi contadini italiani, spinti dalla fame, trasformano i "pomi d'oro" in frutti grandi, rossi e saporiti, e li adattano ai più diversi ambienti del nostro paese. Il miglioramento scientifico avviene però ancora più tardi, negli anni Cinquanta, negli Stati Uniti, quando i pomodori diventano più resistenti a parassiti e malattie. Ma non solo i pomodori hanno avuto una lunga storia di miglioramenti genetici.

Per la vite da vino, la storia è lunghissima. La maggioranza dei vitigni coltivati in Italia e nell'Europa occidentale discende in maniera più o meno diretta da una varietà creata alla fine del III secolo dopo Cristo nella Pannonia, la regione compresa fra le attuali Stiria, Slovenia, Croazia e Ungheria. Nel Medioevo, una parte consistente di tutto il vino europeo è ancora prodotta con lo stesso vitigno: l'"*Heunish*", in italiano *Unno*. Non è di grande qualità, ma in compenso è molto produttivo. Saranno poi i viticoltori europei, nei secoli successivi, a incrociarlo con varietà locali, spesso ottenute con il contributo anche di viti selvatiche o semiselvatiche, e a creare i vitigni che oggi conosciamo e che sono poi stati portati negli altri continenti: oltre 10.000, una ricchezza genetica mai vista in alcun'altra pianta coltivata.

Molto più recente è invece l'origine delle nostre uve da tavola. Poche varietà, come la Baresana e la Pizzutello, sono fra quelle giunte in Italia dal Vicino Oriente all'epoca delle Crociate. Le altre sono quasi tutte scomparse. La maggior parte di quelle attuali nasce all'inizio del Novecento, quando da raffinata rarità riservata per lo più alle tavole agiate, l'uva da tavola diventa un frutto popolare. Le nuove varietà, dalla buccia spessa e croccante, vengono create apposta per resistere al viaggio in treno dalle località di produzione più vocate alle grandi città di mezza Europa. La capostipite di molte di loro è l'uva "Italia", ottenuta nel 1911 dal genetista Alberto Pirovano incrociando Bican e Moscato D'Amburgo.

La base genetica della maggior parte dei frumenti coltivati nel mondo è italiana, e risale all'opera del genetista Nazareno Strampelli nei primi decenni del Novecento. La base principale delle varietà di grano tenero è la "Mentana", che come le altre decine di varietà da lui ottenute per incrocio ("Ardito", "Damiano", "Villa Glori", "Edda", "Fanfulla", "San Pastore", "Imerio") riduceva l'allettamento e resisteva alla ruggine del grano. I grani di Strampelli sono anche alla base di quelli di Norman Borlaug e della Rivoluzione Verde. Anche il grano duro deve tutto a Strampelli, e in particolare all'ottima varietà "Cappelli", ottenuta per selezione da una varietà di origine nordafricana, oggi spesso spacciata per un grano antico e autoctono anziché uno fra i primi grani moderni. Negli anni Settanta, grazie a un programma di incroci e mutagenesi, dalla Cappelli nasce "Creso", il primo grano duro coltivabile anche nel Nord Italia. Oggi si usano nuove varietà dalla qualità migliore, come la "Svevo", la "Duilio" o la "Normanno", ma sempre figlie di "Creso".

A noi italiani piace mangiare riso soprattutto sotto forma di risotto, che non deve diventare appiccicoso, cosa possibile se l'amido del chicco contiene più amilosio che amilopectina. Questa infatti è la caratteristica dei nostri grandi risi da risotto, che è stata ottenuta solo di recente. Il re dei risi, il Carnaroli, nasce nel 1945 dall'incrocio tra il Vialone e il Lencino. L'Arborio nasce nel 1946, anch'esso per derivazione dal Vialone. Il Vialone nano nasce nel 1937 dall'incrocio tra il Vialone e il Nano.

Le varietà di patate adatte per i diversi tipi di cottura vengono invece create a partire dagli anni Cinquanta da genetisti tedeschi e olandesi, a partire da varietà migliorate in Francia, Germania e Gran Bretagna nella seconda metà dell'Ottocento.

Gli agrumi sono stati migliorati per selezione di mutazioni spontanee e sono praticamente tutti di origine recente. Le arance bionde di oggi sono quasi tutte varietà Navel nate nel secondo dopoguerra, figlie di una mutazione capostipite scoperta in Brasile 150 anni fa.

Il tarocco, la più importante fra le varietà di arance rosse, deriva da una modificazione genetica spontanea notata alla fine dell'Ottocento da un agricoltore di Francofonte che si chiamava Gesualdo di Naro, e poi migliorata sempre grazie a mutazioni spontanee. Le clementine sono figlie di un'ibridazione di arancio dolce e mandarino ottenuta in Algeria intorno al 1940.

Ma tutta la produzione di frutta italiana viene continuamente rinnovata geneticamente. Solo dal 2000 sono state introdotte oltre 300 varietà di kiwi, albicocco, ciliegio, melo, pero, pesco e nettarine, susino, e l'Italia è il quarto paese al mondo che ha più contribuito all'innovazione varietale negli alberi da frutto dopo Stati Uniti, Cina e Francia.

Per molte specie, soprattutto orticole, l'avvicendamento delle varietà è continuo: nel Catalogo comune dell'Unione Europea, nel quale sono iscritte oltre 40.000 varietà, vengono iscritte ogni anno 3500 nuove varietà.

i prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 4

SE LA VITE NON VIENE MIGLIORATA GENETICAMENTE... CI RESTA SOLO LA CHIMICA
Ovvero, la campagna non può essere un museo

La vite con cui facciamo il vino è venuta dal Caucaso, dove fu domesticata 7000 anni fa, ma i funghi parassiti che oggi la attaccano sono venuti dall'America, insieme a viti selvatiche ornamentali importate in Europa nell'Ottocento. Da allora, quei funghi sono diventati un flagello sempre più grave per i nostri vigneti, al punto che sul 3% della superficie agricola europea che è dedicata alla vite si consuma ormai il 65% di tutti i fungicidi usati in agricoltura. In tutto, sono 68.000 tonnellate l'anno. Perché siamo arrivati a questo punto? Perché, in nome della "purezza" della tradizione, i nostri vitigni, una volta identificati come tipici di un territorio, non sono più stati migliorati dal punto di vista genetico, com'è invece avvenuto con le altre piante.

Il contrario è invece avvenuto con il pomodoro. A partire dagli anni Trenta, il genetista Charles M. Rick, dell'Università della California a Davis, ha fatto incrociare le piante che erano state migliorate in Europa — soprattutto italiane — con i lontani antenati dell'America centrale e meridionale da cui si erano separate sin dal tempo dell'addomesticamento iniziale o ancora prima. Grazie ai geni attinti dai parenti selvatici americani, i nostri pomodori si sono arricchiti di molte resistenze a parassiti e malattie. Se infatti i circa 200 parassiti del pomodoro — tra insetti, acari, nematodi, funghi, batteri e virus — avessero campo libero, oltre tre quarti del raccolto andrebbero perduti. La stessa cosa, in misura diversa, è stata fatta e si continua a fare un po' con tutte le colture, perché i parassiti continuano a viaggiare e a evolversi. Una varietà di fragola, ad esempio, può durare dieci o quindici anni, poi soccombe, in genere all'attacco dei funghi. Esistono già varietà che possono fare quasi a meno di difesa chimica, anche se bisogna ancora lavorare sulle proprietà organolettiche, per renderle più buone.

