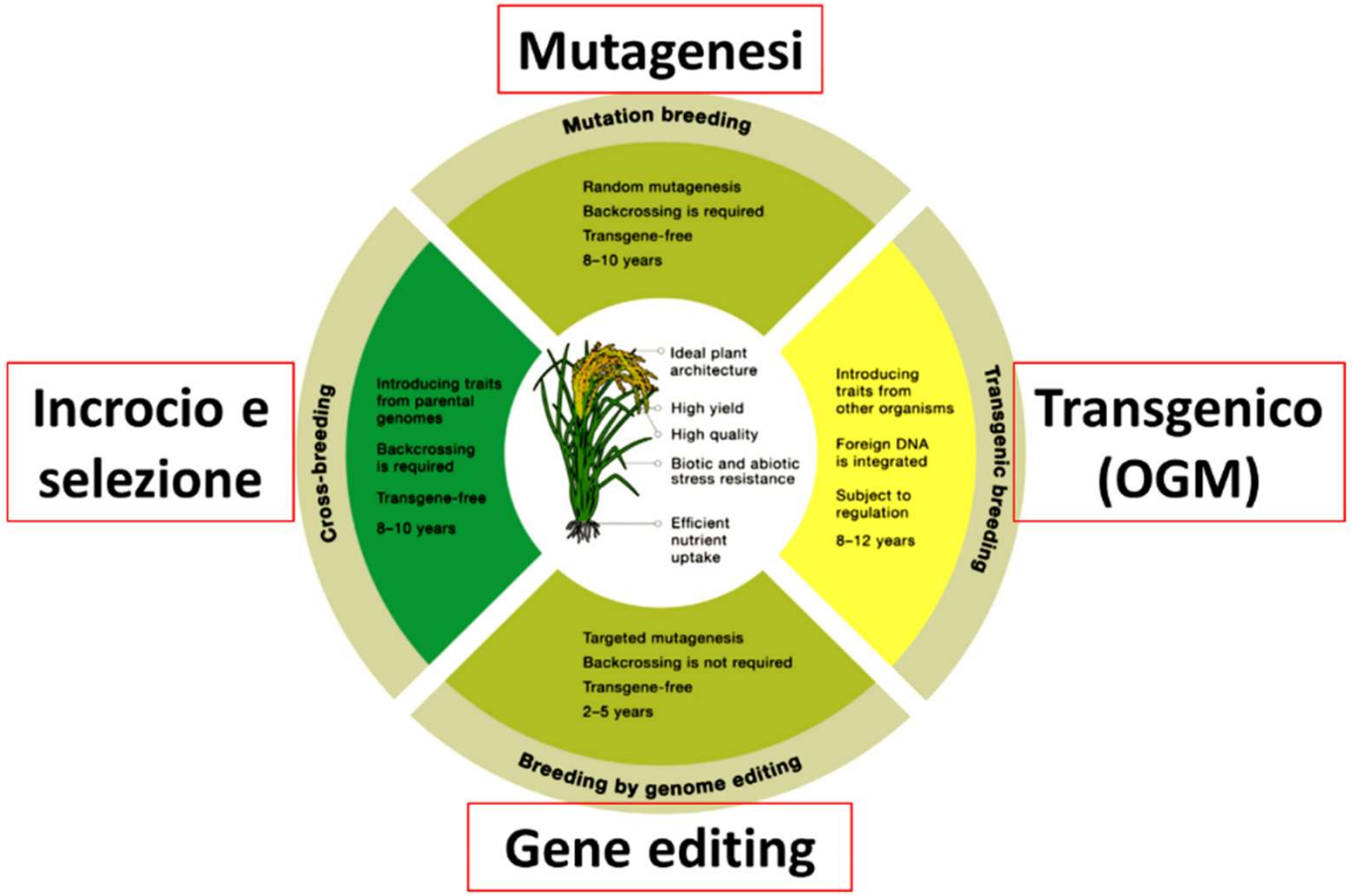
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Potenzialità e limiti delle tecniche NGT/TEA applicate al miglioramento genetico delle colture agrarie

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari
silvio.salvi@unibo.it

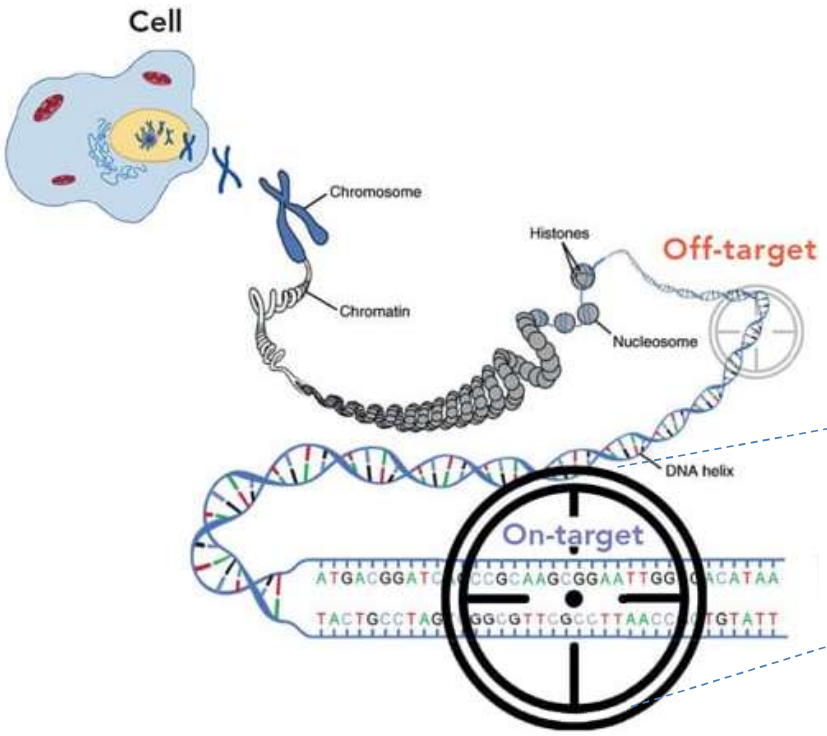
TECNICHE DI EVOLUZIONE ASSISTITA PER LE COLTURE VEGETALI
Ciclo di webinar “Le nuove sfide della sicurezza alimentare”
8 OTTOBRE 2026 Regione ER

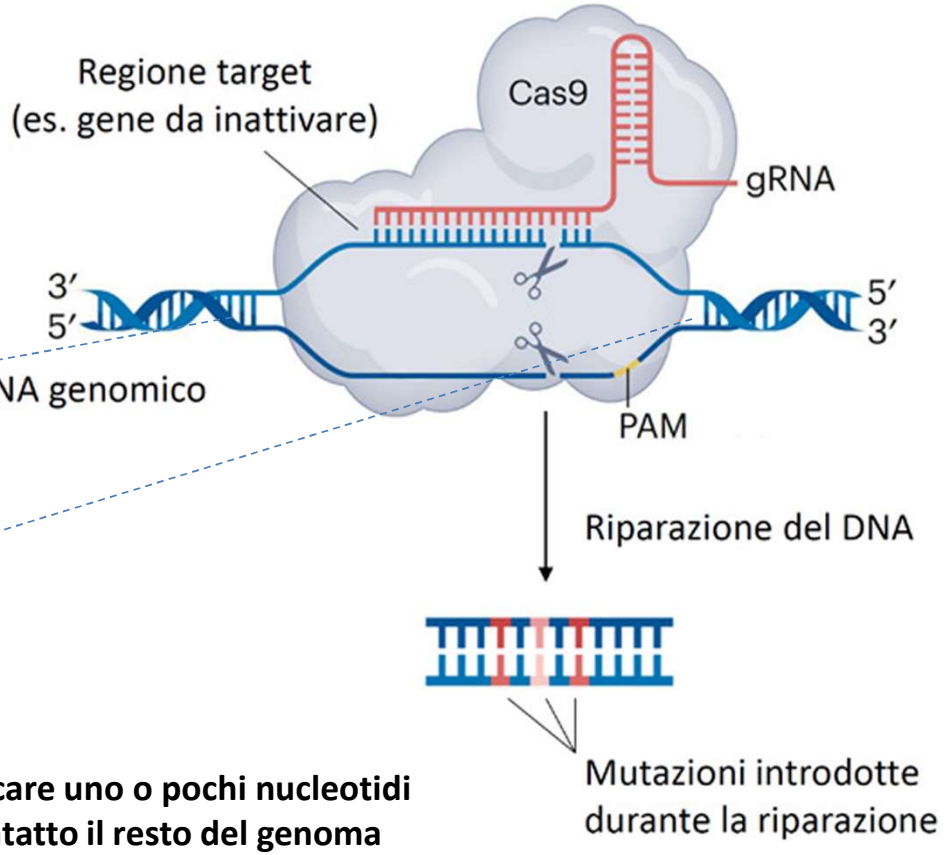
Metodi di miglioramento genetico delle piante



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Editing genomico = <u>modifica genetica mirata (o 'targeted')</u>





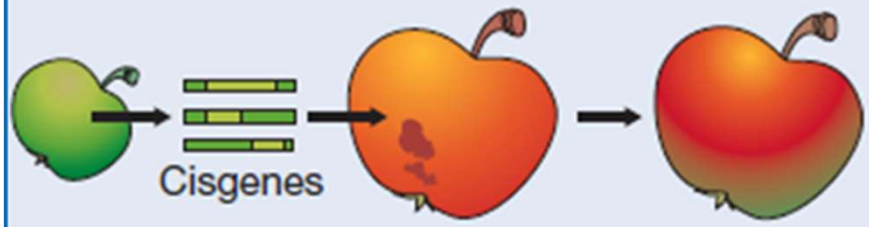
- **E' possibile modificare uno o pochi nucleotidi target, lasciando intatto il resto del genoma**
- **E' possibile sostituire, aggiungere o togliere un gene**

Da Salvi et al 2025 Terra e Vita 15, 22 luglio

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CISGENESI

Cisgenesis is the genetic modification of a recipient plant with a natural gene from a crossable—sexually compatible—plant. Such a gene includes its introns and is flanked by its native promoter and terminator in the normal-sense orientation. Cisgenic plants can harbour one or more cisgenes, but they do not contain any transgenes.



EMBO *reports*

viewpoint

Cisgenic plants are similar to traditionally bred plants

International regulations for genetically modified organisms should be altered to exempt cisgenesis

Henk J. Schouten, Frans A. Krens & Evert Jacobsen



ANNEX I B

TECHNIQUES REFERRED TO IN ARTICLE 3

Techniques/methods of genetic modification yielding organisms to be excluded from the Directive, on the condition that they do not involve the use of recombinant nucleic acid molecules or genetically modified organisms other than those produced by one or more of the techniques/methods listed below are:

(1) mutagenesis,

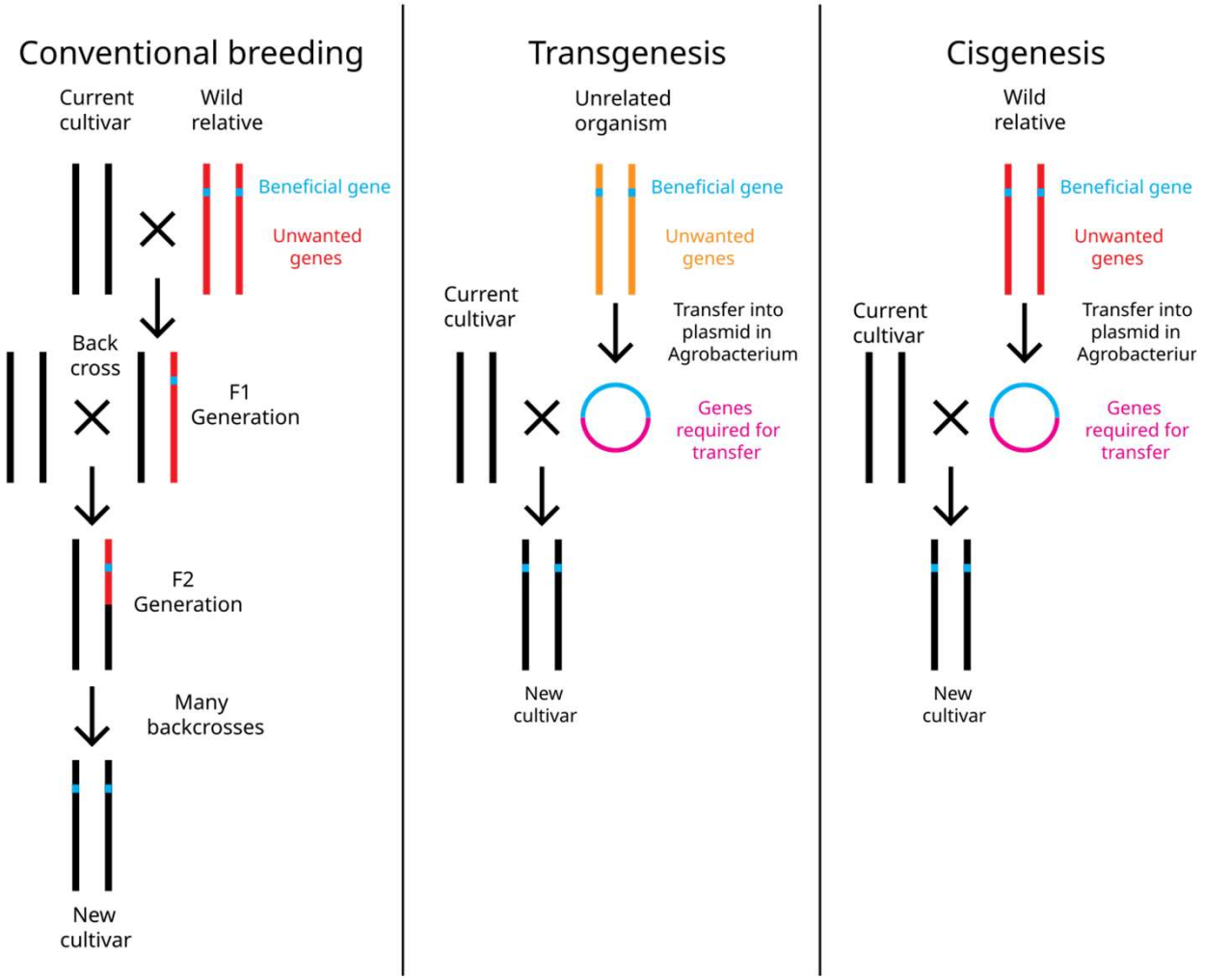
(2) cell fusion (including protoplast fusion) of plant cells of organisms which can exchange genetic material through traditional breeding methods.

(3) cisgenesis ← To be added

Fig 1 | Annex 1 B of the GMO Directive 2001/18/EC (European Parliament, 2001). We propose adding the last sentence, to include cisgenesis.

Schouten et al 2006, EMBO Rep

CISGENESI



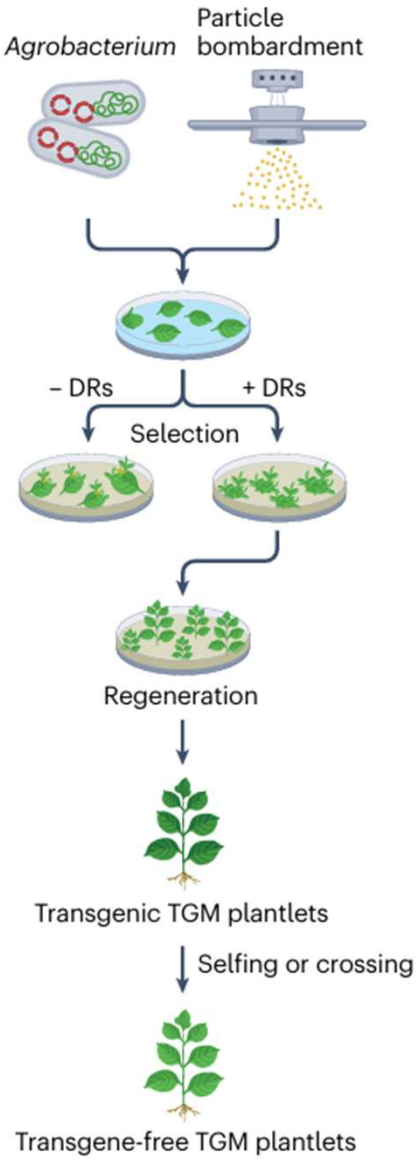
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Due famiglie di metodi principali per produrre piante editate ‘NGT’

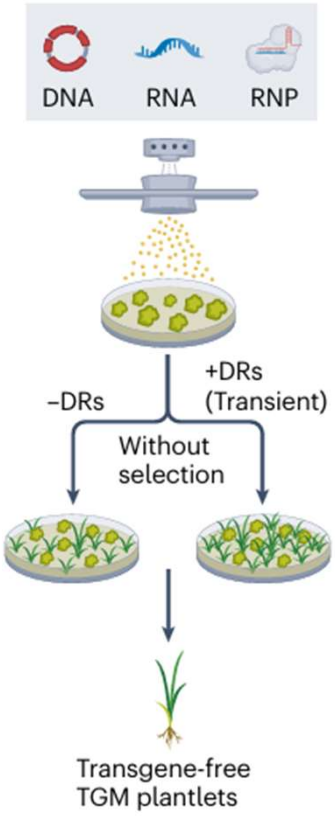
1) **Tramite un intermedio transgenico via agrobatterio o biolistico – richiede una generazione di incrocio per eliminare la cassetta transgenica**

2) **Senza intermedio transgenico, solo via biolistico/trasfezione - le piante sono prontamente NGT-1**

1



2



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Quindi, con TEA/NGT-1 intendiamo:

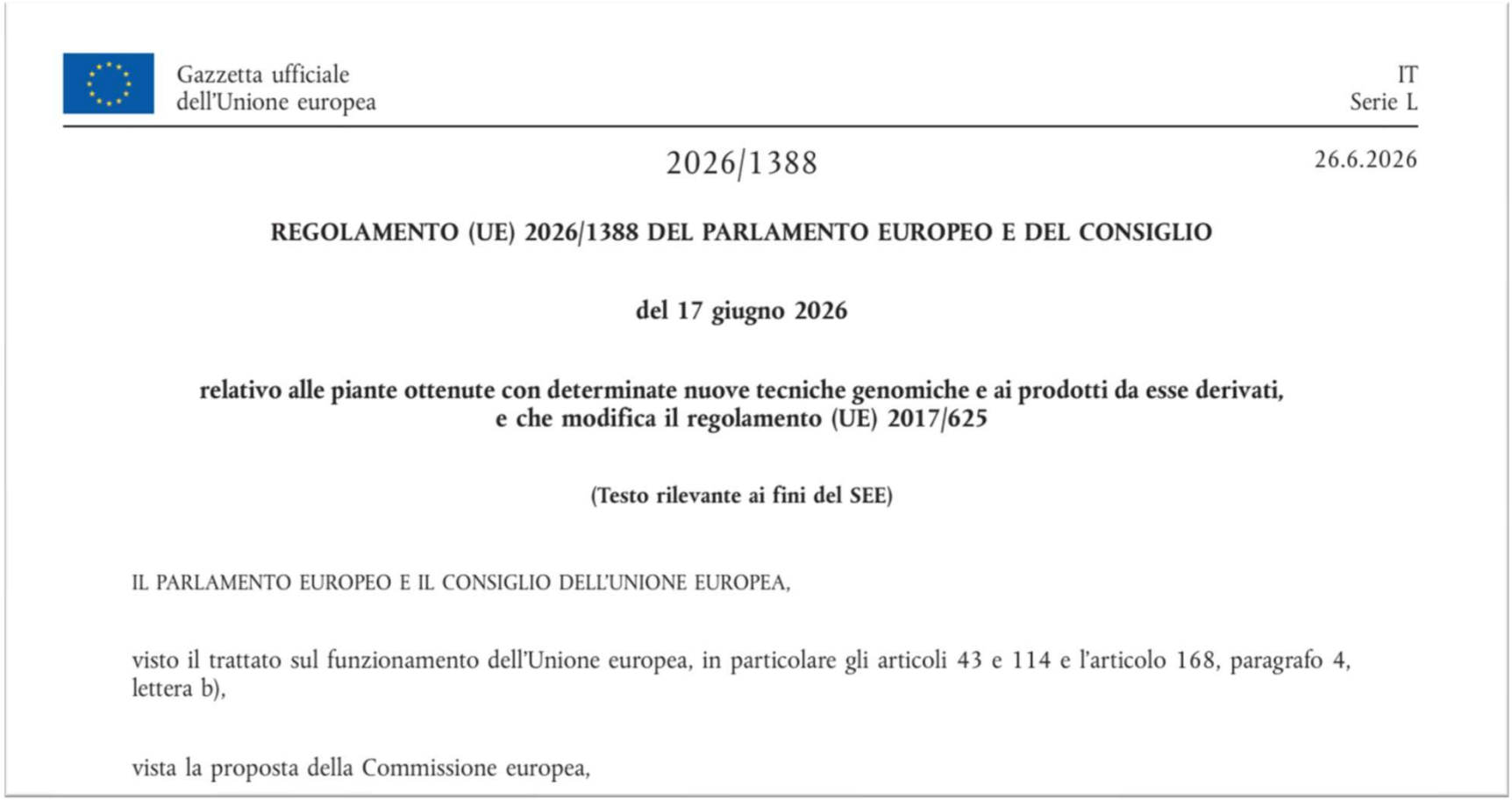
Piante «editate» ovvero che hanno acquisito piccole modifiche puntiformi in posizioni note del genoma (prevalentemente usando CRISPR-CAS),

e/o

Piante «cis-geniche», ovvero piante a cui sono state aggiunti uno o alcuni geni che provengono dal gene pool della stessa specie

Notare:

- Tutto all'interno dei vincoli imposti dal Regolamento EU 1388/2026 (all. 1 e 2)
- non ci sono vincoli sui metodi usati per produrre le piante di cui sopra



Gazzetta ufficiale
dell'Unione europea

IT
Serie L

2026/1388

26.6.2026

REGOLAMENTO (UE) 2026/1388 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 17 giugno 2026

relativo alle piante ottenute con determinate nuove tecniche genomiche e ai prodotti da esse derivati, e che modifica il regolamento (UE) 2017/625

(Testo rilevante ai fini del SEE)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

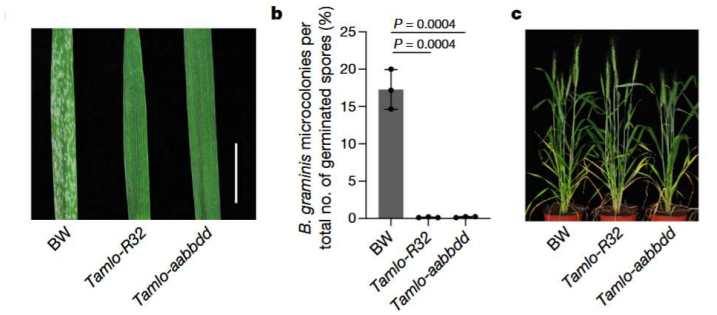
visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea, in particolare gli articoli 43 e 114 e l'articolo 168, paragrafo 4, lettera b),

vista la proposta della Commissione europea,

The final text of the NGT Regulation (EU) 2026/1388 has now been published in the Official Journal of the European Union. The Regulation will enter into force 20 days after publication, marking the start of the two-year implementation period during which the European Commission will prepare the delegated and implementing acts necessary for its application.