Come dimostra il caso dei vitigni, il problema diventa grave con i prodotti tipici, che sono tali proprio perché possiedono un ben preciso assetto genetico e non possono essere migliorati con le tecniche tradizionali dell'incrocio e della mutagenesi. Entrambe le tecniche, infatti, e in particolare la prima, introducono nel genoma della pianta molte modifiche, oltre a quella desiderata. E la varietà migliorata cambia le sue caratteristiche e non può conservare lo stesso nome, oppure la sua certificazione DOP o IGP. Così, per l'attacco di un virus, è praticamente scomparso il pomodoro San Marzano, che era stato selezionato all'inizio del Novecento.

Sono invece in forte affanno i grandi risi da risotto, perché il "brusone", un fungo importato dall'Asia alla fine dell'Ottocento, ne sta vincendo la resistenza. E così molte altre varietà tipiche.

Moltissimo da questo punto di vista resta ancora da fare nelle agricolture più arretrate, dove il prezzo pagato a malattie e parassiti è ancora altissimo, e dove un terzo circa del raccolto viene perduto prima che arrivi sulle tavole.

Oltre all'evoluzione dei parassiti, a rendere necessario un continuo miglioramento genetico contribuiscono anche altri fattori. I gusti dei consumatori ad esempio cambiano, e hanno portato fra l'altro allo sviluppo dell'uva e di altri frutti senza semi, oppure dei pomodori di Pachino IGP. I primi Pachino risalgono solo al 1989, quando una società israeliana, incrociando antiche varietà di pomodoro italiane, ha creato la prima varietà (la "Noemi") che cresce così bene sulle terre povere, assolate e un po' salmastre della Sicilia sudorientale.

Col tempo cambiano anche i mercati. Nelle fragole, l'aumento del costo della manodopera (un ettaro a fragole richiede quasi 4000 ore di lavoro l'anno) ha portato ad esempio alla creazione di varietà dai frutti più grandi, in modo da aumentare la quantità e quindi il valore del prodotto raccolto. Qualcosa di simile è stato fatto con una nuova varietà di ciliegie in cui il frutto si stacca facilmente lasciando il peduncolo sull'albero, così la raccolta si può fare semplicemente scuotendo l'albero o i rami.

Oppure ci sono nuove opportunità da sfruttare. Sempre nella fragola, in alcune varietà è stato trasferito un gene proveniente da una specie selvatica americana in cui la fioritura non dipende dal numero di ore di luce della giornata. Il risultato è che le nuove varietà fruttificano tutto l'anno, e l'agricoltore può spuntare un prezzo un po' più alto vendendo fuori della stagione "classica".

Le industrie di trasformazione hanno bisogno di materia prima più adatta. È il caso ad esempio del grano duro italiano, che spesso non è di qualità sufficiente per la produzione di pasta, tanto che quasi metà della pasta nazionale è fatta oggi con grano importato dall'estero.

La varietà *Aureo*, sviluppata recentemente da una ditta sementiera italiana in collaborazione con una grande impresa italiana della pasta, ha combinato le caratteristiche positive dei grani italiani e di quelli americani e consente oggi un maggiore ricorso alla produzione italiana, che non ha più molto da invidiare a quella estera anche in termini di elevato contenuto di proteine, che è fondamentale per la qualità della pasta.

Anche i cambiamenti climatici richiederanno piante adattate ad altre temperature, o capaci di resistere agli stress idrici senza perdere in produttività.

Last but not least, non bisogna dimenticare che la popolazione mondiale sta continuando a crescere, e lo farà fino al 2050, e che solo l'aumento anno dopo anno della produttività dei grandi cereali, essenzialmente dovuta al miglioramento genetico, impedisce il ritorno alla fame di vaste regioni del mondo.

Come ogni altro ambiente naturale, la campagna non è mai stata un museo, né mai lo potrà essere.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 5

A CHI SERVE UN RISO SUBACQUEO?

Ovvero, come si adattano
le piante all'ambiente

Venti milioni di ettari di risaie (quasi il 15% del totale mondiale) sono soggetti a inondazioni a causa di piogge, esondazione di fiumi e tifoni, e il fenomeno è in aumento a causa dei cambiamenti climatici. Dopo circa una settimana di sommersione completa, però, la maggior parte delle varietà di riso più coltivate muore. In una rara varietà locale, l'International Rice Research Institute ha però scoperto un gene (SUB 1) che rende la pianta del riso resistente fino a due settimane di sommersione, e con un programma di incroci assistiti da marcatori l'ha trasferito in diverse varietà coltivate. Queste varietà migliorate sono coltivate oggi in India, Bangladesh, Filippine, Indonesia, Myanmar, Laos e Nepal, da oltre cinque milioni di agricoltori. Ma ci sono anche molti altri modi per adattare le piante all'ambiente, e ce n'è un grande bisogno.

Anche se siamo abituati a considerare l'agricoltura "naturale", si tratta in realtà di un'attività estremamente artificiale che ha *comunque* un impatto ambientale fortissimo, se non altro perché sostituisce un ecosistema naturale ricco di biodiversità e robusto, con uno artificiale, semplificato e più fragile. Produrre cibo per sfamare 7 miliardi e mezzo di persone richiede oggi un miliardo e mezzo di ettari per l'agricoltura e tre miliardi e mezzo di ettari per i pascoli — in tutto, il 38% delle terre emerse — oltre all'8% dell'energia che produciamo e al 70% dell'acqua dolce, e produce il 31% delle emissioni responsabili dei cambiamenti climatici. Non solo. In molte regioni l'intensificazione dell'agricoltura ha avuto un prezzo pesante in termini di erosione, impoverimento o salinizzazione del suolo, esaurimento delle falde acquifere, inquinamento delle acque. Al largo delle foci dei fiumi ci sono ormai quasi 500 deserti sottomarini, fondali privi di ossigeno, consumato dalla decomposizione delle alghe proliferate a causa dei residui di fertilizzanti.

Aumentare, e al tempo stesso rendere più sostenibile la produzione di cibo è un problema complesso, e data l'enorme diversità dei sistemi agricoli esistenti nel mondo, non ci sono soluzioni buone per tutti o ricette universali. Negli ultimi anni c'è stato però un accordo crescente sulla necessità di adottare strategie di "intensificazione sostenibile". Le tecniche della "agricoltura di precisione", basate sull'impiego massiccio di sensori, georeferenziazione e analisi dei dati, consentono ad esempio di utilizzare acqua, fertilizzanti ed energia solo dove, quanto e quando servono, variandone le dosi anche metro per metro.

La protezione dei raccolti dai parassiti può usare le tecniche della "lotta integrata", che prevede la combinazione di mezzi chimici di sintesi, agronomici e biologici per assicurare la massima efficacia con il minimo impatto sull'ambiente e sulla salute degli agricoltori. Nei paesi ricchi o emergenti si può mangiare meglio e meno, con diete più ricche di vegetali e meno ricche di carne. La parte più grande dell'impatto della produzione di cibo è dovuta alle filiere delle carni, nel quale rientra anche il 30% della superficie agricola mondiale destinato alla produzione di mangimi.