Editing di geni di suscettibilità (S) per conferire resistenza durevole

Gene S *Mlo* nei cereali



Genome-edited powdery mildew resistance in wheat without growth penalties

Tre geni S per brusone (*Magnaporthe oryze*) inattivati: *Pi21, HMA1, HMA2*



Brambilla e Fornara, UNIMI

Gene S DMR6 per resistenza a Peronospora in vite



Univerona, EDIVITE (Pezzotti e Zenoni), FEM Trento (Giacomelli, Salvagnin et al)

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

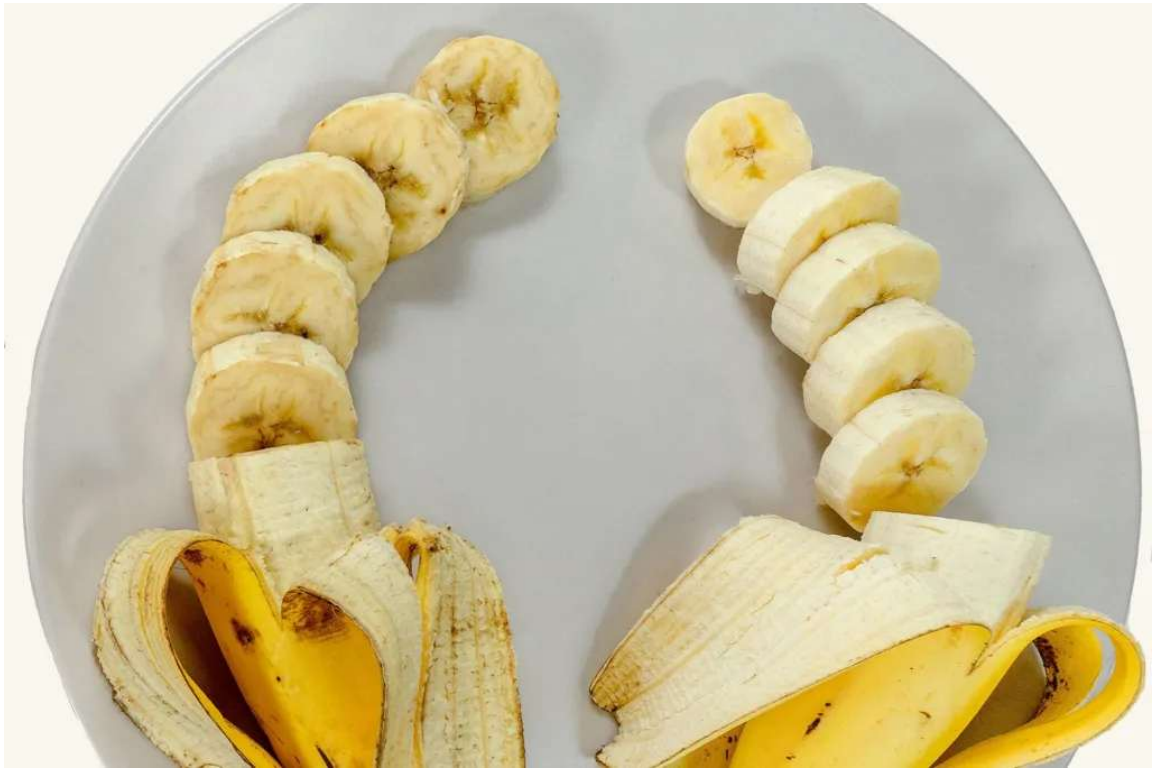
Cosa c’è più vicino al mercato



Sanatech Seed

CRISPR in Agriculture: 2024 in Review. Da https://innovativegenomics.org/news/crispr-in-agriculture-2024/

Banana che non imbrunisce



- **Azienda TROPIC (UK)**
- **Disattivato il gene PPO (polyphenol oxidase)**
- **Rientra nei vincoli NGT-1**
- **Effetto principale nella riduzione dei rifiuti (> 20% delle banane sono gettate a causa del rapido imbrunimento)**
- **Approvata già in 7 paesi (incluso UK, ed in Brasile per la coltivazione).**

Pomodoro “Sicilian Rouge” ad alto GABA

Contiene 5x la quantità di GABA (gamma-aminobutyric acid), metabolita che ha azione nel sistema nervoso e nell’apparato digerente, e comprovato effetto di riduzione della pressione arteriosa

“We started shipping the tomatoes on September 17,” says Minako Sumiyoshi at Japanese start-up Sanatech Seed, which is selling the tomatoes directly to consumers. She says demand for the tomatoes is “not too bad”.

Notate l’ «Italian sounding»

Source – New Scientist

NEWSLETTERS
Sign up to read our regular email newsletters

NewScientist

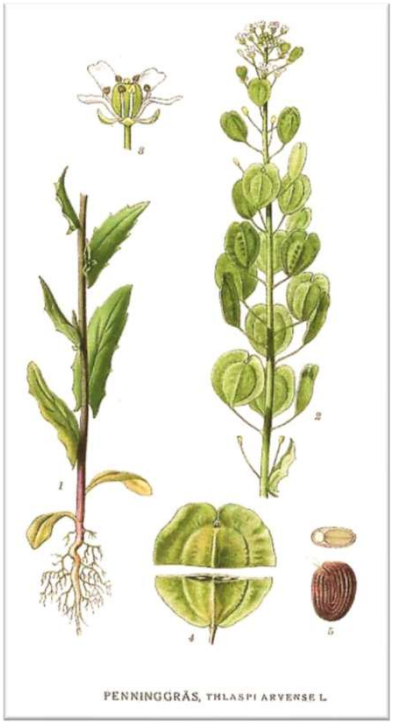
Tomato is first CRISPR-edited food to go on sale in the world

ENVIRONMENT 24 September 2021

By Michael Le Page



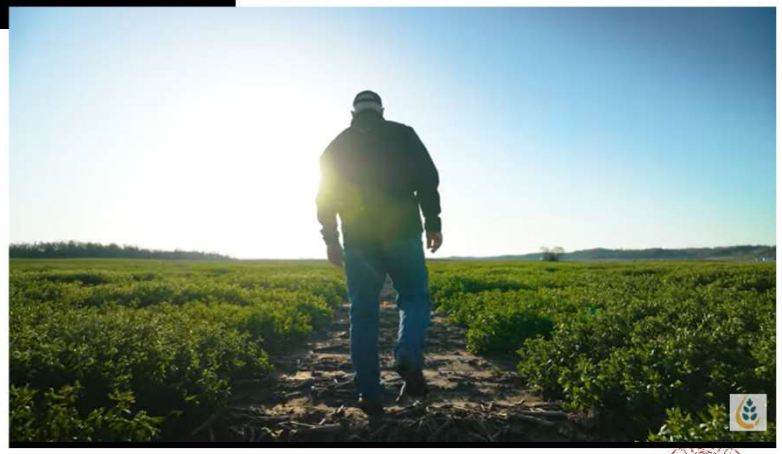
Evoluzione di una nuova specie coltivata da una selvatica usando TEA: da *Thlaspi arvense* (infestante) a CoverCress





CoverCress

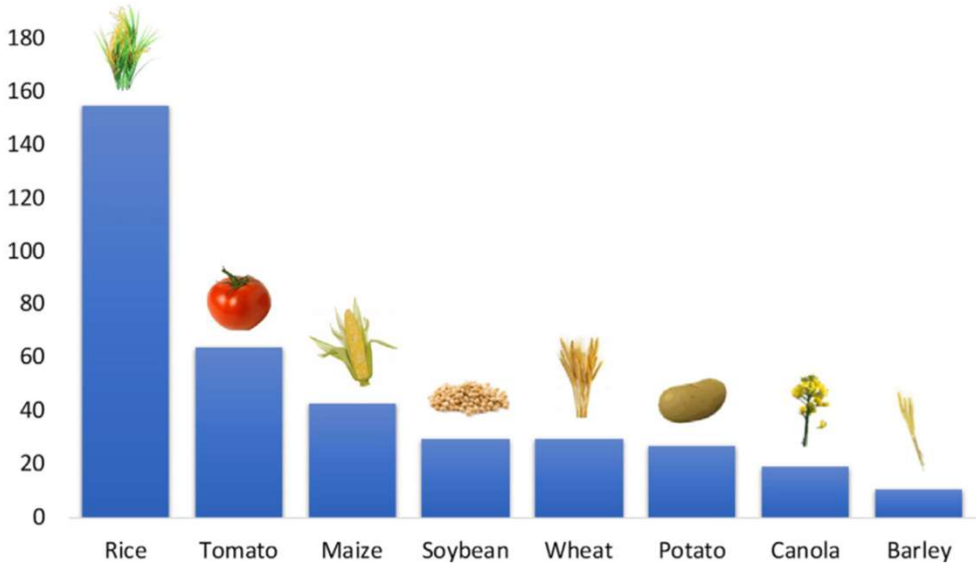
5-6 geni editati per
- Epoca di fioritura
- Contenuto in acido erucico
- Produttività
- Colore seme

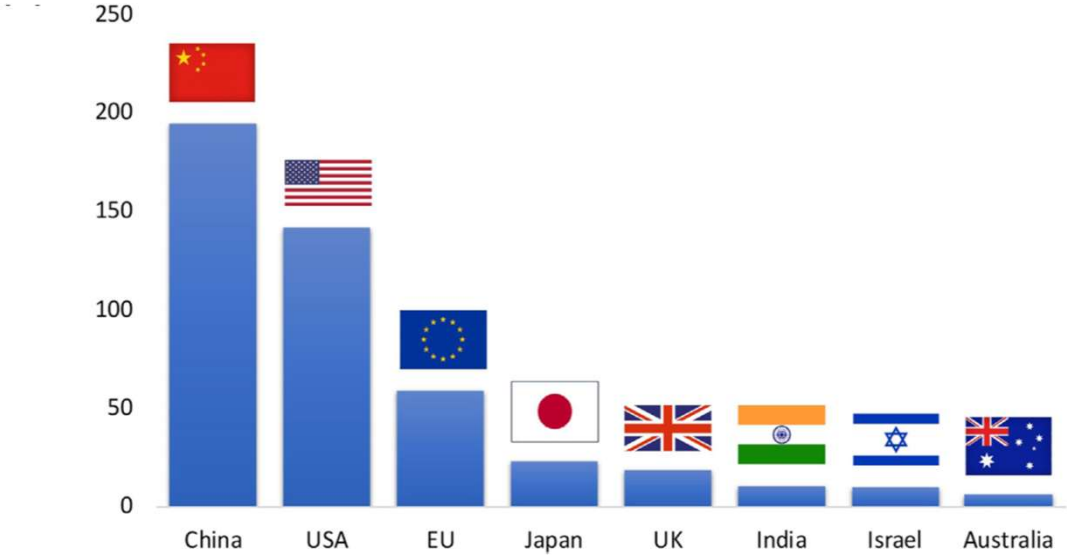


Thlaspi arvense, erba storna (field pennycress)

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Il *Gene Editing* è oggi applicato a 360° in genetica delle piante