Si può anche sprecare meno cibo, da noi soprattutto nella distribuzione, nelle mense e nelle case, nei paesi poveri soprattutto nei campi, nei magazzini e nei trasporti.

Il ruolo più importante nella intensificazione sostenibile lo può invece avere proprio il miglioramento genetico. Adattare le piante non ha impatti sull'ambiente e può anzi ridurre i consumi di diverse risorse. È anche l'innovazione più semplice ed economica da applicare, perché è tutta o quasi tutta già nel seme, ed è quindi la più semplice e adatta anche ai pesi più poveri. Ma soprattutto, è ormai diventata il fattore più importante nell'aumento della produttività, perché non serve più — e comunque non possiamo — dare alle piante ancora più acqua, fertilizzante, pesticidi. Secondo un recente studio commissionato dalla European Technology Platform "Plants for the Future" negli ultimi 15 anni il miglioramento genetico ha contribuito in media per il 74% all'aumento della produttività delle principali varietà coltivate, che equivale a un incremento potenziale delle rese dell'1,24% all'anno. Il miglioramento genetico ha quindi fatto risparmiare 19 milioni di ettari di terra, che da qualche parte nel mondo sarebbero stati impiegati per produrre quel cibo in più per noi, e 55 milioni di metri cubi di acqua. L'aumento della produttività permette di diminuire lo sfruttamento delle risorse naturali di cui la più preziosa di tutte è la terra stessa.

Nel 1930, negli Stati Uniti, un ettaro di terra produceva una tonnellata e mezza di mais. Oggi, grazie prima all'introduzione degli ibridi, e poi ad altri miglioramenti che ancora oggi continuano ad aumentarne la produttività dell'1-2% l'anno, ne produce dieci tonnellate.

Soprattutto negli ultimi sessant'anni, il miglioramento genetico ha aumentato la produttività di tutte le principali colture, anche se non sempre in una misura così spettacolare. È stato infatti calcolato che, se nel 2000 le rese medie dei raccolti fossero state ancora quelle del 1961, per sfamare la popolazione mondiale avremmo dovuto mettere a coltura nuove terre per un'area pari all'intero Sudamerica meno il Cile.

Oggi le sole attività di coltivazione richiedono un miliardo e mezzo di ettari: l'11,5% delle terre emerse, deserti compresi.

Se invece, in tutto il mondo, la produttività agricola fosse pari a quella dell'Europa occidentale o degli Stati Uniti, potremmo restituire alle foreste e agli altri ambienti naturali qualcosa come 600 milioni di ettari: venti volte la superficie totale dell'Italia.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 6

CHI HA INVENTATO LA FRAGOLA?

Ovvero, di OGM ne abbiamo sempre mangiati senza danni

Quella che oggi chiamiamo fragola non esisteva fino a due secoli e mezzo fa, quando qualcuno finalmente la "inventò". Ma come si fa a inventare un frutto? Nel 1712 Amédée François Frézier, ingegnere e ufficiale francese, matematico, spia ed esploratore, raccoglie in Cile una specie di fragola coltivata dagli indigeni Mapuche: la *Fragaria chiloensis*, dai frutti insolitamente grandi ma poco saporita. E al suo ritorno ne fa dono a sua maestà Luigi XIV, proprio il Re Sole. Questa curiosa fragola viene piantata e coltivata nei giardini di Versailles per mezzo secolo, fino a quando, nel 1766, il botanico Antoine Nicolas Duchesne si accorge che dall'incrocio di una pianta di *Fragaria chiloensis* e una di *Fragaria virginiana*, una specie dai frutti piccoli e gustosi proveniente dalle colonie in Nord America, è nata una pianta con le migliori qualità di entrambi i genitori: frutti di grandi dimensioni dalla prima e sapore eccellente dalla seconda. L'antenata di tutte le fragole di oggi è dunque un ibrido, che al contrario di quasi tutti gli altri ibridi fra specie diverse si rivela fertile. Insomma la fragola, uno dei frutti più buoni e desiderati sulla Terra, è di fatto un "OGM" perché contiene DNA appartenente a specie diverse. Ma la fragola non è stato il primo "mostro genetico" che abbiamo mangiato, né l'ultimo. Sono ad esempio frutto dell'ibridazione di specie diverse avvenuta già in epoca preistorica (e non sapremo mai se per mano della natura o dell'uomo) il grano tenero e il grano duro, ma anche l'arancio, il limone e il pompelmo. O ancora nuove specie come il tritcale, un ibrido fra frumento e segale. Eppure, sono sicuri. Il problema della sicurezza, infatti, non ha niente a che fare con la provenienza del DNA.

In natura, produrre sostanze tossiche è una delle principali strategie di difesa dagli erbivori, e a volte qualcosa resta anche dopo la domesticazione. Le patate ad esempio producono solanina, molti legumi contengono inibitori della digestione, mentre fragole, kiwi e soia sono leggermente allergeniche. Noci e fave sono addirittura pericolose per molte persone, e il frumento lo è per le persone geneticamente predisposte alla celiachia. Quando non è possibile eliminare completamente il pericolo dalla pianta, abbiamo da sempre escogitato metodi per alleviare il problema: le proteine dei semi di cereali e legumi sono molto difficili da digerire e alcune di esse hanno proprio il compito di inibire gli enzimi digestivi, perché l'ultima cosa che vuole una pianta è che i predatori mangino e digeriscano i suoi semi. Ma da millenni noi cuociamo questi semi, facilitandone la digestione e inattivando gli inibitori della digestione. Anche se questi metodi purtroppo non risolvono tutti i problemi, quali quelli degli allergeni e della celiachia per le persone predisposte, essi consentono alla grande maggioranza della popolazione di nutrirsi senza pericolo. In teoria, qualsiasi tipo di

modificazione genetica può rendere meno sicura una varietà che non aveva mai dato problemi, perché potrebbe indurre la pianta a produrre una nuova sostanza tossica o allergenica, o a produrne in una quantità pericolosa. Di fatto, però, la creazione di un nuovo pericolo è un evento estremamente raro, come dimostrano migliaia di anni di consumo di decine di specie di piante oggetto di miglioramento genetico. La probabilità che una nuova varietà sia meno sicura dipende comunque dall'entità e dalla natura della modificazione genetica: più questa è estesa e meno conosciuta, maggiore è la probabilità di un problema. In un incrocio, si ricombinano in modo casuale i genomi di due varietà diverse della stessa pianta, nella mutagenesi indotta si producono anche molte centinaia di mutazioni casuali e sconosciute, oltre quella desiderata. In un OGM si inserisce invece un solo gene o pochi geni su qualche decina di migliaia, più una piccola quantità di altro DNA di origine batterica necessario per la ricombinazione. Il fatto che il gene inserito provenga da una specie diversa ha poca importanza: non esiste una mistica "essenza" della specie di provenienza che caratterizzi tutto il suo DNA. Il DNA è solo DNA, a qualunque specie appartenga, e quello che conta è cosa permette di produrre quello specifico frammento di DNA. Al di là delle grandi differenze nell'aspetto e nelle funzioni fra un organismo e l'altro, la vita sulla Terra è infatti una sola. Oltre il 98% di tutto il nostro DNA è in comune con gli scimpanzé, una metà circa dei nostri geni sono comuni anche alle piante, e qualcosa anche con il lievito o le forme di vita più semplici, come i batteri.

Quello che conta ai fini della sicurezza non è quindi il metodo più o meno "naturale" usato per il miglioramento genetico — e i genetisti non fanno in realtà nulla che non faccia in modo casuale anche la natura — ma la composizione chimica della varietà prodotta. Il controllo, in altre parole, deve essere fatto caso per caso, sul prodotto finale, a prescindere dal metodo usato per la modificazione. E non è difficile identificare in una nuova varietà la presenza di sostanze tossiche o allergeniche.

Nessun alimento è mai stato sottoposto a controlli severi come quelli che sono richiesti per le piante GM, che pure sono le meno modificate di tutte, e il risultato di trent'anni di studi indipendenti, che hanno prodotto quasi 1800 pubblicazioni *peer-reviewed*, è chiarissimo: il processo con cui le varietà OGM vengono prodotte, e il fatto che contengono DNA proveniente da un'altra specie, non comportano di per sé problemi speciali né per la salute umana, né per l'ambiente. Con l'enorme attenzione di cui gli OGM sono stati oggetto da parte di tante organizzazioni e paesi, se ci fosse stato qualche pericolo intrinseco in questa tecnologia l'avremmo sicuramente saputo.

Questo infatti è il chiarissimo consenso scientifico sull'argomento, espresso in Italia da un documento sottoscritto da 17 società scientifiche. A livello continentale, questa è la conclusione anche della Commissione Europea e dell'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare, oltre che dello European Academies Scientific Advisory Council. Nel Regno Unito si sono espressi la Royal Society e la Royal Society of Medicine. Negli Stati Uniti la American Medical Association, la National Academy of Sciences e l'American Association for the Advancement of Science. A livello mondiale, l'Organizzazione Mondiale della Sanità. Di recente, si è aggiunto anche un appello in questo senso firmato da 109 premi Nobel. Si farebbe insomma fatica a trovare un consenso altrettanto ampio su altri temi di carattere scientifico, a meno di non volersi abbassare al piano di chi nega l'esistenza dei cambiamenti climatici, o la sicurezza dei vaccini.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 7

ESTIRPATE QUEGLI ALBERI

Ovvero, come la regolazione ha ucciso le startup europee e americane, e sconfitto la ricerca pubblica

Gli alberi di kiwi GM del prof. Eddo Rugini all'Università della Tuscia avevano bisogno di meno acqua. I suoi ulivi erano resistenti a malattie provocate dai funghi. I suoi portinnesti rendevano gli alberi da frutto più bassi, per rendere la raccolta meccanizzabile o più sicura. Rugini lavorava in un'istituzione pubblica, con soldi pubblici, come la stragrande maggioranza dei genetisti agrari italiani che a partire dagli anni Ottanta avevano cominciato a usare le nuove tecniche di biologia molecolare per migliorare cicoria, ciliegio, cocomero, colza, fragola, kiwi, grano, lampone, lattuga, mais, melanzana, melone, olivo, patata, pomodoro, riso, soia, vite, zucchine e melo. Le sue piante avevano nuovi caratteri utili, ma non si trovano oggi nei nostri campi. Non solo perché sono state espantate e bruciate per inadempienze burocratiche dei Ministeri dell'Agricoltura e dell'Ambiente, e della Regione Lazio, o perché l'Italia è contraria alla coltivazione di piante OGM, ma perché l'Università non si sarebbe comunque mai potuta permettere economicamente le sperimentazioni necessarie. Così non è restato altro che fare un accordo con una grande compagnia americana per continuare gli esperimenti negli Stati Uniti, e i diritti di sfruttamento di risultati pagati con i soldi pubblici italiani sono ormai in mano americana. All'Università, se andrà bene, andranno solo delle royalties.

Ma questo non è un caso isolato. Vicende simili sono accadute in Europa e negli Stati Uniti a decine di piccole e medie aziende sementiere e a startup nate dal mondo della ricerca, che avevano cominciato a creare nuove varietà GM fra gli anni Ottanta e i primi anni del nuovo secolo. Quasi tutte hanno dovuto abbandonare le loro ricerche e spesso hanno svenduto sottocosto i loro brevetti a poche grandi aziende del settore, oppure sono state da loro comprate. La ragione di tutto questo è semplice: gli OGM sono stati regolati usando un livello di controllo eccessivo, non commisurato al livello di rischio, e continuano a esserlo anche quando è stato ormai dimostrato oltre ogni ragionevole dubbio che non comportano rischi aggiuntivi rispetto alle varietà ottenute con i metodi tradizionali. Che questo sia solo il risultato di un clima di allarme creato intorno alla tecnologia, e non su timori razionalmente fondati, lo dimostra già la definizione arbitraria di "organismo geneticamente modificato".

La normativa europea considera tali solo le varietà create con la tecnica del DNA ricombinante, che in realtà sono le meno modificate di tutte, e nelle quali anzi la modificazione è nota e precisa. La normativa infatti esclude non solo quelle prodotte per selezione e incrocio, ma soprattutto quelle ottenute per mutagenesi con agenti fisici o chimici o induzione della poliploidia, dove le modificazioni genetiche prodotte sono molto più estese e in gran parte casuali e sconosciute, quindi non prevedibili.

Di solito il profilo nutritivo di una nuova varietà è controllato per accertare che non sia sostanzialmente diverso da quello della varietà originale e che non sia aumentata la produzione delle tossine o degli allergeni naturalmente presenti nella varietà originale, mentre per l'autorizzazione delle varietà GM occorrono analisi e prove sperimentali più lunghe, complicate e soprattutto costose, che richiedono decine di milioni di dollari. Secondo una recente indagine condotta presso le aziende del settore, portare sul mercato una varietà OGM richiede in media 86 mesi e 35 milioni di dollari solo per ottemperare a queste norme. Senza contare che interi mercati, come quelli della maggior parte dei paesi europei, sono di fatto chiusi alla coltivazione, anche se non al consumo.

Questo vuol dire che le barriere poste all'ingresso nel mercato sono troppo alte per aziende di piccole dimensioni o per startup, e che solo poche grandi multinazionali si possono permettere gli investimenti necessari. Il loro attuale dominio del mercato delle sementi, giustamente criticato da più parti, è quindi solo il risultato di una profezia che si autoavvera.

L'altro risultato è che la grande maggioranza delle varietà arrivate sul mercato appartiene a poche specie, per lo più le grandi colture come mais, soia e cotone. Le grandi multinazionali hanno infatti poco interesse a sviluppare soluzioni per colture minori di interesse locale (come molte di quelle italiane) per la difficoltà di rientrare in tempi ragionevoli dei costi, e meno ancora a migliorare le colture dei paesi poveri. Solo in pochissimi casi la ricerca pubblica è riuscita a portare sul mercato delle varietà GM, ad esempio con la papaya delle Hawaii resistente a un virus, e le quattro varietà di melanzana resistente agli insetti del Bangladesh. Entrambe hanno avuto un grande successo. Per le piccole imprese private le difficoltà sono, se possibile, ancora peggiori: nel 2015 l'approvazione per la coltivazione negli USA di mele GM che non imbruniscono dopo essere state tagliate prodotte da una piccola impresa canadese, ha avuto risalto nei media come il primo successo di un'impresa privata al di fuori delle grandi multinazionali. Questo più di trent'anni dopo la produzione delle prime piante GM. Quello che questa storia insegna è che una regolazione basata su considerazioni politiche, anziché su basi scientifiche, può soffocare una nuova tecnologia. E anziché tutelare la salute dei cittadini o la competitività dei piccoli agricoltori, può provocare danni anche gravi alla competitività di un'intera agricoltura. D'altra parte, accetteremmo mai, in medicina, di non autorizzare cure efficaci e sicure solo per motivi politici?

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 8

LA "CATASTROFE DEL MAIS"

Ovvero, cosa accade quando si rinuncia all'innovazione

Vent'anni fa, l'Italia produceva tutto il mais di cui la nostra zootecnia aveva bisogno per i fare i salumi e i formaggi che costituiscono i gioielli dell'agroalimentare italiano: da soli fanno quasi il 90% del fatturato e il 94% dell'export dei nostri prodotti tipici, vino escluso. Oggi invece importiamo il 30-40% del mais, in parte sotto forma di mais GM che i nostri agricoltori non possono coltivare, ma gli allevatori possono utilizzare. E la superficie coltivata è crollata.

I problemi sono nati quando sono comparse le varietà di mais GM, perché le aziende sementiere internazionali non hanno più innovato gli ibridi tradizionali — gli unici che i nostri maiscoltori possono comprare — concentrandosi invece sugli OGM che sono più facili da coltivare, sono più produttivi, richiedono meno antiparassitari e producono granella di qualità migliore perché contengono molte meno fumonisine, pericolose tossine di origine fungina. Il risultato è che per l'importazione di mais e di soia, in gran parte OGM, la spesa degli allevatori italiani è arrivata quasi a eguagliare il valore dell'export nazionale di prodotti tipici di origine animale.

E questo non è l'unico bel risultato dello stop all'innovazione.

Il problema nasce dall'idea che esista "una" agricoltura italiana, tutta con gli stessi problemi e le stesse soluzioni. Invece le agricolture in Italia sono tante. C'è quella del piccolo agriturismo sulle colline toscane e quella del pomodoro da industria della Valle Padana, quella del vino siciliano e quella delle insalate di quarta gamma della provincia lombarda, quella del grano pugliese e quella del radicchio veneto. Alla base dell'ideale della "campagna museo" e del valore del marchio "OGM free" c'è però stata l'idea, più volte espressa anche nelle sedi più autorevoli, che la nostra agricoltura debba puntare sulle produzioni "tipiche", come i prodotti DOP e IGP, capaci di spuntare quei prezzi più alti sui mercati internazionali che soli possono coprire i costi alti delle nostre imprese agricole e assicurarne così la redditività. Le nostre produzioni tipiche sono effettivamente cresciute in questi anni, perché molti agricoltori ci hanno visto la loro occasione. Ma gli alti valori percentuali di crescita nascondono spesso una base di partenza molto piccola, che è sostanzialmente rimasta tale. I motivi sono diversi: si tratta di produzioni estremamente limitate, se non altro perché tale è la loro base geografica, sui mercati internazionali ortaggi e frutta sono commerciabili con difficoltà, e i mercati disposti a pagare tanto sono molto piccoli.

Per questo la parte del leone la fanno vino, olio d'oliva, formaggi e prosciutti.

Vino escluso, infatti, il fatturato dei prodotti tipici italiani (DOP e IGP) è pari a circa il 10% del fatturato della produzione agricola italiana, con quasi il 90% costituito dai prodotti zootecnici, cioè grandi formaggi e grandi prosciutti. I prodotti agricoli "tipici" veri e propri rappresentano quindi appena l'1% della nostra agricoltura. Nonostante le dimensioni limitate, sono naturalmente produzioni importanti, non solo dal punto di vista economico per i rispettivi territori, ma anche da quello culturale, e vanno incoraggiate e sostenute. Ma sono e resteranno produzioni di nicchia. In altre parole, la rinuncia all'innovazione tecnologica con l'idea di promuovere l'1% del valore delle nostre produzioni ha portato a non sfruttare appieno il vantaggio competitivo dell'altro 9% (i formaggi e i prosciutti basati sull'importazione di mangimi OGM), e soprattutto dell'altro 90% della nostra agricoltura. Ma pensiamo anche alla pasta, prodotto tipico e popolare al tempo stesso, oltre che colonna del nostro export agroalimentare. Quasi metà della nostra pasta è fatta con grano duro non italiano, perché il nostro o non è di qualità sufficiente, o ha costi di produzione troppo elevati. Possiamo permetterci di trascurare le sorti del 90, o del 99% della nostra agricoltura? Ma soprattutto, perché farlo se le diverse agricolture italiane non sono affatto in concorrenza fra loro? Tutelare la nostra produzione di insalate di quarta gamma non toglie nulla al sostegno alla cipolla rossa di Tropea, come il pomodoro da industria lombardo non fa concorrenza al pomodoro costoluto fiorentino. Anzi, il prodotto di nicchia funziona dal punto di vista commerciale solo se c'è un'alternativa di altro tipo. Il marchio "OGM-free" funziona solo se sul mercato ci sono prodotti OGM, cioè se sono l'alternativa a qualche cosa, come avviene con il biologico, il cui prezzo premium dipende dal fatto che sul mercato ci sono i prodotti convenzionali. Se sul mercato ci fossero solo i prodotti biologici, il loro valore scenderebbe. Se decidessimo di "congelare" le nostre varietà coltivate, i costi di produzione continuerebbero a salire, e con loro i prezzi. Ma l'agricoltura ha anche una responsabilità sociale importante nei confronti di quella larga fetta della popolazione nazionale — una fetta maggioritaria — che per poter avere un'alimentazione sana ha bisogno di poter trovare sul mercato frutta e verdura fresche a prezzi accessibili. La "campagna museo" sarebbe la sentenza di morte per l'alimentazione mediterranea, e il trionfo delle calorie a basso costo, cioè del junk food. Per usare una metafora, le auto d'epoca sono bellissime e hanno un interessante mercato di nicchia, ma la gente ha bisogno di auto moderne alla portata delle sue tasche. Il problema economico dell'agricoltura italiana è proprio la sua scarsa redditività: prezzi bassi e costi di produzione alti. I prezzi si possono alzare concentrando l'offerta, perché l'agricoltore che va sul mercato da solo è troppo debole. E i costi si possono ridurre con l'innovazione tecnologica: non si sospendono le leggi dell'economia per l'agricoltura. Oggi, il miglioramento genetico rappresenta un'innovazione tecnologica estremamente efficace e sostenibile.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 9

LA RIVINCITA DELLA RICERCA DI BASE Ovvero, una tecnologia semplice dagli organismi più semplici

Quella che la rivista *Science* ha giudicato la scoperta più importante del 2015 è nata dallo studio di un fenomeno naturale apparentemente lontano da ogni applicazione: il modo in cui i batteri, gli organismi viventi più semplici del pianeta, si difendono dai virus. I virus sono creature a metà strada fra il vivente e il non vivente, perché per riprodursi hanno bisogno di "dirottare" il normale funzionamento di una cellula ospite, affinché esegua invece le istruzioni del suo DNA. Quando un virus introduce il proprio DNA in alcuni batteri, questi sono capaci di farlo a pezzi e di incorporarne dei frammenti nel proprio genoma. In questo modo, in occasione di un nuovo attacco, la reazione difensiva sarà ancora più pronta. Proprio la capacità di tagliare molecole di DNA di una proteina batterica chiamata "cas9", unita a un'altra molecola di RNA chiamata "CRISPR", capace di guidarla nel punto esatto in cui deve avvenire il taglio, è alla base del *genome editing*. Ma perché il sistema CRISPR-Cas9 funziona così bene?

Quando la proteina cas9 taglia entrambi i filamenti della molecola di DNA, per la cellula è un piccolo trauma, tanto che vengono attivati i meccanismi di riparazione "di emergenza", per così dire. E il taglio può essere riparato in due modi. Le estremità possono essere semplicemente riconnesse, ma per la "fretta", in un'alta percentuale dei casi questo avviene con degli errori, piccoli cambiamenti nella sequenza originale che possono modificare o annullare la funzionalità del gene in cui è avvenuto il taglio. Il risultato è una mutazione. Se invece al momento del taglio si fornisce alla cellula anche una nuova sequenza di basi, questa può venire usata come stampo per la riparazione o come donatore per l'inserzione, modificando così il gene esistente o aggiungendone uno completamente nuovo. Quando non avvenga una inserzione di geni "estranei", il risultato è identico a quello di un incrocio o mutagenesi tradizionale, ma con una prevedibilità e una precisione impensabili rispetto alle tecniche tradizionali. In pratica, con le tecniche del *gene editing* si possono modificare, eliminare, sostituire o inserire specifiche sequenze di basi in punti specifici del genoma, un po' come si corregge un testo al computer. Per questo si parla di "editing".

Da quando è stato scoperto, questo strumento è stato rapidamente adattato per poter essere utilizzato in qualsiasi organismo vivente, uomo compreso. Anche se ogni tecnica di miglioramento genetico resta indispensabile in moltissimi casi, e si continua infatti a usarle ancora tutte, i vantaggi del *genome editing* rispetto alle tecniche precedenti sono importanti. Il primo è la versatilità: consente di effettuare mutazioni mirate, ma anche di conferire tratti genetici presenti in varietà con le quali l'incrocio sarebbe molto complicato.

L'efficienza della modificazione è altissima, e non si rischia quindi di dover aspettare di far crescere moltissime piante solo per scoprire che la modificazione desiderata non è avvenuta. Questo vuol dire che lo sviluppo di una nuova varietà viene fortemente accelerato. Nel tradizionale miglioramento per incroci e selezione, per togliere da una nuova varietà i caratteri indesiderati introdotti con il primo incrocio ne servono molti altri, cosa che può richiedere parecchi anni di lavoro, che possono diventare tantissimi (o troppi) per le specie perenni. Per produrre una varietà con il *genome editing*, invece, ne basta uno solo. Anche aggiungendo i controlli standard per verificarne le caratteristiche agronomiche, in cinque anni circa si può portare una nuova varietà sul mercato: per un'azienda sementiera, questo è un vantaggio enorme.

Rispetto alle tecniche precedenti, il *genome editing* è anche molto più semplice, tanto da essere alla portata di uno studente di dottorato. I reagenti necessari per la sintesi della molecola-guida di RNA sono acquistabili sul mercato al costo di poche centinaia di euro. Complessivamente, a giudizio di alcuni dei ricercatori che l'hanno già sperimentato, rispetto ai metodi precedenti il *genome editing* riduce dell'ordine di decine di volte la complessità tecnica, il tempo e le risorse necessarie. Non a caso alcuni parlano di "democratizzazione" del miglioramento genetico: come ogni vera innovazione, consente a molte più persone di fare cose che si potevano fare prima con una maggiore difficoltà o a un maggior costo.

Le opportunità sono insomma quelle che il miglioramento genetico ha sempre cercato di cogliere, e che in parte sta già cogliendo con le tecniche più diverse, ma tutto è più semplice. Nonostante sia nuovissima, questa tecnica ha già avuto molte applicazioni in ogni genere di organismi. In ambito agronomico, si è già lavorato alla resistenza all'oidio nel grano tenero, al miglioramento della composizione dell'endosperma e alla tolleranza agli erbicidi nel mais, nel riso e nel lino, alla migliore conservazione e alla riduzione del contenuto di acrilamide in seguito a frittura nella patata, alla resistenza a una malattia batterica nel riso, alla composizione in acidi grassi dei semi nella soia... È stata persino ottenuta una varietà di champignon che una volta tagliati non anneriscono.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 10

LA "PROVA DEL NOVE" CHE NON SONO OGM

Ovvero, non si possono applicare
leggi vecchie a tecnologie nuove

Il *Genome Editing* è un insieme di metodologie di modificazione del patrimonio genetico che hanno in comune la possibilità di intervenire in un punto preciso e predefinito del DNA. Secondo la Direttiva 2001/18/EC del Parlamento Europeo, un OGM è "un organismo, diverso da un essere umano, il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto avviene in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genetica naturale".

Poiché le applicazioni più diffuse e promettenti del *genome editing* introducono modifiche identiche a quelle che si possono generare spontaneamente in natura, le piante che contengono questo tipo di modifiche del DNA non dovrebbero essere classificate come OGM. Al contrario di molte varietà ottenute con metodi tradizionali e degli OGM, infatti, queste piante non sono neppure distinguibili con alcun tipo di esame di laboratorio. Al di là della legge, quindi, ci soccorrono intelligenza e buon senso: se una nuova varietà non ha DNA estraneo, ma si sarebbe benissimo potuta produrre spontaneamente anche in natura, come potrebbe essere assimilata a un OGM? Con il *genome editing*, infatti, il miglioramento genetico fa un salto di qualità. In pratica, il sistema CRISPR-cas9 è un "bisturi" molecolare estremamente preciso, e l'effetto dei suoi tagli è di effettuare nel DNA della pianta dei cambiamenti altrettanto precisi.

Se ci si limita a tagliare il DNA della pianta, l'effetto della riparazione sarà a tutti gli effetti una mutazione, come quelle che si verificano casualmente in natura in seguito a errori nella replicazione del DNA, oppure all'azione di raggi cosmici o ultravioletti. Solo, sarà proprio quella desiderata — una o poche basi su un totale di centinaia di milioni o qualche miliardo — come se avessimo avuto una straordinaria fortuna, come effettivamente ogni tanto capita, ma purtroppo molto raramente. Rispetto invece alle tecniche considerate "tradizionali" di mutagenesi per mezzo di particolari sostanze chimiche o di radiazioni ionizzanti, la differenza è che con il *genome editing* si produce solo la mutazione voluta, senza ottenerne anche molte altre, indesiderate e distribuite casualmente nell'intero genoma.

Se invece al momento del taglio si fornisce alla cellula anche una nuova sequenza di basi, questa può essere utilizzata come stampo per modificare così il gene esistente o per aggiungerne uno nuovo. Se è inserito un nuovo gene "estraneo", la pianta è classificata come OGM. Ma, se il nuovo gene appartiene già a un'altra varietà della stessa specie, il prodotto finale è

identico a quello che si sarebbe potuto ottenere attraverso un incrocio tradizionale, con l'importante differenza però che non si portano nella pianta anche gli altri geni, indesiderati, provenienti dall'altra varietà. Nei casi in cui si inseriscono mutazioni che inattivano il gene o lo si sostituisce con uno di un'altra varietà della stessa specie, neppure un'analisi molecolare è in grado di distinguere un prodotto del *genome editing* da un evento naturale. Queste applicazioni — di gran lunga le più comuni e promettenti del *genome editing* — riaprono una questione che è stata al centro delle discussioni già con gli OGM: quella del principio di "equivalenza sostanziale".

Di fronte alle nuove varietà ottenute con tecniche di ingegneria genetica, già nel 1991 l'OCSE ne definì l'equivalenza sostanziale con le varietà di partenza ottenute con metodi tradizionali quando fosse possibile dimostrare che "le caratteristiche analizzate per l'organismo geneticamente modificato, o per lo specifico alimento da esso derivato, sono equivalenti alle stesse caratteristiche dell'organismo di paragone. I livelli e le variazioni caratteristiche dell'organismo transgenico devono essere all'interno delle variazioni delle stesse caratteristiche nell'organismo di paragone". Salvo, naturalmente, per il nuovo carattere introdotto. Sulla base delle analisi delle principali caratteristiche e componenti, molti OGM, ma non tutti, sono stati quindi riconosciuti come sostanzialmente equivalenti. Il principio, appoggiato anche dalla Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, fu accettato negli Stati Uniti come criterio per valutare la sicurezza degli OGM, ma non nell'Unione Europea.

Una nuova varietà ottenuta con il *genome editing* può essere invece del tutto identica a quella ottenuta con metodi tradizionali, al punto da non poterne essere distinta con analisi di laboratorio. È chiaro quindi che debba essere trattata e regolata come una varietà tradizionale, e se per vent'anni il dibattito non fosse stato ossessionato dal metodo usato, anziché dalle caratteristiche reali della varietà prodotta, non ci sarebbe neppure bisogno di parlarne. Se due oggetti sono identici, è chiaro che vanno trattati nello stesso modo. Ma c'è anche un'altra questione importante.

Come in altri casi in cui la tecnologia fornisce prodotti un tempo imprevedibili, non adattare la regolamentazione al nuovo scenario non significa lasciare tutto com'è, ma peggiorare la situazione. Se i prodotti del *genome editing* verranno considerati OGM, a causa dei divieti italiani i nostri scienziati e le nostre imprese dovranno in pratica rinunciarvi. In molti casi l'identificazione di piante migliorate con il *genome editing* potrà essere possibile solo basandosi sulle dichiarazioni dei produttori, mentre sarà molto difficile se non impossibile utilizzare a questo scopo analisi molecolari del tipo che viene utilizzato per verificare se una pianta è OGM. Il rischio molto concreto è che comunque si comincino a coltivare sul nostro territorio alcune di queste piante senza poterle riconoscere. Si potrebbe creare una situazione tale per cui le imprese sementiere italiane, oltre al danno di non poter utilizzare questa tecnologia, subiscano la beffa di dover convivere con i prodotti della stessa tecnologia comunque coltivati sul nostro territorio.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 11

DIECI ANNI DI GENOMICA ITALIANA

Ovvero, che cosa serve per fare editing

Una delle eccellenze meno conosciute della ricerca italiana è la genomica delle piante coltivate. I nostri ricercatori hanno infatti avuto un ruolo di primissimo piano nel sequenziamento dei genomi di vite, pesco, melo, fragola, agrumi, ulivo, pomodoro, patata, carciofo, melanzana, caffè, e più di recente grano tenero e grano duro, l'ingrediente della pasta. Sequenziare il genoma di una pianta vuol dire leggerne l'intero DNA e trovarne tutti i geni, che sono nell'ordine delle decine di migliaia. Questa mappa è la base per identificare quelli utili, responsabili dei caratteri desiderati. Ed è questa la conoscenza indispensabile per accelerare il miglioramento genetico con gli incroci ma soprattutto con il *genome editing*. Per farne che cosa?

L'Italia è "il paese dove fioriscono i limoni", come scriveva Goethe, ma soprattutto dove fioriscono gli aranci. I nostri agrumi sono però pesantemente attaccati da virus, funghi e batteri, potrebbero essere ancora più ricchi di micronutrienti che proteggono la salute, e la loro produzione non è abbastanza stabile. Il problema degli aranci, dei limoni e delle clementine è che è difficilissimo migliorarli geneticamente con l'incrocio, perché sono in realtà ibridi di specie diverse. Così, bisogna aspettare che una mutazione naturale produca casualmente un carattere favorevole in un qualche albero, e sperare di essere così fortunati da accorgersene per farla riprodurre, cosa che negli alberi richiede comunque molti anni. Con il *genome editing*, invece, la mutazione favorevole la possiamo far produrre noi alla pianta.

Il frumento è, insieme al riso, la principale fonte alimentare per l'umanità. Le maggiori proteine del seme di frumento, il prodotto di qualche decina di geni, sono la principale componente del glutine. Sfortunatamente, circa l'1% della popolazione mondiale non può nutrirsi di frumento perché è geneticamente predisposta alla celiachia, una malattia infiammatoria e autoimmune causata dal glutine. Sulla base delle conoscenze che abbiamo del genoma del frumento e delle caratteristiche biochimiche delle proteine del glutine, con il *genome editing* è possibile pianificare l'introduzione di mutazioni specifiche che eliminino le caratteristiche di stimolo della celiachia, senza compromettere le proprietà uniche del glutine per la produzione di pane e pasta, un obiettivo così difficile da raggiungere con le altre tecniche di miglioramento genetico da essere finora considerato praticamente impossibile.

I ricercatori italiani hanno collaborato al sequenziamento del genoma di frumento tenero e guidano il gruppo internazionale che sta terminando il sequenziamento del frumento duro. Hanno dato contributi fondamentali alle nostre conoscenze sulle proteine dei cereali. Anche se si tratterà di un progetto di lunga durata, abbiamo dunque tutti gli strumenti che ci consentono di utilizzare il *genome editing* per alleviare il problema della celiachia, e permettere anche alla popolazione predisposta a questa malattia di nutrirsi di pane e pasta.

Il riso è stato inizialmente domesticato e quindi coltivato nella Cina meridionale, ed è adattato a latitudini in cui la lunghezza del giorno non varia molto, quindi solo in queste condizioni inizia lo sviluppo riproduttivo, forma i fiori e infine frutti e semi. Alcune varietà possono però essere coltivate anche a latitudini molto diverse, dove d'inverno la durata del giorno si riduce di molto. I risi italiani sono un perfetto esempio di questa espansione della coltivazione, perché sono coltivati durante la primavera e l'estate e fioriscono quando le giornate sono molto lunghe. L'adattamento alle nostre latitudini è dovuto a mutazioni che neutralizzano i geni di riso che misurano la lunghezza della notte, e quando questa è troppo corta bloccano la fioritura. In questo caso, i mutanti sono in grado di fiorire anche se le giornate sono ancora lunghe, come da noi nella bella stagione. Le varietà strettamente tropicali non sono in grado invece di fiorire alle nostre latitudini, o lo fanno così tardi che non arrivano a produrre semi. Tuttavia, molte di esse sarebbero utili da noi perché portano caratteri interessanti, come la tolleranza ad alcuni patogeni, l'aroma o un alto contenuto in composti utili dal punto di vista nutrizionale. Ma per essere coltivate in Europa devono poter fiorire e produrre semi, e hanno quindi bisogno delle stesse mutazioni presenti nei nostri risi tradizionali. Farlo attraverso l'incrocio e la selezione richiede diversi anni e a volte può produrre una varietà molto diversa da quella di partenza. Il *genome editing* consente invece di ottenere una nuova pianta in tempi molto più brevi e soprattutto introducendo solo la mutazione desiderata.

Ma a chi appartiene il *genome editing*? Il suo protagonista, il sistema di enzimi chiamato "CRISPRCas9" (si legge crispercasnain) non è nato in una grande azienda, ma in tre università, e se ne contendono la priorità due dei più importanti gruppi di genetisti molecolari di oggi. Da una parte due donne, Jennifer Doudna dell'Università della California a Berkeley, ed Emmanuelle Charpentier, oggi al Max Planck Institute di Berlino. Dall'altra due uomini, Feng Zhang e George Church del Massachusetts Institute of Technology e dell'Università di Harvard. Oltre alla priorità (e a un probabile premio Nobel), in gioco c'è anche la proprietà intellettuale sul metodo, e quindi il suo sfruttamento commerciale. L'uso di CRISPRCas9 è comunque già libero per la ricerca pubblica, anche se domani per applicazioni commerciali si dovranno probabilmente pagare delle royalties, come per qualsiasi altro brevetto. La disputa, comunque, potrebbe diventare presto obsoleta perché nuovi sistemi enzimatici di batteri, sono già stati o saranno verosimilmente scoperti e utilizzati, ed è probabile che altri saranno scoperti nei prossimi anni.

prima i geni

LIBERIAMO IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA

APPROFONDIMENTO TESI 12

QUANDO I SEMI VALGONO (QUASI) COME L'ORO

Ovvero, che cosa significa l'innovazione
per tutta la nostra agricoltura

Un chilo di pomodori costa al massimo qualche euro. Un chilo di semi di pomodoro, invece, ne costa dai 900 ai 1500. Ma anche i semi di lattuga o indivia non scherzano (6-700 euro), e neppure quelli del melone (2-300 euro).

Un seme infatti è uno straordinario concentrato di innovazione. Codificati nelle sue doppie eliche di DNA, racchiude come uno scrigno tutti quei caratteri che fanno la produttività e la qualità, quindi la competitività della pianta. Non a caso il settore sementiero investe in ricerca e sviluppo circa il 10-15% dei propri ricavi (con punte anche del 20-25% nel settore orticolo), percentuali ben superiori a quelle di molti settori industriali. Quei caratteri sono tutti lì dentro, e si svilupperanno da soli senza necessità di altre tecniche o conoscenze particolari. Per questo l'industria sementiera è un protagonista strategico dell'economia agricola nazionale.

In Italia operano circa 200 aziende nel settore delle specie coltivate in pieno campo e circa 80 in quello delle sementi da orto. A parte le multinazionali, sono tutte imprese medie o piccole, se non piccolissime. Molte sono realtà dinamiche, globalizzate, attente all'innovazione del settore. Il loro volume d'affari è di oltre 700 milioni di euro l'anno, per circa due terzi fornito da aziende nazionali, più forti nei cereali, nell'erba medica e nelle sementi ortive.

Una volta, però, le nostre aziende erano molto più forti. Nel settore delle sementi agrarie, il numero delle aziende si è pressoché dimezzato negli ultimi vent'anni, soprattutto perché molte hanno perso competitività. Per una ragione molto semplice: da tempo facciamo molta meno ricerca, con poche eccellenze. La maggior parte la fanno le aziende multinazionali.

Fino a metà degli anni Novanta, quasi tutte le varietà di frumento tenero presenti sul mercato erano di origine italiana. Intorno all'anno 2000 erano già scese al 60%, e oggi sono appena il 30%. Più o meno la stessa cosa è avvenuta con l'erba medica. Anche le varietà di frumento duro erano quasi tutte italiane fino alla fine degli anni Ottanta, ma oggi lo sono solo per il 55-60%.

Si salva ancora il settore orticolo, dove la diversità delle specie e le caratteristiche del mercato, molto spesso locale o di nicchia, consente alle aziende medio-piccole italiane di essere più competitive. Negli ultimi vent'anni abbiamo perso quasi tutte le grandi aziende sementiere italiane, che producevano innovazione in Italia e per l'Italia. Siamo rimasti veramente leader soltanto nella vite. Oggi la genetica agraria è in mano a pochi grandi gruppi internazionali, o a paesi – come la Francia e l'Olanda – che hanno saputo fare sistema, accumulando ad esempio un forte vantaggio nel germoplasma, cioè nel numero di varietà – e dunque varianti genetiche – che posseggono per ogni specie. Il nostro Paese invece ha perso treni importanti, fra i quali quello degli OGM, anche perché la nostra ricerca pubblica, da leader che era fino a 20-25 anni fa, è stata strozzata dalla scarsità dei finanziamenti e ostacolata da scelte politiche sbagliate.

Non possiamo quindi permetterci di perdere anche il treno decisivo del *genome editing*. In questo caso le aziende multinazionali sposterebbero altrove la propria attenzione, quelle nazionali sarebbero anch'esse costrette a delocalizzare per non perdere inevitabilmente competitività, e la ricerca pubblica rischierebbe di ripercorrere la stessa strada imboccata alla fine degli anni Novanta a seguito della demonizzazione degli OGM. Il rischio concreto è quello di relegare il settore sementiero italiano al ruolo di mero utilizzatore o al massimo di sperimentatore di innovazione prodotta da altri, cosa che potrebbe segnare la perdita del valore distintivo della nostra agricoltura.

Al contrario, l'adozione del *genome editing* ci permetterebbe di recuperare lo svantaggio accumulato in questi anni. Si tratta infatti di tecnologie efficaci, semplici ed economiche, che non costringono ad attendere dieci o quindici anni per rientrare degli investimenti in una nuova varietà, cosa che penalizza soprattutto le piccole e medie imprese che costituiscono l'ossatura del settore in Italia e in Europa. Soprattutto, il *genome editing* può ridurre notevolmente il vantaggio competitivo degli altri paesi nel germoplasma, perché anziché trasferire un carattere per incrocio da un'altra varietà, diventa possibile ottenerlo direttamente dalla varietà di partenza. Rimettendo tutti sullo stesso piano, e grazie al vantaggio della collaborazione con la ricerca pubblica nazionale, il *genome editing* ci offre la possibilità di ricostituire un forte settore sementiero italiano mettendo l'innovazione genetica a disposizione delle piccole e medie imprese già attive e favorendo il nascere di nuove. Il che non vuol dire solo la possibilità di riprenderci una parte di questo mercato, ma anche di avere un'innovazione su misura delle esigenze della nostra agricoltura, conservandone quindi quella distintività di cui andiamo giustamente orgogliosi.