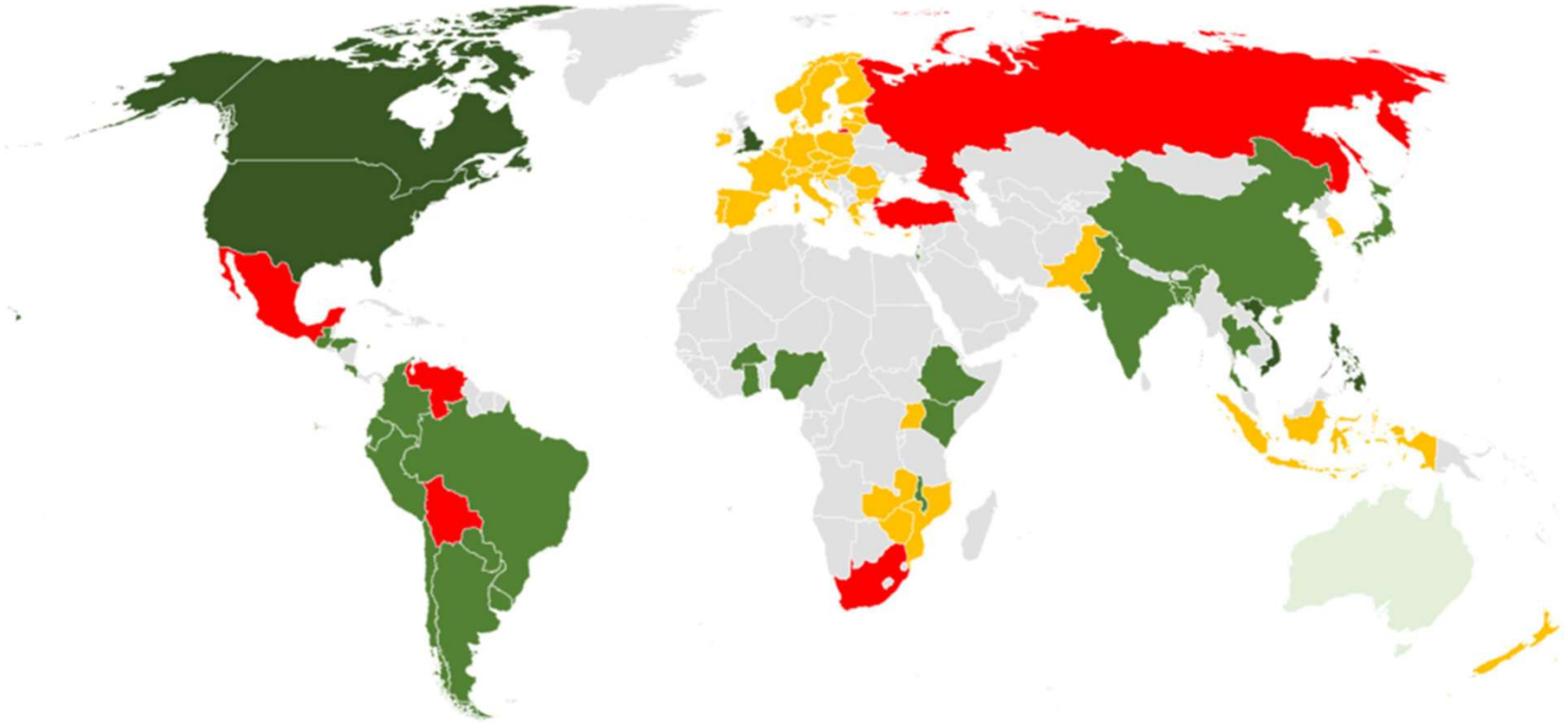




Dima et al 2022. Interactive database of genome editing applications in crops and future policy making in the European Union. Trends in Plant Science

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

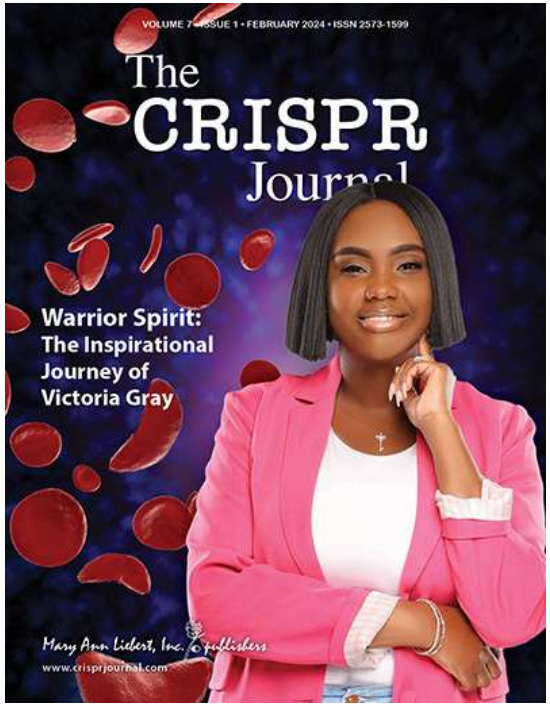
Uno sguardo al resto del mondo



Verde = NGT-1 (circa SDN-1) come tradizionali, approvate
Giallo = in transizione verso l'approvazione
Rosso = considerate OGM

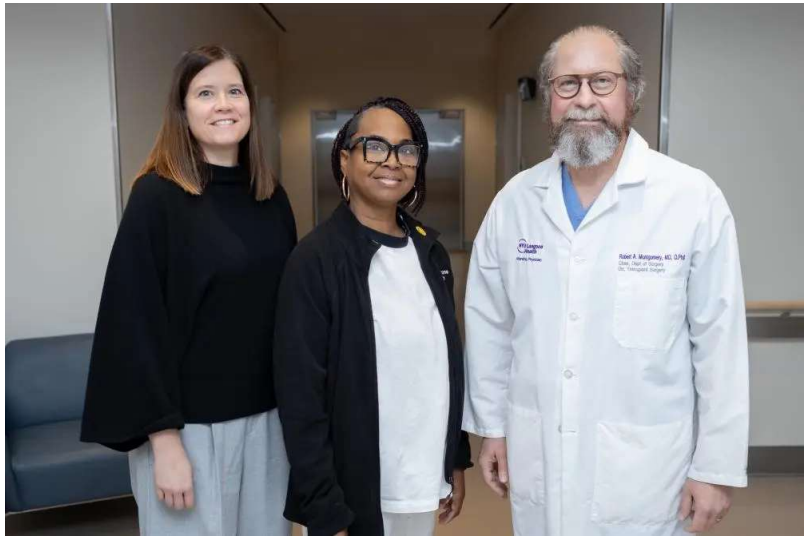
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Il gene editing va oltre l'agricoltura…



Victoria Gray, prima paziente malata di **anemia falciforme curata con la tecnica CASGEVY, basata su CRISPR CAS**.
Novembre 2023 USA e UK

Xenotrapianto di rene da maiale editato (10 geni)



Al centro Towana Looney, a sx e a dx i chirurghi a capo del team che l'ha operata, Jayme Locke e Robert Montgomery (Credit: Mateo Salcedo/NYU Langone Health). Da Crispermania (A. Meldolesi) https://crispr.blog/

Natura e limiti delle TEA (gene editing e cis-genico) (1/2)

- Da vedersi come tecniche che si integrano con gli altri approcci di miglioramento genetico (incrocio sulla base della diversità genetica e selezione, mutagenesi chimica, transgenico tradizionale etc)
- Maggiore precisione e minore invasività dell'intervento di modifica genetica
  - *vs con incrocio e selezione, vs mutagenesi tradizionale, etc*
- Non aggiunge DNA esogeno (da altre specie)
- Mantiene le caratteristiche della varietà su cui è applicata - importante per le varietà storiche!
- Notevole velocità di applicazione e relativa semplicità tecnica
- Produce modifiche genetiche dello stesso tipo delle mutazioni spontanee che avvengono continuamente in tutte le cellule di tutti gli organismi, incluso l'uomo

Natura e limiti delle TEA (gene editing e cis-genico) (2/2)

1. Bisogna conoscere «cosa» modificare
   - Richiesta ricerca di «base»
2. Limite sui caratteri quantitativi complessi
   - Controllati da molti geni mentre con TEA riusciamo a modificare uno o pochi geni alla volta
3. Limite sui geni di resistenza
   - Le modifiche basate su inattivazione funzionano solo sui geni S, ma non sui geni R, che devono essere inattivati in modo più sofisticato – in attesa dei metodi di base editing e prime editing, o altro?!
4. La tecnica passa oggi prevalentemente attraverso coltura in vitro/rigenerazione
   - Molte specie di interesse agrario sono recalcitranti

Grazie!

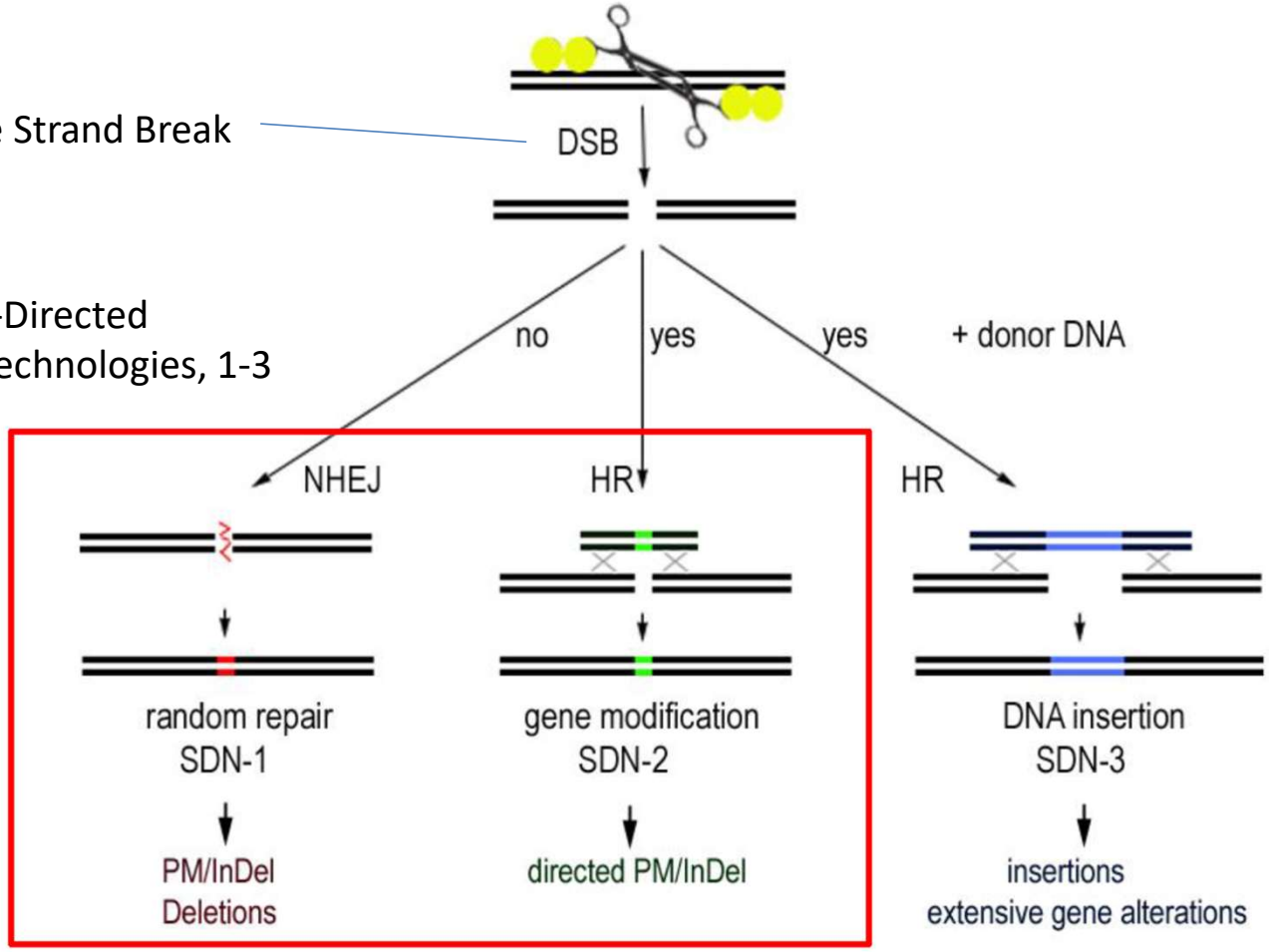


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Tipi di intervento di ‘editing genomico’: La classificazione SDN

DSB =
Double Strand Break

SDN = Site-Directed
Nuclease technologies, 1-3



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA